ZB 7361

B 21567 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums München 4/1979 DM 5.–/öS 50.– Verlag Karl Thiemig München

BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS MÜNCHEN
ZB 7361

Kultur & Technik

Zeitschrift des
Deutschen Museums München

3. Jahrgang, Heft 4
Dezember 1979

Herausgeber:
Deutsches Museum München.
Der Generaldirektor
Redaktion: Günther Gottmann (verantwortlich), Jürgen von Hollander, Dr. Otto Krätz
Redaktionsassistenz:
Hedwig Hahn
Deutsches Museum
Museumsinsel 1
D-8000 München 22
Telefon (089) 21 79-247
Telex 05-24 211

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

Kultur & Technik ist gleichzeitig Publikationsorgan der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik.

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; Hermann Haile, Stellvertreter; Vorsitzende des Aufsichtsrates: Emmi Thiemig.

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

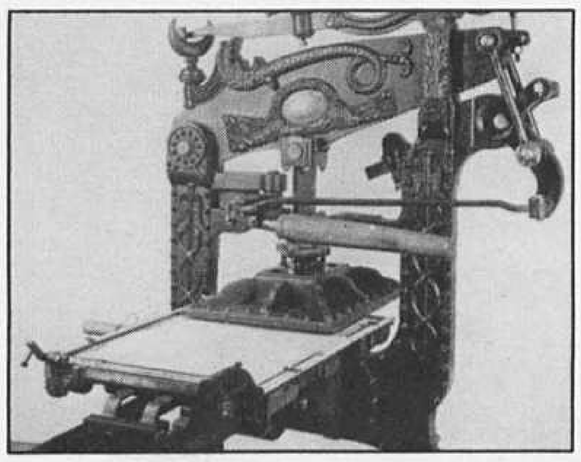
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der fotomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind dem Verlag vorbehalten.

© 1979 Karl Thiemig AG Munich
Printed in Germany

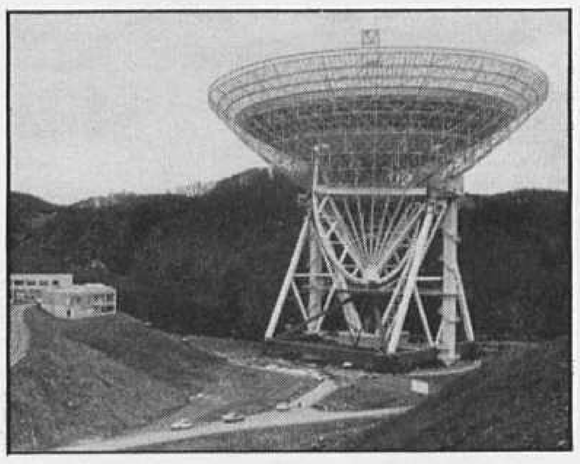
Gesamtherstellung Karl Thiemig, Graphische Kunstanstalt und Buchdruckerei AG, Pilgersheimer Str. 38, D-8000 München 90.
Gedruckt auf MVS* mit Stern 100 g/qm der Papierfabrik Scheufelen, 7318 Lenningen.

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



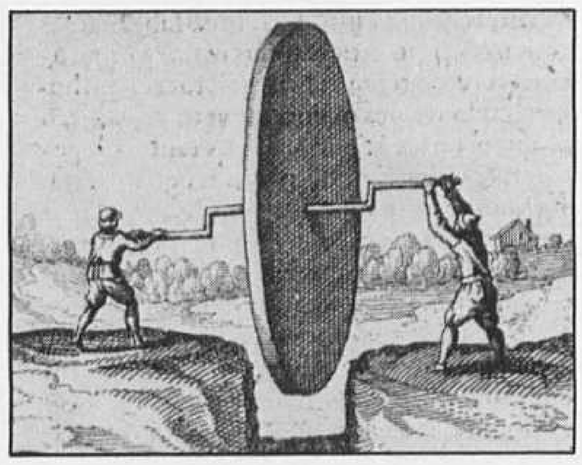
2



18

24

30



47

52

Seite

Herbert Berg
1 **Rudolf von Miller zum 80. Geburtstag**

Uwe Reher
2 **Eine Legende verblaßt**

Karl Ude
10 **Musik im Quadrat**

Wilhelm Dettmering
18 **Vorbilder der Natur für die moderne Technik**

Hans Straßl
24 **Mit dem Fahrrad durch zwei Jahrhunderte**

Rolf Müller
30 **Maya-Astronomen trafen sich in Copan**

Theo Stilger, Ernst H. Berninger, Kurt Vogel
36 **Erinnerungen an Walther Gerlach**

Gerhard Hartl
42 **Dem Radium auf der Spur**

Jürgen Teichmann
47 **Wandel des Weltbildes**

Barbara Elkeles
52 **»Cautelae« und »Scharlatanerien«**

Michael Templeton, A. J. Rose
58 **Echo aus den USA und aus Frankreich**

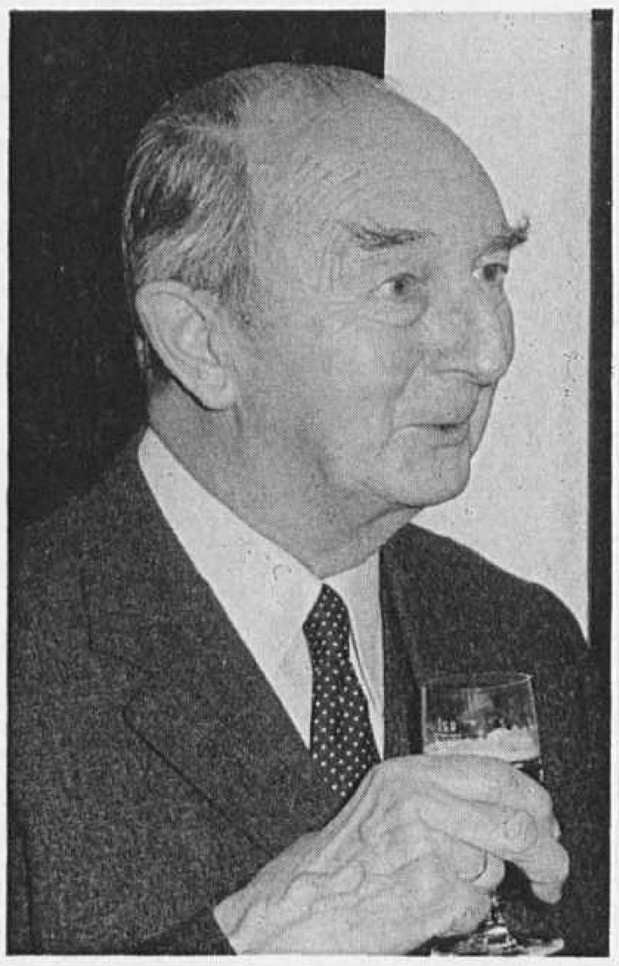
61 **Unsere Autoren**

Friedrich Klemm
62 **Für Sie gelesen**

64 **Vorschau**

Beilagenhinweis: Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung folgender Beilagen: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 8000 München 22, »Weihnachtsgruß«; Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e. V., Postfach 23 03 43, 4300 Essen, »Mitgliederwerbung«; Schallplattenproduktion Fernsehmeister Schuhknecht, Friesenstr. 54, 3000 Hannover 1; Verlag Karl Thiemig, Pilgersheimer Str. 38, 8000 München 90, »Einladung für Geschenkabonnement« und »GRIEBEN-Reiseführer«.

Rudolf von Miller zum 80. Geburtstag



Dr. Rudolf von Miller, Sohn des Gründers unseres Museums, fünfzehn Jahre lang Vorstandsmitglied des Hauses, feierte am 5. November dieses Jahres seinen 80. Geburtstag. Der Vorsitzende des Verwaltungsrates, Dr. Herbert Berg, gab anläßlich des Ausscheidens des Jubilars aus dem damaligen Vorstand eine Würdigung seiner Verdienste, die wir zum Geburtstag dankbar erneuern.

Sehr verehrter, lieber Herr Dr. von Miller! Als Sohn des Gründers unseres Museums, des unvergeßlichen Oskar von Miller, trat ja dieses Museum schon, als Sie noch Kind waren, in Ihren Gesichtskreis. Sie erlebten in Ihrem Elternhaus, wie Ihr Vater allen Widerständen zum Trotz, mit festem Willen und ungemeiner Tatkraft daran arbeitete, seine Museumspläne Schritt für Schritt zu verwirklichen. Wie Sie nun später im Bereiche der Energietechnik und Energiewirtschaft das Werk Ihres Vaters weiterführten und ausbauten, so haben Sie auch an seiner Museumsschöpfung bald – insbesondere nach dem Kriege – tatkräftig mitgearbeitet. Die Weiterentwicklung des Museums zu einer umfassenden Belehrungs-, Bildungs- und Forschungsstätte war Ihnen Herzenssache. Von 1948 bis 1952 wirkten Sie als Schriftführer des Vorstandsrates. Seit 1954 sind Sie Mitglied des Vorstands. Mit Ihrem Fachwissen, Ihren durch Ihre Arbeit in der Weltkraftkonferenz und anderen Gremien der Weltenergiewirtschaft weitreichenden internationalen Beziehungen, Ihrem besonderen Verständnis für Museumsfragen und dies alles verbunden mit Ihren hohen menschlichen Qualitäten, voran Ihrer breiten sozialen Einstellung, haben Sie dem Museum beim Wiederaufbau, bei der Umgestaltung und bei der Lösung personeller Fragen ungemein wertvolle Hilfe geleistet. Vor allem in den Jahren 1966 bis 1970, da Sie als geschäftsführendes Vorstandsmitglied wirkten, haben Sie – trotz der Inanspruchnahme in Ihrem eigenen Betrieb – der Museumsarbeit Ihre ganze Kraft gewidmet. So haben Sie 1966 anläßlich der 60jährigen Wiederkehr der Grundsteinlegung des Museums eine Spendenaktion innerhalb der Münchner Kaufmannschaft vorgeschlagen und mit durchgeführt, die viel Erfolg hatte. Für den Ausbau des 1963 gegründeten Forschungsinstituts für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik haben Sie sich wesentlich eingesetzt. Den Aufbau der Abteilung Nachrichtentechnik und der Sonderschau Mensch und Weltraum voranzutreiben, waren Sie seinerzeit ebenso eifrig bemüht, wie später beim Umbau der Verkehrshalle und der Umgestaltung der Abteilung Landverkehr rasche Fortschritte zu erreichen. Mit Nachdruck betrieben Sie die Planungen für eine Erweiterung der Sammlungsräume unseres Museums. Wenn auch das ganz große Projekt, das Sie im Sinne hatten, die Überdachung der Bibliothekshöfe, der großen Kosten wegen, nicht in Angriff genommen werden konnte, so wurden doch einige Bauvorhaben, für die Sie eintraten, während der Zeit eingeleitet, da Sie als geschäftsführendes Vorstandsmitglied tätig waren, so die großzügige Erweiterung des westlichen Verbindungsbaues, der ja im vorigen Jahr vollendet wurde. Für Ihre entsagungsvolle Arbeit für das Deutsche Museum wurde Ihnen am Ende Ihrer Tätigkeit als geschäftsführendes Vorstandsmitglied 1970 der Goldene Ehrenring verliehen. Sie verblieben weiterhin im Vorstand, dem Sie dank Ihrer großen Erfahrung und Ihren reichen Kenntnissen wertvollen Rat allzeit selbstlos zuteil werden ließen. Wenn Sie nun nach 19jähriger Tätigkeit in den Gremien des Deutschen Museums ausscheiden, so müssen wir Ihnen von ganzem Herzen für Ihr hingebungsvolles Schaffen an der Weiterentwicklung des Deutschen Museums danken. Und ich darf diesen unseren großen Dank verbinden mit dem Wunsch für Sie, daß Ihnen auch weiterhin gute Gesundheit und gesegnete Tage beschieden seien, und dem Wunsch für uns, daß Sie uns auch künftig beratend zur Seite stehen mögen.

DEUTSCHES MUSEUM
BIBLIOTHEK

Lucas

Lucas syrus·nacõne anthiochensis·arte medicꝰ·discipulus apostolorꝫ·postea paulũ secutꝰ usqꝫ ad confessionẽ eiꝰ seruiens dño sine crimine: nam neqꝫ uxorem umꝫ habuit neqꝫ filios:septuaginta et quatuor annorũ obiit in bithinia·plenꝰ spiritu sancto. Qui cũ iam scripta essent euãgelia·p matheũ quidẽ in iudea·p marcũ aũt in italia:sancto instigante spiritu in achaie partibꝫ hic scripsit euangeliũ: significans etiã ipe in principio ante suũ alia esse descripta. Cui extra ea q̃ ordo euãgelice dispositionis exposcebat·cura maxime necessitas laboris fuit:ut primũ grecis fidelibꝫ omni ꝓphetatione uenturi in carnẽ dei xpi manifestata humanitate ne iudaicis fabulis attenti:in solo legis desiderio tenerẽtur:uel ne hereticis fabulis et stultis solicitationibꝫ seduci exciderent a ueritate elaboraret:dehinc·ut in principio euangelij iohãnis natiuitate presumpta·cui euangelium scriberet et in quo eciaꝰ scriberet indicaret:cõtestãs i se cõpleta esse·q̃ essent ab alijs inchoata. Cui ideo post baptismũ filij dei a ꝓfectione generationis i xpo implere·reprende a principio natiuitatis humane potestas ꝓmissa ẽ:ut requirentibꝫ demonstraret in quo apprehendẽs erat per nathan filiũ dauid introitu recurrentis i dei generationis admisso· indisparabilis dei ꝓdicãs in hominibus xpm suũ·ꝓfecti opus hois redire in se ꝑ filiũ faceret:qui per dauid patrẽ ꝓuenientibus iter ꝓbrabat in xpo. Cui luce non immerito etiã scribẽdorum actuũ apostolorꝫ potestas i ministerio datur:ut deo in deũ pleno et filio ꝓditionis extincto·oratõne ab apostolis facta·sorte dominj electionis numerꝰ complereꝰ:secꝫ paulus cõsummationẽ apostolicas actibꝫ daret·quẽ diu cõtra stimulũ recalcitrantẽ dñs elegisset. Quod et legentibꝫ ac requirentibꝫ deũ·et si per singula expediri a nobis uile fuerat:sciens tamẽ op operãtem agricolã oportrat de suis fructibus edere·uicauim⁹ publicã curiositatem: ne nõ rã uolentibꝫ deũ demõstrare uideremur·quã fastidientibus prodidisse.

Incipit euangelium .secundum lucam. Prologus ipsius beati lucę in euangelium suum.

Quoniã quidẽ multi conati sũt ordinare narrationes q̃ in nobis complete sũt rex·sicut tradiderũt nobis q̃ ab initio ipi uiderũt·et ministri fuerũt sermonis:uisũ ẽ et mihi assecuto omnia a principio diligẽter ex ordine tibi scribere optime theophile: ut cognoscas eoꝫ uerboꝫ de q̃bꝫ eruditꝰ es ueritatẽ.

Fuit in diebus herodis regis iudee sacerdos quidam nomine zacharias de uice abia·et uxor illi de filiabus aaron: et nomen eius elizabeth. Erant autem iusti ambo ante deum: incedentes in omnibus mandatis et iustificationibus domini sine querela. Et non erat illis filius·eo q̃ esset elizabeth sterilis:et ambo processissent in diebꝫ suis. Factũ est aũt cũ sacerdotio fungeretur zacharias in ordine uicis sue ante deũ: secm cõsuetudinem sacerdotij sorte exijt ut incensum poneret ingressus in templũ domini. Et omnis multitudo ppli erat orãs foris hora incensi. Apparuit autem illi angelus dñi: stans a dextris altaris

Uwe Reher

Eine Legende verblaßt

Johannes Gutenberg: Wegbereiter moderner Drucktechnologie

Die »biblia sacra«, die Heilige Schrift des Johannes Gutenberg, wird noch immer von Fachleuten für das gestalterisch bedeutendste Druckwerk der Weltgeschichte gehalten. Es ist schon außergewöhnlich, daß bereits der erste Schritt in eine neue Technologie ein Werk von solch herausragender Qualität hervorbrachte.

Jede der 1280 Druckseiten der »biblia sacra« ist aus einzelnen Lettern zu einem typographischen Meisterwerk zusammengefügt. Vor rund 500 Jahren wollte Gutenberg mit seiner Technik an die in hoher Blüte stehende mittelalterliche Schreibkunst anknüpfen. Die klösterlichen Bibliotheken der Bischofsstadt Mainz boten ihm reiche Vorlagen. Als Schriftvorbild wählte er eine Textura, in der die Rundformen der mittelalterlichen Schreibschrift zu gebrochenen geraden und schrägen Linien weiterentwickelt sind.

Der Formenkanon dieser Schrift erscheint als Parallelentwicklung zur gotischen Architektur. Das hohe, aufstrebende Element gotischer Kathedralen, ihre kraftvollen und doch grazilen Bestandteile bestimmen die Ästhetik dieser Zeit. Der künstlerische Anspruch des »ad solam dei gloriam« — zur alleinigen Ehre Gottes — schwingt auch in der ästhetischen Schönheit der Gutenbergschen Textura mit. Alle senkrechten Grundstriche stehen in gleicher Entfernung voneinander; die Wirkung ist dadurch rasterartig, fast meint man, die gleichförmige Struktur eines Teppichs zu sehen. Druck und Widerdruck, Vorder- und Rückseite also, sind absolut deckungsgleich.

Die bestechende Wirkung der von einem geübten Schreiber hergestellten Handschriftenseite beruht wesentlich auf dem freien Umgang mit einer Vielzahl von Sonderzeichen, die dem Schriftbild seine Ausgewogenheit geben. Was der Schreiber in individueller Gestaltung variabel handhaben konnte, mußte Gutenberg mit dem starren Bleimaterial nachvollziehen. Die damals gebräuchlichen 25 Buchstaben — das »j« als »i« gewertet – reichten deshalb alleine als Zeichenvorrat nicht aus. Heute werden im Handsatz etwa 60 Zeichen verwendet.

Den Ansprüchen Gutenbergs genügten nicht weniger als 290 Zeichen. Mit ihrer Hilfe erarbeitete er ein Schriftsystem, das nahezu alle Finessen der Handschrift nachvollziehen kann.

Immer wieder wurde Gutenberg als Erfinder der Druckkunst gefeiert. Und doch ist es letztlich nicht das Drucken selbst, das den Meister auszeichnet. Ein Gutenberg-Forscher hat die Elemente der Erfindung auf die folgende Formel gebracht: »Der gravierte, stählerne Punzen, der Schlag der Matrize in ein weicheres Metall (Bronze oder Kupfer), der beliebig wiederholbare Abguß der Letter von der Matrize in Schriftmetall mit dem Gießinstrument, das Zusammensetzen der einzelnen Letter zur Druckform, der Druck der eingefärbten Form auf Papier oder Pergament in der Presse.« Man könnte diese Liste unschwer erweitern, zumindest müßte der Korrekturabzug hinzugefügt werden. Auch dieser Vorgang ist eine Entwicklung Gutenbergs, die ihm heutzutage sicher ein beachtetes Patent eingebracht hätte.

Gutenbergs Erfindungen bilden ein ganzes Paket, doch zeigt sich, daß die Mehrzahl der verwendeten Verfahren auch schon vor Gutenberg im mittelalterlichen Handwerk gebräuchlich waren. Die Goldschmiede etwa schlugen Punzen in Metall, ebenso kannte man in den Gießereien durch Antimon gehärtete Bleilegierungen, wie sie Gutenberg einsetzte. Auch die Druckerpresse ist nicht eine originäre Erfindung Gutenbergs, denn ihr Prinzip, nach dem beispielsweise die Weinpressen arbeiteten, ist bereits bekannt gewesen. All dies berührt jedoch die eigentliche Bedeutung der Gutenbergschen Erfindung nicht. Es ist nicht technische Einzelleistung des Ingenieurs, sondern vielmehr das von ihm entwickelte analytisch-technische Prinzip, das durch die Kriterien Mechanik und Normung charakterisiert ist. Obwohl es immer wieder anderslautend dargestellt wurde, ist nicht das Drukken, sondern das Setzen für Gutenbergs Verfahren bezeichnend. Der Buchstabenvorrat in Form der beweglichen Lettern ließ sich zu immer neuen Kombinationen zusammenstellen. Der Abdruck und damit die Vervielfältigung der Nachricht war damit in nahezu beliebiger Auflagenhöhe möglich. Auch die einzelnen Schrifttypen — die Buchstaben — sind wirkliche Massenerzeugnisse.

Mit Hilfe der Gießform — der Vergegenständlichung des technischen Verstandes Gutenbergs — wurde es möglich, Tausende von Präzisionswerkstücken, eben die Buchstaben, normengerecht zu produzieren.

Man hat deshalb zu Recht Gutenbergs Werkstatt einen frühindustriellen Betrieb genannt. Seine berufliche Qualifikation würde ihn heute als Verfahrensingenieur, als Informationstechnologen ausweisen.

Schon vor Gutenberg war es prinzipiell möglich zu drucken, wenngleich auch nicht mit beweglichen Lettern. Der Holzschnitt als Illustrationsdrucktechnik war in Deutschland schon im 14. Jh. bekannt. Man verwendete in dieser Zeit zum Abdruck der eingefärbten Holzdruckstöcke noch keine Presse, sondern rieb das Papier gegen die Farbe. Die Rückseite wurde dabei oft verschmutzt, so daß sie sich nicht mehr zum Bedrucken eignete. Jeweils zwei dieser Papiere ließen sich aber Rükken an Rücken zusammenkleben, und eine ganze Reihe dieser Doppelseiten konnte so schließlich zu einem Buch zusammengefaßt werden. Wir nennen diese frühe Form des Bilderbuches »Blockbuch«.

Solche Illustrationen übermittelten den des Lesens unkundigen Menschen — und das war der größte Teil der mittelalterlichen Bevölkerung — die Botschaft des Autors.

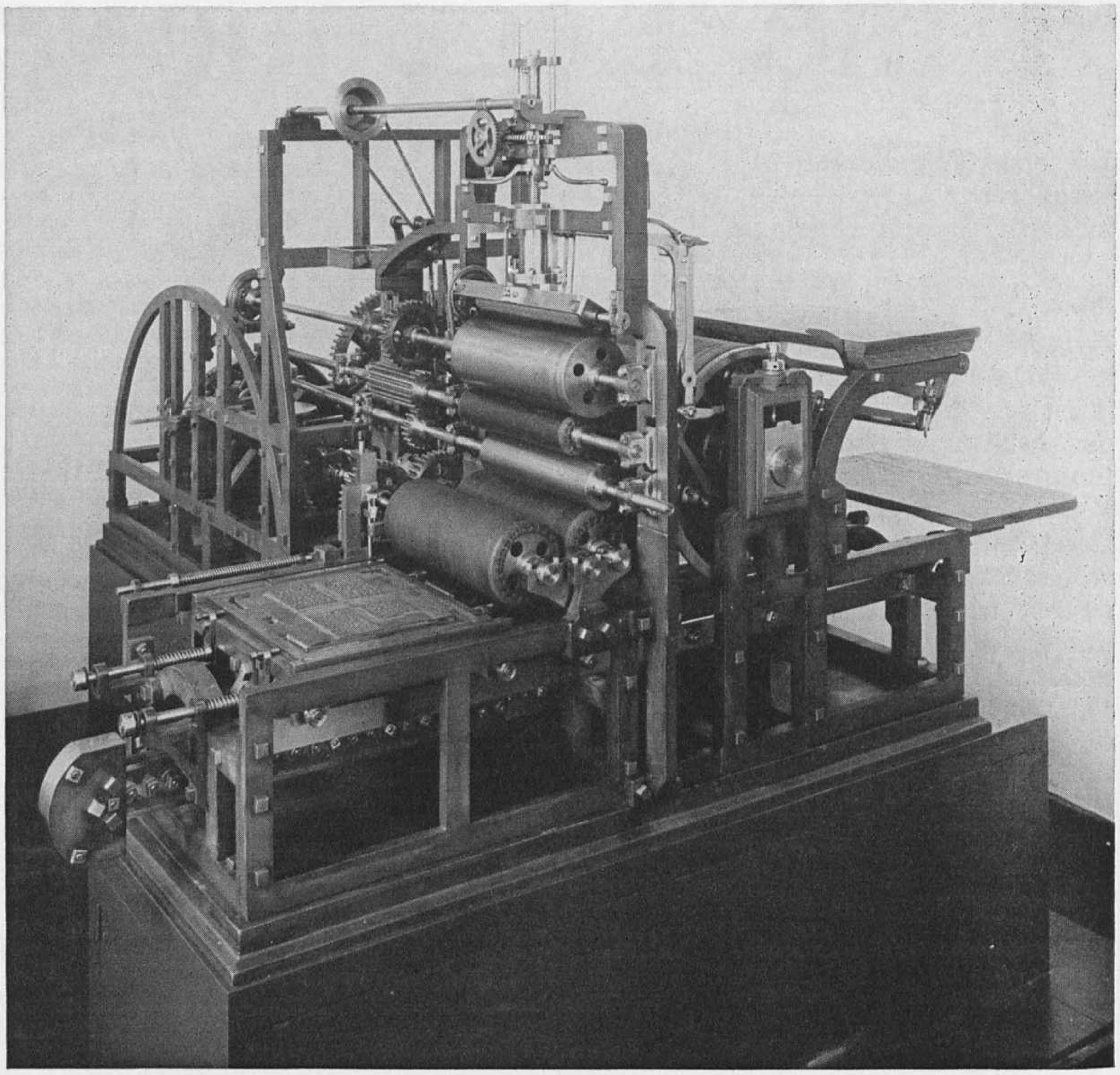
Gelegentlich wurde das Bild zusätzlich betextet. Das konnte handschriftlich geschehen, aber manchmal schnitt man auch eine ganze Titelzeile oder ganze Texte mit in die Holzplatte hinein. Der Text wurde dann gleichzeitig mit dem Bild abgedruckt. Es war jedoch außerordentlich schwierig, mit Stichel und Messer saubere Textzeilen aus dem harten Holz herauszuarbeiten; das handschriftliche Kopieren erschien angesichts der begrenzten Auflagen vorteilhafter.

Wenn auch in den genannten unteren Schichten der Analphabetismus die Regel darstellte, so waren in den gebildeten, den städtischen, adligen oder höheren geistlichen Kreisen Korrespondenz und Lektüre doch Bestandteil des täglichen Lebens.

1 Das Faksimile aus der Gutenbergbibel zeigt den Anfang des Lukasevangeliums, in dem die Kindheitsgeschichten Jesu und seines Vorläufers Johannes ineinander verflochten sind – ein Weihnachtsgruß an unsere Leser.

Diese Textseite bringen wir mit freundlicher Genehmigung der Idion Verlagsgesellschaft, München, aus der zweibändigen Faksimile-Ausgabe der Gutenberg-Bibel.

2 Erste Zylinder-Schnellpresse von Friedrich Koenig aus dem Jahre 1811.



Es gab zu diesem Zeitpunkt bereits einige Universitäten, geistliche und weltliche Schulen; die Buchhaltungen der Kaufleute benutzten ebenso die Schrift wie die Notarskanzleien. Als Amtssprache herrschte Latein vor. Die Schreiber mußten also die lateinische Grammatik und Orthographie beherrschen. Damit gehörten sie schon einer privilegierten Bildungsschicht an.

Daß die geschilderten technischen Vorzüge des Druckes gegenüber der Handarbeit einen beträchtlichen ökonomischen Vorteil boten, liegt auf der Hand. Den exakten Preis der gedruckten Gutenberg-Bibel kennen wir nicht. Aus der Rekonstruktion des Herstellungsablaufes lassen sich jedoch fundierte Schätzungen ableiten. Wissenschaftler berechneten für ein nicht ausgemaltes Exemplar in losen Papierbogen etwa 34 Gulden und für den Druck auf Pergament etwa 42 Gulden. Die Kosten für Ausmalung und Einband des Buches müssen diesem Preis noch zugeschlagen werden. Demgegenüber stehen erheblich höhere Kosten für Handschriften. In verschiedenen Fällen haben sich Preise für vergleichbare handgeschriebene Bücher überliefert: So kostete 1450 eine Pergamentbibel z.B. 60 Gulden; besonders kostbare Ausstattung konnte diesen Preis aber auch bis zu 100 Gulden in die Höhe treiben. Mit aller Vorsicht läßt sich also die Preissenkung des Bibeldrucks gegenüber einer Handschrift auf 50 % beziffern.

Wie lange mußte man nun für einen Bibeldruck arbeiten? Ein Schreiber verdiente z. B. in dieser Zeit knapp 10 Gulden per anno. Sein Lohn für 1¼ bis 1½ Jahre betrug in einem nachweisbaren Fall 12 Gulden und 16 Schillinge. Jener Schreiber hätte also etwa 4 Jahre lang seinen vollen Lohn sparen müssen, um sich dieses 2bändige Werk leisten zu können. Ein mit modernen Produktionsmethoden hergestelltes Buch kostet uns demgegenüber den Gegenwert etwa einer Arbeitsstunde. Das mag die gewaltige Entwicklung verdeutlichen, die auf dem Gebiet der Technikgeschichte beispiellos ist.

Über 300 Jahre blieb die Gültigkeit des Gutenbergschen Tiegeldrucks bestehen. Im kleinen wurde ständig verbessert, das Prinzip der Presse jedoch blieb erhalten. Wen wundert es da, wenn eine Druckerei aus dem 18. Jh. Gutenbergs Werkstatt noch sehr ähnlich sieht. Erst um 1800 kam die technische Entwicklung erneut ins Rollen.

Man hatte gelernt, Tiegelpressen nun auch aus Metall herzustellen. Neben der Stanhope-Presse ist die 1810 von George Clymer aus Philadelphia erfundene Columbia-Buchdruckpresse eine der bedeutendsten Neuerungen. Natürlich war diese gußeiserne Presse widerstandsfähiger als die vorher verwendete Holzkonstruktion. Die neue Entwicklung erlaubte eine weitaus höhere Druckkraft. Zudem konnte sie wesentlich leichter hergestellt werden. Äußerlich besticht die Columbia-Presse durch ihre bizarre Dekoration, die sogar teilweise in einem funktionalen Zusammenhang steht, so beispielsweise der flügelschwingende Greifvogel, ein Balanciergewicht, das den Pressedruck reguliert.

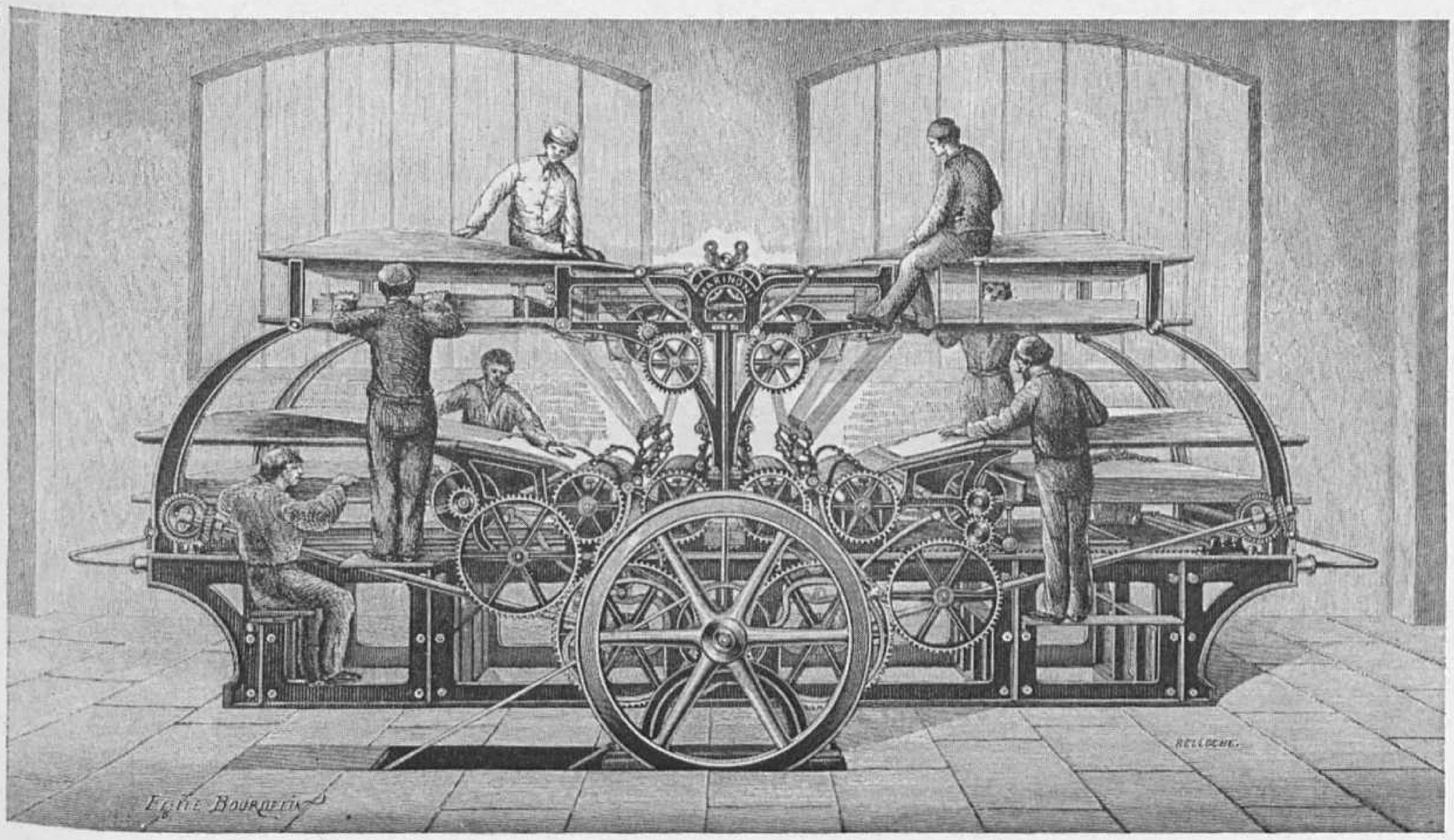
Zusammen mit der Columbia bestimmte die um 1800 konzipierte Presse des Earls of Stanhope die Drucktechnik der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Auch diese Presse druckte durch ein neuartiges Kraftübertragungssystem aus Eisen. Allen Neuentwicklungen dieser Zeit ist gemeinsam, daß das Papier immer noch mit der Hand angelegt und nach dem Druck wieder aus der Presse genommen werden mußte. Daher kann man diese Geräte noch nicht als Maschinen bezeichnen, die selbständig einen Produktionsgang vollziehen. Die Handarbeit beim Drucken setzte den entscheidenden Maßstab für das Arbeitstempo, also für die Leistung. Um diese gravierenden Schwachstellen im Produktionsablauf abzubauen, bemühte man berühmte Maschinenkonstrukteure. Aus diesen Anstrengungen heraus entstand neben den im frühen 19. Jahrhundert immer noch verwendeten hölzernen Pressen und ihrer Weiterentwicklung, den Eisentiegeln, eine weitere Gruppe, die Schnellpressen.

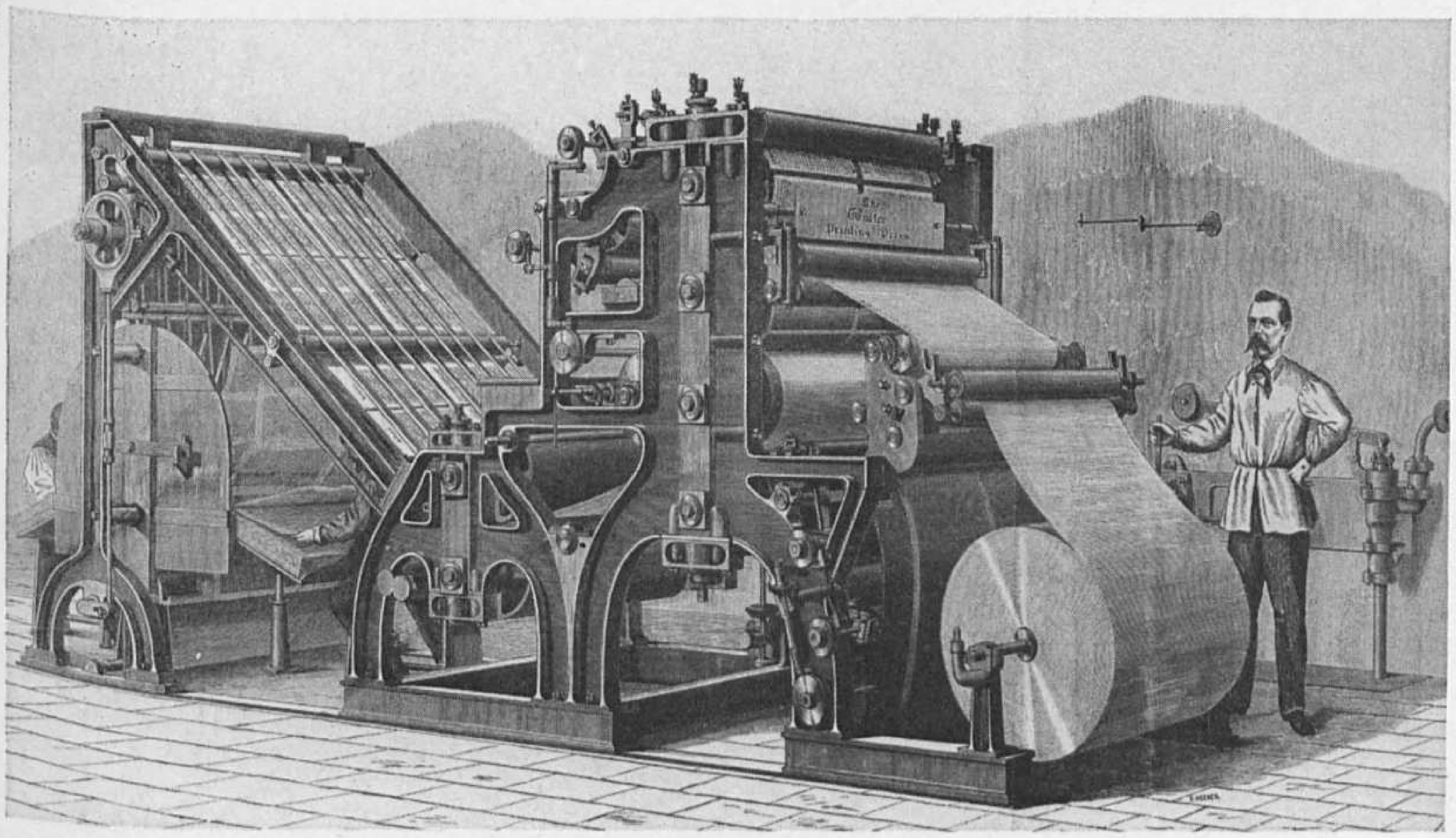
Ihr technisches Prinzip ist ein völlig anderes. Bei diesen Maschinen preßt sich nicht mehr ein flacher Tiegel auf eine ebenso flache Druckform, sondern das zu bedruckende Papier wird über einem Zylinder auf den ebenen Satz abgerollt.

Für eine Maschine mit diesem »Zylinder/Flachform-Prinzip« erhielt der 1833 verstorbene Friedrich Gottlob Koenig gleich mehrere Patente. Nach Jahren der Pla-

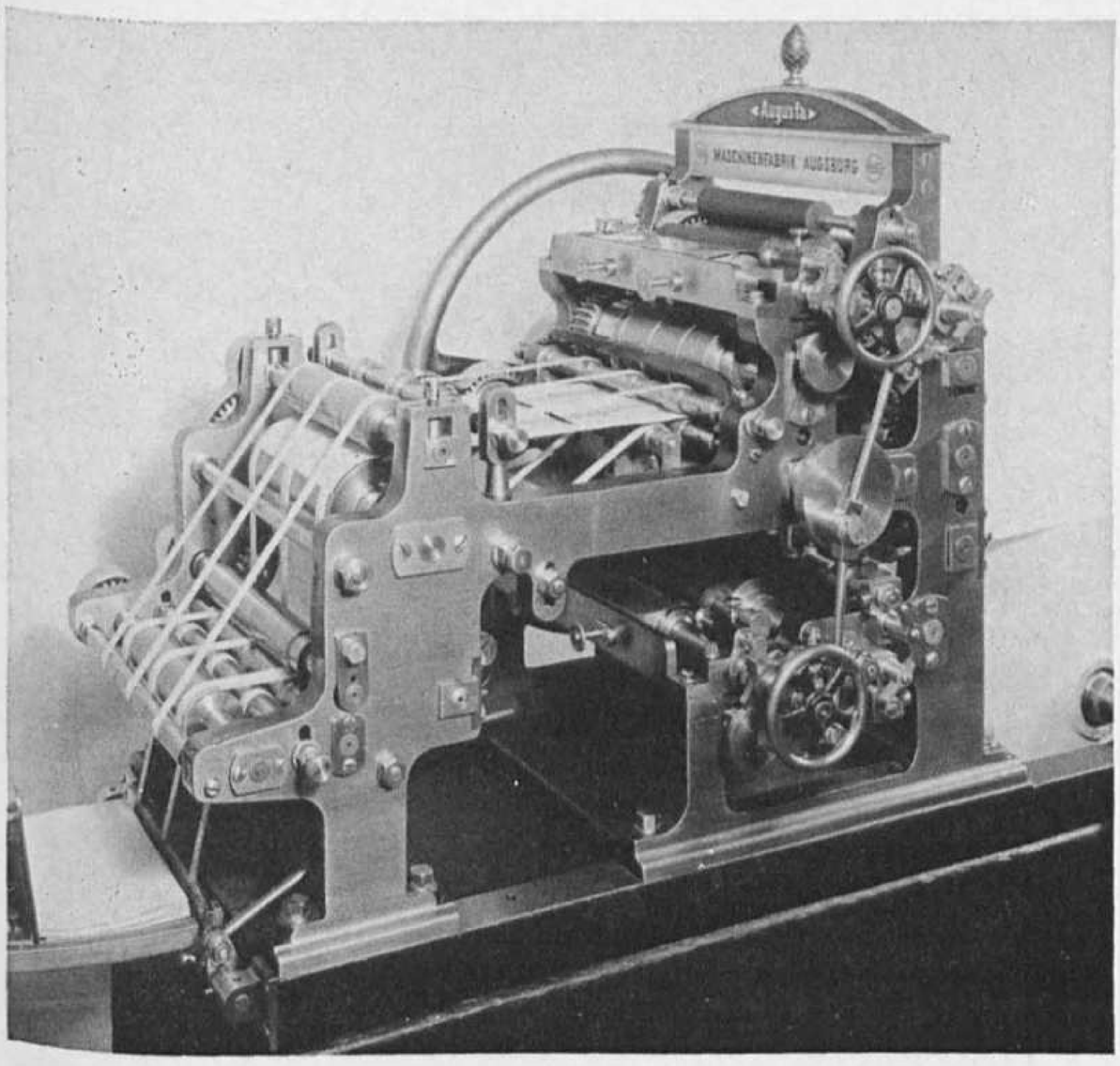
3



4



5



3 Vierfache Schnellpresse für Schön- und Widerdruck von H. Marioni, Paris, 1850. Ein Stahlstich von 1873.

4 Walterpresse: eine Rotationsmaschine von 1866. Stahlstich.

5 Rotationspresse »Augusta« aus dem Jahre 1883: Maschinenfabrik Augsburg. Dies ist die Ansicht der Maschine von der Seite der Falzeinrichtung.

nung konnte Koenig mit seiner Schnellpresse im Jahre 1811 erstmals drucken. Der Zylinder nahm den Papierbogen auf, mit exakt angepaßter Geschwindigkeit schob sich der Druckschlitten mit der Satzform unter den rotierenden Zylinder und bedruckte so den Bogen. Nun mußte allerdings der Schlitten — ohne einen Arbeitsgang zu verrichten — wieder in die Ausgangsstellung gebracht werden. Wenig später konnte Koenig diese unproduktive Leistung durch eine verbesserte Bauart vermeiden. Er konstruierte eine »Doppelmaschine«, die mit zwei Druckzylindern ausgestattet war. Jeder Weg des Schlittens konnte jetzt für einen Druckvorgang ausgenutzt werden.

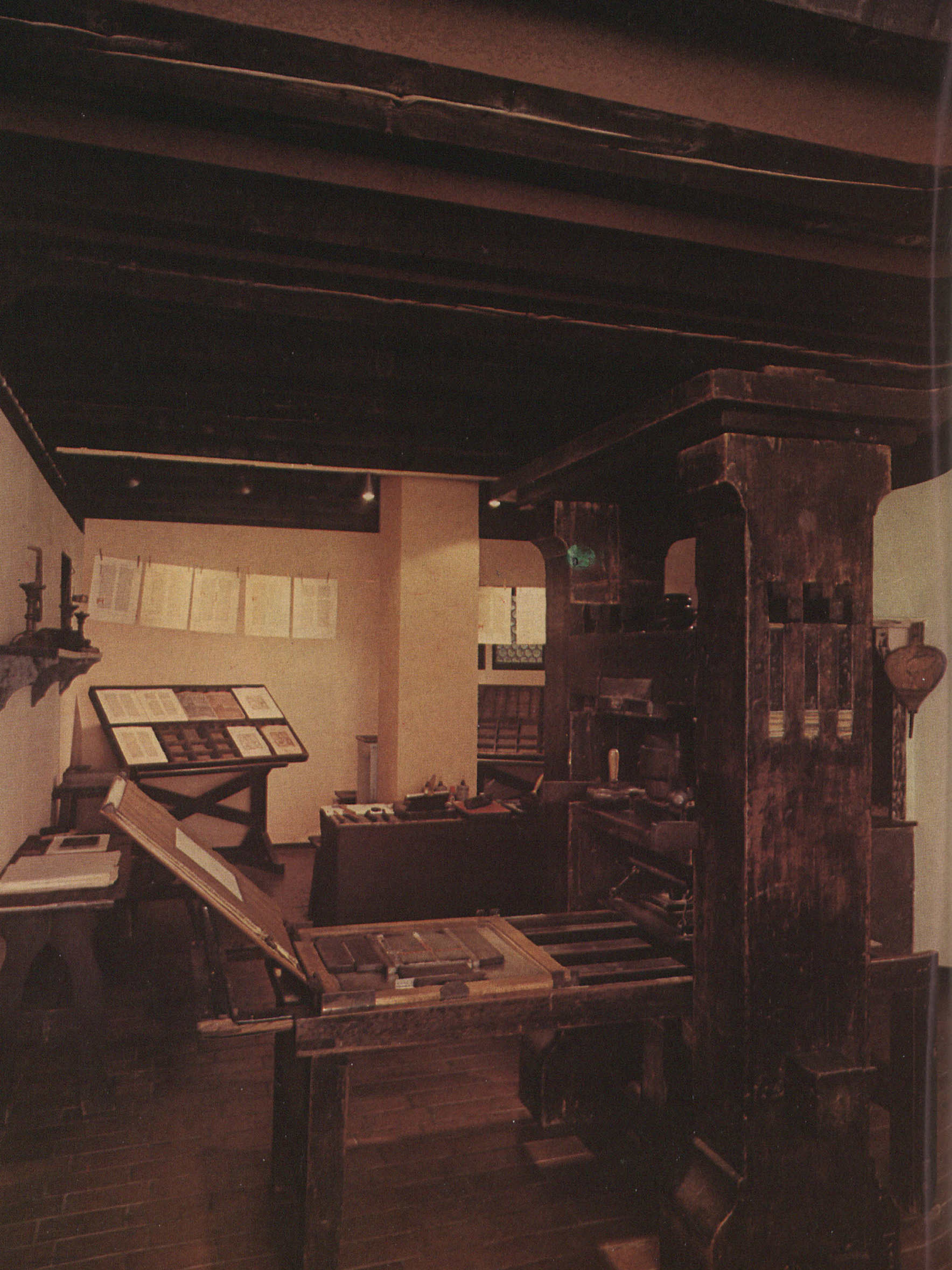
Durch ständige Modifikationen erreichte Koenig, daß schließlich im Jahre 1814 nur noch das An- und Ablegen des Papiers und das Nachfüllen der Druckerschwärze von Hand geschehen mußten. Alles andere besorgte die dampfgetriebene Maschine selbst.

Koenigs Erfindung erregte spektakuläres Aufsehen, als mit zwei Exemplaren dieser Art in der Nacht vom 28. zum 29. November 1814 die gesamte Auflage der britischen Tageszeitung »The Times« hergestellt wurde — eine für damalige Verhältnisse unglaubliche Leistung!

Jede der Maschinen konnte pro Stunde 1100 Bogen bedrucken. Allerdings — diese Konstruktion leistete nicht nur mehr, sondern sie kostete auch mehr. Den Vorzügen der Maschine stand der 10-fache Preis der ungefähr zur gleichen Zeit entwickelten eisernen Tiegelpresse gegenüber.

Für bescheidenere Ansprüche fehlte es jedoch noch an einer kleineren, preiswerten, dabei aber noch leistungsfähigen Presse. Um 1850 wurde dieses Problem in Amerika mit den sogenannten »Klapptiegelpressen« von 4 Erfindern unabhängig voneinander gelöst. Bei diesen Pressen steht der Satz senkrecht und unbeweglich, während sich durch Hebelzug eine Klappe mit dem eingelegten Papier auf den Satz drückt.

Alle diese Maschinen wurden von nur einer Arbeitskraft bedient. Von den großen Schnellpressen hatte man nun auch die maschinelle Einfärbung des Satzes durch ein

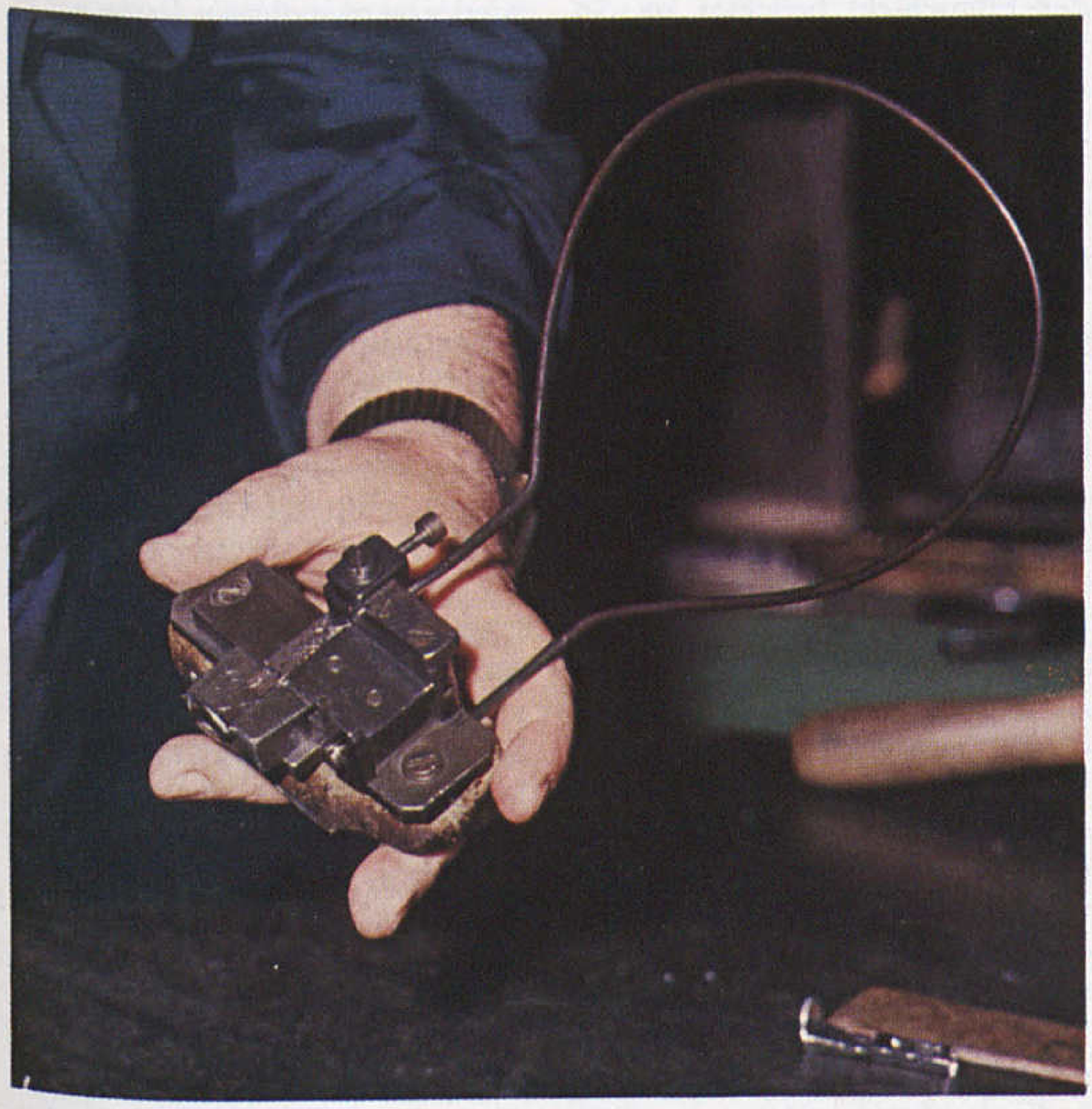


6 Nachbildung der alten Druckwerkstatt im Gutenberg-Museum.

sogenanntes Farbwerk übernommen. Dieser Arbeitsgang wurde jetzt also mechanisch ausgeführt. Lediglich der Papierbogen mußte noch manuell eingelegt werden. Etwa um 1880 wurde jedoch auch diese Arbeit von mechanischen Bogenanlegern übernommen. Je nach Ausstattung ließen sich auf den einfachen Maschinen bis zu 2000 Drucke in der Stunde herstellen.

Das Problem des maschinellen Einlegens des Papiers in die Druckmaschine und der Entnahme des bedruckten Bogens beschäftigte die Techniker noch 470 Jahre nach Gutenberg. Erste Entwicklungen stellten die ehrgeizigen Drucker nicht zufrieden. Schließlich führten die Versuche zum Erfolg. Für einen propellerartigen Greifer erhielt der Kölner Buchdrucker Gilke ein Patent. In den »Original Heidelberger Tiegel« eingebaut, verhalf der neu erfundene Greifer dem Heidelberger zu Weltruhm. Noch heute arbeiten Maschinen dieses Typs in vielen Druckereien.

Doch auch die Zylinderpressen, wie sie Koenig eingeführt hatte, wurden ständig vervollkommnet. Manche der Gehilfen Koenigs profitierten vom industriefreundlichen Trend ihrer Zeit. Sie nutzten diese Gunst der Stunde und errichteten eigene Fabriken für Schnellpressen. So auch Johannes Klein und Johann Forst, die ihr Fachwissen von einem früheren Mitarbeiter Koenigs erworben hatten. In der von ihnen gegründeten Maschinenfabrik Johannisberg entstand im Jahre 1846 eine Schnellpresse. Das große Schwungrad wurde mit einem Handgriff in ständiger Drehung gehalten. Den Arbeiter, der diese Tätigkeit verrichtete, ersetzte später vielfach eine Dampfmaschine. Der über den Satz laufende Zylinder wurde — wie die Räder einer Lokomotive — durch Treibstangen in Bewegung gesetzt. Auch nach 130 Jahren können noch heute mit dieser Maschine komplizierte Mehrfarbendrucke hergestellt werden. Sie steht nun im Gutenberg-Museum.



7 Handgießinstrument.

Zahlreiche andere Maschinen müßten erwähnt werden, um ein komplettes Bild der steilen technischen Entwicklung zu zeichnen. Überall in der Druckindustrie traten gleiche Probleme auf, die Anreiz zu weiteren Erfindungen boten. Oft lagen neue technische Ideen geradezu in der Luft. Um größere Produktivität zu erreichen, um also Massenartikel billiger herstellen zu können, tüftelten so z. B. viele Konstrukteure an einer Druckmaschine, die Rollenpapier bedrucken kann. Der damalige Inhaber der Zeitung »The Times« ließ sich von seinen Ingenieuren McDonald und Calverley ab 1862 eine solche Maschine konstruieren. Es ist die erste praktisch verwendbare Rollenrotationsmaschine der Welt. In Erinnerung an ihren Initiator bekam sie später den Namen »Walterpresse« (Abb. 4). Heute benötigt man für den Aufbau moderner Rotationsdruckanlagen riesige Hallen, doch schon ihre Vorgänger im 19. Jahrhundert brachten es auf stattliche Ausmaße.

Das Arbeitsprinzip ist einfach: Das Papier läuft zunächst durch ein Feuchtwerk, in dem es durch Wasserdampf auf seinen strapaziösen Lauf durch die Zylinderwalzen vorbereitet wird. Führungszylinder leiten die Papierbahn nun in das Druckwerk. Jeweils ein Formzylinder mit dem Satz arbeitet mit einem Druckzylinder, der das Papier führt, zusammen. Zwei solcher Systeme sind untereinander angeordnet, so daß bei einem einzigen Durchlauf der Papierbahn beide Seiten bedruckt werden. Anschließend trennte ein Schneidwerk das Rollenpapier in einzelne Zeitungsblätter. Auf diese Weise verließen 600 Bogen pro Stunde die Maschine.

Während man durch ständig perfekter werdende Konstruktionen innerhalb weniger Jahre die Druckkapazitäten vervielfachen konnte, veränderte sich die Herstellung des Satzes in Handarbeit kaum. Der Maschinensatz blieb, obwohl man dafür einige tausend Patente erteilte — lange Zeit ein kühner Traum der Ingenieure. Erst im Jahre 1888 konnte eine gebrauchstüchtige Setzmaschine vorgestellt werden. Die Amerikaner Rogers und Bright hatten sie erfunden. Man schrieb auf diesem »Typograph« wie auf einer Schreibmaschine. Beim Niederdrücken der Tasten lösten sich die entsprechenden Matrizen, auf denen die Buchstaben eingraviert waren, aus den Gleitdrähten. Buchstabe für Buchstabe wurde die Zeile aus einzelnen Matrizen aneinandergereiht und im Gießwerk der Maschine mit flüssigem Blei abgegossen.

So entstand aus einem Stück die fertige Zeile, mit der nun gedruckt werden konnte. Das korbförmige Oberteil der Maschine wurde jetzt nach hinten geschwenkt. Die benutzten Matrizen glitten dadurch wieder in das Magazin. Pro Stunde ließen sich etwa 4200 Zeichen setzen und gießen. Das entspricht der vierfachen Leistung eines Handsetzers. In vielen kleineren Betrieben benutzte man den Typograph noch nach dem 2. Weltkrieg.

Eine Maschine, die sich für viel flüssig zu schreibenden Text eignete, ist die Linotype. Schon 1884 hatte der Deutsche Ottmar Mergenthaler in den Vereinigten Staaten eine Zeilengießmaschine erfunden. Es dauerte noch 2 Jahre, bis Mergenthaler die vorhandene Zeilengießmaschine mit einer Setzmaschine kombinierte, die »Linotype« war damit geboren. Sie hat ein besonders ausgeklügeltes Matrizensystem. Geschrieben wurde auch auf der Linotype wie auf einer Schreibmaschine. Als Endprodukt lieferte sie vollständige Zeilen. Bei einer Korrektur mußte jeweils die ganze Zeile neu gesetzt und gegossen werden.

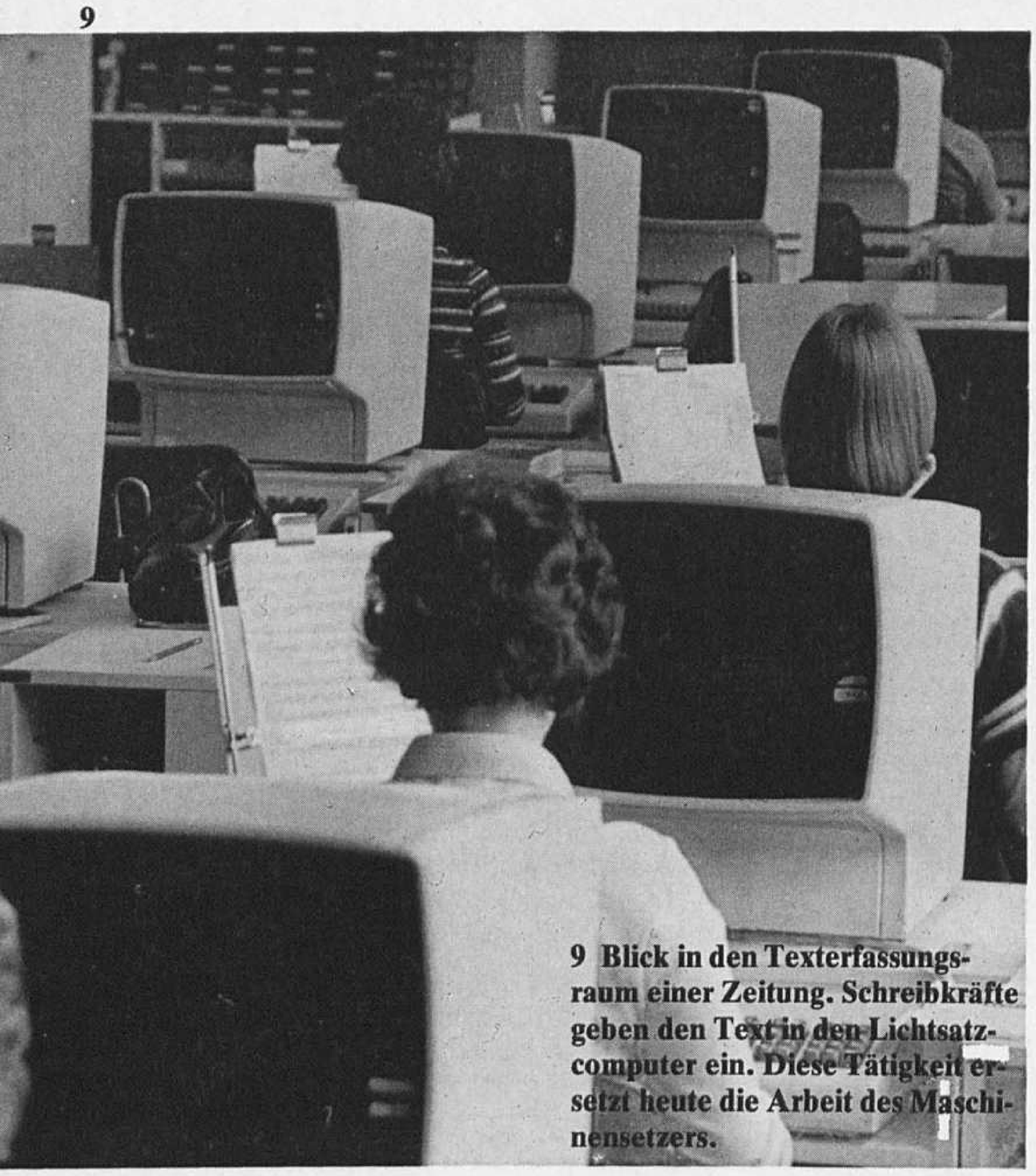
Eine weitere bahnbrechende Erfindung gelang einige Jahre später, nämlich 1890. Der Amerikaner Lanston hatte eine Maschine erdacht, die statt ganzer Zeilen (wie die Linotype) nun Zeilen aus einzelnen Buchstaben herstellte. Lanston nannte seine Erfindung »Monotype«. Dabei handelt es sich um eine Buchstabengieß- und -setzmaschine. Gießen und Setzen sind hier getrennte Vorgänge. Auf dem einen Aggregat wurde der Text in eine Tastatur geschrieben. Dieses Gerät produzierte noch nicht die Schrift, sondern in ihm wurden Papierstreifen mit bestimmten Lochkombinationen gestanzt. Das zweite Aggregat tastete den Lochstreifen ab und führte die dadurch bestimmten Buchstaben dem Gießwerk zu. Dort wur-

8 Setzen gestern – Texterfassen heute. Die Bilder gleichen sich – die Techniken nicht. So sah es bis vor kurzem noch in der Setzerei einer Tageszeitung mit Linotype-Maschinen aus.

de die Letter gegossen. Das Gerät setzte die Buchstaben dann zeilenweise geordnet ab. Besonders bei kompliziertem Satz mit großen Fehlermöglichkeiten war dieses System vorteilhaft. Die Fehler konnten auf einfache manuelle Weise von einem Handsetzer korrigiert werden. Nur die falschen Einzelbuchstaben mußten dabei ausgetauscht werden.

Während die Entwicklung der drucktechnischen Industrie bis zu diesem Zeitpunkt noch einigermaßen überschaubar war, ist sie in den letzten Jahrzehnten geradezu explosionsartig angewachsen. An vorhandenen Geräten wurden ungezählte Verbesserungen vorgenommen. Hinzu kam eine nicht absehbare Zahl von neuen Erfin-

9



9 Blick in den Texterfassungsraum einer Zeitung. Schreibkräfte geben den Text in den Lichtsatzcomputer ein. Diese Tätigkeit ersetzt heute die Arbeit des Maschinensetzers.

dungen. Die großen Lichtsatzanlagen der Firmen Linotype, Hell, Berthold und andere gehören dazu, vollelektronische Anlagen, die nach dem Baukastenprinzip konstruiert wurden. Sie sind aus vier Grundeinheiten zusammengestellt: dem Texteingabegerät, dem elektronischen Schriftmagazin mit dem Steuergerät, dem Kathodenstrahl-Aufzeichnungsgerät und einem vollautomatischen Fotoentwicklungsgerät. Auf einem gesonderten Schreibgerät werden die Textvorlagen hergestellt, die dann per Lochstreifen oder Magnetband in den Speicher eingefüttert werden. Auch die Schrifttype wird elektronisch festgelegt. Die Ausprägungsformen der gewählten Schrift lassen sich auch abwandeln: Man kann dem Apparat mitteilen, daß man die Grundschrift größer, kleiner, dicker, dünner oder auch schrägliegend, man sagt dazu »kursiv«, gesetzt haben möchte. Wenn die Textvorlage der Maschine eingespeichert worden ist, beginnt die Aufzeichnung der Schrift, der Satzvorgang. Alle Merkmale des jeweils gewünschten Buchstabens sind dem Gerät bekannt, es ist auf die gewünschte Schrift programmiert. Jetzt werden diese Merkmale von einer Linie elektronisch abgetastet und auf einem Bildschirm reproduziert. Dabei wird eine Bildlinie senkrecht vom unteren Rand des Buchstabens nach oben gezogen und bildet sich jeweils dort, wo der Buchstabe erscheinen soll, mit einem exakten Lichtreflex auf Fotomaterial ab. Eine Bildlinie wird nach der anderen erzeugt, bis der gesamte Buchstabe erfaßt und auf der Filmschicht belichtet ist. So kann man Zeichen für Zeichen aneinanderreihen. Dieses Verfahren klingt, wenn man es mit Worten beschreibt, recht umständlich. Und dennoch haben wir es mit dem schnellsten Satzverfahren zu tun, das wir derzeit kennen. Alle diese komplizierten Schritte laufen in Mikrosekunden ab.

Welcher fast unglaubliche Fortschritt durch die Verwendung sogenannter »Kathodenstrahlen« erzielt wurde, wird klar, wenn wir uns die Leistung der verschiedenen technischen Entwicklungsschritte vor Augen führen. Zu Lebzeiten Gutenbergs konnten die Buchschreiber etwa 500 Buchstaben pro Stunde mit der Hand schreiben. Durch das Verfahren des Handsatzes mit Bleitypen ließ sich die Satzgeschwindigkeit auf das Dreifache, also auf 1500 Buchstaben, steigern. Jahrhunderte hatte diese Kapazität Gültigkeit; erst mit dem Auftreten der handbedienten Setzmaschinen um 1880 konnte die Leistung auf rund zwei- bis dreitausend Zeichen in der Stunde erweitert werden. Nach 1930 schafften modernere Setzmaschinen bereits 20 000 Zeichen, wenn sie durch Lochstreifen gesteuert wurden. 100 000 Buchstaben in der Stunde konnte der Fotosatz auf das Papier bringen, der sich die inzwischen perfektionierte fotografische Technik zunutze machte. Steuerte man den Fotosatz mit einem Magnetband anstatt dem bisherigen Lochstreifen, dann ließen sich sogar 300 000 Zeichen erzielen. Den gewaltigsten Schritt voran bedeuteten jedoch die »Kathodenstrahlen, mit deren Hilfe mehrere Millionen Zeichen in der Stunde belichtet werden können. Gutenberg brauchte Jahre, um mit seiner qualifizierten Belegschaft den Handsatz der Bibel herzustellen. Eine vergleichbare Leistung würde ein modernes Satzgerät in etwa 10 Minuten bringen.

Die Legende rückt Gutenberg auch heute noch oft in das gleißende Licht der Verehrung. Dabei ist er nicht, wie so oft behauptet, der Erfinder des Druckens schlechthin (schon lange vor ihm wurde gedruckt). Sein Verdienst ist vielmehr das analytische Überdenken der handwerklichen Verfahren.

Mit seinen beweglichen, immer wieder verwendbaren Lettern hat Gutenberg ein System der Datenverarbeitung ersonnen. Er hat gezeigt, wie man ein technisches Problem anpackt und zergliedert, um so zu einer zweckdienlichen Lösung zu gelangen. Dieser Vorgang, Analyse und Synthese, ist wesentlicher Bestandteil wissenschaftlichen und technischen Arbeitens.

Oft wurde Johannes Gutenberg als der erste Informationstechniker bezeichnet. Wenn man sieht, wie über Jahrhunderte Entwicklungsgänge auf seine Pionierarbeit zurückzuführen sind, dann stimmt man dieser Charakterisierung zu. Selbst die modernsten Geräte können, wenn sie aus einzelnen Lichtpunkten Buchstaben zusammenfügen, jenes typografische Prinzip nicht verleugnen, mit dem Gutenberg vor über 500 Jahren einen Anfang machte.

In der Drucktechnologie spielt heute nur noch zum geringen Teil das herkömmliche Blei eine Rolle. Fotografie und Elektronik beherrschen weitgehend das Feld und breiten sich mit atemberaubender Geschwindigkeit aus. Gutenberg ist deshalb zwar nicht der alleinige Begründer moderner Drucktechnologie, aber sein genialer Erfindergeist schuf jene Grundlagen, die nachfolgenden Technikergenerationen den Weg wiesen.

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT:

Unterstützung für technisches Landesmuseum in Baden-Württemberg

Nach der grundsätzlichen Verabschiedung durch die Landesregierung des Südwest-Staates ist die Errichtung eines großen technischen Museums für 90 bis 100 Millionen beschlossene Sache. Die Georg-Agricola-Gesellschaft hat am 25./26. Oktober ihre Jahrestagung in Stuttgart abgehalten, um die Bedeutung der Neugründung zu unterstreichen und bei der Verwirklichung zu helfen.

Ungewöhnlich positiv haben Bevölkerung und Presse bisher auf die Pläne des Landes reagiert mit dem Ergebnis, daß 30 Kommunen das neue Museum in ihren Mauern besitzen wollen. Die von der Landesregierung in die engere Wahl gezogenen vier Städte (Göppingen, Karlsruhe, Mannheim und Stuttgart) haben, um zum Ziele zu kommen, inzwischen (fast) alle Register gezogen. Erst kürzlich bei der 150-Jahr-Feier der Universität Stuttgart hat sich deren Rektor als »einziges Geburtstagsgeschenk« das Museum für Stuttgart gewünscht.

Das Kabinett hat sich empfehlend für Mannheim ausgesprochen, die Entscheidung aber wird im Landtag fallen. Kein Mensch weiß bis zur Stunde, wie die Abgeordneten votieren werden. Die Fronten gehen quer durch die Parteien. In diesem »Kampf bis zur letzten Patrone« (ein Ausdruck des Göppinger Oberbürgermeisters) droht die Einsicht auf der Strecke zu bleiben, daß es in erster Linie um das Museum und seine Konzeption geht und erst danach um den Standort.

Die Jahrestagung der Georg-Agricola-Gesellschaft sollte den Blick wieder auf die wirklich wichtigen Sachfragen lenken, und dieses Ziel ist wohl tatsächlich erreicht worden. Der Minister für Wissenschaft und Kunst, Professor H. Engler, erwies sich in freier Rede beim Empfang der Landesregierung und weitgehend vom Manuskript gelöst bei seiner Ansprache als vollkommen vertraut mit allen Sachproblemen. Eine »interministerielle Arbeitsgruppe« und ein »wissenschaftlicher Beirat« haben, so war zu erfahren, bisher die Planungsarbeiten geleistet, wobei die »Leitsätze«, die den Rahmen für die inhaltliche Gestaltung abstecken, einstimmig verabschiedet worden sind, ein gewiß bemerkenswertes Faktum angesichts der Tatsache, daß dem »wissenschaftlichen Beirat« Gelehrte aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen und Vertreter aller gesellschaftlicher Gruppen angehören.

Die sich an die Ausführungen des Ministers anschließenden wissenschaftlichen Vorträge bestätigten denn auch die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges. Gemeinsamer Tenor der Professoren A. Hermann (Stuttgart), H. Auer (München) und K. Ludwig (Bremen) war, daß ein modernes Museum die Technik nicht isoliert für sich präsentieren dürfe, sondern immer die Auswirkungen auf die Gesellschaft mit einbeziehen müsse, die positiven sowohl wie die negativen.*

Das Deutsche Museum in München ist von Oskar von Miller, dem Pionier der Elektrotechnik, in der Fortschrittsbegeisterung der Jahrhundertwende geschaffen worden. Seine Idee war ein Erfolg; so hat das Deutsche Museum jetzt jährlich eineinhalb Millionen Besucher. Ohne Oskar von Miller wären auch heute keine entsprechenden Pläne in Baden-Württemberg denkbar.

Die Neugründung kann aber kein Abklatsch des Deutschen Museums sein, sondern muß dem Umstand Rechnung tragen, daß die Menschen heute an die weitere Entwicklung der Technik vielfach keine hohen Erwartungen mehr knüpfen, sondern mit Sorge und Angst reagieren. Die Technik richtet sich, so scheint es ihnen, in zunehmendem Maße gegen den Menschen, der sie geschaffen hat. In dieser Situation geht es darum, erst einmal klarzumachen, daß die Technik geistig, kulturell und zivilisatorisch ein Teil von uns selbst ist. Der Mensch kann die Technik nicht aufgeben, wenn er sich nicht selbst aufgeben will.

Der Vorstandsvorsitzende der Georg-Agricola-Gesellschaft, Prof. Dr. W. Dettmering (Aachen), hat das Ergebnis der Jahrestagung mit einer Metapher so zusammengefaßt: Dem atemberaubenden Tempo der Industrialisierung habe sozusagen die menschliche Seele nicht Schritt halten können. Jetzt sei eine Phase der Selbstbesinnung nötig. So legten auch die Eingeborenen in Afrika nach anstrengenden Tagesmärschen eine Ruhepause ein, »um die Seele nachkommen zu lassen«.

Neben der Vortragsveranstaltung hielten Vorstand und »wissenschaftlicher Beirat« der Gesellschaft Arbeitssitzungen ab. Vier Forschungsvorhaben (zwei davon aus der Geschichte der Elektrotechnik) werden die finanzielle Unterstützung der Gesellschaft im beantragten Umfang erhalten. Die Mitgliederversammlung beschloß eine Erhöhung des Beitrages auf jährlich DM 60,– für die persönlichen Mitglieder, wobei bei einer Doppelmitgliedschaft bei den angeschlossenen Gesellschaften weiterhin eine Ermäßigung um 25 % gewährt wird. Die Mittel sollen es der Gesellschaft ermöglichen, in stärkerem Umfang für die satzungsgemäßen Ziele zu wirken, nämlich vermöge historischer Durchdringung die Technik und die Naturwissenschaften als Teil der Geisteskultur sichtbar werden zu lassen.

GAG

* A. Hermann: Die Technik als Kulturfaktor; H. Auer: Aufgaben und Möglichkeiten des Technischen Museums; K. H. Ludwig: Technikgeschichte als Realität und als Notwendigkeit. – Die Vorträge werden wie üblich in der Schriftenreihe der Georg-Agricola-Gesellschaft erscheinen und sind über die Geschäftsstelle (Franz-Fischer-Weg 61, 4300 Essen-Kray, Tel. 0201/ 1059469) zu beziehen.

Karl Ude

MUSIK IM QUADRAT

Von allen künstlerischen Äußerungen – welche von ihnen ist es, die das neugeborene Menschenkind als erste erreicht? Bemüht darum zu sein scheinen sie alle, ganz so, als ob sie um frühe Aufmerksamkeit miteinander wetteiferten. Indessen, es ist nicht das Bild, und es ist nicht das Wort, und sei es auch in seiner kindertümlichsten Fassung – es ist die Musik, die als erste von ihnen das Gemüt des Kindes anspricht: es ist die sanft tönende, zart rhythmisierte Melodie des Wiegenliedes. Gewiß, ihr sind Worte unterlegt, aber es sind die Töne als solche, die das kleine Wesen in der Wiege erreichen, weil sie ihm Ruhe, Wärme, Geborgenheit, Harmonie mitteilen, eine Atmosphäre also, in der sich Vertrauen zum Leben gewinnen läßt und somit auch zum unbekümmerten Einschlummern. Mag später bei manchem Kind das Verhältnis zum Wort, zum Vers, zum Vorgetragenen und Gelesenen gestört werden, weil es nie richtig geweckt worden ist; mag sein Verhältnis zur anschaubaren Kunst, zur Malerei und zur Skulptur aus gleichem Grunde verkümmert bleiben – das zur Musik oder, um es einfacher zu sagen, zum Lied, zum rhythmischen Klang, der schließlich zu tänzerischer Bewegung verleitet, entwikkelt sich meist spontan. Und wenn es getrübt wird, dann nicht durch ein Zuwenig, sondern durch ein Zuviel. Die erst in unserem Jahrhundert möglich gewordene Technisierung des Lied- und Musikangebotes nämlich, die stets verführerische Chance, über Schallplatte und Rundfunk Musik jeder Art abzurufen, wann immer man will, und sich von ihr berieseln zu lassen, hat längst zu ihrem Mißbrauch geführt. In dem Sinne, daß sie nicht mehr bewußt wahrgenommen, sondern als stimulierende Geräuschkulisse verwendet wird.

Um solch nur noch gewohnheitsmäßigem, unreflektiertem und gedankenlosem Anhören von Musik, der wohltätigsten unter den Künsten, entgegenzuwirken, wurde der internationale Raiffeisen-Jugendwettbewerb »Musik erleben« initiiert. Rund 25 000 Genossenschaftsbanken in Europa, Kanada und Japan haben über die Schulen zur Beteiligung aufgerufen, und mehr als sechs Millionen Kinder haben die Anregung aufgegriffen; anderthalb Millionen von ihnen taten genau das, was mit dem Wettbewerb beabsichtigt war: sie haben sich über ihre Lieblingsmusik Gedanken gemacht und zu Farbstift und Pinsel gegriffen, um ihr Bekenntnis ins Bildhafte umzusetzen.

Vorgegeben war das Format für ihre Bildvorstellungen: sie sollten

Thomas Schönhofer (9) aus Unterschleißheim bei München.

Der erste Europasieger: Sebastian Schaling (9) aus Berlin vor seiner Plattenhülle: »Mozart«. (unser Titelbild)

In der Mozartstadt Salzburg hatten 25 000 Genossenschaftsbanken aus Europa sowie Japan und Kanada im vergangenen Jahr ihren 9. internationalen Jugendwettbewerb der Raiffeisen- und Volksbanken ausgeschrieben. In Salzburg deshalb, weil das Thema diesmal »Musik erleben« lautete. Die schönsten Entwürfe von Plattenhüllen wurden im Deutschen Museum vorgestellt (vgl. den Bericht in K & T 1977/2).

Plattenhüllen, von Kindern entworfen

für die ausgewählten Kompositionen selbst Plattenhüllen entwerfen, also Bilder in quadratischer Begrenzung, im Ausmaß von dreißig Zentimetern. Die eingereichten Entwürfe durchliefen örtliche, nationale und schließlich internationale Jurys, welche die geglücktesten, originellsten und überzeugendsten auswählten und zum Teil auch mit Preisen bedachten. Für eine Ausstellung von einhundertundfünfzig dieser gewissenhaft ausgewählten Plattenhüllen hatte das Deutsche Museum im vergangenen Sommer seinen Bildersaal zur Verfügung gestellt (es war durch seinen Generaldirektor im Förderkreis des Wettbewerbs vertreten). Das war mehr als nur eine schöne und großzügige Geste. Trotzdem läßt sich nicht verschweigen, daß der Raum den Exponaten letztlich doch nicht die Beachtung beibringen konnte, die sie verdienten. Denn wer in dieses Museum geht, sucht die Technik und will sie tiefer verstehen lernen, jedoch das Anschauungsmaterial, das dieses weitläufige Haus zu bieten hat, ist so überwältigend vielseitig, daß der Besucher, erschöpft vom Rundgang im Bildersaal angelangt, kaum noch Aufnahmebereitschaft für Kinderbilder aufbringen kann, mögen diese auch noch so reizvoll sein. Es müßte also für künftige Ausstellungen (der nächste Wettbewerb unter dem Motto »Energie – Motor unseres Lebens« ist vom gleichen Verband bereits ausgeschrieben) ein Zugang erwogen werden, der nicht durchs Museum führt und demzufolge möglichst gebührenfrei zu benutzen ist.

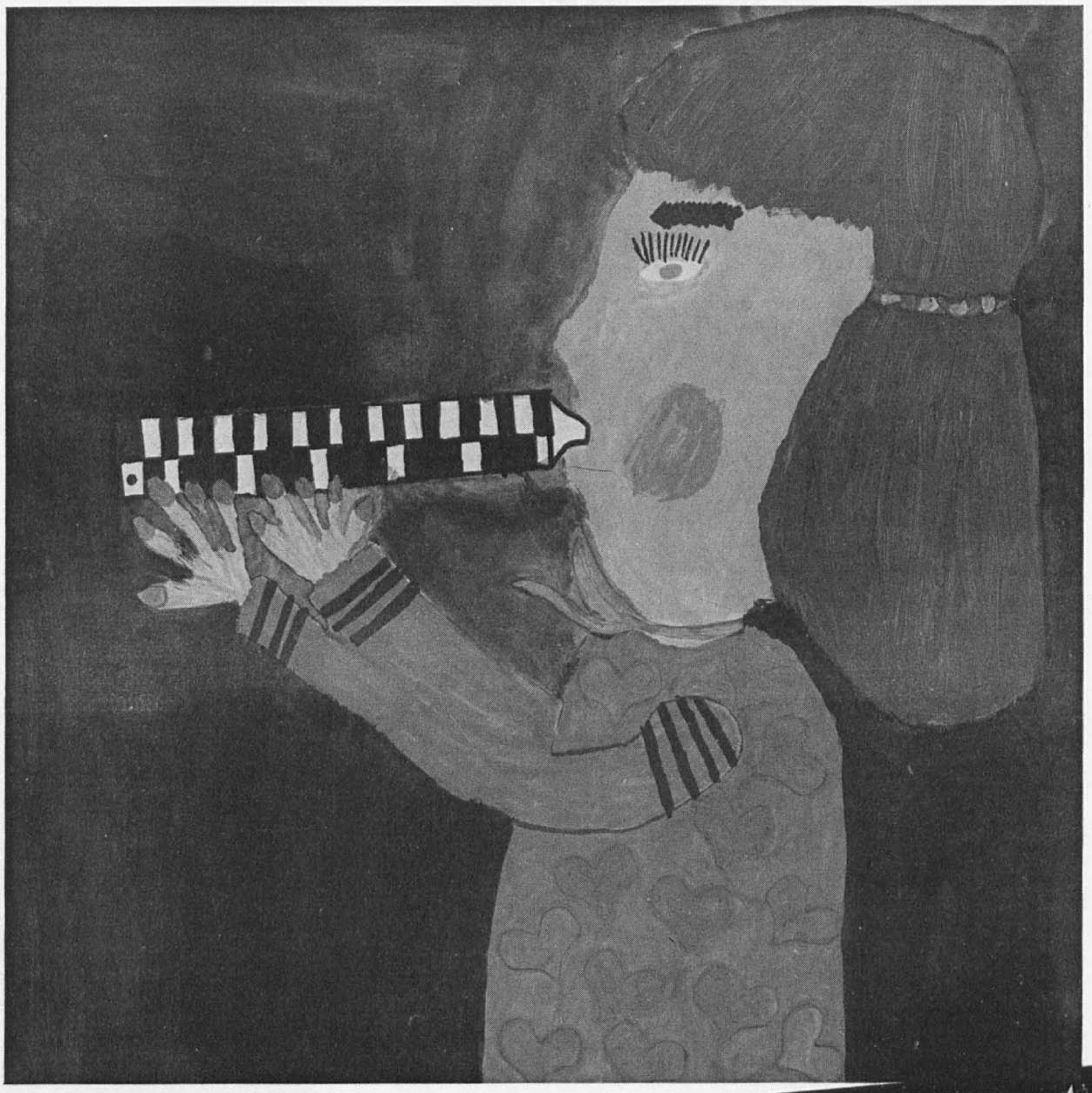
Heidi Altmann (9) aus Windsbach: »Die Vögel pfeifen, und ich flöte«.

Aufgefordert zum Mitmachen waren alle Kinder zwischen sechs und achtzehn Jahren. Die Arbeiten aus der unteren Gruppe (sechs bis zwölf) haben etwas Zeitloses: So oder so ähnlich haben Kinder auch anderer Jahrzehnte gemalt und gezeichnet – unbeholfen, ohne Bemühen um Perspektive und Relationen, aber mit viel Sinn für Farbigkeit und mit köstlicher, oft unfreiwilliger Drolerie. Die

Susanne Frinken (12) aus Stuttgart: »Kinderlieder«. Sie wurde damit 3. Bundessieger.

Blätter der Zwölf- bis Achtzehnjährigen hingegen sind keineswegs mehr undatierbar: sie gehören unverkennbar in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts. Ihre Urheber sind allzu oft bereits den Effekten zeitgenössischer Designer ausgesetzt gewesen, sie haben zu oft schon Arbeiten surrealistischer Graphiker gesehen, um von ihnen nicht doch Notiz zu nehmen und sich in Einzelheiten von ihnen beeinflussen zu lassen. Kurzum, so wie junge Malbeflissene dieser Altersgruppe sich heute artikulieren, haben sie es keineswegs auch gestern oder vorgestern getan. Sie geben sich gewollt oder ungewollt

DEUTSCHES MUSEUM
BIBLIOTHEK



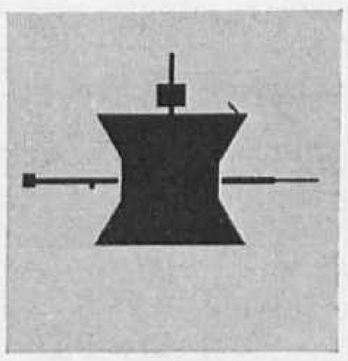
Claudia Albert (11) aus Urspringen.

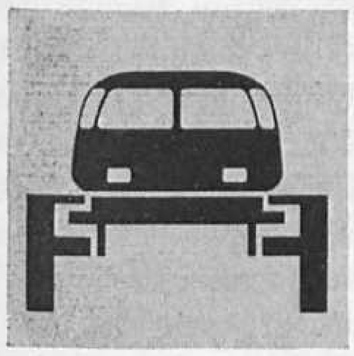
als Kinder ihrer, nein, unserer Zeit. Der Wettbewerb hat dazu beigetragen, auch diese Erkenntnis zu verdeutlichen.
Nicht überraschen konnte es, daß die »Kleinen« sich mit Vorliebe an Kinderlieder gehalten haben oder an die ihnen über den Bildschirm vermittelte »Biene Maja« oder »Heidi« oder die »Schlümpfe«. Die Älteren hingegen bevorzugten, ihrer schon anders orientierten Erlebniswelt entsprechend, die Rock- und Popmusik, sie brachten Favoriten wie John Travolta, die Beatles, Bonney M. und andere ins Bild. Ein Verhältnis zur klassischen Musik haben nur zwei Prozent aller Beteiligten bekundet, und von ihnen wiederum doppelt soviel Mädchen als Buben. Wer sich indessen an Mozarts »Kleine Nachtmusik«, an Tschaikowsky-Ballette oder Strawinskys »Feuervogel« heranwagte (es geschah jeweils mehrere Male), der tat dies mit meist bemerkenswerter Einfühlung, mit Geschmack und Können.

Fasziniert vom kleinen, also gleichaltrigen Mozart zeigt sich der neunjährige Sebastian Schaling aus Berlin, dem die Jurys nacheinander den ersten Landes-, den ersten Bundes- und den ersten Europapreis verliehen haben (unser Titelbild). Fast nur drei kräftige Farbtöne bestimmen das liebenswerte Porträt: das kräftig leuchtende Rot des Rokokofracks, das Braun des köstlich verzeichneten und dennoch irgendwie souverän in den Raum gestellten Klaviers und das helle, wohl absichtslos auf die vielversprechende Zukunft anspielende Grün des Hintergrundes. Was dieses ebenso naive wie eindrucksvolle Bildchen auszeichnet, ist die – nachgerade abstrahierende – Vereinfachung der Zeichnung. Mit weniger Strichlein, als sie hier in Erscheinung treten, läßt sich ein Gesicht kaum andeuten. Vermutlich hat der kleine Maler es nicht besser gekonnt, aber trotzdem: es scheint ein bisserl »Stilisierungsabsicht« darin zu stecken – man betrachte nur die ornamentale Simplifizierung der Sesselfüßchen und -lehne! Das stolz dem Publikum zugekehrte Gesichtchen drückt auch Ernst, wenn nicht Einsamkeit aus – ein Gleichaltriger hat dem Genius aus Salzburg auf kindertümliche Weise seine Reverenz erwiesen.

Geht von diesem Blatt eine Assoziation mit zarten, leisen Saitenklängen aus, so teilt sich aus dem Bild des neunjährigen Thomas Schönhofer (Unterschleißheim) das Gegenteil mit: ein lauter Sound. Das, was Kinder seit je an

Sabine Kleinlein (9) aus Lonnerstadt: »Ich gehe mit meiner Laterne«. 1. Ortssieger, 4. Bezirkssieger.





VIELE REDEN VON INTERNATIONALITÄT. MBB BEWEIST SIE. JEDEN TAG.

MBB ist Partner anspruchsvoller technologischer Programme – und die Partner von MBB gehören zu den wichtigsten Industrieländern der Erde.

Hubschrauber: MBB baut Mehrzweckhubschrauber. Für den Offshore-, Rettungs-, Executive-, Polizei- und Militäreinsatz. Wie den weltweit bewährten BO 105. Und in Zusammenarbeit mit Kawasaki, Japan, den neuen BK 117.

Verteidigung: MBB entwickelt, produziert und betreut Lenkwaffensysteme zur Verteidigung gegen Panzer, Flugzeuge und Schiffe – in Zusammenarbeit mit Aerospatiale im Rahmen von Euromissile.

Raumfahrt: In internationaler Kooperation entwickelt und baut MBB Forschungs- und Anwendungssatelliten für verschiedenste Aufgabenbereiche.

Zivilflugzeuge: MBB baut zusammen mit europäischen Partnern das wirtschaftlichste und umweltfreundlichste Großraum-Verkehrsflugzeug der Welt, den Airbus A300.
Und für die 80er Jahre den A310.

Militärflugzeuge: MBB ist der deutsche Partner der Panavia bei Entwicklung und Fertigung des europäischen Kampfflugzeugs Tornado. Neben der Betreuung dieses Waffensystems auf nationaler Ebene ist MBB auch verantwortlich für die technisch-logistische Unterstützung für Starfighter und Phantom der Bundeswehr und NATO-Luftwaffen und für die Entwicklung zukünftiger Hochleistungsflugzeuge (TKF) in internationaler Kooperation.

Verkehr: MBB arbeitet, in Kooperation mit anderen Unternehmen, an der Lösung von Verkehrsproblemen.
Beispiele: Magnetschwebebahn Transrapid, Betriebsleitsysteme für Busse, Cabinentaxi und andere richtungweisende Aktivitäten.
Auf dem Gebiet des Schienenfahrzeug-Leichtbaues entwickelt MBB jahrzehntelang erprobtes Know-how weiter.
Beispiele: S-Bahn-Wendezugwagen, U-Bahn München.

Weitere Aktivitäten: Umweltschutz, Energietechnik, Systemstudien, EDV-Service und -Beratung, Planung, Simulation, kommunale Technologien, Medizintechnik.

ZA-17/79 D

MBB

Partner internationaler Programme

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH
Postfach 80 11 09
8000 München 80

Jutta Geisler (15) aus Salzweg:
»Eulenspiegel«. 1. Ortssieger.

einer marschierenden oder auch stehenden Kapelle am meisten beeindruckt, ist auch hier in den Mittelpunkt gerückt: die große Trommel, deren eirundes Trommelfell durch den grellgelben Farbton am kräftigsten dröhnt. Und da es ein Kind von heute ist, das hier zum Farbstift griff, ist doch etwas Heutiges in die Szene hineingeraten: Selbstverständlich sind die drei Musikanten langhaarig, und selbstverständlich gröhlen sie alle drei ins Mikrophon. Postiert scheinen sie auf einer dörflichen Wirtshausbühne zu sein, wo es noch Lampen oder Portieren in Lila gibt. Beiläufig bringt das Blatt auch dies zum Ausdruck, daß Musizieren etwas Verbindendes bedeutet – zunächst für die Ausübenden, dann aber auch für die Zuhörenden.

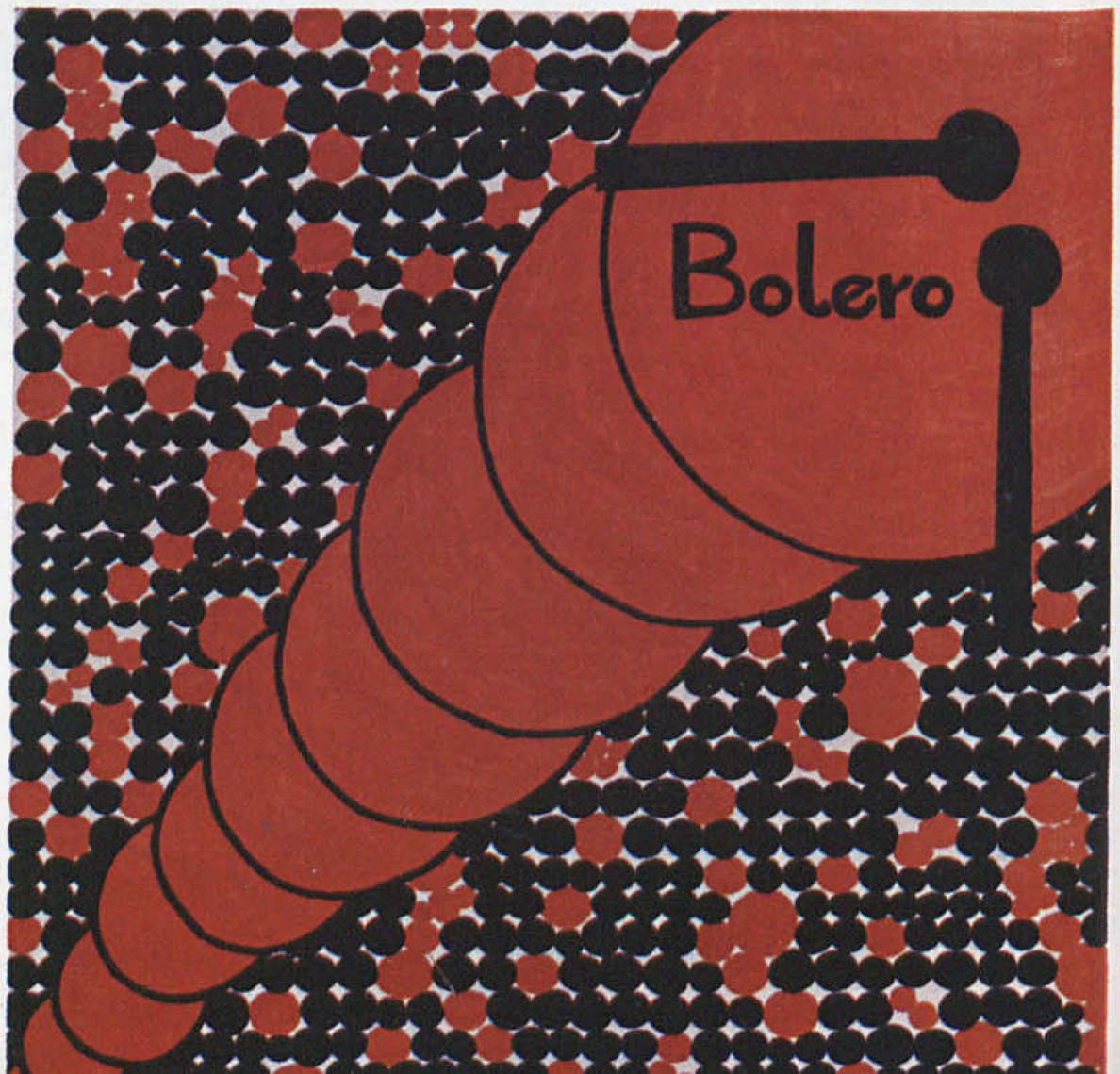
Unter denen, die sich ein Kinderlied zum Thema wählten, hat die neunjährige Heidi Altmann aus dem bayerischen Windsbach besonders fröhlich und duftig dargestellt, wie es ist, wenn der Frühling kommt und »alle Vögel« über Nacht da sind. Da blüht es allerorten, und das muntere Gezwitscher im Baum ist so ansteckend, daß die Neunjährige nicht anders kann, als ihre Flöte aus dem Haus zu holen und selbst mitzuzwitschern. Auch hier ist angedeutet, daß Musik aus der Isolierung zu führen vermag.

Eine gewisse Spannung hat die zwölfjährige Susanne Frinken (Stuttgart) in ihre Plattenhülle dadurch gebracht, daß die Schriftzüge von links nach rechts laufen, die drei Vögel jedoch, die als Entlein ausgegeben sind und trotzdem oben auf dem blauen Wässerlein watscheln, von rechts nach links. Die Aufgliederung der Fläche ist geglückt, die eingesetzten Farbtöne sind gebrochen und somit verhalten.

Mit markanten Farben hingegen malte die elfjährige Claudia Albert (Urspringen) das kleine Mädchen, das mit rotbackigem Ernst die Kinderklarinette bläst. Hier kommt etwas von der Hingabe ans Musizieren zum Ausdruck, die Alleinsein vergessen macht.

Vor den Hintergrund einer pechschwarzen Nacht, der es freilich nicht an Mond und Sternen fehlt, hat die neunjährige Sabine Kleinlein (Lonnerstadt) eine ganze Kinderschar (oder ist es gar die eigene Familie?) gestellt, die sich ihrer leuchtenden Laternchen erfreut. Die keineswegs chaotische, vielmehr wohlgeordnete Bewegtheit der Gruppe wirkt als guter Blickfang. Und als Anreiz zum Mitmachen.
Während die Arbeiten der unteren Altersgruppe sich trotz aller unbekümmerten Frische aufs Illustrieren von vorgegebenen Inhalten beschränken, finden sich bei den älteren Teilnehmern Blätter, die sich bemühen, zum Wesentli-

Andrea Sand (14) aus Karlsruhe:
»Bolero«. 2. Bundessieger.



chen vorzudringen und wirklich von »Musik erleben« zu handeln, wie es verlangt war. Dafür einige Beispiele.

Vielleicht wäre der von Jutta Geisler (Salzweg) vorgelegte Entwurf zu »Till Eulenspiegels lustigen Streichen« von Richard Strauss noch zu den nur illustrierenden Arbeiten zu zählen, aber die Fünfzehnjährige bringt doch ein wenig mehr. Sie hat nicht nur eine phantasievoll kolorierte Narrengestalt formal sicher in die Fläche gestellt, nicht nur die spitz ausschwingenden Schuhe geschickt für den Autorennamen verwendbar gemacht, sondern sie hat darüber hinaus die enge Beziehung dieser Figur zur Musik veranschaulicht: »Notenhaare« und »Notenwimpern« kennzeichnen diesen Till als einen wahren Musiknarren, überdies ist die Fläche ausgefüllt mit sterntalerhaft herabregnenden Noten, die lustige Gesichter zeigen. Ein quicklebendiges Blatt, das dem gewählten Thema gerecht wird.

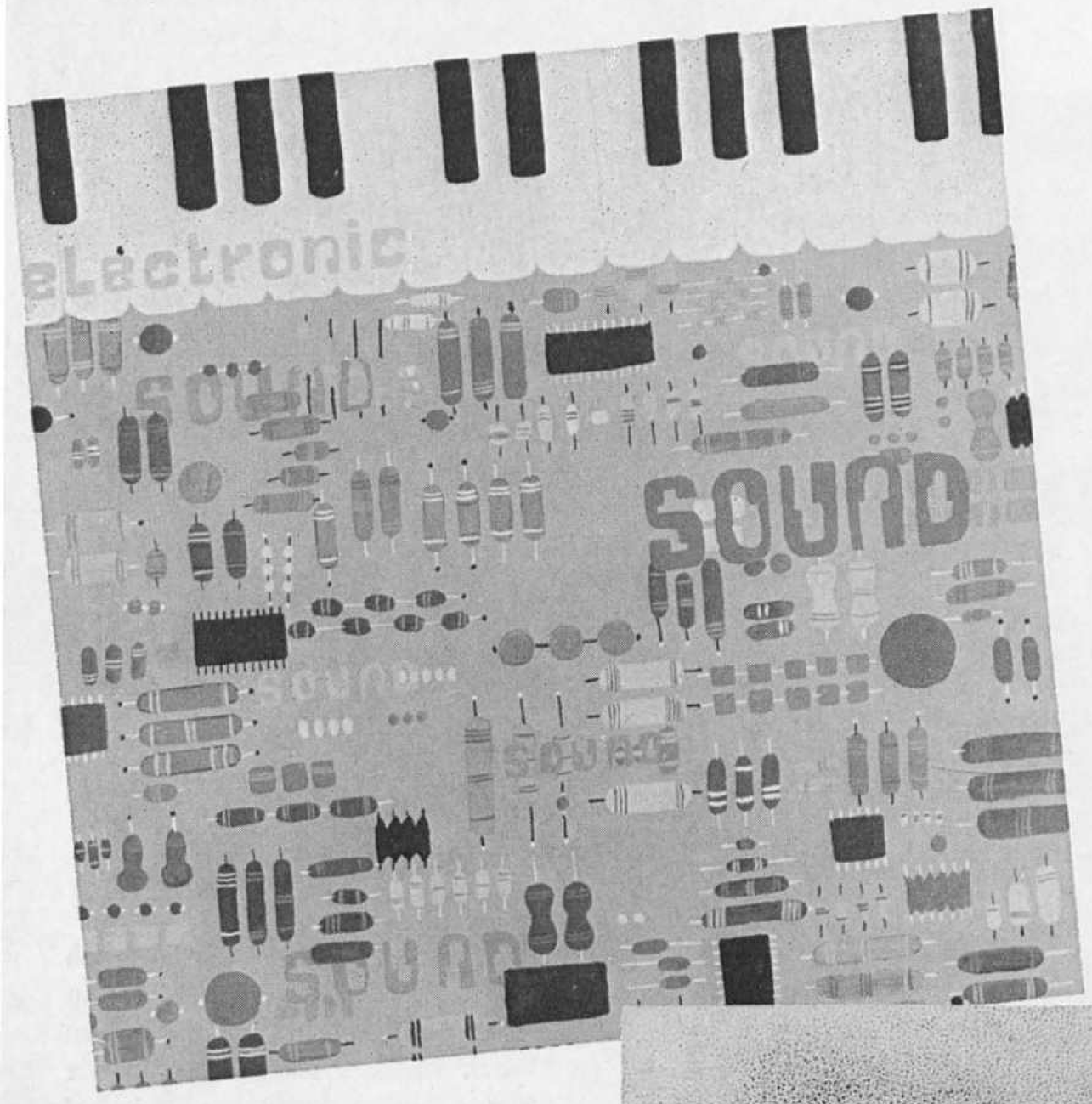
Wer Ravels »Bolero« kennt mit seinem aus fernstem Pianissimo in überwältigendem Crescendo sich unablässig wiederholenden Tanzmotiv, das den Hörer in schwindelerregende Kreisbewegung hineinzuziehen versucht, wird der vierzehnjährigen Andrea Sand aus Karlsruhe gern zubilligen, daß sie für das Erlebnis dieser bedrängend heranwachsenden Komposition eine interessante, formaladäquate graphische Lösung gefunden hat, die unverwechselbar zu diesem Werk gehört.

Ilse Braun (14) aus Stuttgart: »Die Kunst der Fuge«. 15. Bundessieger.

Ähnlich gelungen ist der Versuch der vierzehnjährigen Ilse Braun (Stuttgart), einem so abstrakten Werk wie J. S. Bachs »Kunst der Fuge« nahezukommen. Sie hat ihrer deutenden Zeichnung Karopapier zugrundegelegt – schon dies weist auf die strenge Schematik hin, aus der heraus hier vorzugehen war: auf den unerbittlich konsequenten Aufbau der Fuge. Mit graphischen Elementen, die dem geometrischen Konstruktivismus abgeguckt sind, gestaltet das junge Mädchen ein Ornament, das in der Tat zur »Kunst der Fuge« Beziehung hat, wenn man sich erinnert, daß diese auf genau vier Tönen aufgebaut ist: auf den Noten b-a-c-h.

Für das Stichwort »Jazz« hat der fünfzehnjährige Julian Lechner (Neubeuren) eine sinnfällige Chiffre gefunden. Chiffre deshalb, weil er nicht realistisch vorging, sondern den Begriff umgesetzt hat. Die Geige, von ihm bitterlich verzeichnet, gehört nicht einmal zum Jazz, trotzdem wecken die angedeuteten Instrumentalformen den beabsichtigten Sinnbezug. Insbesondere das ins Zentrum gerückte Schalloch des Saxophons, grellgelb angemalt wie die Trommel auf einem der früheren Bilder, suggeriert erregende Jazzrhythmen.

Julian Lechner (15) aus Neubeuren: »Jazz«. 3. Bezirkssieger, 7. Platz in Bayern.



Sabine Beckbauer (15) aus Hannover: »electronic sound«. 6. Bundessieger.

Die »elektronische« Musik: Läßt sie sich graphisch viel sinnfälliger darstellen, als dies der fünfzehnjährigen Sabine Beckbauer (Hannover) gelang? Sie kombiniert eine wohlbekannte Schwarzweißtastatur mit allerlei Spulen und kleinem Gerät aus der Elektrotechnik, verteilt dies alles dekorativ über die quadratische Fläche und unterstreicht die angestrebte Wirkung durch das mehrfach hineingesetzte Wort »Sound...«. Man spürt, daß die gemeinte Musik nur wenig noch mit Gemüt und Gefühl zu tun hat und mehr durch Geräusch als durch Melodik charakterisiert ist.

Eine ausgesprochen graphische Frühbegabung läßt der sechzehnjährige Thomas Beecht (Neu-Isenburg/Ffm) erkennen. Ihm ist eine fast schon routiniert wirkende surrealistische Komposition gelungen: das Selbstporträt eines ungemein wachen jungen Menschen, der sich als »ganz Auge und Ohr« empfindet und so auch darstellt. Sich zum Herrscher bestimmt fühlend, dessen Krone aus Instrumententeilen gebildet ist, gibt er sich wie die Reichskleinodien selbst den Erdball und als Zepter den Violinschlüssel in die Hand, der ihm das Reich der Töne erschließt. In der Beschriftung ist der Name Bob Dylan erkennbar, dem dieses in einer gekonnten Tuschfeder-Punkttechnik ausgeführte Blatt zugedacht ist. Eine in mancher Hinsicht überragende Arbeit, die ihren Gestalter zum ersten Bundes- und zum ersten Europasieger seiner Altersgruppe hat werden lassen; offenbar deshalb, weil sie dem Thema »Musik erleben« mit einer künstlerischen Aussage begegnet, die auf der Höhe eben dieser Zeit zu stehen scheint.

Thomas Beecht (16) aus Neu-Isenburg (Ffm) vor seinem »Bob Dylan«. Er wurde damit 1. Europasieger und 1. Bundessieger.

Senator.
Funktion bestimmt seinen Charakter.

Der aufsehenerregende Erfolg, den dieses Automobil in der internationalen Spitzenklasse errungen hat, ist der Erfolg seines Konstruktionsprinzips: des Prinzips der Funktionalität.

Funktional bedeutet, daß seine äußere Form konsequent den Gesetzen der Aerodynamik folgt und so Fahrtwindgeräusche verringert, den Auftrieb an Vorder- und Hinterachse vermindert und außerordentlich günstige Werte für den Kraftstoffverbrauch ermöglicht.

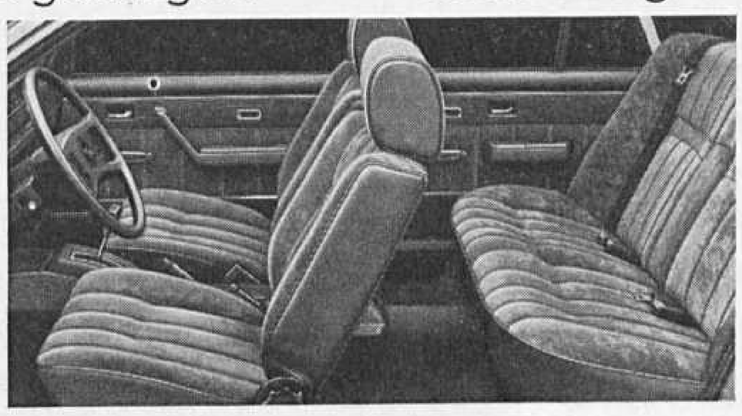
Funktional bedeutet, daß sich sein Fahrwerk durch überlegenes Kurvenverhalten, beispielhafte Richtungsstabilität und perfekten Komfort auszeichnet.

Funktional bedeutet, daß seine 6-Zylinder-Reihentriebwerke in mustergültiger Weise dynamische Leistung mit besonderer Wirtschaftlichkeit verbinden.

Wie sehr auch der Innenraum von Funktionalität geprägt ist, zeigen die perfekte Gestaltung der Sitze, die optimale Anordnung der Bedienungselemente, die hervorragende Geräuschdämpfung und die günstigen Sichtverhältnisse.

Die Leser der Zeitschrift „mot" verliehen dem Senator (in der Klasse der Automobile über DM 20000.–) den Titel „Auto der Vernunft". Und eine kritische internationale Jury gab ihm (im direkten Vergleich der Fahrzeuge über DM 30000.–) die begehrte Auszeichnung „Das Goldene Lenkrad".

Die hohe Wertschätzung, die der Senator bei der anspruchsvollsten Jury – dem Käuferpublikum – genießt, spiegelt sich in seinem überzeugenden Verkaufserfolg.



Den Senator gibt es in den Ausstattungsvarianten: Senator, Senator C, Senator CD.

Die Abb. zeigt den Senator C. Technische Daten: 2.8 l-S-Motor, 103 kW (140 PS); 3.0 l-S-Motor, 110 kW (150 PS); 3.0 l-E-Motor, 132 kW (180 PS).
5-Gang-Schongetriebe als Sonderausstattung lieferbar.

SENATOR

ADAM OPEL Aktiengesellschaft

S 679-1S

Vorbilder der Natur für die moderne Technik

von Wilhelm Dettmering

Natur und Technik, das scheint auf den ersten Blick ein unvereinbarer Antagonismus zu sein. Wenn wir von der Natur sprechen, dann meinen wir die lebende und tote Umwelt, wie sie sich auf Grund einer Eigengesetzlichkeit über Jahrmillionen entwickelt hat. Demgegenüber ist die Technik eine von Menschen erdachte und entwickelte Fertigkeit.

Die Technik der Griechen wird mit Kunstfertigkeit bezeichnet. Damit haben wir die technischen Gegensätze von Natur und Technik: hier das Künstliche, dort das Natürliche; hier die Fertigkeit, der Eingriff, dort das Gewachsene, das sich organisch entwickelt hat. Dennoch besteht zwischen diesen beiden in unserem Sprachgebrauch so gegensätzlichen Begriffen eine Wechselwirkung. Die Kunst, insbesondere die Kunstfertigkeit – die Technik – sind und waren nicht durchweg originär, sondern zu großen Teilen immer Abbild, wenn auch vielfach verändertes, verzerrtes Abbild der Natur. Das zeigt sich etwa beim täglichen Sprachgebrauch. Viele Bezeichnungen der Technik enthalten, ohne daß es uns bewußt wird, der Natur entnommene Begriffe, die das natürliche Vorbild des jeweiligen technischen Gegenstandes deutlich machen. So sprechen wir von einem Raupenschlepper, einem Elektronengehirn, von Schneckenpressen, Stirnrädern, Zahnkränzen, Laufkatzen, Glühbirnen, Froschperspektiven, Fotolinsenundsoweiter. Diese Wortschöpfungen sind nicht einfach nur ein Mangel an Sprachvermögen, der Anleihen an die Begriffswelt der Natur notwendig macht, sondern sie weisen dezidiert auf das jeweilige natürliche Vorbild des entsprechenden technischen Gegenstandes hin. Dieser enge Zusammenhang zwischen Natur und Technik ist angesichts der explosionsartigen Entwicklung der Naturwissenschaft und Technik in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts ein wenig in den Hintergrund gerückt worden. Nicht zuletzt spielte dabei wohl auch die um diese Zeit erneut Platz greifende und in Zeiten der Aufklärung entwickelte Auffassung von der völligen Machbarkeit der Natur eine Rolle. Prononciertes Beispiel dieser Auffassung war der Satz von *Lamettrie:* »Der Mensch ist eine Maschine.« Hier war also nicht die Natur Vorbild für die Technik, sondern die Technik Vorbild für die Natur. Inzwischen haben wir gelernt, daß es angesichts der ungeheuren Vielfalt der von der Natur entwickelten Vorgänge und Systeme für die Technik viel produktiver ist, Natur zum Vorbild zu nehmen, als sie der Technik unterzuordnen. Auf dieser Erkenntnis fußend, hat sich die junge Disziplin der Bionik entwickelt, die es sich zum Ziel gesetzt hat, der Natur Lösungen abzuschauen, um sie in die Technik zu übertragen. Wenn man bedenkt, daß bereits *Dädalus* und *Ikarus* dieses Prinzip verwendeten, indem sie den Vogelflug imitierten, scheint diese Idee allerdings nicht gar so neu zu sein.

Wenn man sich heute als Techniker die Natur zum Vorbild nimmt, so sind trotz einigem Enthusiasmus und aller Verehrung, die man diesem genialen Konstrukteur entgegenbringt, im Prinzip doch gewisse Einschränkungen hinsichtlich der Verwertbarkeit der aus der Natur entnommenen Systeme und Konstruktionen zu machen. Man muß sich darüber im klaren sein, daß die Entwicklung in der Natur, und hier vor allem in der Tierwelt, von einem Leitprinzip gelenkt ist, nämlich der Erhaltung der Art. Bestimmte vorgegebene und nicht beeinflußbare Vorgänge führen zu ganz bestimmten Entwicklungen und Veränderungen der Art, die in den gegebenen Lebensverhältnissen überleben will. Es entwickeln sich also für eine bestimmte Umwelt eigentümliche Systeme, die zudem mit allen Unzulänglichkeiten eines organischen Wesens behaftet sind. Sie sind einer ständigen Nahrungszufuhr und einem Stoffwechsel unterworfen. Man kann sie nicht abschalten, sie altern. Alle diese Faktoren sind in der Technik nicht zu beachten oder nur von nachgeordneter Bedeutung. Es ist daher selten, daß ein Konstruktionsprinzip der Natur einfach in die Technik übernommen werden kann. Die wohl allgemein geläufige Entwicklung des Fliegens ist dafür ein schönes Beispiel. Die Bedeutung des Zusammenspiels von Natur und Technik liegt darin, daß die Natur eine Vielzahl von Konstruktionsprinzipien bietet, die für die Technik nützlich sind und die Entwicklung der Technik vorantreiben würden.

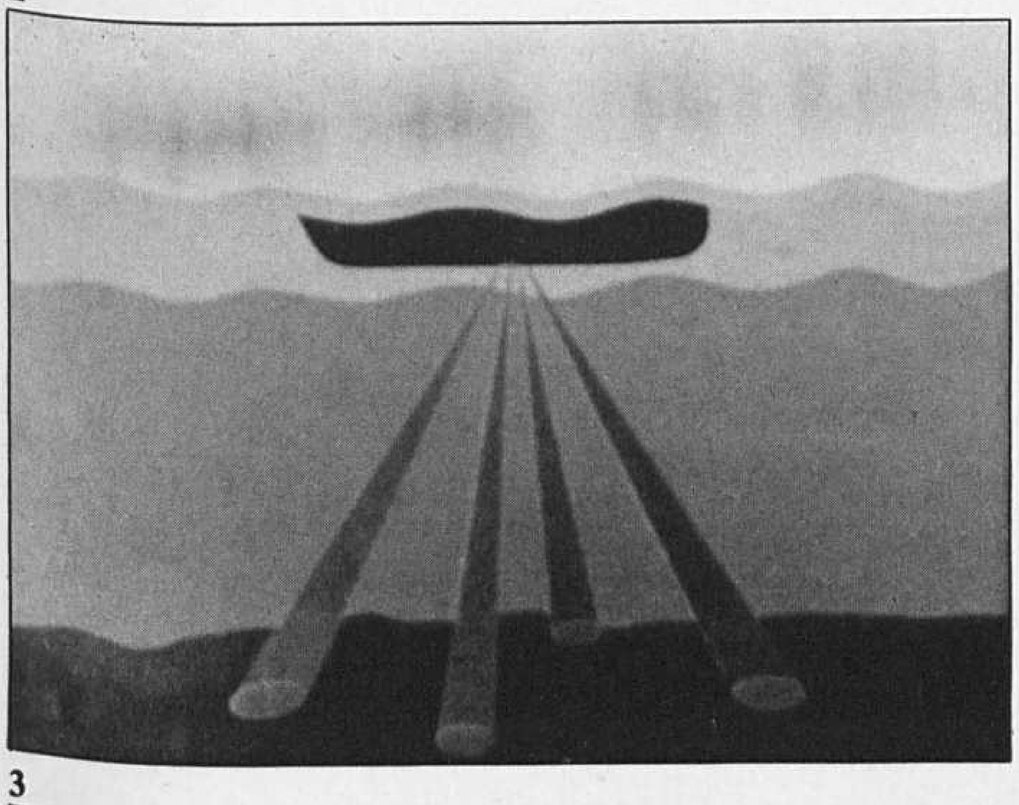
Wenn es in der Vergangenheit so war, daß in der Technik Lösungen gefunden wurden, von denen nachträglich festgestellt wurde, daß die Natur ganz ähnliche Lösungen bereithielt, scheint es effizienter zu sein, die Natur daraufhin zu befragen, welche Lösungen sie für ihre Probleme bereithält, um diese dann in die Technik zu transportieren. Dabei wird man mit äußerster Sorgfalt verfahren müssen; denn, wie schon gesagt, die in der Natur vorgefundenen Lösungen sind schwerlich einfach zu übernehmen, vielmehr müssen Details Anregungen für die Verwirklichung entsprechender technischer Konstruktionen sein. Im folgenden wird anhand einiger ausgewählter Beispiele gezeigt, wo sich Natur und Technik analoger Prinzipien bedienen.

Ortungsbiologie und Kommunikation

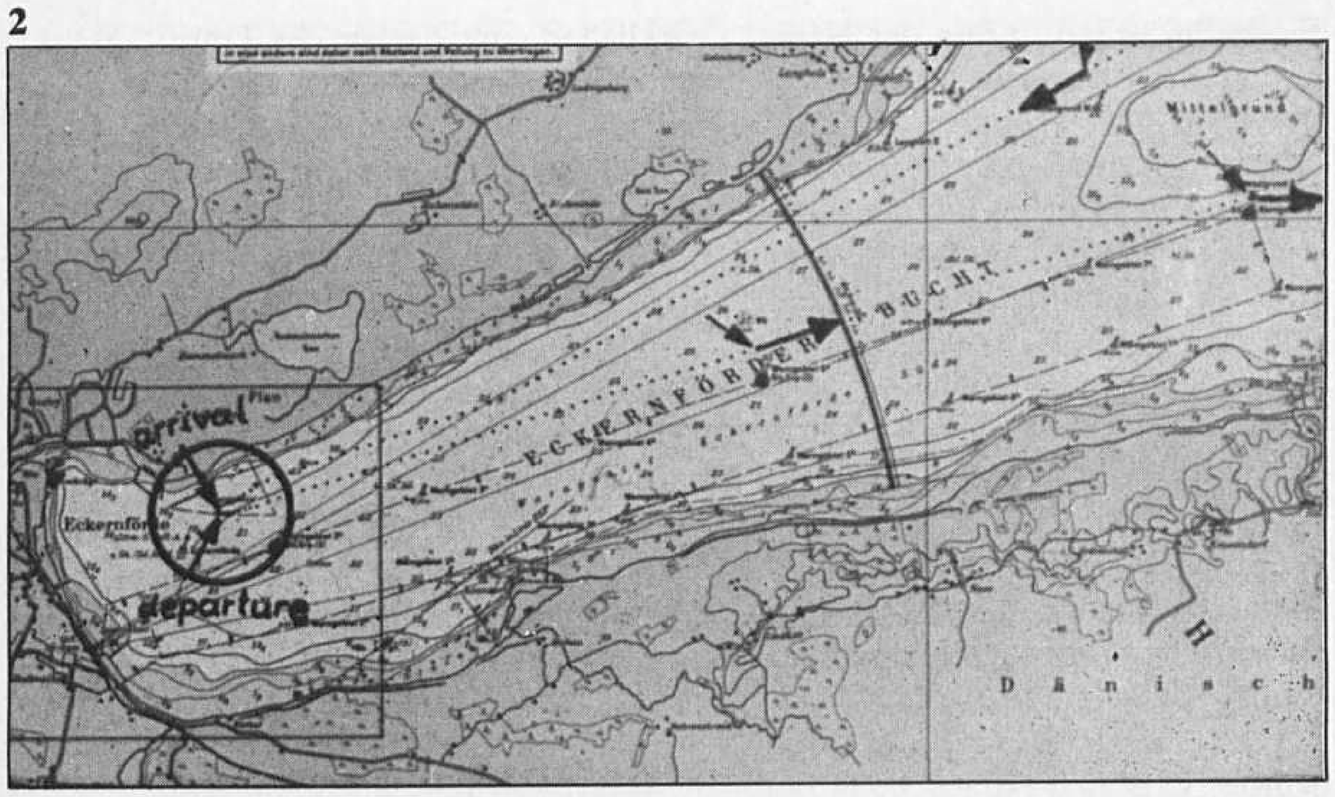
Auf dem Gebiet der Ortungsbiologie und der Kommunikation sind erstaunliche biologische Lösungen von der Natur entwickelt worden, deren Prinzipien und Mechanismen erst in neuerer Zeit und zum Teil noch unvollständig verstanden werden. Auf diesem Gebiet sind große Fortschritte durch die Wissenschaft der Kybernetik erzielt worden, in der Lebewesen und technische Einrichtungen als Regel- und Informationssysteme aufgefaßt und behandelt werden.

Ein besonders wichtiges Ortungs- und Navigationssystem mit Hilfe akustischer Wellen wurde technisch unter dem Namen Sonar-System realisiert. Es handelt sich hierbei um ein aktives Ortungssystem, deshalb aktiv genannt, weil dabei kurze akustische Signale ausgesandt werden, die an den umliegenden Gegenständen reflektiert werden. Durch Auffangen der reflektierten akustischen Wellen in entsprechenden Sensoren und durch Verarbeiten dieser Signale wird die Orientierung ermöglicht. Der Name Sonar ist ein Akronym für sound navigation

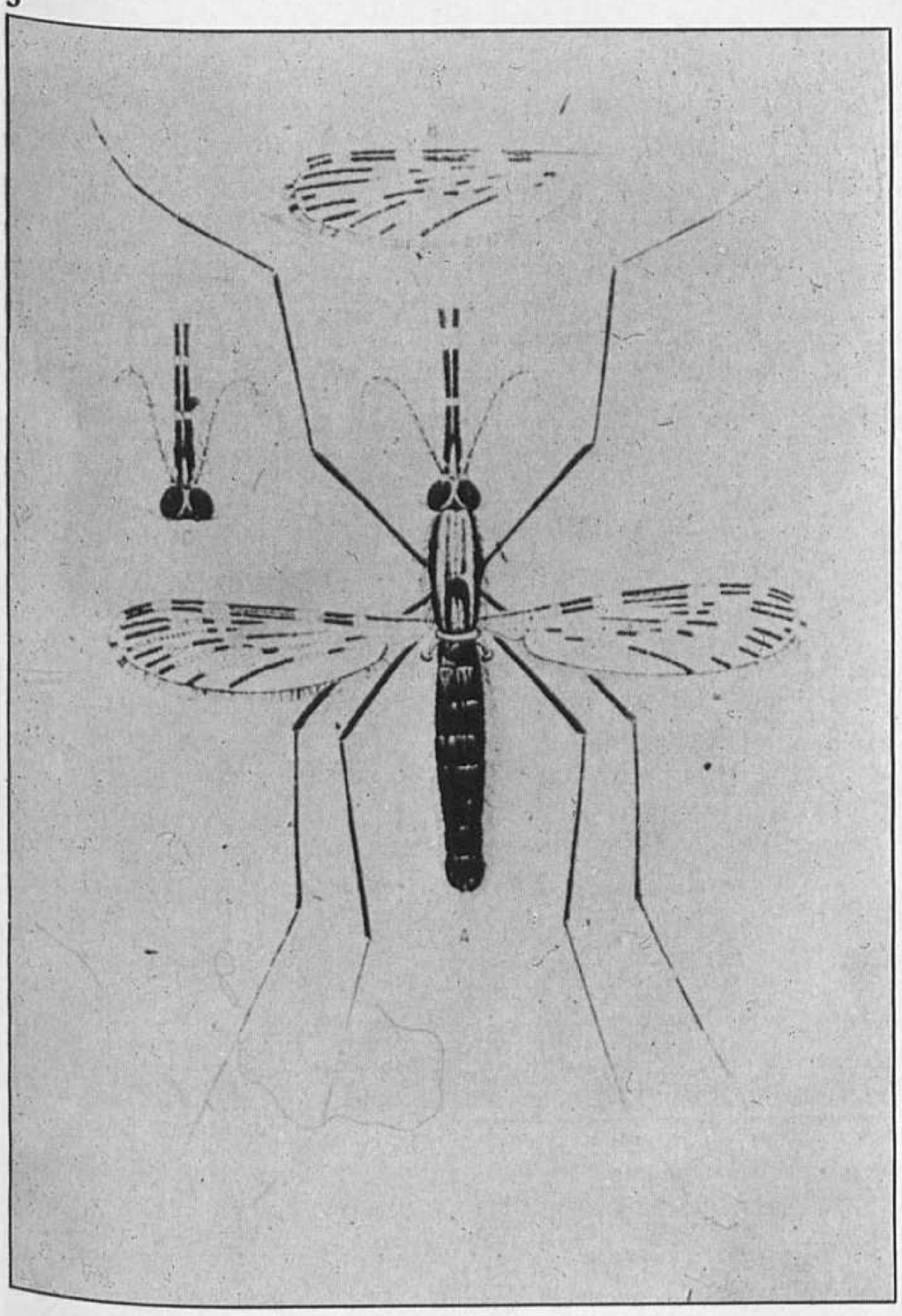
1



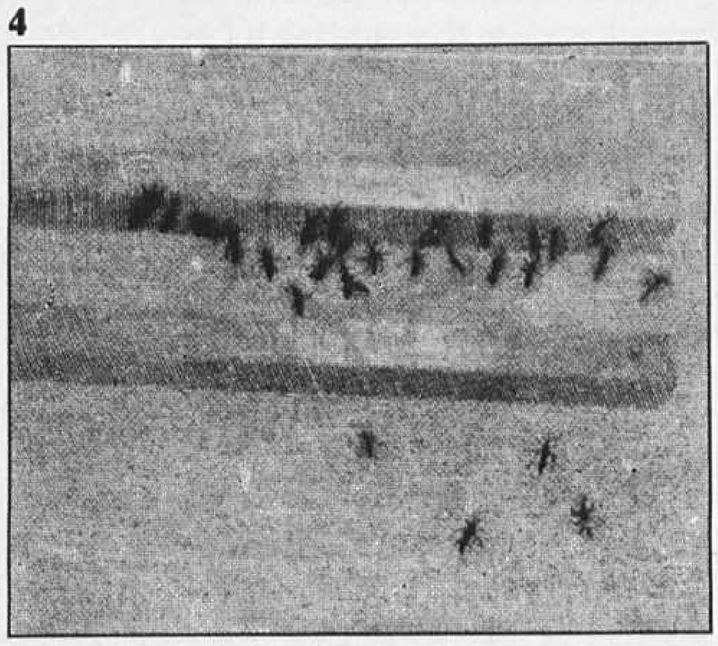
2



3



4



1 Prinzip des Alpha-Doppler-Navigators.

2 Ausgangs- und Rückkehrpunkt bei einer 100 km langen Rundfahrt in der Ostsee, Abweichung 80 m.

3 Stechmücke mit Empfangsgerät für Töne von 300 Hz.

4 Klingende Stimmgabel lockt Stechmücken an.

5 Sänger sendet Ton von 300 Hz aus.

5

and ranging und kann sowohl im Medium Luft als auch im Medium Wasser angewendet werden. Dem gleichen Sonar-Prinzip begegnen wir auch in der Tierwelt bei den erstaunlichen biologischen Orientierungsleistungen z.B. der Fledermaus, des Delphins und der Spitzmaus, die ebenfalls kurze akustische Signale imitieren und dann die reflektierten Wellen registrieren.

Die Ortungsleistung der Fledermaus wurde bereits in den Jahren 1793 bis 1798 durch den Zoologen *Spallanzani* experimentell untersucht, der nachweisen konnte, daß Fledermäuse mit dem Hörorgan orten. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden, nachdem das technische Sonar-System bereits entwickelt war, von *Griffin* quantitative Angaben über Ortungsreichweiten von Fledermäusen gemacht. Neuere Untersuchungen von *G. Neuweiler* zeigen, daß z. B. auf der Jagd nach Insekten neben der direkten Echo-Ortung noch ein zusätzliches Phänomen auftritt, nämlich ein Ortsgedächtnis. Eine Fledermaus fliegt also sehr sicher durch eine mit einem Faden versperrte Flugschneise, indem sie per Echolot die Position des Fadens lokalisiert. Ersetzt man andererseits nach einer Eingewöhnungszeit den Faden durch eine Lichtschranke, so vermeidet das Tier noch einige Tage nach Entfernung des materiellen Hindernisses diese Stelle. Die Fledermaus orientiert sich also sowohl nach dem Ergebnis ihrer Momentan-Ortung als auch nach dem Ortsgedächtnis. Anwendungen der aktiven Sonar-Technik wurden bereits entwickelt im Bereich der Fischerei zum Auffinden von

Fischschwärmen und in der Navigation zur Erfassung des Abstandes zum Meeresboden, zur Bestimmung der Eigengeschwindigkeit und der Entfernung zu anderen Schiffen (Bild 1). Die Navigation von Schiffen konnte durch das sogenannte Doppler-Sonar, eine Abart des aktiven Sonar-Systems, erheblich verbessert werden. Ein Eindruck über die Genauigkeit eines modernen Doppler-Sonar-Navigationsgerätes mit automatischer Aufzeichnung (Bild 2) wird daraus gewonnen, daß auf einer Zick-Zack-Rundfahrt von 100 km, die in der Ostsee gefahren wurde, sich eine Abweichung bei der Rückkehr zum Ausgangspunkt von nur 80 m ergeben hat.

Für die Orientierung von Blinden sind kleine Sonargeräte vorgeschlagen worden, die es erlauben sollen, einen bestimmten Eindruck über Mauern und andere Behinderungen zu vermitteln. Gegenstand weiterer interessanter Entwicklungsarbeiten ist die sogenannte »akustische Holographie«. Hierunter werden Methoden verstanden, die es gestatten, mittels Schallwellen über einen Informationsumwandlungsprozeß echte Bilder der angepeilten Objekte auch in getrübten Gewässern zu gewinnen. Der Mensch kann im allgemeinen Muster und Strukturen nur mit dem Auge erkennen. Deshalb müssen alle akustischen Signale zur Erkennung und Klassifizierung zunächst in optische Darstellungen transferiert werden. Sowohl der Delphin als auch die Fledermaus besitzen die Fähigkeit, ganze »Klangbilder« aufzunehmen und sich auf eine uns noch nicht bekannte Weise eine genaue Information über die Gestalt von Fischen oder Insekten zu verschaffen, um beispielsweise wohlschmeckende Beutetiere von anderen zu unterscheiden.

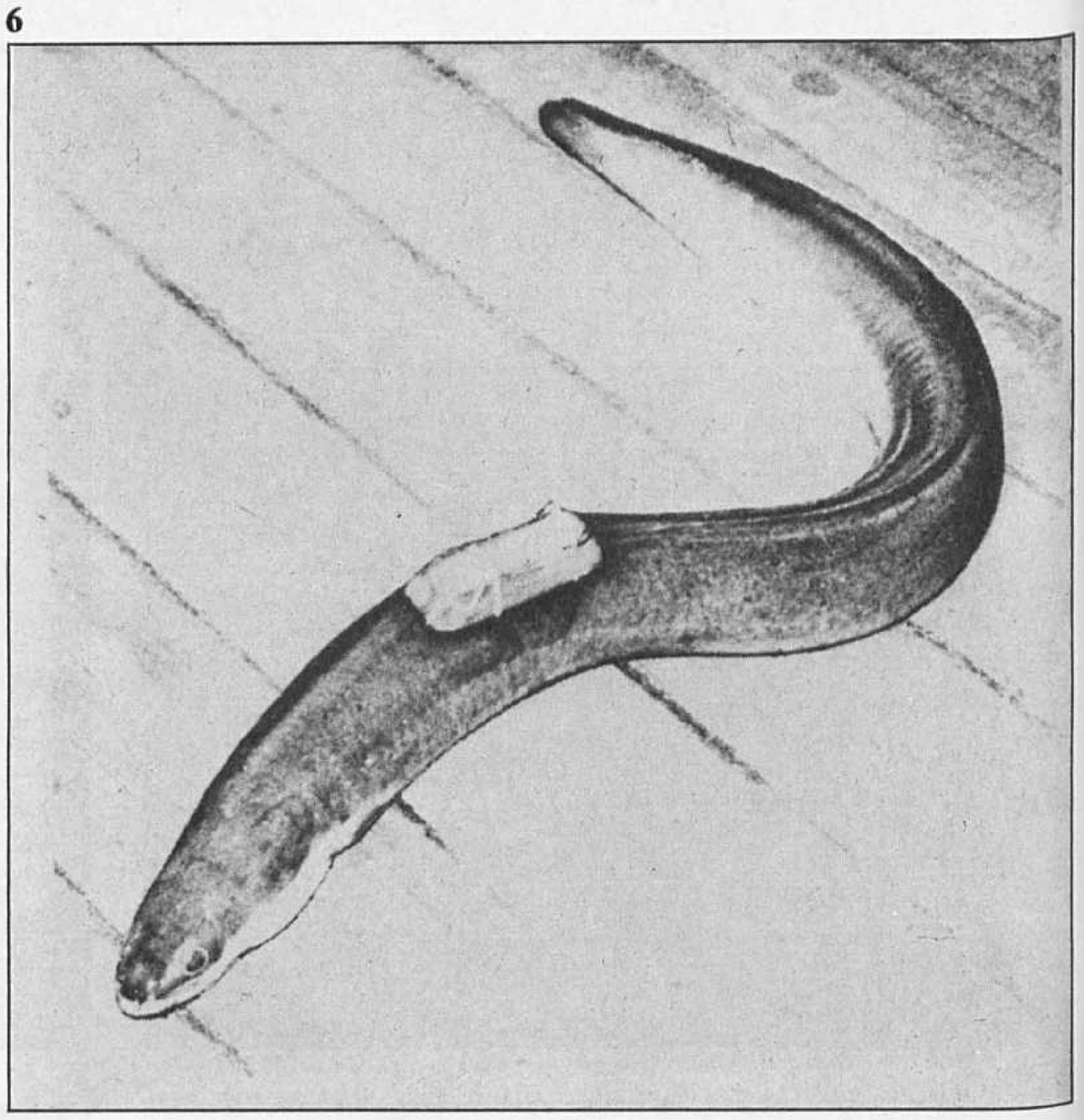
In der Natur wird das Sonar-System in interessanten Abwandlungen angewendet, beispielsweise haben verschiedene von der Fledermaus gejagte Insekten ein Abwehrsystem gegen die Sonar-Ortung entwickelt, mit dem sie durch Aussenden von kurzen Signalen hoher Frequenz (etwa 1000 Hertz) das Lokalisations-System der Fledermaus stören; oder indem sie mit Hilfe einer starken Behaarung eine »akustische Tarnung« verwirklichen, mit der sie die Ultraschall-Peilung verhindern.

Die Benutzung akustischer Wellen für ein passives Sonar-System (ohne Aussendung eigener Schallimpulse) ist in der Natur bei den Stechmücken realisiert. Hier ist das passive Sonar-System als Kommunikationsmittel, nicht als Ortungsmittel angewendet. Wenn ein weibliches Tier in einem Abstand von 1 bis 2 m an dem Schwarm männlicher Stechmükken vorbeifliegt, so lösen sich einige männliche Tiere aus dem Schwarm und fliegen auf das Weibchen zu. Die Tiere empfangen mit ihren Antennen den relativ schwachen Grundton des periodisch verlaufenden Flugklanges des Weibchens mit der Frequenz von 300 Hertz. Die männlichen Tiere bewegen ihre Flügel mit etwa 500 Schlägen pro Sekunde. Die Antennen der Männchen sind auf etwa 300 Hertz abgestimmt, so daß sie nur auf den weiblichen Schallsender ansprechen.

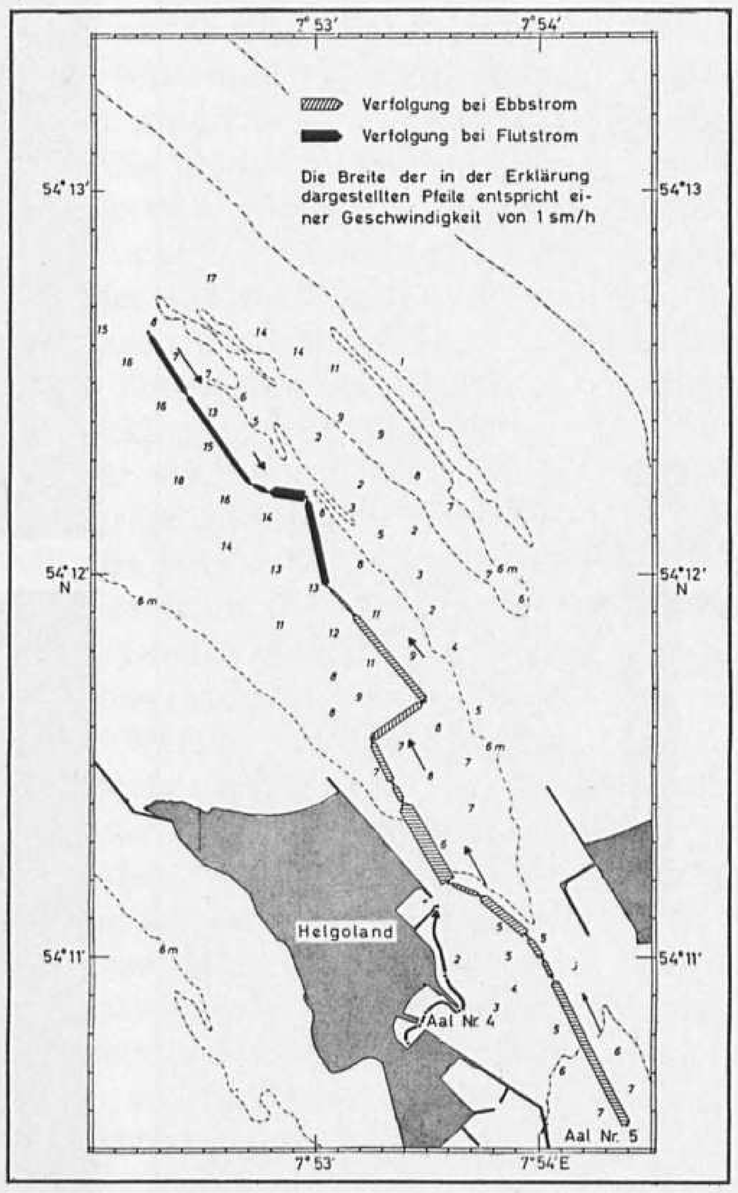
Macht man sich klar, daß ein Luftschall von etwa 300 Hertz einer Wellenlänge von etwa 1 m entspricht, so gelingt es den Stechmücken trotz ihrer Größe von nur 1 cm, eine exakte Ortung durchzuführen; dieses ist eine hohe technische Leistung bei einem so ungünstigen Verhältnis zwischen dem kleinen Ortungsorgan und der großen Wellenlänge und insofern bedeutsam, als man normalerweise im Bereich der Technik aus Wirkungsgrad-Überlegungen heraus sogenannte Großbasispeiler verwendet, bei denen die Antennenabmessungen 10- bis 100mal größer als die Wellenlänge sind. Bild 3 gibt die Stechmücke und ihr Empfangsgerät, das sogenannte Johnstonsche Organ, wieder. Bild 4 zeigt, wie Stechmücken von einer klingenden Stimmgabel angelockt werden. Im Bild 5 demonstriert ein Sänger, wie durch das Aussenden eines Tones mit der Frequenz von 300 Hertz die Mükken in seinen Mund fliegen.

Für die Untersuchung der Laichwanderungen von Aalen wurde ein kleines akustisches Gerät (Bild 6) auf der Sonar-Basis nach dem Vorbild der Stechmücke entwikkelt und von *F. W. Tesch* benutzt. Damit konnte man feststellen, daß die Aale sich von Helgoland aus mit über 40 km/Tag in nordwestli-

6



7



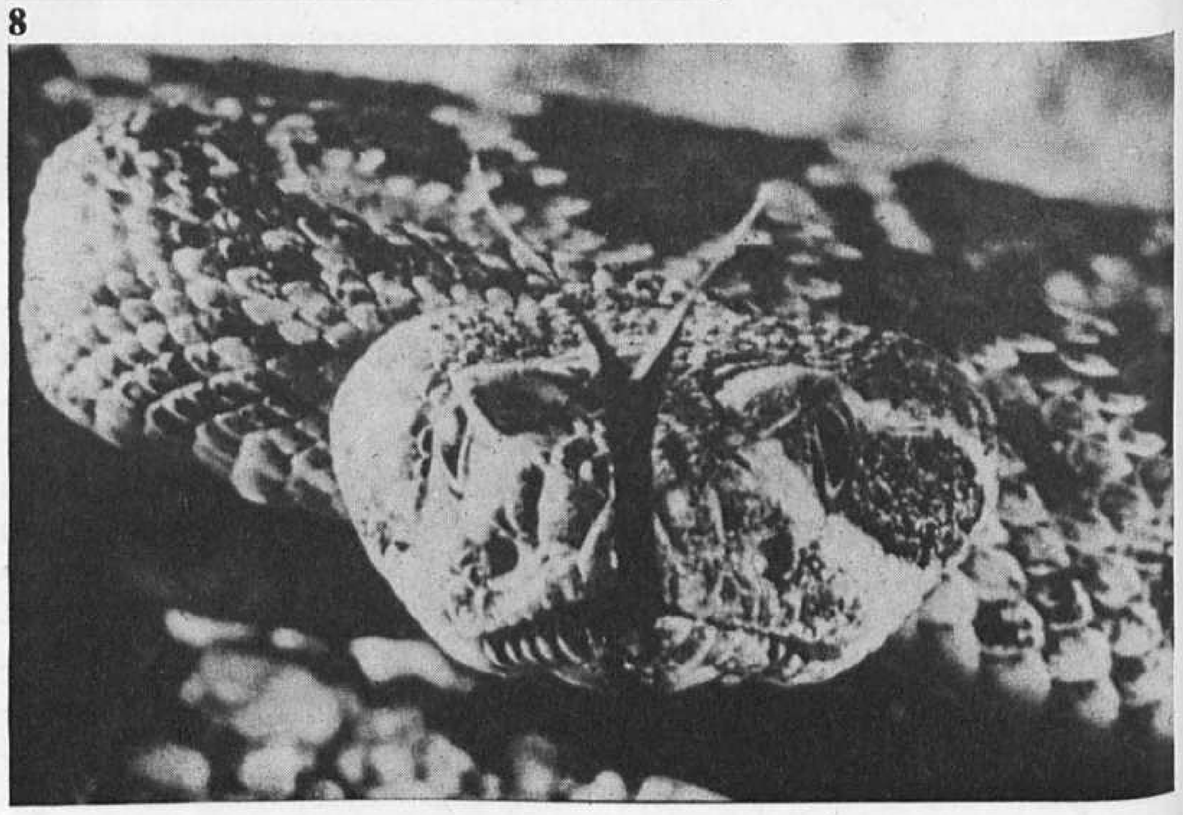
6 Akustisches Gerät zur telemetrischen Verfolgung der Laichwanderung von Aalen.

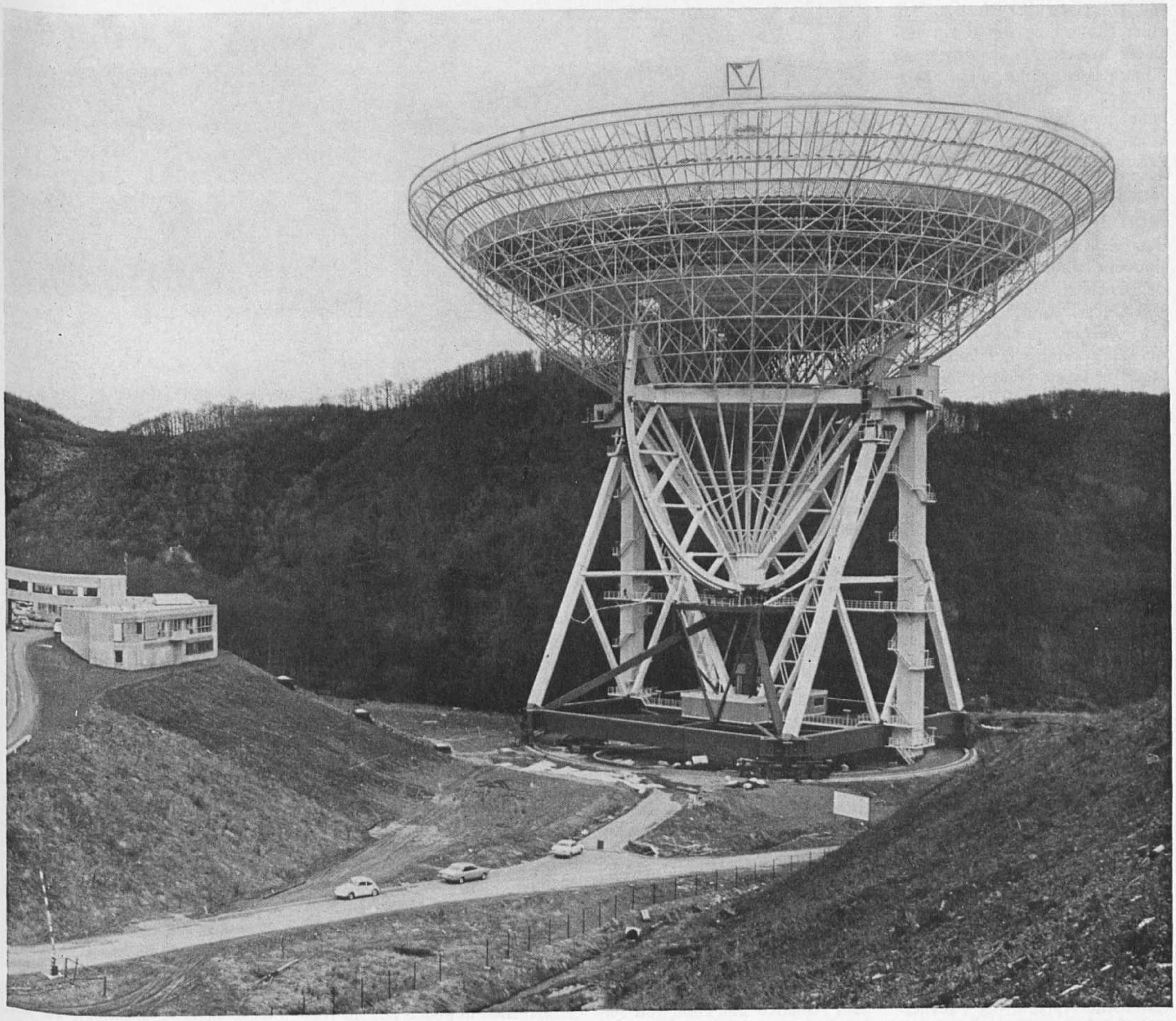
7 Weg eines Aals bei Helgoland.

8 Kopf einer Klapperschlange mit Thermofühlern zwischen Augen und Kopfspitze.

9 100-Meter-Radio-Teleskop, Effelberg/ Eifel.

8





che Richtung (Bild 7) bewegen. Der Aal braucht demnach für seine Reise zu den Laichgründen im Sargassomeer im Schnitt 136 Tage.

Ein dem Sonar entsprechendes Ortungssystem, das auf der Reflexion der elektromagnetischen Wellen beruht und nur in der Luft anwendbar ist, wurde in der Technik unter der Bezeichnung Radar im Zweiten Weltkrieg entwickelt. Radar bedeutet Radio detection and ranging. Es ist zur Zeit unbekannt, ob sich auch Tiere eines elektromagnetischen Ortungssystems bedienen können oder ob sie es nur mit Hilfe akustischer Schallwellen tun.

Ein weiteres in der Natur verwirklichtes Ortungssystem, das auf der Messung von Temperaturgradienten zur Ortung von Strahlungsfeldern beruht, wird von der Klapperschlange verwendet (Bild 8). Mit einem Organ, das in den Vertiefungen rechts und links zwischen Augen und Kopfspitzen sitzt, werden noch Temperaturdifferenzen im Milligradbereich wahrgenommen. Es gelingt ihr, mit diesem »dritten Auge« auch bei Dunkelheit durch Temperaturmessungen ihre Beute mit großer Sicherheit auszumachen. Im technischen Bereich kennen wir heute Infrarot-Ortungsgeräte, die eine ähnliche Genauigkeit wie die der Klapperschlange erreichen. Die Richtungsempfindlichkeit der Klapperschlange ist jedoch weitaus größer als die der technischen Geräte. Im Durchschnitt sitzen rund 1000 Detektoren auf einem Quadratmillimeter, viele hundertmal mehr, als sich mit der feinsten Mikrominiaturtechnik erreichen ließe.

Sensoren für das Registrieren von Geschmacks- und Geruchsreizen spielen im Tierreich eine sehr große Rolle, ohne daß wir sie bisher in der Technik auch nur im entferntesten hätten nachbilden können. Beispielsweise reagieren Fische, bestimmte Insekten und Schmetterlinge sowie Hunde auf Riechstoffe auch in außerordentlich niedrigen Konzentrationen, wie sie durch den Menschen oder durch Meßgeräte nicht mehr erfaßt werden können. Bestimmte Käfer nehmen Duftstoffe noch in einer Verdünnung von weniger als einem halbmillionstel Milligramm in einem Kubikmeter Luft wahr. Das sind Konzentrationen von 10^{-12}. Der Seidenspinner kann

sein Weibchen über Riechstoffe in einer Entfernung von 10 km ausfindig machen. Es hat nicht an Vorschlägen gefehlt, diese Fähigkeit der Natur, Geruchsreize aufzunehmen und zu verarbeiten, technisch zu nutzen. Technische Lösungen liegen noch nicht vor.

Bautechnik und Verfahrenstechnik

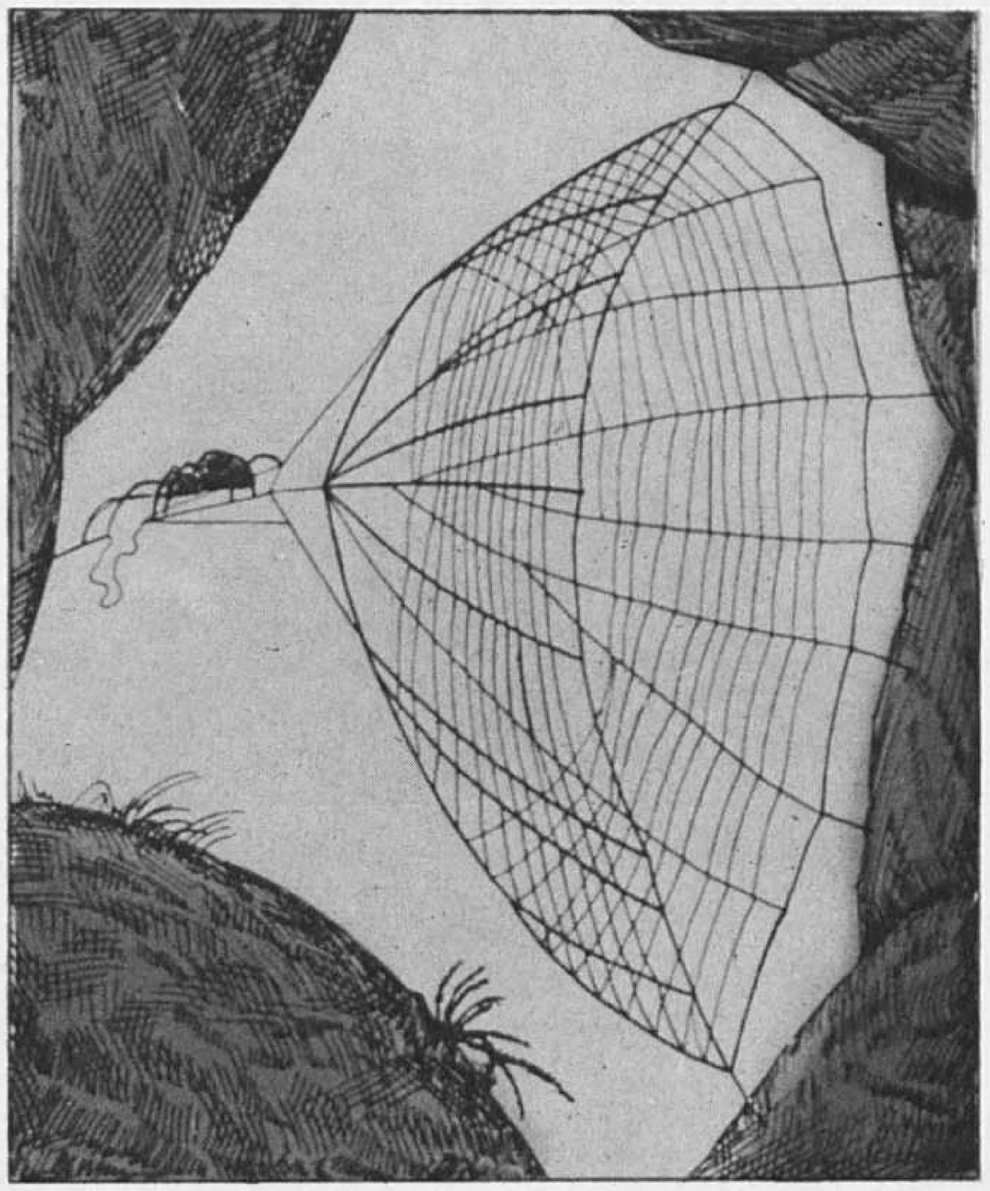
Aus den zahlreichen Analogien zwischen Natur und Technik auf den Gebieten der Bautechnik und Verfahrenstechnik sei nur auf wenige Beispiele hingewiesen. Bei der Betrachtung der modernen Radioteleskope (Bild 9) liegt der Vergleich zu den kunstvollen Netzkonstruktionen der Spinnen sehr nahe. Bei beiden werden mit einem Minimum an Gewichtsaufwand sehr große Flächen realisiert. Das ebene Spinnennetz besitzt allerdings im Gegensatz zum Radioteleskop keine Steifigkeit, z. B. gegen Windkräfte. Jedoch können die Glocken- und Strahlenspinne (Bild 10) räumliche und steife Netze bauen, die zumindest in der Form den Radioteleskopen stark ähneln. Angesichts der Strukturähnlichkeit sei in diesem Zusammenhang vernachlässigt, daß die Fäden des Spinnennetzes nicht auf Druck beansprucht werden können und es sich infolgedessen bei den Spinnennetzen um membranartige Konstruktionen und bei den Radioteleskopen um Schalen, d.h. zug- und druckbelastete Strukturen, handelt.

Auch die Fadenherstellung bei der Spinne hat etwas Unnachahmliches. Die kleine Fabrik zur Erzeugung des Spinnstoffs wie auch der technische Apparat der Fadenerzeugung sind bei ihr auf kleinstem Raum konzentriert. Die Spinne verfertigt die starken und haltbaren Fäden ihres Netzes durch Auspressen eines an der Luft aushärtenden Saftes. Diesen Vorgang brauchte der Mensch nur zu kopieren und zu variieren, und die Technologie der Synthesefaser war geschaffen.

Bei der Betrachtung von Bild 11 erkennt man, daß die Spinne beim Abseilvorgang (Schritt b) von der natürlichen Schwerkraft Gebrauch macht. Es ist nun interessant zu erfahren, daß bei einem Skylab-Flug der NASA zwei Kreuzspinnen auf Vorschlag einer amerikanischen Schülerin an der Raummission teilnahmen. Die Film- und Astronautenberichte dokumentieren, daß die Spinnen *Arabella* und *Anita*, denen man einen quadratischen Rahmen zum Spinnen mitgegeben hatte, sich drei Tage etwas verstört und unentschlossen verhalten haben. In den folgenden Tagen versuchten sie mit unterschiedlichem Erfolg, Netze zu spinnen. Das erste war ein wirres Knäuel, das zweite war noch deformiert und füllte nur etwa den halben vorgegebenen Rahmen. Beim dritten Versuch war das Netz fehlerfrei und unterschied sich nicht von denen auf der Erde. Diese ohne jedes Training erreichte Anpassung ist eine äußerst bemerkenswerte Leistung, wenn man bedenkt, daß Spinnen in der Naturgeschichte vorher nie im schwerelosen Raum gesponnen haben.

Die Meerwasserentsalzung gelingt dem Albatros mit Hilfe von Filtern in den Nasenflügeln, eine nachahmenswerte Technik. Wir verwenden heute bei der Meerwasserentsalzung vorwiegend noch das mit hohem Energieverbrauch verbundene Verdampferprinzip. Technisch und ökonomisch günstiger wäre es, die Meerwasserentsalzung durch die Umkehrung der in der Natur realisierten Osmose durchzuführen. Die bei der umgekehrten Osmose erforderlichen technischen semipermeablen Membranen haben die Zuverlässigkeit und Perfektion von Natur-Membranen, wie Zellwände und Häute, noch nicht erreicht.

10



11

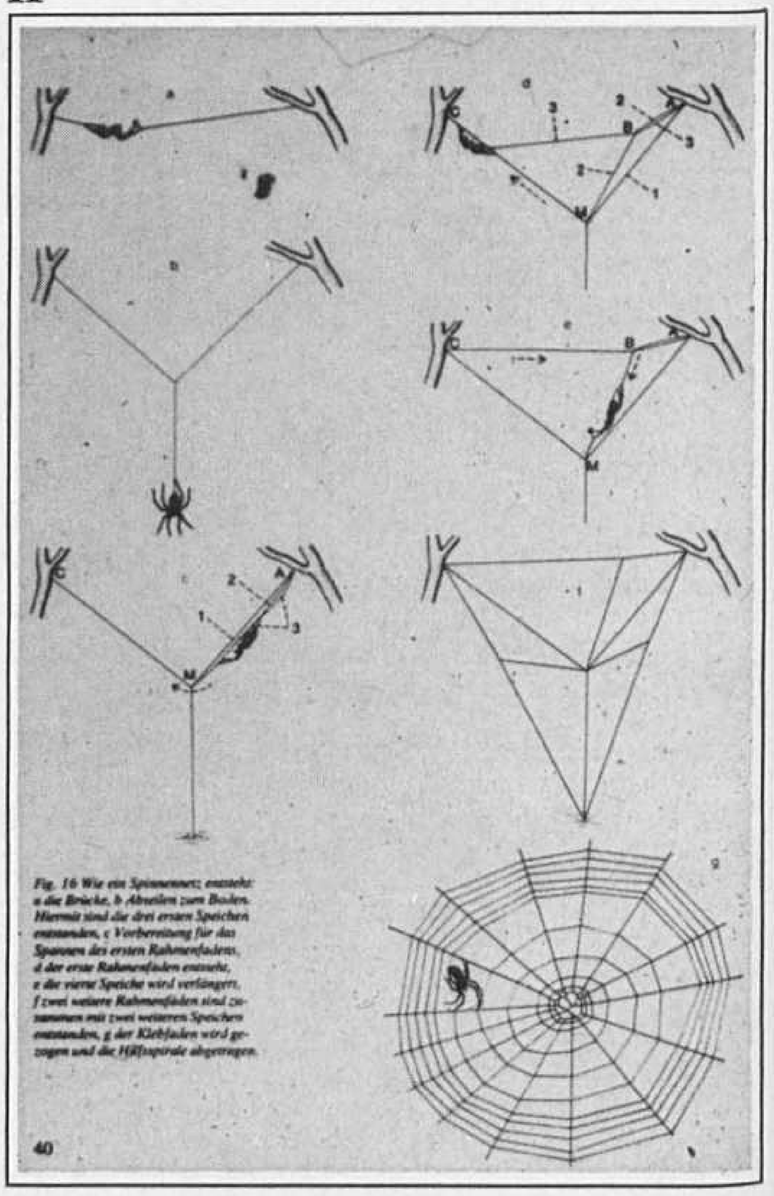


Fig. 16 Wie ein Spinnennetz entsteht: a die Brücke, b Abseilen zum Boden. Hiermit sind die drei ersten Speichen entstanden, c Vorbereitung für das Spannen des ersten Rahmenfadens, d der erste Rahmenfaden entsteht, e die vierte Speiche wird verlängert, f zwei weitere Rahmenfäden sind zusammen mit zwei weiteren Speichen entstanden, g der Klebfaden wird gezogen und die Hilfsspirale abgetragen.

40

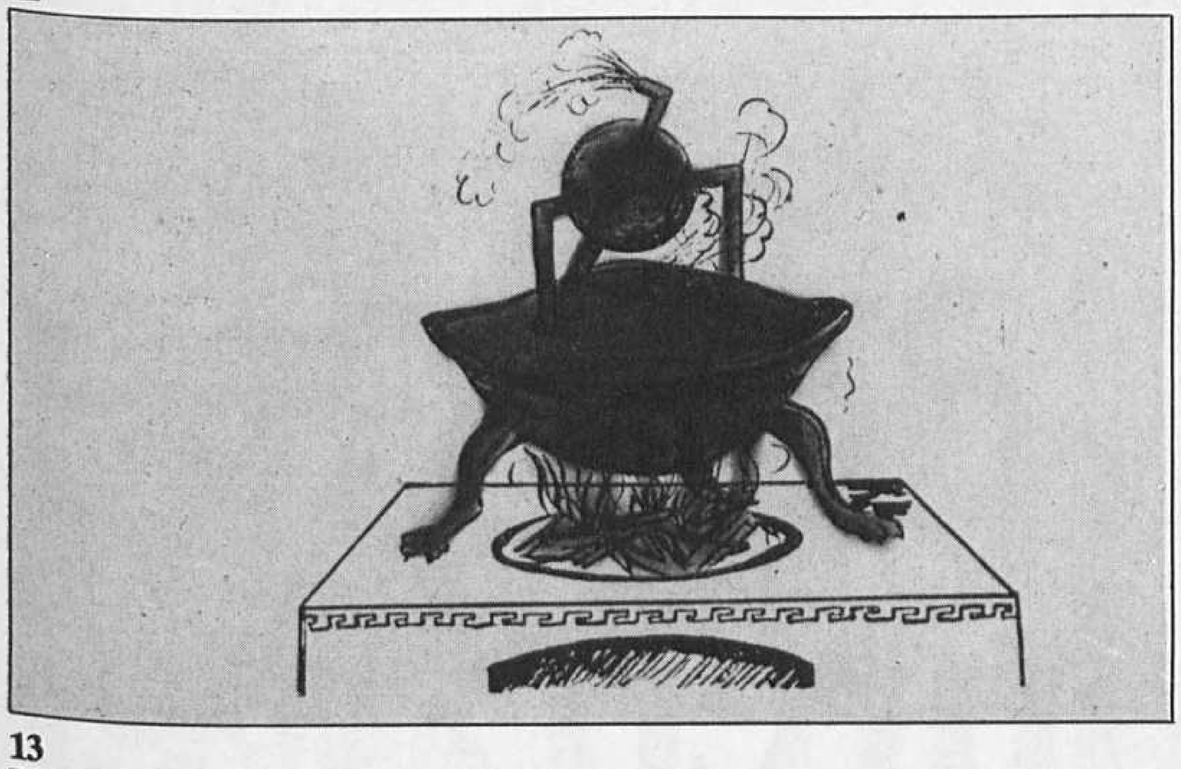
Antriebstechnik

Ende des vergangenen Jahrhunderts konnte *Herrmann Ganswindt* noch behaupten, daß nach dem Rückstoßprinzip arbeitende Raketen nur durch den Ausstoß von festen Partikeln beschleunigt werden könnten. Dabei hätte man ihn durch Hinweise auf die Kugel des *Heron von Alexandrien* (etwa 1. Jahrhundert n. Chr.) (Bild 12), die mit Wasserdampf arbeitete und kultischen Zwecken diente, bereits vom Gegenteil überzeugen können. Auch Vorbilder aus der Natur zeigen, daß verschiedene Tiere zur Fortbewegung das Rückstoßprinzip verwenden, zum Beispiel durch periodisches Aufnehmen und Ausstoßen von Masse entgegen der Fortbewegungsrichtung mit Hilfe einer rhythmischen Kontraktion der Muskulatur. Quallen und Medusen, der Sargasso-Fisch, der Krake und der Tintenfisch bewegen sich im Wasser durch Rückstoß fort. Die Esels- oder auch Spritzgurke, die im südlichen Europa an dürren und steinigen Orten wächst, hat die Eigenschaft, nach der Reife ihren Samen in einer wäßrigen Lösung unter Druck auszuspritzen. Das Prinzip der Spraydose ist hier bereits seit Jahrtausenden verwirklicht.

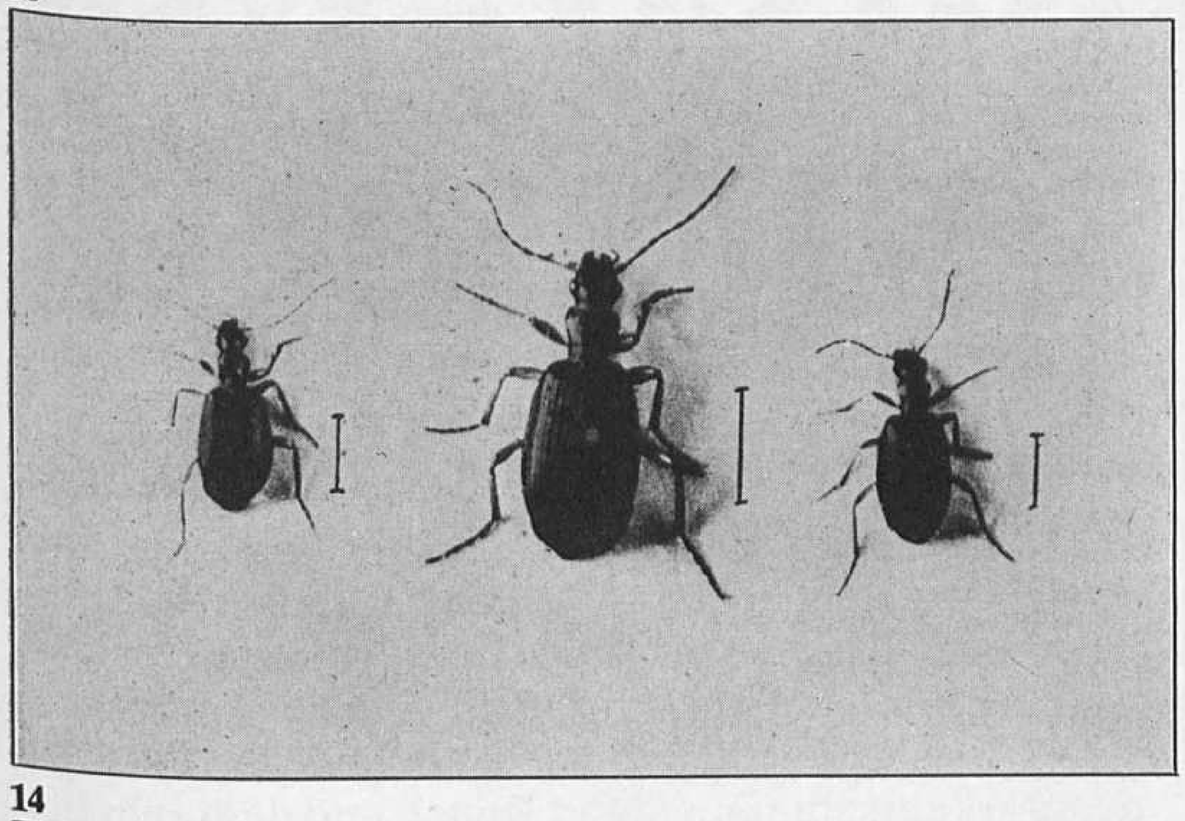
Die gezeigten Rückstoßantriebe sind hydromechanischer Art. Es liegt nahe zu fragen, ob die Natur auch thermische Rückstoßantriebe hervorgebracht hat. In der Tat verwendet der Bombardierkäfer das thermische Raketenprinzip. Bild 13 zeigt einige Exemplare dieses Käfers, Bild 14 seinen Schießmechanismus, der alle Merkmale einer H_2O_2-Rakete besitzt. Der Bombardierkäfer produziert in seinem Körper H_2O_2 von einer etwa 30%igen Konzentration, dazu Hydrochinon und Tolohydrochinon. Dieses Gemisch speichert er in einer Blase, die durch eine Ventilklappe von der Chitinkapsel, der eigentlichen Reaktionskammer, abgeschlossen ist. Die Öffnung der Chitinkammer spielt die Rolle der Expansionsdüse. Bei herannahender Gefahr richtet der Käfer diese Öffnung, die er über einen Winkel von 180° schwenken kann, auf seinen Feind und preßt einen Teil des Treibstoffgemisches in die Chitinkapsel, wo es durch ein zusätzliches Sekret zersetzt wird. Unter Schall- und Rauchentwicklung expandiert dieses Gas, wodurch der Feind erfolgreich abgewehrt wird. Der Käfer vermag diese Schüsse mehrmals zu tun, bevor sein Vorrat an H_2O_2 erschöpft ist. Den Techniker mag es nachdenklich stimmen, daß dieser Mechanismus mit seinen winzigen Abmessungen – die Sammelblase hat nur einen Inhalt von wenigen Milligramm – immer funktioniert, ohne daß Düsen verstopfen oder sonstige Förder- oder Steuerelemente versagen.

Divergierende Lösungen in Natur und Technik

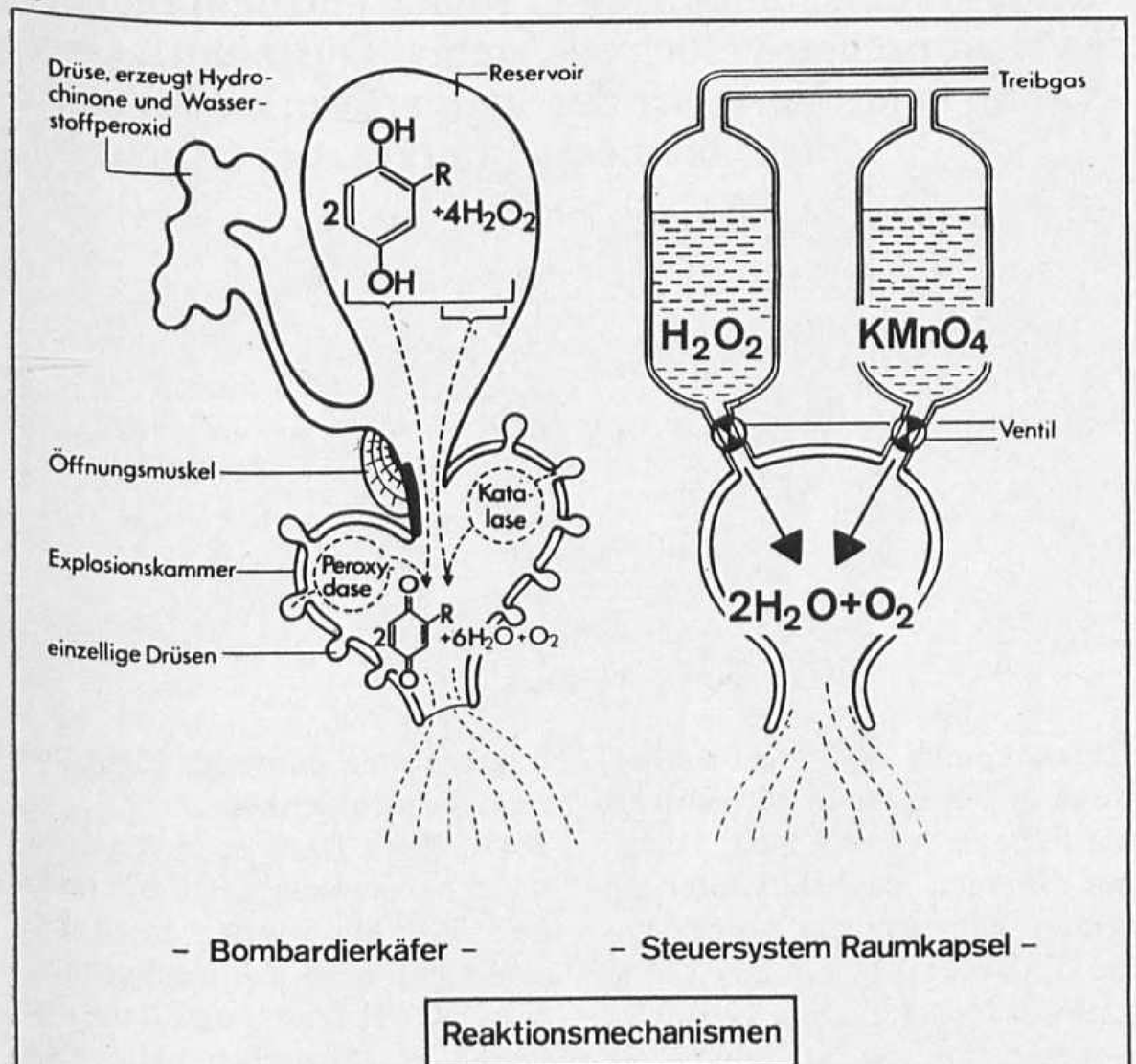
Trotz der großartigen Vorbilder der Natur hat der Mensch mit seiner Technik in bestimmten Bereichen Funktionen und Elemente



13



14



– Bombardierkäfer – – Steuersystem Raumkapsel –

Reaktionsmechanismen

10 Netz der Strahlenspinne. Nach Ellis.

11 Wie ein Spinnennetz entsteht.

12 Kugel des Heron.

13 Bombardierkäfer.

14 Schießmechanismus des Bombardierkäfers.

entwickelt, die in der organischen Natur nicht vorkommen. Ein Beispiel hierfür ist das Rad. Bei allen Lebewesen, die sich selbständig bewegen können, finden wir Glieder, die durch Gelenke miteinander verbunden sind. Der natürliche Zwang, die biologischen Glieder ständig über Adern, Nerven und Muskelstränge zu versorgen, setzt dem Aktionsradius der Gelenke Grenzen. Aus diesem Grunde konnte der Natur die kontinuierliche Rotationsbewegung des Rades nicht gelingen, denn das Problem der Versorgung eines unablässig drehenden Elements ist bei ihr nicht möglich. Der Mensch hingegen hat das Prinzip der kontinuierlich drehenden Bewegung technisch realisiert, ja sogar Lösungen gefunden für das Verlegen von Versorgungsleitungen in sich drehende Teile.

Der erwähnte rätselhafte Delphin hat neben seiner Ortungsfähigkeit und erstaunlichen Leistungen des Gehirns noch eine weitere hervorstechende Eigenschaft. Er kann trotz seiner recht rundlichen Gestalt ohne Anstrengungen sehr schnell schwimmen und erreicht Geschwindigkeiten von über 80 Kilometer je Stunde. Diese besondere Fähigkeit liegt in der Struktur seiner Haut begründet. Sie ist so aufgebaut, daß über zwei Drittel seiner Rumpflänge die laminare Grenzschicht erhalten wird. Das wird durch Schwingungen einer dünneren äußeren Haut erreicht, die durch eine flüssige Substanz von der inneren dickeren Haut getrennt ist. Es ist vorläufig keine technische Realisierung dieses Prinzips, z.B. für Schiffe, erkennbar. Sie würden weniger Reibungswiderstand verursachen und deshalb bei gleicher Antriebsleistung schneller sein. Beispiele aus der Verfahrenstechnik, der Optik und der Informationsspeicherung ließen sich in großer Anzahl fortsetzen.

Die Leistungen von Pflanze, Tier und Mensch auf dem Gebiet der Meßtechnik, der Regelmechanismen, der Miniaturisierung und der Zuverlässigkeit von Gesamtsystemen sind außerordentlich. Wir können unsere erreichten technischen Fähigkeiten sehr leicht messen, wenn wir uns klarmachen, wie schwierig die Nachbildung eines einzigen Bauelementes der Natur ist, z.B. einer Niere, einer Herzklappe oder einer Hand.

Schlußbemerkung

Zwischen den Vorbildern der Natur und den Leistungen der Technik ist ein prinzipieller Unterschied hervorzuheben:

Obwohl tiefgehende kybernetische Analogien zwischen Natur und Technik bestehen, beruhen die technischen Leistungen auf recht gut bekannten physikalisch-chemischen Elementarprozessen, während sich die Natur komplexer biochemischer Elementarprozesse bedient, die im allgemeinen noch nicht ausreichend verstanden werden und bisher kaum Eingang in die Technik gefunden haben.

An diesem prinzipiellen Unterschied dürfte es liegen, daß trotz hervorragender technischer Lösungen der Mensch in bestimmten Bereichen noch weit davon entfernt ist, an die Lösungen der Natur heranzukommen. Hierfür zwei Beispiele, für die noch nicht einmal der Anfang einer technischen Lösung abzusehen ist:

– Bis heute gibt es noch keine technischen Sensoren für das Riechen und Schmecken, vielleicht mit Ausnahme der Bestimmung des Säuregehaltes durch Messung des pH-Wertes.

– Wir sind noch weit entfernt von der technischen Erzeugung von »kaltem Licht«, einem Prozeß, der z. B. bei Leuchtkäfern und Tiefseefischen verwirklicht ist.

Nachdem die physikalischen Wissenschaften eine gewisse Sättigung erreicht haben, eröffnet sich für die biologischen Wissenschaften in der Zukunft ein weiter Horizont. Das veranlaßte *Carl Friedrich von Weizsäcker* zu der Aussage, daß, wenn man das 20. Jahrhundert als das Jahrhundert der Physik bezeichnen kann, die Biologie das kommende Jahrhundert beherrschen wird. Doch wird diese Aufgabe der Zukunft weder durch die Biologen allein noch durch die Ingenieure allein zu lösen sein. Es muß vielmehr zu einer engen Zusammenarbeit kommen, um die in der Natur vorhandenen Lösungen einschließlich der ihnen zugrunde liegenden Elementarprozesse zu erforschen, auf die Technik zu übertragen und dadurch der technischen Entwicklung neue Impulse zu geben.

Hans Straßl

Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte

Vom Fahrrad und seiner Geschichte

Zur Erinnerung an das erste Laufradrennen in München vor 150 Jahren eröffnete das Deutsche Museum eine Sonderausstellung zur Geschichte des Fahrrades. Sie wurde ausgerichtet von dem ehemaligen Direktor der Verkehrsabteilung Max Rauck und dem Inhaber des Historischen Velociped-Archivs Düsseldorf, Gerd Volke, beide Verfasser des Standardwerks, das unter dem Titel dieses Beitrags soeben erschien*

Reise- oder Fahrgastdraisine 1818, ein vierrädriges Laufrad, gebaut für »diejenigen, welche besser zu thun glauben statt eines Rades hinten (und vorne) zwei Räder nebeneinander anzubringen, um des Balancirens überhoben zu seyn, sich (dabei aber) gar sehr irren, denn wegen des dadurch entstehenden 2fachen Gleises, statt eines einfachen und mithin vermehrter Fiction, geht die Maschine dann natürlich weit schwerer, und verwickeln sich dabei die Füsse leicht mit den Hinterrädern«.

Fragt man nach den Ursachen für den großen Erfolg des Fahrrades gegenüber allen anderen muskelkraftbetriebenen Fahrzeugen, die schon entwickelt worden sind, dann zeigt sich, daß die Einspurigkeit das Entscheidende ist. Einem Zweirad mit hintereinander angeordneten Rädern genügt die schmalste Fahrbahn. Der Fahrer kann sich die besten Stellen einer mit Schlaglöchern und losen Steinen übersäten Straße aussuchen. Zwei Räder verursachen weniger Reibungswiderstand als vier, und die Lenkung ist wesentlich einfacher. Mehrspurige Fahrräder sind zwar immer wieder gebaut worden, aber nie in größeren Stückzahlen. Der Erfinder des lenkbaren Laufrades, Carl Friedrich Freiherr Drais von Sauerbronn (1785–1851), wußte wahrscheinlich selbst nicht genau, warum er mit seiner Laufmaschine so gut fahren konnte und nicht umfiel, wenn er bei längerer Bergabfahrt die Füße in der Luft hielt. Offenbar dachte er, daß der Läufer mit seinem Fahrzeug wie ein Seiltänzer Balance halten müsse. Deshalb besaßen alle seine Laufräder – man nannte sie Draisinen – ein Balancierbrett. Daß die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts bei großer Geschwindigkeit leichter ist, hatte er durch Versuche erfahren; daß dies jedoch mit der Kreiselwirkung des Vorderrades und dessen Lenkung zusammenhängt, das war ihm sicher unbekannt (vgl. Kultur & Technik 1/1977, S. 9). Trotzdem ist er unbestritten der Erfinder des Fahrrades, denn alle zuvor gebauten Muskelkraftwagen waren entweder mehrspurig oder nicht lenkbar.

1817 führte Drais seine Laufmaschinen erstmalig der Öffentlichkeit vor. Sie wurden rasch bekannt und auch bald nachgebaut. Die Zeit war reif für eine derartige Erfindung. Sicherlich hätte man Laufräder auch schon lange vor den ersten Eisenbahnen bauen können, wenn der Bedarf nach einem Individualverkehrsmittel dagewesen wäre. Bereits die römischen Wagenbauer fertigten hervorragende Pferdewagen. Cäsar überquerte die Alpen nicht weni-

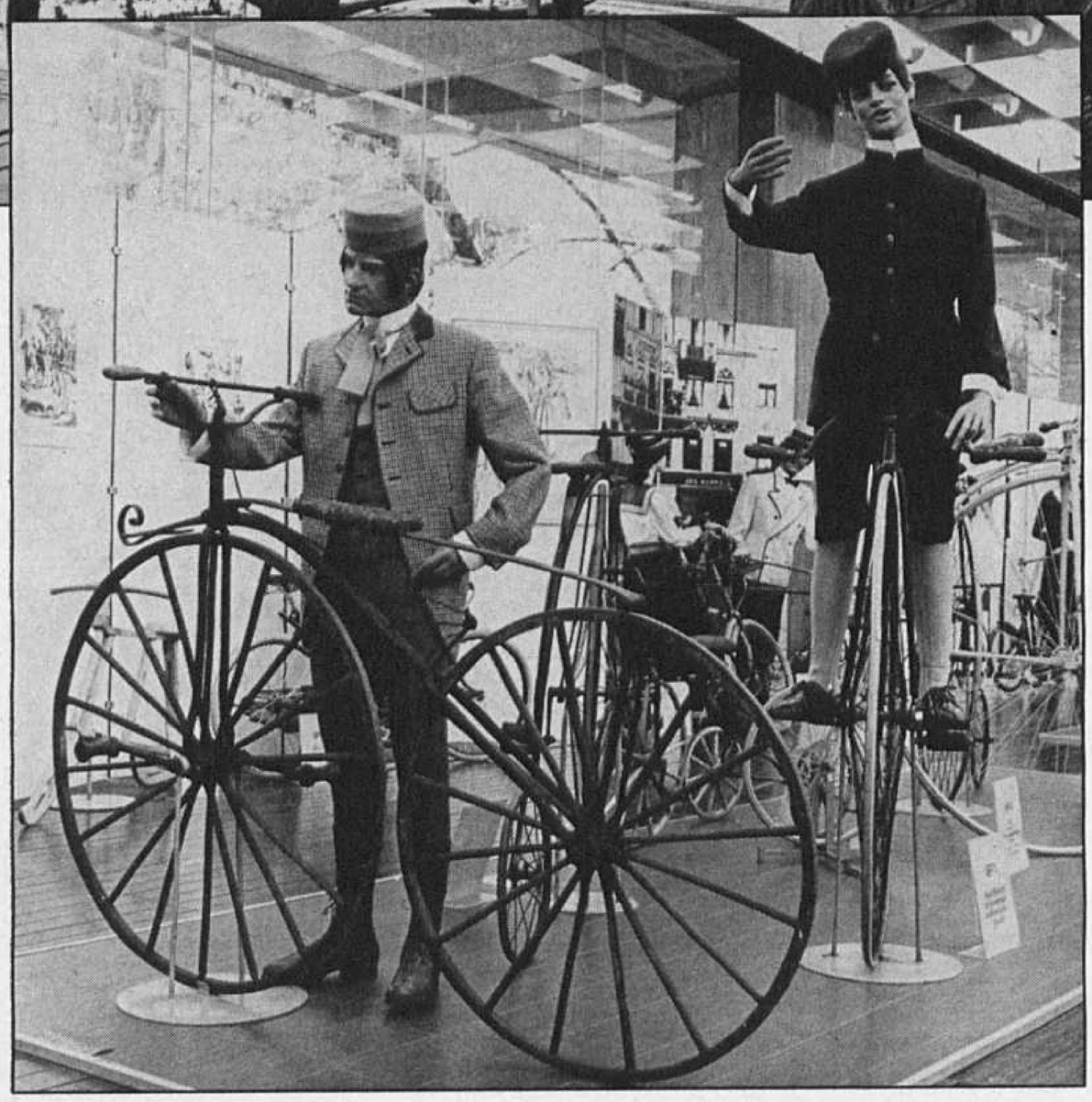
* Max J. B. Rauck, Gerd Volke, Felix R. Paturi: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte. Das Fahrrad und seine Geschichte. AT Verlag Aarau, Stuttgart, Wien.

Hölzernes Laufrad des Freiherrn Drais von Sauerbronn, gebaut im Jahre 1817.

Draisine sächsischer Herkunft, mit höhenverstellbarem Sitz, Baujahr 1820.

ger bequem als Goethe auf seiner Reise nach Italien. Die Straßen waren vor 2000 Jahren besser als vor 200 Jahren. Dennoch gab erst das 19. Jahrhundert den Velozipeden die Chance, *»gegen die Dienste eines guten Pferdes zu concuriren«. (Werbezettel von 1868, Inv.-Nr. 41560.)*

»Es vereinigt eben das Nützliche mit dem Angenehmen«, liest man in der Annonce, »denn auszerdem hat es noch viele unbestreitbare Vortheile, es stärkt durch einen regelmäßigen Gebrauch die Muskeln, giebt sowohl Biegsamkeit in den Gelenken als Elastizität in den Gliedern und vertreibt alle Anlage zur Gicht. Es ist deshalb an zu emphelen um sich eine sowohl angenehme als stärkende und gesunde gymnastische Bewegung zu verschaffen und wird aus diesem Grunde an allen Schulen Frankreichs angewandt.« »In Paris wird das Velocipede allgemein gebraucht; es bestehen daselbst sogar Velocipede-Clubs, die schon verschiedene Wettrennen abgehalten haben. Die Schnelligkeit der Velocipeden ist unbegreiflich . . .« Als am 13. Oktober 1979 auf einer



Boneshaker – Knochenschüttler – genanntes englisches Rad mit eisenbereiften Holzrädern. Gebaut 1869 in Coventry. Rechts ein frühes Hochrad (1871) aus Frankreich.

»Otto«-Sicherheits-Bicycle aus Birmingham, vor allem für Damen geeignet, die kein Hochrad fahren wollten.

Englisches Hochrad aus dem Jahre 1877 mit Vollgummibereifung und Vorderradbremse. Wegen des großen Raddurchmessers von 1,38 Metern kam der Fahrer pro Tritt aufs Pedal 2,17 Meter weit.

Zwei Herren des Radfahrervereins »Pfeil« mit ihrem amerikanischen Doppelfahrrad »Sociable« aus dem Jahre 1904. Auf der Standarte ist der früher übliche Radfahrergruß »All Heil« eingestickt.

Besonders leicht gebautes englisches Kriegsrad mit Hängemattensitz, 1893 von Dursley-Pedersen patentiert. Es wurde im Burenkrieg und im 1. Weltkrieg eingesetzt.

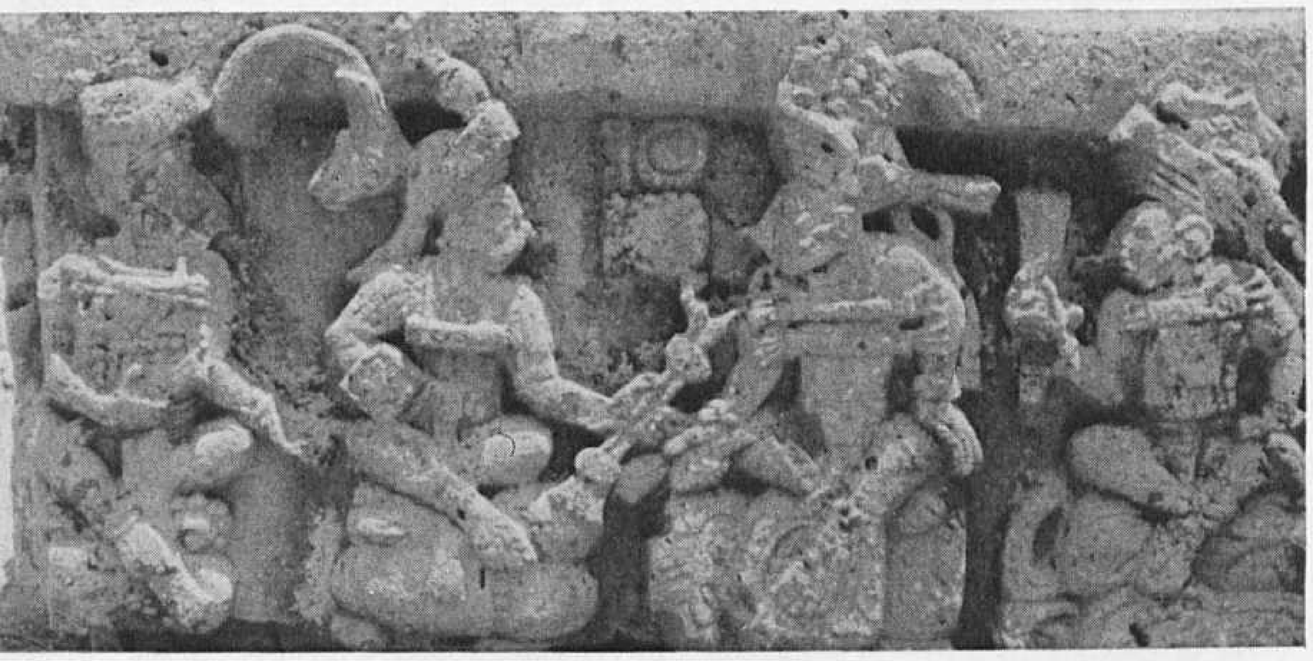
11 Kilometer langen Strecke durch den Englischen Garten das erste Münchener Radrennen wiederholt wurde, kamen die besten Teilnehmer mit Original-Velozipeden von 1865 auf eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 12 km/h. Die 40 Jahre älteren Laufräder erreichten nur 10 km/h und bewiesen damit, daß Drais in seiner Patentschrift leicht übertrieben hatte, als er behauptete: *»Auf der Ebene, bei trockenen Fußwegen... geht die Laufmaschine... wie ein Pferd im Galopp...«* Beim Münchener Rennen von 1829 vom *»Carolinen-Platze bis an die königl. Residenz Nymphenburg und wieder zurück«* kam der Sieger mit seiner *»weichselbraunen Draisine«* nur auf einen Schnitt von 8,6 km/h. Selbst moderne Nachbauten der Draisschen Laufmaschine mit kugelgelagerten, gummibereiften Rädern erreichen nur 15 km/h. Daran ist aber nicht das Laufrad, sondern die menschliche Anatomie schuld. Die kiloschweren Beine sind zwar sehr kräftig, lassen sich aber nicht beliebig schnell bewegen. Man benötigt eine Übersetzung, die Strampelarbeit in Weg umsetzt. Diese Erkenntnis führte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts zum Bau der verschiedensten Fußhebel und Tretkurbelfahrräder. Allen gemeinsam war das Bestreben, mit einem Fußtritt wenigstens 1,5 Meter weit zu fahren. Wollte man noch weiter kommen, dann mußte der Raddurchmesser

vergrößert werden. Das Hochrad entstand. Von Jahr zu Jahr wurde es höher und schneller, aber auch gefährlicher. Fahrverbote und tödliche Kopfstürze erzwangen eine neue Lösung: den Kettenantrieb. Zuerst wirkte er auf das Vorderrad und ab 1880 auf das Hinterrad. Nun konnten die Räder wieder kleiner und damit sicherer werden. Man nannte sie »Safety« oder »Niederrad«. Sie besaßen zwar noch keinen Freilauf und auch keine Rücktrittbremse, unterschieden sich aber ansonsten kaum vom heutigen Fahrrad.

Trotz aller Versuche mit Hebel- und Kardanantrieben ist man Tretkurbel und Kette treu geblieben. Selbst der Wunsch nach einer Gangschaltung, mit der man die Übersetzung von Pedalumdrehungen in Radumdrehungen je nach Fahrwiderstand oder nach Lust und Laune verändern kann, läßt sich beim Kettenantrieb am leichtesten verwirklichen. Bis zu 12 Gänge benutzen Rennradfahrer heute, und sie strampeln bei 50 km/h nicht schneller als einst die Fahrer der Velozipede.

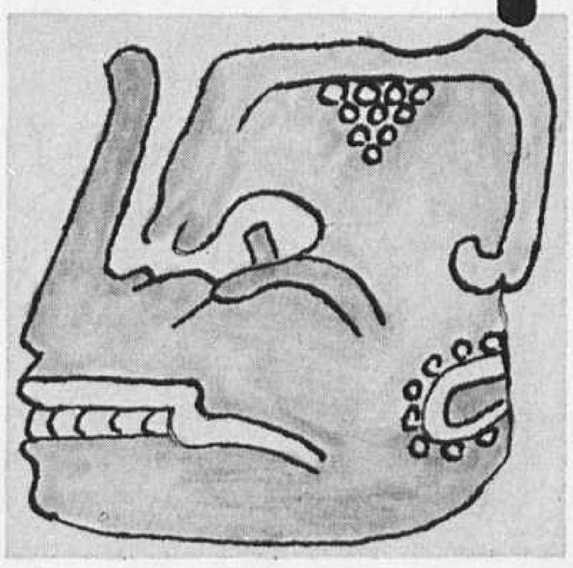
Damen-Tourenrad der deutschen Firma NATIONAL von 1910. Der Antrieb erfolgte durch Winkelhebel über Lederzüge. Als Beleuchtung diente eine Karbidlampe (unten).

Erstes Faltrad von 1896. Es konnte bei der Durchquerung unwegsamen Geländes auf dem Rücken getragen werden. Als Klapprad für den Autokofferraum kam es in den 60er Jahren wieder in Mode.



Der Astronomenkongreß in Copan. Vier Himmelskundige aus dem Mayareich diskutieren über ihre astronomischen Beobachtungen.

Maya-Astronomen trafen sich in Copan



Rolf Müller

Jahrzehntelang bemühten sich die Mayaforscher und Astronomen mit gutem Erfolg um die Entzifferung der Maya-Hieroglyphen, die, so glaubte man bisher, ausschließlich als astronomische und kalendarische Daten zu deuten sind. Man hat in den letzten Jahren jedoch mit bewundernswertem Fleiß zum Teil wenigstens auch den Sinn und den Wortlaut mancher Hieroglyphen entziffert. So hat man die Glyphen der Embleme – nennen wir sie »Stadtwappen« – von 9 Kulturzentren herausgefunden, von denen wir hier das Zeichen Copan aufzeigen.

Copan, die Stadt

Copan wird erstmals in einem spanischen Bericht aus dem Jahre 1576 erwähnt. Er lagerte in den Archiven von Madrid und fand keine Beachtung. Jahrzehntelang hörte man nichts von den Ruinen, bis dann erst 1835 ein gewisser Juan Galindo von der »zauberhaften Stadt im Dschungel« schwärmt. Doch hielt man seine Erzählung von prächtigen Tempeln und reich verzierten Steinstelen, die hier einen Dornröschenschlaf halten sollten, für ein Märchen.

John L. Stephens entdeckt Copan

Nur ein Mann, John L. Stephens, ein Weltreisender, Archäologe aus Passion und Schriftsteller, glaubte an die zauberhaften Berichte. Jedenfalls ließ ihn der Gedanke nicht los: Ich muß dieses im Urwald versteckte Copan suchen. Von New York zog er im Jahre 1839 mit seinem Freund Frederick Catherwood, einem hochtalentierten Maler, zu seiner abenteuerlichen Reise aus. Unter schwierigsten Umständen, geplagt vom Fieber und belästigt durch unfreundliche Eingeborene, drangen die beiden Forscher bis zum Rio Copan vor. Die Indianer verwehrten ihnen zunächst den Zutritt zur Stadt jenseits des Flusses. Doch als Stephens einem gewissen Don José Maria 50 Dollar als Kaufpreis für das Ruinenfeld anbot, war der Weg, den sich die Forscher mit einem Trupp Eingeborener mit der Machete bahnen mußten, frei. Daß es zu dieser schnellen Einigung kam, war, wie Stephens schreibt, »lediglich dem Umstand zuzuschreiben, daß mich Don José für einen Idioten hielt«. »Hätte ich mehr geboten, würde ich in seinem Ansehen noch übler dagestanden haben.«

Stephens' Buch »Reisen in Zentralamerika und Yukatan« mit den wunderbaren, für die Archäologen so wertvollen Zeichnungen seines Freundes Catherwood wurde seinerzeit (1841) ein Bestseller. »Ich stieß da plötzlich«, schreibt Stephens, »auf neuen Boden Amerikas. Die Historiker sagen uns, dieses Land sei nur von Wilden bevölkert. Aber niemals können solche Bauten von Wilden errichtet werden, niemals haben Wilde diese Steine schleifen und beschriften können. All diese so lebendigen Schmuckstücke, die jetzt überwuchert sind, breiten Schönheit und Ruhm aus, der so lange versteckt blieb. Kein Mensch weiß von diesen Herrlichkeiten und den mehr als 2500 Inschriften.«

Dies schrieb Stephens vor etwa 140 Jahren, und die Erforschung der Ruinen erweckte in ihm unbeschreibliches Interesse, handelte es sich doch, wie er schrieb, um ein neues Terrain, über das es noch keinen Reiseführer gab. Stephens und Catherwood kommt das große Verdienst zu, mehr als einen Reiseführer, nämlich den ersten wissenschaftlichen Bericht geschrieben zu haben. Durch die minuziösen Zeichnungen des Künstlers erwecken sie bis auf den heutigen Tag höchste Bewunderung. Mit welchen Schwierigkeiten die beiden Männer bei der Durchforschung und Vermessung von Copan zu kämpfen hatten, ist ein Ruhmesblatt der Archäologie: Es galt ja zunächst einmal Wege durch das Waldgestrüpp mit der Machete zu schlagen, dann die Hänge der zerfallenen Pyramiden zu erklettern, Stufen auszumessen. Und das alles mit mangelhaften Werkzeugen und wenig tatkräftigen Hilfskräften. Die Leute in Copan verstanden überhaupt nicht den Sinn des Unternehmens und hielten die Forscher für Magier, die nach versteckten Schät-

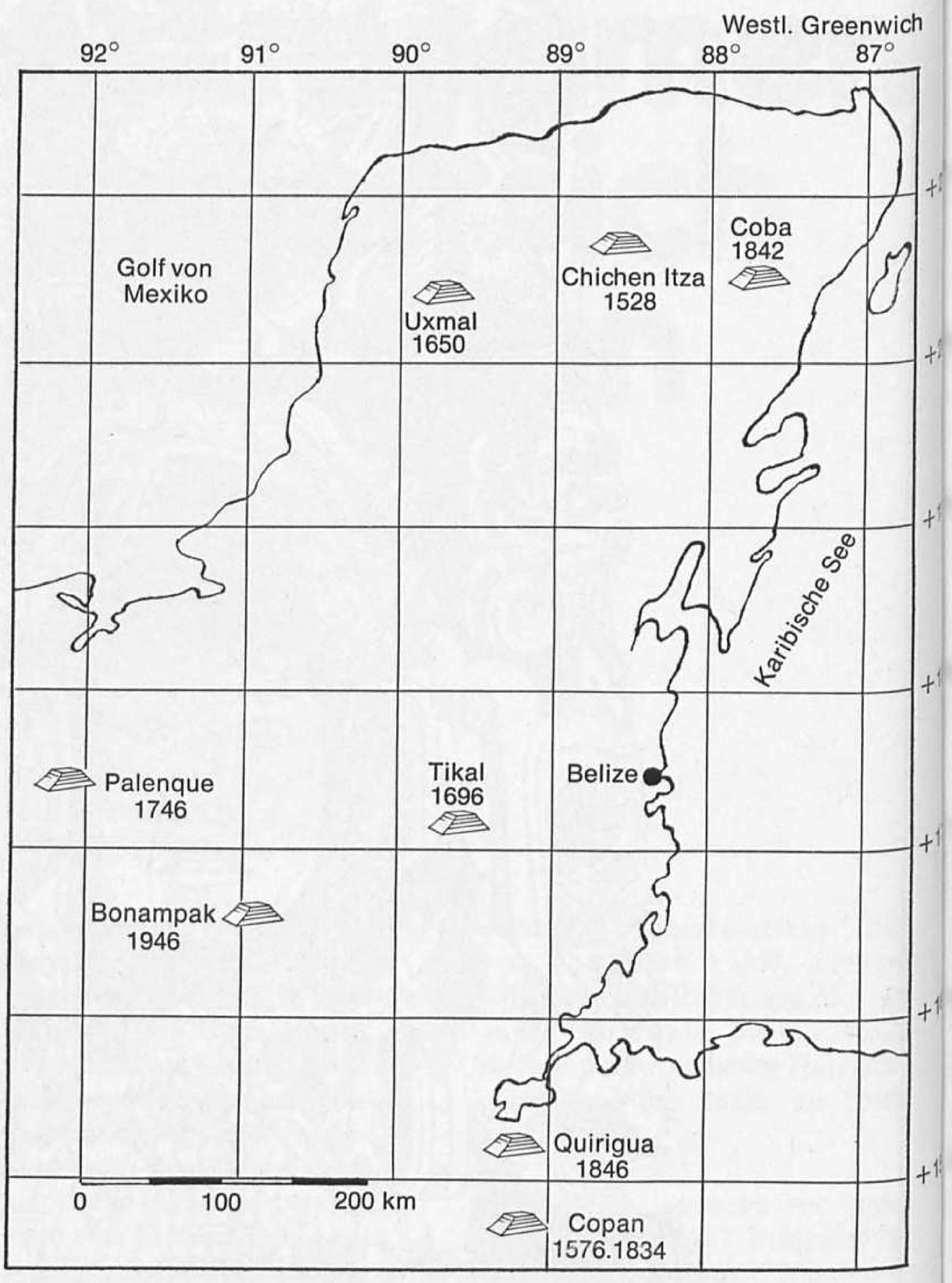
Reich verzierte Steinstatuen auf der »Plaza« von Copan. Die Inschriften geben für die obere Stele die Datierung 731 n. Chr.; die untere wurde 782 n. Chr. errichtet (oben).

Die aus dem Jahre 1839 stammende Zeichnung des Malers Catherwood ist durch die meisterhafte Darstellung der Einzelheiten für die Mayaforscher überaus wertvoll geworden (links).

zen spürten. Über die Entdeckung einer der schönsten Statuen schreibt Stephens folgendes: »Die Indianer gruben ringsherum die Erde fort, bis ein Teil der Statue freilag. Ich war ganz aufgeregt vor Erwartung, während die Indianer weitergruben, kamen nacheinander ein Auge, ein Ohr, ein Fuß und eine Hand ans Tageslicht. Die Schönheit der Statue, die tiefe Stille des Waldes, die nur von herumkletternden Affen und plappernden Papageien unterbrochen wurde, und die geheimnisvolle unberührte Einsamkeit des Ortes machten noch einen tieferen Eindruck auf mich als die Ruinen der Alten Welt. Bei unserer Rückkehr konnten wir Catherwood erzählen, daß wir ungefähr fünfzig Gegenstände für ihn zum Zeichnen gefunden hatten.«

Acht berühmte Ruinenstädte umgrenzen ungefähr das große Mayareich. Jahreszahlen = Daten der Entdeckung.

Unten: Der älteste Plan der Ruinen von Copan, den der Archäologe Stephens im Jahre 1841 veröffentlichte.



Der Zauber, der über dem Ruinenfeld liegt, ist heute der gleiche, aber das Bild ist anders. Die »Nationale Archäologische Zone von Copan« präsentiert sich dem Besucher als ein bewachter und gepflegter Naturpark, dessen kleines Museum besonders wertvolle Funde birgt. Die umfangreichen und langjährigen Ausgrabungen und Rekonstruktionen wurden mit Unterstützung der Regierung von Honduras vom Carnegie Institut in Washington 1935 begonnen und 1947 im wesentlichen abgeschlossen.

Die Astronomen des Mayareiches tagten in Copan

In den zahlreichen Hieroglyphen von Copan, die sich auf himmelskundliche Daten beziehen, fand man Hinweise, daß hier in Copan die Priesterastronomen aus allen größeren Kulturzentren zusammenkamen. Ein kundiger Führer führt uns zu einem steinernen Altar, der uns von einem solchen »Astronomenkongreß« erzählt: Der viereckige Gedenkstein – es mag auch ein Altar gewesen sein – ist abgesehen von seiner unvergleichbar schönen Skulptur eines der interessantesten Monumente Copans. Auf der Oberfläche des Steinblockes sind 36 Datums-Hieroglyphen eingemeißelt, deren Lesung uns berichtet, daß der Gedenkstein im Jahre 776 n. Chr. errichtet wurde[1].

Auf den 4 Seitenflächen – sie messen 1,42 m und sind 74 cm hoch – sind vier menschliche Gestalten tief eingraviert, die mit gekreuzten Beinen auf bequemen »Polstern« sitzen. Die auf ihrer Brust eingemeißelten Hieroglyphen-Täfelchen zeigen an, aus welchen Kultzentren des Mayareiches die Gelehrten in Copan zum Kongreß zusammenkamen. Die Darstellung spricht von einem regen Gedankenaustausch; in den Händen halten sie Buchrollen und auch Visierstäbe. Mitten im Bild über ihnen scheint die Sonne, von der ein Kranz von 13 Perlen als Symbol der heiligen Kalenderzahl dreizehn herabhängt.

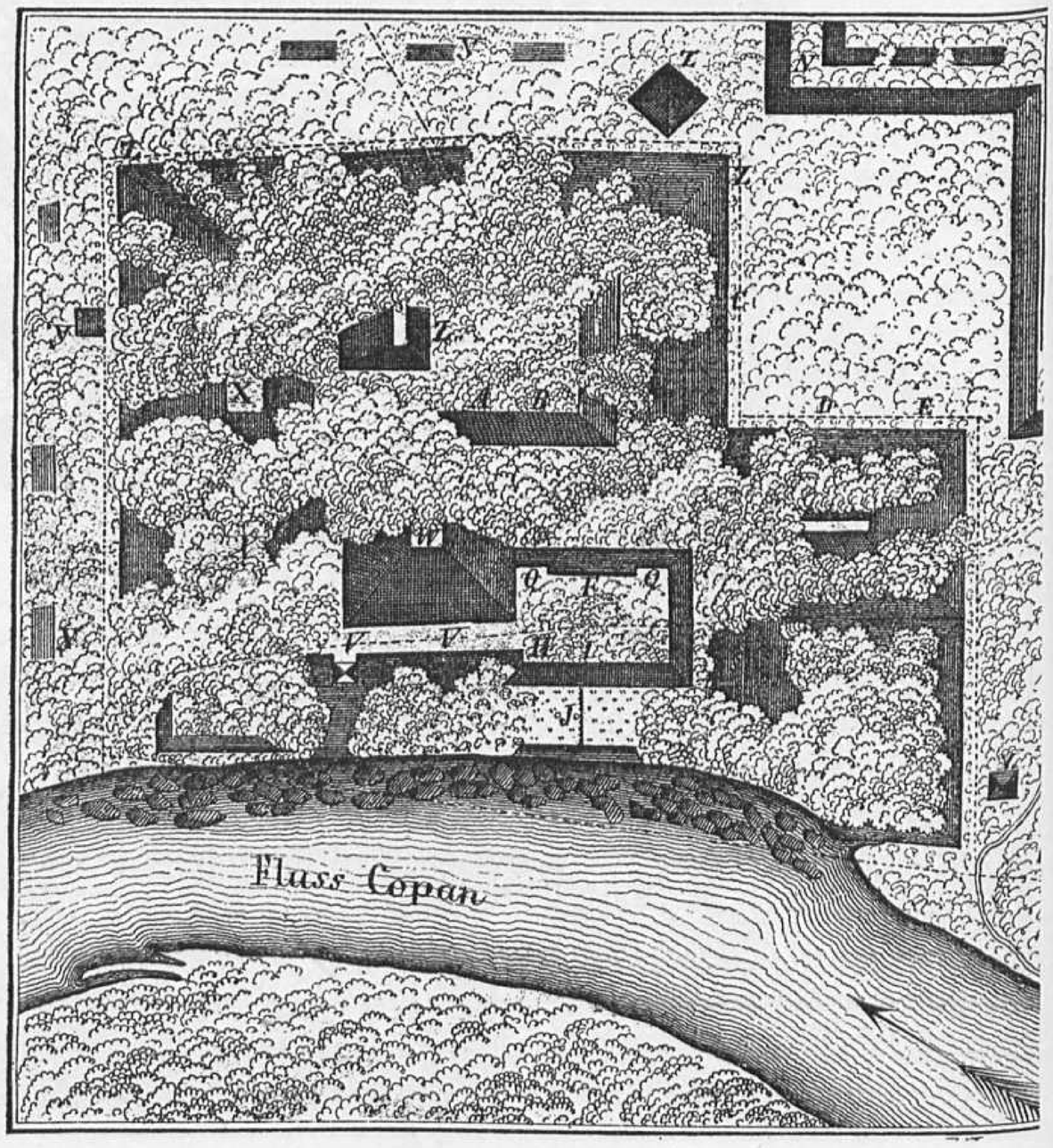
Eine besonders eigenartige Gravur findet man auf der Rückseite des steinernen Blockes: Hier blikken die 4 Priesterastronomen wie fasziniert alle in die gleiche Himmelsrichtung, in der bestimmt ein göttliches Gestirn sich am Horizont erhebt. Copan war nicht nur eine Ausbildungsstätte der Mayaastronomen, sondern man diskutierte hier über den Kalender und vor allen Dingen auch über die Bewegung von Sonne und Mond und ihre Beziehung zum Kalender sowie über das Zustandekommen von Sonnen- und Mondfinsternissen.

Wie kam es zum Namen Copan?

Die meisten der Mayastädte erhielten ihren Namen von den spanischen Eroberern, die unter Führung von Hernán Cortés in der Nähe des heutigen Veracruz an Land gingen und von hier aus im Jahre 1519 in die Gebiete Mexikos vorstießen, die kein Europäer je betreten hatte. Doch im Fall Copan scheint dies anders gewesen zu sein. Vermutlich stammt der Name, für dessen sprachlichen Ursprung es keine Erklärung gibt, von dem Indianer Heros Copán-Calel ab. Er war der Fürst und Gebieter dieses Landstriches und leistete, wie überliefert ist, mit seinem Kriegsheer den spanischen Usurpatoren erbitterten Widerstand.

Die Treppe der 2500 Inschriften

Copan mit seinen Tempelbauten und Dutzenden von beschrifteten Statuen oder Altären ist eine Reise wert. Wir haben zwar fast jede einzelne von ihnen besucht, doch wir können sie nicht alle beschreiben. Nur vor einem Gebäude müssen wir unbedingt länger verweilen: Es ist die »Treppe der Inschriften«! Ein großartiges Denkmal, auf das eine steile Freitreppe mit 63 Stufen führt. Sie zeigte wohl einst den Priestern als Himmelstreppe den Weg zu den Göttern. In die etwa 9 Meter breiten Stufen sind 2500 Hieroglyphen eingemeißelt. Wie glücklich könn-



[1]Die Zeiten, die wir auf den Säulen zu lesen vermögen, sind noch umstritten. Ich folge hier der heute zumeist in der amerikanischen Literatur gebräuchlichen Umrechnungsformel von Mayadaten in unseren Kalender, obwohl ich ihr keineswegs absolut zustimme.

Die Treppe der Inschriften.

In zerfallenen und noch nicht rekonstruierten Bauten in Copan haben wieder Bäume Fuß gefaßt.

ten wir sein, wenn sie zu uns sprächen, um mehr von der Geschichte aus der klassischen Zeit des Mayavolkes, von seiner Religion, von der astrologischen Deutung der Gestirne oder dem Wirken und Leben ihrer Führer zu erfahren. Doch bis heute können wir nur 29 Daten lesen, aus denen hervorgeht, daß das älteste Datum aus dem Jahre 544 stammt, und die letzte Datierung das Jahr 744 verzeichnet.

Versunkene Kultur

Die Glanzzeit der Metropole von Copan läßt sich aus der Zahlenlesung der Hieroglyphen ableiten, die in Mayaschreibweise lauten: Ältestes Datum: 9.1. 10.0. 0.; letztes Datum: 9.18. 10.0. 0., was nach der zur Zeit gebräuchlichen Umrechnungsformel den Jahren 465 n. Chr. und 809 n. Chr. entspricht. Vermutlich dauerte die Glanzzeit der hohen kulturellen Entwicklung nicht nur in Copan, sondern im ganzen Mayareich rund 500 Jahre.

Und nun geschieht etwas Rätselhaftes: Mit einem Schlag versinkt die hohe Kultur im Dunkel der Geschichte. Im fortschreitenden Aufbau werden ganz plötzlich die Ruinen verlassen. Kein Meißelschlag erklingt mehr, und der Dschungel tritt seine Herrschaft an, dessen Wurzeln im Gestein der Paläste sich mehr und mehr Platz schaffen. Versteckt halten die Tempel und Pyramiden einen Dornröschenschlaf, aus dem sie erst im letzten Jahrhundert durch die Spaten der Archäologen und den Fleiß der Inschriftenleser wiedererweckt werden.

Was war geschehen? Das Rätsel um dieses Sterben der Kultur ist bis auf den heutigen Tag nicht geklärt. Hat ein Klimaeinbruch, ein schrecklicher Hurrikan, eine Seuche oder ein verheerender kriegerischer Überfall das kulturelle Leben in den Städten ausgelöscht? Oder kam es zu einer blutigen Revolution des zu sehr in Fron geknechteten Volkes gegen die kleine Kaste der Machthaber und Priester, die man im Blutrausch tötete? Zogen sich dann führerlos die Menschen in die Wälder zurück, weil sie, wieder zu Sinnen gekommen, den Zorn der Götter fürchteten?

Wir wissen es nicht! Fragezeichen und Spekulationen, die man nicht beantworten kann. Vielleicht – so scheint es mir – ist die zuletzt genannte Theorie die richtige?

Die Sonnenuhr von Copan

Fünfhundert Jahre kultureller Entwicklung sind eine verhältnismäßig lange Zeit, in der von Generation zu Generation Wissenschaft, Forschung und Kunst sich zu immer höherer Blüte entwikkeln konnten. Zahl und Kalender, dessen Grundlage die Beobachtung der Gestirne bildete, beherrschten bei den Mayas im hohen Maße alles Denken der Gelehrten und ihrer Schüler. Überall – und besonders in Copan – strebten die Studenten danach, tüchtige Astronomen zu werden – weil der Kalender es befahl, weil der von den Göttern bestimmte Lauf der Gestirne die Geschicke des Menschen leitete, und weil das Volk wissen mußte, wann man den Mais pflanzen mußte oder das Stroh verbrennen sollte.

Man hat außerhalb der Stadt eine einfache, doch sehr genau arbeitende Kalenderanlage – nennen wir sie Sonnenjahresuhr – aufgebaut. Sie bestand aus einem Beobachtungsstand und einem Visierpfeiler, die im archäologischen Plan als Stele 12 und 10 bezeichnet sind. Der Beobachter stand am Pfeiler der kleinen Plattform; sein Blick schweifte nach Westen über das fruchtbare Tal von Copan hin. Die Richtung zur Visur fern am Horizont ist genau vermessen. Man kann danach rückrechnen, daß der Beobachter am 12. April und am 1. September die Sonne mitten im Pfeiler 10 versinken sah. Der 12. April war der Tag des Maisgottes Yuam Kaax, ein großer Festtag, der mit feierlicher Zeremonie begangen wurde. Überall qualmte dann der Rauch der Maisstrohfeuer zum Himmel empor, ähnlich wie die Herdfeuer, die man an Peter und Paul in Oberbayern auf den Höfen entzündet.

Man hat daher vermutet, daß die Priester-Astronomen die Aufgabe hatten, mit Hilfe der Visieranlage diesen bedeutungsvollen Feiertag des Maisgottes zu bestimmen. Ich halte dies für sehr wohl möglich. Doch mit der Sonnenuhr ließ sich auch die wichtige Frage nach Jahreslänge und Schalttagen beantworten, die die Wissenschaftler in Copan sehr beschäftigte. Allein die Tatsache, daß man nicht in der Stadt selbst beobachtete, sondern außerhalb von Hügeln sich eine so lange Strecke von gut 6,5 Kilometern zwischen den beiden Perl-Pfeilern absteckte, spricht dafür, daß es um Genauigkeit ging.

Ich mache mir folgende Gedanken dazu: Zweimal im Mayajahr, das man Haab nannte, versank die Sonne mitten im Zielstein[2]. Doch diese Aussage ist nicht ganz richtig, denn die Erde benötigt für einen Jahreslauf um die Sonne nicht 365 Tage, sondern genau 365 Tage, 5 Stunden, 48 Minuten und 46 Sekunden = 365,2422 Tage.

Was hat dies für einen Beobachter am Altar 12 zu bedeuten? Nun, nach 365 Tagen, also 1 Jahr später, steht die Sonne bei ihrem Untergang nicht mehr genau mit-

Der Maisgott Yuam Kaax mit Hieroglyphen. Nach einer Künstlerkarte, Galeria Panajachel, Guatemala.

[2]Das Mayajahr bestand aus 18 Monaten zu 20 = 360 Tagen, wozu noch 5 »Unglückstage« hinzukamen.

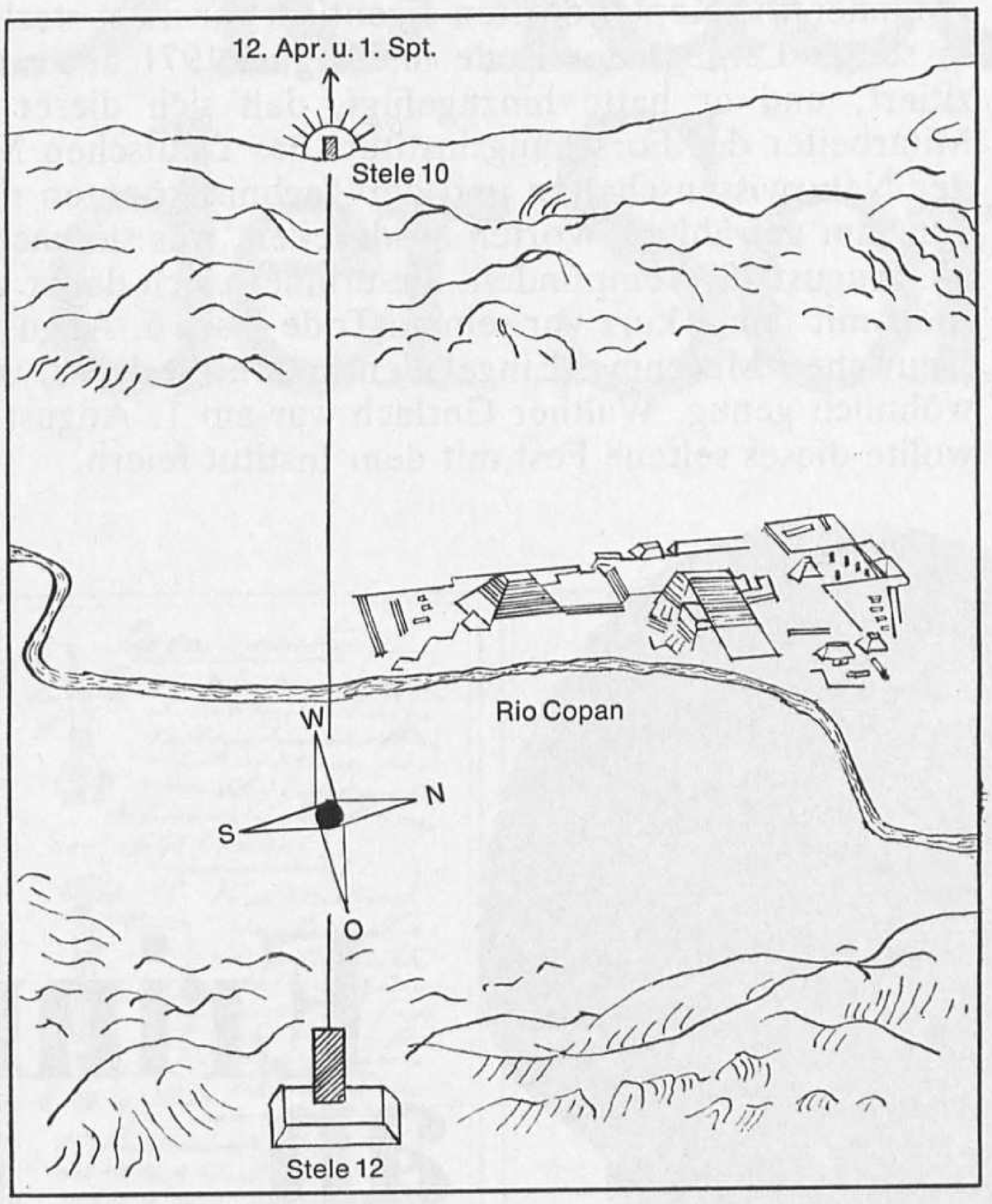
ten im Pfeiler 10. Die Abweichung ist winzig, immerhin für einen erfahrenen Beobachter bemerkbar. Diese Abweichung läuft nun Jahr um Jahr auf. So kommt es, daß nach 4 Mayajahren das Tagesgestirn sich bereits um etwa eine Sonnenscheibenbreite vom Zielstein entfernt hat. Mit anderen Worten: Die Festtage verrutschen, und man bekam wieder Ordnung in den Kalender, wenn man schaltete, d. h. alle 4 Jahre ein Jahr mit 366 Tagen einschob. Bildlich genommen »springt« dann die Sonne wieder in den Zielstein zurück.

Ich glaube, der »diensthabende« Beobachter bediente sich nicht nur der Augenbeobachtung, sondern nahm auch »Meßinstrumente« zu Hilfe. Man hat sehr eindrucksvolle Abbildungen solcher »Observatorien«, wie sie die Archäologen nennen, in den Buchrollen der Mayas gefunden. Solche Instrumente hatten natürlich nichts mit den Fernrohren in unserem Sinne zu tun. Die Mayas benutzten vielmehr Visierstäbe verschiedener Art: Da sitzt zum Beispiel ein Himmelskundiger, von dem man nur sein Auge sieht, in seinem Observatorium und peilt durch zwei gekreuzte Stäbe ein Gestirn am Himmelsrand an. Zuweilen benutzte man auch Visierstäbe, die der Beobachter in den Händen hielt.

Genauer geht es kaum noch! (Die Mondformel)

In Copan wie auch in anderen Kultstätten der Mayas, war man bemüht, die Länge eines Monats sehr genau zu ermitteln. Der Monat wird dabei als das Zeitintervall angesehen, das zwischen 2 gleichen Phasen des Mondes vergeht – also etwa von Vollmond zu Vollmond oder von Neumond zu Neumond.

Ebenso wie die Babylonier, Israeliten, Griechen und andere Völker ging man beobachtungsmäßig so vor, das erste Sichtbarwerden der jungen, schmalen Mondsichel tief am Abendhimmel zu beobachten. Diese Phase im Mondmonat wird allgemein als »Neulicht« bezeichnet. Ein Mondumlauf war somit durch die Zeit bestimmt, die zwischen 2 aufeinanderfolgenden Neulichtern vergangen war.



Blick auf das Tal von Copan, in dem man eine 6 ½ Kilometer lange Sonnenvisur entdeckte.

Nach Zeichnung von S. G. Morley, einem der unermüdlichsten Mayaforscher (1883-1948).

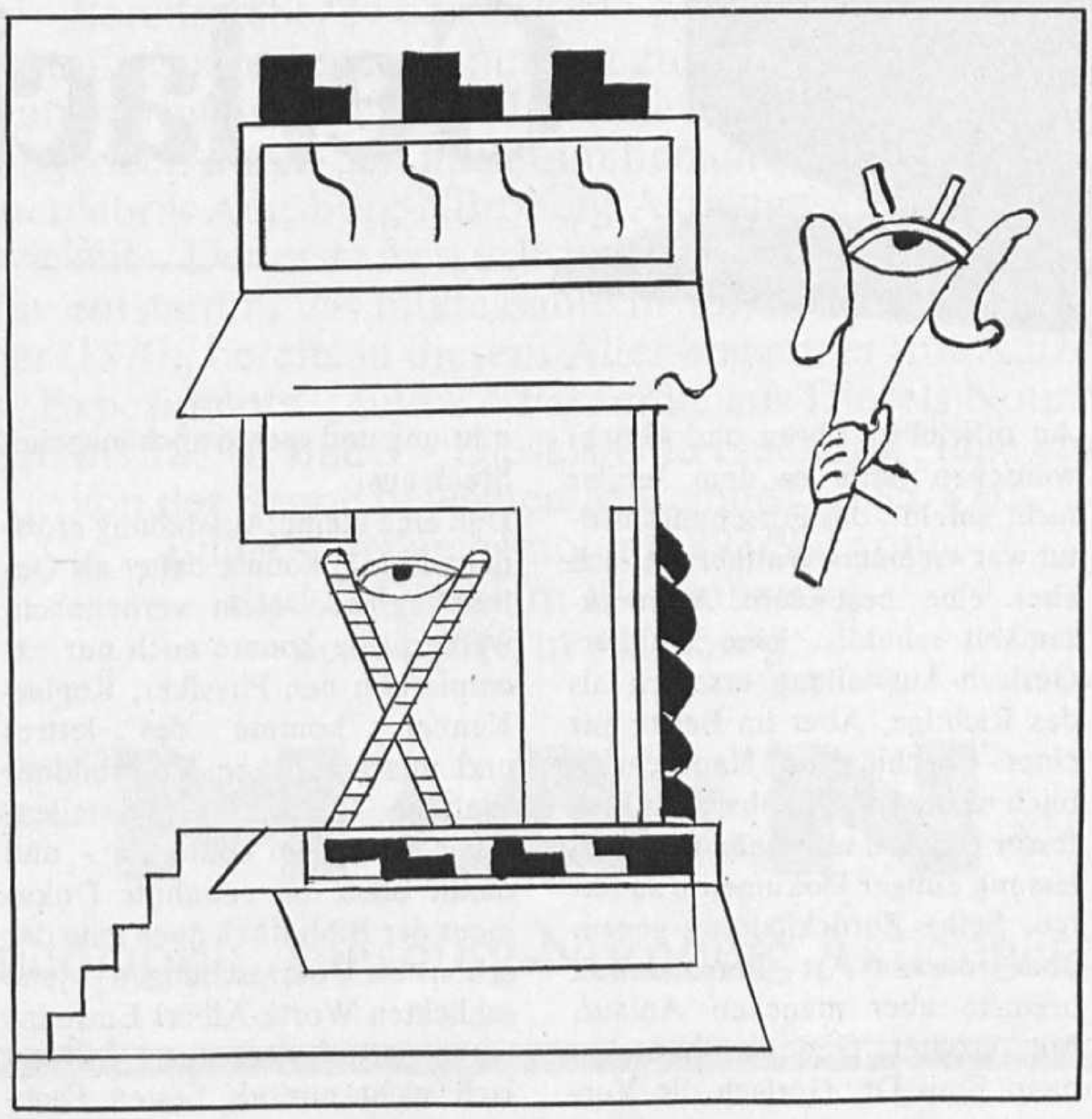
Man hat sich in Copan jahrzehntelang mit derartigen Neulichtbeobachtungen beschäftigt und schließlich in den Hieroglyphen die geradezu sensationelle Mondformel bekanntgegeben, wonach 149 Umläufe des Mondes (Monate) = 4400 Tage lang sind. Dies kommt dem wahren Wert verblüffend nahe, es sind nämlich tatsächlich 149 mittlere Mondumläufe = 4400,058 Tage! Die Gelehrten in der Mayastadt Palenque rechneten mit einer anderen Mondformel, sie fanden die Beziehung:

405 Monate (Lunationen) = 11960 Tage, während in Wirklichkeit 405 Lunationen (Monate) = 11959,89 Tage sind.

Wir wollen diese beachtenswerten und bewundernswerten Ergebnisse noch einmal anders aufzeigen: Die Länge der Lunation (Mondmonat) beträgt:

Mayaort	Tage	Std.	Min.	Sek.
Copan	29	12	43	29
Palenque	29	12	44	26
Heutiger Mittelwert	29	12	44	03

Genauer geht es kaum noch!



Die Mondgöttin. Sie gießt bei abnehmendem Mond das Mondgefäß aus.

Beobachtung der Gestirne nach mexikanischen Handschriften (Codex Bodley).

»Männer wie Kepler dürften eigentlich gar nicht sterben«, hatte Walther Gerlach in seiner Leningrader Rede im August 1971 aus einem Brief Pierre Gassendis zitiert, und er hatte hinzugefügt, daß sich dieser Wunsch erfüllt habe. Die Mitarbeiter des Forschungsinstituts des Deutschen Museums für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik könnten nicht treffender als in diesen von ihm gewählten Worten ausdrücken, was sie nach Walther Gerlachs Tod am 10. August 1979 empfinden. Sie erinnern sich daher gern des letzten Zusammenseins mit ihm – kurz vor seinem Tode – am 6. August 1979 in der Bibliothek des Deutschen Museums. Eingeladen hatten Gerlachs, und der Anlaß war außergewöhnlich genug. Walther Gerlach war am 1. August 90 Jahre alt geworden und wollte dieses seltene Fest mit dem Institut feiern.

Walther Gerlach: Bronze-Porträt von Rolf Nida-Rümelin.

Erinnerung an Walther Gerlach

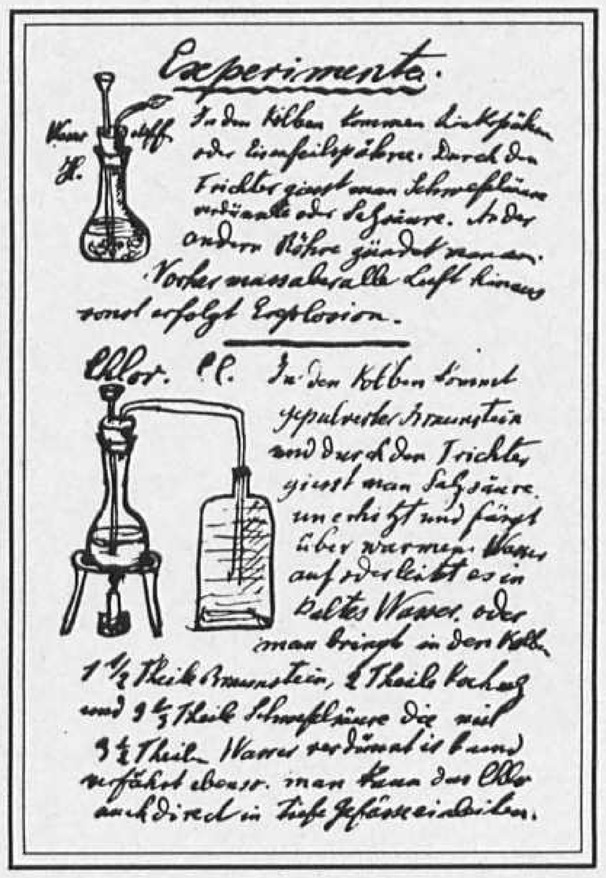
An offiziellen Ehren und Glückwünschen hatte es dem Jubilar nicht gefehlt, das Forschungsinstitut war »seinem« Walther Gerlach aber eine besondere Aufmerksamkeit schuldig. Eine Walther-Gerlach-Ausstellung erschien als das Richtige. Aber im Besitz nur einer einschlägigen Handschrift, blieb nichts anderes übrig, als Professor Gerlach selbst um die Überlassung einiger Dokumente zu bitten. Seine Zurückhaltung gegenüber dieser Art Personenkult bremste aber manchen Anlauf. Mit größter Geduld übernahm dann Frau Dr. Gerlach die Vermittlung und suchte noch manches Stück aus.

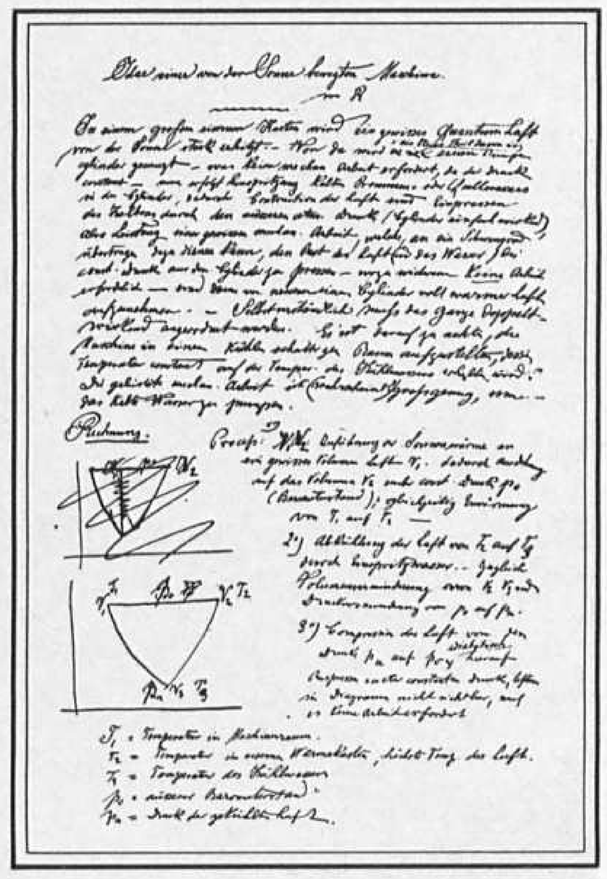
Daß eine kleine Ausstellung eröffnet würde*, konnte daher als Geburtstagsgabe nicht verheimlicht werden. Sie konnte auch nur exemplarisch den Physiker, Kepler-Kenner, homme des lettres und unermüdlichen Volksbildner Walther Gerlach herausstellen. Aber vor allem sollte sie – und damit blieb das erwähnte Dokument der Bibliothek doch eine der schönsten Überraschungen – jene schlichten Worte Albert Einsteins ergänzen, mit denen er 1924 Gerlach nicht nur als besten Fachmann für den Tübinger Lehrstuhl empfohlen hatte: »Menschlich macht er auch einen guten Eindruck.«

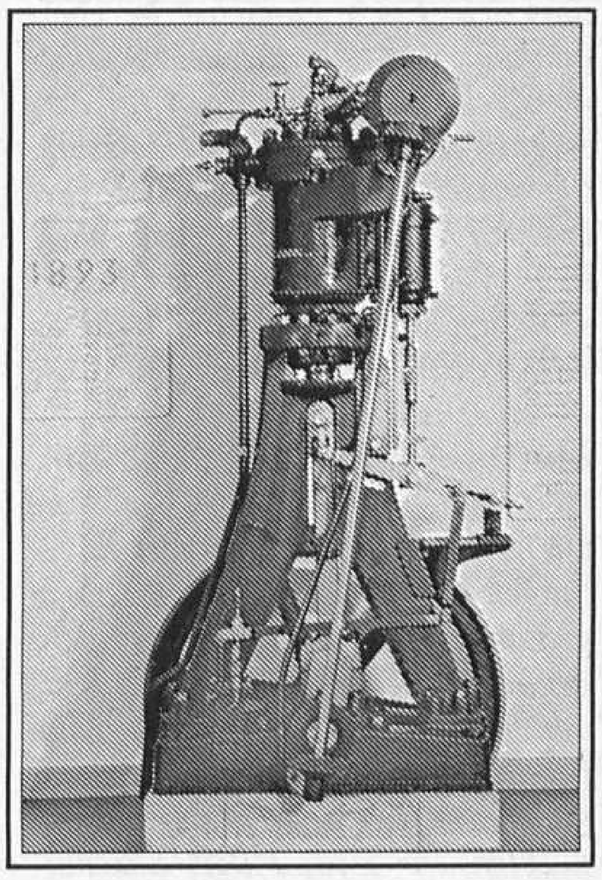
Eine besondere Freude und Überraschung bereitete es dem Jubilar, daß sich die beiden Pianisten Michael Leslie und Patricia Cooper ganz spontan bereit gefunden hatten, die Feier mit der Sonate D-Dur KV 381, für Klavier vierhändig, von W. A. Mozart zu eröffnen. Nachdem Walther Gerlach in seiner Rede ein wenig aus seinem

*Ein Ausstellungskatalog wurde in 50 Exemplaren vom Deutschen Museum hergestellt.

Die Idee mit der Sonne







(Sonnenenergie anno 1886)
Bereits 1886/87 beschäftigte sich Rudolf Diesel
damit, Sonnenenergie nutzbar zu machen. Er plante,
durch sonnenerhitzte Luft eine Maschine anzutreiben. – Weltbekannt
wurde er dann jedoch durch den nach ihm benannten Dieselmotor, den er mit
M.A.N. (Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg Aktiengesellschaft) in Augsburg in den
Jahren 1893 bis 1896 entwickelte. Der erste Versuchsmotor steht im M.A.N.-Werkmuseum in Augsburg.
Dem M.A.N.-Archiv entstammt das interessante historische Material: Bild 1–R. Diesel als
Zwölfjähriger (1870), bereits in diesem Alter begann er mit Aufzeichnungen
über „Experimente"; Bild 2 – Faksimile aus Diesels Notizbuch
(1870 bis 1879); Bild 3 – Diesels Untersuchung „Idee einer
von der Sonne bewegten Maschine" (1886/87);
Bild 4 – Versuchsmotor (1893/96) von
Rudolf Diesel im Werkmuseum
der M.A.N. in Augsburg.

M·A·N

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg Aktiengesellschaft

wissenschaftlichen und privaten Leben geplaudert hatte (s. u.), antworteten ihm die Pianisten noch einmal mit dem bezeichnenden Duo *Lebensstürme* op. 144 von Franz Schubert.
In den auf die Ausführungen Walther Gerlachs folgenden Ansprachen drückt sich die langjährige Verbundenheit und Wertschätzung aller aus, die Walther Gerlach gekannt und erlebt haben.

Prof. Dr. Walther Gerlach:

Liebes Forschungsinstitut,

darf ich Euch zunächst herzlich danken, daß Ihr hierher gekommen seid, und dann auch für den Beginn des Abends mit Mozart. Sie wissen ja alle, daß ich Mozart außerordentlich liebe; etwa nach dem Vers von Wilhelm Busch: »Freilich verschiedenerlei bläst er auf der lieblichen Flöte, aber doch meistens ›tülülüt‹«.
Mit diesem Mozart und ähnlichem, vierhändig gespielt, haben wir auch (meine Frau und ich) angefangen; aber das hat nicht lange gedauert, denn, man weiß nicht genau, wer es war – auf jeden Fall, der Platz vor dem Flügel reichte für die zwei nicht aus, und dann ging es eben nicht anders, dann mußten wir zwei Flügel anschaffen, und das ist gegangen – bis auf die Abende, als auch jemand hier aus dem Deutschen Museum da war und man dann bei uns auf den zwei Flügeln achthändig gespielt hat – das war eine Musik! Es gibt nämlich original achthändige Musik, das wissen die meisten nicht – das weiß ich von Mendelssohn, und die haben wir also sehr eifrig gepflegt. –
Ja – das Institut, ich sage immer das *Institut, spielte ja in meinem älteren Leben nun noch eine ganz besondere Rolle. Und die Tage und Stunden mit Vogel, mit Klemm, mit Martha List, Fleckenstein . . . , mit Berninger, die sind ja aus meinem älteren Leben nicht wegzudenken. Es tut mir leid, daß Herr Fleckenstein nicht da ist; Herr Petri ist ja auch nicht da, was man sofort hört . . .*
Und ich glaube, Sie wissen alle, mit welcher Vorliebe ich die Geschichte der Wissenschaft – unserer Wissenschaft – gepflegt habe. Vor vielen, vielen Jahren hat mal einer von meinen Assistenten gefragt: Was hat er eigentlich für ein Interesse daran, sich immer wieder mit Geschichtsfragen der Physik zu befassen? Er hat dann gemeint, da könnte man schneller etwas veröffentlichen, weil es keine Experimentalarbeit wäre. Aber das ist ja nicht der Grund gewesen. Ich halte es deshalb für sehr wichtig, sich mit der Geschichte zu befassen und darüber zu sprechen, damit das geistige Erlebnis, das in der Entwicklung der Naturwissenschaften, besonders der Physik, liegt, nicht verlorengeht. Ich halte es gar nicht für so furchtbar wichtig, ob man nun Geschichte der Naturwissenschaften – oder besonders Geschichte der Physik – studiert, aber ich halte es für außerordentlich wichtig, bei jeder Gelegenheit das, was man darüber genau weiß, immer wieder zu betonen, zu erwähnen, denn es ist manches Falsche in die Wissenschaftsgeschichte hineingekommen, und ich kann das sagen, weil ich ja ein gut Teil dessen, was in der Geschichte heute behandelt wird, selbst miterlebt habe. Denn wenn ich heute so daran denke, was eigentlich für mich während meiner Ausbildung in Physik doch immer schon von Interesse war, dann waren das Fragen, die heute vornean in der Geschichte der Wissenschaft stehen.
Ich erinnere dabei – will nur *erinnern – an Fragen wie Entropie, den Übergang bis zu Clausius und Boltzmann und dann an die ursprüngliche Atomistik bei Boltzmann. Ich würde bald meinen, daß man mit mehr Beschäftigung mit Boltzmann schließlich zu dem Schluß gezogen wird, daß Boltzmann das gesamte Quantenkonzept vorausgesehen hat. Er hat gesehen, daß dieses kommen wird. Und schon in seinen frühesten Arbeiten von 1870 oder schon in den siebziger Jahren kommen Einsichten, die erst in viel, viel späterer Zeit sich realisiert haben. Es ist überhaupt merkwürdig, daß diese Einsichten in die frühe Quantentheorie, über die wir ja heute schon ganz gut Bescheid wissen, von Physikern kommen, die eigentlich etwas neben der Theorie gearbeitet haben. Und dabei darf ich erinnern an Johannes Starck, an Walther Nernst und an – alle übertreffend – natürlich Einstein. Es ist ja heute irgendwie mit einem kleinen Schock verbunden – lassen Sie mich das ruhig sagen –, wenn man von der Planckschen Quantentheorie spricht. Planck hat diese wunderbare Theorie der Wärmestrahlung gemacht. Aber das, was er an Neuem eingeführt hat, das hat er* erkannt, *wollte es aber unter allen Umständen aus der Physik wieder entfernen. Er hatte Angst, daß er in einen Bereich hineinkommt, der ihm gefährlich – geistig gefährlich – erschien. Er hatte es nicht erreicht, das zu entfernen, aber er hat erreicht, klarzumachen, daß er selbst hier nicht weitermachen wollte. Und in späteren Jahren der Quantentheorie fiel ja sein Name aus. Das, was er gebracht hat, war eine unerhörte Einsicht in diese Absolutität, in die Universalität des von ihm vermuteten Planckschen Wirkungsquantums. Und auf der einen Seite steht das atomistische Moment, das ihm – verglichen mit der Bedeutung der Wellenvorstellung – nicht genug erschien, um es einzuführen, auf der anderen Seite die Quantentheorie und das Quantenmoment des Wirkungsquantums. Diese beiden Sachen gegeneinander – das ist in den großartigen Schriften von 1912 von Planck in den »Annalen« und in der Berliner Akademie auseinandergesetzt. Man sollte aber dazu lesen – ich muß selbst sagen, ich habe es lange Zeit nicht getan –, was Einstein zu dem Planckschen Strahlungsgesetz schreibt, und zwar, nachdem er die Konzeption des Wirkungsquantums als eines neuen, von Herrn Planck in die Physik eingeführten Elements beschrieben hat. Das war in den Beiblättern der »Annalen der Physik«, in der Besprechung des Planckschen Lehrbuches der Wärmestrahlung. Ich möchte – ich weiß nicht, ob es genügend bekannt ist –, aber ich möchte dringend empfehlen, daß jeder einmal in den nächsten Tagen sich die »Beiblätter der Annalen« herholt (»Beiblätter der Annalen«, 1908) und die mit A.E. signierte Besprechung von Plancks Wärmestrahlungsarbeit liest. Wenn man das heute tut, findet man – dürfte man finden –, daß man keine bessere Inhaltsangabe dieses Planckschen Buches hat als die, die Einstein hier gibt, so wie er sie verstanden hat. Und das ist, glaube ich, ein ganz wesentlicher Faktor. Ich habe vorhin auch noch auf anderes hingewiesen, zum Beispiel auf Nernst; man sollte auch Debye erwähnen, denn auch von Debye gibt es Ursprungsansichten zum Beginn der Quantentheorie, die für die ganze Schule Sommerfeld entscheidend gewesen sind. Es sind dieses alles Arbeiten von jungen Leuten gewesen, die einmal versucht haben, ein neues Prinzip auf die Beine zu stellen. Nun, das was hier auf die Dauer an geistiger Leistung wesentlich erscheint, das ist für mich eben die Tatsache, daß es junge Leute waren, die – ich möchte sagen von einem Drang her, etwas besser zu verstehen, als man es bisher tat – zu dem neuen naturphilosophischen Begriff der Quantentheorie kamen. Ob dieser sich auf die Dauer bewährt? – ich weiß es nicht. Wenn Sie mich nach meiner persönlichen Meinung fragen, dann würde ich sagen, das wird eines Tages alles ganz anders werden. Und mein Bekenntnis ist eigentlich das, was Einstein gesagt hat: »Der Alte würfelt nicht!« Ich bin eben in dieser Beziehung Schüler von Kepler. Bei Kepler geht alles auf letzte, endgültige Wahrheiten zurück.*
Darf ich Sie nach diesen nicht ganz passenden Ausführungen zum heutigen Abend nun bitten, es sich sehr gemütlich sein zu lassen. Ich werde auf jeden Fall Sie nicht mehr langweilen.

Walther Gerlach mit seiner Frau Ruth, Januar 1979

Generaldirektor Theo Stillger:

Sehr verehrter Herr Professor Gerlach,

vor wenigen Tagen – am 1. August – haben Sie Ihren 90. Geburtstag gefeiert. Zu diesem Anlaß möchte ich Ihnen zunächst herzlich im Namen des gesamten Deutschen Museums und des Verwaltungsrates gratulieren. Sie gehören seit 1931 – man überlege das – dem Verwaltungsausschuß unseres Hauses an, wurden später dann Mitglied des Vorstandsrates (heute Kuratorium) und zählen damit zu den treuesten und ältesten Mitgliedern des Deutschen Museums.
Als 1963 das Forschungsinstitut des Deutschen Museums gegründet

wurde, haben Sie sich bereit erklärt, in diesem Institut tatkräftig mitzuarbeiten. Durch Ihr hohes wissenschaftliches Ansehen gaben Sie der jungen Einrichtung ganz besonderes Gewicht und standen den Mitarbeitern des Instituts immer wieder mit Ihrem Rat zur Verfügung.

Die Reihe der Veröffentlichungen des Forschungsinstituts haben Sie durch manche gewichtige Publikation bereichert. Ihre aktive Teilnahme an den Kolloquien war immer wieder Glanzlicht im gesamten Institutsleben. Hierfür, sehr verehrter Herr Professor Gerlach, schulden wir Ihnen großen Dank. Wir wissen aber auch um Ihre bedeutenden Leistungen als Physiker: Durch die Arbeiten über quantitative Spektralanalyse und über den Zusammenhang zwischen Atombau und Magnetismus haben Sie das Gebiet der Physik ganz wesentlich bereichert. Ein Experiment trägt sogar Ihren Namen: der Stern-Gerlach-Versuch. So haben Sie, sehr verehrter Herr Professor Gerlach, als Physiker wahrhaft Geschichte gemacht. Sie haben aber auch Geschichte, insbesondere Geschichte der Physik, geschrieben, denn seit eh und je sind Sie der Geschichte der Naturwissenschaften mit Liebe zugewandt. Im Mittelpunkt Ihres historischen Schaffens steht Kepler und insbesondere die Erarbeitung der physikalischen Grundbegriffe bei Kepler, darüber hinaus die Geschichte der Physik überhaupt, vor allem des 19. Jahrhunderts. Wir bewundern in Ihren Arbeiten die große Universalität, den weiten Blick für geistesgeschichtliche Zusammenhänge und das stete Bemühen, die humanistische Bedeutung zu beweisen.

Diese Verdienste im einzelnen zu würdigen steht sicherlich berufenerem Munde als mir zu. Ich habe sie jedoch hier kurz angesprochen, um den Zusammenhang aufzuzeigen, der zwischen Ihrem Lebenswerk und der Aufgabe des Deutschen Museums besteht.

Das Deutsche Museum schätzt sich glücklich, Sie zu seinen Mitarbeitern, Freunden und Gönnern zählen zu dürfen. Es dankt Ihnen dafür von ganzem Herzen. Als äußeres Zeichen unseres Dankes darf ich Ihnen aus unserer Medaillen-Edition die Goldmedaille überreichen mit dem Bildnis – nun, wie kann es anders sein – Johannes Keplers.

Dr. Ernst H. Berninger:

Es ist also hohe Zeit, daß ich Ihnen unseren Glückwunsch, das heißt, die Glückwünsche unseres Instituts darbringe. Mir als dem derzeitigen geschäftsführenden Vorsteher ist diese ehrenvolle Aufgabe zugefallen. Darüber freue ich mich ganz besonders. Solche egoistischen Gefühle muß ich, so meine ich, doch auch erklären.

Als ich am 1. März 1970 recht einsam und fremd aus Frankfurt hierher kam, in eine, wie ich damals dachte, herausgehobene Position – da ging die Tür meines Dienstzimmers auf: mit Ihrer Frau Gemahlin haben Sie mich herzlich willkommen geheißen. Sie haben mir damals auch etwas mitgebracht. Es war eine kleine Schultüte, gefüllt mit Süßigkeiten. Das weiß-blaue Band, mit dem sie verziert war, habe ich aufgehoben.

Aber warum erzähle ich diese Geschichte hier? Neben der schönen Erinnerung für mich kann sie beispielhaft zeigen, wie Sie eine recht ernsthafte Sache mit warmer und direkter Zuneigung verbinden können. Mögen Sie darin den Grund sehen, warum wir Sie mögen.

Aber diese Begebenheit war nicht die erste persönliche Begegnung mit Ihnen. Als junger Physikstudent habe ich Sie auf den Physikertagungen aus respektvoller Ferne gesehen und erlebt. Oder ein andermal, ich erinnere mich noch, bei der Thesenverteidigung des jetzigen Präsidenten in der Max-Planck-Gesellschaft anläßlich seiner Habilitation hier in München. Aber so richtig bin ich Ihnen erst begegnet, als Sie mich in Frankfurt besucht haben. Sie waren gekommen und saßen mit mir in meinem Arbeitszimmer. Ich hatte gerade die große Otto-Hahn-Ausstellung vorzubereiten, und Sie haben eine Otto-Hahn-Biographie für die »Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums« geschrieben. Für diesen Text suchten Sie noch einige Bilder und Briefe. Wir sprachen sofort sehr vertraut. Sie machten mir Mut, den zaghaft betretenen Weg, das Lebenswerk Otto Hahns zu studieren und zu beschreiben, weiterzugehen. Von Ihnen konnte ich damals lernen, wie man eine solche Aufgabe zu bewältigen hatte. Als ich Sie dann in München, hier im Forschungsinstitut, öfters treffen konnte, da haben Sie mir einmal gesagt, daß dort, wo man den Geist der Wissenschaft allzu oft beschwört, sich dieser Geist nur allzu leicht verflüchtigt. Trotzdem muß es hier gesagt werden, Sie selber haben doch immer wieder zur wissenschaftlichen Atmosphäre in unserem kleinen Institut beigetragen.

Ihre großen wissenschaftlichen Verdienste wurden und werden in diesen Tagen von fachkundiger Seite dargestellt. Lassen Sie mich aber in diesem Kreis auf eine Seite Ihrer Tätigkeit besonders hinweisen. Sie sind ein Streiter für die Sprachkultur. An der Sprache der Physik haben Sie dargelegt, wie eng diszipliniertes Denken und kontrollierter Sprachgebrauch zusammengehören. Für eine Einrichtung wie das Deutsche Museum, die ja einem allgemeinen Bildungsauftrag dienen muß, ist neben Fachkenntnissen der Gebrauch einer verständlichen Sprache wichtiges Gebot für alle Mitarbeiter. Sie, sehr verehrter Herr Professor Gerlach, sind uns hierbei ein Vorbild. Wir danken Ihnen dafür von ganzem Herzen.

Wir danken auch Ihnen, sehr verehrte Frau Dr. Gerlach, daß Sie Ihren Gemahl durch Fürsorge und Anteilnahme in seinem Schaffen beistehen. Wir wünschen Ihnen eine gute Zeit und daß das, was Sie im Inneren bewegt, Ihnen Freude machen möge.

Herr Gerlach, ich habe Ihnen auch etwas mitgebracht: Aus unserer Bibliothek einen großen Brief, den Einstein an Landé geschrieben hat, und zwar aus Berlin am 6. November 1924.

In diesem Brief heißt es unter anderem:

»Nach meiner Meinung wäre Herr Gerlach der richtige Nachfolger für Paschen. Er ist unter den jüngeren deutschen Experimentalphysikern, die in Betracht kommen, wohl der beste. Er ist vielseitig, ideenreich und dabei sicher und zuverlässig. Menschlich macht er auch einen guten Eindruck. Dies sage ich, indem ich mich auf den Instinkt verlasse; ich kenne ihn nicht genauer... Es grüßt Sie bestens Ihr A. Einstein.«

In unnachahmlicher Diktion würdigte ein Freund und Kollege den Jubilar:

Prof. Dr. Kurt Vogel:

Celeberrime Vir doctissime, colendissime collega!

Post laudationem, quam noster supremus bibliothecarius Berningerius in lingua Franco-Bavarica optime habuit, forsitan liceat satem nonulla verba gratulationis Tibi offerre in illa lingua, quae Tibi iamdudum familiaris est et praesertim ex quo tempore Tu opera et vitam Kepleri diligenter atque exacte studuisti. Latine hic loqui mihi res erit periculosa, quia inter nos video professorem antiquarum linguarum experimentissimum. Attamen audeo. Primo gratultionem Tibi nuntio Academiae in Lutetia Parisiorum, quae historiam scientiarum agit, academiae, cuius socium Te esse nobis maximi honoris est.

Omnes scimus Te insignem auscultatorem esse, qui naturam experimentis explorat et inquirit, et necnon magistrum optime aptum ad docendos iuvenes. Successisti permultis operibus literatis scriptis, libris et orationibus innumerabilibus. Sed excusatum ut me habeas precor, quod solum unius facti mentionem faciam, quod Te in toto mundo celeberrimum reddidit, videlicet id est effectus Stern-Gerlach, si velis latine habere, Stella – omnibus nota – et vocabuli Gerlachius prima pars nisi aliud est quam Germanorum armamentum »Ger« et secundae syllabae radix est »lach« quod significat saltare, ergo in toto »Hasta Salta«, ut Tu ipse mihi olim scripsisti.

Speramus Tuae sapientiae et scientiae consilium nobis adhuc diu adfuturum esse et curet Deus O.M., ut Tu Tuaque admodum referenda coniunx in his periculosis atque inquietis temporibus quam optime valeatis.

Forschungsinstitut des
Deutschen Museums

Damit Sie Benzin sparen können, sind wir bei AUDI auf den Igel gekommen.

Dieses kleine Element, das wir, weil es so aussieht, den „Igel" getauft haben, hat eine große Wirkung. Es ist in Wirklichkeit eine der neuesten AUDI-Entwicklungen, ein besonderes elektrisches System der Saugrohrvorheizung. Es bewirkt eine sehr viel bessere Vermischung von Kraftstoff und Luft. Den Vorteil bemerken Sie besonders dann, wenn es draußen kalt ist. Der Motor springt problemlos an, läuft sofort rund und verbraucht in der Warmlaufphase deutlich weniger Kraftstoff. Bis zu 30 Prozent.

Besonderen Wert auch auf kleine Dinge zu legen, ist Teil der Firmenpolitik in Ingolstadt. Jeder Arbeiter ist als einzelner wichtig. Vielleicht ist auch das ein Grund, warum so viele Mitarbeiter dem Hause AUDI NSU schon so lange die Treue halten.

AUDI NSU AUTO UNION Aktiengesellschaft

Audi

Gerhard Hartl

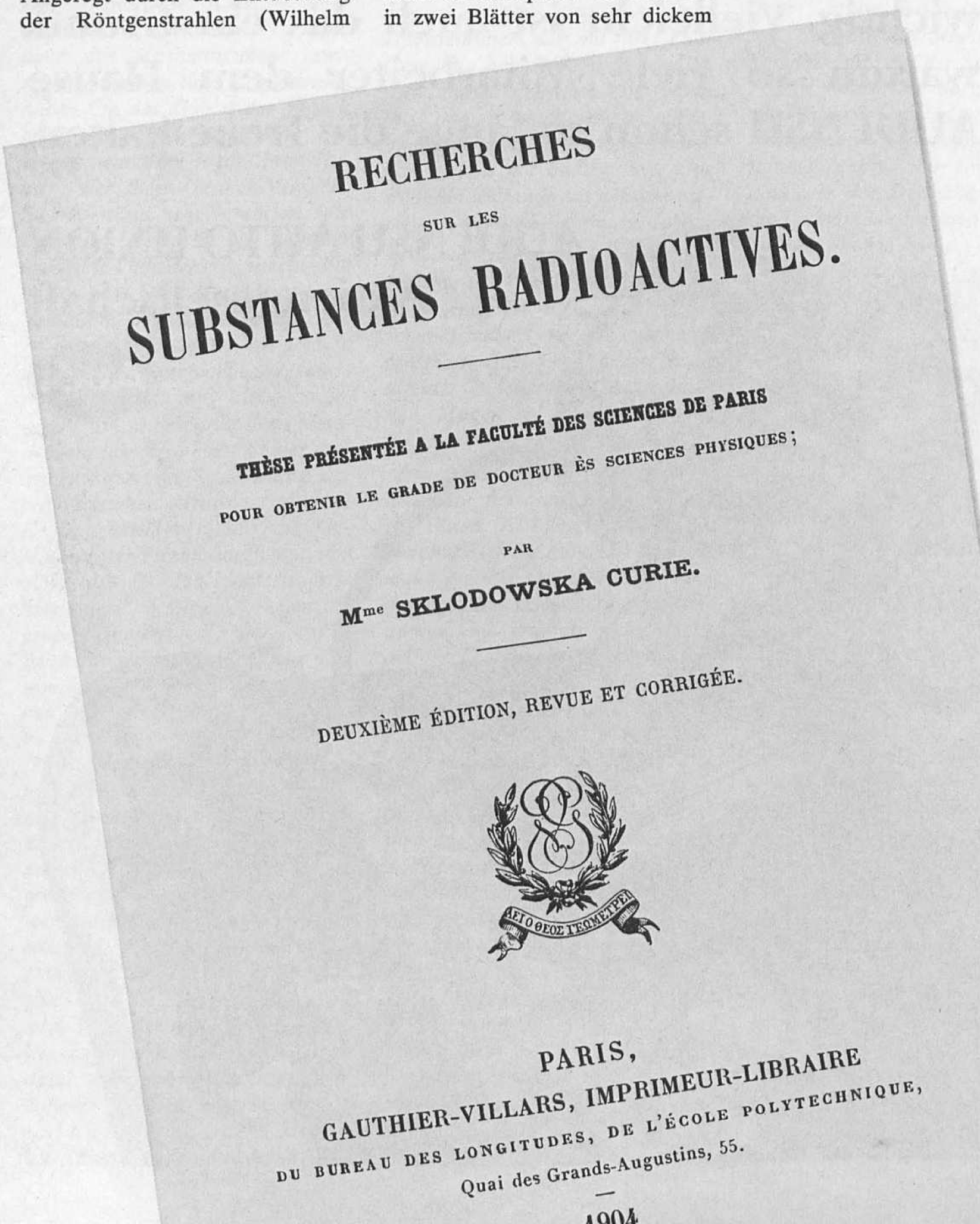
Dem Radium auf der Spur

Das Ehepaar Curie und die Messung der Radioaktivität

In diesem Beitrag wird ein Exponat des Deutschen Museums vorgestellt, das ein wertvolles historisches Original darstellt und einen direkten Bezug zu aktuellen Ereignissen unserer Zeit aufweist: die Apparatur von Pierre und Marie Curie zur Messung der Strahlung radioaktiver Substanzen.

Vorgeschichte, historischer Hintergrund:

Angeregt durch die Entdeckung der Röntgenstrahlen (Wilhelm Conrad Röntgen, 1895), beschäftigte sich Henri Antoine Becquerel Anfang 1896 mit phosphoreszierenden und fluoreszierenden Substanzen. Er ging der von H. Poincaré aufgeworfenen Frage nach, ob Stoffe, die derartige Leuchterscheinungen zeigen, nicht unsichtbare Strahlen, ähnlich den Röntgenstrahlen, aussenden. Bei seinen Untersuchungen verwendete H. Becquerel u.a. auch Uran-Kaliumsulfat-Kristalle. Nachgewiesen werden sollten die unsichtbaren Strahlen durch die Schwärzung einer Photoplatte.
In einer Mitteilung vom 24. Februar 1896 beschreibt er seine Experimente: »Man wickelt eine Bromsilber-Gelatineplatte von Lumière in zwei Blätter von sehr dickem schwarzem Papier in der Weise, daß die Platte durch eine Exposition an der Sonne während eines Tages nicht geschwärzt wird. Man bringt auf die Außenseite des Papiers eine Schicht der phosphoreszierenden Substanz und exponiert das Ganze während mehrerer Stunden der Sonne. Wenn man darauf die photographische Platte entwickelt, erkennt man, daß der Umriß der phosphoreszierenden Substanz dunkel auf der Platte erscheint. Wenn man zwischen die phosphoreszierende Substanz und das Papier ein Geldstück oder einen Metallschirm legt, in den eine Figur geschnitten ist, erscheint das Bild dieser Gegenstände auf der Platte. Man muß also aus diesen Versuchen den Schluß ziehen, daß die erwähnte phosphoreszierende Substanz Strahlen aussendet, welche das für Licht undurchlässige Papier durchdringen und die Silbersalze reduzieren[1].«
H. Becquerel war zunächst der



RECHERCHES

SUR LES

SUBSTANCES RADIOACTIVES.

THÈSE PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES;

PAR

Mme SKLODOWSKA CURIE.

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE ET CORRIGÉE.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1904

Doktorarbeit Marie Curies. Titelblatt und die Seite, auf der die Curie-Apparatur zur Messung der Radioaktivität erläutert wird.

Meinung, die aktivierende Wirkung des Sonnenlichts sei zur Erzeugung der unsichtbaren Strahlen unbedingt erforderlich. Durch Zufall fand er, daß dies jedoch nicht der Fall war. Die neuen Strahlen durchdrangen lichtundurchlässige Materie, ionisierten die Luft und waren nur vom Vorhandensein des Elementes Uran abhängig. H. Becquerel hatte die natürliche Radioaktivität von Uran entdeckt. Die Strahlen nannte man zunächst »Becquerelstrahlen«.

Eine ganze Reihe von Wissenschaftlern versuchte in der Folgezeit, die Eigenschaften der neu entdeckten Strahlen zu erforschen oder weitere Arten »durchdringender Strahlung« zu finden.

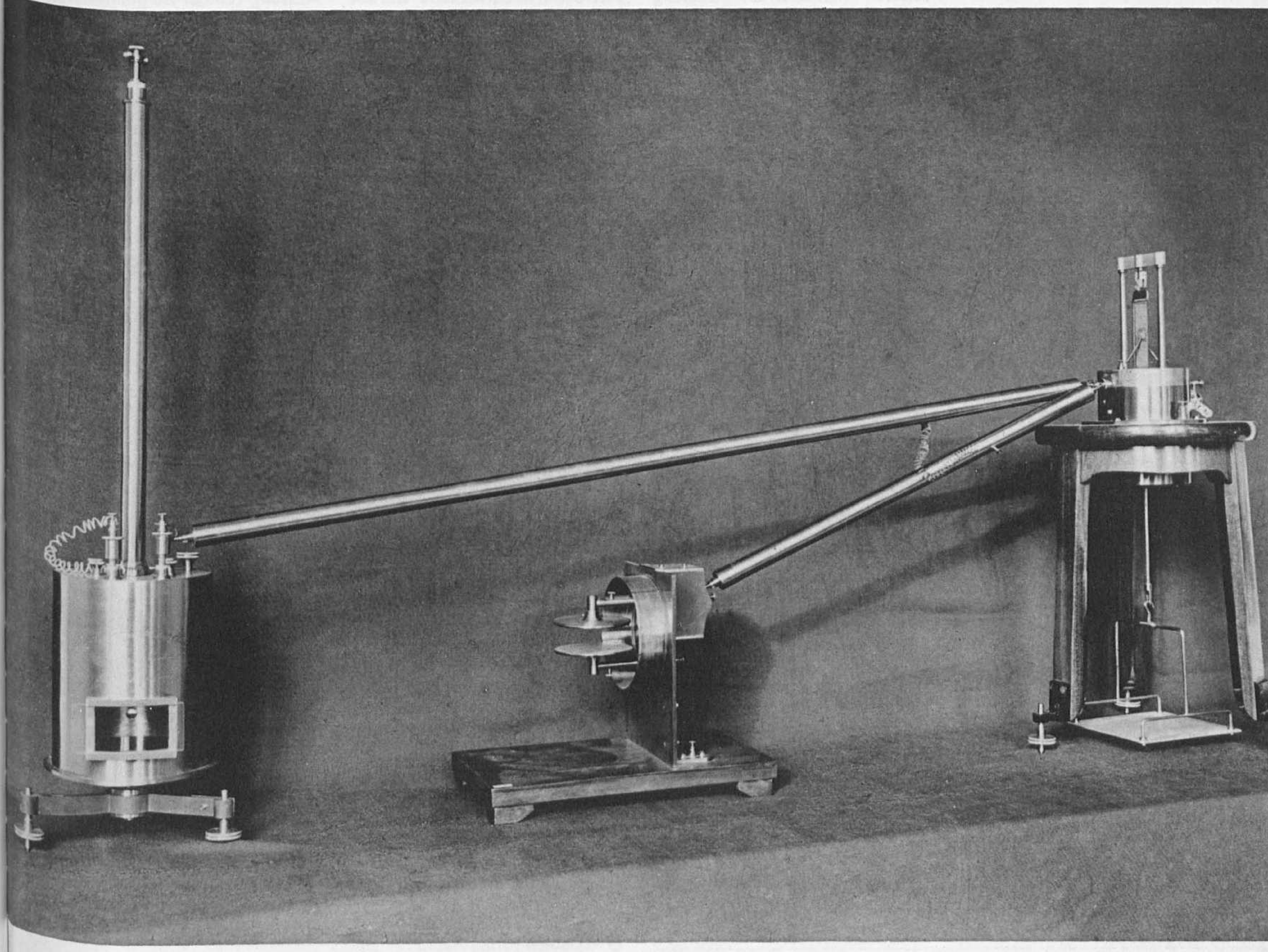
Zum selben Zeitpunkt suchte eine junge Wissenschaftlerin mit dem Namen Marie Sklodowska-Curie (sie war gebürtige Polin) ein geeignetes Thema für ihre Doktorarbeit. Ihre Wahl fiel auf die »Becquerelstrahlen«. Sie wollte auf einem Gebiet tätig sein, das ihr Gelegenheit zu ausgiebiger eigener Forschung bot.

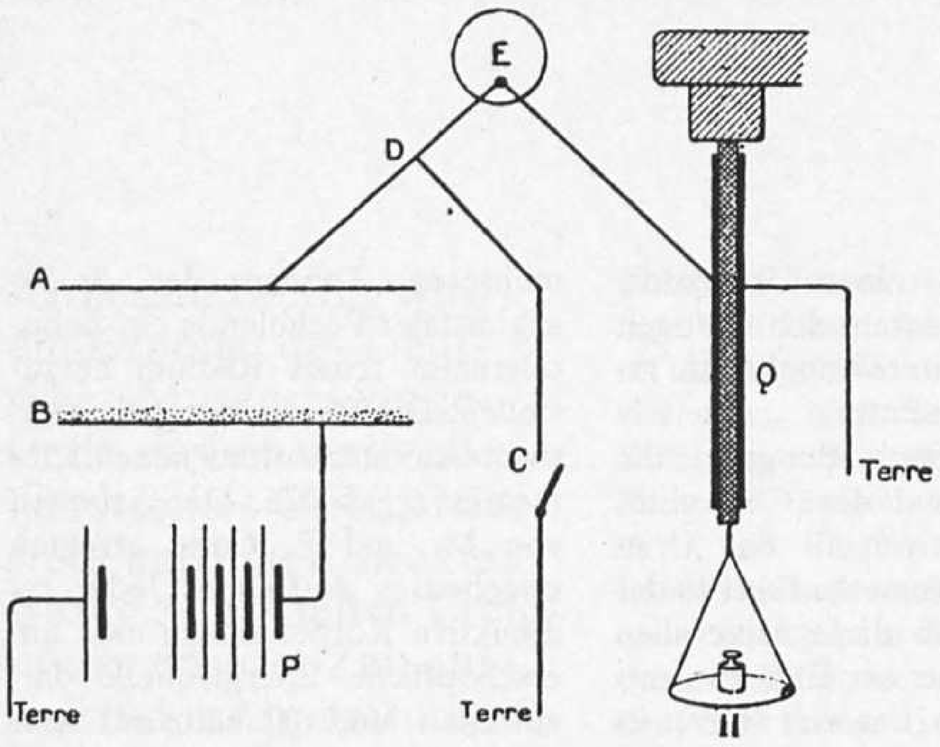
Als Assistentin von H. Becquerel beteiligte sich M. Curie zunächst an dessen Untersuchungen über die neuen Strahlen. Sie durchforstete systematisch alle bekannten chemischen Elemente, wobei sie noch beim Element Thorium »Radioaktivität« feststellte. Von ihr untersuchte Uranmineralien zeigten eine wesentlich höhere Aktivität als die entsprechende Menge des chemisch reinen Uranoxids. M. Curie zog daraus den richtigen Schluß auf weitere unbekannte radioaktive Elemente:

»Zwei Uranverbindungen, die Pechblende und der Chalcolith, sind weit aktiver als das Uran selbst. Diese Tatsache führt zu der Annahme, daß diese Mineralien möglicherweise ein Element enthalten können, das weit aktiver ist als das Uran . . .[2]«

Das Ehepaar M. und P. Curie stellte bald sicher, daß die Quelle dieser starken Radioaktivität zwei bisher unbekannte Elemente sind. Sie benannten diese Elemente »Polonium« und »Radium«. In mühsamer vierjähriger Arbeit gelang es den Curies unter primitiven äußeren Bedingungen, aus mehreren Tonnen der St. Joachimstaler Pechblende ein Zehntelgramm reines Radium herzustellen. Die Bestimmung der relativen Atommasse des neuen Elementes ergab 226. Die Arbeiten von M. und P. Curie erregten ungeheures Aufsehen. Jeder radioaktive Körper schien eine unerschöpfliche Energiequelle darzustellen, und das hätte zur Aufgabe des Energieprinzips geführt. Um dieses beibehalten zu können, vermutete man, daß die durch Strahlung freigesetzte Energie aus einer Umwandlung der Elemente herrührte. Damit mußte

Apparatur von M. und P. Curie zur Messung der Radioaktivität, Original. Inv. Nr. 9042 a–c.



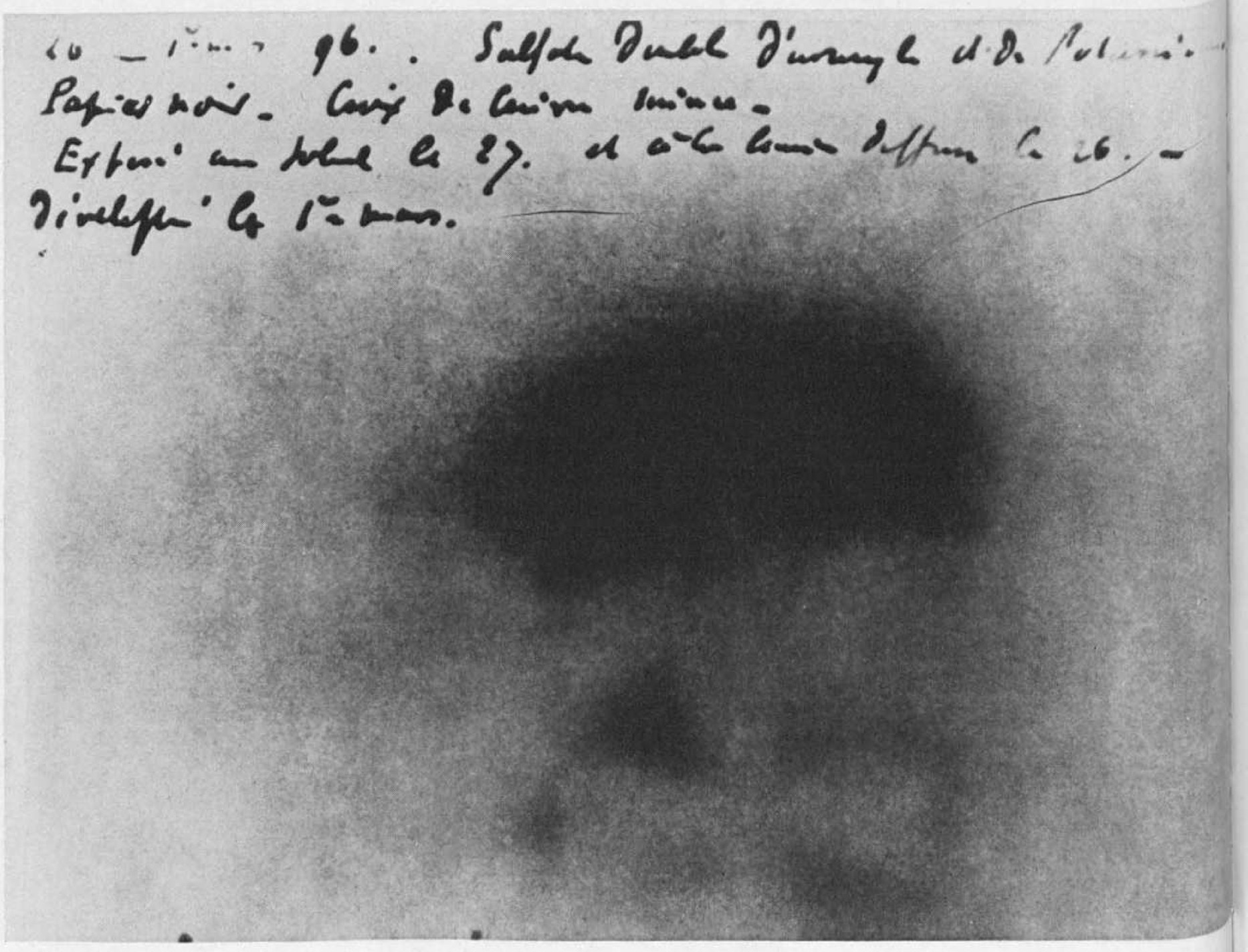


Graphik aus der Doktorarbeit Marie Curies, mit der die Methode der Messung radioaktiver Strahlung mit Hilfe der Curie-Apparatur erklärt wird.

man den Grundsatz von der Unwandelbarkeit der Elemente aufgeben.
Das Ehepaar Curie verwendete für die Gewinnung der im natürlichen Gestein nur zu einem sehr geringen Prozentsatz (ca. 0,00005% bzw. ½ Gramm pro Tonne) enthaltenen radioaktiven Elemente Polonium und Radium eine Methode, die sich zum einen auf deren chemische Eigenschaften, zum anderen auf die ionisierende Wirkung der von ihnen ausgesandten radioaktiven Strahlung stützt.
Zunächst wurde die Aktivität des Pechblendenrückstandes gemessen und dieser anschließend einem chemischen Trennprozeß unterworfen, wobei sich die radioaktiven Elemente in der einen Komponente anreicherten. Anschließend wurde der Vorgang wiederholt und jeder chemischen Scheidung eine Messung der Aktivität der erhaltenen Produkte nachgeschaltet. Bei genügend häufiger Wiederholung des Trennprozesses erhielten die Curies einen immer höheren Reinheitsgrad, was durch eine stetig steigende Aktivität der Substanz nachgewiesen wurde.
Mit dieser Methode isolierten die Curies im Juli 1898 erstmals in kleinsten Mengen das Element Polonium und im Dezember desselben Jahres das Element Radium.

Meßmethode von M. und P. Curie

Die Aktivitätsmessungen bei diesem Verfahren wurden mit einer Apparatur durchgeführt, die Pierre Curie entwickelte und die die ionisierende Wirkung radioaktiver Strahlung ausnützt. Je nach Intensität, Art und Energie der emittierten Strahlung wird Luft von dieser verschieden stark ionisiert.
Das Herzstück der Meßanordnung bildet ein Kondensator, bestehend aus den Platten A und B. Eine der beiden Platten (B) wurde mit Hilfe mehrerer Batterien auf hohes Potential gebracht, die andere ist über die Leitung CD geerdet. Bringt man auf die Platte B radioaktive Substanz auf, wird der Luftraum zwischen den Platten mehr oder weniger stark ionisiert, und es kommt zum Ladungsaustausch zwischen den Platten.
Das Potential der Platte A wird durch ein Elektrometer E angezeigt. Unterbricht man bei C die Erdung der Platte A, verändert sich – bedingt durch die auftreffenden Ionen – deren Potential. Der zeitliche Verlauf der Potentialänderung (Entladung) der Platte A ist ein Maß für die Ionisation der Luft und damit für die Aktivität der an B aufgebrachten radioaktiven Substanz. Um die Messung von der Empfindlichkeit des Elektrometers unabhängig zu machen, verwendeten die Curies bei ihrer Methode einen piezoelektrischen Quarz Q, mit dessen Hilfe zu jedem Zeitpunkt der Messung die auf der Platte A befindliche elektrische Ladung kompensiert wurde. Sie hielten das Elektrometer damit stets auf Nullausschlag.



Abzug der Photoplatte von H. Becquerel, die zur Entdeckung der Radioaktivität führte. Zu sehen sind zwei Schwärzungsstellen, hervorgerufen durch die radioaktive Strahlung, wobei an der unteren der Umriß eines Kreuzes zu erkennen ist. Hier war zwischen Photoplatte und Uranmineral ein Kupferkreuz gelegt, wodurch die radioaktive Strahlung abgeschirmt wurde. Im oberen Teil einige Notizen von H. Becquerel.

Die Curie-Apparatur im Deutschen Museum

Bereits kurze Zeit nach der Entdeckung des Radiums (1898) wurde dieses neue Element in größeren Mengen hergestellt und für die verschiedensten Zwecke eingesetzt. Es wurde als Objekt für wissenschaftliche Untersuchungen, zur Herstellung diverser Kuriositäten (Ausnützung des bläulichen Fluoreszierens von Radium im Dunkeln), aber auch wegen der medizinischen Wirkung seiner Strahlen verwendet.

Es entwickelte sich in Frankreich ein regelrechter Industriezweig, der mit der Herstellung von Radium beschäftigt war. Durch die weitverbreitete Anwendung von Radium stieg auch der Bedarf an Meßgeräten zur Bestimmung der Intensität der »Radiumstrahlen«. Die Curies konnten die Nachfrage an ihren Meßgeräten bei weitem nicht mehr selbst decken, so daß sie eine Firma damit beauftragten, für sie die Geräte herzustellen.

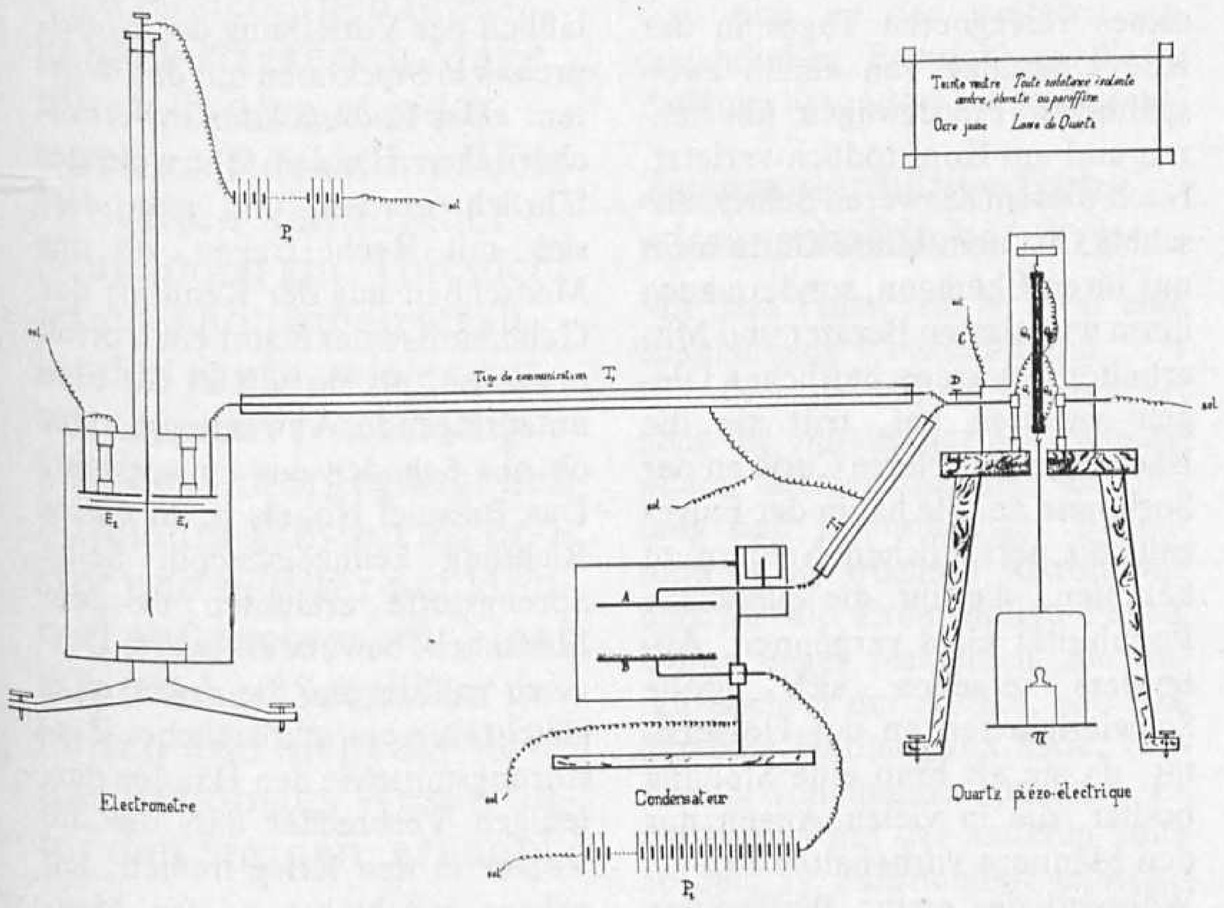
Als nun Oskar von Miller 1906 die Bitte an M. Curie richtete, dem Deutschen Museum eine ihrer Apparaturen zu überlassen, ließ diese bei der Firma »Société Céntrale des Produits Chimiques« eine dieser Apparaturen bauen. Nach deren Fertigstellung nahm Madame Curie damit eine Probemessung vor, verfaßte eine handschriftliche Erläuterung der Meßmethode und überreichte das Ganze Anfang 1907 dem Deutschen Museum.

Die als Original anzusehende Apparatur ist in der neuen Abteilung Atom-, Kern-, Elementarteilchenphysik des Deutschen Museums zu besichtigen.

Zur Person von M. und P. Curie:

Marie Curie, geb. Sklodowska, war die Tochter eines polnischen Lehrerehepaares. Nachdem sie die Schulausbildung in Polen abgeschlossen hatte, studierte sie in Paris.

Pierre Curie stammte aus einer französischen Arztfamilie. Er durfte in seiner Jugend aus vermeintlich mangelnden Fähigkeiten keine Schule besuchen, sondern wurde privat durch seine Eltern und Bekannte der Familie unterrichtet. Sehr bald entwickelte der junge Curie seine Neigung zu den Naturwissenschaften, und im Laufe der Zeit wurde er zu einem begeisterten Physiker. Während der ersten wissenschaftlichen Forschungen, die er gemeinsam mit seinem Bruder Jacques durchführte, entdeckte er



Zeitgenössische Graphik zur Erläuterung der Curie-Apparatur, gehörig zur Curie-Handschrift. Inv. Nr. 9042 e.

Handschriftliche Erläuterungen von Mme. Curie zur Messung der Radioaktivität mit der Curie-Apparatur. In der Handschriftensammlung Deutsches Museum unter 1952/16 Inv. Nr. 9042 d.

Mesure de l'intensité du rayonnement d'une substance radioactive (méthode Curie)

Cette méthode de mesures est l'une de celles qui consistent à évaluer la radioactivité d'une substance par la conductibilité que cette substance communique à l'air dans des conditions déterminées.

Le dispositif des mesures se compose des appareils suivants :

1°) Un condensateur à plateaux AB. La substance active s'immerge pulvérisée est étalé sur le plateau B ; elle rend conducteur l'air entre les plateaux. Pour mesurer cette conductibilité on porte le plateau B à un potentiel élevé en le reliant à l'un des pôles d'une batterie d'un grand nombre de petits accumulateurs L_2 dont l'autre pôle est relié au sol. Le plateau A étant tout d'abord relié au sol, un courant électrique s'établit entre les deux plateaux.

2°) Un électromètre à quadrants dont l'un des quadrants E_2 est relié au sol, et l'autre quadrant E_1 à la tige de communication T_1. L'aiguille de l'électromètre est portée à un potentiel élevé au moyen de la batterie à petits accumulateurs P_1. Les déviations de l'aiguille sont observées par la méthode du miroir.

3°) Un quartz piézoélectrique, ou lame de quartz longue et mince, taillée dans le cristal suivant une direction convenable. Les deux faces de cette lame portent deux armatures de feuille d'étain Q_1 et Q_2, isolées l'une de l'autre. La lame peut être soumise à une traction dans le sens de sa longueur au moyen de poids placés dans le plateau π, et cette opération a pour effet de dégager sur les deux armatures des quantités d'électricité parfaitement définies et connues en valeur absolue, égales entre elles et de signe contraire, et proportionnelles au poids tenseur.

L'armature Q_2 est relié au sol tandis que l'armature Q_1 est relié au quadrant E de l'électromètre par la tige T_1 et au plateau A par la tige T_2. Elle est de plus réunie au sol au moyen du fil CD ; on peut à volonté interrompre cette communication en manœuvrant une clef placée en D ; le système formé par l'armature Q_1, le plateau A et le quadrant E se trouve alors isolé. Si un courant électrique traverse le condensateur AB, ce système se charge, et cette charge a pour effet de faire dévier l'électromètre.

On compense la charge que reçoit le plateau A de manière à maintenir l'électromètre au zéro. Pour cela on établit sur le quartz une traction progressive de manière à obtenir à chaque instant la compensation entre la quantité d'électricité qui traverse le condensateur et celle de signe contraire fournie par l'une des armatures de la lame, convenablement choisie, soit l'armature Q_1. On y arrive en soulevant le poids à la main, et en ne le laissant poser que progressivement sur le plateau, et cela de manière à maintenir l'image de l'électromètre au zéro. Avec un peu d'habitude on effectue cette opération très exactement, et on fait ainsi dégager proportionnellement une quantité d'électricité connue pendant un temps qu'on mesure. On peut donc par ce moyen mesurer en valeur absolue la quantité d'électricité qui traverse le condensateur pendant un temps donné, c'est à dire l'intensité du courant. La mesure est indépendante de la sensibilité de l'électromètre.

L'intensité du courant augmente avec la différence de potentiel qui existe entre les plateaux, mais pour de fortes différences de potentiel le courant tend vers une valeur limite qui est pratiquement constante. C'est ce courant de saturation qui a été adopté comme mesure de la radioactivité. Les nombres relatifs obtenus avec différentes substances dépendent de l'épaisseur et de la forme du condensateur AB

den »Piezoelektrischen Effekt«. Begriffe wie »Curiepunkt« und »Curiesches Gesetz« zeugen von seinen anschließenden Arbeiten auf dem Gebiet des Magnetismus. 1895 heirateten M. und P. Curie und führten die von ihr begonnene Erforschung der spontanen Emission ionisierender Strahlen durch das Uran fort. Marie Curie sah in ihrem Mann den erfahreneren und älteren Physiker, was auch im Stil ihrer Zusammenarbeit deutlich zum Ausdruck kam. Sie traf keine Entscheidung auf wissenschaftlichem Gebiet, ohne vorher mit ihrem Mann über das Thema diskutiert zu haben.

Die wissenschaftlichen Arbeiten, die zu der Entdeckung von »Polonium« und »Radium« führten, wurden unter sehr ungünstigen äußeren Bedingungen durchgeführt. Das Ehepaar Curie hatte zum einen wegen der nicht »standesgemäßen« Vorbildung von P. Curie in der wissenschaftlichen Umgebung nicht die nötige Anerkennung, andererseits konnten sie sich aus finanziellen Gründen nicht voll der wissenschaftlichen Arbeit widmen. Sie waren gezwungen, immer wieder Nebenbeschäftigungen anzunehmen, um das für die Forschungsarbeit nötige Geld zu beschaffen. Die mißliche materielle Lage kam auch im »Labor« der beiden zum Ausdruck – sie führten ihre Arbeit in einer primitiv eingerichteten Baracke durch. Erst nach ihrer großartigen Entdeckung erhielten sie von der Sorbonne, der hiesigen Universität, ausreichende Unterstützung, um bar finanzieller Sorgen arbeiten zu können.

Die äußerst fruchtbare Zusammenarbeit von Marie und Pierre Curie auf wissenschaftlichem Gebiet wurde am 19. April 1906 auf tragische Weise abgebrochen. Beim Überqueren der Fahrbahn wird Pierre Curie am Nachmittag dieses verregneten Tages in der Rue Dauphine von einem zweispännigen Pferdewagen überfahren und am Kopf tödlich verletzt.

Nach diesem schweren Schicksalsschlag, bei dem Marie Curie nicht nur ihren Ehemann, sondern auch ihren wichtigsten Berater und Mitarbeiter in wissenschaftlichen Dingen verloren hat, tritt sie die Nachfolge von Pierre Curie an der Sorbonne an. Sie hat in der Folgezeit mit persönlichen Neidern zu kämpfen, die ihr die plötzliche Popularität nicht vergönnen. Außerdem ergeben sich große Schwierigkeiten an der Universität, da sie als Frau eine Stellung besitzt, die in vielen Augen nur den Männern vorbehalten ist.

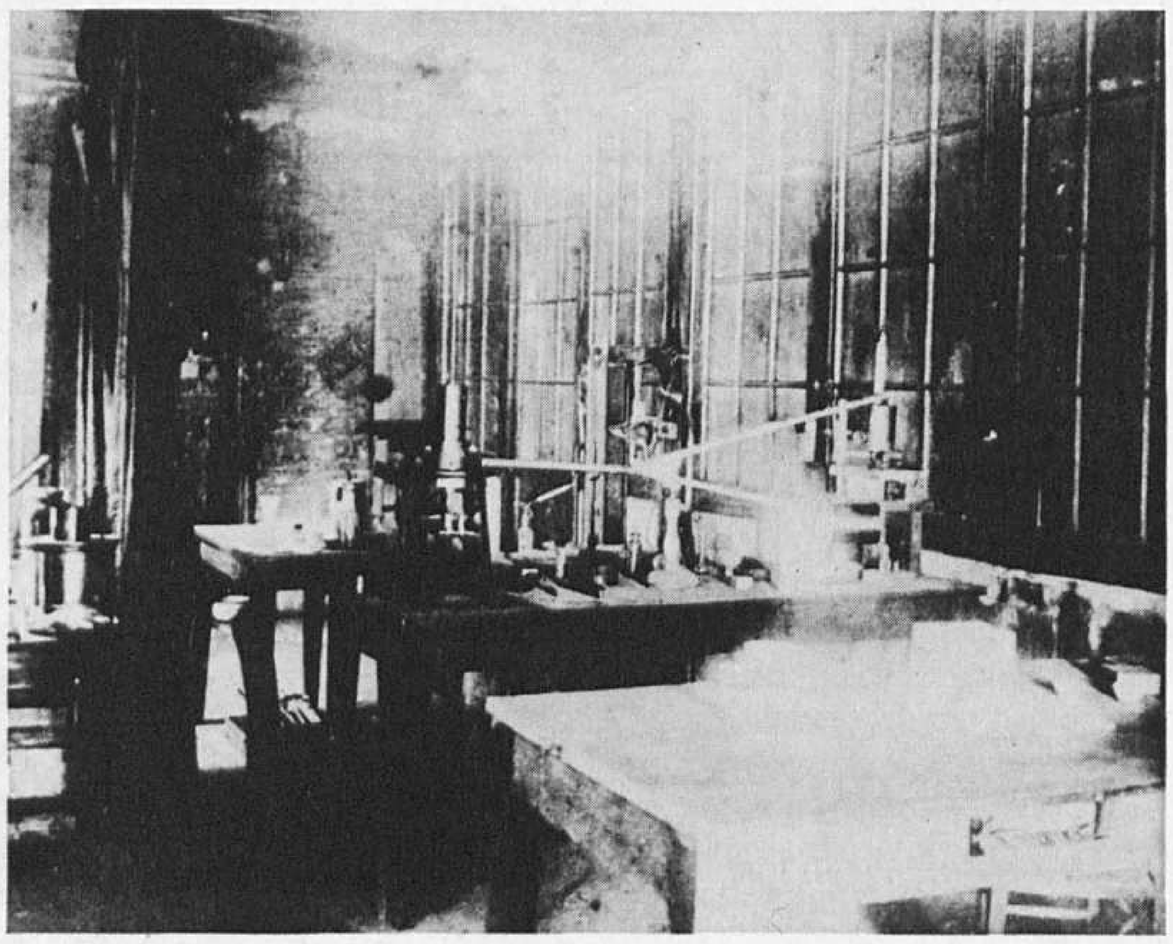
Während des ersten Weltkrieges stellt sich Marie Curie in den Dienst der Humanität, indem sie versucht, die unzureichende Ausstattung der französischen Lazarette mit Röntgengeräten zu verbessern. Sie setzt ihre Stellung in der Fachwelt und ihre Kenntnisse auf diesem Gebiet ein, gibt viele Röntgenanlagen aus dem Universitätsbereich an die Lazarette weiter. Da auch diese Geräte nur ein Tropfen auf den heißen Stein sind, installiert Marie Curie ihre institutseigene Anlage auf einen Wagen und versorgt mit dieser ersten mobilen Röntgenstation notdürftig die vielen Feldlazarette dieser Zeit. Insgesamt beschafft sie während des ersten Weltkrieges 20 fahrbare und 200 festinstallierte Röntgenanlagen, wodurch es möglich wird, über eine Million Verletzter zu untersuchen.

Am 4. Juli 1934 stirbt Marie Curie im Sanatorium von Sancellemoz/Schweiz nach längerer Krankheit. Im Krankenbuch des Sanatoriums steht an diesem Tag folgender Eintrag:

»... Sie litt an einer sehr rasch verlaufenden perniziösen Anämie. Da das Rückenmark nicht mehr reagierte, ist anzunehmen, daß es durch die langanhaltende Einwirkung von Radiumstrahlen angegriffen war[3].«

Obwohl das Ehepaar Curie dem eigenen Körper gegenüber recht sorglos mit radioaktiver Strahlung umging, zeugt eine Aussage von Pierre Curie aus dem Jahre 1903 vom großen Verantwortungsbewußtsein der beiden.

Er beschließt seinen Vortrag anläßlich der Verleihung des Nobelpreises in Stockholm mit den Worten: »Das Radium kann in verbrecherischen Händen sehr wohl gefährlich werden, und man darf sich mit Recht fragen, ob der Menschheit aus der Kenntnis der Geheimnisse der Natur ein Vorteil erwachse, ob sie reif ist für eine nutzbringende Anwendung, oder ob nur Schaden aus ihr entsteht. Das Beispiel Nobels ist in dieser Richtung kennzeichnend. Seine Sprengstoffe erlaubten es dem Menschen, bewundernswerte Dinge zu vollbringen. Sie stellen aber gleichzeitig ein schreckliches Zerstörungsmittel in den Händen derjenigen Verbrecher dar, die die Völker in den Krieg treiben. Ich gehöre mit Nobel zu den Menschen, welche glauben, daß die Menschheit mit den neuen Entdeckungen mehr Gutes als Schlechtes schaffen wird[4].«



Laboratorium von Marie und Pierre Curie. Zu erkennen ist die Apparatur zur Messung der Intensität radioaktiver Strahlung.

Marie Curie, geborene Sklodowska
1867–1934
zusammen mit ihrem Mann Pierre Curie leistete sie bedeutende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Radioaktivität.
1903 Nobelpreis für Physik
1911 Nobelpreis für Chemie

Pierre Curie
1859–1906
gemeinsam mit seiner Frau Marie Curie entdeckte er zwei neue radioaktive Elemente: Polonium und Radium.
1903 Nobelpreis für Physik

[1] C.R. 122, 312, 1896
[2] Eve Curie, »Madame Curie« (Leipzig 1939), S. 190
[3] Eve Curie, »Madame Curie«, S. 466
[4] Marie Curie, »Pierre Curie«, Wien, 1950, Vorwort

Jürgen Teichmann

Astronomie, Physik und Meßtechnik in der Kulturgeschichte

WANDEL DES WELTBILDES

Der Sternenhimmel erstaunte und bezauberte den Menschen jahrtausendelang, bis er durch die Verbreitung des künstlichen Lichts – mit der elektrischen Glühlampe ab etwa 1870 – immer unscheinbarer wurde. Veränderter Tag/Nacht-Rhythmus der modernen Zivilisation, die Hintergrundhelligkeit der Städte haben seinen Zauber ausradiert. Doch hat die Weltraumfahrt ab 1957 das Interesse an ihm wieder gehoben – und wird es sicherlich in erheblich stärkerem Maße tun, falls einmal jedermann zu Reisen ins Weltall starten kann. Aber heute noch gilt: Hat nicht jeder schon einen strahlenden Stern, wie er mitunter in der Nachhelligkeit der untergegangenen Sonne im Westen als erster und hellster am Himmel aufleuchtet, für einen künstlichen Satelliten gehalten und nicht als Venus, schönstes Wesen unter den Sternen, erkannt?

Die Bedeutung der Geschichte

War es nur sentimentale Romantik, die glitzernde Sterne interessant machte? Natürlich nicht – sie waren für Wissenschaft, Technik und Mythologie faszinierende und nützliche Erscheinungen. Das galt etwa für die Kalenderberechnung und die Orientierung auf See. Voraussagen zum Himmelsgeschehen, z.B. über Sonnenfinsternisse, zeigten aber auch ohne Nutzanwendung die Macht des Denkens über Naturereignisse. Schließlich spiegeln Sternbilder und Sternnamen das transzendente Denken des Menschen, aber auch Teile des gesellschaftlichen Handelns in Göttergestalten, sagenhaften Ereignissen, kriegerischen Taten, Instrumenten u.a.

Es gingen also von Anfang an Interessen, die direkt auf den gesellschaftlich-technischen Nutzen gerichtet waren und davon unabhängige Überlegungen und Vorstellungen Hand in Hand. Man kann sogar sagen, das war ein wesentlicher Ursprung moderner Naturwissenschaft überhaupt.

Folgende Zusammenhänge kann man nun an der weiteren geschichtlichen Entwicklung dieser Anfänge besonders gut studieren:

Zusammenhänge fachwissenschaftlicher Art:

Mit dem Fortschritt ist zwar eine zunehmende Verknüpfung der Einzelwissenschaften feststellbar, aber die Inhalte der Spezialdisziplinen nehmen trotzdem an Umfang und eigenständiger Bedeutung zu. So wuchsen Astronomie und für die Erde gültige Physik immer enger zusammen. Sie waren noch in der Antike, wie ihre Symbole Himmel und Erde, vollständig voneinander getrennt. Es entstanden auf der anderen Seite ab dem 19. Jahrhundert selbständige Bereiche wie Astrophysik, Mikrophysik, die allerdings wieder enge Beziehungen entwickelten usw.

Zusammenhänge technisch-kultureller Art:

Technische Forderungen an die Wissenschaft, aber auch andere Kontakte banden die Entwicklung von Wissenschaft an die Entwicklung der allgemeinen Kultur: So legten kosmologisch-philosophische Vorstellungen bestimmte himmelsphysikalische Überlegungen fest, und umgekehrt beeinflußten astronomisch-physikalisch-technische Entwicklungen, wie das heliozentrische Weltsystem und das Fernrohr, auch das nicht naturwissenschaftliche Denken und Handeln.

Zusammenhänge wissenschaftstheoretischer Art:

Die Entstehung neuen naturwissenschaftlichen Wissens erfolgt nicht so, wie man aufgrund moderner systematischer Lehrbücher oft zu schließen bereit ist. Lange Zeit konnten in der Geschichte Behauptungen gelten, obwohl sie *nicht* durch Beobachtung oder Experiment eindeutig gestützt waren wie das geozentrische Weltsystem – aber auch das heliozentrische Weltsystem noch bis in das 18. Jahrhundert!

Oft wurden Aussagen auch dann aufrechterhalten, wenn vorhandene Beobachtungen schon widersprachen.

»Irrtümer« haben zu allen Zeiten der Wissenschaft eine bedeutende – oft eine sehr fruchtbare – Rolle gespielt. Viele heute erkannte »Irrtümer« sind einmal wissenschaftliche Selbstverständlichkeiten gewesen, wie die Kraftwirbel des Descartes, die »Fernkraft«-Vorstellung Newtons, sein »absoluter« Raum, auch etwa die Astrologie bei Kepler und anderen Astronomen.

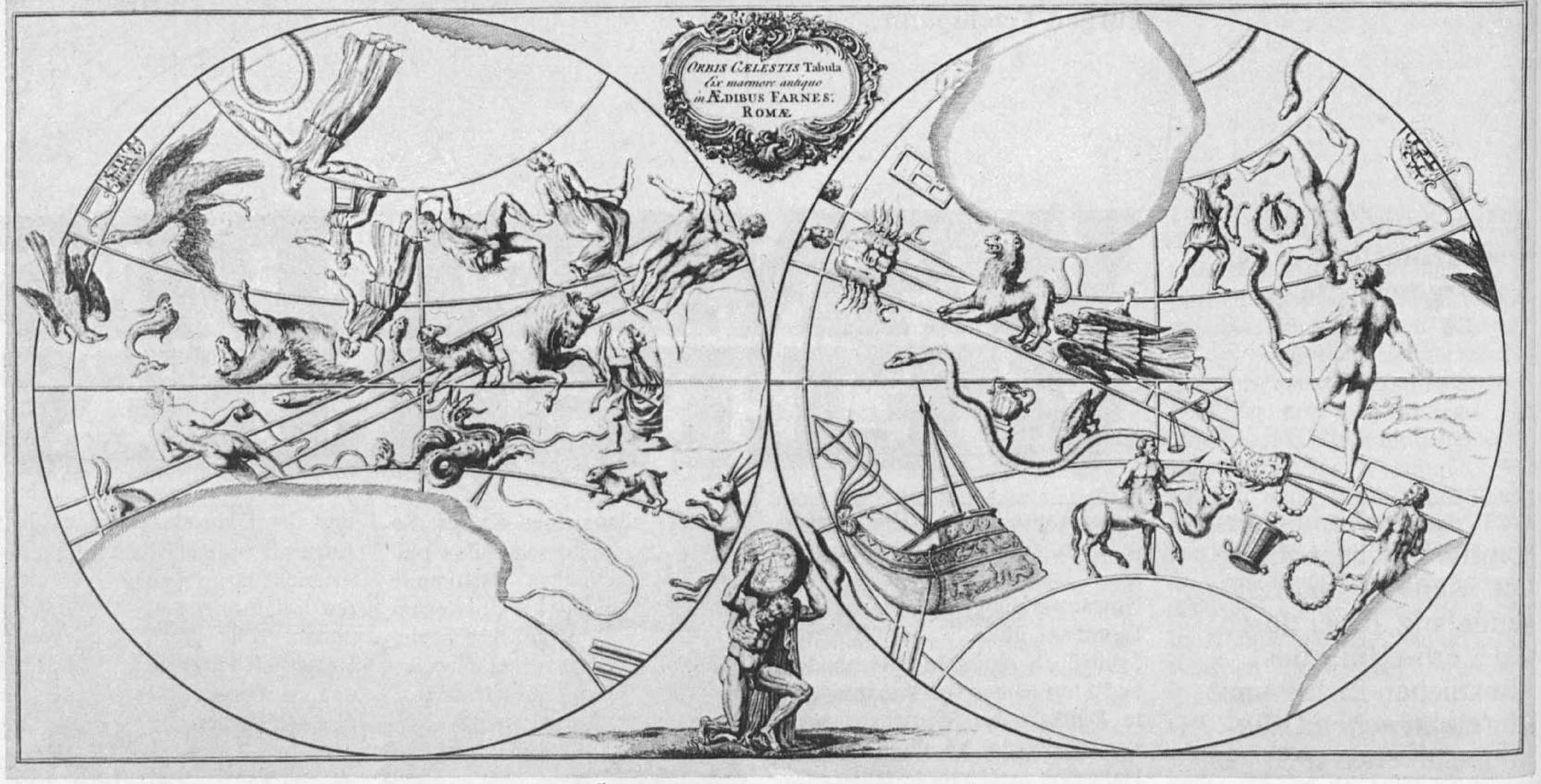
Zusammenhänge entwicklungspsychologischer Art:

Die Entwicklung des astronomisch-physikalischen Wissens vom Kleinkind zum Erwachsenen läuft in vielen Bereichen zumindest ähnlich zur Geschichte der Menschheit ab – von sich selbst und der Erde als Zentrum, dem Auge als erstem Beobachtungsinstrument zu immer komplizierteren Erfahrungen und Interpretationen. Sicher gibt es gravierende Unterschiede. Aber auch sie können im Vergleich zur Geschichte deutlich werden.

Copernicus – »Reformator«, nicht »Revolutionär«

Copernicus wurde im 16. Jahrhundert zum Mittler zwischen antiker und neuer Naturwissenschaft. Das war seine große Bedeutung, nicht die des »Revolutionärs«. Neben den bekannten Leistungen seines heliozentrischen Systems, die ihn zum ersten respektablen Gegner von Ptolemäus werden ließen, vergißt man allzuoft die starken Bindungen an seine eigene Zeit und deren antike Voraussetzungen. Am auffälligsten dabei ist noch sein hartnäckiges Festhalten an dem Konzept von Kreisen und Aufkreisen.

Das heliozentrische System mit der Sonne als Mittelpunkt war übrigens keine Erfindung von Copernicus. Er selbst berief sich auf Aristarch von Samos. Allerdings hatte es auch Diskussionen zur Erdbewegung in der Scholastik gegeben. Die starke Traditionsgebundenheit von Copernicus zeigt sich auch in seinem unerschütterlichen Vertrauen auf die von Ptolemäus überlieferten Beobachtungsdaten. Dabei übernahm er viele falsche Werte, z.B. mit dem gesamten Fixsternverzeichnis in Länge und Breite von Ptolemäus die in Wirklichkeit nicht vorhandene Schwankung der Präzessionsbewegung, die als »Trepidation« bezeichnet wurde. Sein eigenes Material blieb dagegen sehr viel bescheidener und bestand aus etwa 60 Beobachtungen von Planeten und Fixsternen. Hier wurde der »Revolutionär« erst Tycho Brahe.



1

1+2 Der »Atlas Farnese«, um 200 v. Chr., trägt den ältesten uns erhaltenen Himmelsglobus — mit den meisten noch heute bekannten Sternbildern wie Schiff, Schwan, Zwillinge. (Original des Atlas im Museo Nazionale, Neapel. Nachzeichnung aus Bentley, Richard [Hrsg.]: Astronomicon des M. Manlius, London 1739.)

3 Die Sphären bis zum Mond (*schwarz:* Erde, Wasser, Luft, Feuer) waren in der aristotelischen Tradition, auch des Christentums, scharf vom gesamten Himmel getrennt (*hell:* Mond bis zur Sphäre »Gottes und aller Auserwählten«).
(Aus: Reisch, Gregorius: Margarita Philosophica, 1508.)

4 Das copernicanische Weltsystem war in Wirklichkeit genauso kompliziert wie das ptolemäische, da Copernicus jede Himmelsbewegung ebenfalls nur aus Kreisen zusammensetzte — z.B. die des Mondes aus Grundkreis mit zwei Epizykeln. Die kleinen Kreise bei den Planeten sind ebenfalls Epizykel, auf denen erst der Planet sitzt. Die Zentren der Bewegungen (am Ende der langen Radien) liegen alle verschieden und keines genau in der Sonne. (Aus: Koyré, Alexandre: The astronomical revolution. Paris 1973.)

2

5 Die Planetenschleifen am Himmel entstehen nach Copernicus aus der Relativbewegung zwischen der Erde (rechts) und dem Planeten selbst (links). Das war eine Vereinfachung gegenüber ptolemäischen Vorstellungen. Die Schleifen werden im Modell der Ausstellung »Wandel des Weltbildes« im Deutschen Museum durch die irdische »Fernrohr«-Lampe über die Planetenkugel auf den Rundschirm als Himmelsausschnitt projiziert.

Diese Verknüpfung mit der Tradition ist ja etwas Normales. Eher sollte man vorsichtig sein, wenn eine Gestalt ausschließlich als eben »revolutionär« geschildert wird. Auch spätere Forscher bauten auf den Leistungen ihrer Vorgänger auf: Kepler auf Copernicus und Tycho Brahe, Newton auf Galilei, Descartes und Huygens, Heisenberg auf Planck, Bohr und anderen.
Copernicus führte folgende Gründe an, die ihn zu einer Revision der geozentrischen Lehre brachten:

- »Reinigung« des ptolemäischen Systems durch radikalere Erfüllung der antiken Forderungen nach konstanter Geschwindigkeit jedes himmlischen Kreises. Das hatte Ptolemäus schon weitgehend fallengelassen.
- Einfachheitsüberlegungen, z.B. die Absicht, weniger Kreise anzuwenden als bei Ptolemäus.
- Eine bessere Anpassung an die wirklichen Beobachtungen, z. B. bei den Mondgrößenschwankungen.

Dabei fällt einem sofort auf, daß das Kriterium, das man üblicherweise als Antrieb beim Fortschritt moderner Naturwissenschaft angibt, der Bezug zur Naturerfahrung, nur eines unter mehreren ist. Und mit der Naturerfahrung war auch in der Tat damals nicht zu entscheiden, ob nun die Erde ruhte oder die Sonne. Zur Favorisierung seines Systems blieben für Copernicus doch nur Einfachheitskriterien übrig, wie sie zum Teil auch schon in der Antike, später in der Scholastik, diskutiert wurden. So sollte etwa die Sonne als zentrales wärme- und lichtspendendes Gestirn nun auch (Fast-)Zentrum aller Bewegungen sein.
Ferner sei der Zustand der Unbeweglichkeit »edler und göttlicher« als die Veränderung: Er komme deshalb gerade der Fixsternsphäre (d.h. bezüglich der scheinbaren täglichen Drehung des Himmels) zu als der das ganze Weltall »Enthaltenden« statt der Erde als der darin nur »Enthaltenen« usw.

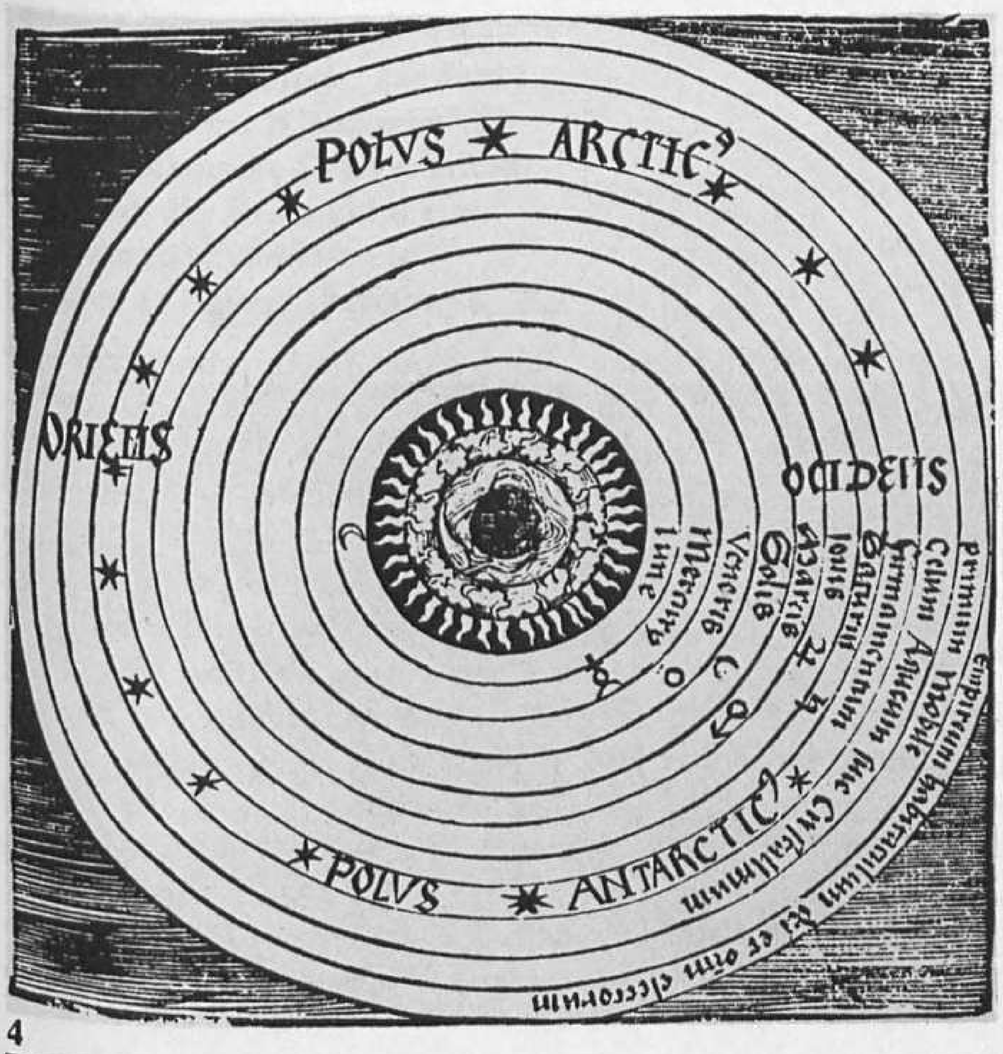
Die klassische Physik und die »Beweise« für Copernicus

Die Entwicklung nach Copernicus kann man – vom physikalisch-astronomischen Interesse der Gegenwart her – in drei Hauptabschnitte gliedern:

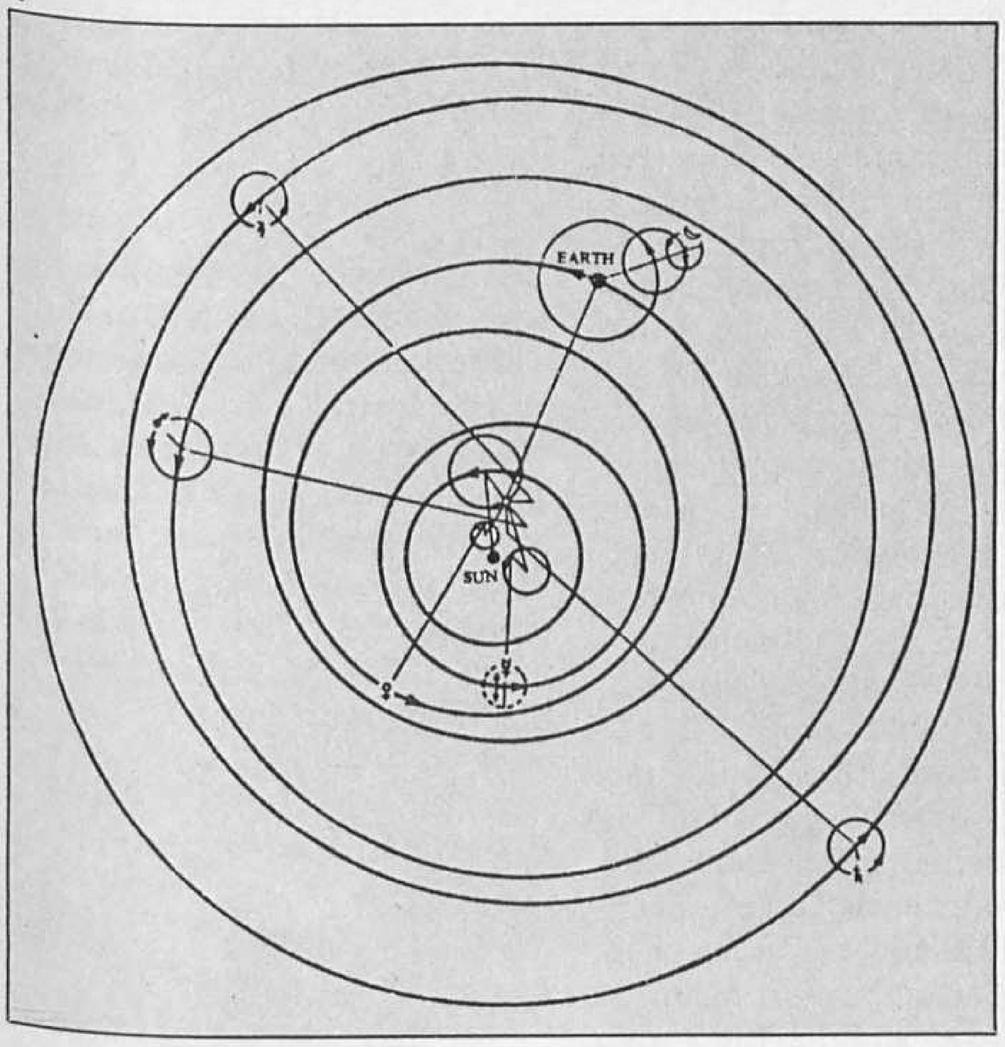
- Die erste entscheidende Verbesserung des Beobachtungsmaterials (Tycho Brahe etwa 1570) und damit zusammenhängend die Verbesserung der kinematischen Erklärung der Bewegungen im Sonnensystem (Kepler um 1620).
- Die Entwicklung von Grundzügen einer antiaristotelischen Physik. Sie dauerte von Galilei um 1600, über Kepler und Descartes bis zu Huygens um 1670.
- Die quantitative Anwendung der neuen Physik auf die Himmelsbewegungen – das Entstehen der klassischen Himmelsdynamik mit der Erklärung der Kräfte zwischen allen »schweren« Körpern wie Steinen und Planeten. Das gelang Newton ab 1666. Er veröffentlichte seine neue »Naturlehre« 1687.

Diese Entwicklungen überlagern sich jedoch zeitlich. Auch sie führen noch zu keinerlei Erfahrungsbeweis für die These der jährlichen Erdbewegung. Trotzdem fe-

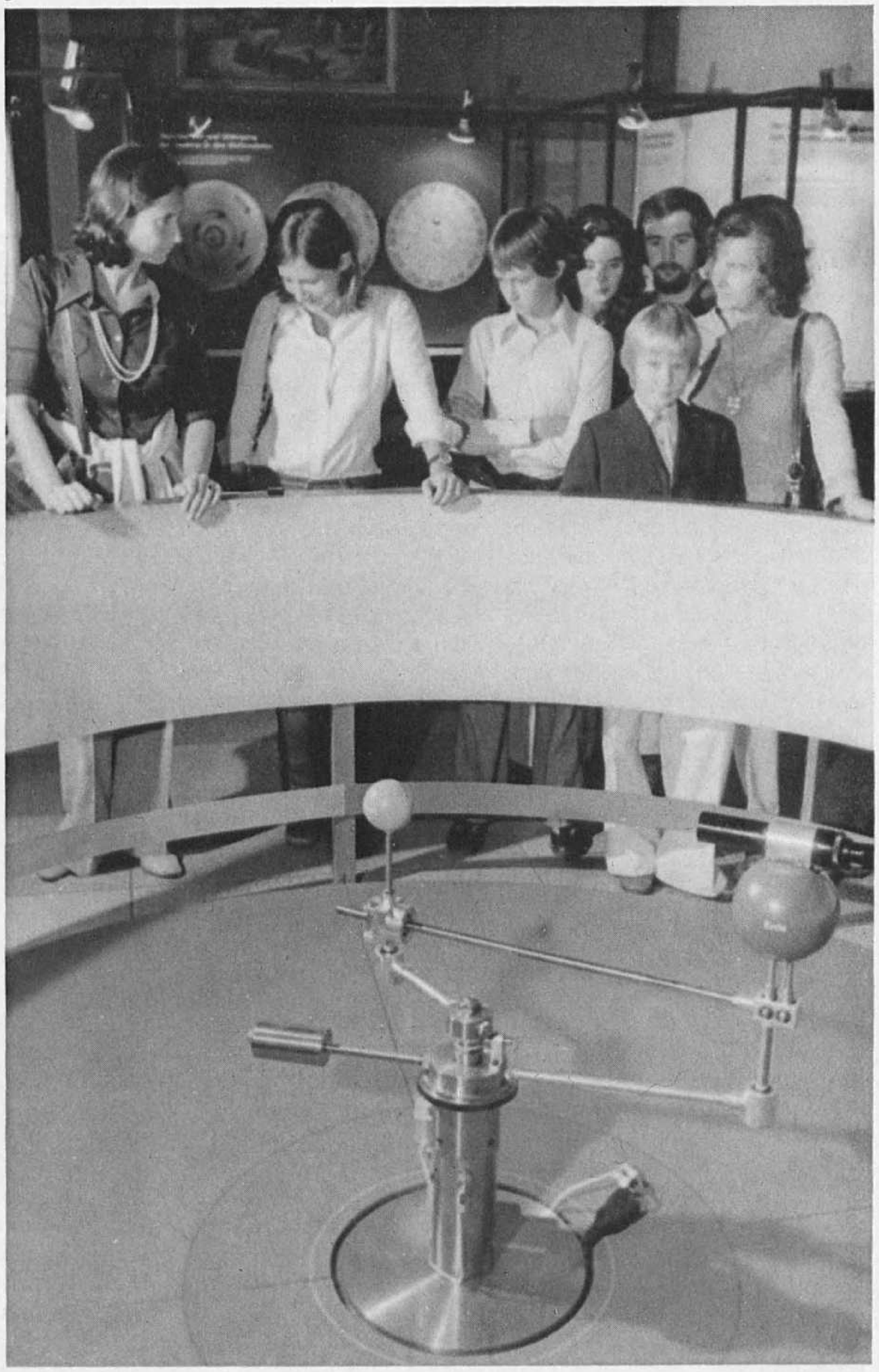
3



4



5



stigte sich diese These immer mehr und hatte – nach der Newtonschen Verschmelzung von irdischer Physik und Himmelsphysik – praktisch keinen ernsthaften wissenschaftlichen Gegner mehr. Diese Entwicklung ist ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie das System einer Wissenschaft auch noch zweifelhafte Thesen darin vollkommen glaubhaft absichern kann, wenn es an anderen Stellen genügend fruchtbar erscheint.

Warum war nun das heliozentrische System mit den Keplerellipsen um 1700 schon so gesichert? Weil

- die Newtonsche Theorie so elegante dynamische Lösungen für die Beobachtungen bot und auch in anderen Bereichen anwendbar war.
- unabhängig davon sehr viele Analogiebetrachtungen zu Vorgängen auf der Erde und im Planetensystem eine jährliche Erdbewegung immer stärker favorisiert hatten – so kreiste etwa die Venus auf jeden Fall um die Sonne. Solche Betrachtungen waren für die Descartes-Anhänger wichtig, die ja die Newtonsche Theorie ablehnten, aber auch für Copernicus eintraten.
- die Entwicklung von Copernicus bis Newton in einen neuen Zeitgeist eingebettet war, der sich mehr und mehr revolutionär gegenüber allem Vorhergehenden verstand.

Es war also gar nicht mehr so entscheidend, unbedingt ein »Experimentum crucis«, einen entscheidenden Erfahrungs-»Beweis«, zu finden. Man suchte ihn zwar vielfach. Das ständige Mißlingen behinderte jedoch die Festigung des heliozentrischen Weltbildes im 18. Jahrhundert so wenig, wie umgekehrt die Keplerschen Ellipsen ihr im 17. Jahrhundert viel genutzt hatten.

Die tägliche Erdbewegung

Hinweise auf die tägliche Rotation der Erde liefern die Zentrifugalkräfte, die z.B. zur Abplattung der Erde führten (entdeckt ab 1672), und die Corioliskräfte, die etwa das Foucaultsche Pendel (1851) scheinbar ablenken. Schließlich gibt es auch eine tägliche Aberration des Sternenlichtes (20. Jh.).

Der erste Hinweis auf die Rotation der Erde wurde 1672 gefunden, über 100 Jahre nach Copernicus, genau 40 Jahre nach Galileis astronomischem Hauptwerk. Nicht die direkte Suche nach einem solchen Phänomen führte zur Entdeckung. Kurz vor 1672 waren die ersten wissenschaftlichen Gesellschaften der Welt auf gesamtstaatlicher Ebene gegründet worden, die Académie des Sciences in Paris und die Royal Society in London, die schnell großen Ruf erlangten. Die Führerrolle Italiens war erloschen. Der Protestantismus spielte beim Entstehen dieser Gesellschaften, in ihrem Programm der Verbindung von Erkenntnis und Nützlichkeit eine wesentliche Rolle. Die Astronomie hatte einen besonderen Platz, einmal wegen des großen Interesses an Landesvermessung und Navigation auf See, zweitens wegen der praktischen und symbolischen Bedeutung der astronomischen Erkenntnisse für den Fortschritt des Gesamtwissens und der Gesellschaft schlechthin. So ließ Lud-

wig XIV. von Frankreich, der »Sonnenkönig«, das copernicanische Weltbild als Symbol seines Herrschertums nicht ungenutzt.
Die Französische Akademie der Wissenschaften war es nun, die den jungen Gelehrten Jean Richer 1672 nach Cayenne in Südamerika schickte, um »Astronomie und Geographie zu vervollkommnen«. Seine Aufgabe war es vor allem, Messungen zur Parallaxe des Mars durchzuführen, um damit die Entfernung Erde–Sonne als »Standard«-Einheit unseres Planetensystems zu bestimmen. Richer hatte nun bei seinen Beobachtungen auch 2 Huygensche Pendeluhren mit. Die Bedeutung des Pendels für Zeitmessungen war ja von Huygens schon näher untersucht worden. Dabei hatte er die Pendeluhr geschaffen und technisch weiterentwickelt. 1676 erschien sein Werk über die Pendeluhr (Horologium oscillatorium), das das Zykloidenpendel brachte und die Ergebnisse seiner Untersuchungen zur Kreisbewegung.
Richer sollte 1672 auch überprüfen, ob die mitgenommenen Pendel die gleiche Schwingungszeit zeigten wie in Paris. Da stellte er nun überrascht fest, daß die Pariser Länge von 994 mm, die für eine halbe Schwingungsdauer von 1 Sekunde galt, in Cayenne um 2,8 mm verkürzt werden mußte.
Vergleichsuhr dabei war die Erdrotation. Der Zeitunterschied zwischen zwei Meridiandurchgängen eines Fixsterns laut Paris, d.h. der Sterntag, erschien in Cayenne verkürzt. Die von Richer angegebene Längenänderung des Pendels entspricht zwei Minuten Verlangsamung pro Sterntag. Die Schwere in Cayenne mußte also in diesem Verhältnis des Zeitunterschieds geringer sein.
Das war für die Weiterentwicklung von Masse- und Gewichtsbegriff ein ungeheuer wichtiger Vorgang. Zum ersten Mal wurde nachgewiesen, daß »Schwere« wirklich veränderbar war – ohne daß sich dabei an der Menge etwas änderte! Allerdings wurde diese Entdeckung zunächst als »Dreckeffekt« interpretiert: durch Klimaeinfluß entstanden.
Doch schließlich fand Huygens dafür eine ganz neuartige Erklärung: Die Erde hatte nur in etwa die Form einer Kugel, sie war ein abgeplattetes »Sphäroid«, durch Zentrifugalkraft entstanden. Das heißt, die Äquatorgegenden waren aus der Kugelform herausgezogen, dafür die Pole eingedrückt. Er benutzte dieses Ergebnis also gar nicht als Beweis für die Erdrotation, sondern nahm diese als selbstverständlich an und führte die Abweichung des Pendels auf eine sekundäre Ursache, nämlich die Abplattung infolge der Zentrifugalkraft zurück. Er gründete also eine neue unbewiesene These – die der Abplattung – auf eine noch immer unbewiesene – die der Erdrotation. Wissenschaft entwickelt sich wirklich nicht einfach über experimentelle Bestätigung bestimmter Hypothesen und unmittelbare Verwerfung anderer!

Die jährliche Erdbewegung

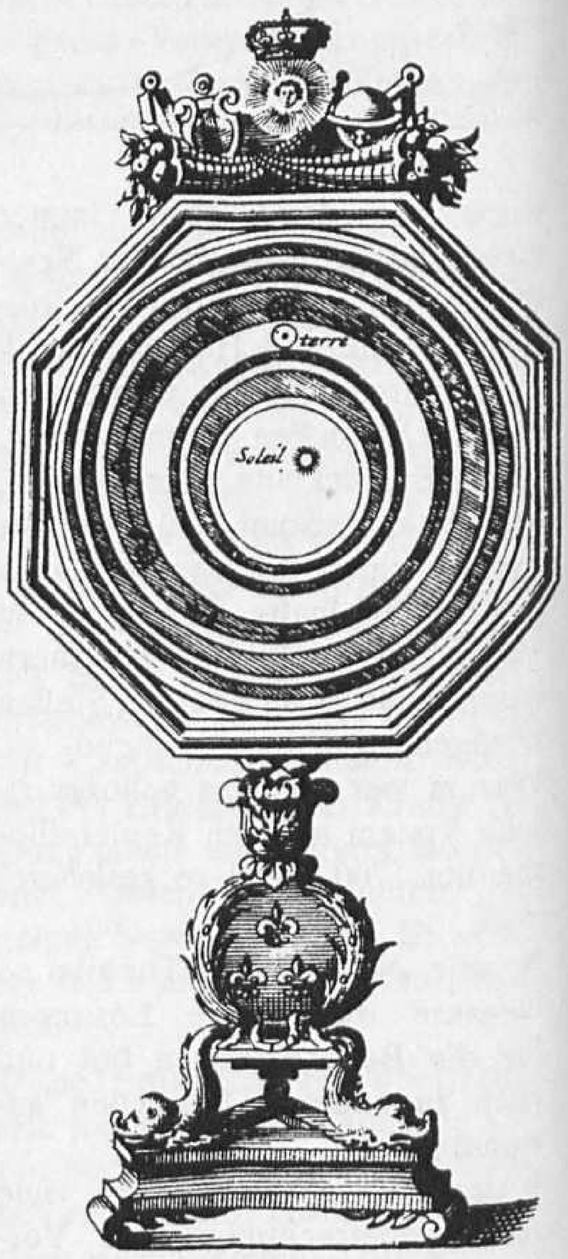
Das gesuchte »Experimentum crucis« für die jährliche Erdbewegung mußte die Erdbewegung auf ein Koordinatensystem außerhalb unseres Sonnensystems beziehen, um nicht nur Relativbewegungen zwischen Erde und Sonne festzuhalten.
Das Koordinatensystem außerhalb aller Planetenbahnen sind natürlich die Fixsterne. Bezüglich dieses Koordinatensystems gibt es heute drei verschiedene Beobachtungen, die für die jährliche Erdbewegung sprechen, aber im strengen Sinn ebenfalls keine Beweise sein können:

die Lichtaberration,
gefunden 1729;
die Fixsternparallaxe,
gefunden 1838;
die Dopplerverschiebung in Sternspektren im jährlichen Rhythmus der Erdbewegung, gefunden Ende des 19. Jahrhunderts.

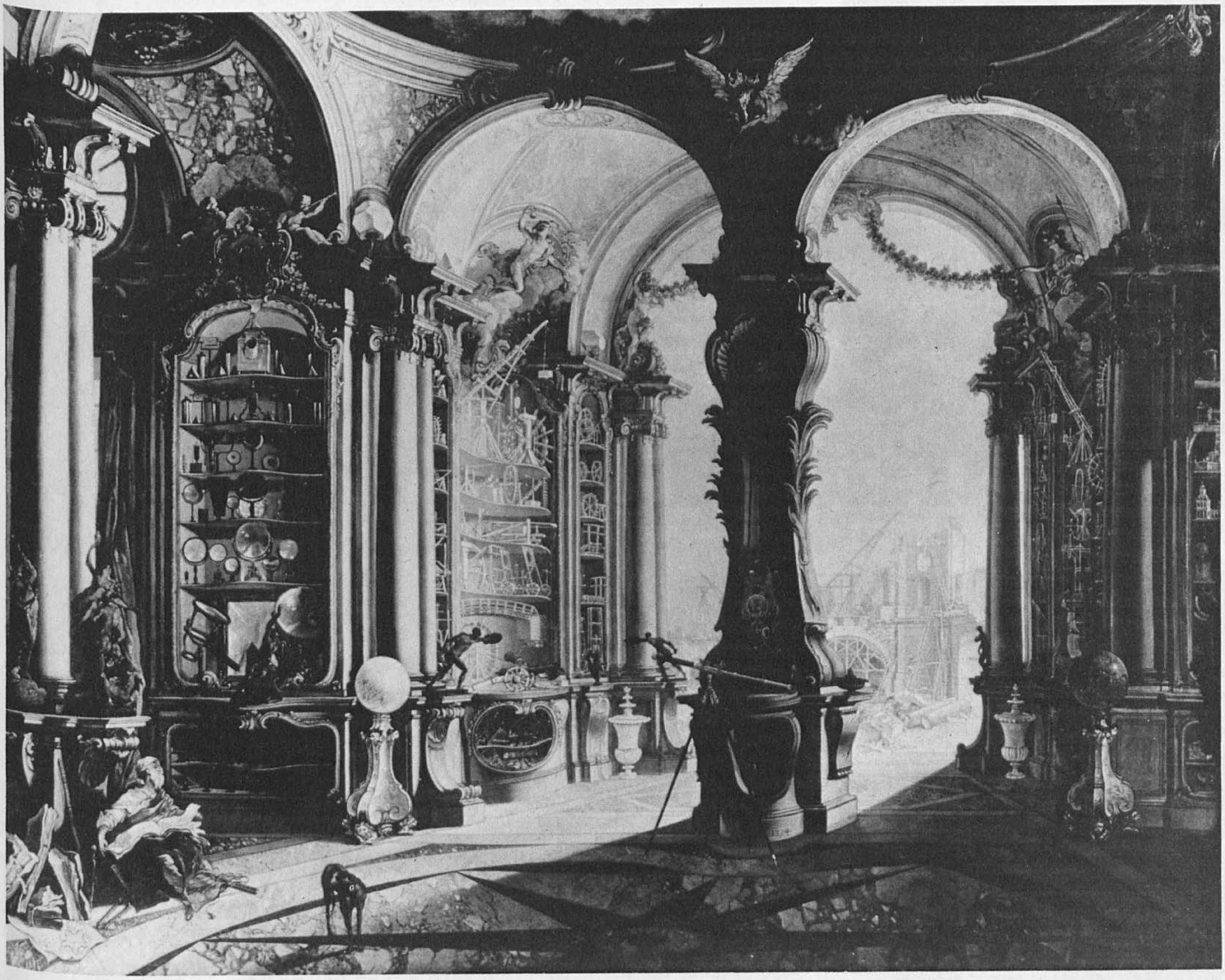
Die Symbolrolle der Astronomie vom 19. Jahrhundert ab

In Vergleichen und Bildern verschiedener Kulturbereiche zeigte sich die Führungsrolle der Astronomie als exakte Wissenschaft, gerade auch durch Absetzung von ihr. So sollte 1825 – natürlich in Frankreich – eine Wissenschaft vom Essen begründet werden. Man hielt deshalb »die Entdekkung eines neuen Gerichts, das unseren Appetit anregt und unseren Genuß verlängert, für ein weitaus interessanteres Ereignis als die Entdeckung eines neuen Sterns; man sieht deren ja sowieso genügend«.
Aus Immanuel Kants »Kritik der praktischen Vernunft« stammt das Wort: »Zwei Dinge erfüllen das Gemüt mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht, je öfter und anhaltender sich das Nachdenken damit beschäftigt: der bestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir.«
Kant wollte eine zweite copernicanische Wende einleiten – zum Subjekt, zur Erörterung von dessen Erkenntnismöglichkeiten (reine Vernunft) und Handlungsprinzipien (praktische Vernunft) in dieser Welt. Gesetzmäßigkeiten der Natur, wie am »bestirnten Himmel« besonders klar erfahrbar, und Gesetzmäßigkeiten im Menschen waren vergleichbar, aber nicht mehr symbolisch aufeinander beziehbar. Daraus entwickelte sich bald eine schroffe – von Kant nicht beabsichtigte – Trennung von rationalistisch-empiristischer Aufklärung und geisteswissenschaftlich bestimmtem Idealismus. Die Gegensätze Geisteswissenschaften – Naturwissenschaften oder auch Kultur – Zivilisation und ähnliches wurden dabei erst definiert und sofort bildungspolitisch und sozialpolitisch zum Kampfinstrument – vor allem in Deutschland.
Der Kantsche Ausspruch wäre heute nicht mehr denkbar. Weder gestirnter Himmel über der Erde noch moralische Gesetze im Individuum erscheinen heute so entscheidend beim Nachdenken über die Welt. Industrielle Revolution als technisch-wissenschaftlich-sozialer Komplex im 19. Jahrhundert, Sozialismus–Marxismus und politische Oktober-Revolution 1917 sowie andere Entwicklungen haben die Ansatzmöglichkeiten auch des philosophischen Denkens radikal verändert – radikaler vielleicht, als die Französische Revolution zu Lebzeiten Kants ab 1789.
Das wird auch aus Äußerungen von Karl Marx im 19. Jahrhundert deutlich:
»Nehmen wir zum Beispiel das Verhältnis der griechischen Kunst und dann Shakespeare's zur Gegenwart. Bekannt, daß die griechische Mythologie nicht nur das Arsenal der griechischen Kunst, sondern ihr Boden. Ist die Anschauung der Natur und der gesellschaftlichen Verhältnisse, die der griechischen Phantasie und daher der griechischen Mythologie zugrundeliegt, möglich mit Selfaktors und Eisenbahnen und Lokomotiven und elektrischen Telegraphen? Wo bleibt Vulkan gegen Robert et Co., Jupiter gegen den Blitzableiter und Hermes gegen den Crédit mobilier? Alle Mythologie überwindet und beherrscht und gestaltet die Naturkräfte in der Einbildung und durch die Einbildung; verschwin-

Der berühmte Astronom Ole Römer entwickelte um 1680 in Paris ein copernicanisches Planetarium, das die Insignien des Sonnenkönigs Ludwig XIV. trägt: Sonnengesicht mit Krone als Beschützer von Wissenschaft (rechts) und Kunst (links), im Standfuß die französischen Lilien. Ludwig XIV. gefiel dieses Planetarium so gut, daß Exemplare davon als Geschenke in die Welt geschickt wurden.
(Aus: Journal des Sçavans 1682.)



Physikalisches Kabinett aus dem 18. Jahrhundert. Wissenschaftliche und technische Gerätschaften gingen mit der Architektur eine faszinierende Symbiose ein. (Jacques de Lajoue, Paris vor 1739.)



det also mit der wirklichen Herrschaft über dieselben...«

Noch ein Jahrhundert zuvor konnten Jupiter und Blitzableiter in antik-mythologischer Symbolsprache zusammen gesehen werden. Jean le Rond d'Alembert, berühmter französischer Physiker, Mitherausgeber der Französischen Enzyklopädie, der Bibel der Aufklärung, empfing den ersten Gesandten der unabhängig gewordenen Vereinigten Staaten von Amerika, Benjamin Franklin, in der Französischen Akademie der Wissenschaften mit folgenden Worten:

»Dem Himmel entriß er den Blitz, den Tyrannen das Zepter.«

Franklin war Schriftsteller, Verleger, Politiker und berühmer Physiker, dessen Interesse an der Anwendung von Wissenschaft auch ein wesentliches Merkmal des pragmatischen Denkens der neuen selbstbewußten amerikanischen Gesellschaft war. Von ihm stammte der erste Vorschlag eines Blitzableiters. Er war aber auch Mitbegründer der ersten wirklichen demokratischen Verfassung der Welt – gegen die »Tyrannei« der englischen Kolonialherren.

Ab Anfang des 20. Jahrhunderts erhielt Technik, d.h. vorhandene, zu einem wirtschaftlichen und damit politischen Faktor entwickelte Technik, einen immer höheren Stellenwert in der Gesellschaft. Auch okkupierte die technische Forschung immer mehr Gebiete der »reinen« Naturwissenschaft. Schließlich entstanden neue aufregende und exakte Forschungsbereiche wie die Atomphysik. Das sind wesentliche Gründe für den Niedergang der Astronomie als Symbol in den gesellschaftlichen Vorstellungen. Und welche Begründung gibt es für die Astronomie als Großwissenschaft überhaupt noch? Sie ist ungeachtet dieser Bedeutungseinbuße immer teurer geworden. Sicher kann man nicht einfach auf ihren unmittelbaren Nutzen verweisen – das zeigt das Fehlen irgendeiner »astronomischen« Industrie. Aber die fruchtbaren Impulse, die von hier in die Grundlagen der Physik liefen – etwa über kosmologische Forschungen im »Großlabor« Weltall –, ihre Rolle als Hilfswissenschaft in der Weltraumfahrt, ihre Aufgabe, unserem Verstand den Makrokosmos zugänglicher zu machen, insgesamt also die Möglichkeit, wieder einmal in der Geschichte ganz unerwartete, eventuell auch technisch relevante Erfahrungen zu machen, rechtfertigen doch einigen Aufwand – wenn man nicht allzusehr an kurzfristiger und damit kurzsichtiger Planung technischen Fortschritts hängenbleiben will.

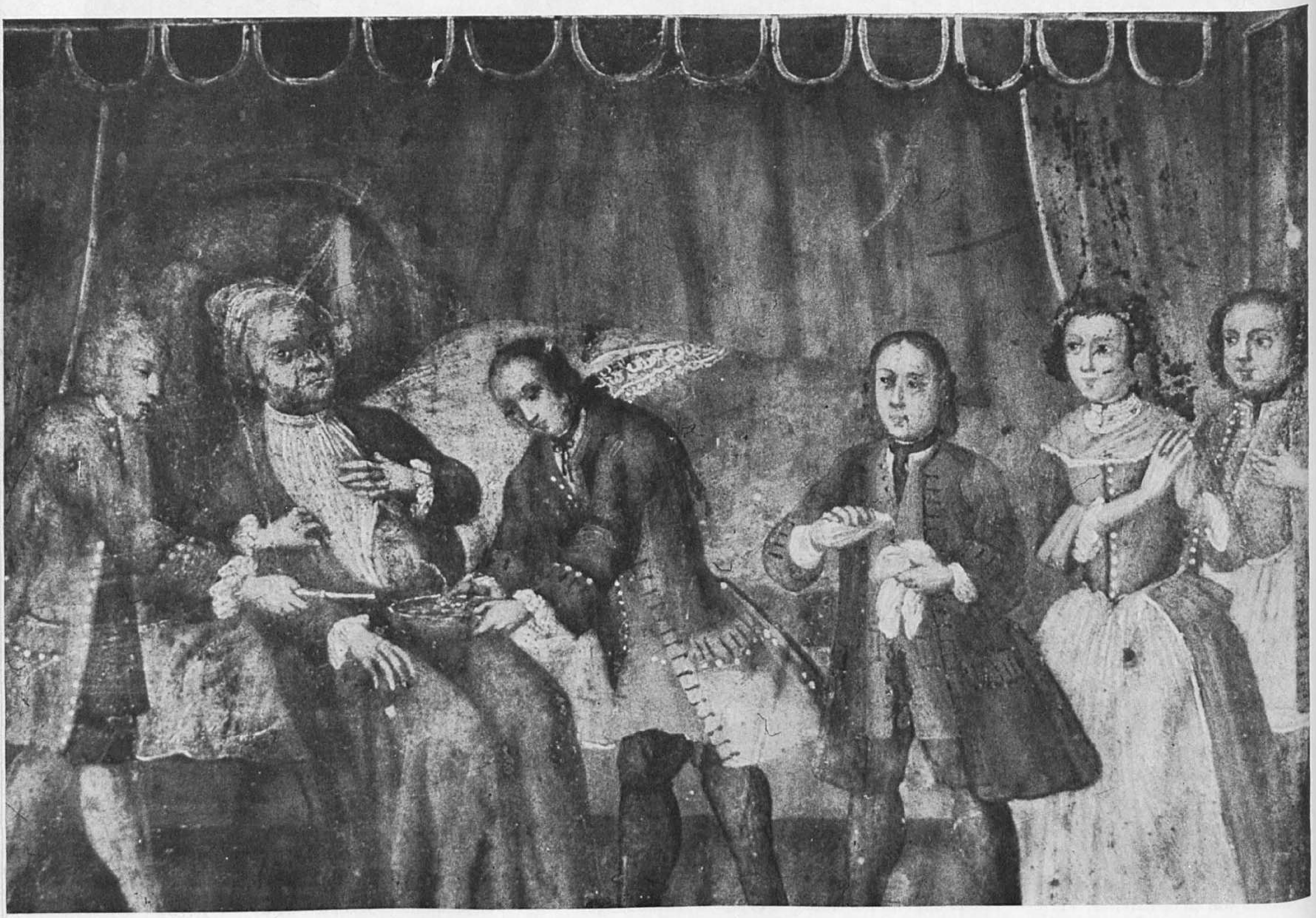
Dieser Beitrag ist Teil eines Buches, das in der didaktischen Reihe des Deutschen Museums »Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik« Mitte 1980 erscheinen wird.

Daß ein Sack voll Wissen und ein zweiter voll guter Vorsätze allein nicht ausreichen, ist eine Binsenweisheit, deren Wahrheit auch der junge Arzt, der nach einem mehr oder weniger theoretischen Universitätsstudium ans Krankenbett tritt, erfahren muß. Nicht nur, daß die Krankheiten in der Realität ganz anders aussehen als im Buch – auch der Kranke, seine Angehörigen und seine sonstige Umgebung werden zu Faktoren, die der Arzt berücksichtigen muß. Verhaltensregeln und Ratschläge, die erfahrene Ärzte im Mittelalter und der frühen Neuzeit ihren jungen Kollegen mit auf den Weg geben, werfen daher oft ein bezeichnendes Licht auf die damalige Arzt-Patienten-Beziehung.

Wir entnehmen die Illustrationen dieses Beitrags dem Buch von Wilhelm Theopold »Votivmalerei und Medizin« (eine Kulturgeschichte der Heilkunst im Spiegel der Votivmalerei) aus dem Verlag Karl Thiemig.

Barbara Elkeles

»Cautelae« und »Scharlatanerien«



Pulsfühlender Arzt am Krankenbett. Friedberg. Wallfahrtskirche Herrgottsruh. Schwaben.

Im 18. Jahrhundert zählte die Harnschau zu den unerläßlichen ärztlichen Verrichtungen. 1797. Elbach. Oberbayern.

(Bild auf der linken Seite)
Votivtafel von 1760 (Ausschnitt) mit einer Punktion der Bauchhöhle: »Dise tafel hat der Churfrtl. Rhat, Pfleg- und Lastenamts Comissary wie auch Breuverwalter zu haiß Herr Johann Michael Hennebrith zur unendlichen Danksagung und ewigen angedenken der von gott erhaltenen windtwassersuchts genesung, daran derselbe unter 9mahliger anzäpfung in die 7 virtl Jahren schmerzhafft ist gelitten hiehero verlobt.«
Kirchberg. Niederbayern.

Wie soll sich ein Arzt verhalten, wenn einer seiner Patienten zwischen zwei Besuchen plötzlich verstirbt? Am besten beugt er solch einer peinlichen Situation vor, indem er einen Diener vorschickt, »unter dem Vorwand, etwas zu fragen oder anzuordnen«. Doch wenn er trotz allem in das Haus eines unerwartet Verstorbenen kommt, »so kann er ein trauriges Gesicht machen und vorgeben, daß er das Dahinscheiden zwar vorhergesehen habe, aber zurückgekehrt sei, um zu trösten wie ein Freund und um zu erfahren, zu welcher Zeit er dahingegangen sei, oder etwas ähnliches innerhalb der Grenzen der Wahrheit vorschützen«.
Auch der rechtschaffene Arzt kann nicht immer ganz den geraden Weg der Tugend gehen. Er muß vielmehr geschickt taktieren, vorsichtig agieren, auch einmal listig hintergehen, wenn er das Vertrauen der Kranken erwerben will, ihre Zuversicht und Mitarbeit fördern und schließlich auch seine eigene Stellung absichern möchte. Für solch kleine erlaubte Tricks, die niemandem schaden, die im ärztlichen Alltag aber unglaublich hilfreich sind, entsteht im hohen Mittelalter ein Begriff: »cautelae«, Vorsichtsmaßnahmen, vom lateinischen cautus: vorsichtig. Einige der originellsten dieser Ratschläge sollen im folgenden wiedergegeben werden.

Die Patienten

Besondere Vorsicht ist für den jungen Arzt geboten, denn ihm fehlen die nötige Sicherheit und praktische Erfahrung. Da einmalige Mißgeschicke nicht so schnell vergessen werden, rät ihm eine im Jahre 1600 erschienene Schrift, die ärztliche Laufbahn in einer Kleinstadt zu beginnen und erst nach dem Erwerb des nötigen Könnens den endgültigen Wohnort zu wählen. Zudem, die Menschen begegnen ihm (zu Recht, wenn man den obigen Ratschlag bedenkt) mit besonderem Mißtrauen, daher darf er sich seine Unsicherheit nie anmerken lassen. Am besten, man sorgt auch hier schon vor und horcht bereits auf dem Wege zum Kranken dessen Boten unbemerkt aus, um dann am Krankenbett mit seiner »intuitiven« Diagnose zu glänzen. Wenn der Arzt aber bei aller Sorgfalt und Umsicht die Krankheit nicht erkennen kann, so »verheimliche er das und antworte den Fragenden dunkel, wie im Vorbeigehen, oder gehe, als ob er die Frage nicht bemerkt habe, zu einem anderen Thema über«.
Doch sollte der Arzt nie das Haus des Kranken verlassen, ohne ein Rezept geschrieben zu haben, denn sonst befürchtet der Patient, daß seine Krankheit sehr schwer sei, und die Angehörigen halten den Arzt für dumm oder überflüssig. Wenn er die Rezeptformel daher nicht genau im Kopf hat und zum Schaden des Kranken und zum Spott der Apotheker

Starstich. Abbildung aus der »Ophthal modouleia« von Georg Bartisch. Das Buch erschien 1583.

nichts Falsches verordnen will, sollte er irgendein unschädliches Stärkungsmittel aufschreiben, zu Hause die richtige Formel nachschlagen und auswendig lernen und sie bei seinem nächsten Besuch direkt am Krankenbett vor aller Augen niederschreiben. Bei jedem der folgenden Krankenbesuche empfiehlt es sich, irgend etwas an der Verordnung zu ändern, auch wenn Diät und das bisherige Arzneimittel vollauf genügten. Dann lobt man die Sorgfalt des Arztes, während man sonst glaubt, er kenne nicht mehr Rezepte. Natürlich müssen derartige Verschreibungen unschädlich sein.

Aber andererseits scheint die gewissenhafte Einnahme der Medikamente damals so wenig wie heute gewährleistet gewesen zu sein, darauf weist jedenfalls folgender Seufzer eines leidgeprüften Arztes hin: »Doch manchmal wächst die Boshaftigkeit und Betrügerei der Kranken so weit an, daß sie sich bei der Anwendung der Heilmittel so folgsam wie nur möglich stellen, diese aber noch nicht einmal anfertigen lassen und noch viel weniger einnehmen, scheinbar geschluckte wieder herauswürgen, aus dem Fenster werfen und auf diese Weise sich vornehmen, den Arzt zu betrügen.« Wenn dieser nun die Besserung des Zustandes seines Patienten auf die Arznei zurückführt, so setzt er sich dem allgemeinen Spott aus. Es erfordert also wahrhaft kriminalistische Fähigkeiten und Recherchen, um Licht in das Dunkel zu bringen. »Aber«, so fährt der oben zitierte Autor fort, »in diesem Falle wäre wohl alle Mühe umsonst, wenn du nicht vielleicht vom Apotheker erfragen kannst, ob sie das Medikament zubereiten ließen, oder du einen Vertrauten unter den Hausgenossen oder Dienern hast, oder der Kranke selbst auf dem Wege der Genesung dir lachend die Wahrheit sagt, oder aber die Reizung des Effektes dich über diese Nachlässigkeit aufklärt.« Darin steckt die stillschweigende Einsicht, daß bei der Begrenztheit der therapeutischen Mittel viele Krankheiten mit und ohne Arzt gleich gut heilten.

Doch der Kranke muß den Anordnungen des Arztes folgen, notfalls muß ihm der Arzt die Folgen seines Fehlverhaltens in allen Schrecken ausmalen und die Gefahren übertreiben. Auch sonst darf er den Kranken belügen, ihm unangenehme Medikamente in Schokolade, Wein oder Fruchtsaft unbemerkt »unterschieben«, ihm traurige Nachrichten verschweigen oder sogar freudige erfinden, z.B. »durch gefälschte Briefe, die den Tod seiner Feinde verkünden, oder, wenn es ein Geistlicher ist, durch die Nachricht, daß er zum Bischof gewählt sei«, wie es der französische Chirurg Henry de Mondeville (ca. 1260–1325) vorschlägt.

Die Kollegen

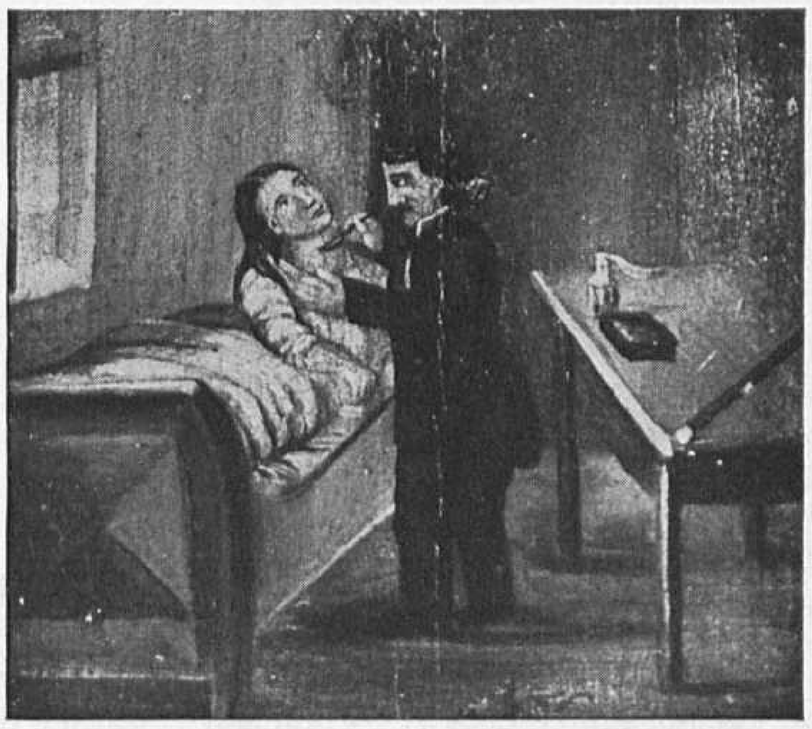
Wenn die Heilung keine rechten Fortschritte macht, dann verlieren die Patienten das Zutrauen in den behandelnden Arzt. In solchen Fällen empfiehlt es sich, einen Kollegen hinzuzuziehen. Nur scheint es mit der Kollegialität bei solchen Beratungen nicht immer zum besten bestellt gewesen zu sein – davon geben die Quellen ein beredtes Zeugnis. Wenn der Konsiliarius nun ein Streithahn ist, den zuerst behandelnden Arzt bezichtigt, alles falsch gemacht zu haben und nur seine eigene Meinung gelten lassen will, so wird

Die Tafel verschweigt den Namen des fallsüchtigen Kranken und die Bezeichnung seines Leidens. 1803. Sammerei. Niederbayern.

Im Bett gefesselter Geisteskranker, von ratlosen Ärzten umgeben. Niederrickenbach. Schweiz.

der Kranke verwirrt, und der erste Arzt gerät in Bedrängnis: »Denn lässet er ihm alleine in der cur den Willen, so leidet der Patiente, oder der adiungirte Medicus muß sich bey Gelegenheit als einen unnützen unwissenden Jaherrn austragen lassen: Lässet er ihm nicht den Willen, sondern will entweder dem Patienten besser rathen oder durch Fürschlagen einiger Medicamentorum symbolizantium zeigen, daß er auch was gelernt habe, so muß er seine Arztneyen und Arztneykunst auch wohl in Gegenwart des Patienten herunter gemacht sehen, er wehre sich so gut er wolle.«

Hier hilft ein Trick, wie ihn der jüdische Arzt Roderich von Castro in seinem 1614 erschienenen »Medicus politicus« vorschlägt: »Wenn der Kollege ein Griesgram und ein Zauderer ist, der nichts zuzulassen oder zu billigen pflegt, was er nicht selbst vorgeschlagen hat, dann kannst du das Heilmittel, dessen Nützlichkeit du kennst, ihm erst mitteilen, damit er selbst es dem Kranken vorschlägt: Damit er aber trotzdem nicht das Lob für die Heilung wegschnappt, kannst du dem Kranken oder seinen Angehörigen erklären, wie sich die Sache verhält . . . : Und so kommt es meist, wenn er sich nach der Wirkung prahlerisch dessen rühmt, daß er sich lächerlich macht, weil alle wissen, daß er nur



Der Arzt nimmt bei der im Bett liegenden Kranken einen Eingriff am Halse vor. Offensichtlich leidet die Frau an einem Kropf. Man wagt aber nicht sich vorzustellen, es könnte sich wirklich um eine Kropfoperation gehandelt haben. Ausschnitt aus einer undatierten Tafel. Altötting. Gnadenkapelle. Oberbayern.

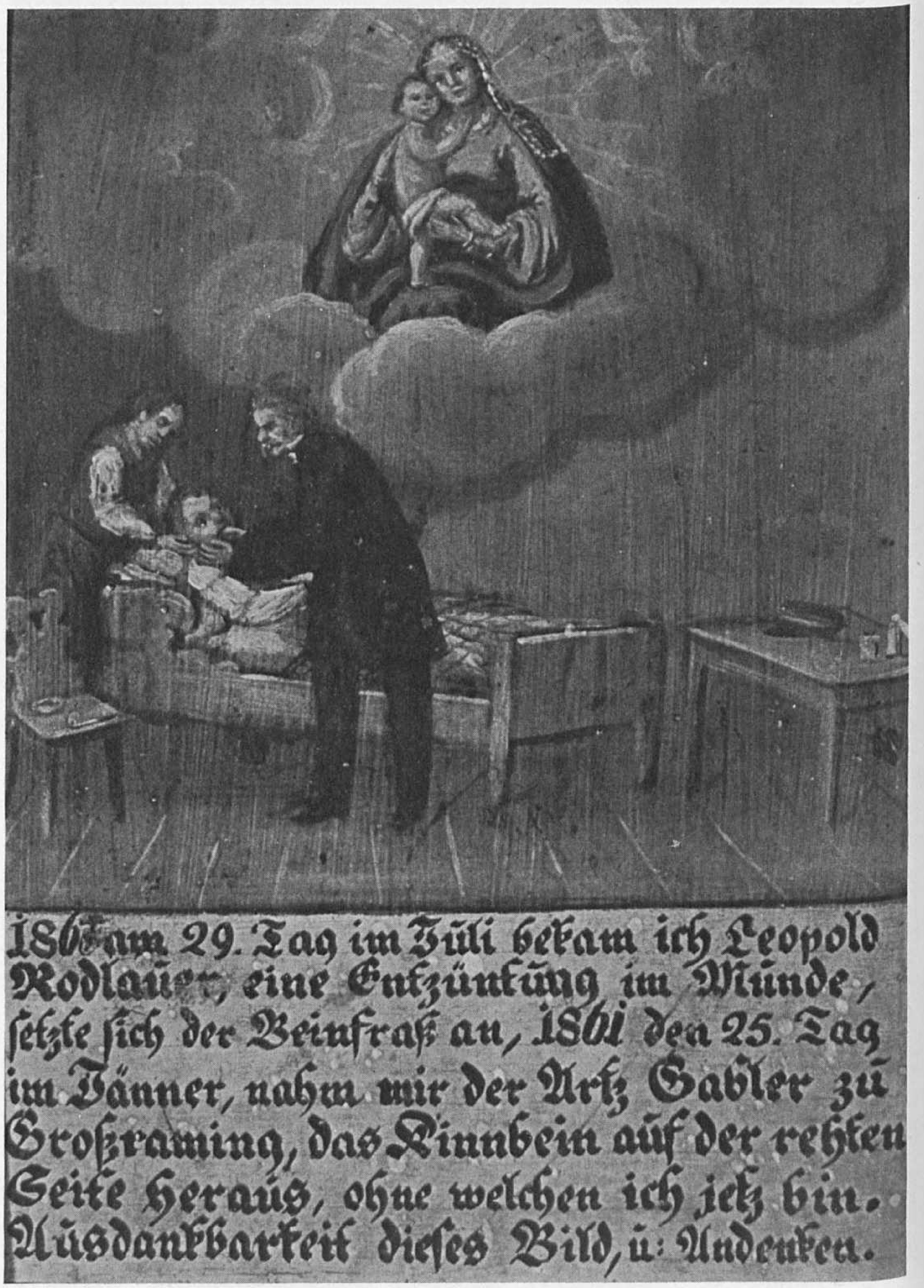
Nasenbluten. 1808.
Sammerei. Wallfahrtskirche. Niederbayern.

die Rolle eines Arztes in einer Komödie gespielt hat.« Dem Kranken ist geholfen, der rechtschaffene Arzt hat Ruhm und Würde behalten, der eitle, gierige Prahlhans steht als Geprellter da.

Die Versuchungen

»Besonders lernt die Weiber führen . . .
. . . Es ist ihr ewig Weh und Ach,
So tausendfach,
Aus Einem Punkte zu kurieren,
Und wenn Ihr halbwegs ehrbar tut,
Dann habt Ihr sie all unterm Hut.
Ein Titel muß sie erst vertraulich machen,
Daß Eure Kunst viel Künste übersteigt;
Zum Willkomm tappt Ihr dann nach allen Siebensachen,
Um die ein andrer viele Jahre streicht,
Versteht das Pülslein wohl zu drücken
Und fasset sie, mit feurig-schlauen Blicken,
Wohl um die schlanke Hüfte frei,
Zu sehen, wie fest geschnürt sie sei.«
(Goethe, Faust I)

Der Knochenfraß, der den Unterkiefer des Kranken zerstörte, könnte durch eine Tuberkulose hervorgerufen sein. 1861. Maria Taferl. Wallfahrtskirche. Österreich.



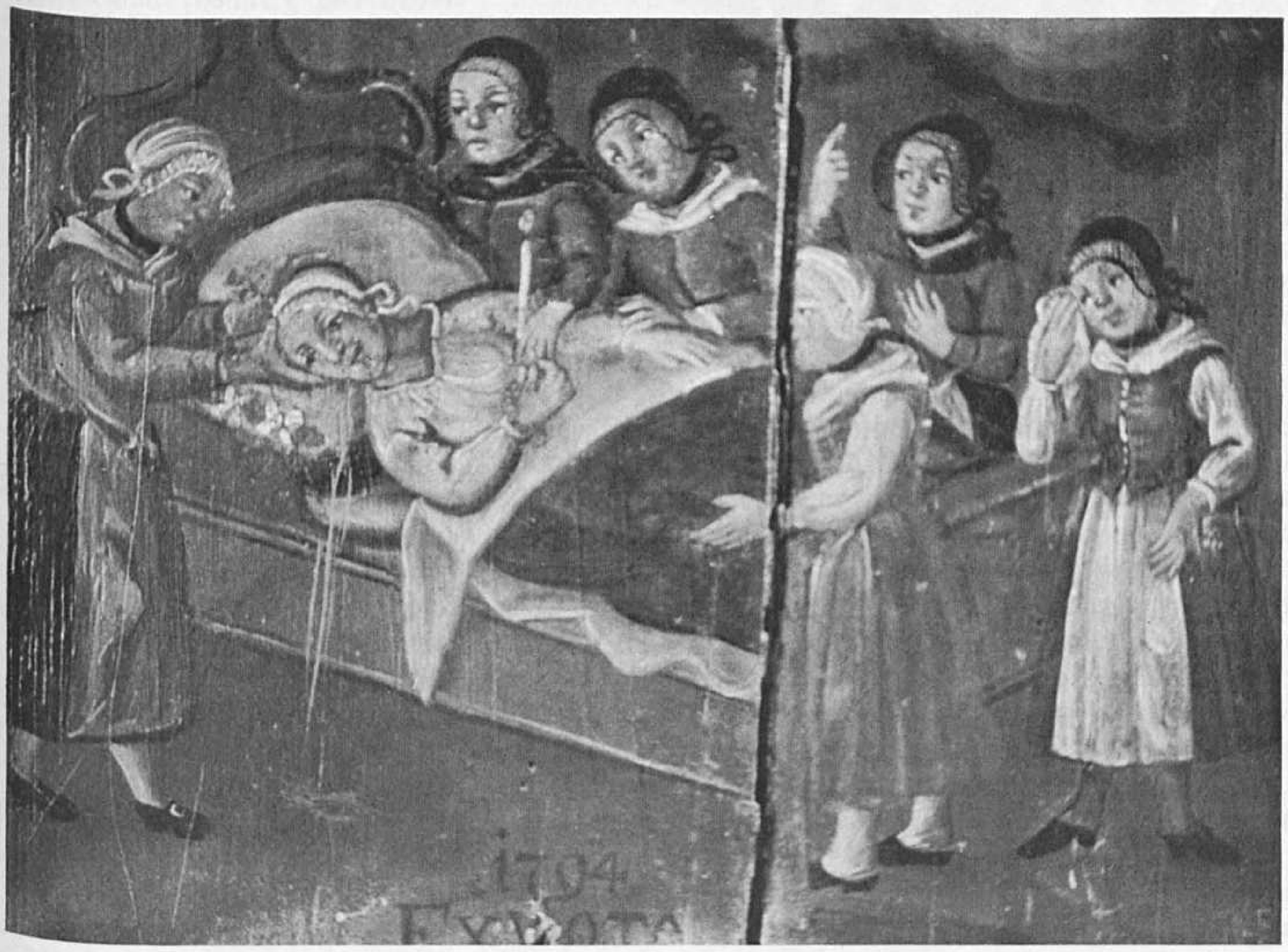
Ein im Jahre 1698 anonym erschienener »Machiavellus Medicus« weiß zudem, daß solch ein mephistophelisches Vorgehen auch recht werbewirksam sein konnte. Auch wenn die meisten Autoren derartige Vorschläge als unwürdig ablehnen, zeigt schon die Häufigkeit, mit der das Thema behandelt wird, daß Goethe hier offenbar einen wunden Punkt getroffen hat. Die sexuellen Verführungen des Arztberufes scheinen schier unwiderstehlich gewesen zu sein. Frühmittelalterliche Texte warnen den Arzt davor, seine Augen wollüstig umherschweifen zu lassen, während er einer Patientin den Puls fühlt, und eine um 1200 entstandene Schrift rät ihm, sich bei seinen Krankenbesuchen nicht nach den Frauen des Hauses umzusehen, weil das ihn selbst unsicher, den kranken Hausherrn ärgerlich und Gott der Heilung wenig gewogen machen könnte. Idealistische Motive reichen eben zur Motivierung eines anständigen Verhaltens allein nicht aus!

Die gelehrte Scharlatanerie

Zu einer Zeit, in der herumziehende Quacksalber, Volksheilkünstler, Stein- und Bruchschneider, Starstecher, Chirurgen, Kräutersammler und Marktschreier jeder Art mit den akademisch ausgebildeten Ärzten konkurrierten und zu deren Leidwesen oft keine schlechteren Heilungserfol-

Brustamputation (Ausschnitt). 1868. Oppenberg. Österreich.

Tod durch Lungenblutung (Ausschnitt). 1794. Handlab. Niederbayern.



ge aufzuweisen hatten, bedienten auch diese sich häufig publikumswirksamer Werbemethoden, die einem Doktor Eisenbart alle Ehre gemacht hätten. So beschreibt eine 1717 unter dem Titel »Ciarlatanaria Medicorum oder Marcktschreyerey der gelehrte Aertzte« erschienene Schrift, auf welche Weise ein Arzt den Ruhm der Menge sowie Reichtum erwerben konnte. Prächtige Kleider, hochtrabende Titel, eine geschraubte Ausdrucksweise und eine ostentativ zur Schau gestellte Scheingelehrsamkeit kamen offenbar bei der Menge an. Aber auch die Flüsterpropaganda ließ sich zu Werbezwecken gut einsetzen: »Als die gemeinen Charlatans bey Vertreibung ihrer Poquete und mündlicher Recommentation ihrer übrigen Wahre durch Scaramuzzen, Arlequins, und andere kurtzweilige Bedienten verrichten: Das thun gelehrte durch andre medicinische Anhänger, insonderheit durch Apothecker, Balbierer, Bader, Hebammen, Krancken-wärter und Besucher...«, heißt es z. B. in der erwähnten Schrift, und ein anderer Autor erwähnt als Mitglieder dieser »Werbeagentur« besonders die Gemeindepfarrer.

Gerade an der Kritik, die Ärzte am Verhalten ihrer Kollegen üben, läßt sich erwünschtes Vorgehen ablesen. Der Scharlatan verspricht dem Kranken das Blaue vom Himmel herunter, redet ihm nach dem Munde, unterstützt seine Hypochondrie: »Ist ein Patient einer weichlichen Natur, oder will aus andern Ursachen mit Gewalt kräncker seyn, als er ist, so kan sich ein Medicus in nicht geringen Credit bey Ihm setzen, wenn er die Größe und Gefahr der Kranckheit nach seinem Sinne herausstreichet, Ihm Recht giebet, daß er uber Schmertzen klaget, ia sich wundert, daß er deren nicht noch mehr fühlet . . .« Andererseits übertreibt er die Schwere der Krankheit, um bei Erfolglosigkeit seiner Behandlung entschuldigt zu sein oder nach Heilung des Kranken mehr Ruhm und Lohn zu ernten.

Überhaupt – Geldgier ist neben Ruhmsucht sein einziges Handlungsmotiv: »Zumindest hindert ihn sein Gewissen nicht daran, die Armen in ihrem Mangel zu verlassen: So lange sie zahlen können, hört er nicht auf, ihnen Medikamente zu verabreichen, auch wenn er weiß, daß sie überflüssig sind. Er... gibt kostbare aus Gold, Perlen, Bezoar und ähnlichem, nicht weil sie dem Kranken mehr nützen, sondern weil er sie teurer verkauft. Um mehr Lohn fordern zu können, besucht er mit lästiger Betriebsamkeit die Häuser der Kranken, auch wenn es unnötig ist. Wenn möglich verlängert er sogar die Dauer der Krankheit, indem er nichts tut oder dem Kranken Dinge erlaubt, die das Übel vermehren, oder er verhindert, daß ihm ein erfahrenerer Kollege zur Beratung beigegeben wird.«

Mögen die vorher beschriebenen »cautelae« dem heutigen Leser auch manchmal etwas sehr drastisch erscheinen – vor dem Hintergrund derartiger »Scharlatanerien« sind sie harmlos. Sie spiegeln die Schwächen von Arzt und Krankem wider sowie die gesellschaftlichen Umstände, unter denen beide sich begegnen. Man muß sie verstehen als Versuch von Ärzten, Würde und Anstand zu wahren, Vertrauen zu erwecken und ihr Wissen und Können nutzbringend anzuwenden. Notfalls mit einem kleinen Trick.

Echo aus den USA und Frankreich

Der Beitrag »Naturwissenschaftlich-technische Museen und Entwicklungsländer« (K & T 2/79) löste eine erhebliche internationale Diskussion aus. Wir bringen zwei unwesentlich gekürzte kritische Beispiele. Michael Templeton ist der Executive Director der Vereinigung der amerikanischen Science Center in Washington, A. J. Rose der Direktor des Palais de la Découverte in Paris.

Ich las Ihre Arbeit, in der Sie sich mit Wissenschaft und ihrer Interpretation in Entwicklungsländern auseinandersetzen. Ich war gleichermaßen erregt und beunruhigt und möchte Ihnen meine Gedanken hierzu mitteilen. Ich denke, die Fragen, die Sie aufgeworfen haben, sind von kritischer Bedeutung für die Arbeit technischer Museen an sich, und die unterschiedlichen Standpunkte könnten eine gute Grundlage für eine sehr wichtige Zusammenkunft bilden.
Sie beobachten die Richtung, die Science Center und technische Museen in Amerika einschlagen, mit klarem Mißtrauen und sind besorgt über die Möglichkeit, daß Entwicklungsländer jene kopieren oder sogar zu übertreffen versuchen, statt eigene Ausstellungen und Programme auf historischer Grundlage zu entwickeln. In ähnlicher Weise beunruhigt Sie die Frage, ob nicht mit der Errichtung von Kunst- oder Wissenschaftspalästen an den Bedürfnissen der Menschen in Entwicklungsländern vorbeigegangen wird.
Meine Erfahrungen in Entwicklungsländern sind weit geringer als die Ihren. Lassen Sie mich trotzdem einige Argumente »gegen den Strich« einbringen, die, ohne Zustimmung oder Ablehnung signalisieren zu wollen, der Diskussion eine andere Richtung geben.
Der Inhalt dessen, was mit Naturwissenschaft und Technologie bezeichnet wird, ist zweifelsohne international – es bestehen keine unterschiedlichen Auffassungen in den Fachdisziplinen Physik und Chemie oder über industrielle Prozesse und wie sie funktionieren. Die Vermittlung dieses Wissens, seine nationale Ausprägung in den einzelnen Kulturen und sein Gebrauch in wirtschaftlicher und kultureller Hinsicht sind selbstverständlich abhängig von einer Vielzahl von Faktoren, einschließlich kultureller, geschichtlicher und politischer Gegebenheiten der betreffenden Gebiete.
Die Aufgabe von naturwissenschaftlichen Museen und Science Center ist die Vermittlung des allgemeingültigen Charakters und Inhalts der Naturwissenschaften, um Menschen aller Länder in die Lage zu versetzen, in einen Dialog mit der Natur, ihren Gesetzen und Erscheinungsformen einzutreten, und zwar innerhalb des kultur- und bildungsspezifischen Rahmens der jeweiligen Gesellschaft und ihrer Gesellschaftsordnung.
Die Mängel eines »Museums-Nationalismus« sind die gleichen wie jene eines »Museums-Internationalismus« – nämlich die, daß Partikularinteressen einer Kultur oder Gesellschaft die Bürger deformieren und verbilden. Dies geschieht in hochindustrialisierten Gesellschaften, und deshalb ist es nicht verwunderlich, daß es auch in weniger industrialisierten vorkommt. Die Gefahren haben nichts damit zu tun, ob ein historischer oder »neuzeitlich-wissenschaftlicher« Ansatz dahintersteht.
Das Argument, daß Science Center eher dazu neigen, ihren Schwerpunkt auf »Massen- oder Großtechnologie« zu setzen als auf »angepaßte« Technologie, ist enthüllender. Historische Museen wiederum haben eine Vielzahl mehr Möglichkeiten, Einzel- beziehungsweise Primitivtechnologien zu zeigen als Science Center. Moderne technische Museen sind seit dem letzten Jahrhundert, wie der größte Teil der Gesellschaft, an Technologien des »Immer-Größer, Immer-Besser« interessiert. Aber die Zukunft und jeder Mensch auf dieser Erde ist, ob er will oder nicht, der Hygiene des 20. Jahrhunderts unterworfen, seinem Gesundheitssystem, seinem Nachrichtenwesen (einschließlich billiger Radios, Fernseher und so weiter), benzingespeisten Transportwesen und der Chance, von Hubschraubern gerettet oder getötet zu werden, je nach Glück.
Ich bin nicht sicher, ob ein Zusammenhang zwischen angepaßter Technologie, Geschichte und Sozialreformen in den Slums besteht. Ich würde eher meinen, daß trotz allem, was immer wir sagen und tun, die Museen nur an der Peripherie des Kampfes um soziale Reformen stehen.
Science Center und Museen sind Quellen für den einzelnen, sind Sammlungen von Gegenständen und Erfahrungen, auf die zu vielfältigen persönlichen Zwecken zurückgegriffen werden kann. Dies ist vielleicht eine amerikanische Tradition, erwachsen aus der freien, öffentlichen Bibliothek, in der der einzelne selbständig, ungestört lernen und das so Erworbene für eigene Zwecke verwenden kann.
Wenn Sie glauben, daß bisher noch kein einziges Science Center in Entwicklungsländern entstanden ist, das wirklich die Bedürfnisse des betreffenden Landes nach Bildung, Einsicht, wahrem Lernen für seine Bürger befriedigt, dann bin ich versucht, Ihnen recht zu geben, denn alle unsere Institutionen sind unvollkommen; aber nicht, weil der Ansatz an sich falsch ist. Historische Museen sind fast immer geschichtslos – statt dessen zeigen sie viele Gegenstände, die vorgeben, Geschichte zu sein, und die Betrachter zum Glauben verführen, daß ehrfurchtsvoll vor alten Dingen zu stehen einem bereits die Ideen der Vergangenheit näherbringe und die Lehren der Geschichte oder sogar die brutalen Tatsachen unserer gemeinsamen Vergangenheit verstehen lasse. Übrigens hat das Deutsche Museum Sammlungen, die denen, die Sie dem Singapore Science Center zuschreiben, sehr ähneln.
Es besteht die Notwendigkeit, in asiatischen Institutionen die großartigen geistigen und wissenschaftlichen Traditionen der Vergangenheit, die so treffend von Needham beschrieben wurden, mit der westlichen technisch-wissenschaftlichen Revolution zu paaren, die Asien irgendwie ausgelassen oder vergessen hat. Dies ist notwendig, und es wird geschehen, aber Sie stellen die Frage danach zu früh –

das Deutsche Museum ist schließlich älter als ein halbes Jahrhundert. Es begann in einer Kultur, die reich an beidem, historischer und moderner Technologie, war und entwickelte sich in einer vergleichsweise homogenen kulturellen Tradition. Die großen Städte Asiens hatten bisher diese Vorteile nicht.

Bei unserem Besuch in Hongkong spürten wir eine große zivilisatorische Kluft zwischen den Flüchtlingen und der Welt der Fabriken, Geschäfte, Spinnereien und dem Handel, der die Existenz Hongkongs erst ermöglicht, und wir empfahlen sorgfältige Berücksichtigung lokaler kultureller Bedürfnisse als auch der eindrucksvollen technologischen Geschichte Chinas. Ich denke, wir verdienen mehr Anerkennung, als Sie uns zugestehen.

Ich stimme dem nicht zu, daß Museen für die Privilegierten sein müssen, denn in den Vereinigten Staaten haben wir das so nicht gefunden. Ich fürchte, es ist eher eine Frage der Absicht und des Willens denn der Notwendigkeit, daß Museen sich eher an die Gebildeten und die Mittelklasse wenden. Zugegebenermaßen ist es sehr schwierig, die sozialen Barrieren und die Probleme der Vermittlung zu überwinden. Aber der Vorteil des Science Center oder des Museums ist eben genau der, daß es sich nicht um eine Schule handelt, daß es vielmehr mit heterogenem Publikum mit unterschiedlichem sozialem Hintergrund und Bildungsbedürfnis zu tun hat und daß Objekte, Ausstellungen und Sammlungen mit einer großen Anzahl von Menschen in irgendeiner Weise in Kommunikation treten können. Transportprobleme und die Entwicklung eines gesellschaftlichen Interesses an Museen überhaupt beschäftigen mich sehr viel mehr als die Bildungstechnologie, die dazu benötigt wird, mit jenen in Kommunikation zu treten, die wenig Kontakt mit moderner Technologie oder großstädtischem Leben hatten.

Sie denken offensichtlich recht zynisch über die Motive einiger unserer Kollegen in Entwicklungs- und (wie ich annehme) entwickelten Ländern. Ich denke, daß viele Ihrer Kollegen in den Vereinigten Staaten mehr Sympathie für Ihre Ansichten hierüber haben, als Sie sich vorstellen; denn die meisten von uns sind Idealisten, frustriert von der großen Lücke, die zwischen den Wunschvorstellungen und Bedürfnissen, die wir in der Welt wahrnehmen, und dem Mißbrauch vieler Ressourcen der Erde klafft. Die Antwort liegt nicht in Polarisierung oder Zynismus, sondern in fortgesetztem Bemühen um Verbesserung. Ich bin Optimist aus Überzeugung: Wenn man gegen einen Berg lange genug anrennt, ohne aufzugeben, wird er langsam beginnen, sich zu bewegen.

Zu Ihren Bemerkungen über die »International anonymen Science Center«: Bauen Sie hier einen Pappkameraden auf, nur um ihn wieder umzuschießen? Ich denke wirklich, daß, wenn der Fall »Geschichte« in naturwissenschaftlich-technischen Museen dadurch gelöst werden soll, indem man Science Center verzerrt darstellt, die Befürworter von Science Center die Gelegenheit bekommen sollten, ihren eigenen Fall klar zu vertreten, im gleichen Forum. Die einfachste Botschaft, nämlich, daß es nicht um die eine oder die andere Methode geht, sondern um angemessene Methoden für wissenschaftliche Erziehung jeglicher Provenienz, dringt nicht durch.

Ohne Vorbehalte irgendwelcher Art befinde ich mich in völliger Übereinstimmung mit Ihren abschließenden Bemerkungen über Selbsthilfe. Ich habe zu viele Beispiele von Institutionen, sowohl in Entwicklungsländern als auch in den Vereinigten Staaten, gesehen, die sich bei der Organisation ihrer Ausstellungen auf Fremdgruppen verlassen haben. Der Gebrauch von Gastausstellungen sollte nur dann erfolgen, wenn eine Institution geübt und vertraut ist mit der Formulierung ihrer Ziele und der Methoden, die zum gewünschten Resultat führen. Die Entwicklungsländer sollten vielen zuhören, verschiedene Bildungstechniken lernen und selbständig ihren eigenen Weg wählen. So würden ihre eigenen Museen weder wie das Deutsche Museum noch wie das Museum of Science in Boston, noch wie das Ontario Science Center aussehen, sondern sie würden ihre eigene Prägung tragen, von der wir wiederum viel zu lernen haben werden.

Ich freue mich zu hören, daß Sie UNESCO-Unterstützung erhalten haben, um dies 1981 zu tun, und ich möchte die Nachricht per Rundschreiben an alle, die es angeht, übermitteln. Ich möchte hoffen, daß Ihre Unternehmungen ähnliche Aktivitäten in Amerika und in anderen Industrienationen auslösen, vielleicht auch mit der Unterstützung der UNESCO! ASTC ist Mitglied der nationalen Kommission der UNESCO, und ich würde gerne derartige Hilfsprogramme für Entwicklungsländer in dieser Kommission unterstützen, wenn Sie mir Zusatzinformationen über das geplante Programm zugänglich machen würden.

Abschließend muß ich Ihnen sagen, daß mich ein tiefes Gefühl des Verständnisses bewegt, der gefühlsmäßigen Zustimmung zu den Bedenken, die Sie äußern, und ich teile die Enttäuschung mit Ihnen über formale Bildungsprozesse, die eingesetzt werden, um diese Schwierigkeiten zu bewältigen. Ich streite in diesem Brief mit jemandem, den ich wirklich mag und respektiere, und ich hoffe, daß Sie diesen Brief im selben Licht sehen.

Wie Sie wissen, sind wir sehr daran interessiert, während des ICOM-Meetings in Mexico City eine Art von gemeinsamem Programm aufzustellen, entweder vor oder während des Meetings. Ein Programm, das sich im einzelnen mit den Problemen beschäftigt, die wir per Brief oder Veröffentlichung diskutiert haben, wäre ein wirklicher Beitrag zum Dialog über Wissenschaftserziehung und Science-Museen in Entwicklungsländern. Warum arbeiten wir nicht gemeinsam an einem solchen Programm? Es ist so wichtig, warum es nicht versuchen?

Michael Templeton, 10.10.79

A.J.Rose, der Direktor des »Palais de la Découverté« in Paris, ist der Verfasser nachstehenden Artikels!

Ich bin nicht einverstanden!

1. Jawohl! Die Museen haben eine Bildungsaufgabe.

Diese Aufgabe heißt nicht Schulen und Universitäten ersetzen (außerdem braucht man nicht erst zu sagen, daß dies materiell gesehen unmöglich wäre). Die Museen sind Tempel der Besinnung und der Anregung. Sie müssen die Entwicklung der Wissenschaft und der Technik im Laufe der Jahre zeigen, und das durch Sammeln von historischen Objekten und Dokumenten, durch Bauen von Dioramen, durch Organisieren von Vorträgen, Führungen, durch Filmvorführungen, durch das Wiedergeben von fundamentalen Experimenten, um den Wandel des wissenschaftlichen Gedankens zu illustrieren, durch das Zeigen von Anwendungen, die das tägliche Leben erleichtern, durch Kreieren großartiger Programme, um die Aufmerksamkeit zu fangen, um die Lust am Lernen zu geben, um den Geist der Kreativität zu fördern. Das Museum ist immer geöffnet. Der Besucher ist frei. Es wird ihm keinerlei Zwang auferlegt. Er kann bewundern oder sich weiterbilden; er kann seine Kultur erweitern oder nur sich informieren. Keine andere Institution kann es ersetzen.

Der Name »Museum« ist nicht belastend.

Er ist nur heutzutage falsch interpretiert. Er hat einen schlechten Ruf (Staub, Friedhof...). In Europa gibt es viele Museen, und diese Museen sind aktiv. Manche können sich sogar rühmen, die Neigungen von Wissenschaftlern internationalen Rufes erweckt zu haben. Bald wird in Paris ein »Nationalmuseum der Wissenschaft und Industrie« ins Leben gerufen. Die Grundgesetze der Natur sind für alle Menschen, unter jedem Breitengrad, die gleichen. Die Fähigkeiten zum Erfassen sind von Person zu Person unterschiedlich, egal, aus welchem Lande sie kom-

Die Zeit arbeitet für den BAYERNKURIER...

Immer mehr Bürger unseres Landes werden sich klar darüber: So geht es nicht weiter – in Bonn und überall wo eine SPD/FDP-Koalition regiert.

● Der BAYERNKURIER ist die zweitgrößte deutsche Wochenzeitung. Er vertritt die Meinung und die politischen Interessen der klaren anti-sozialistischen Mehrheit des deutschen Volkes, die durch die CDU/CSU repräsentiert wird.

● Der BAYERNKURIER ist die engagierte deutsche Wochenzeitung für eine neue, bessere Politik für Deutschland. Er stellt unmißverständlich richtig, was von den linken Meinungsmachern verzerrt, oft falsch dargestellt oder gar verschwiegen wird.

● Als politisch interessierter Bürger brauchen Sie den BAYERNKURIER, damit Sie weder halb noch einseitig informiert sind. Er tritt ein für die Soziale Marktwirtschaft, für Freiheit und Frieden in einem starken, geeinten Europa.

Heute lesen den BAYERNKURIER schon fast 500 000 Männer und Frauen in der ganzen Bundesrepublik Deutschland. Lesen Sie mit!
Sie erhalten den BAYERNKURIER jedes Wochenende. An jedem größeren Kiosk. Oder im Abonnement durch Postzustellung.

Fordern Sie bitte drei kostenlose Probeausgaben an.

Gutschein

Bitte deutlich ausfüllen,
auf Postkarte kleben
und möglichst noch heute absenden.
Senden Sie den Bayernkurier drei Wochen
völlig kostenlos und unverbindlich zur Probe an:

Vor- und Zuname

12

Straße PLZ/Wohnort

BAYERNKURIER 8000 München 19
Postfach 27

Die Wochenzeitung für eine bessere Politik in Deutschland.

men. Überall gibt es intelligente und unwissende, fleißige und faule Leute. Die Rolle des »Museologen« ist, sich an sein Publikum anzupassen, um es zu interessieren, um seine Aufmerksamkeit festzuhalten, egal welchen Kulturniveaus. Es ist eine schwierige Aufgabe, die viel Arbeit, ein originelles Denken, bestimmte pädagogische Qualitäten und viele Experimente verlangt. Es ist demzufolge vollkommen logisch anzunehmen, daß ein von einem Museum eines Landes sinnvoll erforschter Apparat, ein Apparat, der sich unter bestimmten Bedingungen bewährt hat, ein Apparat, der seine didaktischen Leistungen gezeigt hat, Gültigkeit hat für jedes Publikum, egal welchen Landes.

Die Kooperation zwischen Museen muß ermutigt werden.

Die objektiven »Museologen« wissen ganz genau, daß man den Erfolg eines Museums nicht mit der Zahl der Besucher, deren Motivation nicht immer kulturell ist, messen kann. Der Erfolg oder Mißerfolg kann sich nur messen durch soziologische Analysen mit bestimmten Kriterien, die man mit Anstrengung unternehmen soll. Man kann nur sagen, daß ein Museum ohne Besucher ein uninteressantes Museum ist! Wir können Einfluß weder auf die Organisation noch auf den Wert eines Bildungssystems eines Landes (auch nicht unseres eigenen Landes) nehmen. Es ist aber deshalb kein Grund, nichts zu tun. Ganz im Gegenteil.

2. Die Bildung des Volkes zu übernehmen ist eine wesentliche Aufgabe aller Länder und zu allererst der Entwicklungsländer. Das Beispiel Japans ist eine glänzende Bestätigung dafür.
Das heißt nicht, daß soziale Reformen nicht erste Notwendigkeit sind. Diese Reformen müssen unternommen werden, und sie werden auch mehr und mehr als dringende Notwendigkeit erscheinen, je nach Anstieg des Kulturniveaus des Volkes, das dann selbst fähig wird, diese zu verlangen. Die Erziehung, die Bildung und die Industrialisierung (bei Berücksichtigung der Prioritäten jedes Landes) sind die untrennbaren und notwendigen Basen für die Entwicklung jedes Landes und für das steigende Lebensniveau seiner Bewohner. Man wird nie eine Idee oder eine Technik durchsetzen können, wenn man sich nicht vorher bemüht hat, durch Ausbildung die Notwendigkeit dieser spüren zu lassen. Man kann nicht die Entwicklung eines Landes erzwingen. Sie kann nur durch die Bemühung des eigenen Volkes gesichert sein. Unsere Aufgabe ist zu helfen, diese Anstrengung durchzuführen. In dieser Richtung haben die Museen unbestreitbar eine Rolle zu spielen.

3. Die erzieherische Anstrengung muß auf jedem Niveau geleistet werden (auch im besonderen, um die Politik der Erhaltung des Stammgutes zu definieren und zu orientieren). Es ist natürlich vorzuziehen, sich mit diesen Anstrengungen an denen zu orientieren, die bereit sind, eine Aufgabe zu erfüllen. Unter diesen Bedingungen ist der Erfolg leichter zu erreichen. Es ist also klar, daß man sich am besten an diejenigen wendet, die schon über Erziehung und Bildung verfügen. An allen diesen Anstrengungen müssen die Museen teilnehmen. Darauf zu verzichten ist eine unzulässige Enthaltung. Zu denken, daß die Museumsdirektoren offen sind für eine Politik der Kooperation nur mit dem Zwecke, »ihr Prestige zu erhöhen« oder »um sich eine bezahlte Reise von Ämtern schenken zu lassen«, ist eine Lästerung. In jedem Falle kann diese Meinung nur persönlich sein und darf nicht verallgemeinert werden.

Glücklicherweise ist G. Gottmann in seinem Abschluß nicht ganz negativ. Er meint, man könnte ein Praktikum für wissenschaftliches und technisches Personal der Entwicklungsländer in den Museen der Industrieländer organisieren. Es wäre tatsächlich eine Aktion zu starten. Aber um nützlich zu sein, muß sie im Rahmen einer allgemeinen Politik und im Rahmen eines logischen und konstruktiven, von den betreffenden Regierungen definierten Plans Platz finden. Um diesen Plan durchzuführen, könnten die kulturellen und wirtschaftlichen Abteilungen der Botschaften der Industrieländer

einen sehr kostbaren Beitrag leisten.
Wie könnten die Museen der Industrieländer die Mittel finden, um ein solches Programm durchzuführen? Das ist das Problem eines jeden einzelnen von uns, aber wir registrieren mit Freude, daß das Deutsche Museum einverstanden ist und bereits Lösungen gefunden hat.
Unsere Aufgabe würde also jetzt sein, ein Aktionsprogramm zu definieren. Um diesem Programm aber Erfolgschancen zu geben, ist es notwendig:

1. daß es zuerst nur auf ein Modell begrenzt wird. Eine Streuung muß vermieden werden;

2. dieses Modell muß so ausgewählt werden, daß es dem Wunsch eines Entwicklungslandes entspricht;

3. daß sich die von den Museen der Industrieländer unternommene Aktion im Rahmen eines vorher festgesetzten und sich innerhalb bestimmter Ziele des allgemeinen Kooperationsplanes befindet;

4. daß sich dieses Aktionsprogramm nicht nur auf Praktikum beschränkt, sondern eine Fortsetzung der Bildung in den betroffenen Ländern erfährt;

5. daß die Mitwirkung der UNESCO, des ICOM und aller betreffenden Organisationen verlangt wird, um das Aktionsprogramm zu erstellen, wie auch um die Verwirklichung zu erleichtern.

A. J. Rose, 25. 9. 79

Unsere Autoren

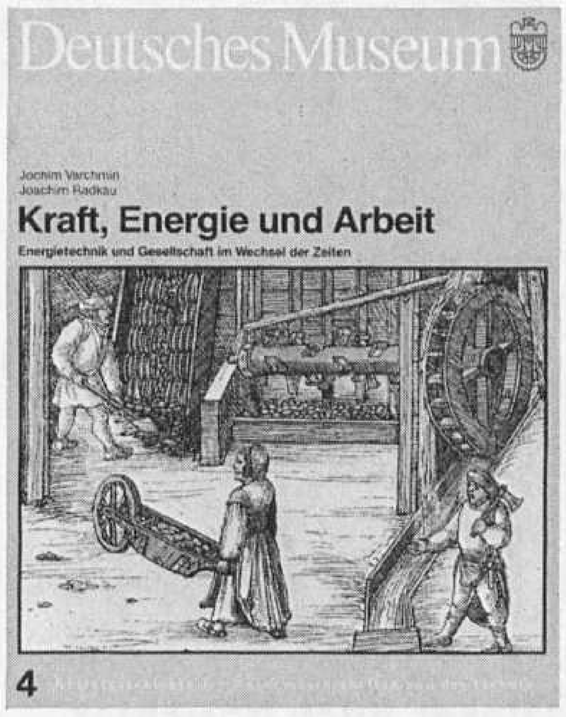
Dr. rer. nat. *Ivo Schneider* (siehe KULTUR & TECHNIK 2/77), der in dem letzten Heft den Beitrag über Archimedes schrieb, ist inzwischen Professor für Geschichte der Naturwissenschaften an der Universität München geworden.

Prof. Dr.-Ing. *Wilhelm Heinrich Dettmering* (1912), Vorstandsvorsitzender der Georg-Agricola-Gesellschaft, 1962–69 o. Professor und Direktor des Instituts für Strahlantriebe und Turboarbeitsmaschinen TH Aachen, 1970–77 Vorstandsmitglied der Friedrich Krupp GmbH, Mitglied der Rheinwestfälischen Akademie der Wissenschaften. Zahlreiche Fachveröffentlichungen.

Gerhard Hartl (1951), Lehre als Chemielaborant, Studium der Technischen Physik an der Fachhochschule München. Seit 1977 am Deutschen Museum als Sachbearbeiter für Physik und Astronomie; u. a. Mitarbeit am Aufbau der Abteilung Atom-, Kern-, Elementarteilchenphysik.

Prof. Dr. phil. et habil. *Rolf Müller,* begann seine astronomische wissenschaftliche Laufbahn am Astrophysikalischen Observatorium, Potsdam, war 1928–1931 Leiter der Deutschen Hochsternwarte in La Paz, Bolivien, führte Expeditionen durch zur Erforschung der Sonnentempel der Inkas. 1946 bis 1963 Direktor des Sonnenobservatoriums Wendelstein. Mitglied der Astronomischen Gesellschaft der Royal Astronomical Society, London, der Current Anthropology, Chicago, und Ehrenmitglied der Union Radio Société Internationale, Paris.

Karl Ude, Studium in Bonn, Marburg, Paris, München: Theologie, Philosophie, Literaturwissenschaften, Theaterwissenschaft und Musikwissenschaft. Seit 1930 Publikation von 20 Büchern, 1946–73 Chefredakteur der Zeitschrift Welt und Wort, Redaktionsmitglied der SZ, im 9. Jahr Autor des »Münchener Kulturbummel«.



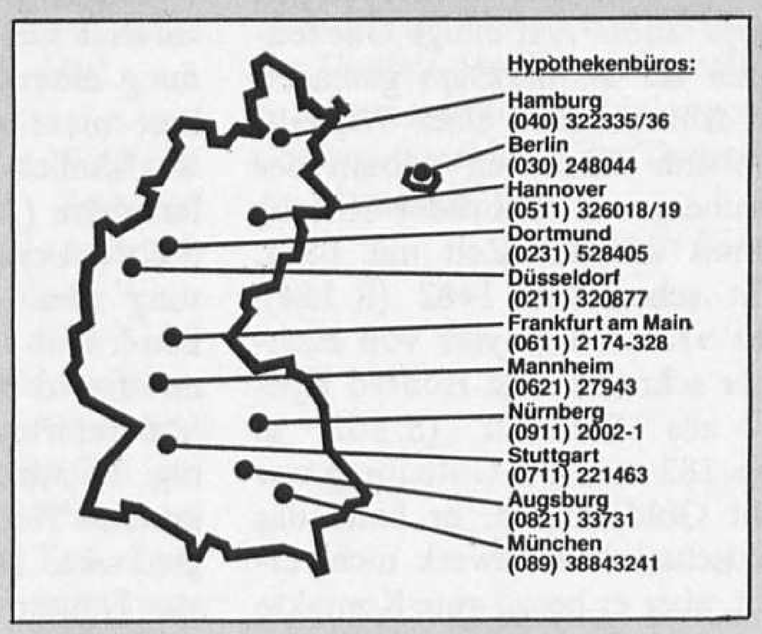
4

KULTURGESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK, Band 4, soeben erschienen:

Jochim Varchmin, Joachim Radkau

Kraft, Energie und Arbeit
Energietechnik und Gesellschaft im Wechsel der Zeiten, 320 Seiten, 217 Abbildungen, 19,80 DM

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 385 Niederlassungen oder rufen Sie bei unseren Hypothekenbüros an.

Die „modernen" Erfindungen der Antike

Dieses Buch berichtet über eine verblüffende Fülle scheinbar moderner Erfindungen, die es alle schon in der Antike gegeben hat.

Am Horizont unserer Geschichte, bei den Sumerern, wurde vor rund 5000 Jahren die erste Schrift der Menschheit entwickelt, wurde Gold zu kunstvollem Gerät geformt, wurde das erste Bier gebraut. Die Babylonier, Erben der sumerischen Kultur, handhabten den Pythagoreischen Lehrsatz 1000 Jahre vor Pythagoras. Die Ägypter haben im 2. Jahrtausend vor Chr. die Kreiszahl π mit der phantastischen Näherung von π = 3,16049 ermittelt. Die erste Atomtheorie naturphilosophischer Auffassung ist fast 2500 Jahre alt.

Im Griechenland der Antike stand der erste Warenautomat; hier findet sich auch der Ursprung der Dampfmaschine, hier wurde die Elastizität der Luft erstmals erkannt und über das Vakuum philosophiert. In China waren im 1. Jahrtausend seidene Gewänder Volkskleidung. In der Han-Zeit (221 v. Chr. bis 263 n. Chr.) haben die Chinesen bereits mit Erdöl und Erdgas geheizt, wenig nach der Zeitenwende auf das von ihnen erfundene Papier geschrieben, und ein paar Jahrhunderte später konnten sie zur ersten Tageszeitung der Welt greifen.

In Korea sind Jahrhunderte vor Gutenberg Bücher mit Lettern aus Metall gedruckt worden. Lidschatten, Rouge, gefärbtes Haar, haben eine jahrtausendealte Vergangenheit. Mit Wasser gespülte Toiletten, Badewannen und Fußbodenheizung waren schon vor 2000 Jahren längst nichts Neues mehr. Römische Häuser verfügten über ein Heizungssystem in Verbindung mit Wärmedämmung, das heute noch ihresgleichen sucht. Daß die Millionenstadt Rom in der Antike unter Verkehrslärm, Wohnungsnot, Mietwucher und nächtlicher Unsicherheit gelitten hat, überrascht ebenso wie das erste Mieterschutzgesetz der Welt.

372 Seiten
mit 16 Seiten Tafelteil
und 24 s/w-Abb. und
112 Strichzeichnungen
im Text. DM 34,-

Hoffmann und Campe

Für Sie gelesen

Rolf Sonnemann (Herausgeber): **Geschichte der Technik.** *Für den Aulis Verlag Deubner & Co., Köln, veranstaltete Auflage von Edition Leipzig, 1978. 502 Seiten, 536 Bilder, davon 84 mehrfarbig. 20,3 × 27,4 cm, Ganzleinen, DM 75,–*

Das sehr repräsentative und beachtenswerte Werk umfaßt die Geschichte der Technik von der Steinzeit bis zur Weltraumfahrt. Zunächst gibt Burchard Brentjes, Professor für Archäologie, auf 124 Seiten einen vorzüglichen Überblick über die Technik im Zeitraum vom Paläolithikum bis etwa 1000 n. Chr. Der Stoff ist dabei in folgende Kapitel aufgeteilt: die »Steinzeit« der Jäger und Sammler; die »Agrarrevolution«; zwei Jahrtausende »Bronzezeit«; zwei Jahrtausende »Eisenzeit«; Altamerika als historische Probe. Vielleicht wäre bei den ersten Kapiteln eine tabellarische Übersicht der chronologischen und phaseologischen Gliederung der Vorgeschichte gut am Platze, wenn auch die wirklichen Verhältnisse überaus differenziert sind. Bei den ägyptischen Pyramiden (S. 66) hätte etwas über die Bautechnik gesagt werden können. Der alleinige Hinweis, daß sie »bewundernswert, als Zeichen der ungeheuren Verschwendung der Arbeitskraft aber ein Charakteristikum der Klassengesellschaft« seien, ist zu einseitig. Die bekannte Stelle bei Aristoteles über die Weberschiffchen, die von selbst weben (S. 79), wird nach Karl Marx zitiert, statt Aristoteles' »Politica« (Buch 1, Kap. 4) anzuführen. Daß im Kapitel über die Eisenzeit auch technische Errungenschaften der orientalischen Welt und in einem eigenen Kapitel solche Altamerikas behandelt werden, ist sehr zu begrüßen. Bei al-Jazarī (S. 82) sollte auf die englische Übersetzung von D. R. Hill (Dordrecht u. Boston 1974) hingewiesen werden. Zum Leuchtturm auf der Insel Pharos (S. 93) wäre wohl zu bemerken, daß dieser erst ab dem 1. Jh. n. Chr. nachts befeuert war. Brentjes' Abhandlung ist sehr gut illustriert, wobei die Bildquelle immer exakt angegeben wird. Bei Abb. 104 könnte vielleicht noch bemerkt werden, daß das Relief mit dem von einem Tretrad angetriebenen römischen Kran im Lateran-Museum zu Rom aufbewahrt wird. Bei Abb.107 handelt es sich doch wohl um einen vertikalen, nicht horizontalen Webstuhl.

Der auf Brentjes' Abhandlung folgende Teil des Buches über die »Technik zwischen Werkzeug und Maschine«, die Zeit von etwa 1000 bis zum 17. Jahrhundert umfassend (S.135–206), ist von Rolf Sonnemann, Professor für Wirtschaftsgeschichte an der Technischen Universität Dresden, verfaßt. Die Arbeit gibt im ganzen gesehen einen guten Überblick. Allgemein geistesgeschichtliche Aspekte werden allerdings kaum eröffnet. Wohl aber werden neben den rein technischen Entwicklungslinien immer auch sozial- und wirtschaftsgeschichtliche Zusammenhänge sichtbar gemacht, was sicher zu begrüßen ist. Doch trifft man hier, ebenso wie in den anderen Abhandlungen, auch auf ideologisch gefärbte Aussagen, die eine etwas einseitige Sicht offenbaren.

Sonnemann spricht in dem hier behandelten Abschnitt über: das Erbe der Alten Welt; die Errungenschaften des frühen und hohen Mittelalters; die mittelalterliche Waffen- und Kriegstechnik; Papier und Buchdruck; Geistesriesen der Renaissance; die Überquerung des Ozeans; Bergbau und Hüttenwesen werden umgestaltet; die Technik der arbeitsteiligen Kooperation. Auf einige Unebenheiten sei aufmerksam gemacht. Das früheste Bild einer Wippendrehbank im ersten Album der Nürnberger Zwölfbrüder-Stiftung stammt aus der Zeit um 1425, nicht schon von 1402 (S. 154). Statt »Konrad Keyser von Eichstätt« schreibe man Konrad Kyeser aus Eichstätt (S. 162 u. Abb. 182 u. 183). Gutenberg war nicht Goldschmied; er hatte das Goldschmiedehandwerk nicht erlernt, aber er besaß gute Kontakte zu Goldschmieden (S. 170 u. Abb. 197). Leonardo da Vinci stand nicht in Florenz im Dienste des Cesare Borgia, sondern in der Romagna (S. 184). Warum wird das Werk des Deutschen F. Reuleaux über Kinematik (S. 184) französisch zitiert? Heron versetzt man heute im allgemeinen ins 1. Jh. n. Chr., nicht in die Zeit um 120 v. Chr. (S. 198). Beim Transport des Vatikanischen Obelisken 1586 waren bei der Niederlegung 907 Mann, 75 Pferde und 40 Göpel im Spiel; bei der Aufrichtung waren es 800 Mann, 140 Pferde und 40 Göpel (S. 206).

Bestechend ist die große Zahl der im allgemeinen recht guten Bilder, die in den Text eingestreut sind. Auch hierzu einige Bemerkungen: Beim Bild der Bockwindmühle (Abb. 153) sollte man die eigentliche Quelle (Ramelli 1588) angeben. Das Bild der Bockwindmühle mit Sackaufzug (Abb. 154) entstammt dem »Sogenannten Anonymus aus der Zeit der Hussitenkriege« (Cod. lat. monac. 197 I, fol. 47r, von etwa 1490), nicht einer Mariano-Handschrift; diese ist Cod. lat. monac. 197 II. Das Drahtzieher-Bild (Abb. 174) ist nicht aus dem Ammanschen Ständebuch (1568), sondern aus dem Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüder-Stiftung (um 1425). In der Unterschrift zu Abb. 179 schreibe man Welle statt Achse. Der Stecher der Kupfer zu Stradas Mühlenbuch ist Balthasar Schwan, nicht Scheran (Abb. 181). Die ohne Quelle wiedergegebene Abb.185 ist aus der Handschrift Mariano: De machinis (Cod. lat. monac. 28000, fol. 75v, 1449). Unter Abb. 221 heißt es: »Aus dem Winkel zwischen Stern- und Horizontlinie konnte der Seefahrer die Position des Schiffes errechnen«. So einfach war es nun wirklich nicht! Und bei der Abbildung eines Astrolabs (Abb. 223) liest man: »Das Astrolabium ... war ähnlich gebaut wie die Armillarsphäre (Armille), eine aus drei Stäben bestehende Visiereinrichtung zum Messen von Sternhöhen«. Daß die Armillarsphäre eine aus drei Stäben bestehende Visiereinrichtung sei, ist widersinnig. In Abb. 228 handelt es sich um eine Heinzenkunst, keine Bulgenkunst. Bulgen sind ja Säcke aus Häuten. Und Abb. 231 zeigt ebenfalls keine Bulgenkunst, sondern ein Becherwerk (Kannenkunst).

Der sich nun anschließende Teil des Werkes ist der »Technik im Zeitalter der industriellen Revolution« gewidmet (S. 207–274). Verfasser sind Siegfried Richter und Rolf Sonnemann. Auch Richter ist, wie Sonnemann, Professor

an der Technischen Universität Dresden. Nacheinander werden behandelt: der Beginn des »Maschinenzeitalters«; Spinn- und Webmaschinen; die Dampfmaschine; die Fabrik; Lokomotive; Eisenbahn; Dampfschiff; Maschinen produzieren Maschinen; Fortschritte in der Eisenherstellung; Nachrichtentechnik; chemische Technik; die Maschine im Dienste der geistigen Produktion; der Einzug der Maschinerie in die Landwirtschaft. Alles ist sehr gut bebildert. An Unebenheiten fielen mir auf: Der Vorname von della Porta ist Giambattista, nicht Giambetta (S. 217). Bei der Newcomenschen Dampfmaschine (S. 218) wird der Kolben im wesentlichen nicht durch Dampf, sondern durch das Übergewicht des Pumpengestänges gehoben; der gegen den Kolben von unten einströmende Dampf unterstützt höchstens die Aufwärtsbewegung. Die Zeichnung der Lokomotive »William« stammt von 1837, nicht 1873 (S. 235). Was sollen »der Franzose Bernoulli« und die »Société Royale des Sciences«? Gemeint sind der Schweizer Daniel Bernoulli, aus der Gelehrtenfamilie der Bernoullis, und die Académie Royale des Sciences (S. 244). Daß Volta »die Existenz des elektrischen Stromes« nachwies (S. 257), kann man nicht sagen. Der Begriff elektrischer Strom spielt schon lange vor Volta eine Rolle. Für Sömmering ist Sömmerring und für Örstedt ist Örsted zu schreiben (S. 257 u. 259).

Die nun folgenden Teile des umfassenden Werkes hat Siegfried Richter geschrieben. Zunächst werden »Technik und Industrialisierung bis zum Ende des I. Weltkrieges« behandelt (S. 275–370). Hier treten die Stahlerzeugung, die Elektrotechnik, das Verkehrswesen, die Massenfabrikation und die Militärtechnik besonders hervor. Es schließt sich ein Teil »Zwischen Mechanisierung und Automatisierung – die technische Entwicklung bis zum II. Weltkrieg« an (S. 371–420), die Zeit 1918 bis 1945 umfassend. Die Überschriften der größeren Kapitel sind: Stahl bleibt Trumpf; die Elektrizität wird zur Weltmacht; die Mechanisierung des Bergbaus; der Verbrennungsmotor in der Landwirtschaft; die Eroberung des Luftraumes; die Nachrichtentechnik erschließt neue Unterhaltungsmöglichkeiten; Militärtechnik bis zum Ende des II. Weltkrieges. Der letzte Teil des Buches bespricht die »Technik im Zeichen der wissenschaftlich-technischen Revolution« (S. 421–470). Hier geht es um Automatisierung, elektronische Datenverarbeitung, Kernenergie und Kosmonautik. Eine solche Zusammenfassung über die neueste technische Entwicklung ist sehr verdienstvoll. Besonders hervorzuheben sind die trefflichen Bilder im Kapitel über den Vorstoß in den Weltraum.

Das Buch bringt am Ende einen Abbildungsnachweis, ein ausführliches Literaturverzeichnis und ein Personen- und Sachregister. Das Literaturverzeichnis enthält leider keine Originalquellen, sondern nur Sekundärliteratur. Daß die umfangreiche »Histoire générale des techniques«, hrsg. von M. Daumas (3 Bde., Paris 1962–1968), nicht genannt wird, ist verwunderlich.

Wenn wir an dem vorliegenden Werk auch einiges bemängelten, so gewisse einseitige politisch-ideologische Bemerkungen und verschiedene Unebenheiten, namentlich in den Bildunterschriften, so kann es doch bei dem Fehlen neuerer deutschsprachiger Gesamtdarstellungen der Technikgeschichte dem, der sich über die rein technische Entwicklung informieren will, gute Dienste leisten. Besonders auch wird ihm in der Vielfalt der Illustrationen eine beachtenswerte Bilddokumentation zur Geschichte der Technik in die Hand gegeben.

Friedrich Klemm

Historische chemische und physikalische Versuche

Von Otto Krätz

Best.-Nr. 2020, DIN B 5, Sonderausgabe, 258 S., 85 Abb., geb., DM 66,–

Otto Krätz beschreibt in seinem Buch „Historische chemische und physikalische Versuche" Begebenheiten aus der Geschichte der Chemie und erläutert sie durch typische zeitgenössische Experimente. Der Bogen spannt sich von der späten Alchemie bis zur beginnenden industriellen Umweltverschmutzung. Dabei soll gezeigt werden, auf welch alte Tradition viele noch heute im Unterricht vorgeführten Versuche zurückblicken können. Es wurde besonders darauf Wert gelegt, den historischen Hintergrund, vor dem einst diese Versuche gezeigt wurden, klarzulegen.

Eine Eigenheit des Bandes liegt u.a. darin, daß er deutlich macht, daß man in früheren Zeiten die strenge Trennung von physikalischen und chemischen Experimenten, so wie sie heute üblich geworden ist, nicht kannte. So enthalten die einzelnen Kapitel eine ganze Reihe von Versuchen, die man ebenso als physikalisch betrachen könnte. Beispielsweise die Experimente, die sich vor dem Hintergrund des chemischen Gartens, damals ein Produkt des Wunschtraumes der Alchemisten vom künstlichen Leben in der Retorte, entwickelt haben – wie die Traubeschen Zellen und die Leducschen Zellen – hübsche Beispiele für die Wirkung des Osmotischen Druckes.

Bezeichnenderweise haben viele Versuche zur Jahrmarktchemie einen mehr physikalischen Hintergrund und unter den romantischen Überschriften wie »Wasser in einem Tuch fortzutragen« oder »Feurige Funken aus dem Munde zu speien« sowie das »Leuchten des Phosphors im Dunkeln« verbergen sich mehr physikalische Dinge.

Der Band wird deshalb nicht nur dem Chemielehrer eine interessante, aber zugleich auch vergnügliche Lektüre sein, sondern auch Physiklehrer werden ihre Freude daran finden, einen Einblick in die Anfänge chemisch-physikalischer Experimente zu gewinnen.

Aulis Verlag Deubner & Co KG

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

Wir produzieren Sauberkeit

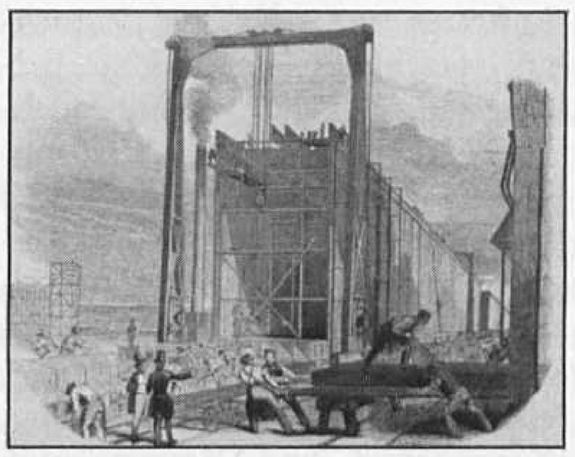
Service und Dienstleistungsgruppen
Berghammer u. Schlegel OHG
Dachauer Straße 112 a
8000 München 19

B&S

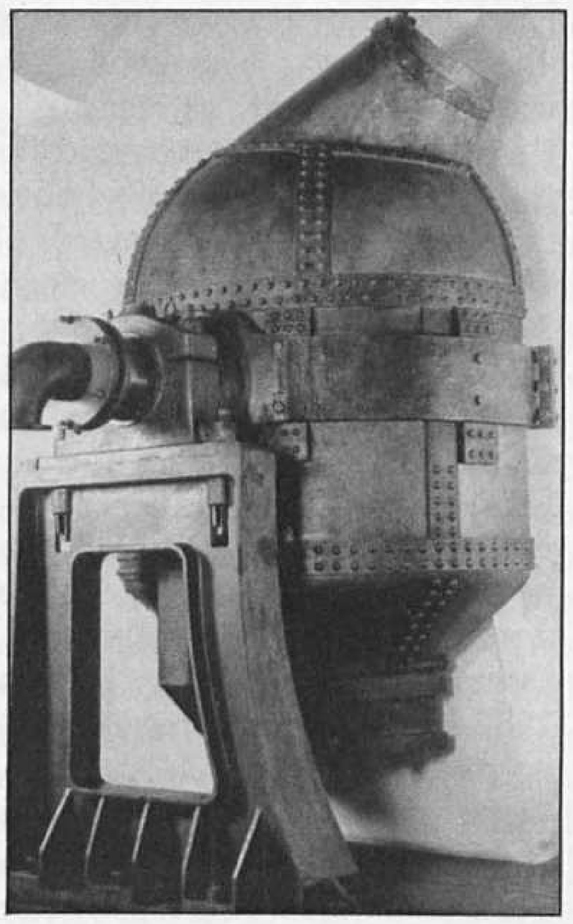
Tag und Nacht Telefon 089/185543

Arbeitsfirma des Deutschen Museums

Vorschau



Vor 200 Jahren wurde die erste gußeiserne Bogenbrücke der Welt dem Verkehr übergeben. Die weitere Entwicklung der eisernen Brükken wurde dann vorangetrieben: durch große Fortschritte in der Walzwerktechnik und durch das schnelle Wachstum des Eisenbahnnetzes. *(Gerhard Arnold)*

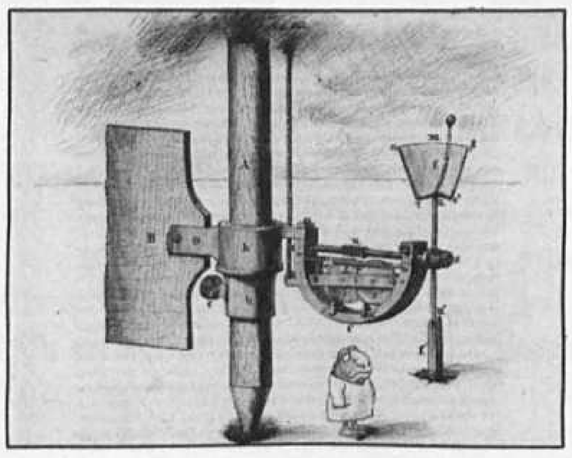


Die Erfindung des Engländers Henry Bessemer (1813–91), flüssiges Roheisen durch Einblasen von Luft in Stahl zu verwandeln, schuf die Grundlage für die moderne Massenstahlerzeugung, wobei allmählich die qualifizierte Handarbeit verdrängt und durch angelernte Tätigkeiten ersetzt wurde. *(Ulrich Troitzsch)*

Auch ein Technikmuseum steht in vielfältiger Verflechtung mit anderen Museen. Der Vorsitzende des Deutschen Museumsbundes beschreibt die verschiedenen Typen von Museen und ihren Aufgaben. *(Wolfgang Klausewitz)*

Die ehemalige Schleif- und Wetzsteingewinnung im bayerischen Oberland. Zu den wenigen »Exportindustrien« des alten Bayern gehörte der Abbau und die Zurichtung sandhaltiger Kalksteine zu Schleif- und Wetzsteinen. Von den einstigen Wetzsteinmühlen findet man nur noch ärmliche Reste. *(Otto Krätz)*

Werkzeugmaschinen haben für die industrielle Entwicklung im 18. und 19. Jahrhundert mindestens dieselbe Bedeutung wie die Dampfmaschinen. Ohne Fertigungsgenauigkeit keine brauchbaren Kolben und Zylinder, ohne starken Antrieb keine Fertigungsgenauigkeit. *(Gernot Krankenhagen)*



Aus der Serie »Mechanisches Panoptikum« des bekannten Zeichners Wilhelm Maier-Solgk stellen wir einige markante Exemplare des Homo mechanicus vor.

Bild- und Quellennachweis

Das Titelbild malte der achtjährige Sebastian Schmaling aus Berlin zu unserem Thema: »Musik im Quadrat« (S. 10). S. 3 Photo: privat. S. 2: Eine Textseite aus der Gutenberg-Bibel mit freundlicher Genehmigung des Idion-Verlages, München. S. 8: DPA/Wiesler und Rolf Heckmer/Süddeutsche Zeitung. S. 10/11 und S. 16: Kristina Söderbaum, Krailling. S. 24–29: Photo v. Voithenberg, München. S. 30–35: Photo Carola, Fort Lauderdale/USA. S. 36–39: privat. S. 52–57: Alle Abbildungen mit freundlicher Genehmigung des Karl Thiemig Verlages, München. Aus: Votivmalerei und Medizin. Alle übrigen Abbildungen: Deutsches Museum, München.

VENTILE in unserem Leben

Dipl.-Ing. Gerhard Schlick

Ein Beitrag zur Technikgeschichte

In jüngerer Zeit ist das Ventil so bekannt geworden, als wäre es ein Begriff aus der Hydraulik oder aus der 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. So wird Geschichte in diesem Buch auch nicht um ihrer selbst willen vermittelt, sondern um dem Leser die Möglichkeit zu geben, Zusammenhänge zwischen Früherem und Heutigem zu erkennen, um vielleicht so neue Probleme lösen zu können.

Jeder kann sich überraschen lassen

Enthielte dieses Buch nur eine technische Übersicht über die wichtigsten Ventilsysteme von der vorgeschichtlichen Zeit bis heute, so würde es zwar sicher seine Leser finden — denn es gibt noch keine derartige Zusammenfassung —, aber es könnte vermutlich nur von Technikern verstanden werden. Technikgeschichte war jedoch nie etwas, was für sich funktionierte, sondern sie hat immer als Teil der Gesamtgeschichte gewirkt — ja, sie hat die Geschichte der Menschheit mit beeinflußt.

Ebenso umfassend will auch die „Geschichte der Ventile" verstanden werden: Schilderungen über geschichtliche Hintergründe lassen technische Veränderungen manchmal erst verständlich erscheinen und scheinbar trockene Technik wird interessant, betrachtet man ihre Auswirkungen auf das gesamte Leben im Laufe der Jahrhunderte. Umgekehrt ist es auch fesselnd zu verfolgen, wie der Mensch über Generationen hin gelernt hat, die Natur immer genauer zu beobachten und ihr Anregungen für Ventil-Konstruktionen zu entlehnen.

So ist „Geschichte der Ventile" für jeden geeignet, der an diesen Überraschungen teilhaben möchte — egal, welche beruflichen Interessen er hat. Der geschichtlich Interessierte wird ebenso von der Informationsvielfalt und -breite angetan sein wie ein am Weltgeschehen interessierter Laie oder ein Ventil-Konstrukteur.

Stoffauswahl heißt: Wählen aus der Menge

Möchte man über die „Geschichte der Ventile" schreiben, so stößt man auf zwei grundsätzliche Phänomene: Am Beginn der Kette ist fast überhaupt kein Informationsmaterial zu finden und am Kettenende hat es eine erdrückende Fülle. Es muß daher schon die Stoffauswahl zwangsläufig subjektiv sein: Da die jüngere Literatur leichter zugänglich und dem Fachmann sicherlich bekannter ist, wurde sowohl beim Quellenstudium als auch in der Ausarbeitung das Schwergewicht auf die Zeit vor dem 19. Jahrhundert gelegt. Ein weiterer Auswahlmaßstab war — wie schon angedeutet — der Wunsch zur Hilfe beim „Blick über den Zaun" mit möglichst variantenreichem Stoff und mehreren Analogiebetrachtungen.

Die letzten Abschnitte aus unserem Jahrhundert bilden den Anschluß an die Jetztzeit. Hier sind in jeder Hinsicht die stärksten Beschränkungen nötig gewesen. Dies betrifft Einsatzbereiche und Anwendungsfälle sowie Märkte und Hersteller genauso wie Ventilarten und Ventilfunktionen, Werkstoffe und Technologien oder die Spannweite zwischen minimalen und maximalen Abmessungen und Leistungen.

Stoffdarbietung für die praktische Arbeit

Damit das Buch auch tatsächlich als Arbeitshilfe geeignet ist, wurde es mit einem 1500 Wörter langen Stichwortverzeichnis ausgestattet. Gerade bei dieser Arbeit und bei der Formulierung von Querverweisen im Buch hat sich gezeigt, daß es noch keine einheitliche Ventil-Systematik und Ventil-Terminologie gibt.

Der Abschluß des Buches ist deshalb dieser Thematik gewidmet. Das Vorhandene wurde zusammengestellt und kritisch gewürdigt. Sachgliederung und Definitionsvorschlag mögen dazu dienen, aus Industriesicht den Boden für eine Ventil-Lehre zu bereiten.

Und sollte aus diesen Anmerkungen heraus das z.Z. noch fehlende Standardwerk über Ventile entstehen, so würde die gegenwartsbezogene Vergangenheitsschilderung durch ihr Nachwort eine in die Zukunft weisende Komponente erhalten.

Dipl.-Ing. Gerhard Schlick

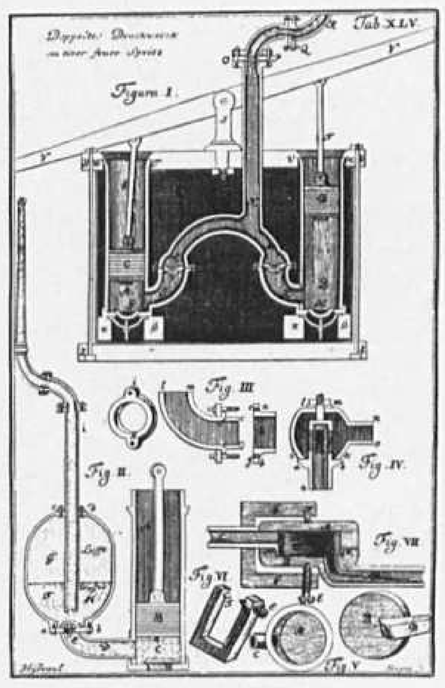
Gerhard Schlick

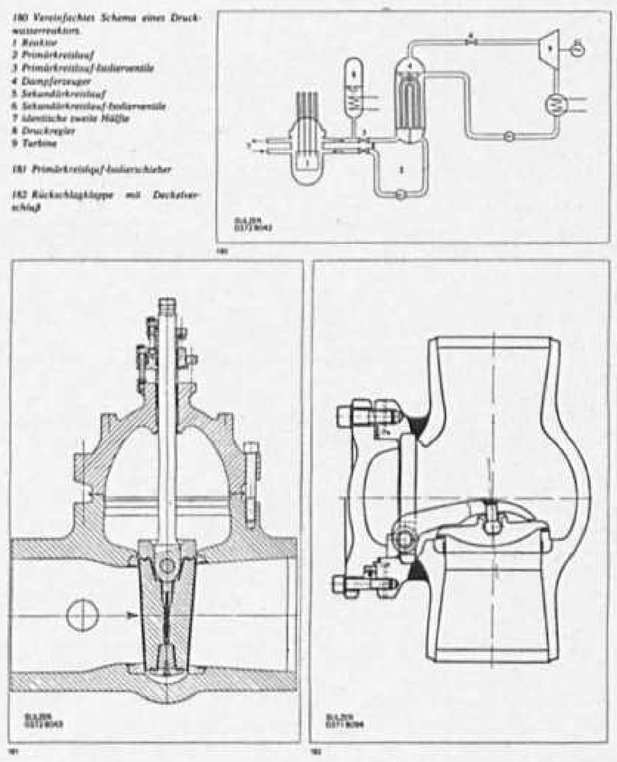
Ventile in unserem Leben

Ursprung, Entwicklung und Verbreitung: Ein Beitrag zur Technikgeschichte

292 Seiten 225 × 280 mm,
284 Bilder, teils 4farbig
Ganzleinen/Schutzumschlag
75,— DM fPr.

VOGEL-VERLAG
Fachbuchverlag
Postfach 67 40
D-8700 Würzburg 1

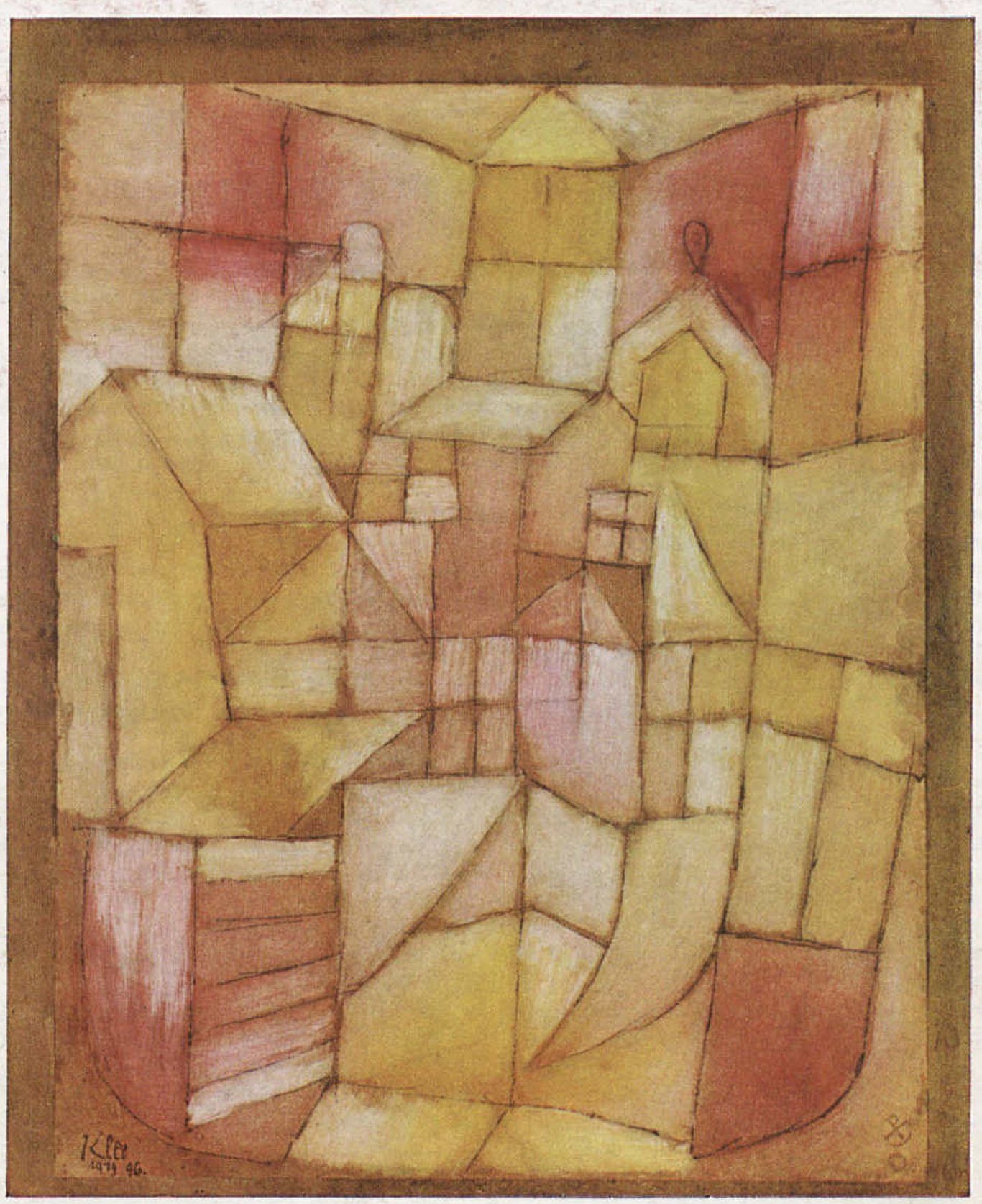




PAUL KLEE (1879-1940)

im Programm der

PIPERDRUCKE



Paul Klee (1879—1940) »Fenster und Dächer, rosa-gelb« (31 : 24 cm). PIPERDRUCK Nr. 205

PAUL KLEEs Geburtstag jährt sich am 12. Dezember 1979 zum 100. Male: Aus diesem Anlaß lenkten schon seit Jahresbeginn zahlreiche Ausstellungen das Interesse der Kunstliebhaber in besonderem Maße auf sein Werk — man konnte viele Arbeiten im Original auf sich wirken lassen, die nun auf lange Zeit nicht mehr zugänglich sein werden.

Aber gewiß hat dabei mancher Kunstfreund KLEE für sich entdeckt und würde gern »einen KLEE« besitzen. Mit erstklassigen Reproduktionen der Gemälde »Kleine rhythmische Landschaft«, »Landschaft der Vergangenheit«, »Fenster und Dächer«, »Ballettscene« und »Finstere Bootsfahrt« bieten die PIPERDRUCKE fünf reizvolle Möglichkeiten, ein KLEE-Motiv zu erwerben, um sich daran lange zu erfreuen.

Sie erhalten PIPERDRUCKE in guten Buch- und Kunsthandlungen. Über das Programm informieren wir Sie gern.

DIE PIPERDRUCKE VERLAGS-GMBH
Pilgersheimer Straße 38 · Postfach 90 07 40 · D-8000 München 90