B 21567 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums München 1/1980 DM 5.–/öS 50.– Verlag Karl Thiemig München

23 2361/1

Meisterwerke der Kulturgeschichte sind oft Unikate, Einzelwerke, die nur wenigen erreichbar sind. Originalgetreue Nachbildungen sollen solche Werke der breiten Öffentlichkeit zugänglich machen. Ganze Sammlungen dieser Repliken finden sich in heiß diskutierten imaginären Museen. Wachsende Verantwortung für Rettung und Konservierung verfallender geschichtlicher Zeugnisse geben den Nachbildungen neuen Stellenwert. Altamira ist ein Beispiel: Schon vor 25 Jahren wurden durch eine Nachbildung die berühmten, aber im fernen Spanien weit abgelegenen Felszeichnungen im Deutschen Museum als Zeugnis frühester menschlicher Kultur jedermann zugänglich gemacht. Inzwischen schon verblassen die Originale in Altamira in solch erschreckender Schnelligkeit, daß das Abbild das Urbild an Farbe und Leuchtkraft bereits übertrifft. (S. 9–16.)

Kultur & Technik

Zeitschrift des
Deutschen Museums München

4. Jahrgang, Heft 1
März 1980

Herausgeber:
Deutsches Museum München.
Der Generaldirektor
Redaktion: Günther Gottmann
(verantwortlich),
Zdenka Hlava (stellvertretend),
Jürgen von Hollander,
Dr. Otto Krätz
Redaktionsassistenz: Hedwig Hahn
Deutsches Museum
Museumsinsel 1
D-8000 München 22
Telefon (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;
Aufsichtsrat: Emmi Thiemig
(Vorsitzende), Heinrich Mühlbauer,
Johann Bäumer (alle München).

Verantwortlich für Anzeigen:
Peter Schlaus (s. Verlagsanschrift).
Z. Zt. ist 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.

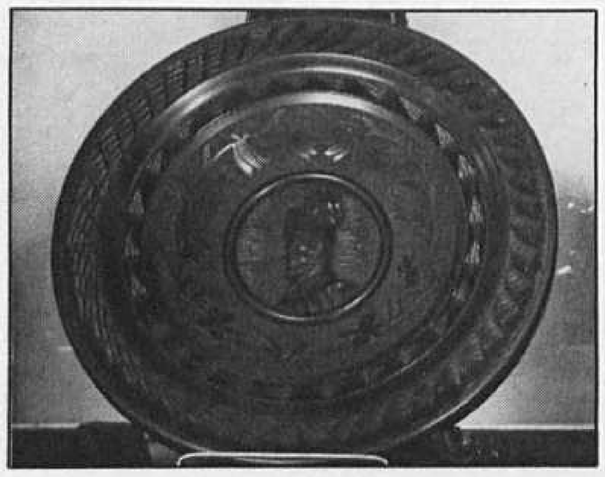
ISSN 0344-5690

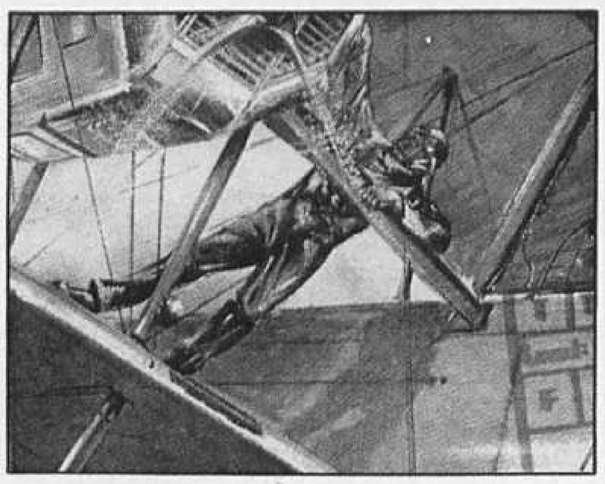
© 1980 Karl Thiemig AG Munich

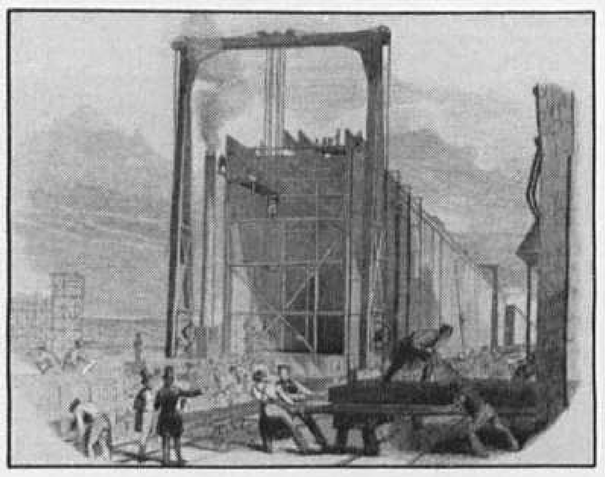
Printed in Germany
Gesamtherstellung Karl Thiemig,
Graphische Kunstanstalt und Buchdruckerei AG, Pilgersheimer Str. 38,
D-8000 München 90.
Gedruckt auf MVS* mit Stern
100 g/qm der Papierfabrik Scheufelen,
7318 Lenningen.

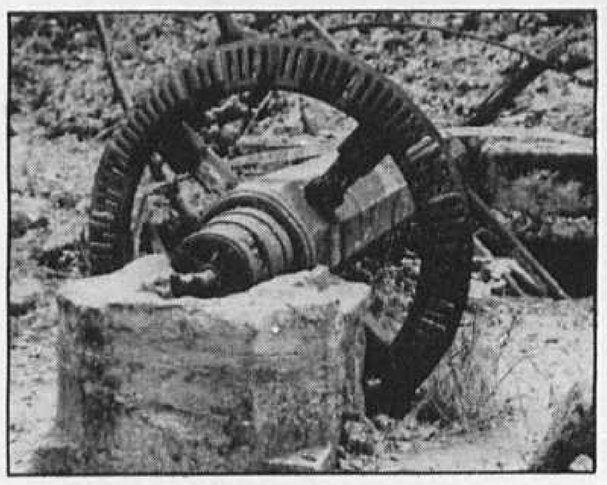
Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Bezugspreis: jährlich DM 16,– (Einzelheft DM 5,–) im Inland; DM 20,– (Einzelheft DM 6,–) im Ausland, jeweils zuzüglich Versandkosten. Abonnementsaufträge nimmt jede Buchhandlung im In- und Ausland entgegen. Für Mitglieder des Deutschen Museums München ist der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

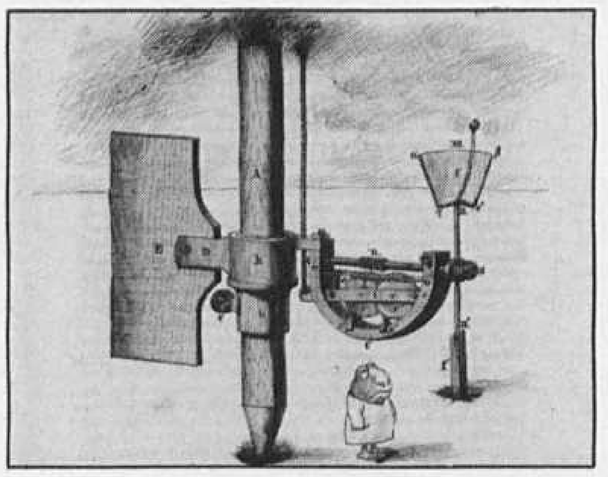
Seite


6


22


26


32


50

52

Seite

Armin Hermann
1 **Die Technik als Kulturfaktor**

Kurt H. Pommé/Jo Chudoba
6 **Kunst in Kohle**

Anni Wagner/Günther Gottmann
9 **Retten und Bewahren vorgeschichtlicher Bilder**
Lebendiges Beispiel: Altamira

Alfred Opitz
18 **»... geschlafen hat in der letzten Nacht wohl keiner.«**
Briefe Max von Laues nach Hiroshima

Hans Joachim Holtz
22 **Vor 60 Jahren war die erste Transatlantiküberquerung ...**
... nicht durch Lindbergh

Gerhard Arnold
26 **»Und unser Stolz ist unsre Brück!«**

Otto Krätz/Claus Priesner
32 **Die Wetzsteinschnitzer von Unterammergau**

Robert Krötz
38 **Dicke Luft**
Aus der Geschichte der Druckluft

Otto Krätz
44 **Dokumenta 9**
Laboratorien (Teil 1)

J. von Hollander
50 **Wilhelm Maier-Solgks**
Botanisch-mechanisch-medizinisch-musikalisches Panoptikum

Gernot Krankenhagen/
Karl Heinz Mommertz
52 **Vom Bohren, Drehen und Fräsen**

61 **Für Sie gelesen**

62 **Stifter und Förderer**

64 **Vorschau**

Zu unserem Titelbild
Ausschnitt aus der Rekonstruktion der Altamirahöhle im Deutschen Museum. Zu unserem Beitrag von Anni Wagner und Günther Gottmann: Retten und Bewahren vorgeschichtlicher Bilder.

Beilagenhinweis: Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung folgender Beilagen: art-Leserservice, Postfach 11 16 29, 2000 Hamburg 11. Distribuch GmbH, Turnerstraße 127, 6900 Heidelberg, »Meyers Enzyklopädisches Lexikon«. Verlag Karl Thiemig, Pilgersheimer Straße 38, 8000 München 90, »DIE KUNST und DAS SCHÖNE HEIM«.

**Wenn der Mensch mit einer kleinen Kraft
eine große Last hebt, dann übertölpelt er die Natur – so Aristoteles.
Entsprechend läßt ihn das Titelkupfer den Erdball
mit dem Hebel aus den Angeln heben:
Technik überlistet die Natur.**

Armin Hermann:

Die Technik als Kulturfaktor

Wenn der Mensch einen Hebel oder Flaschenzug benutzt und mit einer kleinen Kraft eine große Last hebt, dann übertölpelt er die Natur. Das sagte Aristoteles, und diese Ansicht verbreitete sich in Antike und Mittelalter. Die Technik gilt als List des Menschen, um die Natur auszutricksen. Heute dagegen halten wir es mit Galilei, der als erster betonte: Man könne die Natur nicht betrügen, nicht überlisten, nicht übertreffen. So werde beim Hebel an Leichtigkeit gewonnen, was an Weg und Zeit verlorengehe.

Ein erstaunlicher Wandel also in der Auffassung, was technisches Handeln, erkenntnistheoretisch gesehen, bedeutet. Noch stärker waren die Änderungen in der sozialen Bewertung: Heute gilt dem engagierten Umweltschützer die Natur als unantastbar, die Technik dagegen als ein frevelhafter Eingriff in die Natur. In der Frühzeit des Menschen aber und noch heute in manchen Eingeborenen-Kulturen werden technische Fähigkeiten als heilige Tradition von einer Generation zur anderen weitergegeben, weil allein sie es sind, die Hilfe gewähren gegen die feindlichen Naturgötter.

Diese Wandlungen in der Einstellung zur Technik rühren daher, daß sich tiefgreifende Wandlungen in der Menschheitskultur vollziehen und daß die Technik ein Teil dieser Kultur ist. Daraus soll dann die Konsequenz für neu zu planende Technikmuseen folgen.

Am Anfang war die Technik. Die Menschwerdung in vorgeschichtlicher Zeit ist ein Prozeß, der sich über Hunderttausende von Jahren hingezogen hat. Was wir wissen über die intellektuelle Entwicklung des Menschen, wird manifest an der Einführung neuer Techniken: dem Gebrauch von Feuer, von Jagdwaffen, von Werkzeugen und Gebrauchsgegenständen.

Die Entwicklung der Sprache ist durch nichts zu belegen, solange sie nur gesprochen wurde. Als historische Zeugen für die zivilisatorische und kulturelle Entwicklung in der Frühzeit des Menschen haben wir fast nur die Artefakte, Erfindungen wie das Rad, den Pflug, die Drehmühle, die Töpferscheibe. Wir benennen deshalb die frühen Epochen nach ihrer Technologie: ältere und jüngere Steinzeit, Kupferzeit, Bronzezeit, Eisenzeit.

In den frühen Hochkulturen stellten Technik und Staatsverwaltung neue Aufgaben. In Ägypten und Babylonien werden Kalender benötigt, weshalb man den Lauf der Gestirne beobachtete und die ersten astronomischen Kenntnisse sammelte. Im alten Ägypten mußten nach den jährlichen Nilüberschwemmungen die Felder neu vermessen werden, woraus die Anfangsgründe der Geometrie entstanden. Die Babylonier entwickelten für das schriftliche Rechnen das Positionssystem, bei dem auch mit Brüchen leicht operiert werden konnte. In babylonischen Texten werden quadratische Gleichungen aufgestellt und richtig gelöst.

Soviel wir wissen, war Thales von Milet um 600 vor Christus der erste, der nach allgemeinen Sätzen und nach Beweisen suchte. Warum beträgt im Dreieck die Winkelsumme 180 Grad? Der Praktiker hält die Mühe eines Beweises für sinnlos, wenn die Tatsache feststeht.

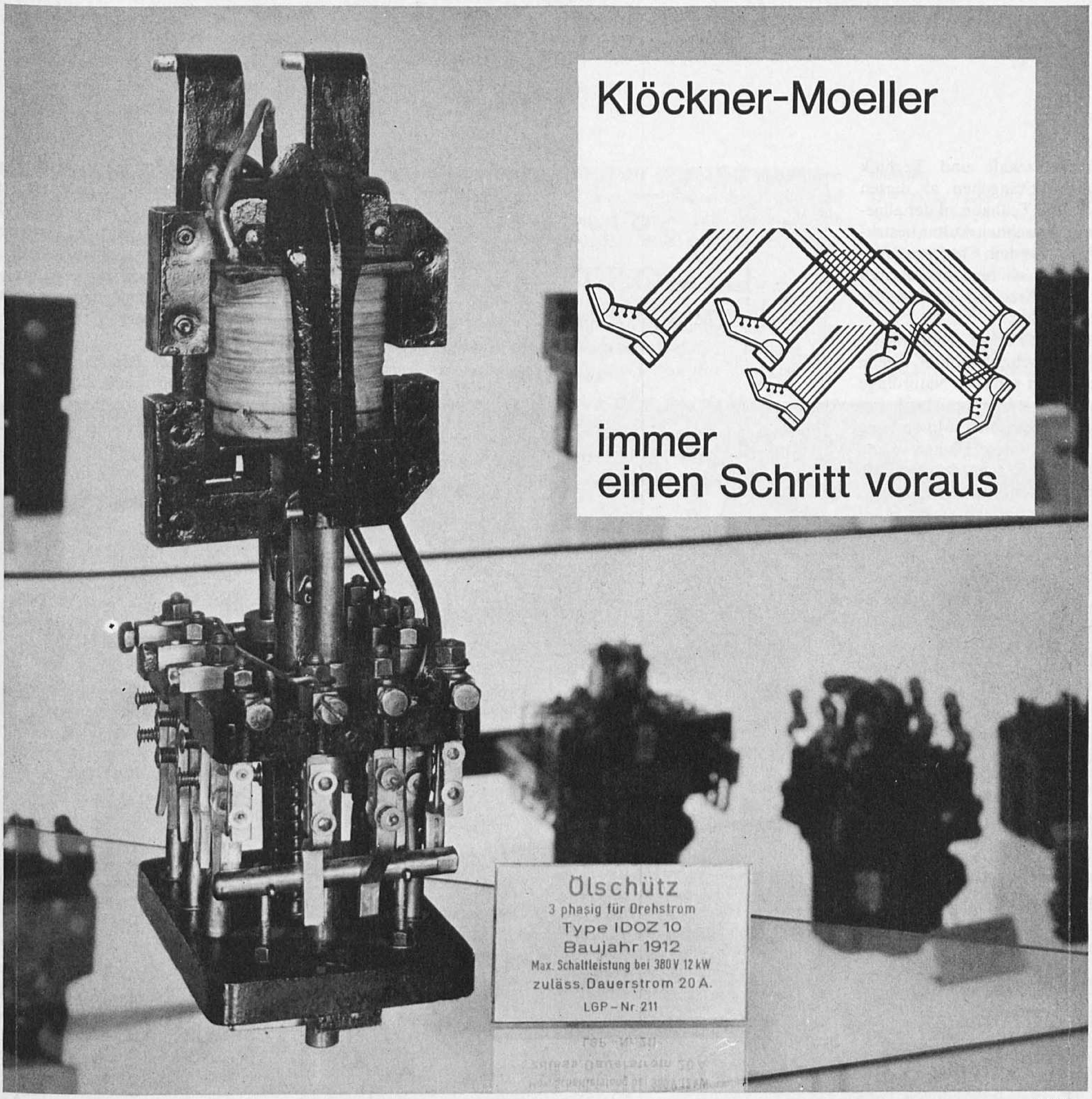
Um sich zu schützen gegen solche Einreden, zogen die griechischen Philosophen einen Trennungsstrich zur übergroßen Mehrheit der Zeitgenossen, denen es nur um das Nützliche zu tun war. Wer ein Gelehrter sein wollte, der befaßte sich mit dem System von Lehrsätzen und Beweisen, wie es Euklid für die Geometrie zusammengestellt hatte, und dem ging es darum, ob Streckenverhältnisse kommensurabel sind, also in einem rationalen Zahlenverhältnis stehen oder nicht. So war es ausgesprochen verpönt unter den Gelehrten, nach einer Nutzanwendung zu fragen. Als Archimedes, gedrängt vom König Hieron, einige Maschinen konstruierte, empfand er das später selbst als schlimmen Fehltritt.

Das zarte Pflänzchen Wissenschaft konnte nur gedeihen, indem sich die Philosophen einen Elfenbeinturm schufen und sagten: Die Wissenschaft wird von edlen und freien Menschen getrieben um ihrer selbst willen; die Technik aber ist eine Beschäftigung für Handwerker und Sklaven zu Nutzen oder Vorteil.

So entstand eine soziale Kluft zwischen Wissenschaft und Technik.

**Der Wissenschaftler lehrt die Theorie,
ohne die Leiche überhaupt zu sehen – der Chirurg, seinerzeit zu den Handwerkern gezählt,
muß schauen, wie er die Wirklichkeit mit der Theorie in Einklang bringt:
Trennung von Wissenschaft und Technik.
Aus: Joh. de Ketham, Fasciculus medicinae, Venedig 1495.**

Aber es entstand auch noch eine erkenntnistheoretische Kluft, die ich schon ganz zu Anfang erwähnt habe. Die Technik galt zunächst als ein Nachahmen der Natur. Der Mensch setzt ein Dach auf sein Haus und imitiert damit einen Gebirgskamm, bei dem die Wasser zu beiden Seiten abfließen. In der Technik folgt der Mensch der Natur, er verwirklicht und vollendet die Natur, etwa wenn Vogeleier künstlich ausgebrütet werden.
Daneben aber entwickelte sich, auf Aristoteles zurückgehend, je länger je mehr eine andere Auffassung: Die Technik ist eine Überlistung der Natur. Die Physik ist die Wissenschaft von der Natur in ihrem ungestörten, natürlichen Ablauf. Die Technik aber bedeutet die Kunst, die Natur zu überlisten.
In der späteren Renaissance kam es zu einem folgenschweren Umbruch: Technik und Natur, ehedem meist als Gegensatz empfunden, werden auf die nämliche Ebene gestellt. Für beide gelten die gleichen Prinzipien. Folglich müssen sich auch die Ingenieure mit den Gesetzen der Natur beschäftigen wie umgekehrt die Naturwissenschaftler mit denen der Technik. Es werden also in erkenntnistheoretischer und in gesellschaftlicher Hinsicht die Voraussetzungen geschaffen für die Synthese von Wissenschaft und Technik.
»Die Wissenschaft zieht die Technik nach sich wie der Magnet das Eisen.« Das hatte Carl Friedrich Gauß gesagt. Tatsächlich folgten auf dem Gebiet der Elektrizität und des Magnetismus nach den großen wissenschaftlichen Entdeckungen geradezu mit eisener Konsequenz die technischen Anwendungen.
Die Elektrotechnik und die chemische Industrie sind die ersten überzeugenden Beispiele, daß nun die großen technischen Umwälzungen aus der Naturwissenschaft hervorgehen. Die neue Technik aber wirkt auch wieder zurück auf die Wissenschaft: Der Mensch kann jetzt etwas machen, was er vorher nicht machen konnte; daher treten jetzt neue Erscheinungen auf, und der Mensch erschließt sich mit Hilfe der Technik neue physikalische Welten.
Grundlagenforschung und Technik greifen Hand in Hand und führen zu immer rascher aufeinanderfolgenden Entdeckungen und Erfindungen. Gerade diese enge Wechselwirkung von Wissenschaft und Technik ist charakteristisch für die Epoche, die man vor 100 Jahren allgemein das »naturwissenschaftlich-technische Zeitalter« genannt hat.
Die großen Erfindungen kommen nun nicht mehr aus den elementaren Bedürfnissen des Menschen, nicht mehr aus dem zielgerichteten Handeln, wie dies Jahrzehntausende der Fall gewesen war. Die Basis-Innovationen gingen von nun an aus der Grundlagenforschung hervor.
In den Festreden, die bei den Gelehrten-Kongressen damals gehalten wurden, tritt uns eine Fortschrittsgläubigkeit entgegen, über die wir heute nur noch resignierend lächeln können. Bei aller Maßlosigkeit waren die Erwartungen, die die Menschen damals hegten, nicht einmal übertrieben, was die Entdeckungen und Erfindungen selbst betraf. Wir haben Einsichten gewonnen in Makrokosmos und Mikrokosmos, von denen sich die kühnste Phantasie nichts träumen ließ, und aus diesen Einsichten sind technische Nutzanwendungen gezogen worden, die die Macht des Menschen schier ins Unermeßliche haben wachsen lassen.
Dazu bekannte der Physiker Wolfgang Pauli:« Ich glaube, daß dieser stolze Wille, die Natur zu beherrschen, tatsächlich hinter der neuzeitlichen Naturwissenschaft steht und daß auch der Anhänger reiner Erkenntnis dieses Motiv nicht ganz leugnen kann. Uns Heutigen wird wieder vor unserer Gottähnlichkeit bange«[1]. In der Tat: Mit der Bewältigung alter Probleme haben wir uns neue geschaffen.
Die natürlichen Flußläufe machen uns keine Sorgen, aber die chemischen Abwässer der Fabriken, gegen Regen sind wir gewappnet, aber nicht gegen radioaktive Niederschläge, gegen Sonnenstrahlen können wir uns leicht schützen, aber wer schützt uns gegen die künstliche Atomkern-Strahlung? Wenn der Mensch die Welt betrachtet, sieht er, daß er es gleichsam nur mit sich selbst zu tun hat. Die Technik hat alle Lebensbereiche erfaßt; was wir auch tun, wohin wir auch unsere Schritte lenken, überall begegnet uns die Technik. Verständlich darum, daß viele Menschen Wissenschaft und Technik als einen Moloch empfinden, der uns noch alle verschlingen wird.
Auf diese Bedrohung haben viele Menschen mit einem Unbehagen reagiert, das sich aus tiefstem Gefühl gegen Wissenschaft und Technik richtet. In der Antike und im Mittelalter bestand eine Kluft zwischen der Wissenschaft von der Natur und der Technik. Heute sind Naturwissenschaft und Technik eine Einheit, aber eine Kluft hat sich gebildet zwischen Naturwissenschaft und Technik einerseits und einer einflußreichen Minderheit von Kritikern.
Diese Kluft ist eine höchst reale Tatsache: Erst vor wenigen Monaten hat sich Karl Steinbuch an seine Kollegen von der technischen Intelligenz gewandt, um gemeinsam den Kritikern entgegenzutreten, weil er der Meinung ist, daß diese Kritik die Ingenieure in unerträglicher Weise psychisch belastet.
Manche Beobachter sehen in dem Umschlag von einer durchgängigen Fortschrittsgläubigkeit zu einem um sich greifenden Kulturpessimismus sogar schon das Anzeichen einer Zeitenwende, einen Übergang, der dem vom Mittelalter zur Neuzeit gleichzusetzen ist. Das bleibe dahingestellt. Zweifellos aber gibt es so etwas wie eine »Kulturkrise«, die wesentlich von einer sich wandelnden Einstellung zu Natur und Technik herrührt.
Ich kann hier auf die Kritik an



80/4

Das erste dreipolige Klein-Ölschütz in Europa

ist einer der Beweise für unsere Pionierarbeit. Bereits 1912 brachten wir dieses Gerät auf den Markt. Es wurde Wegbereiter der Ölschütze, die dann zwei Jahrzehnte später fast die gesamte deutsche Schaltgeräteindustrie in ihr Fertigungsprogramm aufgenommen hatte.

Immer wieder ist es uns gelungen, auf den Gebieten der Niederspannungsschaltgeräte und -anlagen neue Entwicklungen einzuleiten.

Zielbewußtem Forschen und Arbeiten verdanken wir das Vertrauen in die Zuverlässigkeit unserer Erzeugnisse. Durch die Konzentration aller Kräfte auf unser Spezialgebiet zählen wir heute zu den bedeutenden Schaltgerätefabriken auf dem internationalen Markt.

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

KLÖCKNER-MOELLER

Postfach 1880 5300 Bonn 1

Naturwissenschaft und Technik nur insoweit eingehen, als diesen Fächern die Teilhabe an der allgemeinen Menschheitskultur bestritten wird. Aus dem Chor von Stimmen greife ich eine heraus und zitiere den Arzt und Schriftsteller Alfred Döblin:

»Es hat mich lange schon finster gestimmt«, schrieb Döblin, »wenn ich ein Buch sah, das Naturdinge behandelte – im Physikbuch besonders, aber auch Mineralogie und genug andere Fächer –, und sah, wie diese schönen, großartigen und feinen, uns alle angehenden Dinge traktiert, einseitig angegangen, verarmt und entwürdigt wurden«[2].

»Die Dinge der Natur ...sind aber von der enormsten herzlichsten Wichtigkeit für die Lebenden von heute; sie erfordern ganze Menschen, ganze Seelen und Gehirne. Die schreckliche Mißgeburt, die die Wissenschaftler von heute uns als Natur demonstrieren, hat nichts mit dem zu tun, was wir um uns sehen und wirklich erleben«[3].

Das Naturbild der modernen Physik, darauf wird gegen Döblin jeder Kenner bestehen, ist kein »verarmtes Kunstgebilde«. Es handelt sich vielmehr um Strukturen höchster Schönheit und Symmetrie, die sich dem Forscher offenbaren, freilich um mathematische Strukturen. Und das, obwohl wahrscheinlich sogar die Allgemeine Relativitätstheorie, die ein einsamer Genius geschaffen hat, und die Quantentheorie, für die es des Zusammenwirkens einer ganzen Generation bedurfte, die größten Kulturleistungen des 20. Jahrhunderts sind.

Das Verfahren, aus einem abgegrenzten Bereich von Naturerscheinungen durch Idealisierung der Wirklichkeit allgemeine Gesetze zu gewinnen, nennt man Induktion. »Hier gibt es keine erlernbare, systematisch anwendbare Methode, die zum Ziele führt«, sagte Albert Einstein, »der Forscher muß vielmehr der Natur jene allgemeinen Prinzipien gleichsam ablauschen.« Die Induktion ist die eigentlich schöpferische Leistung des Forschers. Dieses »Schaffen durch den Gedanken« hatte Justus von Liebig die »Poesie des Naturforschers« genannt.

Tatsächlich spielte bei den entscheidenden Wendungen und Durchbrüchen in der Wissenschaft der unbewußte Bereich der menschlichen Seele eine ausschlaggebende Rolle. Es wäre völlig falsch, sich die wirklich großen Forscher als einseitig-nüchterne Verstandesmenschen zu denken. Das gilt auch für den großen Ingenieur. Eine Erfindung ist eine Kulturleistung wie eine neue wissenschaftliche Theorie oder wie ein bedeutendes Kunstwerk. Eine Erfindung ist aber noch mehr als eine rein geistige Leistung, so betonte Rudolf Diesel: Der Gedanke allein genügt nicht. Es muß die Idee erst in der körperlichen Welt verwirklicht werden, wobei ganz neue Dimensionen ins Spiel kommen.

»Knowledge is power«, Wissen ist Macht, hat Francis Bacon gesagt. Ich bin weit davon entfernt, seine Auffassung zu teilen, daß der Wert einer geistigen Leistung in erster Linie an der Macht zu beurteilen sei, die sie dem Menschen verleihe. Eines aber darf man schöngeistigen Kritikern entgegenhalten: Wenn, wie es heute der Fall ist, Wissenschaft und Technik die Welt prägen, dann kann es sich dabei nicht um ein abseitiges Zerrbild der Natur handeln, das sich eine »freimaurerartige Bruderschaft« da aufgebaut hat, wie Döblin meinte, sondern der Mensch muß wesentliche Einsichten in Zusammenhänge gewonnen haben, wenn die Natur in so weitgehender Weise seine subtilen Handlungsanweisungen befolgt und ihnen nicht widersteht. Der Mensch der Frühzeit hat sich über viele Stufen schließlich die Fähigkeit erworben, Eisen schneiden und härten zu können. Ein millionenfach stärkeres und schärferes Werkzeug haben wir uns mit der modernen Technik geschaffen.

Und hier stimmen wir mit den Kritikern voll überein. Der Mensch hat schon immer seine Werkzeuge auch gegen sich selbst gerichtet: Wenn der Mensch durch Vorantreiben der Industrialisierung und Benutzung aller zu Gebote stehenden technischen Möglichkeiten weiter wie bisher die uns umgebende Natur verändert, wird er die Lebensbedingungen, die Voraussetzung für seine Existenz sind, in absehbarer Zeit selbst zerstören.

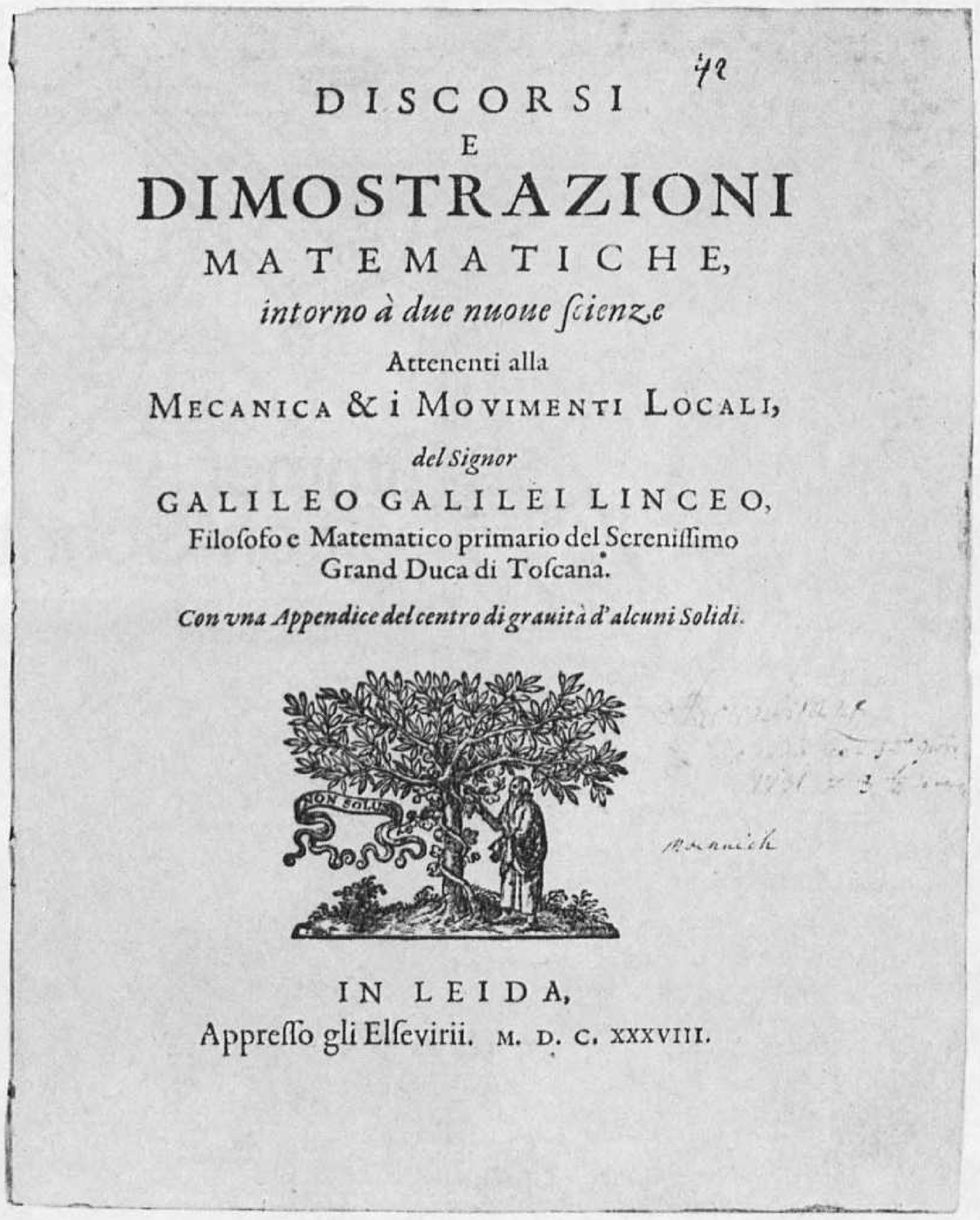
Andererseits aber können wir niemals auf die Technik verzichten. Nur die Spitzenstellung unserer Industrie ermöglicht es uns, 60 Millionen Menschen zu ernähren, allen – oder doch fast allen – humane Arbeitsbedingungen zu bieten und zugleich freie Zeit zu gewähren, die ehedem ein hohes Privileg für wenige gewesen war.

Und hier sind wir bei den Grundgedanken, die am Anfang eines neuen technischen Museums stehen müssen. Im demokratischen Staat entscheiden die Menschen selbst über die Gestaltung der gesellschaftlichen Verhältnisse. Die Frage ist längst zum Politikum geworden: Wie wollen wir es halten mit der Technik?

Das Deutsche Museum in München ist von Oskar von Miller, dem Pionier der Elektrotechnik, in der Fortschrittsbegeisterung der Jahrhundertwende geschaffen worden. Noch immer stehen im Deutschen Museum die Technik und ihre wissenschaftlichen Grundlagen im Vordergrund.

Heute sind wir kritisch geworden. Wir wollen die Technik nicht mehr einfach hinnehmen, sondern fragen, ob sie überhaupt sein muß oder ob sie so, wie sie ist, sein muß.

Wir richten heute unseren Blick auf die sozialen Auswirkungen der Technik, auf die negativen wie die positiven, und wir stellen noch eine weiter gehende Frage: Ob nicht die Technik, die so starke Auswirkungen auf die Gesellschaft hat,



DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI
MATEMATICHE,
intorno à due nuoue ſcienze
Attenenti alla
MECANICA & i MOVIMENTI LOCALI,
del Signor
GALILEO GALILEI LINCEO,
Filoſofo e Matematico primario del Sereniſſimo
Grand Duca di Toſcana.
Con vna Appendice del centro di grauità d'alcuni Solidi.

IN LEIDA,
Appreſſo gli Elſevirii. M. D. C. XXXVIII.

Die Theorie der Bewegungslehre und die Praxis der Mechanik in einem Band: In Galileis Werk vereinigen sich Wissenschaft und Technik.

Moderne Naturwissenschaften und Technik bedingen einander untrennbar: Am Fusionsreaktor in Garching bei München entwickeln Physiker und Techniker auf gleicher Ebene die Bedingungen der Verwirklichung.

ihrerseits wieder bedingt ist durch die Gesellschaft. Und dies genau ist, was ich zu zeigen versucht habe: daß die Technik Teil und Ausdruck der Menschheitskultur ist.

Der Mensch hat die Technik geschaffen, so können wir vielleicht sagen, nun muß er sie auch bewältigen. Dies kann nur gelingen, wenn wir die Technik in all ihren Zusammenhängen begreifen und diese Zusammenhänge auch den Menschen unseres Landes vermitteln.

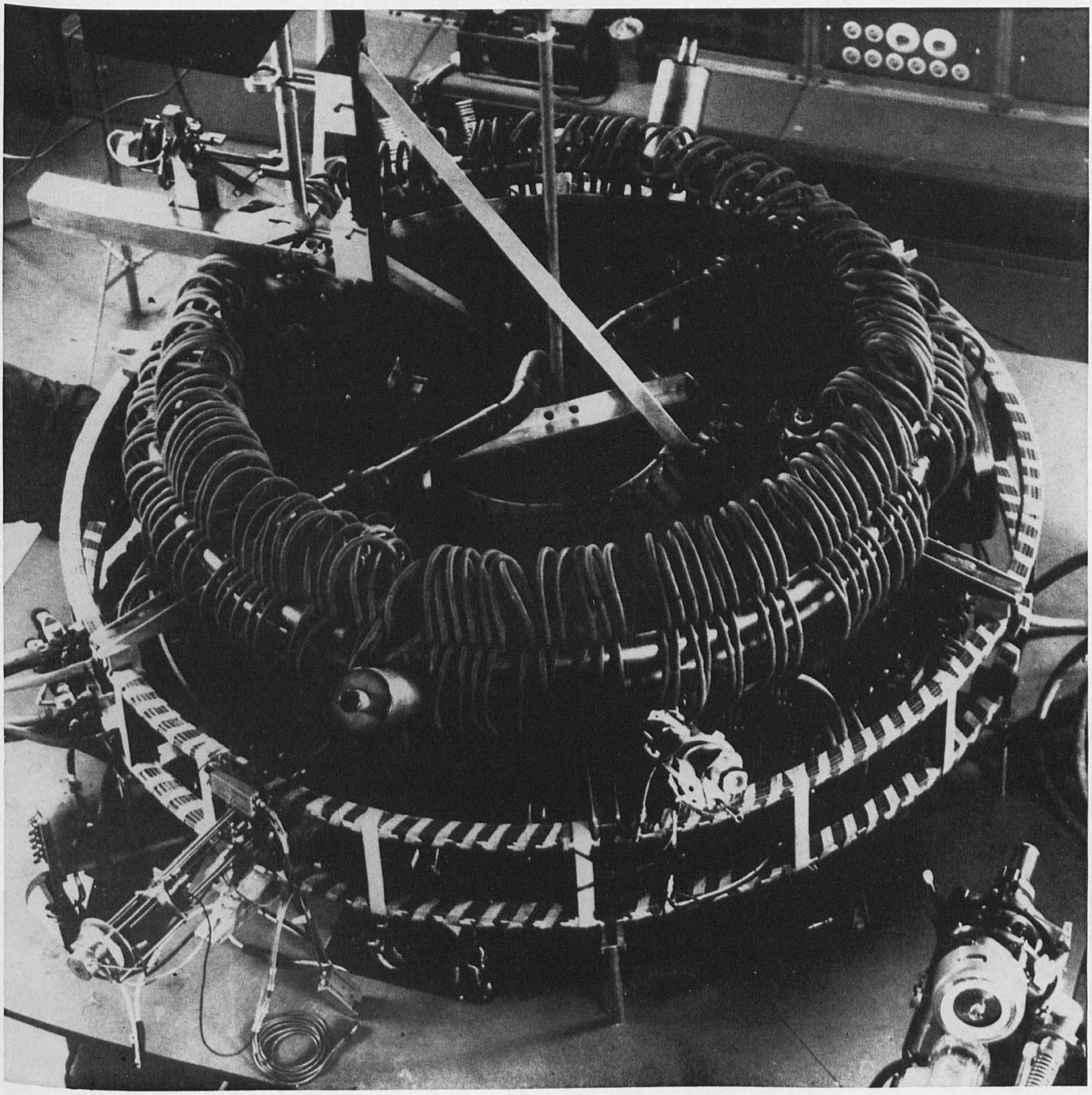
Was wir brauchen, ist weder eine Verherrlichung der Technik noch eine Verteufelung, sondern das Verständnis, daß die Technik ein Stück von uns selbst ist.

Literatur:

1) Wolfgang Pauli: Die Wissenschaft und das abendländische Denken. In: Versch. Aufsätze und Vorträge über Physik und Erkenntnistheorie. Braunschweig 1951

2) Alfred Döblin: Die abscheuliche Relativitätslehre. In: Berliner Tageblatt. 24. November 1923 (Abendausgabe).

3 Alfred Döblin: Naturerkenntnis, nicht Naturwissenschaft. In: Berliner Tageblatt. 13. Dezember 1923 (Abendausgabe).



Kunst

Kurt H. Pommé/Jo Chudoba

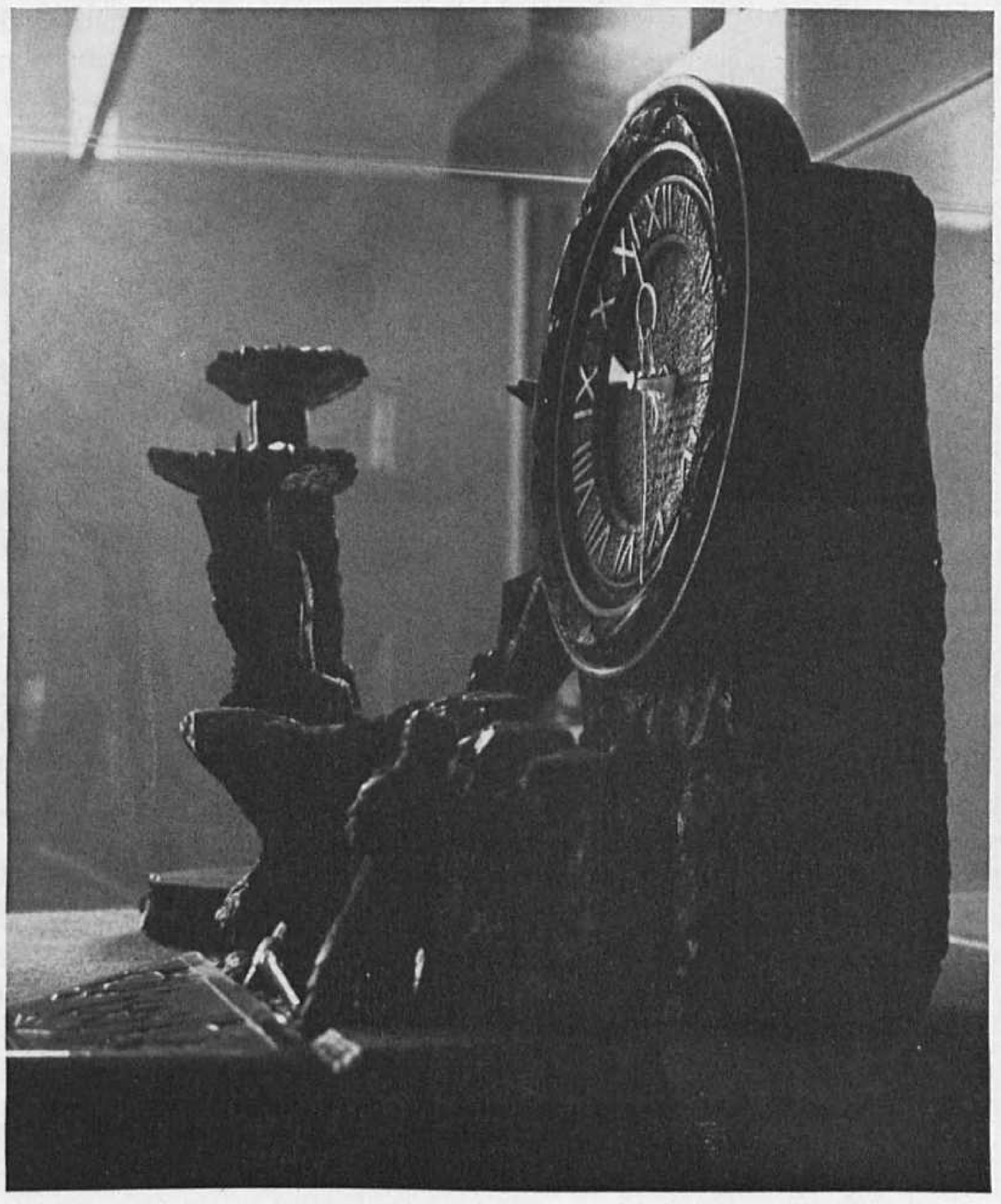
in Kohle

Eine Ausstellung zum Nachdenken

Selbst sensationsgewohnte Journalisten staunten und nicht minder die Besucher des Deutschen Museums, obgleich man eingestimmt ist, in diesem Museum der Superlative Raritäten und Ungewöhnlichem zu begegnen. »Kunstwerke aus Steinkohle« – diese Sonderausstellung im Bildersaal verblüffte Fachleute und Schaulustige gleichermaßen, verbindet man doch mit dem Begriff Steinkohle lediglich Heizwert, chemische Substanzen und die Vorstellung harter Fronarbeit unter Tage. Steinkohle als Grundmaterial für formgebende Kunst erwies sich für die breite Öffentlichkeit als Novum. So fand schon die Eröffnung am 23. Januar ein interessiertes Publikum, und die Vertreter der Medien bescheinigten den rund 80 Vasen, Skulpturen, Reliefs, Zier- und Gebrauchsgegenständen, aus Rohsteinkohle gehauen, gedrechselt oder geschliffen, künstlerischen Gehalt und Seltenheitswert. Daß diese Ausstellung just zu einem Zeitpunkt an die Öffentlichkeit gelangt, da Kohle als Energiespender wieder Aktualität gewinnt, gab ihr die besondere Note.

Einfache Bergarbeiter, zu Künstlern gereift, fertigten die Exponate in mühevoller Kleinarbeit. Wie sich einst aus robusten Waldarbeitern im Alpenland oder Thüringen aus der Verbundenheit zum geschlagenen Holz feinfühlige und geschickte Bildhauer entwickelten, so ähnlich muß sich der Prozeß vollzogen haben, als erstmals Kumpels versuchten, dem schwarzen Gold lebendige Gestalt zu verleihen. Vielleicht war es die Zufälligkeit der Form eines gebrochenen Kohlestückes, in das ein fantasiebegabter Bergarbeiter eine Darstellung hineindeutete und die dazu führte, mit Hammer und Meißel ein wenig nachzuhelfen, klare, sichtbare Form zu verleihen. Vielleicht auch nur die verspielte Beschäftigung mit einem Stück Kohle und dem Brotzeitmesser während einer Arbeitspause vor Ort. Wo immer auch solche Zufälligkeiten sich ergaben, im Ruhrgebiet, im Aachener Wurmrevier oder in den Kohlebergwerken von Oberschlesien, hier, im einstigen Beuthen, führten die kleinen Anfänge zu ungeahntem künstlerischem Wirken.

Die Steinkohle der oberschlesischen Flöze wies den Festigkeitsgrad auf, der eine bildhauerische Bearbeitung erst ermöglichte, während die Kohle der anderen Gebiete unter dem formenden Werkzeug zersprang. Niemand vermag heute festzustellen, wie und wann sich aus den ersten bescheidenen Versuchen der Formgestaltung aus Steinkohle künstlerisch wertvolle Darstellungen entwickelten. Diese Kunst blühte im Verborgenen, nicht vom Geschäftssinn getragen, sondern von der Liebe und Zugehörigkeit zum schwarzen Gold, dem die Kumpel in ihrer schweren Untertagearbeit verbunden waren. So verblieben die Exponate lange Zeit im Familienbesitz der Hersteller. Einige Bergarbeiter widmeten sich der schöpferischen Kunst auch nach ihren Arbeitsjahren unter Tage und entwickelten sich zu wahren Meistern der Gestaltung. Sie verfeinerten die Bearbeitungsmöglichkeiten, versuchten autodidaktisch klassische Formen und moderne Trends nachzuempfinden, stets auf der Suche nach Motiven, die meistens die enge Bindung zu ihrem eigentlichen Beruf bezeugten. Die Schutzpatronin der Bergleute, die hl. Barbara, Hauer und Steiger vor Ort, mit Loren und Gezähe, in den vielfältigsten Variationen sind die stets wiederkehrenden Motive. Diese Kunstwerke sind Spiegelbild der Mentalität dieser Menschen, die dem Bergbau ein Leben lang verbunden sind. Aufschlußreich auch die Vielzahl sakraler Stücke, die Einblick geben in die tiefe Religiosität des Bergmannes, dessen Klischeebild in der Öffentlichkeit mit dieser Ausstellung einen anderen Stellenwert erhält. Der Kumpel als Künstler, feinfühlig und innig, dem Schönen verbunden als Ausgleich zum harten körperlichen Einsatz in der Tiefe der Erde mit ihren Gefahren. Wenn es auch nur wenige Bergleute sind, die sich im Ausgleich zur Schwerstarbeit unter Tage dem Hobby »Kohlebildhauer« verschrieben haben, sie geben uns mit ihren Arbeiten ungeahnten Einblick in den Kern unter ihrer rauhen, robusten Schale. Die Exponate sind so ein Zeichen unserer Zeit, doppeldeutig in einer weltweiten Energiekrise: Kohle aus dem Schoß unserer Erde bringt sich in künstlerischer Form in Erinnerung als lebenerhaltend. Und die Bergleute, die das schwarze Gold nach einem Schlaf von 250 bis 280 Millionen Jahren wieder ans Licht bringen, offenbaren mit diesen Kunstwerken ihre Liebe zu einem harten Beruf und zu einem fast vergessenen Naturprodukt – Kohle.



Energie
braucht nicht knapp zu werden.
Wir alle haben es in der Hand.

Über 50 % des Energiebedarfs
der Bundesrepublik Deutschland
werden durch Mineralöl gedeckt;
davon müssen 96 % eingeführt werden.
Aber: Weltweit steigt der Mineralölbedarf
schneller als die Förderung.
Steigende Mineralölpreise sind die Folge.
Für viele Verbraucher eine schmerzliche Erfahrung.

Dieser Entwicklung sind wir nicht hilflos ausgeliefert.
Wir können uns vom Mineralöl unabhängiger machen.

Durch Energiesparen

Sparsamer Energieverbrauch ist ein Beitrag,
den jeder leisten kann.
Schon vor der Ölkrise
haben wir technische Lösungen
für eine sinnvolle Energieanwendung entwickelt
und intensiv daran weitergearbeitet.

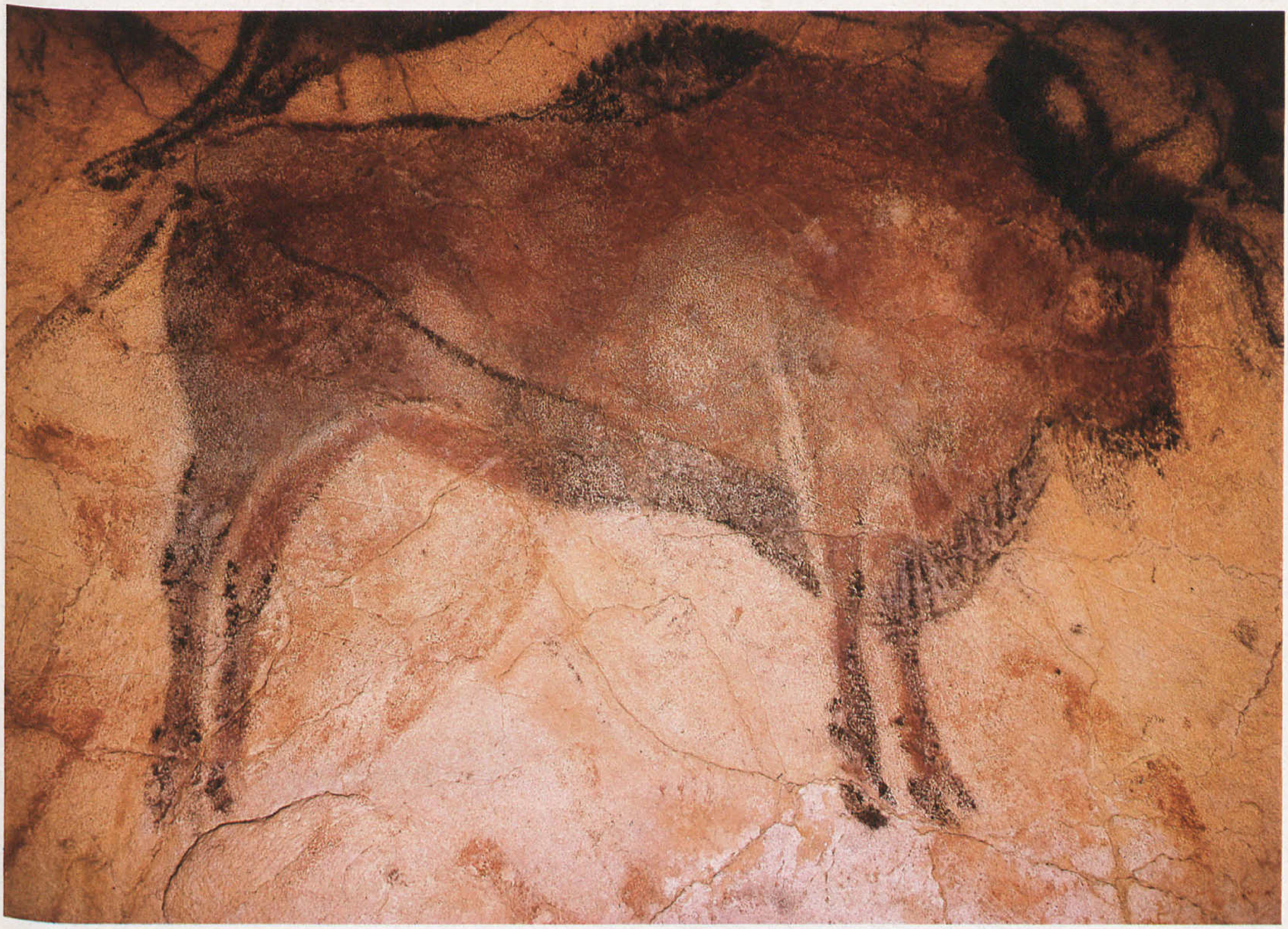
Aber Sparen allein reicht nicht aus.
Auch wenn der Energieverbrauch
nicht mehr wachsen sollte,
würden knappe Energiereserven
wie Mineralöl aufgezehrt.

Durch andere Energiequellen

Die Vorräte an Kohle und Uran reichen
bis weit ins nächste Jahrtausend.
Darum müssen wir in den nächsten Jahren
Kohle und Kernenergie
bevorzugt für die Stromerzeugung einsetzen.

Die Nutzung von regenerativen Energien,
wie z. B. Sonnenenergie und Umweltwärme,
steht am Anfang ihrer Entwicklung.
Im Jahre 2000 kann sie –
mit Hilfe von Elektrizität –
mindestens 10 % des Energiebedarfs decken.
An der Forschung und Entwicklung
beteiligen wir uns seit vielen Jahren.
Die praktische Anwendung
wurde und wird von uns besonders gefördert.

RWE Wir helfen mit, daß Energie nicht knapp wird.
Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG



Stehender weiblicher Bison. Größe 1,95 m.
Darunter Reste von älteren Malereien.
Kopflinie, Nacken, Stellen an den Hinterbeinen eingraviert.

RETTEN UND BEWAHREN VORGESCHICHTLICHER BILDER

Anni Wagner

I. Lebendiges Beispiel: Altamira

Die Höhle von Altamira – die Gelehrten nannten sie die »Sixtinische Kapelle der Steinzeit« wegen der faszinierenden Schönheit ihrer Felsmalereien. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts hat man von ihr nichts mehr gewußt. Ihre Wiederentdeckung hört sich wie ein romantisches Märchen an. Durch Zufall fand ein Jäger im Jahre 1868 einen Eingang zu ihr. Don Marcellino de Sautuola, ein Pionier der Vorgeschichte in Spanien, ging 1875 an die systematische Erforschung, und als er einmal seine kleine Tochter mit in die Höhle nahm, entdeckte das Kind in einem weiteren Raum die so berühmt gewordenen Tierbilder an der Decke.

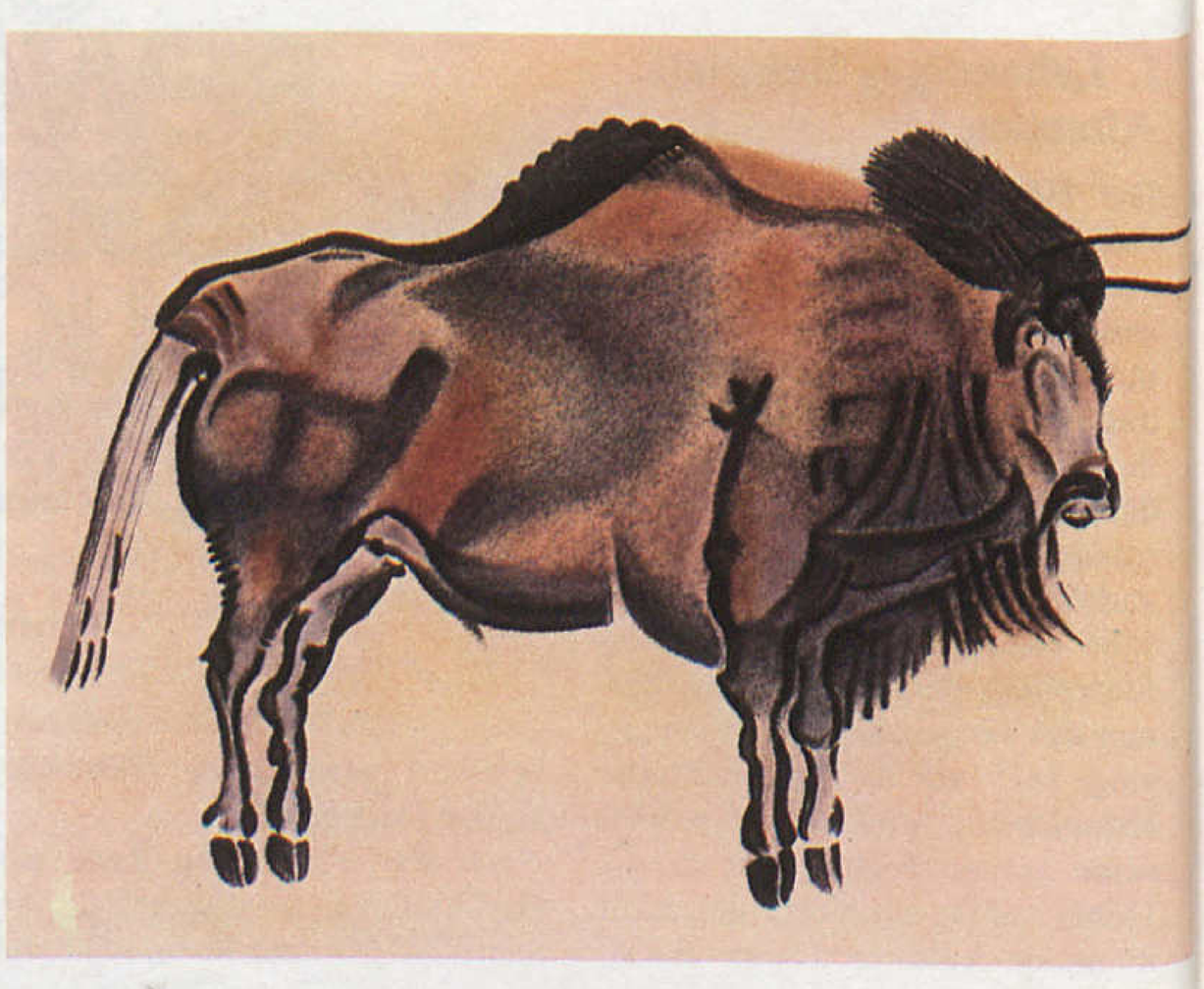
Noch war aber keine Rede von Berühmtheit. Im Gegenteil. Als Sautuola, der auch andere Gelehrte hinzuzog, 1880 eine Broschüre über seinen Fund veröffentlichte und darin nachwies, daß es sich um eiszeitliche Bildwerke handele, wurde er international heftig abgelehnt und sogar angegriffen. Obwohl es sich bei den dargestellten Tieren um Wiedergaben von Lebewesen handelte, die seit Jahrtausenden nicht mehr in Spanien existierten, hielt man die Bilder für Machwerke eines zeitgenössischen primitiven Malers. Erst als in rascher Folge zahlreiche weitere Höhlen mit ähnlichen Darstellungen in Nordspanien und Südfrankreich entdeckt wurden, erlangten Sautuolas Forschungen Anerkennung. Seitdem gilt Altamira als eine der bedeutendsten steinzeitlichen Höhlenmalereien.

Die Höhle enthält ungefähr 150 Einzelbilder, davon etwa 25 an der Decke der Gran Sala. Diese ist 18 m lang und 9 m breit. Die meisten Darstellungen stellen ei-

Stehender Bison. Größe 1,80 m. Zum Vergleich derselbe Bison, gezeichnet von Abbé H. Breuil, um 1904. Die Farben sind hier stärker wiedergegeben, als sie in Wirklichkeit erscheinen.

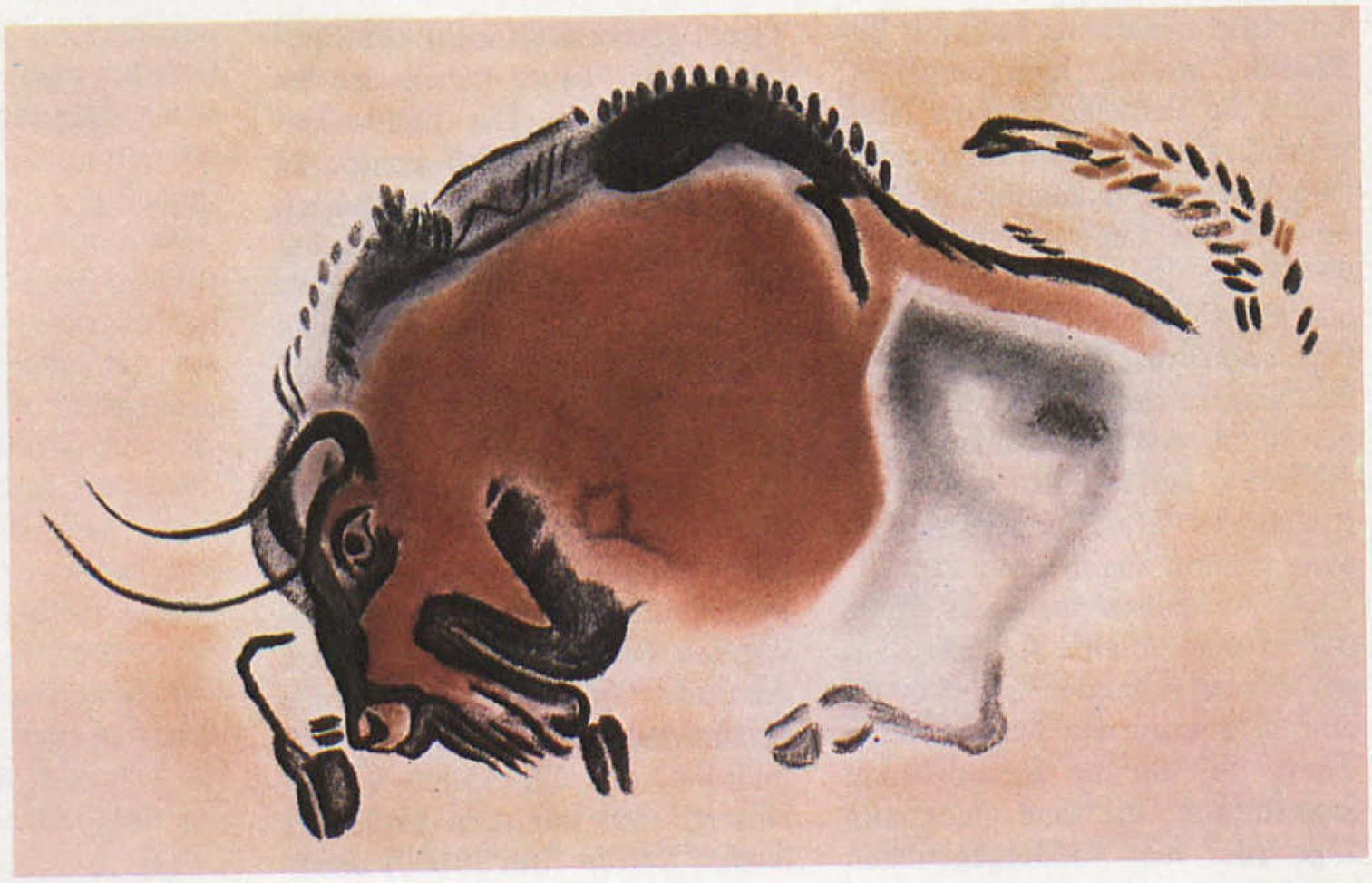
nen Bison dar, daneben finden sich Hirschkühe, ein Wildschwein, Kopf eines Stieres und einige Pferde. Die Tiere sind in verschiedenen Größen wiedergegeben, manche sind 1,45 m, andere von 1,70 bis zu 2,25 m lang.

Ausgeführt wurden sie in mehreren Erdfarben und unterscheiden sich hierdurch grundlegend von den Bildern früherer Jahrtausende, als alle Formen nur in Umrissen dargestellt wurden. Der Maler von Altamira benutzte roten Okker in vielen Tönen, daneben gelblichen und bräunlichen Okker, für Schwarz brauchte er Manganerde, Eisenoxyd und auch Kohle. Letztere verwendete er, um die Konturen deutlicher hervortreten zu lassen. Viele Teile der Bilder sind zuvor in Ritztechnik angelegt worden. Als Bindemittel hat man wahrscheinlich Blut, Eiweiß und Fett angewandt. Nun hat der Eiszeitkünstler seine Bilder nicht aufs Geratewohl an Wände und Decken gemalt. Er hat zuvor auf flachen Steinen sozusagen Skizzen angefertigt. Man hat in verschiedenen Höhlen zahlreiche Beispiele hierfür gefunden. Diese Vorlagen stellen geradezu wahre Musterbücher dar und sind von Höhle zu Höhle verschieden. In Altamira haben wir noch eine Besonderheit zu vermerken. Die Bilder sind nicht auf eine glatte oder geglättete Fläche aufgetragen. Die Decke der Gran Sala besitzt eine völlig unebene Oberfläche. Diesen Umstand hat nun



Kauernder Bison. Größe 1,85 m. Schwanz, Rückenlinie, Hörner etc. eingraviert. Zum Vergleich unten: Wiedergabe desselben Bisons in einer Zeichnung von Abbé H. Breuil.

der Künstler dazu benutzt, die Tiere plastischer, oftmals fast dreidimensional wiederzugeben. Gemalt hat man damals wahrscheinlich mit der Hand und mit präparierten Vogelfedern. Obendrein hat man mit trockenen Stiften nachgearbeitet. So fand sich in Altamira ein ganzer Satz von nach der Farbe geordneten, sorgsam zugespitzten Stiften. Die Malfarben, die naß aufgetragen wurden, hat man in Reibschalen zerrieben. All diese Malereien waren also sorgfältig in Skizzen nach der Natur vorbereitet und mit in langen Zeiträumen entwickelter Technik ausgeführt worden. Dies läßt sich genau rekonstruieren. Schwieriger ist aber die Frage des Wozu. Von der Ansicht, es habe sich um



Pferd, eine Art Pony, teilweise unvollendet. Größe 1,60 m. Kaum erkennbar überlagert es ein kleines weibliches Hirschtier.
Deutlicher zu sehen auf der Zeichnung des Abbé H. Breuil vom Anfang des 20. Jh.

Schmuck bewohnter Räume gehandelt, mußte man abgehen. Schon die Tatsache, daß die Höhlenmalereien meist an recht unzugänglichen Orten angebracht sind, beweist dies. Oft muß man niedrige Gänge, die nur ein Kriechen auf allen Vieren erlauben, oder tiefe unterirdische Seen passieren, ehe man zu den Malereien gelangen kann. Auch die Malereien in Altamira lagen einst weit vom Eingang entfernt, der heutige Eingang stammt aus neuerer Zeit.
Viele Anzeichen sprechen dafür, daß es sich um eine Art von Zauberbildern gehandelt hat. Vor ihnen hielt einst ein Magier seine Tänze ab, um die Beschwörung auszuführen, die eine glückhafte Jagd (der hier wiedergegebenen Tiere) garantieren sollte. Fußspuren solcher Tänze haben sich bis heute erhalten. Die Dunkelheit der Höhle, das Geheimnisvolle der Tierbilder und der magischen Zeichen, die nur der Eingeweihte sehen durfte, dies alles wirkte zusammen und wob sich zu einem magisch religiösen Geschehen.
Ein Wort noch zur Entstehungszeit der Höhlenbilder in Altamira. Mit modernen chemischen Methoden wie auch mit Vergleichen von gleichzeitig ausgegrabenen Skulpturen und handwerklichen Gegenständen ließ sich feststellen, daß Altamira in das Magdalénien einzuordnen ist, also in eine Kulturstufe, die um 15000 v. Chr. einsetzt und mit dem Ende der letzten Eiszeit (um 10000) unter-

Bison und Eberkopf. Größe des Bisons 1,80 m, des Gesamtbildes 2,25 m. Umrisse des Bisons eingraviert.

ging. Die Zeit des Magdalénien bedeutet den Höhepunkt der eiszeitlichen Malerei, deren größte Leistungen, die Malereien in Altamira und in Lascaux, die künstlerische Spitze bedeuten.

Den ersten Entdeckern der Malereien ist es wie ein Wunder erschienen, daß die Farben sich so außerordentlich gut erhalten haben. Man schrieb dies der stets gleichbleibenden Temperatur (14 Grad Celsius) und der stetigen hohen Luftfeuchtigkeit zu. Der französische Gelehrte Abbé Henri Breuil hat sich hohe Verdienste nicht nur durch umfangreiche Studien, sondern auch durch seine Zeichnungen nach den von ihm aufgefundenen Malereien erworben. So hat er auch die Bilder in Altamira in sorgsam ausgeführten Pastellbildern (Aquarelle konnten wegen der Luftfeuchtigkeit nicht gemacht werden) kopiert und noch viele Einzelheiten gesehen, die heute nicht mehr sichtbar sind. Die Besucherscharen, die Jahr für Jahr nach Altamira pilgerten, haben dazu beigetragen, daß die Farben immer mehr verblassen. Man hat versucht, durch eine Begrenzung der täglichen Besucherzahl Abhilfe zu schaffen, aber man konnte auch weiterhin eine regelmäßige Zunahme der Zerstörung erkennen. So ist es eine beklagenswerte Notwendigkeit, daß die Höhle nunmehr ganz geschlossen und der Zutritt fürs erste für die Allgemeinheit unmöglich gemacht wurde.

Günther Gottmann

II. Eine Meisterleistung der Rekonstruktion

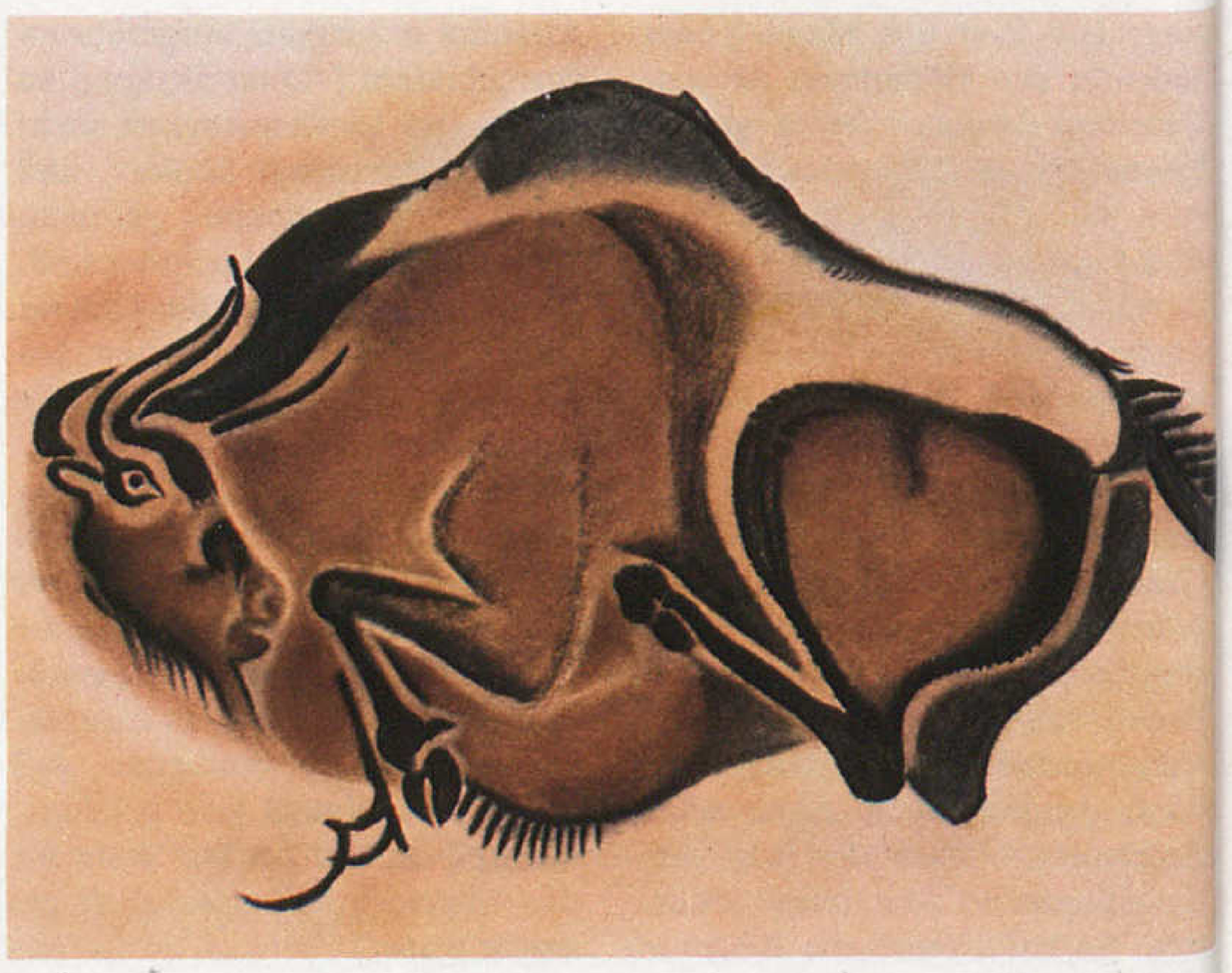
Genau ein Vierteljahrhundert bevor die Höhle von Altamira für das Publikum ganz verschlossen und das Verblassen vieler Zeichnungen unaufhaltsam wurde, zündete im Deutschen Museum die Idee, Altamira nach München zu holen. Bei der Planung einer neuen Abteilung »Urgeschichte der Chemischen Technologie« tauschten der damalige Abteilungsleiter, Dr. R. Sachtleben, und Erich Pietsch, Professor für anorganische Chemie in Clausthal und dann in Frankfurt, erste Gedanken aus über die Wiedergabe von Felszeichnungen. Als nach langen Reisen, Vergleichen, Abwägungen die Entscheidung fiel, für die Nachbildung die Gran Sala der Altamirahöhle in Nordspanien zu wählen, war damit aber auch die einfache und billige Lösung ausgeschlossen, die Bilder zweidimensional darzustellen als Foto oder als gezeichnete Kopie. Denn im Gegensatz zu vielen anderen Zeichnungen damaliger Zeit sind die Bilder von Altamira nicht planeben, sondern dreidimensional: Bis zu 35 cm weichen Buckel und Vertiefungen aus der mittleren Ebene heraus. Und diese Plastik der Deckenstruktur wird gestalterisch in die Anatomie der Tierkörper einbezogen. Also fiel

Liegender weiblicher Bison, der seinen Kopf zurückbiegt. Größe 2 m. Nüstern, Pupille, Schwanz eingraviert. Unten: Zum Vergleich, was Abbé H. Breuil um 1904 noch sah, das gleiche Tier gezeichnet.

1957 der kühne Beschluß, die gesamte Decke in einer möglichst materialgetreuen Kopie in der Originalgröße von 44 m² zu rekonstruieren, ein Beschluß, dessen Durchführung fünf Jahre dauern sollte. Die Genehmigung wurde von der spanischen Regierung gewährt, allerdings unter zwei Bedingungen: Eine zweite Kopie müsse in Madrid erstellt und die Decke der Höhle dürfe auf keinen Fall berührt werden – beides nicht unbillige Forderungen, vor allem was das Berührungsverbot anging. Denn Leuchtkraft und Zauber der Zeichnungen beruhten gerade darauf, daß die durch Jahrtausende gleichbleibende Raumfeuchtigkeit von 96 % die Farben in solcher Frische erhielt, als seien sie soeben als noch nasses Fresko aufgetragen. Bereits bei 92 % absoluter Luftfeuchtigkeit wirken die Farben wesentlich fahler. Und dann trug auch die vom Menschen bewirkte Störung des Feuchtigkeitshaushaltes wesentlich zum Verfall der Farben bei, abgesehen von dem wachsenden Kohlendioxydgehalt der Luft durch den Atem der vielen Besucher. Wie sollte nun die Deckenstruktur dargestellt werden, wenn ein Abguß nicht möglich war?

1. Schritt: Stereoaufnahmen zur Relieferfassung

Um die »Unebenheiten« der Dekke exakt vermessen zu können,



wurde das bereits in der Geodäsie bewährte Verfahren der Luftbildaufnahmen an die Höhlenverhältnisse angepaßt: Für dieses sogenannte stereofotogrammetrische Verfahren wurde eine spezielle Kamera benötigt, die wegen der geringen und dazu unterschiedlichen Objektentfernung zur geforderten Tiefenschärfe trotz großer Unebenheit der Decke eine besonders kurze Brennweite und einen möglichst großen Bildwinkel hat. So gewann man mit jeder Aufnahme ein brauchbares Stereofeld von 100×150 cm, mußte also für die Gesamterfassung 28 Stereopaare rechnen. In dem oben beschriebenen umlaufenden Gang wurden 15 Aufnahmestandpunkte festgelegt (Entfernung zwischen Kamera und Decke 138 bis 184 cm), auf dem mittleren Sockel 13 Standpunkte (Entfernung 82 bis 145 cm). Da man an der Decke selbst keine Markierungspunkte anbringen durfte, mußten Kreuzmarken an aufgestellten Stäben die Meß- und Paßgenauigkeit der Bilder für die spätere Gesamtaufnahme garantieren.

Trotz des jeweils unterschiedlichen Abstands der Kamera vom Objekt entwickelte man aus den 28 Stereopaaren einen genauen Schichtlinienplan des »Deckengebirges«, wie er aus der Kartographie bekannt ist – nur daß der Schichtlinienabstand jeweils 1 cm Höhenunterschied bezeichnet.

2. Schritt: Farbfotografie

Die Farbwerte der Felszeichnungen erfaßte man durch zahlreiche Senkrecht- und Schrägaufnahmen mit Negativ- und Diapositivfilmen bei verschiedenen Belichtungen. Nach Entwicklung und Kopie wurden die Bilder mit dem Original verglichen und korrigiert.

3. Schritt: das Gipsmodell des Deckenreliefs

Um nun zu einem Positivmodell der gesamten Decke zu kommen, wurden 1 m² große Gipsblöcke gegossen. Eine Präzisionsgraviermaschine, nach dem Storchschnabelprinzip von dem Schichtlinienplan der Decke geführt, fräste dann die Höhenlinien (1 cm) in den Gipsblock. In sorgfältiger morphologischer Arbeit wurden die Stufen ausgeglichen. Doch relativ spröder Gips war nicht geeignet, die oft haarfeinen Strukturelemente der Decke wiederzugeben, wie sie die fotografischen Aufnahmen zeigten. Also mußte eine 3 mm dicke Plastilinschicht auf jeden Block aufgebracht werden. Ein Projektionsgerät warf dann durch Dias den genau entsprechenden Bildausschnitt auf jeden der 1 m² großen Blöcke. In über einjähriger Arbeit wurden nun die feinsten Strukturelemente mit Spachteln Quadratzentimeter für Quadratzentimeter in die Plastilinschicht übertragen. Kontrollaufnahmen jeden Blocks, auf die Hälfte der Originalmaße vergrößert, wurden in eigener Expedition mit dem Original in Altamira verglichen und letzte Korrekturen in der Blockoberfläche angebracht. Alle 50 Blöcke zusammengesetzt, ergaben so ein 1:1-Modell der Höhlendecke.

4. Schritt: das Gußnegativ

Um von dem Gipsmodell eine Gußform, also ein Negativ, zu erhalten, mußte ein Material gefunden werden, das so elastisch ist, daß es feinste Nadelrisse und sandkorngroße Erhebungen aufnehmen kann, das sich aber auch ohne Verformung so verfestigt, daß es transportabel ist und geeignet, den späteren Positivguß aufzunehmen und alle Deckenstrukturen auf ihn zu übertragen. Hier war man fast an die Grenze des Machbaren gekommen. Nun aber konnte die Wacker-Chemie/München helfend eingreifen, hatte sie doch in langjährigen wissenschaftlichen Arbeiten ein Material, den sog. Wacker RTV-2-Komponenten-Silikonkautschuk, entwickelt, der all diesen Anforderungen gewachsen war. Es war gleichzeitig die größte Erprobung, die diesem neuen Material aufgegeben wurde, und die sich als voller Erfolg herausstellen sollte.

Nach Vorversuchen an Einzelblöcken überzog man das gesamte Gipsmodell mit diesem Silikonkautschuk. Wie eine Haut schmiegte sich der flüssige Kunststoff an jede Pore des plastilinbezogenen Gipsmodells. Nach ihrer Verfestigung hatte die »Haut« zwar das gesamte Grob- und Feinprofil der Altamiradecke als Ne-

Silikonkautschuk der Wacker Chemie, München, wird als Gießmasse auf das Arbeitspositiv aufgebracht.

Nach Erhärten wird die Silikonkautschukhaut vom Arbeitspositiv abgelöst und wie ein Teppich aufgerollt.

Nachbildung der Decke im großen Saal der Höhle von Altamira im Deutschen Museum zu München.

gativ aufgenommen; doch wegen ihrer Elastizität würde sie dieses Profil wieder verlieren, wenn man sie vom Modell abzöge. Also wurde sie wieder mit Gips hintergossen, der dann als »Skelett« der Gußform stückweise transportiert und am zukünftigen Ausstellungsort wieder zusammengesetzt werden konnte.
Die Silikonkautschuk-Haut wurde mit einem Gewicht von 7 Zentnern wie ein Teppich von dem Arbeitsmodell abgerollt und auf dem Gipsskelett wieder aufgelegt, so daß sie nun den Guß aufnehmen konnte.

5. Schritt: der Guß der Decke

Um die Kopie der Altamiradecke nicht nur form- und farbgerecht, sondern auch möglichst materialgetreu zu erstellen, hatte die Firma Dyckerhoff und Widmann nach Proben des Originalgesteins eine besondere synthetische Gesteinsmasse aus Solnhofener Sand und Portlandzement entwickelt. Diese Masse wurde etwa 5 cm dick auf die Silikonhaut aufgetragen und dabei Aufhänger eingegossen, die später die 7,5 Tonnen schwere Decke zu tragen hatten. Als dann das Gipsskelett entfernt und die Silikonhaut nach der Aufhängung der Decke abgezogen war, da sah die Arbeitsgruppe das Höhlengewölbe so, wie vor Jahrtausenden Menschen es sahen, bevor sie begannen, die Decke zu bemalen.

6. Schritt: die Ausmalung der Decke

Lange Untersuchungen hatten erwiesen, daß die Höhlenmaler als einzige Farbträger Eisen- und Manganoxyde nutzten und für das Schwarz Holz- oder Knochenkohle, die sich ohne Verschnitt und suspendierende Zusätze chemisch mit der Sinterflüssigkeit der Felswände abbinden. In ähnlichem Vorgang benutzte der Maler J. Voglsamer unverschnittene mineralische Farbträger, die wiederum im Vergleich mit dem Original in Altamira kontrolliert wurden. Ähnlich wie bei den morphologischen Arbeiten an den einzelnen Blöcken wurden nun die Dia-Aufnahmen 1:1 auf die Decke projiziert, erst die Umrisse der einzelnen Tierkörper auf die gesamte Fläche übertragen und schließlich Detail für Detail ausgemalt.
So hängt nun die Decke der Altamirahöhle in München, in einer Originaltreue, wie sie schwerlich zu überbieten ist, ja wie sie vom Original selbst nicht mehr erreicht werden kann. Im gleichen Vorgang hat man auch die für Madrid bestimmte Decke geschaffen. Sie wurde im Garten des Prado in einer wirklichen Höhle aufgehängt, so daß sie dem Besucher den ursprünglichen Eindruck vermittelt.

(Vgl. Abhandlungen und Berichte, Deutsches Museum, 1963/1, Pietsch, Altamira)

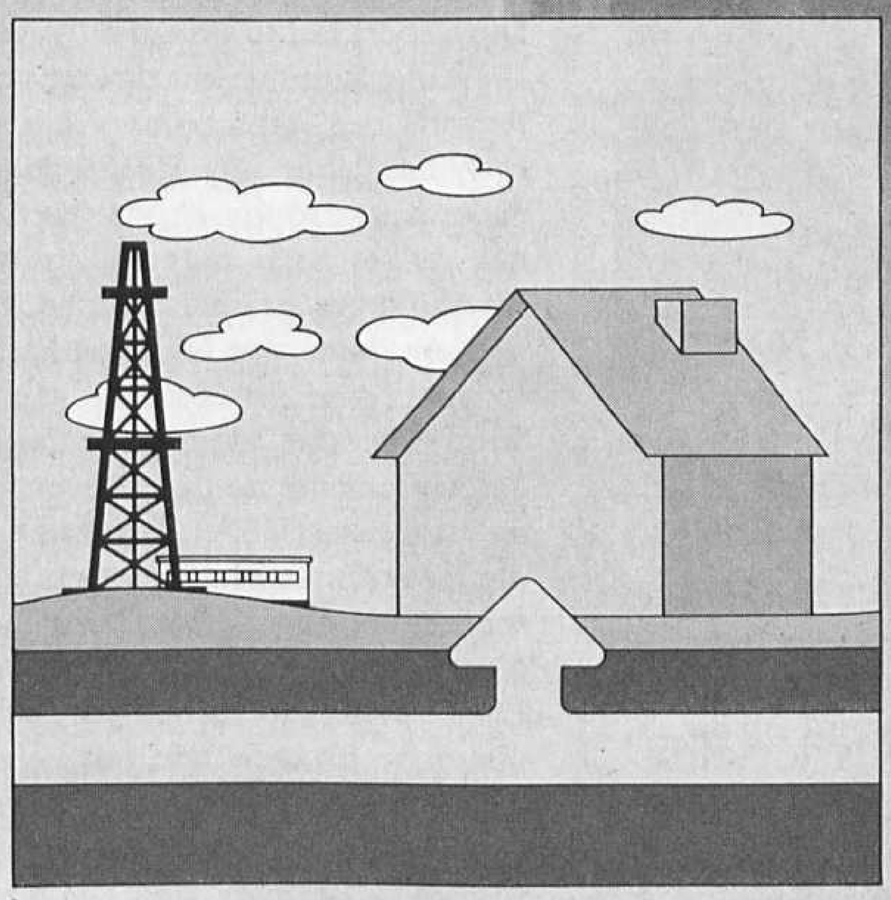
Erdgas spart Energie

Wärme-Erzeugung aus Erdgas ist unmittelbare und umweltfreundliche Nutzung von Energie. Aus der Primärenergie Erdgas entsteht Wärme direkt, ohne Umwandlungsverluste. So ist Erdgas die Wärmeenergie, die allein durch ihren Einsatz bereits Energie einspart.

Hinzu kommt der Qualitätsstandard der Erdgasgeräte, die mit hohem Wirkungsgrad die Wärme des Erdgases freisetzen. Feinregelbar und anpassungsfähig für jedes Wärmebedürfnis.

Alles in allem ist Erdgas die Primärenergie mit dem höchstmöglichen Nutzungsgrad. Und damit bestens für die Wärme-Erzeugung geeignet. Wir von der Ruhrgas tragen dazu bei, daß Erdgas da ist, wann immer es benötigt wird.

Ruhrgas Aktiengesellschaft Essen



Erdgas bedeutet Energie-Einsparung durch den direkten Einsatz von Primärenergie.

Wir sorgen für Erdgas

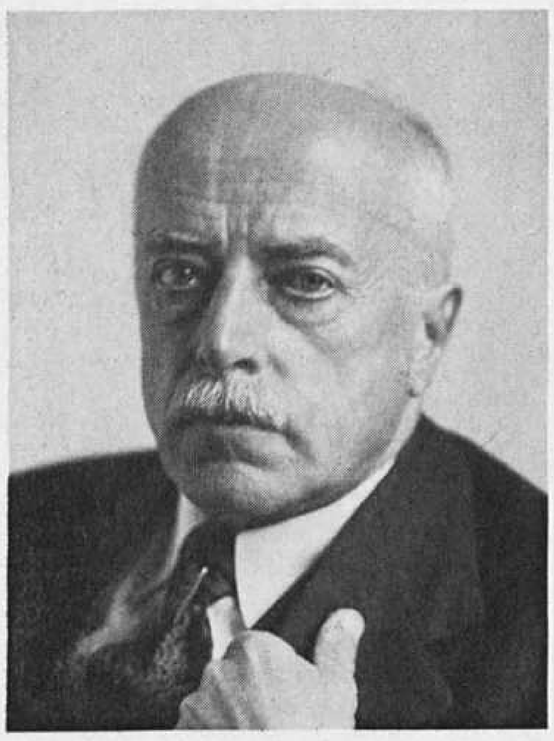
RUHR gas

Alfred Opitz

„...geschlafen hat in der letzten Nacht wohl keiner."

Max von Laue nach Hiroshima

Max von Laue (1879–1960)



Daß die großen deutschen Physiker bei ihren Forschungen zur Kernphysik nicht eine militärische Nutzung ins Auge faßten, ist – teils vorwurfsvoll, teils verteidigend – einhellige Feststellung der Beteiligten und ihrer Historiker. Um so betroffener war ihre Reaktion auf Hiroshima.

Einleitung

Führende Atomwissenschaftler, die nicht schon vor dem Kriege emigrierten, wurden nach der Kapitulation in Farmhall Godmanchester in England interniert. Dort überraschte sie am 6. August 1945 die Rundfunknachricht vom Abwurf der Atombombe auf Hiroshima. Über ihre Reaktion auf diese Katastrophe ist viel von ihnen selbst und anderen gesprochen und geschrieben worden. Einer von ihnen war Max von Laue. In mehreren Briefen an seinen Sohn Theodor, damals Professor der Geschichte an der Universität in Princeton (USA), beschrieb er die Reaktion der internierten Wissenschaftler. Aus der Sammlung dieser Briefe, die Theodor von Laue dem Deutschen Museum übergab, bringen wir mit seiner Zustimmung eine Auswahl aus dem Jahre 1945. Nur einige persönliche Bezüge sind gekürzt. (Vgl. auch: H. J. Born, Hommage à Otto Hahn, KULTUR & TECHNIK 1979/2).

An Herrn Theodor v. Laue *Huntingdon (England), 7.8.1945*
P R I N C E T O N N.J. (USA)
345 Nassau Street.

Lieber Theodor!

Dieser Brief bezieht sich auf ein weltgeschichtliches Ereignis von unabsehbarer Tragweite. Bin ich auch weit von Hiroshima entfernt gewesen, als dort die Uranbombe platzte, so habe ich doch die Nachricht davon inmitten von Kollegen erlebt, die an dem Uranproblem seit Jahren gearbeitet haben und gleich mir alle unter ganz exceptionellen Umständen, nämlich »detaint for His Majesty's pleasure«, leben.

Bevor ich aber auf die Bombe näher eingehe, muß ich Einiges nachholen, das sich seit meinem letzten, im Juni geschriebenen Briefe bei uns ereignet hat.

Wir sind nämlich am 3. Juli von Facqueval nach England überführt worden. Wir fuhren bis Lüttich, oder richtiger bis zu dem Militärflugplatz bei dem Dörfchen Ans, mit amerikanischen Militärautos, von dort flogen wir in einer Dakotamaschine herüber bis in die Nähe von Cambridge. Wir kamen in ein altes Besitztum in dem jetzt zu Huntingdon gehörenden Dorf Godmanchaster, und sind dort sehr gut untergebracht, in mancher Beziehung besser noch, als in Facqueval – doch hatte Facqueval eine schönere Lage. Wir haben hier nach wie vor vortreffliche Verpflegung (wie englische Militärpersonen, also besser als die englische Zivilbevölkerung), haben Bücher, Zeitungen, Rundfunk, ein Klavier, einen Sportplatz hinter dem Hause, wir bekamen kürzlich neue Kleidungsstücke und, soweit Bedarf war, Schuhe. Also es geht uns ausgezeichnet, abgesehen davon, daß wir keinerlei Nachricht von unseren Familien bekommen haben, und auch erst heute Briefe dorthin mit einiger Aussicht auf Beförderung absenden konnten. Die Briefe, die wir am 18. Juni schrieben, gingen zwar bis zu einer Kontrollstelle in Paris, dort aber haben die Amerikaner sie festgehalten. Wir haben das als eine Härte empfunden, die uns bisher ganz unverständlich war. Was nun geschehen ist, wirft freilich darauf und überhaupt auf unsere Detainung einiges Licht.

Um 19,45 Uhr begann gestern, wie stets, unser Abendessen, an dem auch die beiden uns bewachenden englischen Offiziere, Major Rittner und Capten Brodie, regelmäßig teilnehmen (In Facqueval aß Major R., der Capten war noch nicht da, nicht mit uns, sondern mit den amerikanischen Offizieren, welche dort die Bewachung hatten, und die wegen »Nonfraternisation« sich von uns entfernt halten mußten). Vorher schon hatte der Major dem Kollegen Hahn etwas von einer Rundfunkmeldung angedeutet, dass die Amerikaner eine Atombombe benutzt hätten. Bei Tisch ergänzte er diese Mitteilung, und es erhob sich natürlich sogleich eine lebhafte Diskussion. Wir wollten nicht recht daran glauben. Einige Stimmen meinten, wenn überhaupt etwas Wahres daran wäre, so bedeutete der Name »Atombombe« eben etwas Anderes, als was wir darunter verstehen; mit Uranspaltung könne diese Sache jedenfalls nichts zu tun haben.

Dann aber hörten wir die englischen Rundfunknachrichten um 21 Uhr. Und da wurde nun ja klipp und klar gesagt, daß Engländer und Amerikaner in gemeinsamer, jahrelanger, mühseliger und überaus kostspieliger Entwicklungsarbeit die Uranspaltung zur Konstruktion einer Bombe ausgearbeitet hätten. Ich brauche auf die Meldung nicht näher einzugehen, Du hast sie ja auch, wenn nicht gehört, so doch heute in den Zeitungen gelesen. Daß die Kommentare, welche die Journalisten teilweise neben die offiziellen Darlegungen Churchills setzen, die historischen Zusammenhänge nicht ganz richtig darstellen, ist kein Wunder. Es ist vielleicht sogar ganz gut, daß Hahn's Name nicht genannt ist, weil man nicht übersehen kann, welche Wirkungen eine Nennung in Deutschland gehabt hätte. Nach einem solchen Kommentar, überschrieben »A Jewess found the clue«, wäre Lise Meitner die Entdeckerin der Kernspaltung.

Die Wirkung dieser Meldung auf die hier versammelten deutschen Physiker war natürlich eine sehr tiefgehende. Zwar war ich – wenn ich mit mir einmal beginnen darf – verhältnismäßig unbeteiligt; habe ich doch bei der ganzen Uranspaltungsforschung immer nur die Rolle eines Beobach-

ters gespielt, den die Beteiligten manchmal, aber keineswegs immer, auf dem Laufenden hielten. Auch Otto Hahn, um dessen Stimmung sich Major Rittner ernstliche Sorgen machte, blieb ganz ruhig und sagte nur, er freue sich, an der Konstruktion einer solchen Mordwaffe unbeteiligt zu sein. Aber sehr erregt war Walter Gerlach. Harteck, Hahn, ich und Heisenberg suchten ihn gestern Abend und auch heute Morgen zu beruhigen, was denn auch gelang. Aber die Stimmung blieb bei ihm und auch bei Anderen unserer Runde doch nicht unbeeinflußt. Die Bombe beherrschte heute doch so ziemlich das Gespräch, und die Zeitungen wurden nur so »verschlungen«. Heisenberg stellte noch mehrfach fest, daß man sich auf Grund der hier vorliegenden Kenntnisse und der bisherigen Berichte kein genaues Bild von den Vorgängen in der Bombe machen könne. Die Berichte sind ja auch absichtlich so gehalten, daß dies nicht möglich ist.

Die Hauptfrage ist natürlich, warum wir in Deutschland nicht zu der Bombe gekommen sind. Darauf ist zu sagen: 1) Die deutschen Physiker hätten niemals solche Mittel bewilligt erhalten, wie sie England und USA zu diesem Zwecke zur Verfügung gestellt haben. Weder die Arbeitskräfte noch das Geld wäre in einem annähernd so großen Maße verfügbar gewesen. Darum schon hat kein Physiker ernstlich an die Beantragung solcher Mittel gedacht. Daß die an Stärke dauernd zunehmende Verbombung aller Städte ein weiteres Hindernis gewesen wäre, geht ja auch aus Churchills Erklärung hervor, daß man die Herstellung der Atombombe der Luftgefahr wegen nicht nach England verlegt hat. 2) Die ganze Uran-Forschung war bei uns auf die Schaffung einer Uranmaschine als Energiequelle gerichtet, einmal weil niemand an die Möglichkeit einer Bombe in absehbarer Zeit glaubte, zweitens, weil im Grunde niemand von uns eine solche Waffe in die Hände Hitlers legen wollte. Was die Zeitungen von deutschen Bestrebungen zur Konstruktion der Bombe schreiben, ist reine Phantasie, und was sie über die Störung solcher Bestrebungen durch die Überfälle auf das norwegische Kraftwerk Rjuland berichten, ist nicht viel besser. Das »schwere Wasser«, das das KWI für Physik von dort bezog, eignet sich gar nicht, wenn man eine schnell ablaufende Uran-Explosion erzielen will, wohl aber für den bei uns beabsichtigten langsamen Reactionsablauf in der Uranmaschine. Die an der Bombe beteiligten Kollegen kennen wir zum größten Teil persönlich. Daß Niels Bohr darunter ist, wundert uns etwas. Wir halten auch in der Beziehung die Zeitungsmeldungen nicht für ganz zuverlässig.

Viel geschlafen hat in der letzten Nacht wohl keiner von uns. Aber das heute, wie an jedem Dienstag, stattfindende Kolloquium lassen wir nicht ausfallen. Bagge spricht über angeregte Kern-Zustände.

Eine ungeheure Macht ist durch diese erste praktische Anwendung der Uranspaltung in die Hände von Menschen gelegt. Gott gebe, daß sie nie in andere als reine Hände kommt!

Mit recht herzlichem Gruß an Dich und Hilli, sowie an alle meine Kollegen, Dein Vater M. v. Laue

✡

Huntingdon, 8. 8. 1945.

Da die Presseberichte der letzten Tage über die angeblichen Arbeiten an der Atombombe in Deutschland zum Teil unrichtige Angaben enthalten, möchten wir die Entwicklung der Arbeiten am Uranproblem im Folgenden kurz beschreiben.

1) Die Atomkernspaltung beim Uran ist im Dezember 1938 von Hahn und Straßmann am Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin entdeckt worden. Sie war die Frucht rein wissenschaftlicher Untersuchungen, die mit praktischen Zielen nichts zu tun hatten. Erst nach ihrer Veröffentlichung wurde ungefähr gleichzeitig in verschiedenen Ländern entdeckt, daß sie eine Kettenraktion der Atomkerne und damit zum ersten Mal eine technische Ausnutzung der Kernenergieen ermöglichen könnte.

2) Beim Beginn des Krieges wurde in Deutschland eine Gruppe von Forschern zusammengerufen, deren Aufgabe es war, die praktische Ausnutzbarkeit dieser Energien zu untersuchen. Die wissenschaftlichen Vorarbeiten hatten gegen Ende 1941 zu dem Ergebnis geführt, daß es möglich sein werde, die Kernenergien zur Wärmeerzeugung und damit zum Betrieb von Maschinen zu benutzen. Dagegen schienen die Voraussetzungen für die Herstellung einer Bombe im Rahmen der technischen Möglichkeiten, die Deutschland zur Verfügung standen, damals nicht gegeben zu sein. Die weiteren Arbeiten konzentrierten sich daher auf das Problem der Maschine, für die außer Uran »schweres« Wasser notwendig ist.

3) Für diesen Zweck wurden die Anlagen der Norsk Hydro in Rjukan zur Produktion von größeren Mengen von »schwerem« Wasser ausgebaut. Die Angriffe auf diese Anlagen, zuerst durch ein Sprengkommando, dann durch die R.A.F., haben diese Produktion gegen Ende 1943 zum Erliegen gebracht.

4) Gleichzeitig wurden in Freiburg, später in Celle, Versuche angestellt, durch Anreicherung des seltenen Isotops 235 die Benutzung des »schweren« Wassers zu umgehen.

5) Mit den vorhandenen Mengen des »schweren« Wassers wurden zuerst in Berlin, später in Haigerloch (Württemberg) die Versuche über die Energiegewinnung fortgeführt. Gegen Ende des Krieges waren diese Arbeiten so weit gediehen, daß die Aufstellung einer Energie liefernden Apparatur wohl nur noch kurze Zeit in Anspruch genommen hätte.
(Die f. Anmerkungen sind Teil des Briefes vom 8. 8. 1945, Red.)

Anmerkungen

Zu 1) Die Hahnsche Entdekkung ist kurz nach ihrer Veröffentlichung in vielen Laboratorien, insbesondere in den Vereinigten Staaten, nachgeprüft worden. Auf die großen Energien, die bei der Uranspaltung frei werden, wurde von verschiedenen Forschern, zuerst wohl von Meitner und Frisch, hingewiesen. Dagegen hatte Prof. Meitner bereits ein halbes Jahr vor der Entdeckung Berlin verlassen und war an der Entdeckung selbst nicht beteiligt.

Zu 2) Die rein chemischen Arbeiten des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Chemie über die Folgeprodukte der Uranspaltung sind im Kriege ungestört fortgeführt und veröffentlicht worden. Die unter 2) genannten wissenschaftlichen Vorarbeiten über die Energiegewinnung umfaßten Untersuchungen von folgender Art: Theoretische Abschätzungen über den Ablauf der Reactionen in Gemischen aus Uran und »schwerem« Wasser. Messungen des Absorptionsvermögens von »schwerem« Wasser für Neutronen. Untersuchungen über die bei der Spaltung freiwerdenden Neutronen. Untersuchungen über die Neutronenvermehrung in kleinen Anordnungen aus Uran und »schwerem« Wasser. – Zur Frage der Atombombe sei noch festgestellt, daß den Unterzeichneten keine ernst zu nehmenden Untersuchungen etwa anderer Gruppen in Deutschland über das Uranproblem bekannt geworden sind.

Zu 3) Die Schwer-Wasser-Produktion in Rjukan wurde zunächst durch den konsequenten Ausbau der schon vorhandenen Anlage und dann durch den Einbau von in Deutschland entwickelten katalytischen Austauschöfen (exchangers with heated catalysts) auf etwa 220 Liter pro Monat gesteigert. Die Stickstoffproduktion des Werkes wurde hierdurch nur unwesentlich vermindert. Mit Uran und Radium ist in Rjukan nie gearbeitet worden.

Zu 4) Zur Isotopentrennung wurden verschiedene Verfahren angewandt. Das Clusiussche Trennrohr erwies sich als ungeeignet. Die Ultrazentrifuge ergab eine geringe Anreicherung des Isotops 235. Die anderen Verfahren hatten bis zum Ende des Krieges noch keine sicheren positiven Ergebnisse geliefert. Eine Isotopentrennung in großem Maßstab ist nicht in Angriff genommen worden.

Zu 5) Ferner wurde eine Energie liefernde Apparatur vorbereitet, die zwar ohne schweres Wasser, jedoch bei sehr tiefer Temperatur künstlich radioaktive Substanzen in großer Menge erzeugen sollte.

Zu 3)–5) Im ganzen sind von den deutschen Behörden (zuerst

Heereswaffenamt, später Reichsforschungsrat) für das Uranvorhaben Mittel bereitgestellt worden, die gegenüber den von den Alliierten eingesetzten Mitteln verschwindend gering sind. Die Anzahl der Menschen, die an der Entwicklung beteiligt waren, (Wissenschaftler und Hilfskräfte in Instituten und Industrie) hat wohl in keiner Phase einige Hundert überschritten.

Huntingdon, 12. 10. 1945.

Mein Lieber Theodor!

Ich schreibe schon wieder einmal, nicht wegen der erzwungenen Untätigkeit, in der wir hier leben, sondern um nach Möglichkeit historischer Wahrheit zu ihrem Rechte zu verhelfen. Schließlich bist Du doch Historiker und findest vielleicht Gelegenheit, sie in der einen oder anderen Form an die Öffentlichkeit und in die Geschichtsschreibung dieses Krieges zu bringen.

Schon zweimal nämlich las ich in den Zeitungen, die wir hier, soweit sie die Atombombe behandeln, sorgfältig lesen, die englisch-amerikanische Landung im Juni 1944 sei notwendig gewesen, um die Vollendung der Atombombe in Deutschland zu verhindern. Welchen Zweck diese Falschmeldung verfolgt, kann ich nur vermuten; vielleicht haben die Militärs die Frage zu hören bekommen, warum sie nicht die Fertigstellung der Bombe in USA abgewartet und dann den für die Alliierten vielleicht weniger verlustreichen Weg beschritten hätten, solche Bomben in Europa anzuwenden.

Demgegenüber möchte ich noch einmal betonen – ich habe es in diesen Briefen schon einmal getan –, daß bei uns in Deutschland kein ernstlicher Versuch gemacht ist, eine Bombe herzustellen, die auf der Spaltung des Uran- oder eines anderen Atoms beruht. Daß Unberufene mit dem Gedanken gespielt haben, ist uns bekannt – aber soll man einen Antrag an Speer, die ein sonst ganz vernünftiger junger Physiker (er ist jetzt tot) gestellt hat, man solle ihm ein paar Tausend Mark, zwei Mann und – wegen der Gefährlichkeit der Versuche – ein Boot zur Verfügung stellen, dann wolle er die Uranbombe schaffen – soll man so etwas ernst nehmen? Bei uns war nur von einer Uranmaschine die Rede, welche durch langsame Uran-»Verbrennung« Energie für alle die Zwecke frei machen sollte, für die man welche braucht. Ein Mann wie Otto Hahn, den es schon sehr drückt, daß man überhaupt auf seine Entdeckung ein Kriegswerkzeug – und noch dazu ein solches! – gründen konnte, wäre verzweifelt, wenn das in seiner Umgebung geschehen wäre. Er hat mir gegenüber von 1939 an immer wieder betont, daß nach seiner Voraussicht glücklicherweise keine Uranbombe möglich, oder daß sie doch wenigstens in diesem Kriege nicht mehr angewandt würde.

Doch nun ein anderes Thema. Meinen Geburtstag hat man hier im Rahmen des möglichen sehr nett gefeiert. Ich bekam auch ein paar Gedichte geschenkt, von Hrn.v.Weizsäcker, der sie selbst verfaßt hat. Das eine davon schreibe ich hier ab, weil es besser, als ich je könnte, unsere Lage und unsere Stimmung wiedergibt.

Farmhall.[1])

Mein Fenster ist bedeckt mit wildem Grün
Des Rosenstrauches, wuchernd bis zur Decke.
Kastanien schatten unsres Hauses Ecke
Das Dorf verhüllend und der Menschen Mühn.

Der Rasen ist in Wind und Sonnenglühn
Täglicher Spiele abgemessene Strecke.
Den Weg und Blick begrenzt die Brombeerhecke.
Ich weiß nicht, welche Blumen jenseits blühn.

Doch rinnt bei Nacht das Mondlicht durch die Ranken,
So strömt herein das Leiden ohne Ende,
Hunger, Verzweiflung, Rache, falsches Wähnen,
Tod auf dem Weg, Schrei des verlassenen Kranken –
Die Stirn gepreßt auf die verschränkten Hände
Harr' ich vergebens auf den Trost der Tränen.

1) Wir wohnen in Farmhall Godmanchester.

Huntingdon (England), 19. 8. 1945

Lieber Theodor!

Gestern Abend kam jener englische Commander, der am 7. 7. einen kurzen Brief an Dich nach Amerika mitgenommen hatte, wieder einmal hierher und teilte mir mit, er habe jenen Brief drüben auf die Post gegeben. So mußt Du ihn ja jetzt schon lange haben. Sagt er Dir auch nicht viel, so weißt Du daraus doch wenigstens, daß es mir ganz leidlich geht. Und so ist es seitdem auch geblieben; nur daß ich immer noch nichts von der Mama und von Hilde gehört habe. Aber Briefe, die wir hier am 5. 8. absenden konnten, sind nach den Mitteilungen unseres Majors Rittner durch alle Kontrollstellen hindurch nach Hechingen u.s.w. gelangt; die Antworten hat man uns auf die kommende Woche in Aussicht gestellt.

Unsere Gedanken drehen sich natürlich immer noch um die Atombombe, und wir haben aus den Zeitungen entnommen, daß sie auf der Spaltung des Atoms des Uran 235 beruht. Das ist auch leicht zu verstehen; nur hätte bei uns kein Mensch an die Möglichkeit geglaubt, dieses Uranisotop, welches dem gewöhnlichen Uran 238 zu 7/1 000 beigemischt ist, von diesem in solchen Mengen zu trennen, daß man damit technisch etwas erreichen kann. Sir Charles Darwin, der Präsident der englischen »Reichsanstalt«, der uns gestern Abend zusammen mit dem Commander aufsuchte, berichtete, den Anstoß zur technischen Ausarbeitung der Bombe hätten zwei deutsche Emigranten gegeben, Franz Simon in Oxford und Peierls in Bristol; die englischen Physiker, die von Kriegsausbruch an andere Heeresaufträge gehabt hätten, wären damit viel zu sehr festgelegt gewesen, um sich um die Ausnutzung der Atomspaltung zu kümmern. Erst später, als die Sache schon in Gang gekommen war, hätte man sie dafür frei gegeben. Sie wären es allerdings dann gewesen, deren Optimismus bezüglich des Gelingens die skeptischeren amerikanischen Kollegen mitgerissen habe. So stellt sich also die Geschichte der Atombombe nach Allem, was wir erfahren konnten, dar. Der leidenschaftliche Haß der beiden Emigranten gegen Hitler war es also, der alles in Bewegung setzte. Hitler bewährte sich auch darin als ein wesentlicher Teil von jener Kraft, die stets das Böse will – und stets das Gute schafft. Denn das Vertrauen habe ich, daß die Atombombe in ihren Auswirkungen zu etwas Gutem führt.

Außerdem kann ich nicht verhehlen, daß ich so einseitig Physiker bin, daß mich das Gelingen einer solchen, im Wesentlichen doch physikalischen (nicht technischen) Neukonstruktion begeistert.

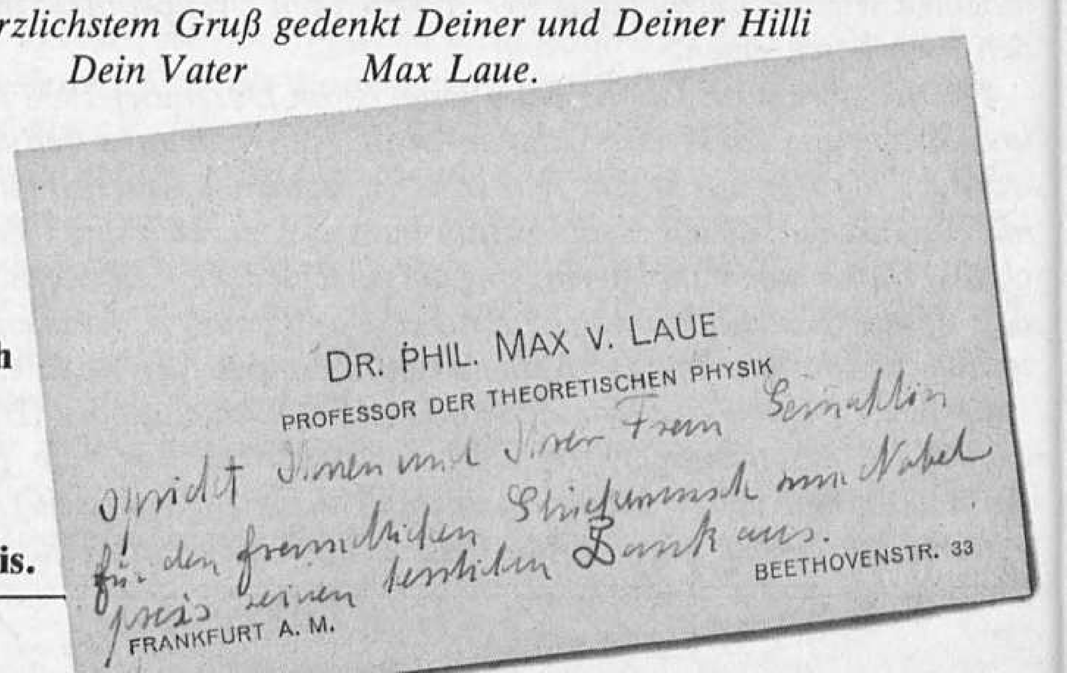
Der Commander berichtet auch noch von der furchtbaren Hitze in Washington. Hier ist es dagegen schon sehr herbstlich. Heute heizen manche von uns in ihren Stuben.

Eine unmittelbare Änderung unserer Lage bedeutet der Besuch Darwins nicht. Eher möchte ich ihn mit der Rückkehr jener Taube vergleichen, die dem Noah in seiner Arche den grünen Zweig als erstes Zeichen der fallenden Wasser brachte. Wir müssen noch Geduld haben.

Mit herzlichstem Gruß gedenkt Deiner und Deiner Hilli

Dein Vater Max Laue.

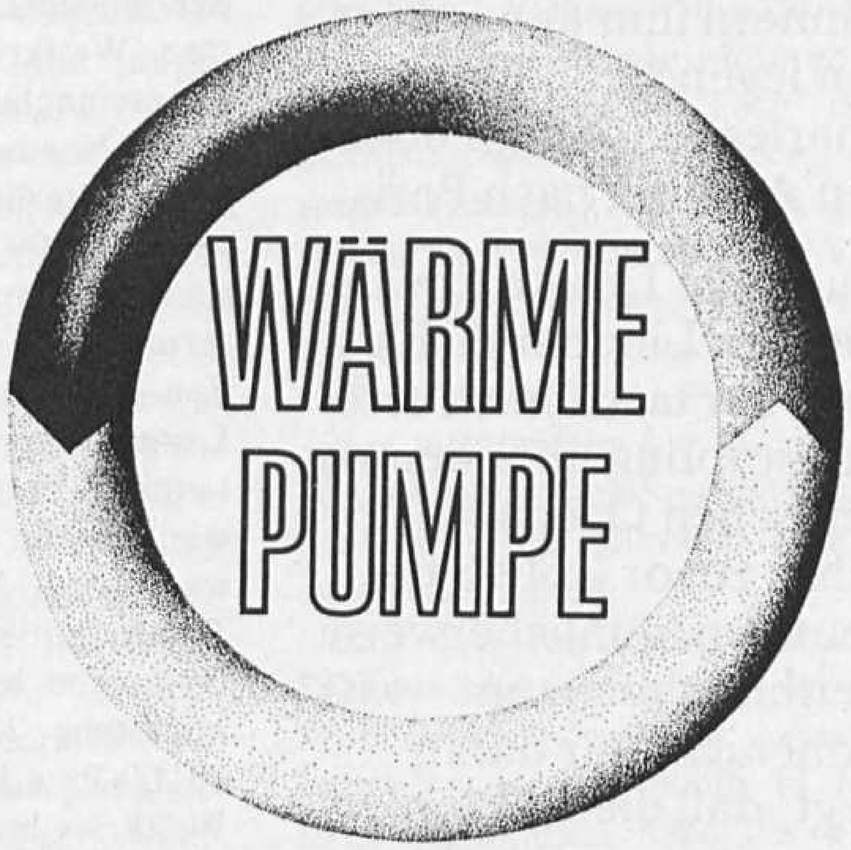
Max v. Laue bedankt sich für eine Gratulation zu seinem Nobelpreis.


DR. PHIL. MAX V. LAUE
PROFESSOR DER THEORETISCHEN PHYSIK
BEETHOVENSTR. 33
FRANKFURT A. M.
Herzlichen Dank aus.

CHANCEN UND GRENZEN DER

WÄRMEPUMPENTECHNOLOGIE BAND III*)

Redaktion: Dipl.-Ing. J. Paul, Institut für Angewandte Thermodynamik und Klimatechnik, Universität Essen



IN DER PRAXIS

132 Seiten DIN A4 2spaltiger Blocksatz, 149 Bilder und Diagramme, gebunden 88,– DM (Best.-Nr. 2345)

Als Band III der Wärmepumpentechnologie erscheint im Herbst 1979 das Werk "Chancen und Grenzen der Wärmepumpe in der Praxis". Es bietet Architekten, Bauingenieuren und Baubehörden ein lückenloses und ganz auf die Praxis abgestelltes Bild der gesamten Wärmepumpentechnologie einschließlich der gesetzlichen, geologischen, steuerlichen und tariflichen Bedingungen von Einbau und Betrieb elektrischer und brennstoffbetriebener Wärmepumpen.

Namhafte Fachleute aus Energieversorgung, Öffentlicher Verwaltung, Industrie und Forschung bleiben auch auf brennende Fragen, wie auch behördliche Schwierigkeiten, Kosten und Tarifgestaltung keine Antwort schuldig. An Hand von bestehenden Objekten werden Realisierungsmöglichkeiten der energiesparenden Wärmepumpentechnik in Wort und Bild in einer auch für Nichtfachleute leicht verständlichen Art dargestellt. Der Band bietet eine objektive Darstellung der Chancen und Grenzen der Wärmepumpe in der Praxis.

Inhaltsverzeichnis, Aufsatzüberschriften, Bildunterschriften und Zusammenfassung erscheinen 3-sprachig deutsch, englisch, französisch, das Inserenten-Bezugsquellenverzeichnis 2-sprachig, deutsch/englisch.

INHALT

Rationelle Energieanwendung - Alibi oder Verpflichtung? — Stand und Entwicklungsaussichten der Wärmepumpenforschung — Förderungsbestimmungen für Wärmepumpen und praktische Hinweise — Beurteilungskriterien für Wärmepumpen zur Hausheizung — Wärmequellen Grundwasser und Erdreich — Verfügbarkeit der Wärmequelle Grundwasser — /Erlaubnisantrag und Auflagen — Technik der Erschließung der Wärmequelle Grundwasser / Förder- und Schluckbrunnen, Ausschreibung und Preise / Auswirkungen des Wärmeentzugs auf das Grundwasser bei der Wiedereinleitung / Ergebnisse der Versuchfelder Vreden und Rhedebrügge — Brunnenverockerung bei Wärmepumpenbetrieb / Ursache, Wirkung und Beseitigungsmaßnahmen — Technik der Erschließung der Wärmequelle Erdreich / Wärmeentzugsdichten in der Praxis, Ausschreibung und Preise — Auswirkungen des Wärmeentzugs auf die Wärmequelle Erdreich — Monovalente elektrische Wärmepumpen / Betriebserfahrungen und Ergebnisse — Bivalente elektrische Wärmepumpen — Absorber zur Nutzung von Umweltenergie für die Raumheizung — Gas-Wärmepumpen — Diesel-Wärmepumpen — Monovalente Gas-Wärmepumpe für 60 Wohneinheiten in Dortmund — Monovalente elektrische Wärmepumpe für 56 Wohneinheiten in Dortmund — Heizsysteme, Tarife, Marktchancen — Niedertemperaturheizsysteme — Technik-Folgenabschätzung Wärmepumpe — Versorgungstarife für Wärmepumpenbetrieb — Marktchancen der Wärmepumpe für die Raumheizung und Wärmerückgewinnung

AUTOREN

Dr. W. **Kliemt**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft, Dortmund — Dipl.-Ing. P. **Küppers**, KFA Kernforschungsanlage, Jülich — Dipl.-Ing. J. **Kreuzberg**, Regierungsdirektor im Bundeswirtschaftsministerium, Bonn — Dipl.-Ing. P. **Müller**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft, Dortmund — Dipl.-Ing. D. **Engelhardt**, Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Düsseldorf — Dipl.-Ing. H. **Kuhrwahl**, HEW Hamburgische Elektrizitätswerke, Hamburg — Dr.K.-D. **Balke**, Universität Tübingen — Prof. Dr.-Ing. C.-F. **Seyfried**, , Universität Hannover — Obering. O. **Specht**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft, Dortmund — Dipl.agr.biol. R. **Genkinger**, Münster/Westf. — Dipl.-Ing. E. **Kersting**, Olsberger Hütte, Olsberg — Dipl.-Ing. P. **Kalischer**, Rhein.Westf.Elektrizitätswerk AG, Essen — Dipl.-Ing. K. **Schimmelpfennig**, Kabel- und Metallwerk GHH, Hannover — Dipl.-Ing. L.v.**Heyden**, Ruhrgas AG, Dorsten — Ing. (grad.) G. **Schmitz**, August Brötje GmbH & Co., Rastede — Dipl.-Ing. W. **Bussmann**, Stadtwerke Dortmund AG, Dortmund — Ing.(grad.) H. **Klaus**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen AG, Dortmund, — Prof. Dr.Ing. H. **Bach**, Universität Stuttgart — Dipl.-Wirtsch.-Ing.R. **Rudolph** u. Dipl.Volksw.lic.rer.reg.G. **Purper**,Battelle-Institut e.V., Frankfurt — Obering. H. **Aundrup**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft, Dortmund — Dr. H. **Eiteneyer**, VEW Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen Aktiengesellschaft, Dortmund

***) WÄRMEPUMPEN (Grundlagen, Komponenten, Auslegung, Bau und Betrieb) 168,– DM; Band II ANTRIEBE FÜR WÄRMEPUMPEN (Grundlagen, Anwendung, Betrieb, Wirtschaftlichkeit, Entwicklungstendenzen und Beispiele ausgeführter Anlagen in Europa und den USA) 124,– DM; Band IV GASWÄRMEPUMPEN-PRAXIS ca. 80,– DM. Bei gleichzeitiger Bestellung von Band I, II, III und IV beträgt der Gesamtpreis der 4 Bände 400,– DM.**

VULKAN-VERLAG DR. W. CLASSEN NACHF. GMBH & CO. KG

Postfach 10 39 62 · 4300 Essen · Haus der Technik · Ruf (0201) 22 18 51, FS 8 579 008

Hans Joachim Holtz

Vor 60 Jahren war die erste Transatlantik-überquerung mit dem Flugzeug...

Zeitungen und Rundfunk erinnern immer wieder an den legendären Flug von Charles Lindbergh über den Atlantik nach Paris.

Auch alle Lexika erwähnen den Lindbergh-Flug, aber der tatsächlich erste Nonstopflug über den Atlantischen Ozean – acht Jahre zuvor – blieb bis heute erstaunlicherweise weithin unbekannt – was wohl nicht nur daran liegt, daß dieser Pionierflug mit einer Bruchlandung im Moor endete.

Zu den finanzkräftigen Förderern der jungen Luftfahrt vor dem Ersten Weltkrieg gehörte der bekannte englische Zeitungsverleger Lord Northcliff. Jeweils 10 000 Pfund Sterling setzte er in den Jahren 1909, 1910 und 1911 aus für den ersten Flug über den Ärmelkanal, für die Strecke London–Manchester sowie für einen Langstreckenflug über Großbritannien. Französische Piloten gewannen alle drei Preise. Ab 1913 war Lord Northcliff der erste Transatlantikflug ohne Zwischenlandungen bei einer Flugzeit von höchstens 72 Stunden ebenfalls 10 000 Pfund wert, aber der Erste Weltkrieg brachte andere Wagnisse und verzögerte den Wettbewerb bis zum Frühsommer 1919.

Zusammenbau vor dem Start.

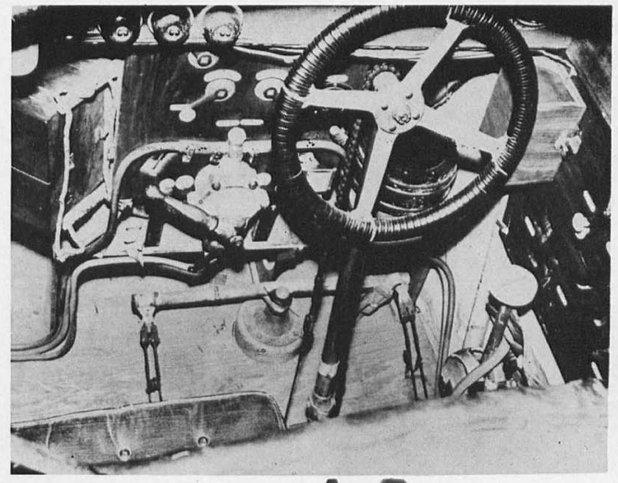
...nicht durch Lindbergh.

Zu den Interessenten an einem solch tollkühnen fliegerischen Abenteuer gehörten die jungen englischen Air-Force-Offiziere John William Alcock und Arthur Whitten Brown. Beide wurden im Krieg abgeschossen und träumten in der Gefangenschaft von einem Flug über den Atlantik, wobei sie in deutschen Fachbüchern vor allem Navigationsprobleme studierten.

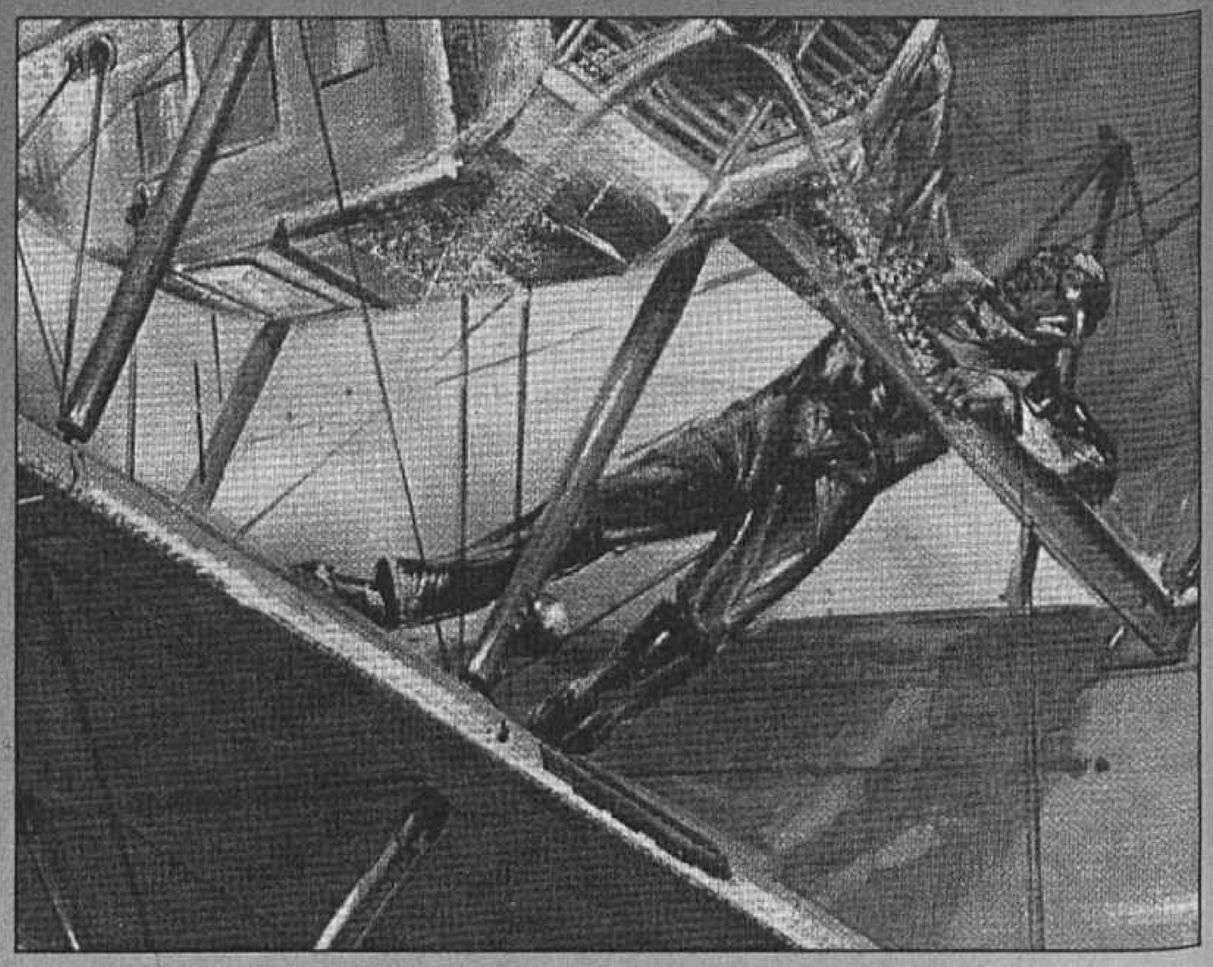
Alcock und Brown lernten sich erst wenige Monate vor dem historischen Flug kennen und hatten nicht viel Zeit für ihre Vorbereitungen, nachdem andere Konkurrenten bereits zum Startplatz nach Neufundland abgereist waren. Anfang Mai 1919 folgten sie von Liverpool mit der »Mauretania«. Ihr Flugzeug, ein mehrere Tonnen schwerer Vickers-Vimy-Bomber mit zwei Rolls-Royce-Motoren zu je 350 PS, wurde nach dem Schiffstransport eilig wieder zusammengesetzt. Häufige Regenstürme verzögerten zwar die Vorbereitungen, aber Alcock und Brown hatten trotzdem mehr Glück als andere Piloten, die schon auf der nur 400 Meter langen provisorischen Startbahn oder nach wenigen Kilometern Flug aufgeben mußten.

Nach der Reparatur kleinerer Schäden, die sich bei zwei kurzen Probeflügen bemerkbar gemacht hatten, starteten sie am 14. Juni 1919 nachmittags nahe der neufundländischen Hafenstadt St. John's mit einer Fluggeschwindig-

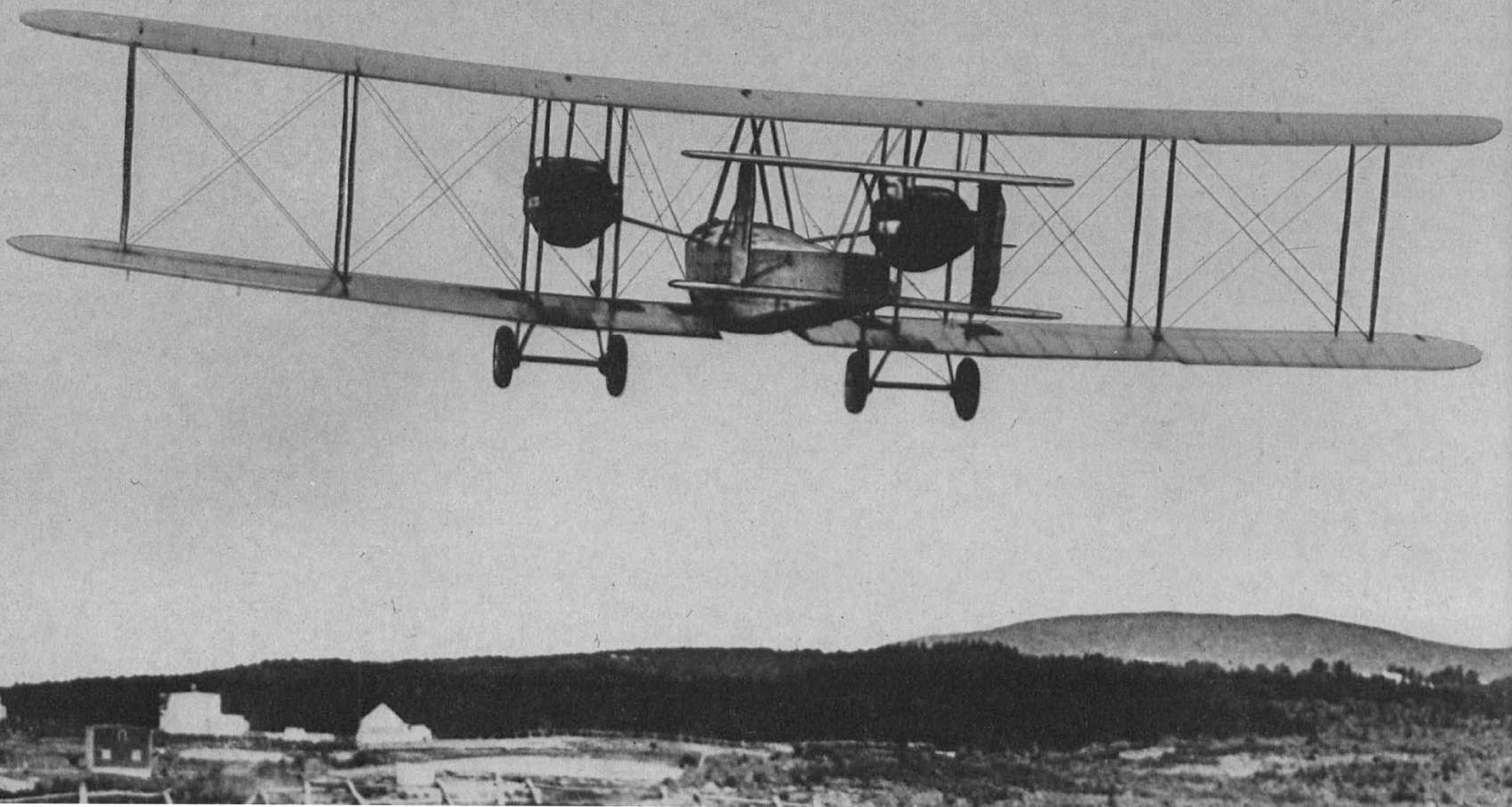
Blick in das Cockpit des Rekordflugzeugs.



keit von fast 200 Stundenkilometern in Richtung Europa. Nach kurzer Zeit fiel bereits der Dynamo für den Radioempfang aus. Dann brach ein Auspuffrohr ab. Der ungedämpfte Motorlärm verhinderte nun jegliche Unterhaltung, so daß sie sich nur noch schriftlich verständigen konnten. Noch in der Nähe der nordamerikanischen Küste gerieten sie in dichte Nebel- und Wolkenfelder, die mehrere Stunden lang jede Positionsbestimmung unmöglich machten. Schließlich versagten auch noch die elektrische Heizung und der Geschwindigkeitsmesser. Die Sicht war so schlecht, daß sie oft nicht einmal die Propeller sehen konnten und jede Orientierung verloren. Sturmböen drückten das Flugzeug bis dicht über die aufgewühlte See, und Alcock und Brown hatten viel Mühe, den hin und her schwankenden riesigen Doppeldecker wieder steigen zu lassen. In etwa 2000 Meter Flughöhe kamen sie in einen heftigen Schnee- und Hagelsturm, der das Flugzeug in Sekundenschnelle mit einer dünnen Eisschicht überzog. Um der drohenden Absturzgefahr zu entgehen, kletterte Brown aus dem offenen Cockpit auf die Tragflächen, klammerte sich mit einer Hand an den Verstrebungen fest und schabte mit einem Messer das Eis von den Motoren, dabei ständig in Gefahr, von den Sturmböen in die Propeller gerissen zu werden. Fünfmal riskierte er dieses Wagnis, vor Kälte fast erstarrt und



Arthur Whitten Brown schabt das Eis von den Motoren (zeitgenössische Darstellung).



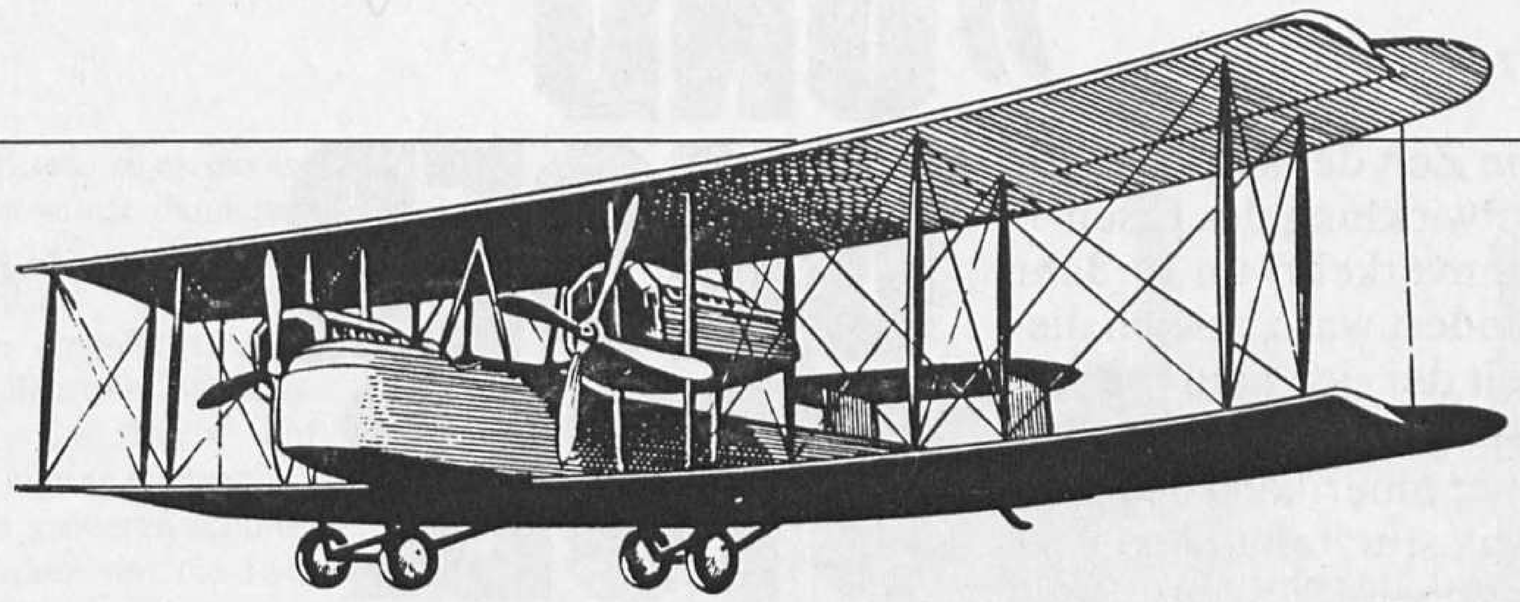
Abflug von Amerika nach Europa.

von kaum erträglichen Schmerzen einer Beinverwundung aus dem Kriege geplagt. Alcock zog die Maschine bis auf 3600 Meter hoch, um den mit über 150 Stundenkilometern jagenden Sturmwinden zu entkommen. Aber auch dieses Manöver war vergeblich. Weitere Instrumente versagten, und die dünne Luft bereitete den Piloten erhebliche Atemschwierigkeiten. Daraufhin ließ Alcock den Doppeldecker bis auf 200 Meter Flughöhe sinken.

Nach mehreren Stunden Blindflug konnten sie sich endlich wieder orientieren und stellten erfreut fest, daß sie kaum vom Kurs abgekommen waren und daß beide vom Eis befreiten Motoren wieder einwandfrei arbeiteten. Sie flogen weiterhin dicht über dem Wasser und sahen am Morgen des 15. Juni 1919 bei aufklarendem Wetter die Westküste Irlands auftauchen.

Brown schoß Leuchtkugeln ab, und die Motorengeräusche ließen viele Bürger der unter ihnen liegenden Stadt Clifden erschreckt auf die Straße eilen. Trotz ausreichender Treibstoffreserven hielten beide nach einem Landeplatz Ausschau. Die warnenden Winkzeichen der aufgeregten Menschen hielten sie für Willkommensgrüße. Statt einer scheinbar festen Wiese berührten die Räder morastigen Boden und bremsten die Maschine so abrupt, daß sie sich mit ihren beiden Motoren in den metertiefen Sumpf bohrte. 16 Stunden und 27 Minuten waren nach dem Abflug vergangen und etwa 3500 Kilometer vom Startplatz geflogen. Auch die letzte gefährliche Situation überstanden beide Flieger unverletzt.

Der damalige britische Kriegsminister Winston Churchill überreichte ihnen in London den Northcliff-Preis, und König Georg V. hob sie in den Adelsstand. Sir John William Alcock stürzte wenige Monate später, erst 27 Jahre alt, mit einem Flugboot ab. Sir Arthur Whitten Brown starb 1948 im Alter von 62 Jahren. An der Landestelle erinnert eine schlichte Steinsäule, deren Gewicht vom metertiefen Moor gerade noch getragen wird, an den ersten Nonstopflug über den Atlantischen Ozean. Erst Jahrzehnte später begann der Linienverkehr zwischen Europa und Amerika.

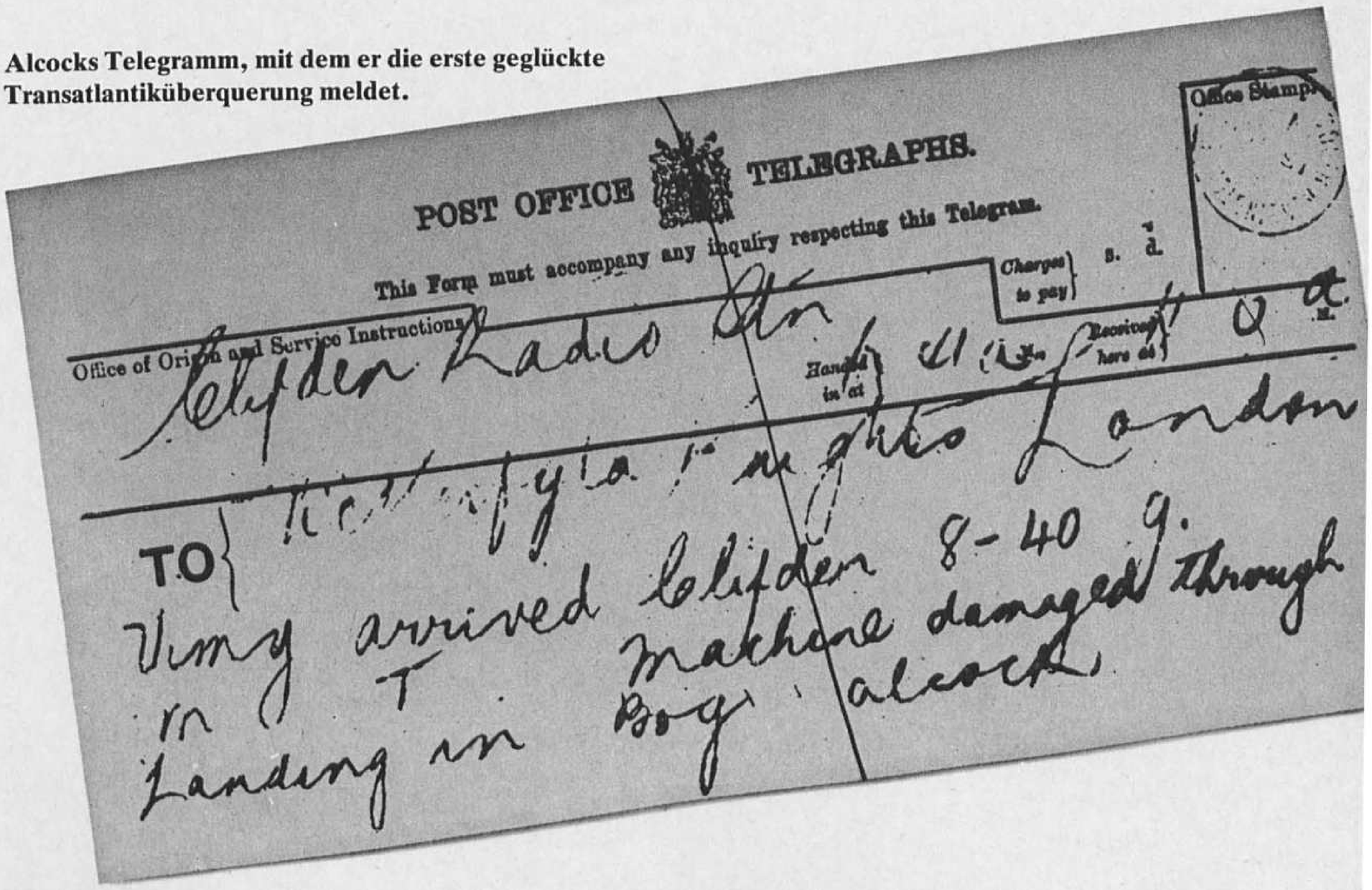


VICKERS VIMY IV (1919, GB). Die Londoner Tageszeitung Daily Mail hatte 1913 einen Preis von 10 000 Pfund für einen solchen Flug ausgesetzt. Gleich nach dem Krieg bereiteten zahlreiche Konkurrenten mit den verschiedensten Flugzeugtypen dieses Unternehmen vor; so z. B. ein Doppeldekker Handley Page, ein Curtiss Colossus, ein Handley Page V/1500, ein Sopwith Atlantic. Fast alle zogen es vor, wegen der günstigen Windrichtung von Neufundland nach Europa zu fliegen. Der Wettbewerb wurde von John Alcock und Arthur Whitten Brown mit einer Vimy IV gewonnen; dies war ein Bomber, der, weil er zu spät fertig wurde, nicht mehr in das Kriegsgeschehen eingreifen konnte. Die Vimy IV legte am 14. Juni 1919 die 3024 km zwischen Neufundland und Irland in 16 Stunden 27 Minuten mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 189 km/h zurück.

John William Alcock

Arthur Whitten Brown

Alcocks Telegramm, mit dem er die erste geglückte Transatlantiküberquerung meldet.


POST OFFICE TELEGRAPHS.

This Form must accompany any inquiry respecting this Telegram.

Office Stamp

Office of Origin and Service Instructions

Clifden Radio

Charges to pay

s. d.

Received here at

M.

Handed in at

TO

Vimy arrived Clifden 8-40 G. T. machine damaged through landing in Bog Alcock London

Gerhard Arnold

»UND UNSER STOLZ IST UNSRE BRÜCK!«

Die Zeit der stürmischen Entwicklung des Eisenbahnverkehrs im 19. Jahrhundert war zugleich die Zeit der sich häufenden Brückeneinstürze. Nach einer amerikanischen Statistik stürzten in den USA zwischen 1878 und 1895 502 Brücken ein, das sind für diesen Zeitraum im Durchschnitt jährlich 29. Auch in Europa ereigneten sich im 19. Jahrhundert zahlreiche Brückeneinstürze, der wohl bekannteste 1879 am Tay.

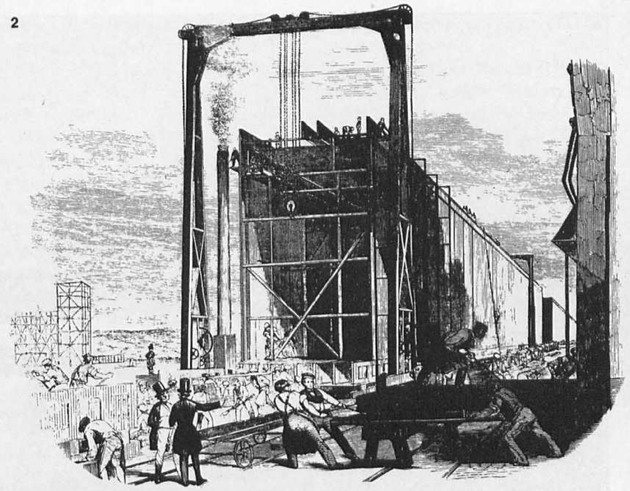
Aus der Geschichte der eisernen Brücken

Vor 200 Jahren wurde die erste gußeiserne Bogenbrücke der Welt dem Verkehr übergeben. Sie überquert noch heute den Severn bei Coalbrookdale in England, hat eine Spannweite von 30,5 m, eine Breite von 6,5 m und eine Höhe von 12 m. Ihr Erbauer war Abraham *Darby* III (1750–1791). Er ließ 1777/78 die Widerlager herstellen und die Eisenteile gießen. Aufgestellt wurde die Brücke dann innerhalb von drei Monaten im Jahre 1778. Die erste größere gußeiserne Brücke des Festlandes entstand 1794/96 bei Laasan in Schlesien. Sie führte über das Striegauer Wasser, besteht aber nicht mehr.

Die weitere Entwicklung der eisernen Brücken wurde dann durch zwei Ereignisse entscheidend vorangetrieben, durch große Fortschritte in der Walzwerktechnik und durch das schnelle Wachstum des Eisenbahnnetzes. In seinem Patent von 1783 beschrieb der Engländer *H. Cort* (1740–1800) als erster die Verarbeitung des Eisens von der Luppe bis zum Fertigerzeugnis ausschließlich zwischen Walzen und begründete damit die moderne Walzwerktechnik. Ein Jahr später erhielt er ein Patent auf das Puddelverfahren zur Umwandlung von Roheisen in Schweißeisen. Das alte mit Holzkohle beheizte Frischfeuer wurde bei diesem Verfahren durch einen steinkohlenbeheizten Flammofen ersetzt. Dadurch war es möglich, große Mengen eines zähen schmiedbaren Eisens zu erzeugen. Der Puddelofen wurde dann zwischen 1820 und 1830 auch in Belgien, Deutschland, Frankreich und Österreich eingeführt. Jetzt konnte man endlich dem Brückenbau brauchbare Stahlbleche und Träger zur Verfügung stellen.

Eine der ersten größeren schmiedeeisernen Brücken war die 1846 bis 1850 von Robert *Stephenson* (1803–1859) erbaute eingleisige Eisenbahnbrücke über die Menai-Meerenge zwischen Wales und der Insel Anglesey, die sogenannte Britanniabrücke. Sie war als hohler, vollwandiger Kastenträger ausgeführt (Bild 2). Mit ihrer Bewährung war die Einführung des Schweißeisens im Brückenbau endgültig gesichert. 1855 entstan-

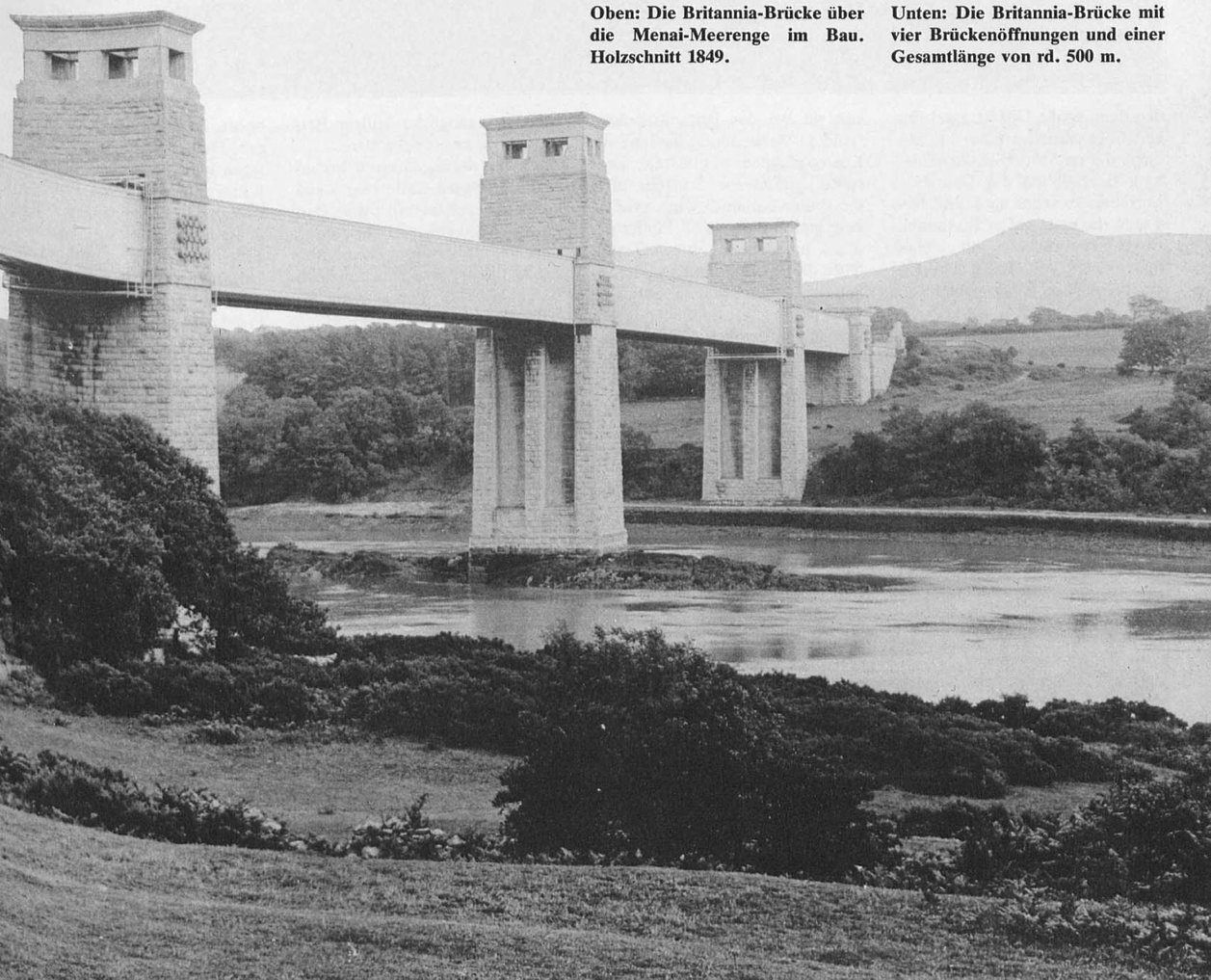
2



Oben: Die Britannia-Brücke über die Menai-Meerenge im Bau. Holzschnitt 1849.

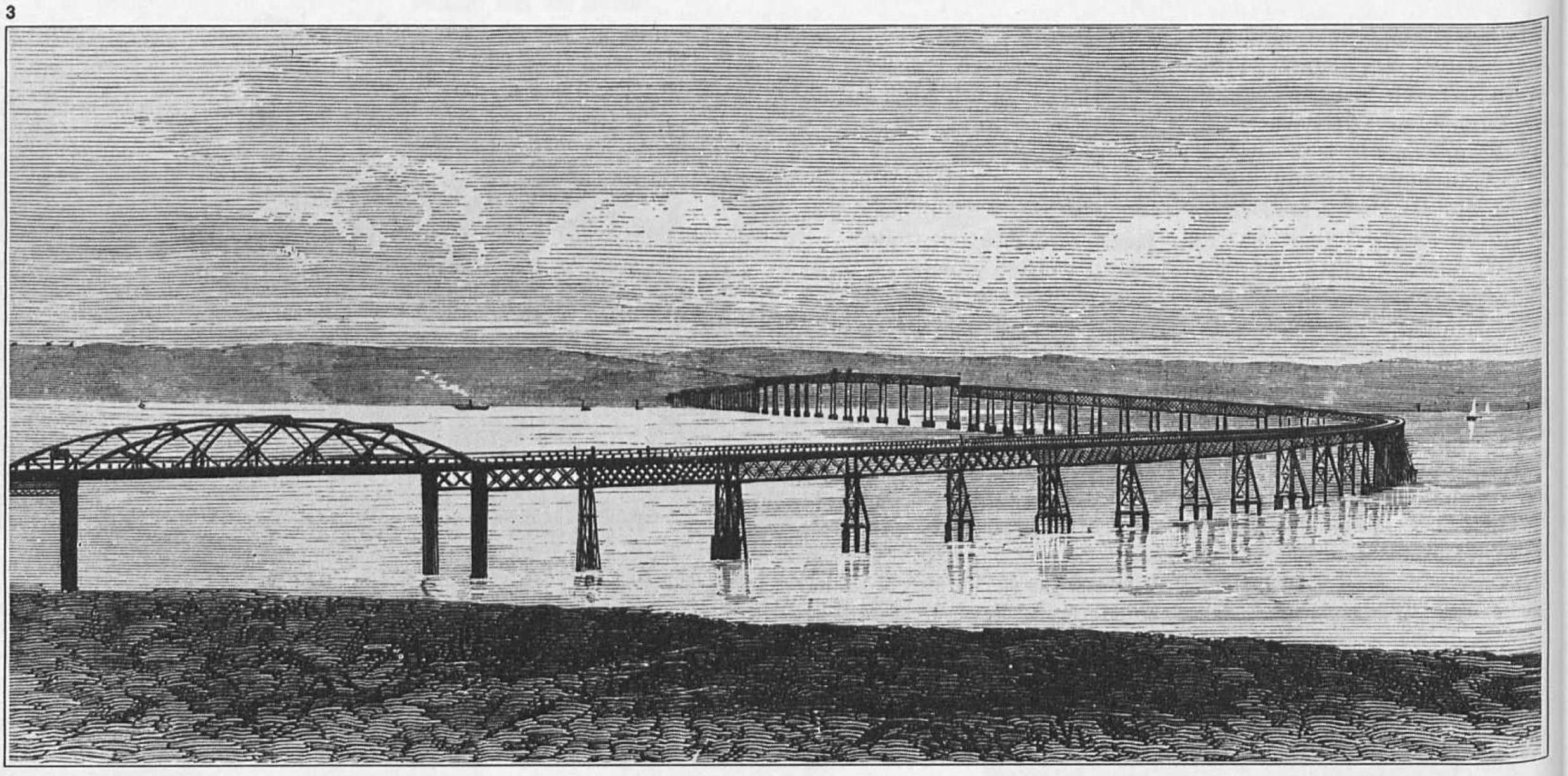
Unten: Die Britannia-Brücke mit vier Brückenöffnungen und einer Gesamtlänge von rd. 500 m.

1



Die Eisenbahnbrücke über den Tay, von Norden her gesehen. Illustrirte Zeitung, Leipzig, Bd. 74 (1880), S. 37.

3



den dann große Gitterträgerbrükken über die Nogat bei Marienburg, die im Modell in der Abteilung Brückenbau des Deutschen Museums zu sehen sind, und 1860 wurde die erste große Eisenbahn-Bogengitterbrücke mit einer Spannweite von 100 m bei Koblenz über den Rhein gebaut.

Planung und Bau der Brücke über den Tay

Die wichtigsten Brückenprojekte in Schottland waren die Überquerung des Firth of Tay und Firth of Forth. Für beide fertigte Thomas *Bouch* (1822–1880), der sich 1851 als Zivilingenieur in Edinburgh niedergelassen hatte, Entwürfe an. Der erste Plan für eine Brücke über den Tay entstand schon 1854, nahm aber erst rd. 10 Jahre später konkrete Gestalt an. Im Winter 1870 wurde der Bau dann endlich vom Parlament gebilligt, so daß im Mai 1871 der Grundstein gelegt werden konnte. Die Bauausführung lag zunächst in Händen der Firma Charles De Bergue & Co., London/Cardiff/Manchester, und wurde nach dem Tode ihres Inhabers der Firma Hopkins, Gilkes & Co. in Middlesbrough übertragen. In der langen Planungszeit wurde die Konstruktion der Brücke mehrfach geändert. Zuerst waren wohl steinerne Pfeiler vorgesehen, wie sie bei der Britanniabrücke (Bild 1) Verwendung fanden, aus Kostengründen wählte man aber später gußeiserne Stützen, über die später berichtet wird. Außerdem waren anfangs 89 Pfeiler geplant. In ihrer endgültigen Gestalt hatte die Brücke dann 85 Öffnungen von verschiedener Spannweite und eine Gesamtlänge von 3155 m. Sie war eingleisig ausgelegt, was damals durchaus üblich war, und überquerte die erweiterte Flußmündung des Firth of Tay an der Ostküste von Schottland von Leuchars nach Dundee. Die Brücke verlief auf etwa ¾ ihrer Länge nördlich, daran schloß sich eine Kurve mit 400 m Radius an. Die Schienenfahrbahn lag bei den 13 Pfeilern im Mittelteil der Brükke, die später einstürzten, zwischen den Hauptträgern etwa 26,8 m über der Hochwassermarke, bei den übrigen auf der oberen Gurtung der Träger. Wie Bild 3 deutlich erkennen läßt, wirkte die Brücke sehr uneinheitlich und ästhetisch wenig befriedigend. Dies war in erster Linie dadurch bedingt, daß man bei ihrem Bau auf größte Sparsamkeit Wert gelegt hatte. Ob Bouch darüber hinaus die Erfahrung fehlte, eine so große Brücke zu bauen, läßt sich heute schwer beurteilen. Offensichtlich hat er aber dem Verlangen der Eisenbahngesellschaft nach einer möglichst billigen Bauweise zu sehr nachgegeben.

Nach den durchgeführten Bodenuntersuchungen hatte man angenommen, daß überall fester Baugrund vorhanden sei. Dies stellte sich aber als Irrtum heraus. Man mußte daher gerade bei den höchsten Pfeilern die Fundamente vergrößern und erweiterte außerdem die Spannweite der Brückenöffnungen auf 74,7 m, um so die Pfeilerzahl auf 85 verringern zu können. Die Pfeiler bestanden aus sechs gußeisernen Säulen, von denen die vier mittleren 380 mm, die äußeren 457 mm Durchmesser hatten bei einer Wanddicke von 32 mm. Die Säulen standen auf den Ecken eines Sechsecks und waren mit den Fundamenten durch gußeiserne Sockelstücke und 4 Ankerschrauben verbunden (Bild 5). Jede der Säulen im höchsten Teil der Brücke bestand aus 7 Stücken von je 3,3 m Länge, die durch Flansche und je 8 Schrauben miteinander verbunden und mit Zement ausgegossen wurden. Unterhalb des Säulenflansches waren die Horizontalverbindungen mit 2 Schrauben an angegossenen Lappen befestigt. Diese »Ohren« nahmen auch die Flacheisen der Diagonalverstrebungen auf. Als folgenschwerer Fehler erwies sich, daß die Schraubenlöcher von 32 mm ∅ nicht gebohrt, sondern eingegossen waren. Die 28 mm dicken Schrauben lagen infolgedessen nur auf einer Kante auf, und die Diagonalverstrebungen konnten sich lockern.

Die horizontalen Gitterbalken der Brücke wurden an Land auf einer hölzernen Plattform über dem Wasser zusammengebaut, auf Prahmen zu den Pfeilern geschleppt, bei Ebbe dort abgesetzt, mit hydraulischen Pressen angehoben und die Säulenabschnitte untergebaut, bis die volle Höhe erreicht war. Bei schlechtem Wetter stürzte einmal ein Trägerstück ins Wasser, ohne daß Menschen zu Schaden kamen [3, 6].

Bei den später eingestürzten Brückenbögen, von denen elf 74,7 m und zwei 69 m Spannweite hatten, soll der erste Fachwerkträger ohne Unterbrechungen fünf Brückenöffnungen, die beiden folgenden vier Öffnungen überspannt haben. Diese Träger waren nur an den jeweiligen Mittelpfeilern fest verschraubt, während sie an den Enden auf Rollen auflagen. Gegen seitliche Verschiebungen waren sie nur durch die Bunde der Rollen, gegen Vertikalbewegungen überhaupt nicht gesichert. Die erste Lokomotive fuhr im September 1877 über die Brücke, die offizielle Eröffnung folgte am 30. Mai 1878. Die Baukosten betrugen rd. 350 000 Pfund.

Der Brückeneinsturz vor 100 Jahren und seine Ursachen

Etwas mehr als 1½ Jahre fuhren die Züge der North British Railway Comp. über die Tay-Brücke. Am Sonntag, dem 28. Dezember 1879, kam nachmittags ein starker um Süd schwankender Wind auf. Gegen 7 Uhr abends fuhr ein aus Edinburgh kommender, mit etwa 75 Personen besetzter Zug in die Südseite der Brücke ein. Der Brückenwärter sah plötzlich die Schlußlichter verschwinden, und als ein telegrafischer Anruf nicht mehr zum nördlichen Stellwerk durchkam, wußte man, daß etwas passiert sein mußte. Auch auf der anderen Brückenseite wurde Alarm gegeben, als der Zug nicht ankam. Als man die Brücke beging, stellte sich heraus, daß der Mittelteil eingestürzt war und den Zug, der aus Lokomotive, Tender und 7 Wagen bestand, mit in die Tiefe gerissen hatte. Ein sofort eingesetztes Rettungsschiff fand keine Überlebenden der Katastrophe. 13 Pfeiler waren umgebrochen (Bild 4); der Eisenbahnzug lag zwischen dem 4. und 5. Pfeiler des hohen Brückenteils, vom Südende der Lücke aus gerechnet.

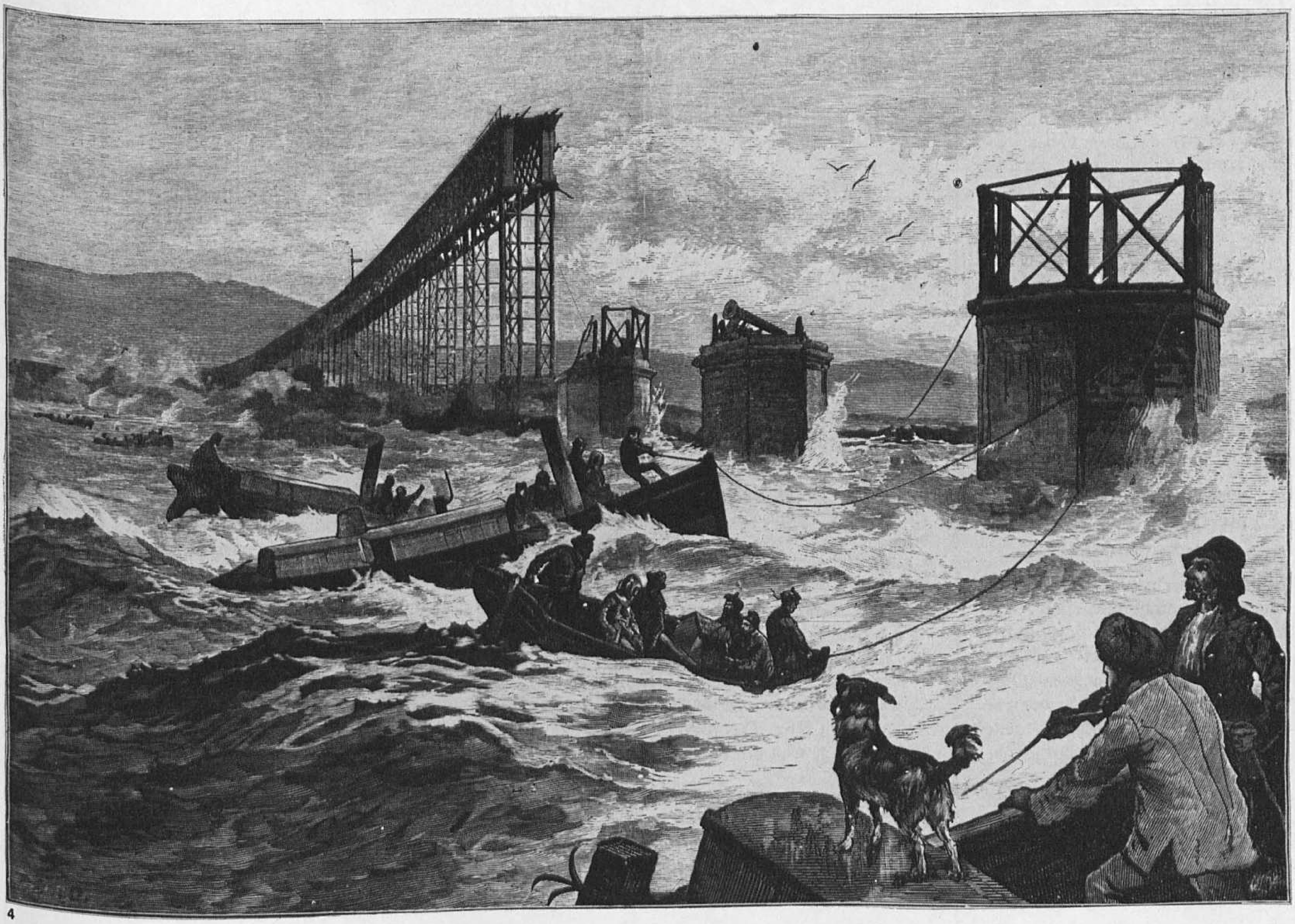
Um die Ursache des Einsturzes möglichst umfassend zu untersuchen, wurde vom britischen Handelsministerium eine Kommission eingesetzt, die mehrere Monate tagte und ihren Bericht später dem Parlament vorlegte [4]. Beim Zeugenverhör wurden verschiedene Ansichten über die Ursachen des Einsturzes vorgetragen. Sir Thomas *Bouch* – er war nach Fertigstellung der Brücke geadelt worden – vertrat als einziger die Meinung, daß der letzte oder die beiden letzten Wagen des Zuges entgleist seien, das Trägergitter an einer Stelle zerstört und dadurch den Einsturz veranlaßt hätten. Stichhaltige Beweise für diese Behauptung wurden jedoch nicht gefunden.

Die übrigen Sachverständigen schrieben dem *Winddruck* die Zerstörung zu, über dessen Wirkung man damals sehr wenig wußte. Welcher Winddruck der Brükkenkonstruktion zugrunde gelegt wurde, ist nicht klar. *Stewart,* der unter der Leitung von Bouch gearbeitet hatte, gab 20 lb./squ.ft. (rd. 960 N/m²) an, Bouch selbst sagte aus, er habe auf Grund eines Hinweises des königlichen Astronomen – den er falsch verstanden hatte – den Winddruck überhaupt nicht berücksichtigt. Man warf ihm vor, ihm hätte bekannt sein müssen, daß man in Frankreich mit 275 kg/m² Winddruck rechne, in Nordamerika mit 250 kg/m², in England mit 150 kg/m² [2]. Außerdem wurde von allen Augenzeugen behauptet, daß der Sturm vom 28. Dezember nicht außergewöhnlich gewesen sei.

Hauptursache des Brückeneinsturzes war mit großer Wahrscheinlichkeit der unzureichende *Diagonalverband* der Pfeiler. Er lockerte sich, Windböen vergrößerten die auftretenden Spannungen, daraufhin rissen einige der angegossenen Lappen an den Säulen ab, und schließlich stürzten die Pfeiler ein. Die Qualität des Gußeisens für die Säulen war relativ gut, allerdings wurden ungleichmäßige Wanddicken und einige Gußfehler gefunden.

Weitere *Konstruktionsmängel* dürften den Brückenschaden begünstigt haben. Die sechs Säulen waren so aufgestellt, daß sie in Längsrichtung verhältnismäßig

Die Tay-Brücke nach dem Einsturz, von Norden her gesehen. Aus: L'Illustration, Paris 75 (1880), S. 33.



4

nachgiebig waren; man hatte sie oben auch nicht zu einer, sondern in zwei Gruppen zusammengefaßt. Auch die Gestaltung der beweglichen Auflager der Längsträger war wenig zweckmäßig. Daß allerdings durch Aufwippen der Trägerenden beim Hinüberfahren eines Zuges die Pfeiler zerschlagen wurden, wie *Shirley-Smith* [5] behauptet, erscheint nicht sehr wahrscheinlich. Andererseits ist nicht auszuschließen, daß dieser Konstruktionsmangel den Schaden begünstigt hat.

Auch die *Beaufsichtigung* der Brücke während des Betriebes ließ zu wünschen übrig. Der von Bouch mit der Aufsicht betraute Beamte hatte nur den Auftrag, die massiven Fundamente der Pfeiler zu beobachten, und war mit Eisenkonstruktionen nicht vertraut. Trotzdem ließ er aus eigenem Antrieb schlaff gewordene Diagonalverbände durch Einschieben von Eisenstücken zwischen die Keile wieder anziehen, ohne dies Bouch mitzuteilen. Dadurch traten wahrscheinlich Verspannungen in den Säulen auf.

Auch die vom Handelsministerium vorgeschriebenen Geschwindigkeitsbegrenzungen für die Züge auf der Brücke wurden überschritten, möglicherweise auch bei dem verunglückten Zug [6].

»Der Schluß, zu dem die Commissare gekommen sind, ist, daß die Brücke schlecht entworfen, schlecht ausgeführt und auch mangelhaft beaufsichtigt war. Der Einsturz erfolgte den dem Bauwerk anhaftenden Fehlern zufolge, welchen sie früher oder später hätte zum Opfer fallen müssen« [2].

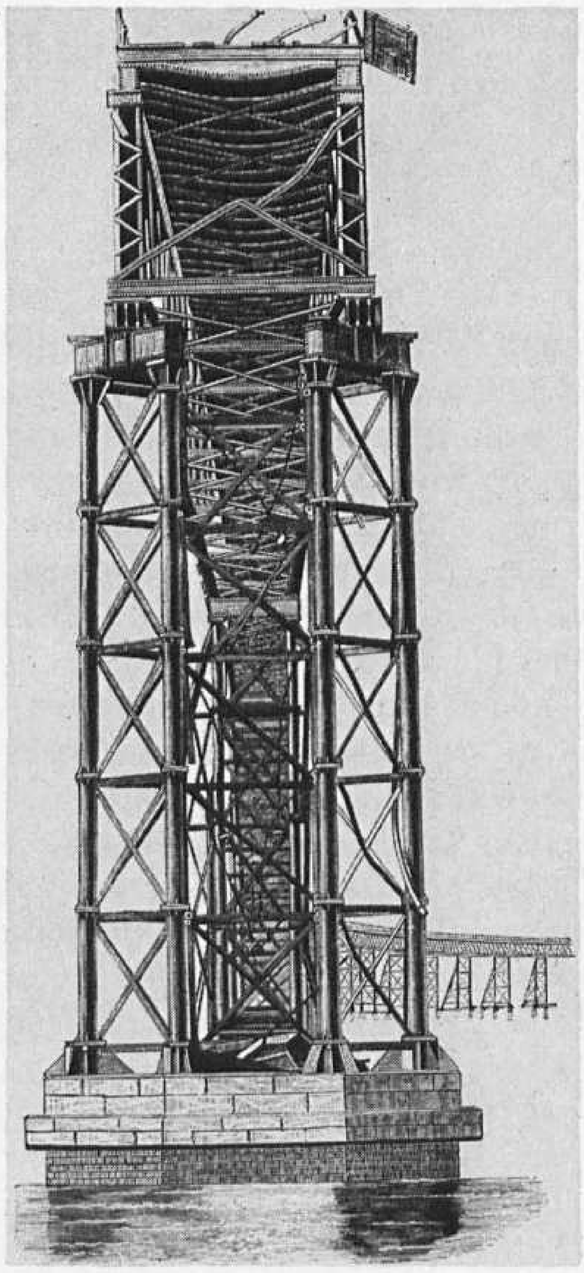
Auswirkungen des Brückeneinsturzes

Der folgenschwere Brückeneinsturz wurde nicht nur in den Fachzeitschriften eingehend diskutiert, sondern auch Illustrierte und Tageszeitungen berichteten ausführlich über das Ereignis. »Je weniger sie davon wußten, um so mehr hatten sie darüber zu schreiben«, sagt Max *Eyth,* der in seinem der älteren Generation gut bekannten Buch »Hinter Pflug und Schraubstock« sehr sachkundig über den Schaden an der Tay-Brücke und seine Vorgeschichte erzählt, wobei er allerdings alle Namen änderte und die Tatsachen romanhaft umkleidete. Theodor *Fontane* wurde durch die Katastrophe zu seiner Ballade »Die Brücke am Tay« angeregt, die im Kasten abgedruckt ist.

Für Sir Thomas *Bouch* wirkte sich der Schaden sehr schwerwiegend aus. Ihm wurde der Auftrag, die Firth-of-Forth-Brücke zu konstruieren, entzogen. Sir John *Fowler* und Benjamin *Baker* bauten sie dann in den Jahren 1882 bis 1890. Bouch starb bereits am 30. Oktober 1880, erst 58 Jahre alt.

Eine neue, zweigleisige Brücke wurde 1882–1887 errichtet. Dem Entwurf wurde übervorsichtig ein Winddruck von 56 lb./squ.ft. (2680 N/m²) zugrunde gelegt.

5



Pfeiler der Brücke über den Tay mit sechs gußeisernen Säulen, der an der Nordseite der Einsturzstelle stand (nach [1]).

Schrifttum

[1] Engineering. An illustrated weekly journal. London 16 (1880), p. 11–13; 31–34; 88–89; 92–94.

[2] Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure 24 (1880), Sp. 69–82, Tafel VIII, Sp. 667–678.

[3] Historic accidents and disasters. The Tay bridge. The Engineer (London) 172 (1941) 4461, p. 18/20; 4462, p. 34/35.

[4] Report of Court of Enquiry, Tay Bridge Disaster. 1880.

[5] *Shirley-Smith,* H.: The world's great bridges. London 1964.

[6] *Eyth,* M.: Hinter Pflug und Schraubstock. Kapitel Berufstragik. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt 1974.
Eyth, M.: Die Brücke über die Enno-Bucht. Reclams Universalbibliothek Nr. 5601–2.

Theodor Fontane

Die Brücke am Tay

(28. Dezember 1879)

When shall we three meet again? (Macbeth)

»Wann treffen wir drei wieder zusamm?«
»Um die siebente Stund, am Brückendamm.«
»Am Mittelpfeiler.«
»Ich lösche die Flamm.«
»Ich mit.«
»Ich komme von Norden her.«
»Und ich von Süden.«
»Und ich vom Meer.«

»Hei, das gibt ein Ringelreihn,
Und die Brücke muß in den Grund hinein.«
»Und der Zug, der in die Brücke tritt
Um die siebente Stunde?«
»Ei, der muß mit.«
»Muß mit.«
»Tand, Tand
Ist das Gebilde von Menschenhand!«

Auf der Norderseite, das Brückenhaus –
Alle Fenster sehen nach Süden aus,
Und die Brücknersleut ohne Rast und Ruh
Und in Bangen sehen nach Süden zu,
Sehen und warten, ob nicht ein Licht
Übers Wasser hin »ich komme« spricht,
»Ich komme, trotz Nacht und Sturmesflug,
Ich, der Edinburger Zug.«

Und der Brückner jetzt: »Ich seh einen Schein
Am anderen Ufer. Das muß er sein.
Nun, Mutter, weg mit dem bangen Traum!

Unser Johnie kommt und will seinen Baum,
Und was noch am Baume von Lichtern ist,
Zünd alles an wie zum heiligen Christ,
Der will heuer zweimal mit uns sein –
Und in elf Minuten ist er herein.«

Und es war der Zug. Am Süderturm
Keucht er vorbei jetzt gegen den Sturm,
Und Johnie spricht: »Die Brücke noch!
Aber was tut es: Wir zwingen es doch!
Ein fester Kessel, ein doppelter Dampf,
Die bleiben Sieger in solchem Kampf.
Und wies auch rast und ringt und rennt,
Wir kriegen es unter, das Element.

Und unser Stolz ist unsre Brück!
Ich lache, denk ich an früher zurück,
An all den Jammer und all die Not
Mit dem elend alten Schifferboot;
Wie manche liebe Christfestnacht
Hab ich im Fährhaus zugebracht
Und sah unsrer Fenster lichten Schein
Und zählte und konnte nicht drüben sein.«

Auf der Norderseite, das Brückenhaus –
Alle Fenster sehen nach Süden aus,
Und die Brücknersleut ohne Rast und Ruh
Und in Bangen sehen nach Süden zu;
Denn wütender wurde der Winde Spiel,
Und jetzt, als ob Feuer vom Himmel fiel,
Erglüht es in niederschießender Pracht
Überm Wasser unten ... Und wieder ist Nacht.

»Wann treffen wir drei wieder zusamm?«
»Um Mitternacht, am Bergeskamm.«
»Auf dem hohen Moor, am Erlenstamm.«
»Ich komme.« – »Ich mit.« – »Ich nenn euch die Zahl.«
»Und ich die Namen.«
»Und ich die Qual.«
»Hei! – Wie Splitter brach das Gebälk entzwei.«
»Tand, Tand
Ist das Gebilde von Menschenhand.«

Wenn es um das technische Management der Industrie geht...

Seit 85 Jahren profitiert das technische Management der Industrie vom »Maschinenmarkt«: Sei es als Leser – durch die umfassende Information über alle wichtigen Bereiche der Technik oder als Inserent – durch die werbliche Ansprache potentieller Kunden aus der gesamten Industrie.

Wenn auch Sie nicht länger auf die Nutzung dieser führenden Fachzeitschrift verzichten wollen, dann senden Sie uns doch einfach den Kupon ausgefüllt zurück.

Eilanforderung:

An Vogel-Verlag, Abt. 615, Postfach 67 40,
D-8700 Würzburg 1

☐ Bitte senden Sie uns weitere Informationen über den »Maschinenmarkt« Wir möchten fur folgende Produkte werben:

_____

☐ Wir möchten den »Maschinenmarkt« abonnieren und bitten um Informationen.

☐ Wir wünschen eine unverbindliche Beratung durch den zuständigen Außendienst-Mitarbeiter nach telefonischer Voranmeldung.

Name _____

Firma _____

PLZ/Ort _____

Str./Postfach _____

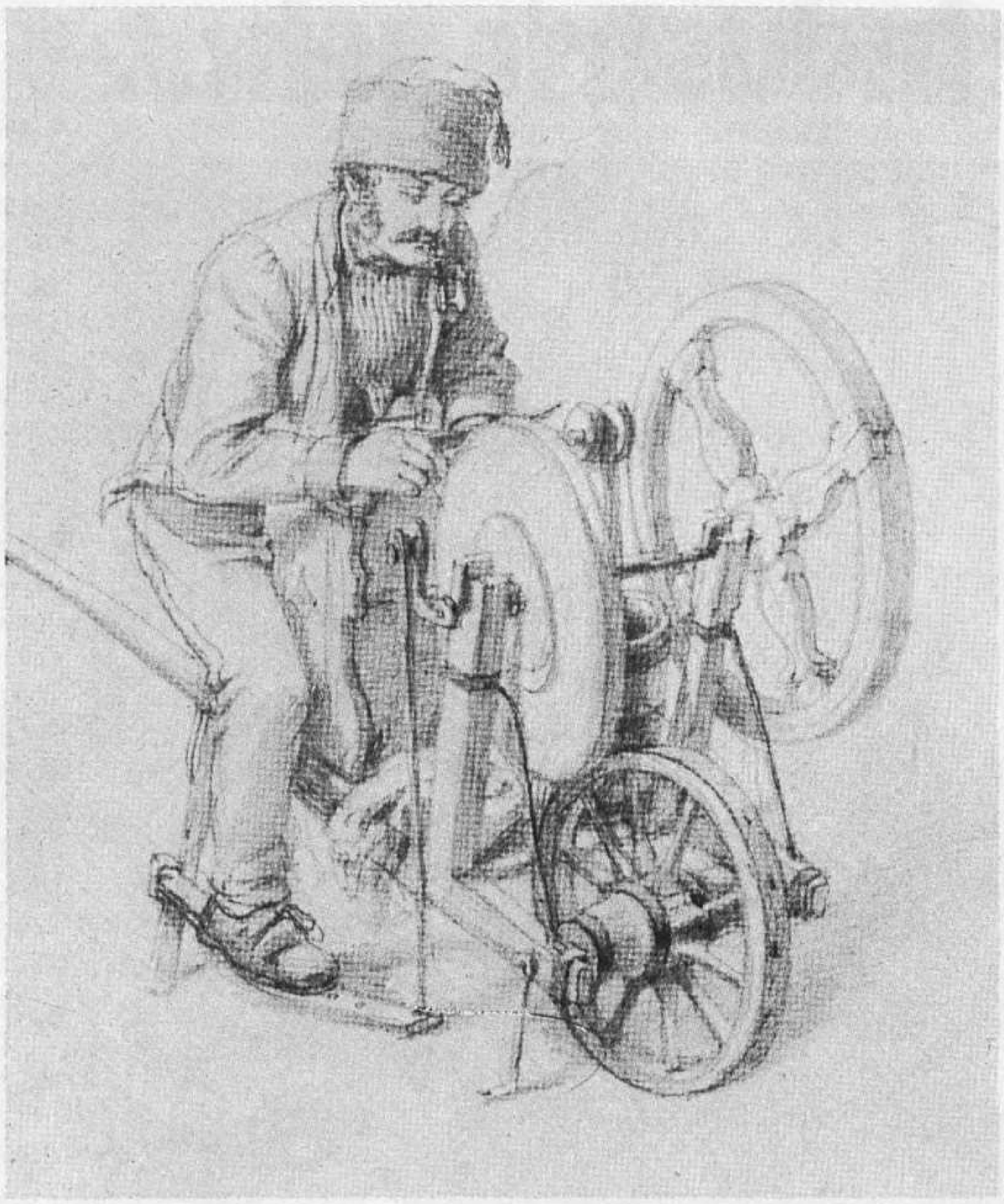
Telefon _____

MM Maschinenmarkt

eine Fachzeitschrift aus dem Vogel-Verlag
Postfach 67 40
D-8700 Würzburg 1
Telefon (09 31) 4102-1

Otto Krätz/Claus Priesner

Die Wetzsteinschnitzer von Unterammergau



Der Genremaler und Lithograph Lorenz Quaglio (1793–1868) zeichnete 1846 in München diesen Scherenschleifer. Die Tracht des Mannes läßt vermuten, daß es sich um einen Italiener handelt. Der Schleifstein dürfte bayerischer Herkunft gewesen sein. Vielleicht wurde er bei Kleinweil gebrochen, wo man auch die »Reißer« für die Wetzsteinmühlen gewann.

Das alte Bayern war arm an exportierenden Gewerben. Zu den wenigen, deren Produkte lange Zeit erfolgreich bis weit ins Ausland vertrieben wurden, gehörte das Gewerbe der Wetzsteinhersteller, die man in Unterammergau »Steinheile« nannte.

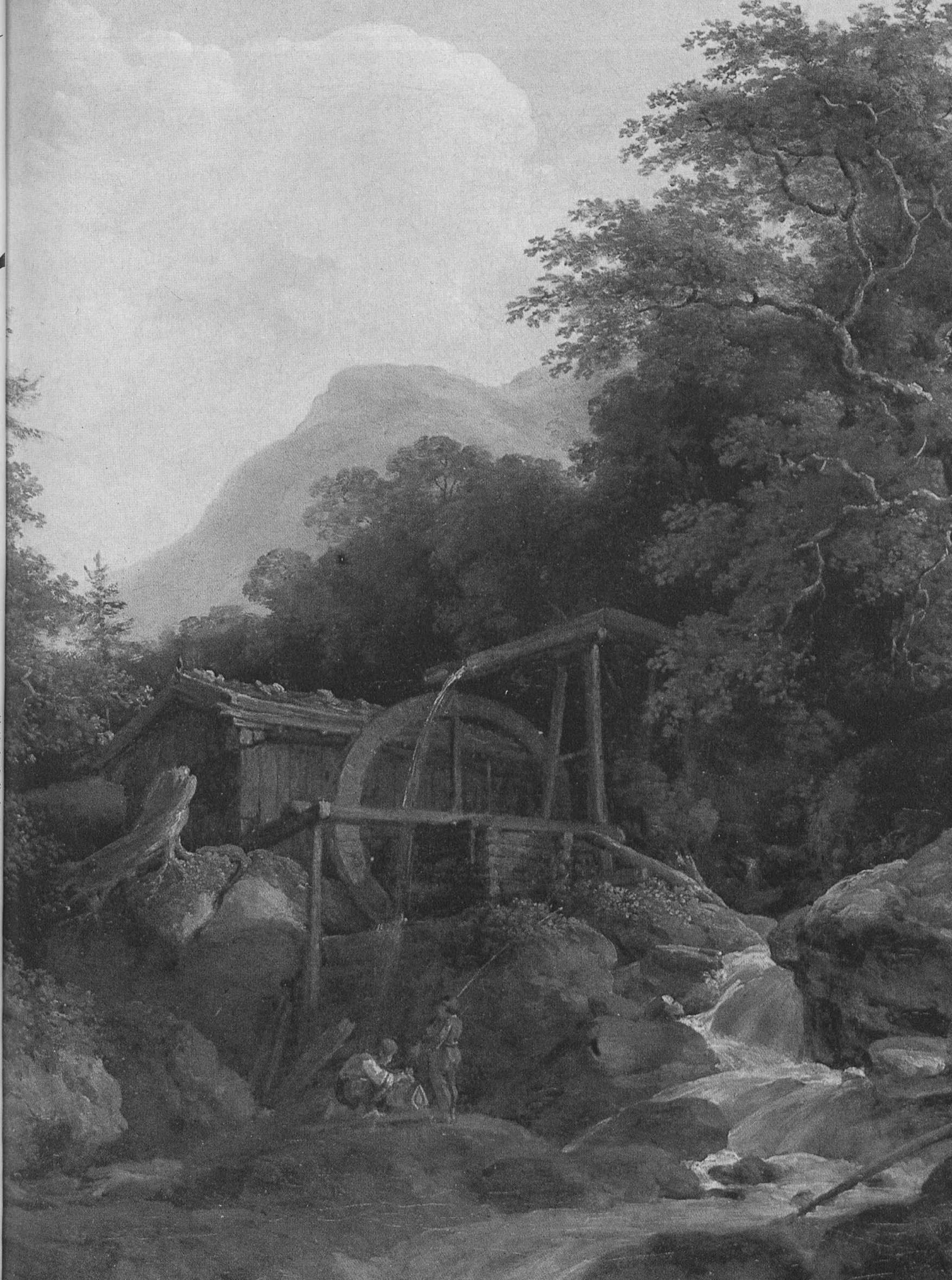
Mineralogisch gesehen ist über diese Wetzsteine nicht allzuviel zu berichten. Es handelt sich um sandhaltigen Kalkstein, der eben soviel Quarz enthalten muß, um wetzende und schleifende Eigenschaften zu haben, und der aber noch nicht soviel Sand enthalten darf, um die typischen Eigenarten des reinen, leicht brechenden Sandsteines zu zeigen. Das Vorkommen sandhaltiger Kalke konzentriert sich in Bayern auf jenen Nordbereich der Alpen, wo Kalk in Sandstein übergeht. Doch waren taugliche Vorkommen gar nicht so sehr häufig. Typisch für Wetzsteinbrüche war das Abbrechen des sandhaltigen Kalkes in Platten, was die Zurichtung zu den oft recht kleinen Wetzsteinen erleichterte. Die im Steinbruch gebrochene Platte wurde mit dem Hammer in etwa in die übliche Wetzsteinform gebracht. Diese Rohlinge verführte man dann zu einer Schleifmühle, wo man mit rotierenden Schleifsteinen die Wetzsteine in ihre endgültige Form schliff.

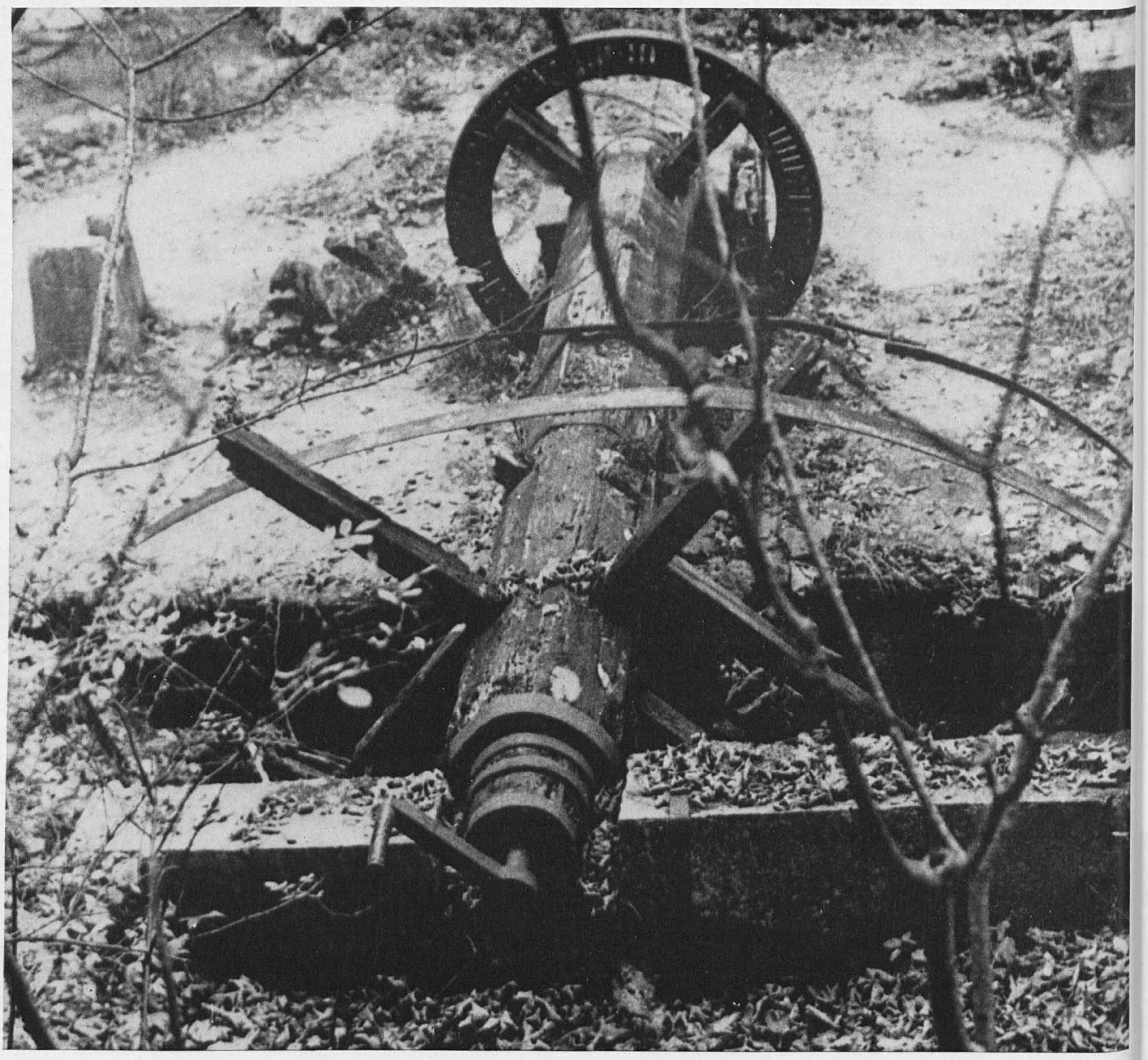
Der bayerische Bergrat Mathias Flurl (1756–1823) verfaßte 1792 ein damals recht berühmtes Werk: »Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz«, ein Buch, das wegen seines frischen Stiles – es ist, was damals häufiger vorkam, in Briefform abgefaßt – und wegen seiner treuen Darstellung der damaligen Bergwerke und Mineralienfunde in Baiern (damals noch ohne »y«), verbunden mit einer guten geologischen Karte, noch für Jahrzehnte sehr berühmt war. Dieses Werk brachte Flurl noch im gleichen Jahr die Beförderung zum Hofkammer- und Salinenrat ein. Über die Wetzsteinproduktion Unterammergaus berichtete er (S. 56):

»... Von da* aus kommt man nun in das mehr ausgebreitete majestätische Ammerthal, worin die schönsten zwey Dörfer von ganz Baiern, *Unter- und Oberammergau,* liegen. Das erste ist schon lange im Besitze eines ausgebreiteten *Wetzsteinhandels.* Beynahe 1½ Stunde hoch im Gebirge sind die Brüche dazu angelegt, und unter verschiedene Gewerke vertheilet, welchen vom Kloster ettalischen Hofmarksgerichte das Feld auf geschehene Bittstellung ausgesteckt und eingeräumt wird[1]. Die Steine bestehen im Grunde aus eben der Masse, wie jene zu Hohenschwangau; nämlich aus Kalk, welcher bald mehr bald minder mit sehr feinem, dem freyen Auge meist unsichtbaren Sande gemengt ist. Sie kommen aber bey weitem nicht in ganzen Felsenmassen oder in mächtigen Flötzen vor; sondern das Gebirg bestehet daselbst aus einer Menge fast senkrecht neben einander stehender Platten, welche nicht mehr als einen bis höchstens drey Zolle dick, selten ganz in einander gewachsen, und meistentheils vollkommen abgesondert sind. Nicht alle diese Platten und Schichten leisten hingegen zu Wetzsteinen gute Dienste; indem einige viel zu weich, andere zu hart, und bald mit zu vielem, bald mit gar keinem Sande gemengt, und daher auch nicht etwas rauh anzufühlen sind. Selbst die Brauchbaren weichen an der Güte und Farbe ziemlich von einander ab, und werden da-

Um 1800 herum malte der Landschaftsmaler und Bayerische Zentralgaleriedirektor Johann Georg von Dillis (1759–1841) diese Wetzsteinmühle bei Ohlstadt, die damals ein beliebtes Motiv Münchener Landschaftsmaler darstellte. Die Mühle muß recht groß gewesen sein. Man beachte das gewaltige oberschlächtige Wasserrad und die starke Neigung des Gerinnes. Die Mühle existiert nicht mehr.

* Gemeint ist Kohlgrub





Die meisten der Mühlen wurden zu Wochenendhäusern umfunktioniert und verloren ihre technische Einrichtung. Bei der am weitesten bachauf gelegenen Mühle verschwand das Gebäude und zurück blieb die große Achse (knapp 6 m lang und 0,9 m dick) mit einigen Speichen des Wasserrades und einem noch gut erhaltenen Kammrad am einen und einer eisernen Kurbel am anderen Ende der Achse. Blickte man von der Kurbel zum Kammrad entlang der Achse, so drehte sie sich entgegen dem Urzeigersinn. Das Kammrad war aus Stahl gefertigt, die eingesetzten Zähne aus Holz. Die Kurbel diente zum Antrieb einer Steinsäge, das Kammrad trieb die Schleifvorrichtung.

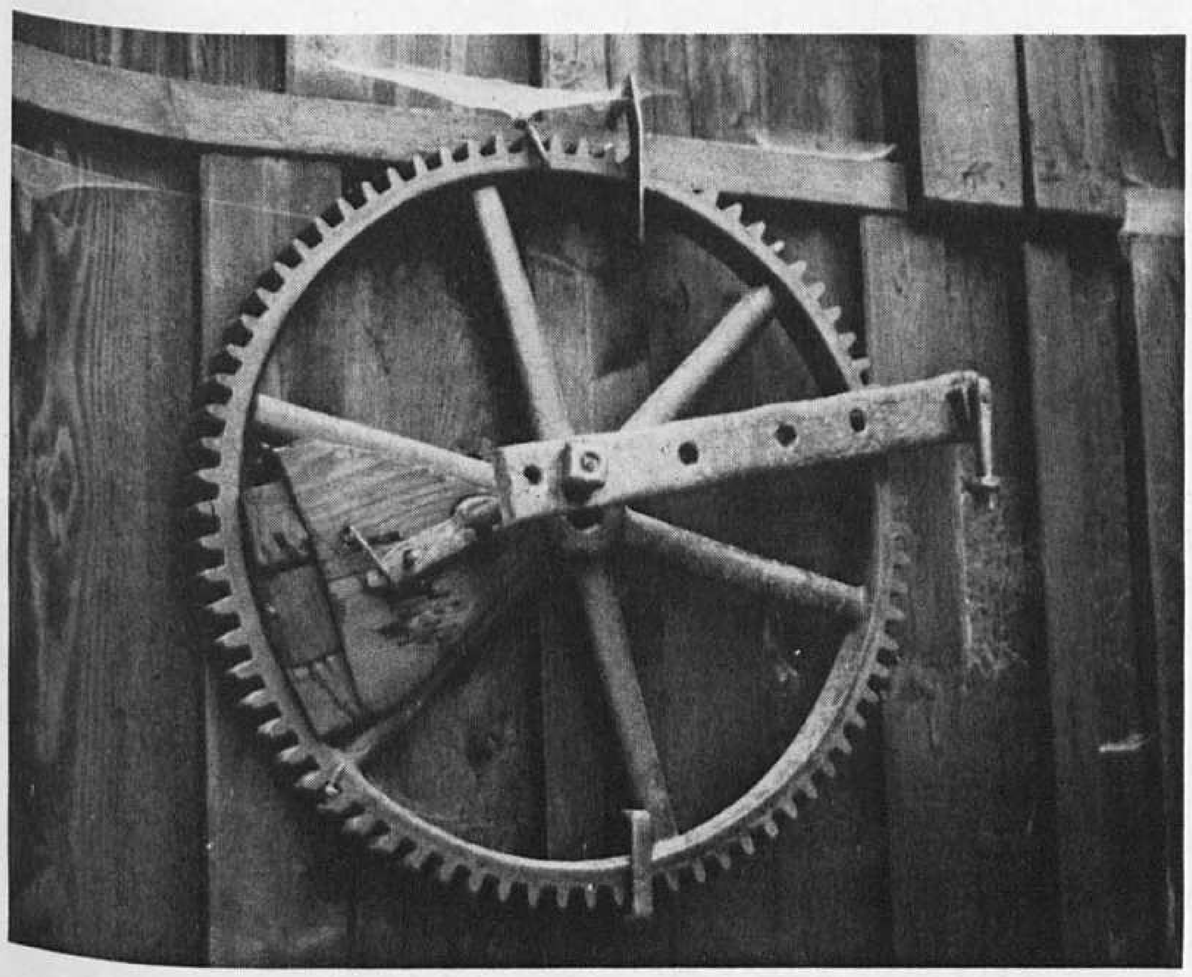
her auch von den Gewerken nach der Verschiedenheit ihrer Farbe mit verschiedenen Namen belegt, als: die *rothe, scheckige, braune, gestrichte, die vier harten, der Zwisler* u. s. f. Besonders zeichnet sich eine unter dem Name der *Degenfarbige* aus, welche neben einer röthlichbraunen etwas ins Blaue ziehenden Lage auch eine graue neben sich hat. Die davon verfertigten Steine sind zu den feinen Stahlarbeiten vorzüglich

Die Inschrift dieses steinernen Marterls lautet: Gedenket/des/ ehrengeachteten/Michael Erhart/ geb. d. 25. Januar 1831/verunglückt im Steinbruch/den 17. November 1877/Bitte um ein stilles Gebet/O Herr gib die ewige Ruhe

geschickt, und es wird daher selbst an Ort und Stelle das Stück mit 24 kr. bezahlt. Zur Seite im Liegenden hat dieses ganze Plattenflötz ein rauhes Kalksteingebirg, und gegen das Gehäng geht es allmählich in wahren Sandstein über.

Der Raum, in welchem die brauchbaren Schichten vorkommen, betragt nicht viel über 6 Klafter[2]; die Brüche liegen aber auf dem nämlichen Flötze dicht hintereinander, und da das Gebirg selbst mehr und mehr bergan sich erhebt, so bilden sie eine Art Staffel- oder Strossenbau. Die Gewinnung der Steine geschieht theils mit Brechstangen, theils mit Schießen, wo dann die losgerissenen brauchbaren Stücke ausgesucht, und von den Arbeitern gleich an Ort und Stelle über dem Knie mit einer Art Schneidehammer beynahe in jene Form zugehauen werden, unter welcher man sie verkauft. Die weitere Zurichtung geschieht im Dorfe selbst, vermittelst eines grobkörnigen Schleifsteines, Reißer genannt, worauf sie abgeschliffen werden, und endlich ihre gänzlich glatte Form erhalten. Diese Reißer werden von *Grosweil* und *Kohlgrub* dahin gebracht[3].

Einige Mühlenbesitzer pflegen die »Tradition«, indem sie zwar die technischen Einrichtungen ihrer Mühlen verschrotten, dafür aber ausgewählte Teile an die Giebelwände ihrer zu Wochenendhäuschen umfunktionierten Schleifmühlen hängen. So erfüllen Zahnräder zuweilen ähnliche »dekorative« Funktionen wie Hirschgeweihe an Jagdhütten.



In der Nähe der Schleifmühlen liegen noch allenthalben Schleifsteine im Unterholz, die man in früheren Zeiten Reißer nannte.

Was die Güte dieser Wetzsteine betrift, so richtet sich selbe zwar überhaupt nach der Beschaffenheit seines Kornes, zugleich aber auch nach der größeren oder minderen Härte desjenigen Schneidemessers, welches auf ihn zugerichtet werden will; daher kommt es, daß manchem Schnitter der Wetzstein seines Kameraden auf seiner Sichel herrliche Dienste leistet, da er doch mit dem seinigen nicht die mindeste Schneide zuwegebringen konnte. Damit aber auch unter den sämmentlichen Wetzsteinarbeitern mit zu schlechter Waare keine Gefährde gespielt werden kann: so sind aus ihrem Mittel zween erfahrene Meister gewählet, welche selbe vor jeder Versendung genau besichtigen, und als brauchbar erkennen müssen. Der Handel damit geht nicht nur durch unser ganzes Vaterland; sondern auch nach Franken, Sachsen und Oesterreich; und so unbeträchtlich dieser Handlungszweig auch scheinen mag, so werden doch schöne Summen Geldes in unser Baiern gebracht . . .«

Merkwürdigerweise hat Flurl in dieser seiner Beschreibung einige wesentliche Punkte nicht so recht herausgestellt. Die Steinheile von Unterammergau hatten nämlich ein in der Wirtschaftsgeschichte gar nicht so häufiges Kunststück zuwege gebracht. Im Gegensatz zu der weitaus größten Mehrzahl der Gewerbetreibenden dieser Zeit hatten sie eine Art Genossenschaft gegründet, an der jeder Steinheil beteiligt war und die recht erfolgreich einen schwungvollen Handel mit Handelsniederlassungen unterhielt, die zum Teil im Ausland lagen. Im Anzeiger für Kunst und Gewerbefleiß im Königreich Bayern, Jg. 3, 1817, S. 23, herausgegeben vom Polytechnischen Verein, erschien anonym eine überaus breite Beschreibung der Wetzsteinproduktion in Unterammergau, die hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Seite wesentlich genauer ist:

Ueber die Unterammerischen Wetzsteinbrüche

»... Unter-Ammergau, in früheren Zeiten Niedernambergen genannt, ist ein niedliches Dorf an der Ammer, das sich allein von der Viehzucht, und dem *Wetzsteingraben* nährt.

An der westlichen Seite des Dorfes erhebt sich neben dem Schergen-, und dem Steckelberg, ein besonders stehender Berg, der *Steinbruch,* auf welchem vor etwa 300 Jahren[4], Steinbrecher oder *Steinheile* von Ohlstadt[5], einem Dorfe bey Murnau, Adern von Wetzsteinen (Kieselerde mit milder Kalkerde vermischt) entdeckten. Einige Einwohner von Unter-Ammergau lernten diese Steine ebenfalls kennen, und legten einige Gruben an.

Die gewonnenen Wetzsteine fanden wegen ihrer vorzüglichen Güte großen Abgang, man öffnete nach und nach mehrere Gruben, und gegenwärtig sind 42 Wetzsteinbrüche offen, welche 47 Familien ernähren.

Die Steinbrüche liegen in verschiedener Größe auf dem genannten Berge, ein bis drey Stunden[6] um einander herum.

Es ist hier nicht wie bey anderen Steinbrüchen, daß man, wenn einmahl der Bruch geöffnet ist, fortarbeiten, und Stück für Stück an den Tag fördern kann. Die Wetzsteinbrüche bestehen aus Schiefersteinen[7], von weißlichtgrauer, auch röthlicher Farbe, unter welchen die eigentlichen Wetzsteine bald mehr bald weniger eingeschachtet sind; man nennt diese Einschachtungen Wetzsteinadern, welche oft lange fortgehen, oft abgesetzt und kurz sind. Diese müssen dann oft wieder aufgesucht werden. Die dazwischen liegenden Schiefersteine nennen die Steinheile falsche Steine, oder solche die kein Leben haben; diese bilden den Auswurf oder den Schutt.

Gemeiniglich wird von unten nach oben gearbeitet, oft lösen sich, da die Masse weich ist, die obern Wände, und stürzen zusammen, wodurch dieses Geschäft mit großer Gefahr verknüpft ist.

Die Wetzsteinbrüche liegen durchgehends in den königl. Alpengebirgen, und sie sind kein freyes Eigenthum der Steinheile.

Dermahl sind 43 solcher Steinbrüche offen, die alle ohne Ausnahme zum königl. Rentamte in Schongau[8] grundbar sind. Die Steinheile zahlen durchaus 134 Gulden 48 Kreuzer Stift, und 20 Gulden Fußgeld. Auch reichen sie beym Kaufe vom Gulden 3 kr. Anfall, und die Hälfte zur Abfahrt. Bey allen übrigen Contracten wird nur allein der Anfall mit 3 kr. vom Gulden bezahlt.

Wenn ein solcher Steinbruch eingeht, darf der Besitzer desselben, mit Bewilligung des Rentamts und des Forstamts einen andern aufsuchen.

Zieht sich ein Steinbruch in die Gemeinde-Waldungen, so muß nach neuen Verträgen der Gemeinde ein Pachtschilling gegeben werden.

Die Steinbrüche sind nach der Länge und Breite, oft auch nach der Höhe ordentlich eingemarkt.

Neben jedem Steinbruch befindet sich eine kleine Hütte zur Aufbewahrung des Werkzeuges etc.

Die rohgearbeiteten Steine muß der Steinheil auf dem Rücken zu seiner Schleifmühle tragen. Hier werden sie zum Verkaufe zugerichtet.

Die Schleifmühle ist ganz nach Art anderer Schleifmühlen erbaut, und hat einen großen rauhen Stein, welcher durch ein Wasserrad getrieben wird. Auf diesem rauhen Stein, der bey Ohlstadt, unweit Murnau in guter Qualität gegraben wird, wird der Wetzstein, fast nach der nämlichen Manipulation wie bey Eisen und andern Waaren abgeschliffen. Weil es jedoch nicht möglich wäre, den Wetzstein auf dem rauhen Schleifstein mit bloßen Händen zu dirigiren, und fest zu halten, so bedienen sich die Steinheile eines langen Prügels, der vorn nach der Dicke eines Wetzsteines einen Einschnitt hat, in welchen der letztere eingelegt, und so mit Hülfe des Prügels auf den Schleifstein fest niedergedrückt wird. Der Steinheil nimmt diesen Prügel zwischen die Füße, und hält sich damit halb in sitzender halb in stehender Stellung, mit den Händen dirigirt er den Wetzstein.

Das Abschleifen der Wetzsteine geht schnell von Statten, und man rechnet, daß ein geübter Steinheil täglich 100 Stück schleifen könne.

Von der Schleifmühle werden die Wetzsteine nach Hause getragen, weil auch hier das Fahren nicht möglich ist, indem diese Mühlen am Berge hinauf, auf unwegsamen Plätzen, wegen des nöthigen Wassers, neben der Scherlaine[9] – einem wilden Waldstrome – erbaut sind. Es giebt 21 solcher Mühlen.

Die abgeschliffenen Wetzsteine werden zu Hause sortirt, und zur Compagnie gegeben.

Man hat nämlich viererley Sorten von Wetzsteinen nach der Größe angenommen. Das für jede Sorte bestimmte Maas muß genau eingehalten werden; fehlt nur das mindeste hieran, so ist der Wetzstein für diese Sorte nicht mehr brauchbar, und kommt zu einer geringern Sorte.

Die erste oder größte Sorte mißt in der Länge 8½ Zoll, die zweyte Sorte 7½ Zoll, die dritte Sorte 6½ Zoll, die vierte oder kleinste Sorte nimmt alle diejenigen Steine auf, welche für die dritte Sorte nicht mehr passen, und werden Graser genannt. Bey diesen sieht man auf keine Größe mehr.

Die Steinheile in Unter-Ammergau bilden eine eigene Fabrik und Handels-Gesellschaft. Sie hat ihren eigenen von den Mitgliedern gewählten Ausschuß, der alle Geschäfte der Gesellschaft besorgt.

Jeder einzelne Handels-Kompagnon giebt seine fabricirten Wetzsteine um einen gewissen Preiß in die Gesellschaft, nämlich

die erste Sorte,
das Hundert um 6 fl. 30 kr.
die zweyte Sorte,
das Hundert um 5 fl. 30 kr.
die dritte Sorte,
das Hundert um 3 fl. 15 kr.
die vierte Sorte,
das Hundert um 1 fl. 30 kr.

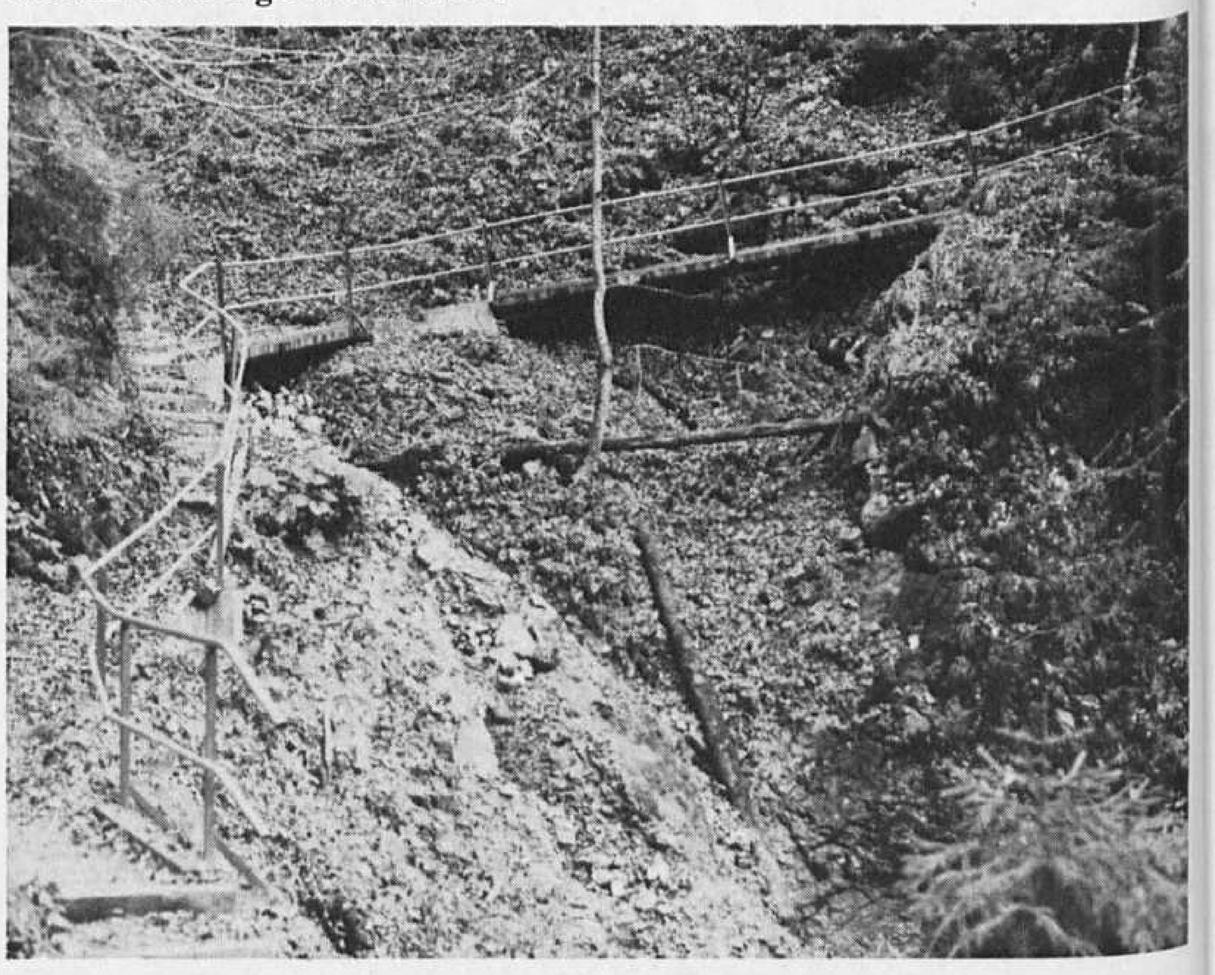
Man kann annehmen, daß jeder Steinheil jährlich 2000 Steine ausbeutet, folglich würden im Ganzen 80000 Wetzsteine gewonnen. Diese im Durchschnitt um 5 fl. pr. Hundert gerechnet, ergäbe sich eine ungefähre Einlags-Summe von 4000 fl. – Welchen Gewinn die Gesellschaft beziehe, kann nicht bestimmt angegeben werden. – Man kann jedoch als ziemlich richtig vermuthen, daß sie im Durchschnitte das Hundert Wetzsteine um 15 fl. verkaufe, also eine Brutto-Summe von etwa 12000 fl. erlöse.

Die Gesellschaft selbst hat große Wetzsteinlager in Wien, Regensburg und Nürnberg.

Die Ammergauer Wetzsteine sind die gesuchtesten; sie taugen vorzüglich zum Schärfen der Sensen, Sicheln und Häckselmesser, für andere Schneid-Instrumente sind sie zu rauh.

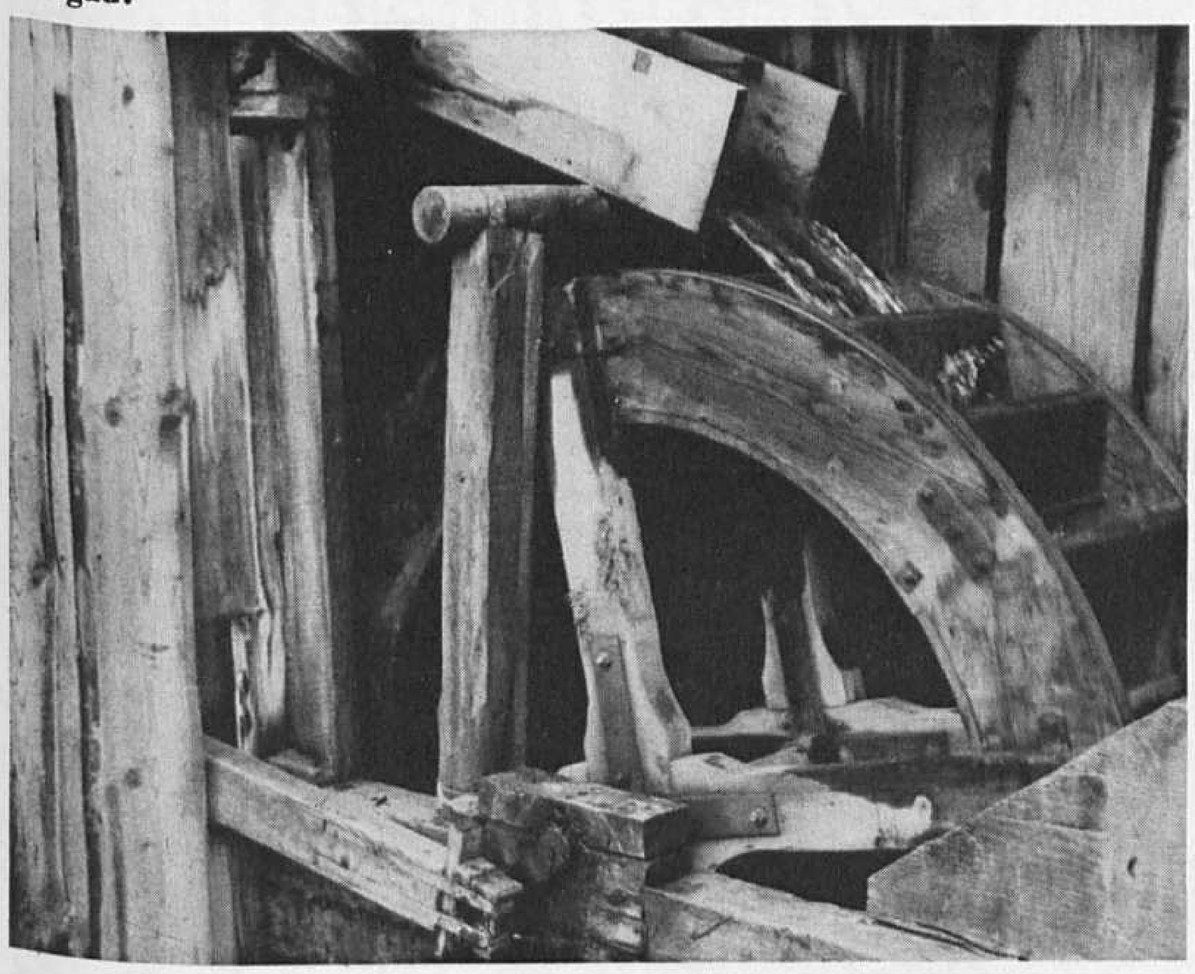
Ausser Unter-Ammergau befinden sich noch Wetzsteinbrüche

Von den weiter oben im Gebirge liegenden Brüchen mußten die Steinheile die Wetzsteinrohlinge mit einer Kraxn einen schmalen Pfad in der Klamm der Schleifmühllaine herabtragen. Was werden sie oft geflucht haben.



Im Wald entlang der Schleifmühllaine sind noch die Fundamente sehr vieler Schleifmühlen zu erkennen, die größtenteils betoniert sind und daher nur aus sehr später Zeit stammen können.

Eine recht kleine Anlage mit Modellcharakter: ein Wasserrad, das eine Steinsäge treibt. Das letzte noch laufende Wasserrad einer Wetzsteinanlage in Unterammergau.



Manche der Mühlen wurden zu recht niedlichen Wochenendhäuschen umgebaut.

bey Hohenschwangau, und in den Buchinger Gebirgs-Waldungen. Die ersten wurden vor etwa 30 Jahren entdeckt, die andern um 1700. Die Steinheile an diesen Steinbrüchen stehen in keiner Handelsgesellschaft. Die Steinbrüche bey Hohenschwangau können ungefähr jährlich 40000 Wetzsteine liefern, von denen in den Buchinger Gebirgs-Waldungen kann der Ertrag noch nicht angegeben werden ...«

Schon oben wurde erwähnt, daß der Ausgangspunkt der Wetzsteingewinnung in Ohlstadt gelegen haben soll. Ohlstadt unterschied sich von den anderen Gewinnungsstätten in einem ganz wesentlichen Punkt. In Ohlstadt gab es nicht viele Brüche mit vielen Schleifmühlen, die aber in einer Art Genossenschaft zusammengefaßt waren. Hier gab es nur einen, noch heute imposanten gewaltigen Bruch, der in sich unter mehreren Besitzern aufgeteilt war, die aber durchaus nicht in einer Gesellschaft organisiert waren, sondern die offenbar über lange Zeiten hinweg untereinander in Zwist und Hader lebten. Die mangelnde Kooperationsneigung der Beteiligten ließ den Ohlstadter Bruch recht gefährlich werden. Hören wir wieder Mathias Flurl (S. 70):

»... *Ohlstadt* ist hier der dritte Ort, wo im Oberlande schon seit einigen hundert Jahren Wetzsteine gebrochen werden. Die hiesigen Gruben sind also die ältesten, und folglich schon sehr tief und gefährlich. Gerade Felsenwände von mehr als 40 Lachtern stehen zur Seite derselben fast senkrecht in die Höhe, und selten gehet ein Jahr vorüber, in welchem nicht ein Steinbrecher durch das Herabstürzen höherer Wände zerschmettert wird. Die Ursache desselben ist aber die schon beym Anfange nicht ganz geschickt angelegte Abbauungsart. Stellen Sie sichs einmal vor. Am Gehänge des Berges sitzen zwölf dergleichen Brüche hinter einander; jeder derselben hat gegen 12 Klafter in die Länge, und um doch immer freyes Feld zu haben, läuft er auf einem Karren allen unbrauchbaren Schutt zur Seite hinaus, und überstürzt das Hangende so, daß er schon wieder neue Berge gebildet hat. Das Liegende wird dadurch ganz entblößt, und daher, weil die Brüche immer tiefer werden müssen, für den Arbeiter von Tag zu Tage gefährlicher. Wären selbe hingegen gemeinschaftlich zusammengetreten; hätten sie das Gebirg ganz an seinem Fuße angegriffen, und nur in kurzen höchstens 3 Lachter langen Strossen den Bau geführt: so hätte eine zur Seite angebrachte schiefe Fläche allen Schutt in den ausgehauenen leeren Raum herabgeführt und die verlassenen Orte wieder anschütten können; wodurch also dem Berge neue Anhaltspunkte, wie Stützen, vorgelegt, und das Feld vom Hangenden verschonet worden wäre. Jetzt aber, da das Feld einmal unter so viele Eigenthümer vertheilt, und schon so tief abgebauet ist, wird es freylich schwer halten, eine solche Veränderung zu treffen. Es wäre überflüssig, wenn ich Ihnen die Beschaffenheit der hiesigen Wetzsteinlager weitläufiger beschreiben wollte, da sie mit jenen bey Ammergau ganz übereinkommen; nur so viel will ich Ihnen davon bemerken, daß man in diesen Bruchen oft ganz artige Drusen vom Kalkspat antrifft, welcher in sechsseitige mit drey Flächen flach zugespitzte Säulen krystallisirt ist ...«

Der heutige Zustand

Keine der heute bei Unterammergau noch sichtbaren Wetzsteinmühlen bzw. deren Umbauten oder Ruinen stammt noch aus der Zeit Flurls, da die noch erhaltenen Lager und Fundamente alle betoniert sind. Die Technik der Wetzsteinherstellung hatte sich wohl nicht allzusehr verändert, wenn man davon absieht, daß offenbar einige Mühlen über Steinsägen verfügten. Heute werden keine Wetzsteine in Unterammergau mehr hergestellt, die letzten Mühlen scheinen in der frühen Nachkriegszeit endgültig ihren Betrieb eingestellt zu haben. Die Wetzsteinlaine ist in jeder Landkarte leicht zu finden und lohnt reichlich einen Spaziergang.

Der älteste Wetzsteinbruch bei Ohlstadt ist ebenfalls in jeder Wanderkarte verzeichnet und gewährt mit seinen gewaltigen Dimensionen noch heute einen interessanten Anblick.

Hinweise

1 Dies bedeutet, daß dieses Hofmarksgericht als die zuständige Behörde die Abbaurechte einem darum bittenden Unternehmer erteilen konnte.

2 Ein Klafter war im allgemeinen etwa 1,88 Meter lang, manchmal auch etwas mehr.

3 Bei diesen Reißern handelte es sich um mühlensteinähnliche Schleifsteine, die bei an sich gleicher Zusammensetzung und ähnlichen geologischen Formationen angehörend etwas härter waren und die im Gegensatz zu Wetzsteinen aus ungeschichteten Gesteinsmassen herausgebrochen wurden.

4 Diese Angabe würde bedeuten, daß die Wetzsteinproduktion um 1500 herum aufgenommen worden ist.

5 Diese Behauptung, nämlich, der erste und älteste Wetzsteinbruch sei jener von Ohlstadt, findet sich häufiger.

6 Stunde ist ein recht unscharfes bayerisches Streckenmaß gewesen.
Die Entfernung von Ober- nach Unterammergau ist beispielsweise eine Stunde. Manchmal wurde es jedoch, was sein Name ja auch nahelegt, als Zeitmaß *für* eine bestimmte Strecke empfunden, was seine Deutung vor allem in gebirgiger Gegend erschwert.

7 Es handelt sich nicht um echten Schiefer.

8 Bei Flurl war die behördliche Organisation noch anders gewesen. In der Zwischenzeit war es aber zur Gründung des Königreiches Bayern gekommen, die von einer innerstaatlichen Umorganisation begleitet war. Das Besteuerungssystem scheint recht schwierig gewesen zu sein.

9 Hier liegt ein geographischer Irrtum vor. Die Wetzsteinmühlen lagen und liegen zum Teil noch nicht nur an der Scherlaine, sondern auch an der südlich davon gelegenen Schleifmühllaine. Auch stammten die Reißer nicht aus Ohlstadt, sondern aus Kleinweil.

Robert Krötz

»Dicke Luft«

Der Energieträger Druckluft ist sicher so alt wie die Menschheit. Auf die einfachste Formel gebracht, handelt es sich um die Kraft, die entsteht, wenn verdichtete Luft sich entspannt. Heute reicht die angewandte Drucklufttechnik in wohl alle Bereiche der Industrie und der Medizin.

Der blasrohrbewehrte Amazonasindianer, sicher vor 3000 Jahren so gegenständlich wie die in letzten Reservaten heute dahindämmernden Stammesreste, ist eine immanente »Druckluftausrüstung«. In der Lunge, welche die Luft verdichtet, ist so etwas wie das Urbild des Kompressors erkennbar. Das Blasrohr ist die Druckluftleitung, der Giftpfeil das Werkzeug.

Parallel und anderen Kulturen zugehörig werden mechanische Anwendungsformen erkennbar: Etwa 3000 Jahre vor der Zeitenwende wird Druckluft eingesetzt bei der Reduktion der Metalloxide, vorher schon beim Schmelzen in reinem Zustand gefundener Metalle wie Gold, Kupfer, Zinn und Blei. Luftverdichter ist ein hand- oder fußbedienter Blasebalg. Von da bis zum kistenverpackten, steckdosensimplen, fast lautlosen Schrauben- oder Kolbenkompressor ist ein langer Weg. Kleine Markierungen, keineswegs Meilensteine an seinem Verlauf, sind etwa ein einsatzfähiges Preßluftgeschütz, das im dritten Jahrhundert vor Christus der Mechaniker Ktesibios in Alexandrien entwikkelte. Ktesibios gilt als der erste Mechaniker, dessen Wirken in der Geschichte festgehalten worden ist. Man vermutet, daß die Ursachen und Gesetze für den Umgang mit Druckluft schon seit Archimedes von Syrakus bekannt sind. Dieser Mathematiker baute 60 Jahre nach Ktesibios Kriegsmaschinen mit Druckluftantrieb, also auch er nützte den Energieträger weniger zum Leben als zum Töten. Philon von Byzanz soll etwa um 200 vor der Zeitenwende pneumatische Maschinen und Wurfgeschütze beschrieben haben.

Rudolf Beyer schreibt in den »Technischen Mitteilungen«: »Reproduzierbare Unterlagen besitzen wir aber erst aus dem ersten Jahrhundert nach Christus durch den zwar von Philon von Byzanz abhängigen, aber in vielem doch wesentlich selbständigeren alexandrinischen Mechaniker Heron. In seinen Schriften läßt Heron eine Fülle von Vorrichtungen an uns vorbeiziehen, die, wie die sogenannten Druckwerke, den Druck zusammengepreßter oder erwärmter Luft oder des Wasserdampfs anwenden und mit gut gefertigten Hebeln, Ventilen oder Hähnen, Zahnrädern, Schrauben und Zylindern mit eingefaßten Kolben arbeiten. Viele von Herons Apparaten dienten kultischen Zwekken, wie der Weihwasserautomat oder der Tempelöffner. Und hier sehen wir einen ersten Druckluftmotor, der Kraft der Luft umwandelt in einer rotierenden Bewegung ...« (Bild 1).

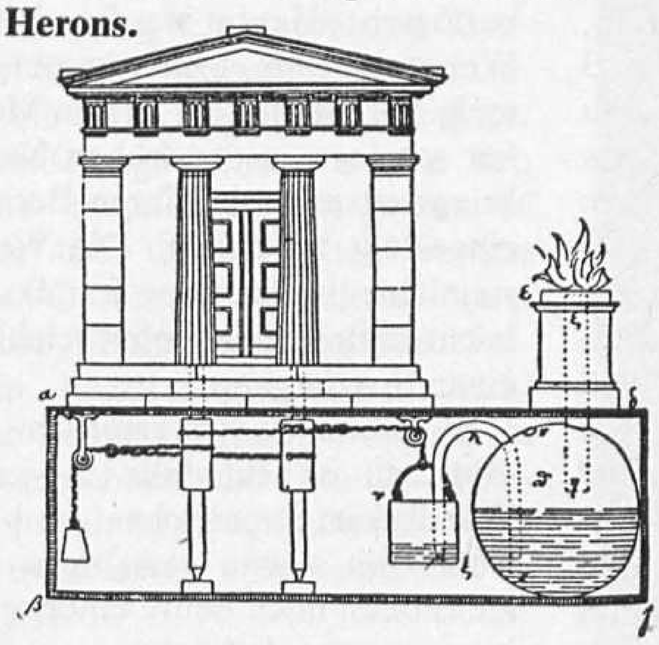
Wir wollen durch einige Abbildungen den Ausflug zurück in die Frühgeschichte verdichten, abrunden und zugleich beenden. Erwähnen wir ruhig noch als Denkhilfen zum Verständnis des Folgenden Windmühlen, mit denen unter anderm Orgeln betrieben wurden, die Kolbenpumpen in Gang setzten, und vergessen wir nicht den Hinweis, daß die Griechen, deren abschätzige Behandlung der Technik belesenen Zeitgenossen geläufig ist, alle Druckluftmaschinen unter dem Sammelbegriff »Pneumatica« zusammenfaßten und als Instrumente definierten, »welche durch Druckluft in Tätigkeit gesetzt werden und welchen Arbeit abverlangt wird« (Bild 2).

Dann wurde es still: Fast 1000 Jahre lang. Und schließlich ging es da weiter, wo sich die frühen Ansätze empirisch übertragen ließen auf ähnliche Probleme. Die Rede ist wieder von Blasebälgen, von Windmühlen, die Luft verdichten und Mühlsteine drehen, von »Wettermaschinen«, dazu erdacht, den Bergleuten unter Tage Frischluft zuzuführen. Agricola schreibt dazu 1556: »Die Gehäuse setzt man nicht nur auf den Boden, sondern auch auf hölzerne Blöcke, wie eine Windmühle. Ihre Welle hat dann anstelle der Kurbel außen vier Flügel, denen einer Windmühle ähnlich. Diese setzen durch den Stoß des Windes die Welle in Umdrehung, und die innerhalb des Gehäuses befindlichen Flügel blasen die durch das Windloch angesaugte Luft durch die Lutte in den Schacht. Obgleich diese Wettermaschine keines Arbeiters an der Kurbel bedarf, dem man Lohn zahlen müßte, ist sie jedoch weniger als die anderen geeignet, einem Schacht Luft zuzuführen, weil sie sich nicht dreht, falls kein Wind weht, wie es häufig vorkommt.« Also: der »natürlichen« Druckluft sind Grenzen gesetzt.

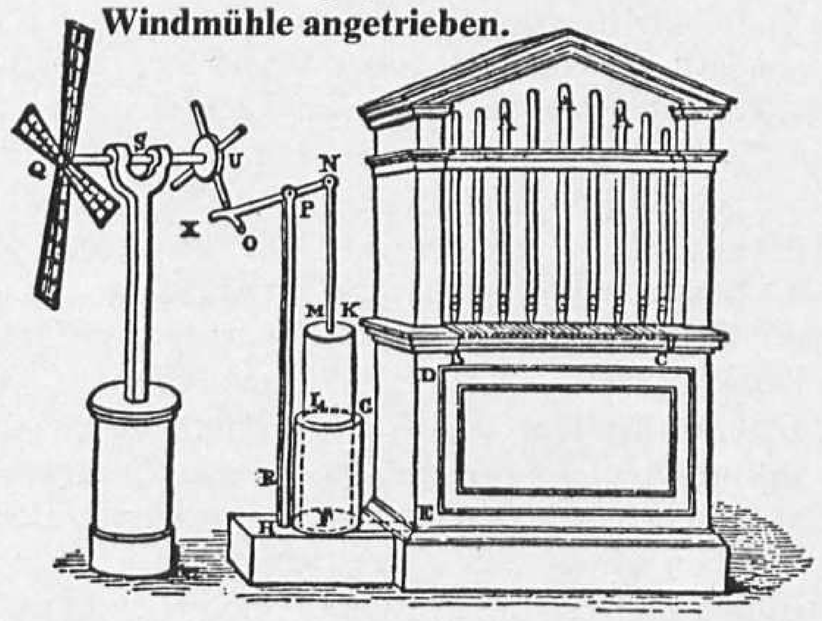
Systematisch angewendet

Hier sei nur noch ein Hinweis auf jene thermodynamischen Grundlagen gestattet, welche die Druckluft auch wissenschaftlich verstehen lassen. So steht es zu lesen im ABC der Drucklufttechnik, 3. Auflage vom Juni 1976 (herausgegeben und bearbeitet von Robert Krötz): »Druckluft ist verdichtete atmosphärische Luft. Sie ist ein Träger von Energie in Wärmeform und bietet die Möglichkeit, thermische Energie über ge-

1 Pneumatischer Kapellentüröffner Herons.



2 Herons Orgel, von einer kleinen Windmühle angetrieben.



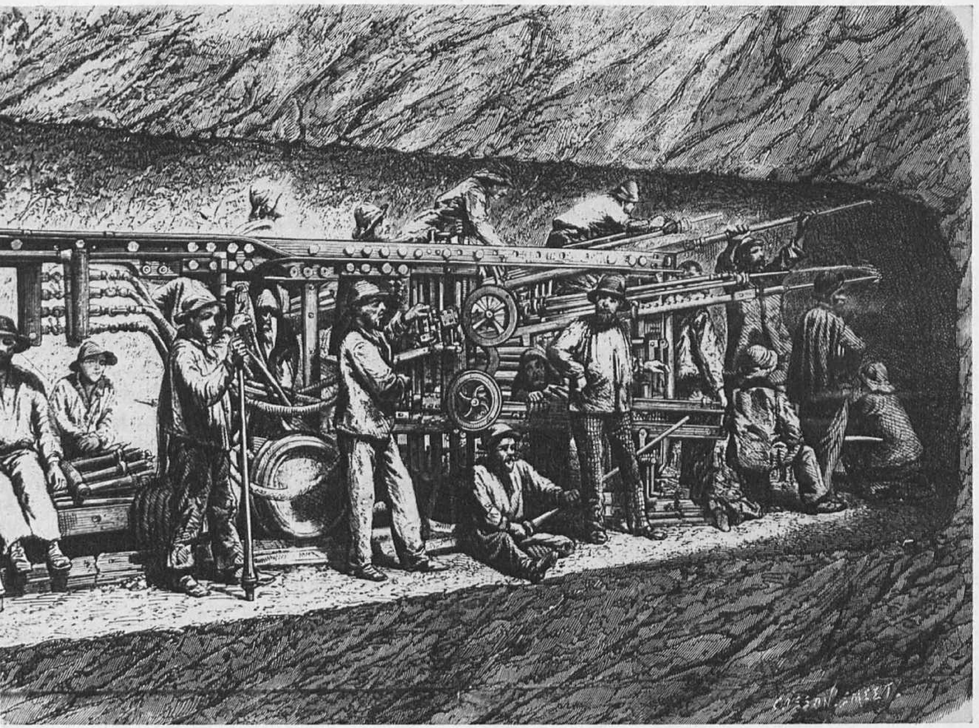
Aus der Geschichte der Druckluft

3 Die Collection Viollet verfügt über die wohl größte Sammlung von Druckluft-»Altertümern«. Unser Bild zeigt das weltausstellungsprämiierte Druckluft-Glokkenwerk: »ein System zur vorteilhaften Verdrängung der Elektrizität«. Wir wollen das durchaus nicht so verstehen, sondern diese Spielerei als eine Art königliches Hobby dem Text beistellen. Bildurheber: Viollet, Paris

wisse Entfernungen zu leiten und bei ihrer Entspannung als Arbeit nutzbar zu machen…« Das ist nicht viel anders als das, was die Griechen so ungefähr auch schon wußten – nur eben nicht quantifiziert und eingebunden in das technische Wissen (Bilder 3+4).

Systematisch angewendet wurde die Druckluftenergie im neuen Verstand erstmalig beim Bau des Mont-Cenis-Tunnels, mit dessen Planungen genau 1857 begonnen wurde. Die für heute unvorstellbaren Schwierigkeiten lagen etwa darin, über Lederschläuche die verdichtete Luft von den Kompressorenstationen an den beiden Tunneleingängen über 7000 m hinweg in möglichst stabiler Menge bei gleichbleibendem Druck zu »transportieren«. Gebohrt wurde mit einem riesigen Aggregat, das von 40 Arbeitern bedient wurde, darunter zehn Kinder, denen die Schmierung oblag. Zu den neun jeweils eingesetzten Bohrhämmern wurden 54 andere zugebaut und pausenlos repariert. Das Schlagwerkzeug, die Bohrstangen, mußten nach wenigen Zenti-

4 So sah das um 1895 aus. Ein pferdebespannter Kompressor, mit Benzinmotor ausgestattet, über einen Windkessel und eine Kühlwasserrückkühlanlage verfügend, ein FMA Pokorny-Produkt aus Frankfurt (M). Werkbild: DEMAG Pokorny



5 So sah der Mammut-Bohrwagen aus, der unter dem Mont-Cenis-Massiv vor fast 120 Jahren Druckluft relativ wirkungsvoll einsetzte. Entfernt gleicht er modernen Großbohrwagen mit Hydraulikauslegern: nur, daß die von einem einzigen oder in schwierigen Fällen von zwei Mann bedient werden. Bedienungsmannschaft damals 40 Leute, darunter zehn Kinder für die Schmierung. Werkbild: Atlas Copco

metern Vortriebsleistung nachgeschliffen werden. Hartmetall-Schneiden oder mit Hartmetall bestückte Bohrkronen: das gab es damals noch nicht (Bild 5).

Inzwischen ist im Tunnel- und Bergbau über rund 100 Jahre hinweg die Druckluft eine (bis vor kurzem) unverzichtbare Energieform geworden.

Handgeführte Gesteinsbohrhämmer wurden von Schweden, Franzosen und Deutschen entwickelt – die Vortriebsleistungen stiegen im Zeitraum zwischen 1910 und 1968 in zunächst kleinen und dann immer größer werdenden Sprüngen von 20 bis 30 cm in der Stunde bis, heute, 80 und mehr Metern im gleichen Zeitraum. Aus dem handgehaltenen Bohrhammer wurde der auf Bohrstütze befestigte, mit mechanischem Andruck versehene: eher schon in der physischen Arbeitsbeanspruchung ein Fortschritt gegen ursprüngliche Baumuster. Steinstäube brachten Silikosen – Bergleute an der Ruhr waren noch vor 50 Jahren mit 35 bis 40 Lebensjahren »bergfertig«. Ihre Lungen waren kaputt. Der Schritt zur Naßbohrung hat hier Abhilfe geschaffen. Aus dem Bohrhammer wurde der Bohrwagen. Die Energie Druckluft fand einen ernst zu nehmenden Wettbewerber: die Hydraulik. In der ureigenen Domäne der verwissenschaftlichenden Drucklufttechnik ist dieser Energieträger in die Verteidigung gedrängt worden. Immer noch steuertechnisch und im Bereich der Randarbeiten eingesetzt, werden bei Tunnelquerschnitten einer bestimmten Größe und bei Tunnellängen, die in die Kilometer gehen, immer mehr vollhydraulische Aggregate eingesetzt.

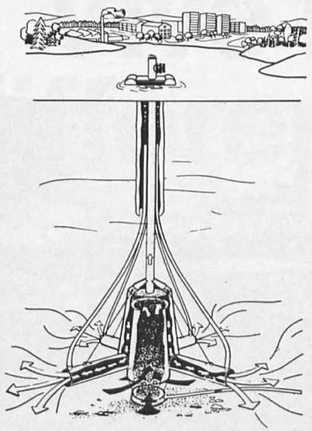
Neue Dimension: industrielle Fertigung

Neue Dimensionen nahm die angewandte Drucklufttechnik früh an mit der Umdenkung des schlagenden Gesteinsbohrhammers in ähnliche Werkzeuge, mit denen genietet, gemeißelt und auf- und abgebrochen wurde. Auch diese Phase ist beinahe vollendet. Insofern vielleicht nicht ganz, als schwer ersetzbare Meißelhämmer in Gießereien zu neuen Generationen gefunden haben, deren entscheidender Vorteil darin liegt, daß die gesundheitsschädliche Vibration fast völlig eliminiert, um 90 % gesenkt werden konnte, daß diese neuen Typen um die Hälfte leiser und um 25 % leichter geworden sind.

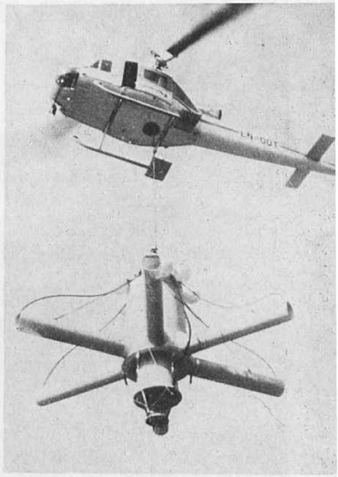
Das beinahe klassische Druckluft-handwerkzeug ist drehend, trat vor mehr als zehn Jahren gegen Elektro- und Hochfrequenzwerkzeuge an und wurde inzwischen weitergedacht zu mechanisierten, teil- und vollautomatisierten »Systemen«, die sich keineswegs mehr, und auch das ist noch keine 10 Jahre alt, dogmatisch geben. Längst werden überall, übrigens auch im Tunnelbau, unterschiedliche Energieformen miteinander kombiniert: So gibt es elektrohydraulische Antriebe, hydropneumatische Kraftmaschinen, elektropneumatische Strukturen. Sehr systematisch und zugleich sinnbildlich sind Entwicklungen in der Großindustrie, etwa im Automobilbau, in den Herstellungswerken der sogenannten weißen Industrie (Kühlschränke, Spülmaschinen usw.) sowie in vorgelagerten und anrandenden Gebieten, von Vorrichtungen zusammenfaßt und beispielsweise gleichzeitig 6 oder 16 Löcher bohrt, Schraubverbindungen herstellt, mit Abluft oberflächenbehandelte nasse Teile trocknet und vieles mehr.

Entscheidende Kriterien: Solche pneumatischen Sondermaschinen (Bild 6) haben den Vorteil geringer Kosten, hoher Rationalisierung und zugleich günstiger Flexibilität. Klein- und Mittelbetriebe produzieren 200 Kochtöpfe, 250 Stahlhelme, 300 x-beliebige Behälter – alle einander ähnlich und dennoch nicht identisch. Hier läßt die Sondermaschine sich mit wenigen Griffen umrüsten, dient den schon erwähnten Zwecken in unterschiedlichen Anwendungsgebieten und ist so kinderleicht, technisch verstanden, daß ein gehobener Facharbeiter mit ihr fertig wird, sie selbst reparieren kann, daß der Konstrukteur eines kleinen Denkbüros sie umzurüsten in der Lage ist und daß immer die Möglichkeit gegeben ist, mit einem kompetenten Ausrüster Anfänge weiterzudenken und dem Bedarf anzupassen.

6 Das ist ein gängiges Untertagebild, hier in einer Versuchsgrube in Schweden, wo der auf Bohrstütze arbeitende, druckluftgetriebene Bohrhammer über eine Bohrstange verfügt, die vorn Hartmetall-bewehrt ist und durch welche Wasserspülung zum Niederschlag der Stäube eingesetzt ist.



7 So arbeitet die künstliche Lunge am Grunde eines sterbenden Sees.



8 »Die künstliche Lunge«, die einen sterbenden See beatmen soll, wird mit einem Hubschrauber eingeflogen.

In Randgebieten

Soweit das, mit Vorbehalt, was man klassisch »industrielle Druckluftanwendungen« nennen könnte: Drucklufttechnik – rasch nachholend sei sie eingeteilt in ihre wesentlichen Positionen: den Kompressor für die Druckluftererzeugung, die Aufbereitungseinrichtungen im Bereich der Installation und die Endanwender – hat sich still und stetig ausgebreitet in Randbereiche, über die nachzudenken man noch vor 20 Jahren für Spinnerei gehalten hätte.

So gibt es Druckluft selbstverständlich in der Chemie – Laborrührer mit hochexplosiven Materialien müssen eben sicher sein. So werden pneumatisch Knochen genagelt, chirurgische Eingriffe vorgenommen. Zahnturbinen drehen bis zu 350000 mal in der Minute – viel höher, als sie letztlich müssen. Zum Handstück, das der Zahnarzt führt, werden diese hohen Touren heruntergedrosselt bis in einen Bereich, wo die Vibration für die menschlichen Nerven nicht mehr wahrnehmbar ist.

Aber auch ganz anderes, eher Uninstrumentelles, wird mit Druckluft heute vollzogen: Es werden sterbende und tote Gewässer »beatmet«. Mit anderen Worten heißt das: In das gelegentlich schon völlig sauerstofflose und anaerob vor sich hin stinkende Wassertiefste werden Aggregate eingebracht, die das tote Wasser ansaugen und es vermischen und »vermählen« mit atmosphärischer

9 Zu den spannenden, der Drucklufttechnik innewohnenden Möglichkeiten gehören ganz neue Dinge: die Nutzung der Erfahrung, daß man einmal mit entsprechendem Gerät in kranke und sterbende Gewässer Sauerstoff eintragen kann, zum anderen, und das zeigt unser Bild, daß sich Ölsperren errichten lassen mit Hilfe perforierter Schläuche, die, mit Druckluft beaufschlagt, so etwas wie Sperren errichten, die durchfahren werden können, die den Verkehr nicht hemmen und die dennoch, abstimmbar auf Wasserströmung und Windstärke und ähnliche Nebenfaktoren, anrandende Gewässer gefährdende Ölausflüsse sicher stoppen.

Luft. Der Sauerstoffeintrag etwa eines sogenannten Limnogeräts beträgt pro Tag zwischen 300 und 600 Kilogramm Sauerstoff. In Deutschland wurden mit diesen, übrigens seit 40 Jahren bekannten, aber erst seit wenigen Jahren wissenschaftlich beherrschten Methoden wiederhergestellt: der Grebiner See in Ostholstein, mit Hilfe der Max-Planck-Gesellschaft, ein paar Dutzend andere Gewässer, darunter fließende, wurden Versuche gefahren mit der kaputten Seine im Stadtbereich Paris, wurden in Schweden von Zellulose-Abwässern gefährdete, bisher blitzblaue Gewässer so weit wiederhergestellt, daß die Selbstheilungskräfte wirksam werden konnten. Daß dabei zur Voraussetzung gehört, die Einschlämmung von Kloake und Industriegiften durch Vorklärungen und Reinigungen zu stoppen, versteht sich von selbst (Bilder 7+8).

Mit Druckluft werden Ölsperren um gefährliche Ölhäfen gelegt, so in Emden, in Essen, in Lüneburg, in Antwerpen und rundherum in Europa und in der Welt. Das Prinzip beruht darauf, daß aufsteigende Luftblasenvorhänge aus perforierten Schläuchen eine Art Strömungsmauer aufrichten, die, bedingungsangepaßt gesteuert, selbst brennende Ölflächen aufhalten und verschmutzte Hafenwinkel abdichten gegen Flußläufe und See-Areale (Bild 9).

Das alles sind Andeutungen. Der Bericht ist ein Schwenk, der versucht, die angewandte Drucklufttechnik vom magisch sich öffnenden Tempeltor der Griechen bis in das noch gar nicht zur Sprache gekommene Druckluftkraftwerk zu vollziehen: Bei diesem wird mit billigem Strom in leeren Salzstöcken Luft bis zu 300 und mehr bar komprimiert und dann in Stromnotzeiten bzw. bei Spitzenbedarf abgelassen und in elektrische Energie verwandelt. Wichtig war: eine ältliche, lärmende und dazu noch kompressibel bezeichnete Energieform, besser einen Energieträger, ein wenig ins Rampenlicht des Interesses zu rücken. Daß zur Durchsetzung der interdisziplinären Druckluft mehr gehört als wissenschaftliche Erkenntnisse – das weiß die Praxis. So bemüht sich die Arbeitsgemeinschaft Druckluft um die Schaffung eines sogenannten Druckluftfachmanns für den kleinen und mittleren Betrieb. Technische Möglichkeiten, Rationalisierungsreserven und innovative Perspektiven lassen sich nur ausschöpfen, wenn »gleichberechtigte«, also informierte Partner miteinander reden. Der Ausrüster und der Anwender sollten von ähnlichem Wissensniveau sein – dann kann man nicht nur miteinander reden, kommt ein fairer Handel zustande und läßt sich schließlich erwarten, daß die angewandte Drucklufttechnik einschließlich der Pneumatik und der Fluidik den Platz in der Technik-landschaft einnehmen wird, der ihr zukommt.

Wer Druckluft nachmacht oder verfälscht oder nachgemachte oder verfälschte sich verschafft ...

Gäbe es eine derartige Strafbestimmung, mancher Betriebsleiter oder Chef säße hinter Gittern – verurteilt in einem Indizienprozeß.

Oder spricht es etwa nicht gegen ihn, wenn neben Luft auch noch Wasser aus der Leitung kommt, Werkzeuge und Pneumatiken wenn nicht gar rosten, so doch erheblich schneller verschleißen? Oder wenn 10 bis 20% der erzeugten Druckluft hier und dort durch allerlei Leckagen regelrecht flöten gehen und bares Geld zur Leitung 'raus geblasen wird?

Anzahl der Leckagen	Luftverlust bei 8 bar l/s	Energieverlust kW	DM
1	1,233	0,4	172,80
3	11,14	4,0	1.728,--
5	30,95	10,8	4.665,60
10	123,8	43,0	18.578,--

Wie teuer Leckagen sein können, zeigt diese Übersicht. Es wurden ein Leck-Durchmesser von 1 mm, ein Strompreis von 0,12 DM/kWh, 3600 Betriebsstunden pro Jahr und ein wirtschaftlich arbeitender Kompressor neuerer Bauart zugrunde gelegt.

Doch besagte Betriebsleiter oder Chefs sind in Wahrheit Opfer eines Irrtums, des Irrtums nämlich, daß die Drucklufttechnik eine Art Salami ist, die man ohne weiteres scheibchenweise zu sich nehmen kann (worin sie im übrigen nicht selten von Spezialisten aller Art bestärkt werden).

Wer heute die Druckluft so einsetzen will, wie es für sein Unternehmen, seine Produktion und seine Mitarbeiter am besten ist, sollte deshalb vor allem den anwendungsbezogenen Verbund sehen. Und das wiederum heißt: Mit den Herstellern z. B. nicht über Kompressoren reden, sondern über Luftqualität. Nicht über Schrauber reden, sondern über die Art der Schraubenverbindung, ihr Setzverhalten und die Drehmomentgenauigkeit. Nicht über Armaturen reden, sondern über die Druckverluste, die entstehen, und was dagegen getan wird. Nicht über Pneumatik-Elemente reden, sondern über die Steuerungs- und Regelaufgabe und das, was automatisiert werden soll ...

Zugegeben, manchen Unternehmen der Druckluftbranche fällt es besonders leicht, ihren Kunden eine umfassende Beratung und ein vielfältiges Know-how zu bieten. Doch ohne geht's wohl kaum, wenn Nutzen und Effektivität gewährleistet sein sollen.

Und etwas anderes als das, in arbeitsplatz- und umweltgerechter Form, kann sich heute eigentlich keiner mehr leisten. Auch wenn es nicht verboten ist, Druckluft nachzumachen oder zu verfälschen.

Vive la différence

Wenn Ihnen ein Unternehmen, das die Kompressortechnik beherrscht, gute Kompressoren bietet, was bietet Ihnen dann erst ein Unternehmen, das die Drucklufttechnik beherrscht.

Atlas Copco

Drucklufttechnik aus einer Hand ...

- Montage- und Verbindungstechnik
- Materialbearbeitung
- Mechanisierung, Automatisierung
- Druckluft-Erzeugung
- Druckluft-Aufbereitung und -Verteilung

... zu Ihrem Nutzen

- Bessere Fertigung
- Bessere Erzeugnisse
- Bessere Arbeitsplätze

Atlas Copco Deutschland GmbH · Postfach 10 02 51 · 4300 Essen 1 · Tel. (02 01) 24 71

KT/3

- Differenzierte Einblicke in die Theorie und Praxis der Druckluft-Erzeugung und -Anwendung vermittelt Ihnen auf über 500 Seiten unser Handbuch. Bestellen Sie mit diesem Coupon gegen DM 15,– Schutzgebühr Ihr Exemplar bei Atlas Copco, Abt. Kommunikation, Postfach 10 02 51, 4300 Essen 1.

Name

Firma

Straße/Postfach

PLZ Ort

Dokumenta

Otto Krätz

Die Entwicklung der Naturwissenschaften in Exponaten aus den Sammlungen und aus der Bibliothek des Deutschen Museums: Chemische Laboratorien, Teil 1.

Unten: Alchemistisches Laboratorium, Nachbau im Deutschen Museum.

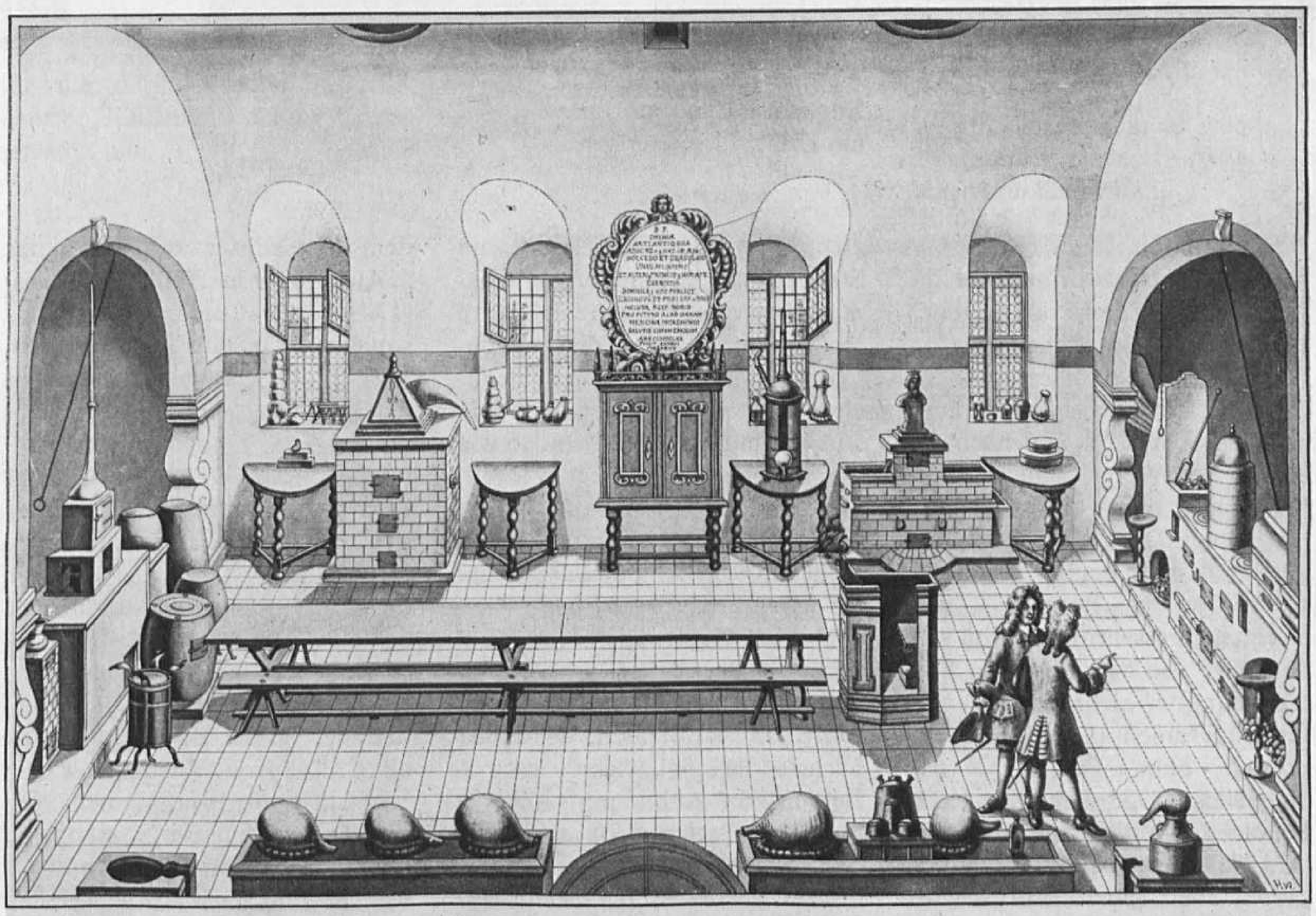
9

Die Entwicklung chemischer Laboratorien verlief im Ablauf der Jahrhunderte vergleichsweise sehr langsam. Detaillierte Auskunft über alte, alchemistische Laboratorien zu geben ist recht schwierig, da es so gut wie gar keine authentischen Abbildungen gibt. Von den meist stimmungsüberfrachteten bzw. allegorischen Darstellungen auf die tatsächliche Wirklichkeit zu schließen scheint nahezu unmöglich. So wissen wir nicht genau, welche Rolle Laboratoriumsaltäre und Musikinstrumente tatsächlich gespielt haben.

Wir wollen unsere Betrachtung mit einem seinerzeit berühmten Lehrlaboratorium beginnen, dem 1682 gegründeten Laboratorium der Universität Altdorf. In ihm durften die Studenten – meist Mediziner – an einem langen Tisch sitzen, an dessen Ende ein kleines Katheder aufgebaut war, und den chemischen Hantierungen zusehen. Selbst chemisch zu laborieren war ihnen verboten. Die meisten deutschen Hochschulen hatten zu der Zeit noch keine eigenen Laboratorien, in der Regel wurde ein Apothekenlaboratorium mit dieser Aufgabe betraut. In dem Kupferstichatlas von J. G. Puschner findet sich eine ausführliche Beschreibung: »Amoenitates Altdorfinae oder Eigentliche nach dem Leben gezeichnete Prospecten der Loeblichen Nuernbergischen Universität Altdorf... Nürnberg (um 1720)« (Abb. 1).
Da es sich um das erste Laboratorium in unserer Reihe handelt und die weitere Entwicklung zunächst recht langsam verlief und daher Ähnlichkeiten späterer Laboratorien mit diesem in die Augen springen, wird hier die damalige Beschreibung wiedergegeben:

Auf Antrag des Mediziners Johannes Mautiritius Hoffmann jr. »... zu Beförderung ... der Medicinischen Wissenschaften ... 1682 erbauet und mit mancherley Oefen auf das ansehnlichste versehen ... (Anm.: Wie man sieht, handelte es sich also nicht um ein wirklich rein chemisch ausgerichtetes Laboratorium. Obwohl es ausschließlich chemischen Zwekken dienen sollte, wurde hier, wie noch lange Zeit danach, die Chemie als eine Hilfswissenschaft der Medizin gesehen.) Unter diesen ... Oefen / sind die fuernehmsten nachfolgende: Als bey dem Eintrit zur rechten Hand in dem grossen Camin, erstlich der Furnus docimasticus, als in welchem die Metallurgia oder Ertz-Probirung absonderlich tractiret wird.
Gleich an diesem befindet sich das Balneum Mariae sive Vaporosum (Anm.: Wasser bzw. Dampfbad), sammt seinen zwey Stuertzen / welches zu allerhand Destillationibus, so am fueglichsten durch das warme Wasser geschehen koennen / absonderlich dienlich ist; Naechst deme stehet der grosse Camin mit seinen angehaengten Blaßbalg / welcher zur Schmeltzung der Metall-Kochung und andern verschiedenen Arbeiten gebrauchet wird.
Diesen folget zwischen den ersten und andern Fenster an der Wand / der so genannte Furnus Piger Henricus, oder faule Heintz / mit seinen zu beeden Seiten habenden Sandcapellen / welche beede durch ihm auf einmahl erhitzet werden koennen / ... zu allerhand Digestionibus und Distillationibus dienlich. (Anm.: Es handelt sich um Sandbäder.) Gleich darneben befindet sich auf einem Halb-Oval-Tischlein der Kupferne Furnus Lampadis Philosophicae, welcher ... zu Ausarbeitung des Misterii Magni oder Lapidis Philosophici kan gebrauchet werden.
Zwischen den dritten und vierten Fenster / zur lincken Hand / stehet der Furnus Reverberatorius, zu allen denen Sachen / die ein starkkes Feuer benoethiget sind / brauchbar.
Nicht weit davon zur lincken Hand unter dem andern grossen Camin, ist derjenige Ofen erbauet / welcher zu denen Destillationibus in freyem Feuer kan gebrauchet werden.
Diesem zur Seiten der Furnus Sublimatorius, welcher zur Ausarbeitung solcher Sachen die in die Hoehe steigen muessen / gewidmet ist.
Endlich schliesset der grosse Camin, welchen man / wo kein Blaßbalg noethig / doch wie den andern nutzen kan.
Gleich vor diesem Camin sind noch zwei Ofen zu sehen / deren der eine von Thon mit einer Sand-Capelle zu gemeinen Destillationibus aus dem Sand / der andere aber von Eisen / zu Einkochung der Saeffte oder anderer fluessiger Sachen / vermuthlich um bessere Bequemlichkeit willen / dahin gesetzet worden. Von welchen dieser Letztere von Eisen nach belieben hin und her getragen werden kan.
In der Mitte des Zimmers ist eine lange Taffel benebst einer Cathedra zu sehen / welche zu Docirung und Anhoerung der / von dem

Abb. 1:
Das Laboratorium Chemicum im Collegio zu Altdorf.



Das Laboratorium Chemicum im Collegio zu Altdorf.

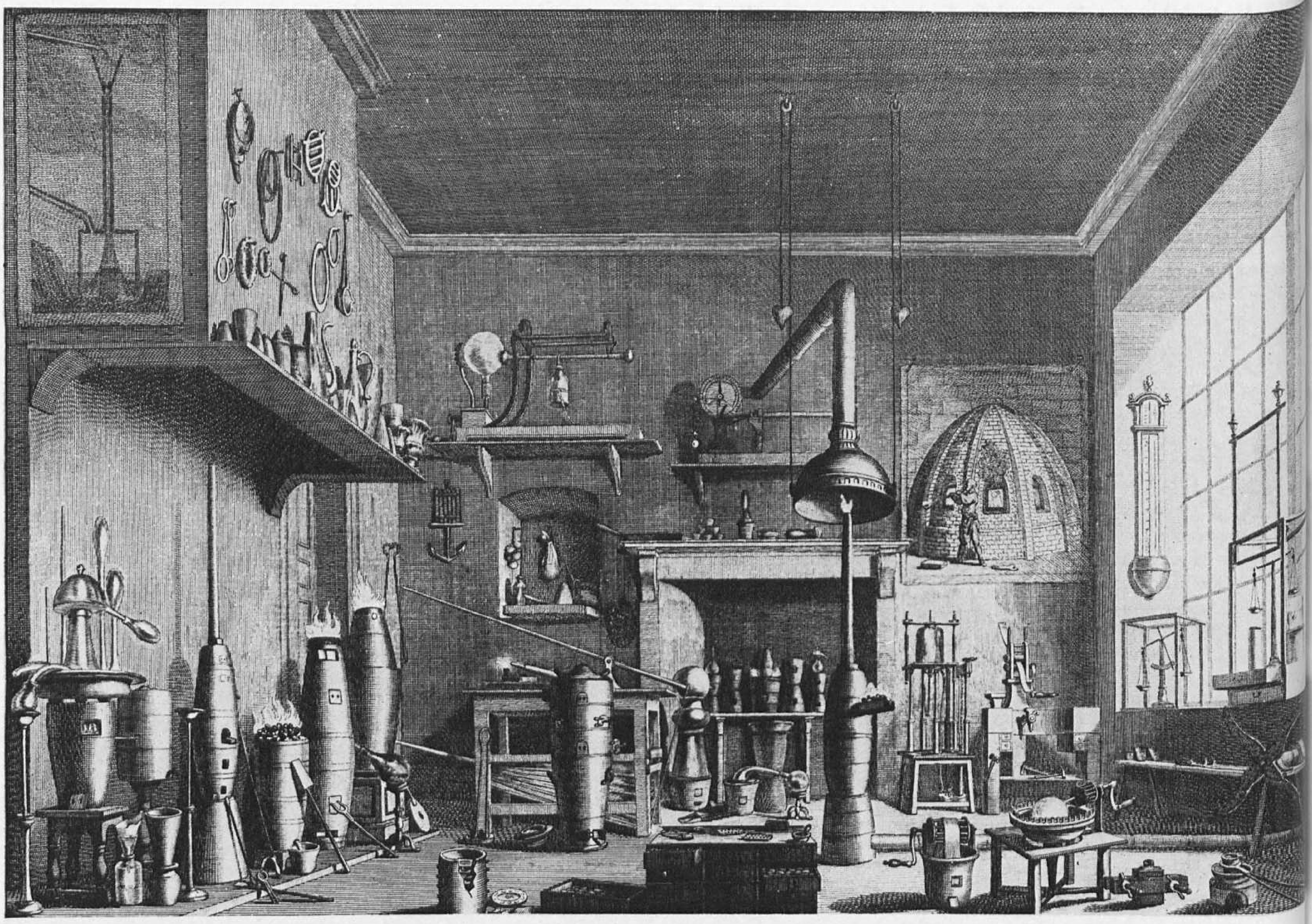


Abb. 2:
Englisches Laboratorium um 1765.

Herrn Chemiae Doctore vorhabenden Doctrin worinnen er die Theoriam mit der Praxi zugleich zeiget / dahin gestellet worden ... Es begreifft aber dieses sehr bequeme Laboratorium von Innen nach der Länge 36 und nach der Breite 15 Werck-Schuch / die Hoehe aber biß an das oberste der gewoelbten Decke 14 Schuch.
Ausser dem Eingang / ... findet sich ueber dem Portal, ... eine Vermahnungsschrifft: Es soll sich derjenige / so herein kommt hueten / damit er nicht diejenige / so ihre allermuehsambste Ergoetzlichkeit ohne Faulentzen mit Schmeltzen und Brennen beym Feuer und Kohlen zu ueben pflegen stoere / sondern ihre einsame Arbeit unverhindert treiben lasse ...«

Betrachtet man diesen Text vom Standpunkt der modernen Chemie, so wird einem die ungeheure Bedeutung auffallen, die man damals dem Bau recht unterschiedlicher Öfen beigemessen hat. Die Chemie in Lösungsmitteln, so wie wir sie heute bevorzugt pflegen, war noch kaum üblich. Meist näherte man sich den Substanzen mit recht rauhen Methoden und baute für jeden Spezialzweck eine Vielzahl von Öfen. Dies war wohl schon lange vorher so gewesen und sollte auch noch etwa 150 Jahre lang so bleiben, wie unser nächstes Beispiel zeigen wird.
Bei unserer Abbildung (Abb. 2) handelt es sich um *ein englisches chemisch-technologisches Laboratorium um 1765*, dargestellt auf dem Titelkupfer zu Bd. 1 der 2. Auflage von William Lewis' (1708–1781) »Commercium Philosophico-Technicum, or the Philosophical Commerce of the Arts, designed as an Attempt to Improve the Arts, Trade and Manufacture, London 1765«. Es ist nicht ganz sicher auszumachen, ob es sich bei dieser Darstellung um eine Idealvorstellung oder aber um ein bestimmtes Laboratorium, z. B. des Verfassers Lewis, handelte. Vergleicht man dieses Laboratorium mit der Altdorfer Abbildung, so ist der Unterschied nicht allzu groß. Wieder fällt eine Vielzahl großer und kleiner Öfen ins Auge. Allerdings sind alle Öfen diesmal beweglich, nur die Kamine sind gemauert. Zusätzlich ist darüber hinaus noch ein blecherner Rauchfang, der sogar nach oben und unten beweglich ist, aufgebaut. Auf dem Fenstersims stehen zwei analytische Waagen unter einem zu öffnenden Glassturz. Doch auch diese analytischen Waagen waren damals keine Neuheiten; die älteste Darstellung einer Analysenwaage im Glassturz findet sich in einer Handschrift des 15. Jahrhunderts im British Museum in London. Bemerkenswert ist das Vorhandensein eines Glasbläsertisches mit Lampe und Blasebalg, wie er zum Anfertigen von Glasgeräten, aber auch für Lötrohrarbeiten verwendet werden kann. Für chemische Laboratorien in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war

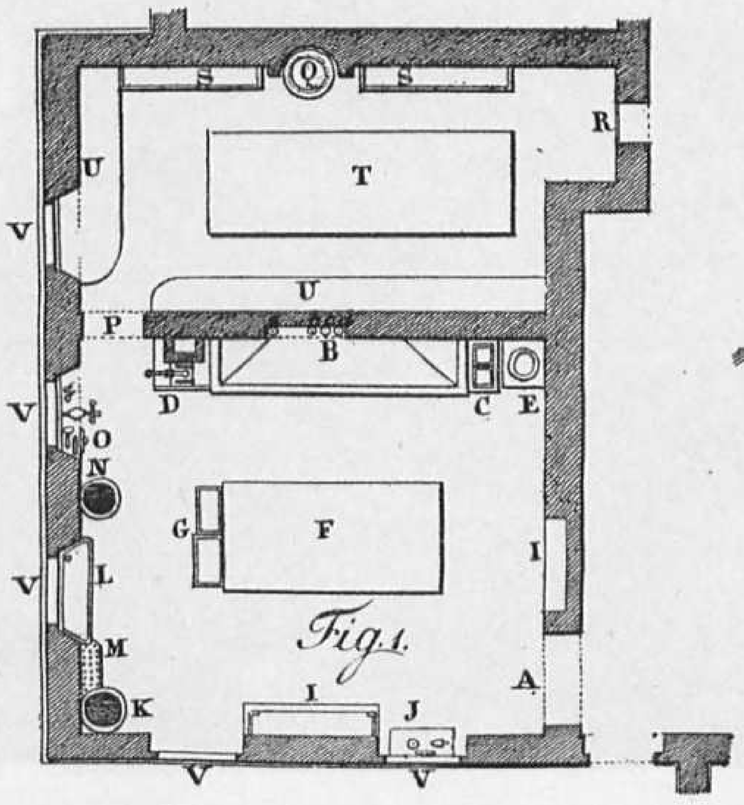
typisch, jedoch damals noch recht neu, der »chemische« Gebrauch von Elektrisiermaschinen und Luftpumpen. Die Elektrisiermaschine benötigte man zum Zünden von Gasgemischen – damals ein Standardversuch der Chemie. Mit der Luftpumpe pumpte man Glaskolben leer, was gelegentlich beim Arbeiten mit Gasen wichtig war. Originell ist die mechanisierte Reibschale im Vordergrund rechts, links neben ihr eine kleine Haspel für Färbeversuche. Ein offenbar quadratischer Chemikalienschrank in der Raummitte ist dagegen recht selten gewesen.

Diese Folge von Laboratoriumsabbildungen könnte den Eindruck erwecken, als habe es damals schon so etwas wie einen Grundtyp der Laboratorien gegeben, etwa wie wir uns heutzutage bei großen Laborausstattern Einrichtungspläne besorgen, die dann nur nach individuellen Bedürfnissen variiert werden. Doch dies war keineswegs so. Oft genug forschten auch berühmte Chemiker wie z. B. Jakob Berzelius (1779–1848) in der Küche ihrer Wohnungen. Man weiß übrigens auch, daß Berzelius' Köchin Anna mitarbeitete, deren derb-heiterer Sprachschatz für manche Berzelius-Anekdote sorgte. Kleinere Versuche baute man sozusagen irgendwo auf, und so kam es, daß es auch Abbildungen gibt wie diese, die Berzelius nach heutigen Maßstäben in ungewohnter Pose und ungewohnter Umgebung zeichnet: gewissermaßen der gepflegte Gentleman – forschend (Abb. 3).

Die nun zu betrachtende Abbildung (Abb. 4) stammt aus einer Zeitschrift des 19. Jahrhunderts, der wir viele Abbildungen von Laboratorien und den darin verwendeten Gerätschaften verdanken: »Das Laboratorium. Eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der besten und neuesten Apparate zum Behuf der practischen und physicalischen Chemie« (Weimar, im Verlag des Großherzogl. Sächs. priv. Landes-Industrie-Comptoirs). Hier wurde ca. 1825 das Laboratorium der Artillerieschule der königlichen Garde zu Vincennes vorgestellt. Es handelt sich somit um ein chemisches Laboratorium einer französischen Kriegsschule, das, so wird ausgeführt, in besonderem

Abb. 3:
Jakob Berzelius (1779–1848), in häuslicher Umgebung experimentierend.

Maße den Anforderungen der militärischen Aufgabenstellung gerecht werden sollte. Worin diese Aufgaben indessen bestanden haben, wird so genau nicht mitgeteilt. Ein Sachverhalt, den diese Beschreibung mit den Beschreibungen späterer militärischer Laboratorien gemein hat. Betrachtet man die Erläuterung zu diesem Laboratorium genauer, so erkennt man, daß die Hauptschwierigkeit für die darin Arbeitenden die enorme Rauchentwicklung gewesen sein muß.



Jean d'Arcet (1777–1844), der Erbauer dieses Laboratoriums im Schlosse zu Vincennes, errichtete als zusätzliche Ventilation – obwohl der Raum vier sehr große Fenster hatte und durch einen gewaltigen Rauchfang, der über dem ganzen festgemauerten Herd hing, ohnedies entlüftet wurde – zwei der von ihm erfundenen Appel-Schlote. Dabei handelte es sich um eigene Schlote, in deren Inneren Öllampen oder Kerzen brannten, die durch die aufsteigende Luft für zusätzliche Ventilation sorgten. Die Einrichtung ähnelt den Ausstattungen der anderen Laboratorien und soll daher nicht in allen Einzelheiten erläutert werden. Eine Besonderheit, die bei anderen Darstellungen dieser Art sehr selten auftaucht, soll jedoch erwähnt werden. Vom Rauchfanggesims hängt ein Vorhang herab, der offenbar die auf der Herdplatte entwickelten Düfte nicht in den Raum austreten lassen sollte. Es handelt sich damit um einen Vorläufer noch heute üblicher Abzugskonstruktionen, wie sie uns dann bei Liebigs Laboratorium wieder begegnen.

Ansonsten sind in den Herd Sand- und Wasserbäder üblicher Konstruktion eingebaut.

Aus der gleichen Zeitschrift stammt die Beschreibung des *Laboratoriums des englischen Chemikers Samuel Pepys* (Abb. 5). Über dieses Laboratorium wird mitgeteilt: »... Pepys' Laboratorium besteht aus sieben feststehenden

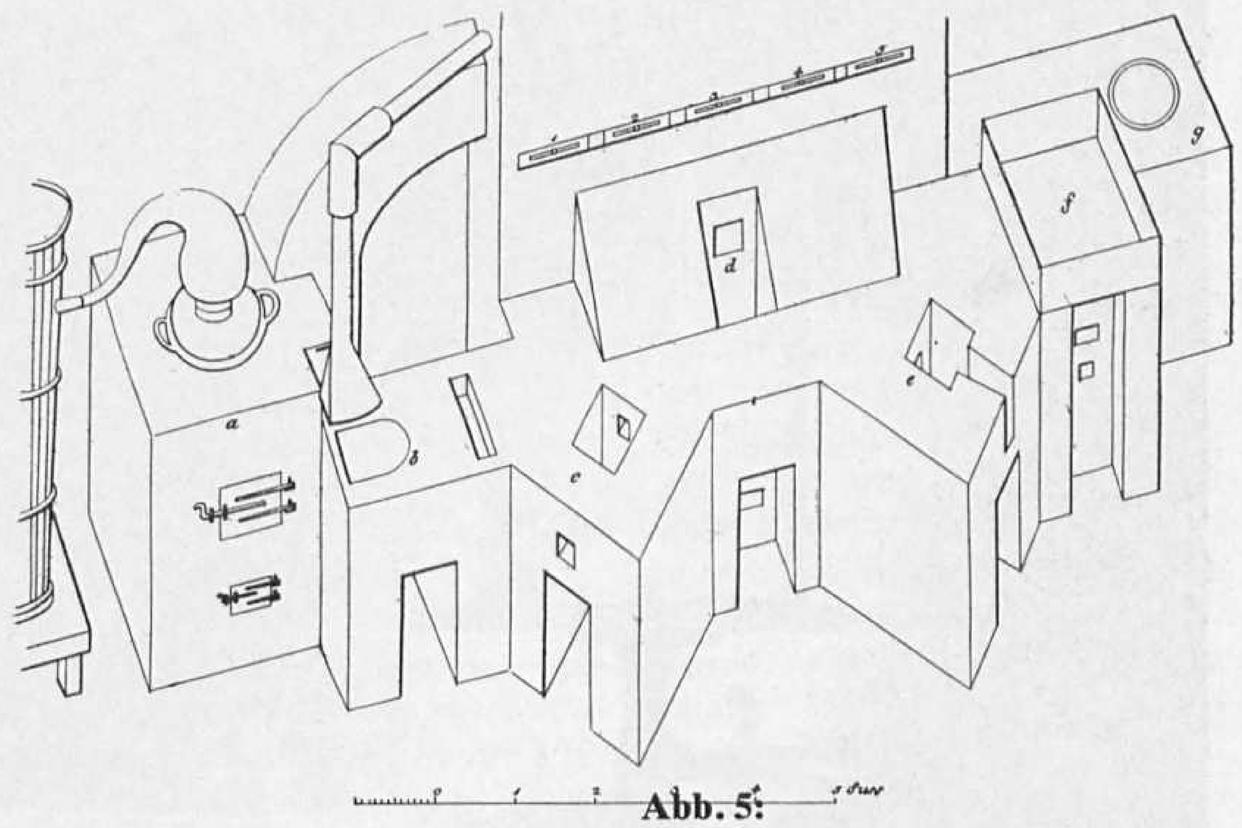


Abb. 5:
Pepys' Laboratorium mit sieben sich zu einem großen Herd vereinigenden Laboröfen.

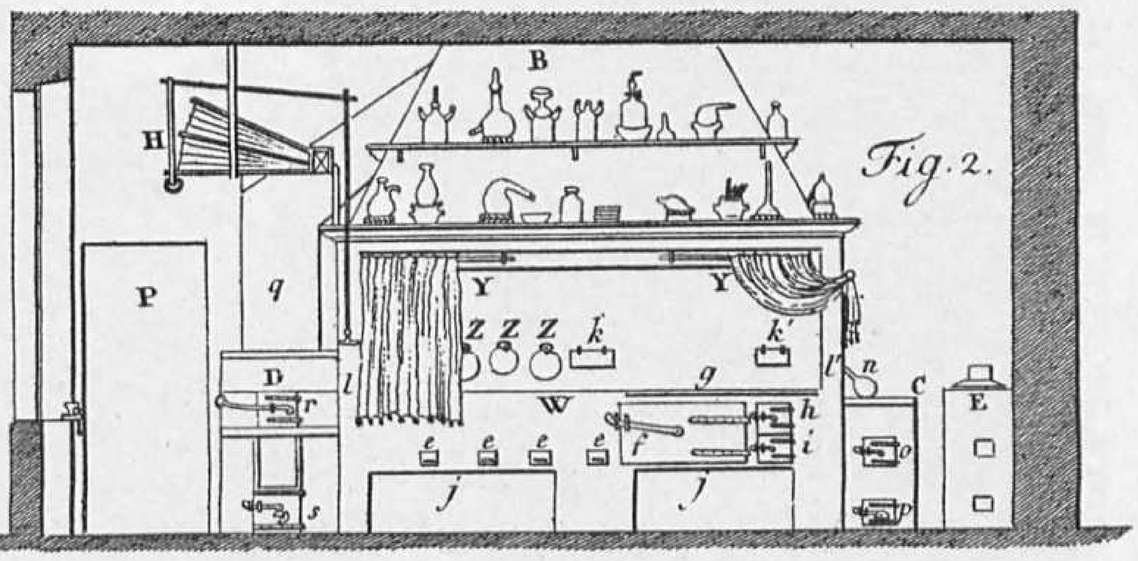


Abb. 4:
Laboratorium der Artillerieschule der königlichen Garde zu Vincennes von Jean d'Arcet (1777 bis 1844) mit zwei Appel-Schloten.

Oefen und kann für eine genaue Darstellung des Laboratoriums eines englischen experimentierenden Chemikers der jetzigen Zeit gelten. Die Figur giebt eine perspectivische Ansicht der Oefen. Der Schlot hat 5 neunzöllige Rauchzüge und ist etwa 20 Fuß hoch...« Auffällig bei dieser Konstruktion ist die versetzte und teilweise verkantete Anordnung der sich zu einem großen Herd vereinigenden Öfen. Immer noch ist also der Bau der Öfen das Entscheidende bei der Neuerrichtung eines Laboratoriums. Ein Eindruck, der sich bei der Betrachtung weiterer Abbildungen dieser Epoche vertieft.

Die Zeitschrift »Das Laboratorium« stellt in der Tafel CVIII das Laboratorium der Surrey-Institution vor, um 1835, das nach englischen Maßstäben – und England gehörte mit Frankreich zu den führenden Chemie-Nationen jener Zeit – als das schönste und zweckmäßigste Laboratorium galt (Abb. 6). Im Text heißt es: »... Das Laboratorium der Sur-

Unten: Rekonstruktion eines französischen Labors um 1780. Nachbau im Deutschen Museum.

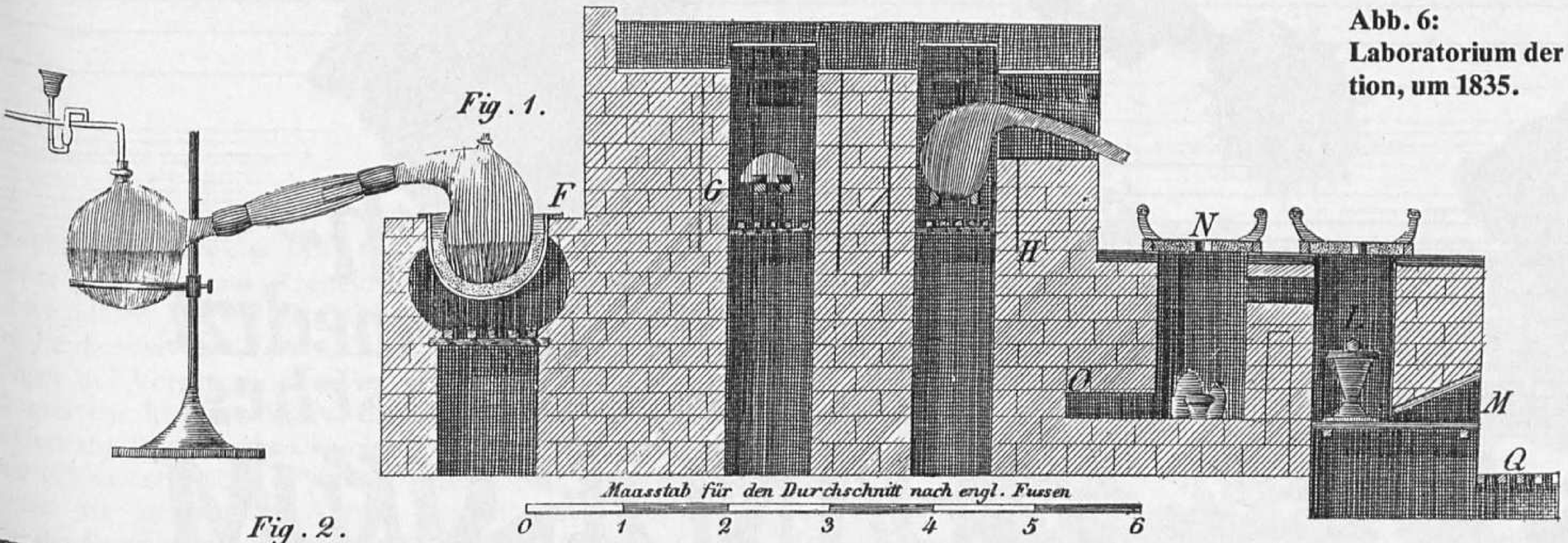
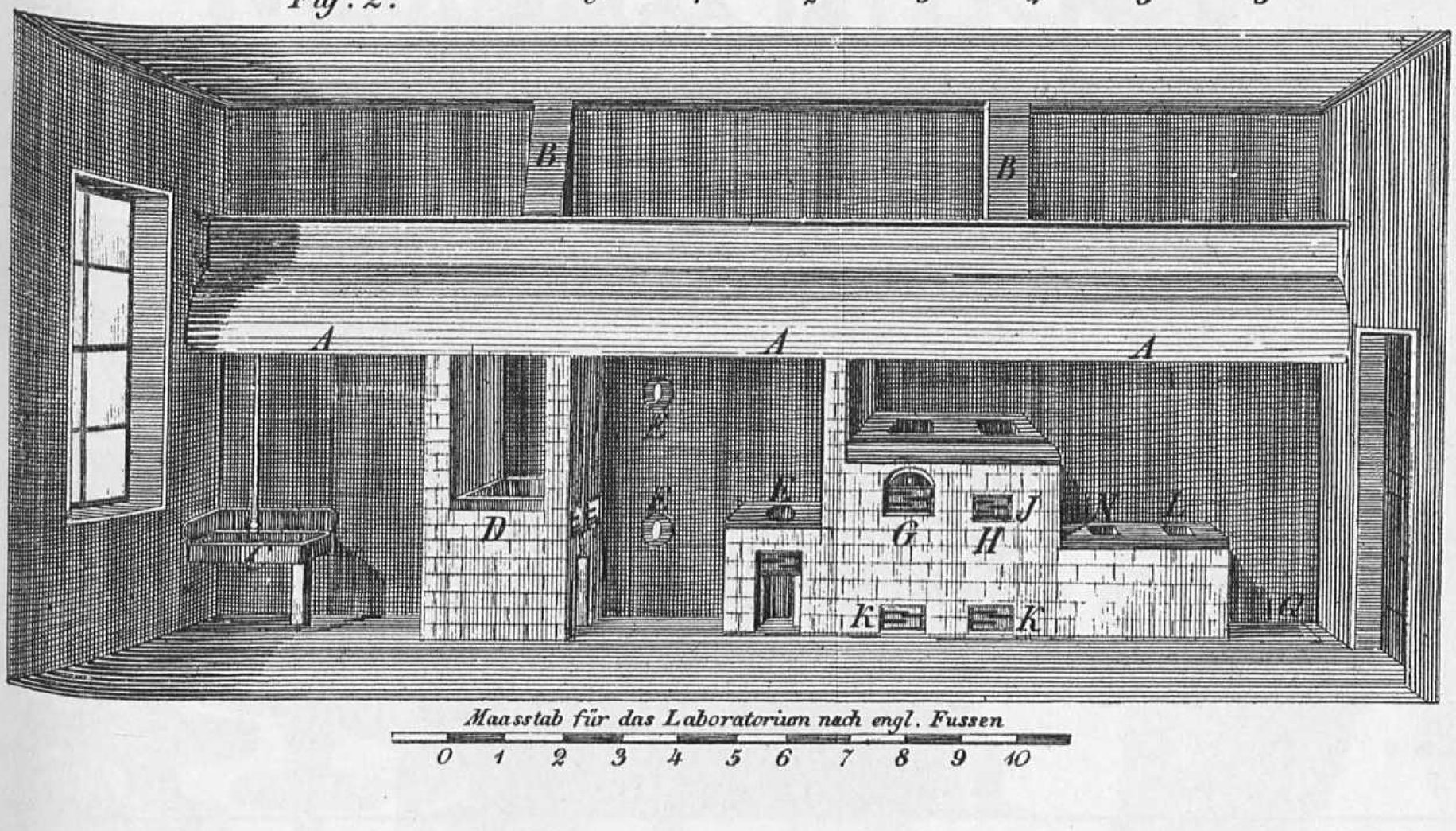


Abb. 6:
Laboratorium der Surrey-Institution, um 1835.



rey-Institution ... zu London ist nach dem Entwurfe und unter der unmittelbaren Leitung des Herrn Richard Knight's erbaut und von Samuel Parkes als eines der musterhaftesten chemischen Laboratorien, die man in ganz England findet, erkannt worden. Er verschaffte sich die Erlaubniß, von allen Theilen desselben Zeichnungen zu machen, nach welchen ein tüchtiger, solcher Arbeiten kundiger Mann ein ähnliches erbauen könnte. Zu diesem Behufe ist das Ganze nach einem richtigen Maaßstabe gestochen, wie man ihn jeder Abtheilung des Stiches beigefügt hat.

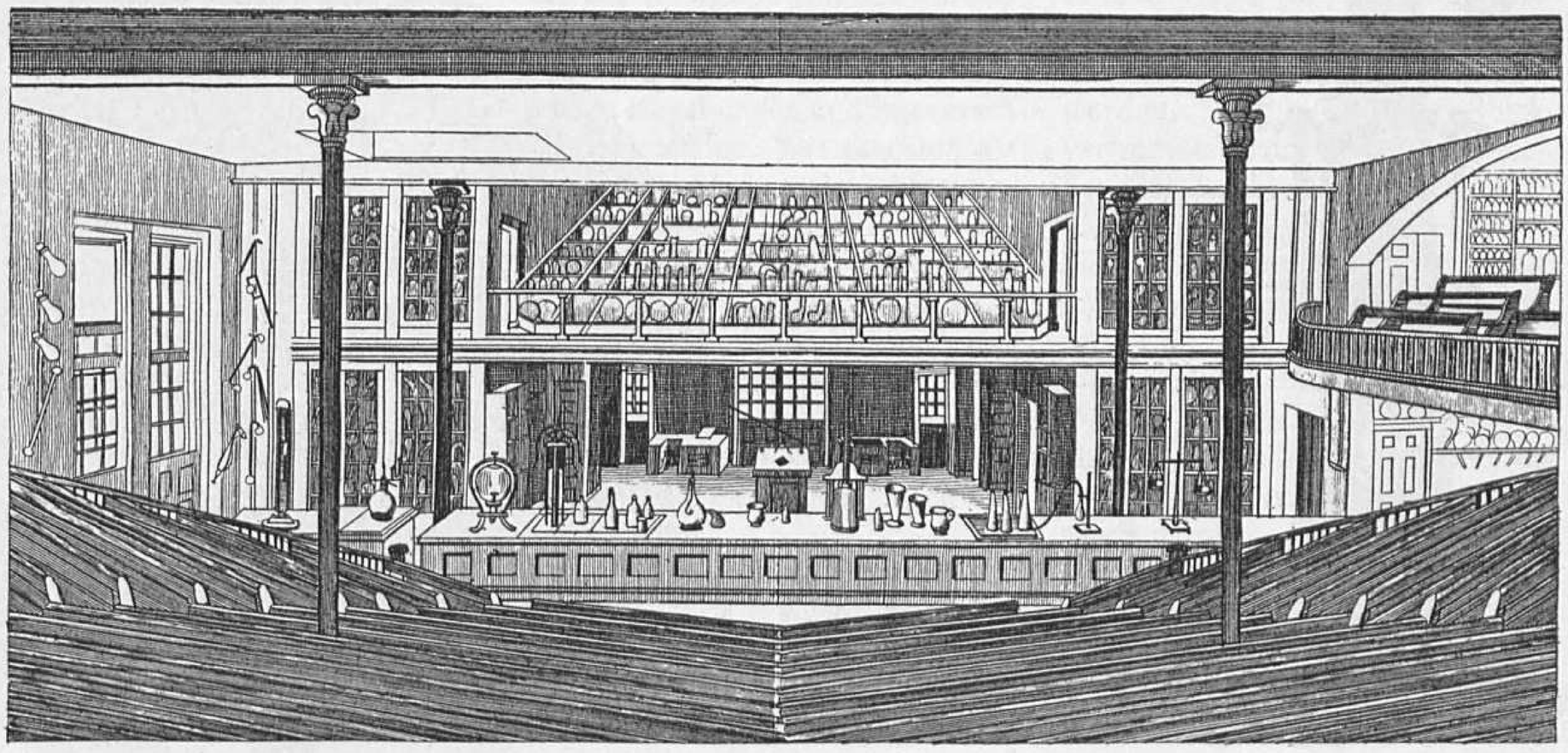
Der obere Teil der Kupfertafel giebt einen Durchschnitt durch die Hauptöfen, zum Behuf einer deutlichen Vorstellung seiner inneren Einrichtung. Der zweite Teil giebt, nach einem kleineren Maaßstabe, eine Ansicht des ganzen Laboratoriums.«

In der gleichen Tafel stellte die Zeitschrift »Das Laboratorium« auch einen chemischen Experimentierhörsaal vor, der durch zwei Besonderheiten auffällt (Abb. 7). Einmal ist der Erbauer Amerikaner. Es ist das erste Mal, daß ein amerikanisches Laboratorium als beispielhaft in der deutschsprachigen Literatur auftaucht: *»Beschreibung des Laboratoriums und des Saales der Universität von Pennsylvanien, in welchem Professor Hare seine Vorlesung hält.«*

Außerdem handelt es sich um eine völlig einmalige Konstruktion, bei der Laboratorium, Vortragstisch und Hörsaal zu einem Ganzen zusammengefaßt wurden. Im rückwärtigen Laboratorium sieht man einige größere gemauerte Herde. Die Decke des Laboratoriums ist zu einem einzigen großen Rauchfang ausgestaltet, der auch noch die Ausdünstungen des Vortragstisches aufnehmen kann. Die äußere Schräge dieses wahrhaft monumentalen Rauchfanges wird zum Aufbewahren von Glasgeräten gewissermaßen im ersten Stock verwendet. Dieses Regal ist notwendigerweise schräg und hat daher große Treppenstufen. Die Frage, warum diese Konstruktion so wenig Nachahmung gefunden hat, ist durchaus berechtigt. Laboratorium und Hörsaal blieben immer getrennt. Demonstrationsexperimente wurden allgemein für jede Vorlesung neu im Hörsaal aufgebaut. Durchgesetzt hat sich lediglich eine Durchreiche bzw. Türen, wie man sie heute noch findet. Über den Hintergrund kann man nur Mutmaßungen anstellen. Man wollte die in einem wirklich benutzten Laboratorium herrschende Unordnung den Studenten nicht zu früh im akademischen Unterricht vorweisen.

(Fortsetzung folgt)

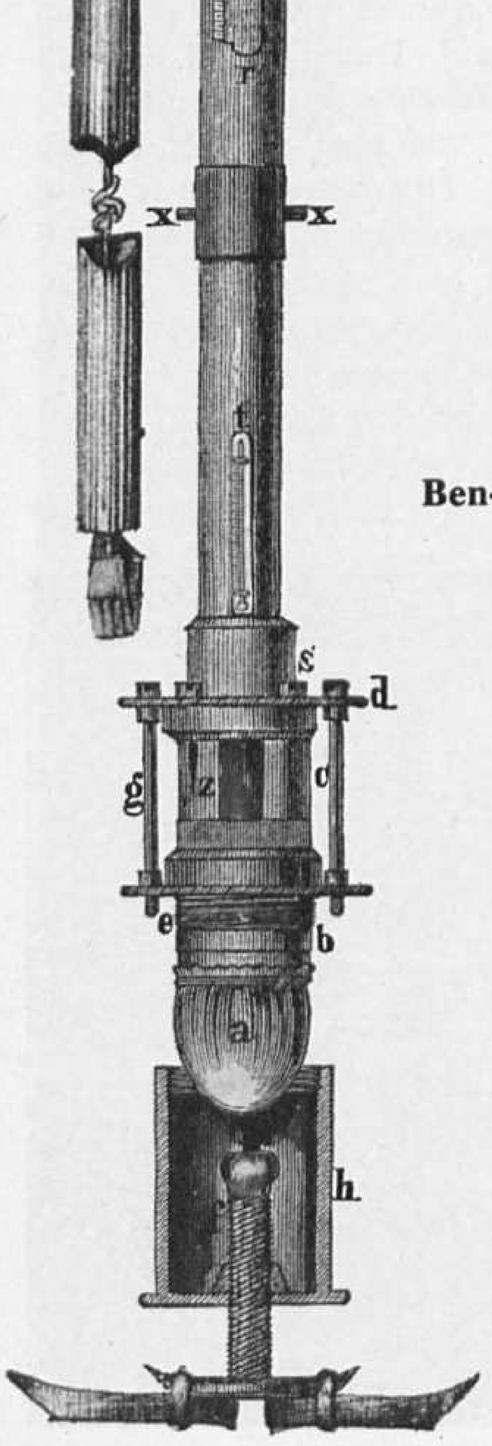
Abb. 7:
Der chemische Experimentierhörsaal der Universität von Pennsylvanien, in dem Prof. Hare lehrte.



Wilhelm Maier-Solgks

Botanisch-mechanisch-medizinisch-musikalisches PANOPTIKUM

Vor dem Kriege war die Aula, die als Musikunterrichtsraum diente, war der Physik- und Chemiesaal einer Schule noch ein »botanisch-mechanisch-musikalisches Panoptikum«. Diese Säle, wenn sie der Physik und der Chemie dienten, stammten noch von alten chemischen Laboratorien ab, von denen Otto Krätz in diesem Heft (»Dokumenta, Laboratorien 1«) berichtet. Hinter diesen Klassenzimmern der Wissenschaft, die sich als solide, kleine Universitätshörsäle mit aufsteigenden Bankreihen darboten, waren die »Sammlungen« untergebracht. Unsere Lehrbücher waren vor dem Krieg schon fast so modern wie heute, das »Lehrmaterial«, in den Sammlungen aufgehoben, war es mitnichten. Da sahen wir so rührende wie uralte Elektrisiermaschinen und Funkeninduktoren noch handgewickelt aus bestem Kupferdraht mit so schönen wie uralten handgedrehten Messingklemmen und -schrauben, da gab es prachtvoll veraltete Mikroskope aus schierem Messing und Hy-



Ben-Wisch

Der Heilige aus Nowgorod

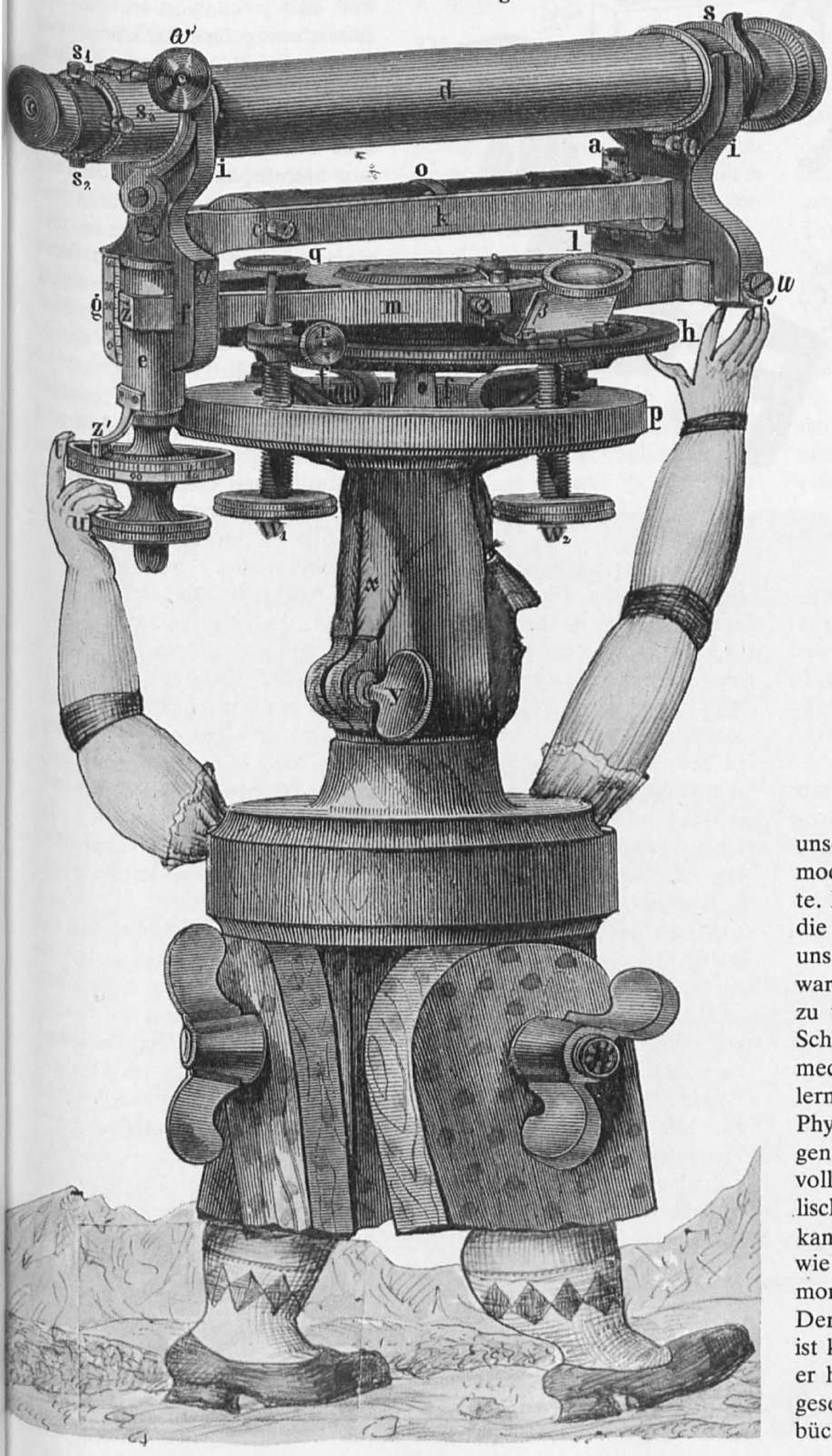
grometer des Jahrgangs 1850. Da waren Mappen mit Gesteins-Dünnschliffen aus der achtzehnten Jahrhundertwende (vom Vorgänger des Vorgängers des Vorgängers des heutigen Herrn Direktors angelegt), und im Chemiesaal gab es noch einen so prachtvollen wie unmodernen Abzug, wie ihn Justus von Liebig noch in München benutzt hatte. Da waren Chemikalien in hohen Gläsern, die unseren Hörsaal wie eine mittelalterliche Apotheke aussehen ließen.

Die Wissenschaft vor unseren aufsteigenden Bankreihen war geheimnisvoll, hatte einen märchenhaften Glanz, und niemand von uns – weder wir Schüler noch unsere Lehrer – schaute sie so modisch-pessimistisch an wie heute. Die wenigsten von uns wurden die Wissenschaftler, die zu werden uns diese Lehrsäle anboten. Dafür waren Begabungen und Interessen zu verschieden. Wir merkten als Schüler nicht, in welch chemisch-mechanischem Panoptikum wir lernten. Und für die, die vor uns Physiker und Chemiker wurden, genügte das alte Lehrmaterial vollauf. Denn die ewigen physikalischen und chemischen Gesetze kann man genauso gut mit alten wie mit modernen Apparaten demonstrieren.

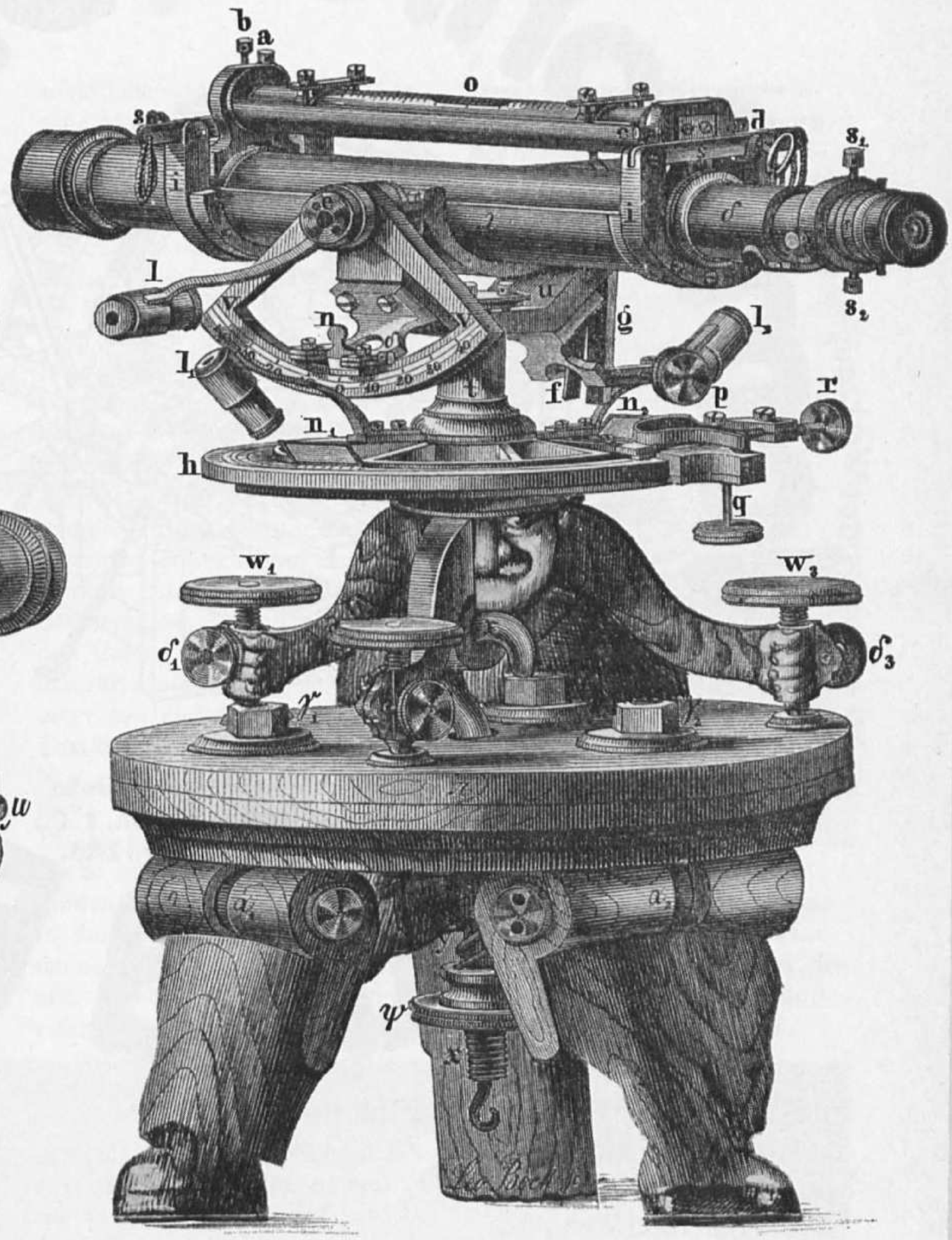
Der Maler Wilhelm Maier-Solgk ist kein Physiker geworden. Aber er hat in den alten Schulhörsälen gesessen. Er hat sich alte Physikbücher angeschaut und fand darin wieder die Chemie- und Physikstunden auf seiner »Penne«. Und er fand wieder die »Sammlungen« aus feinstem Messing, soweit sie in hohen Glasschränken aufbewahrt wurden. Wilhelm Maier-Solgk verfremdete seine Objekte mit liebevoller Zeichenfeder. Hier sehen Sie einige Ergebnisse seiner Beschäftigung mit seiner Schulzeit anno Vorkrieg. Das nautische Meßgerät auf dieser Seite erscheint oft in seinen Zeichnungen: Die Form ist für ihn wie das mattglänzende Messing, aus dem es sorgfältig – und wie man heute sagen würde – »von Hand« angefertigt wurde. Wir sehen es einmal als »Zentrifuge« beim Alm-Ab- oder -Auftrieb und einmal als Schalt- oder Biertisch für den ewig grantelnden »Dorf-Kopernikus«.

JvH

Sennerin mit Zentrifuge



Dorf-Kopernikus

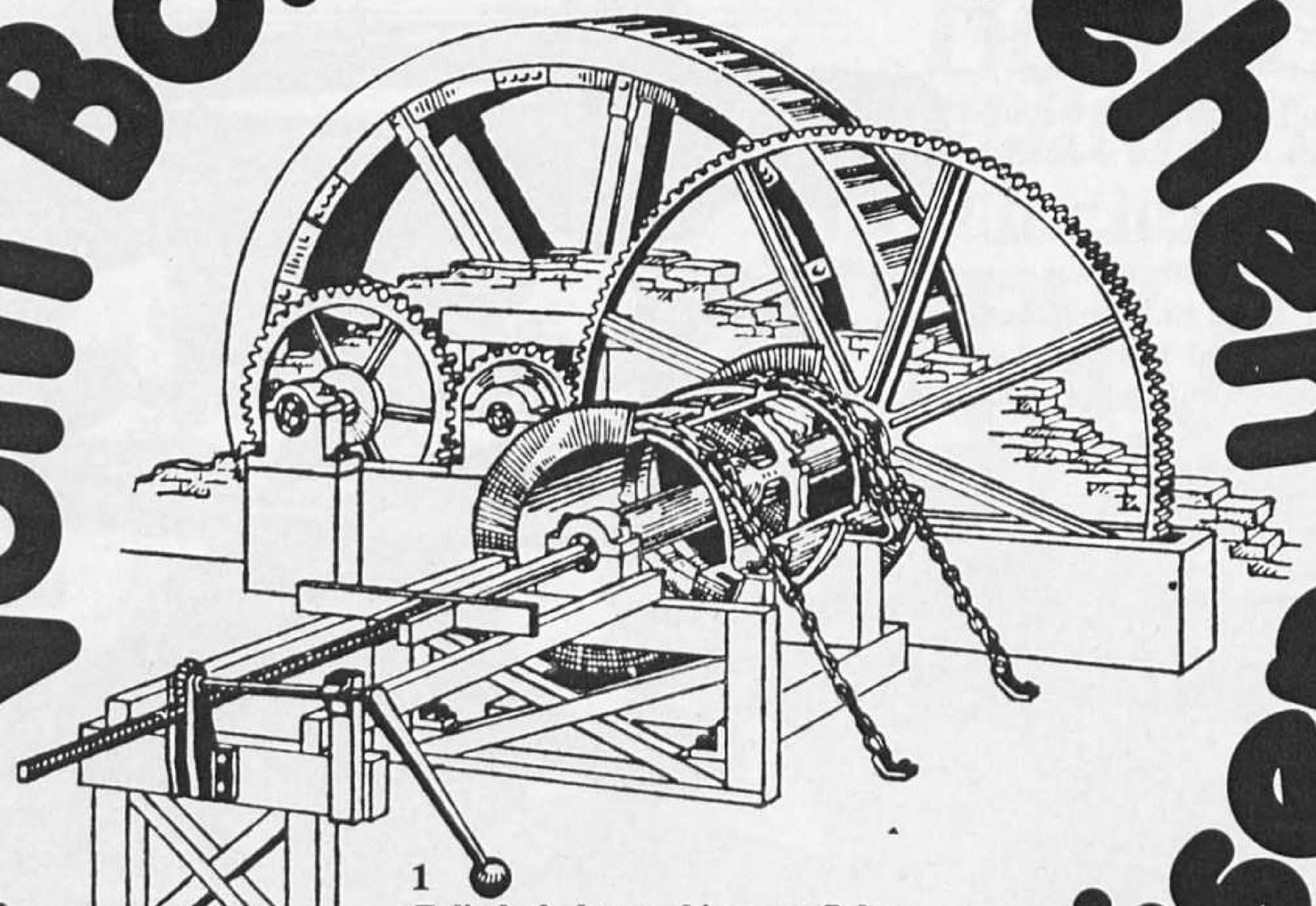


Vom Bohren, Drehen und Fräsen

der Werkzeugmaschinen

Zur Kulturgeschichte

Gernot Krankenhagen/
Karl Heinz Mommertz



1
Zylinderbohrmaschine von John Wilkinson, 1775. Aus: Rolt, T. C.: Tools for the Job. London 1965, S. 54.

Im Rahmen der Projekte, die für Lehrer und Ausbilder Materialien zur Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik erarbeiten, ist jüngst das Buch von Karl Heinz Mommertz »Vom Bohren, Drehen und Fräsen« erschienen. Im folgenden eine Kurzfassung dieses Werkes, das neben der historischen Darstellung einen Rundgang durch die historische Werkzeugmaschinenhalle im Deutschen Museum sowie mannigfaltige Anhänge (Begriffserklärungen, Anregungen für die Umsetzung in die Ausbildung, Zeittafel, Literatur und Register) enthält. Zu dem Buch ist außerdem eine Transparentreihe erschienen.

Einleitung

Als James Watt nach jahrelangen, systematischen Untersuchungen »Über die Federkraft des Dampfes« schließlich eine Dampfmaschine mit getrenntem Kondensator bauen lassen wollte, traten für ihn unerwartete Schwierigkeiten auf. Ihre Ursachen waren jedoch nicht Fehler in Watts theoretischen Überlegungen, wie man vielleicht annehmen könnte, sondern sie entstanden aus der Praxis. Bei Inbetriebnahme einer innerhalb von zwei Monaten gebauten ersten Versuchsmaschine zeigte sich, daß diese überall undicht war. Keiner der damaligen Handwerker Glasgows hatte einen Zylinder in der geforderten Größe ausbohren können. Deshalb war er aus Zinnblech gehämmert worden. Ein neuer Versuch, Zylinder und Kolben gießen zu lassen, schlug fehl. Die mit größtmöglicher Sorgfalt gegossenen Werkstücke erwiesen sich als unbrauchbar, weil sie zu ungenau gearbeitet waren.

Erst 1775 gelang es, einen ersten brauchbaren Zylinder herzustellen und damit das bereits 1769 zum Patent angemeldete theoretische Prinzip der direktwirkenden Dampfmaschine in die Praxis umzusetzen. Der Zylinder war auf einem eigens dafür konstruierten Zylinderbohrwerk (Bild 1) hergestellt worden.

Die Schwierigkeiten beim Bau der Wattschen Dampfmaschine zeigen, daß die technische Verwirklichung eines theoretisch bereits gelösten Problems – nämlich Wärme für mechanische Arbeit zu nutzen – zunächst an den fertigungstechnischen Gegebenheiten scheiterte. Die Bemühungen, diese Schwierigkeiten zu beseitigen, führten zur Weiterentwicklung und schließlich zur Überwindung der traditionellen Fertigungsverfahren. Mit den neuen Techniken entstanden dann auch neue Möglichkeiten für den Einsatz von Dampfmaschinen.

Der hier beispielhaft dargestellte wechselseitige Zusammenhang zwischen verschiedenen Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik bildet ein durchgängiges Merkmal der Technikgeschichte.

Wippe, Kurbel, Antriebsrad

In den rasch wachsenden Städten des 13. Jahrhunderts stieg die allgemeine Nachfrage nach Gebrauchsgegenständen, so daß sich das Drechseln neben vielen anderen als eigenständiges Gewerbe herausbilden konnte.

Die aus dem Altertum bekannte Vorrichtung zum Bearbeiten drehsymmetrischer Teile war so weit entwickelt worden, daß die Bezeichnung Drehbank von nun an zu Recht verwendet wurde (Bild 2). Sie bestand jetzt aus einem Gestell, der Bank, auf der zwei Holzpfosten mit feststehenden Metallspitzen zur Aufnahme des Werkstückes angebracht waren. Einer der Pfosten war in einer einfachen Längsnute in der Bank verschiebbar gelagert und bildete den Reitstock. Nach dem Einspannen des Werkstücks wurde dieser verkeilt.

Das Antriebsprinzip des Fiedelbogens war etwas abgewandelt und verbessert beibehalten worden. Um auf einen Gehilfen zum Antreiben der Drehbank verzichten zu können und trotzdem beide Hände für die Arbeit frei zu haben, befestigte man jetzt ein Ende der Antriebsschnur an ein Trittbrett und verband das andere Ende mit einer Feder. Diese bestand aus einer an einem Ende frei eingespannten wippenden Holzlatte, weshalb die so angetriebene Drehbank Wippendrehbank genannt wird. Man nimmt an, daß das englische Wort für Drehbank »lathe« von dieser »Latte« abgeleitet wurde.

Aber nach wie vor drehte sich das Werkstück hin und her, so daß das Werkzeug nach jeder Arbeitsumdrehung abgesetzt werden mußte, um den Rücklauf abzuwarten. Daß bei dieser Art des Drehens weder die Maß- noch die Formgenauigkeit besonders groß gewesen sein können, ist leicht einzusehen. Angesichts dieser Situation fragt man sich heute, warum kein Radantrieb mit Kurbel benutzt wurde, um eine gleichgerichtete Drehbewegung zu erzeugen.

Dies könnte – wenigstens beim Drechseln von Holz – darauf zurückzuführen sein, daß dieser Antrieb einen Gehilfen erforderte, der bezahlt werden mußte, wo-

durch der durch höhere Arbeitsleistungen erwirtschaftete Gewinn wieder geschmälert worden wäre. Beim Metalldrehen hatte der Radantrieb jedoch einen entscheidenden Vorteil. Mit ihm wurden – vor allem bei Verwendung eines Riemenantriebs mit Übersetzung – bedeutend höhere Antriebskräfte übertragen und größere Schnittgeschwindigkeiten erzielt. Dazu kam, daß durch die gleichmäßige Drehbewegung und die höheren Drehgeschwindigkeiten eine bessere Oberflächengüte zu erzielen war. Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil bestand darin, daß der Dreher sich voll auf die eigentliche Arbeit konzentrieren konnte, da die Antriebsarbeit vom Gehilfen übernommen wurde. Der Ausschuß dürfte sich dadurch wesentlich verringert haben, was bei den teueren, oft bereits vorbehandelten Werkstücken aus Metall sicher ein entscheidender Gesichtspunkt war (Bild 3).

Das gesellschaftlich-politische Hindernis für die gewerbeübergreifende Ausdehnung des neuen Antriebs lag bei den Zünften. Diese achteten streng darauf, daß keine Fertigungsmethoden von einem Gewerbe zum anderen übertragen wurden. So hatte z. B. ein Nürnberger Rotguß-Drechsler (d. h. ein Drechsler, der Kupfer und Messing verarbeitet), der 1561 ein »künstlich dreherad[1]« erfunden hatte, dieses wieder zerstören müssen, da er es an einen Goldschmied verkaufen wollte. Außerdem wurde er verpflichtet, keine zweite Maschine dieser Art zu bauen.

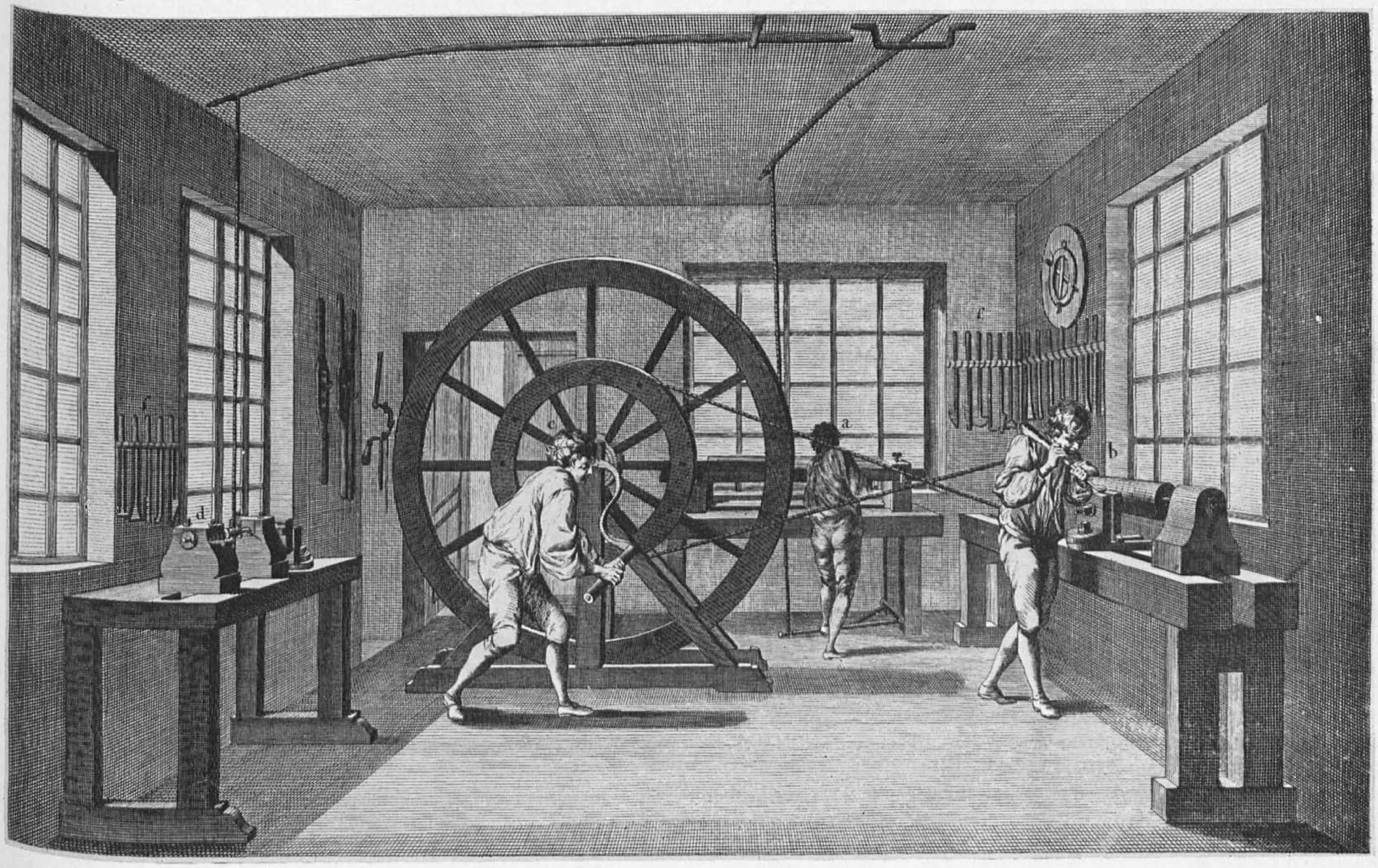
Die Anfänge des freien Wettbewerbs in England

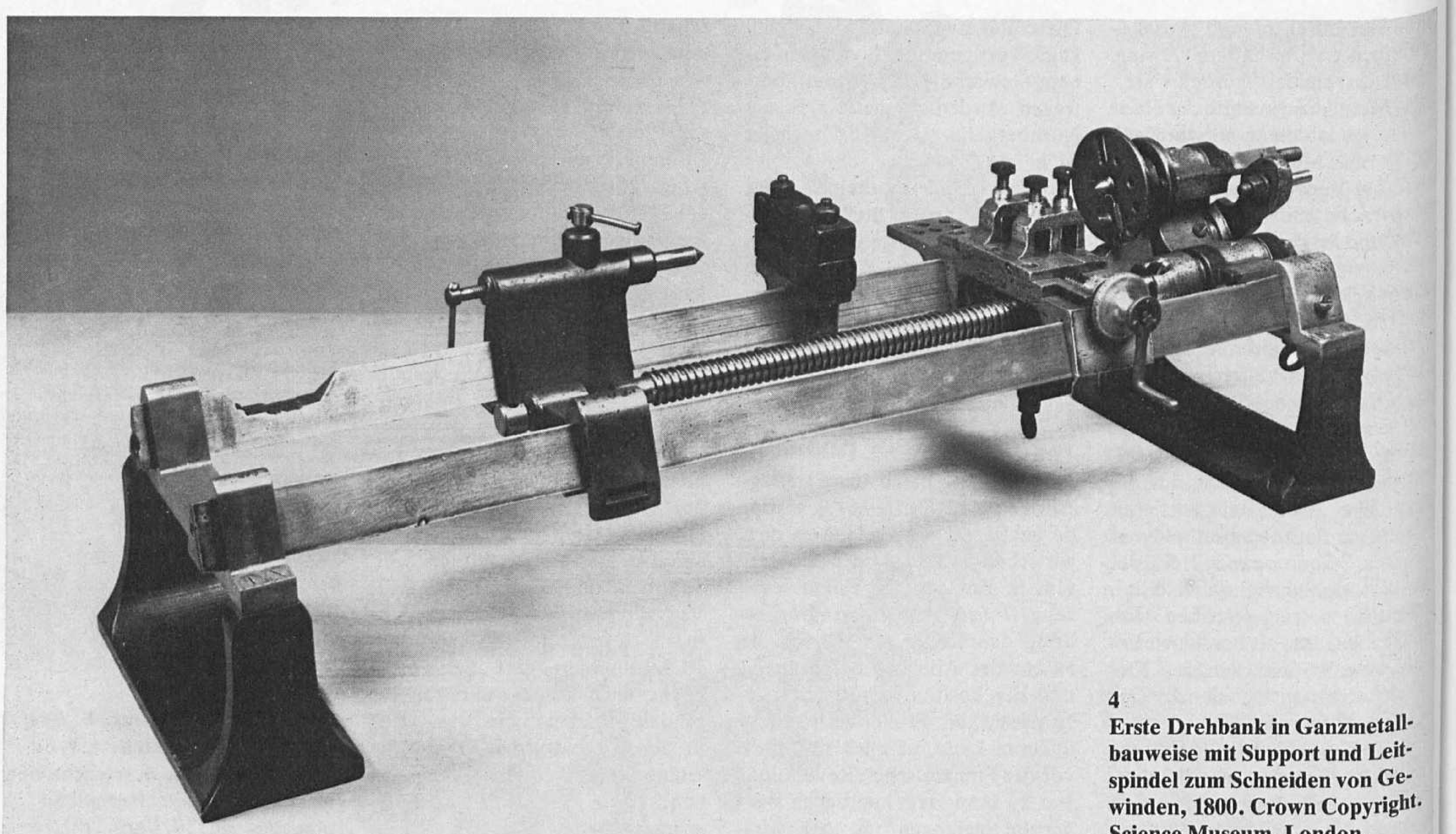
Als in Deutschland der Dreißigjährige Krieg (1618–1648) zu Ende gegangen war, gelang es dem wirtschaftlich mächtigen Bürgertum in England, in einem sechzehn Jahre dauernden Bürgerkrieg den König zu stürzen, die Macht des Adels zu beschränken und die Position des Parlaments zu verstärken. Früher als in jedem anderen Land, nämlich 100 Jahre vor der Französischen Revolution, war es damit dem englischen Bürgertum gelungen, zu der wirtschaftlichen Macht auch die politische Macht – wenigstens teilweise – zu erringen. Dieser Erfolg stärkte das nationale und demokratische Selbstbewußtsein und führte zusammen mit dem reformatorischen Wirtschaftsdenken zu einer am Erfolg orientierten Lebenshaltung – zum freien Wettbewerb. Der freie Wettbewerb wurde jetzt, anders als auf dem Festland, nicht mehr durch zünftische und ständische Privilegien eingeschränkt. Der weltweite Handel und die Ausbeutung der eroberten Kolonien ermöglichten den Engländern einen relativ hohen Lebensstandard. Das Aufstellen eines stehenden Heeres und eine luxuriöse Hofhaltung führten zu einer steigenden Nachfrage nach Textilien und Gebrauchsgütern. Vor allem in den Textilmanufakturen setzte deshalb ab dem 18. Jahrhundert eine fieberhafte Suche nach arbeits- und zeitsparenden Maschinen ein.

In der Folge wurden Dampfmaschine, Spinn- und Webmaschinen, Dreh- und Bohrmaschinen erfunden bzw. verbessert.

2
Drechsler an der Wippendrehbank, um 1425. Aus: Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüder-Stiftung in Nürnberg. Allbum I, 1388–1500, Fol. 18 v. Nürnberg, Stadtbibliothek.

3
Drehbank mit Radantrieb. Aus: Diderot, D.; d'Alembert, J. L.: Encyclopédie des ... sciences, des arts et des métiers. Recueil de planches, Bd. 10. Paris 1771.





4
Erste Drehbank in Ganzmetallbauweise mit Support und Leitspindel zum Schneiden von Gewinden, 1800. Crown Copyright. Science Museum, London.

Dampfmaschine und Kreuzsupport – Grundlagen der industriellen Revolution

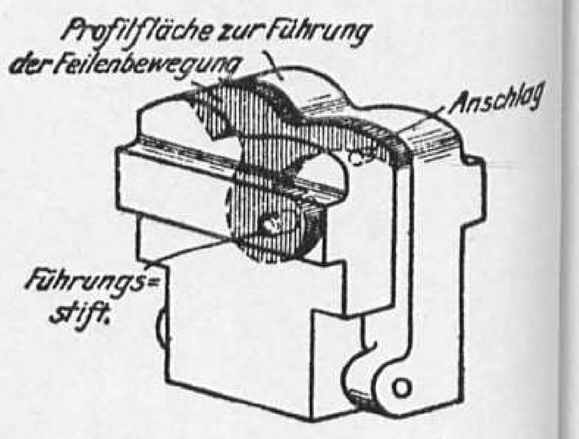
Einen wichtigen Schritt in der Entwicklung der Werkzeugmaschinen leitete John Wilkinson ein. Er ersetzte den einseitig eingespannten Bohrschaft der Zylinderbohrwerke durch eine Bohrstange, die an beiden Enden gelagert war (Bild 1). Der Messerkopf war auf der Bohrstange verschiebbar. Mit dieser Maschine hat Wilkinson den ersten brauchbaren eisernen Dampfmaschinenzylinder mit 1830 mm Durchmesser für James Watt gebohrt, der, wie Watt schreibt, ». . . an der schlechtesten Stelle nicht mehr als die Dicke eines schwachen Sixpence-Stückes abweicht[2]«. Der Sprung in der Bearbeitungsgenauigkeit war beachtlich. Lag die Abweichung zuvor in der Größenordnung der Dicke eines kleinen Fingers, so betrug sie nun lediglich noch soviel wie die Dicke einer Münze (ca. 1,5–2 mm), und das bei einem mehr als doppelt so großen Zylinderdurchmesser.

Gegen Ende des 18. Jahrhunderts besaßen bereits 84 Baumwollspinnereien sowie 28 Gießereien und Schmiedewerkstätten Dampfmaschinen. Bis zum Auslaufen ihres Patents zur Jahrhundertwende hatte die Firma Boulton & Watt ca. 500 Dampfmaschinen gebaut. Mit der Weiterentwicklung der Maschine traten immer wieder neue Bauteile auf, die mit bisher unbekannten Anforderungen an Maß- und Paßgenauigkeit zu fertigen waren. Außer Zylinder und Kolben, deren Spiel bei der Niederdruckmaschine noch mit einer Hanfpackung ausgeglichen werden konnte, mußten z. B. auch Kolbenstange und Stopfbuchse als ein genaues, axialbewegliches Paar hergestellt werden.

Alle Dreharbeiten wurden mit dem Drehmeißel ausgeführt, der ein relativ genaues Runddrehen gestattete. Aber für die axiale Parallelität und Geradlinigkeit der Mantellinie eines längeren zylindrischen Drehteils, z. B. der Kolbenstange, gab es keine andere Gewähr als die Geschicklichkeit des Drehers. Dieser mußte dabei nicht nur den Drehmeißel kräftig an das Werkstück drücken, sondern auch noch mit gleichbleibender Schnittiefe an demselben entlangbewegen, was nicht nur großes Geschick erforderte, sondern auch sehr anstrengend und ermüdend war.

Der nächste wichtige Schritt zur Verbesserung der Fertigungsgenauigkeit ging von Henry Maudslay aus. Dessen Tätigkeit ist ». . . die erste in jeder Hinsicht überlegte und gewissenhafte Werkstattarbeit zu verdanken, er erfand das Verfahren, genaue ebene Flächen durch gegenseitiges Abschmirgeln von drei Richtplatten herzustellen und damit die Möglichkeit, werkstattmäßig genaue Geradführungen mit Meißel und Feile zu bearbeiten[3]«. Die Möglichkeit, gerade, ebene Flächen mit großer Genauigkeit herzustellen, war eine wesentliche Voraussetzung für den späteren Bau einer Drehbank aus Metall mit einem über eine Leitspindel angetriebenen Kreuzsupport.

Der Kreuzsupport wurde zwar zuvor schon in Frankreich an Spezialmaschinen zur Herstellung von Ornamenten benützt, aber erst



5
Alte amerikanische Feilvorrichtung zum Feilen eines Spannhahnes aus der Fabrik von E. Whitney. Das Werkstück (schraffiert) wurde mit Anschlag und Führungsstift justiert, zwischen die gehärteten Platten der Vorrichtung geklemmt und auf die von der Vorrichtung vorgegebene Form zugefeilt. Aus: Roe, J. W.: Eli Whitney. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 10, Berlin 1920, S. 167.

Maudslay gelang es, durch Koppelung des Supports mit einer Leitspindel und dessen Führung in präzis gearbeiteten Metallschienen den Kreuzsupport für den Maschinenbau zu erschließen und zu einem vielseitig verwendbaren Instrument zu entwickeln. Jetzt war es möglich, die Mantellinien von außen- und innenzylindrischen Drehteilen parallel zu drehen und bei Gewinden Steigung und Flankenwinkel exakt einzuhalten. Maudslay schuf mit dieser Metalldrehbank die eigentliche Werkzeugmaschine mit Festführungen und mechanischem Antrieb des Werkzeugs (Bild 4). Die früher für jedes Stück erforderliche Arbeitssorgfalt mußte jetzt nur noch einmal, bei der Fertigung der Führungsprismen und der Leitspindel, aufgewendet werden. Erst dadurch war die Herstellung von unter sich gleichen, austauschbaren Teilen grundsätzlich möglich geworden.

Bereits Karl Marx unterstrich die außergewöhnliche Bedeutung des Supports für die Revolutionierung der gesamten Maschinenbautechnik: »Diese mechanische Vorrichtung ersetzt nicht irgendein besonderes Werkzeug, sondern die menschliche Hand selbst... So gelang es, die geometrischen Formen der einzelnen Maschinenteile mit einem Grad von Leichtigkeit, Genauigkeit und Raschheit zu produzieren, den keine gehäufte Erfahrung der Hand des geschicktesten Arbeiters verleihen konnte[4].« Mit dem mechanischen Support, der die Hand des Handwerkers »ersetzt«, begann ein neues Kapitel in der Geschichte der Werkzeugmaschine.

Waffenproduktion, Austauschbau und Arbeitsteilung – die Entwicklung in Amerika

Die wichtigsten Impulse zur Entwicklung eines typisch amerikanischen Werkzeugmaschinenbaus kamen nicht von den Dampfmaschinenbauern, sondern von den Waffenherstellern. Dabei war es vor allem die Forderung nach Austauschbarkeit der einzelnen Waffenteile, die sich auf die Entwicklung und den Bau von Werkzeugmaschinen auswirkte: »...Besonders bei militärischen Waffen war die Auswechselbarkeit der Teile von großem Wert. Vorher, bei den handgefertigten Musketen, machte der Verlust oder die Beschädigung eines einzelnen wichtigen Teiles die ganze Waffe unbrauchbar, oder sie konnte nur von einem gelernten Büchsenmacher wieder instand gesetzt werden, da jedes der Einzelteile für sich eingepaßt war[5].«

In Amerika fand das Austauschprinzip die für seine Entfaltung geeigneten Grundlagen. Hier gab es im Gegensatz zu Europa kaum ausgebildete Büchsenmacher und keine hemmende handwerkliche Tradition. Wegen des Mangels an ausgebildeten Handwerkern zerlegten die Waffenhersteller, wie die Berichte von Zeitgenossen zeigen, das mannigfaltige handwerkliche Fertigungsverfahren in mehrere kleine Einzelschritte, so daß durch Einsatz von Maschinen und Vorrichtungen die Geschicklichkeit des gelernten Handwerkers ersetzt werden konnte (Bild 5).

Ein Waffenhersteller, der bereits mehrere Regierungsaufträge zur Fertigung von größeren Mengen Pistolen erhalten und ausgeliefert hatte, schreibt 1808 in einem Brief an den Marineminister: »Ich finde, daß wenn ich einen Arbeiter ein bestimmtes Teil einer Pistole 2000mal anfertigen lasse, ich dadurch wenigstens ¼ der Arbeitszeit spare, die er gebrauchen würde, wenn ich die Pistolen in kleinen Mengen anfertigen ließe, und die Arbeit wird um so besser, je schneller sie ausgeführt wird[6].«

Die Produktionsmethoden der Waffenhersteller setzten sich bereits nach wenigen Jahren auch in anderen Bereichen des amerikanischen Maschinenbaus durch, so daß in Europa bald vom »amerikanischen Fabrikationssystem« gesprochen wurde.

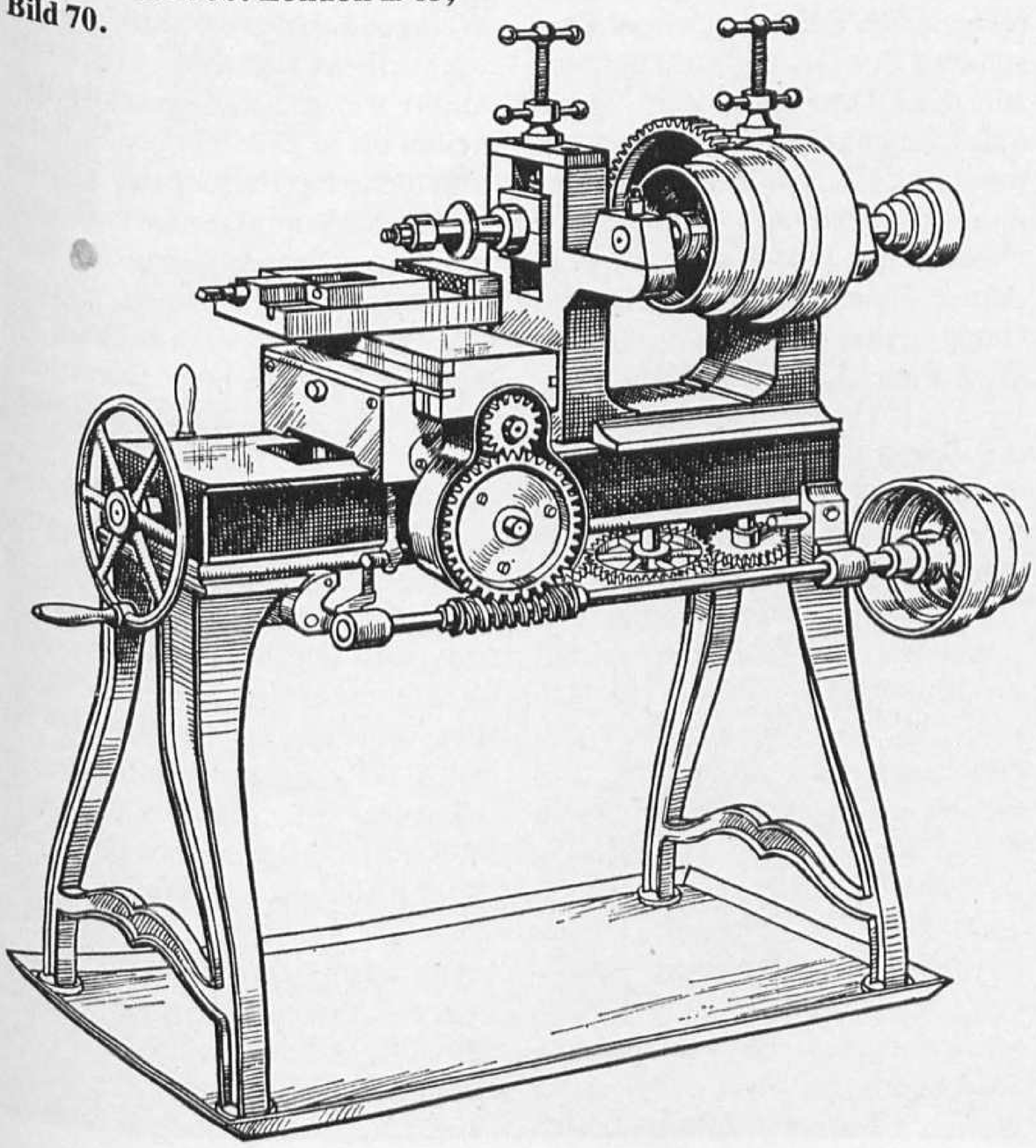
Den Bemühungen und Versuchen der amerikanischen Waffenproduzenten, eine wirksame Maschine herzustellen, die das teure Feilen von Hand übernehmen konnte, ist die Entwicklung einer der vielseitigsten modernen Werkzeugmaschinen – der Fräsmaschine – zu verdanken. Über ihre genauen Entstehungsumstände liegen keine gesicherten Erkenntnisse vor. Die ersten Fräser waren gemäß ihrem ursprünglichen Verwendungszweck – dem mechanisierten Feilen – Scheiben oder Walzen mit feilenartigen Zähnen. Die eigentliche Bedeutung des Fräsens lag jedoch nicht in der Verringerung der Arbeitszeiten, sondern darin, daß zum ersten Mal auch bei nicht drehsymmetrischen Bauteilen eine exakt gleichbleibende Form (Formfräser) mit hoher Paßgenauigkeit hergestellt werden konnte. Zuvor hatte eine Passung als gut gegolten, wenn ein Blatt Papier leicht, zwei Blatt Papier jedoch nicht darin hin und her geschoben werden konnten.

Die Weiterentwicklung der Fräsmaschine wurde vor allem von regierungseigenen Waffenfabriken betrieben. Mit dem als »Lincoln Miller« bekannten Fräsmaschinen-Typ setzte sich um 1850 schließlich die Konstruktionsform der einfachen Fräsmaschine durch (Bild 6).

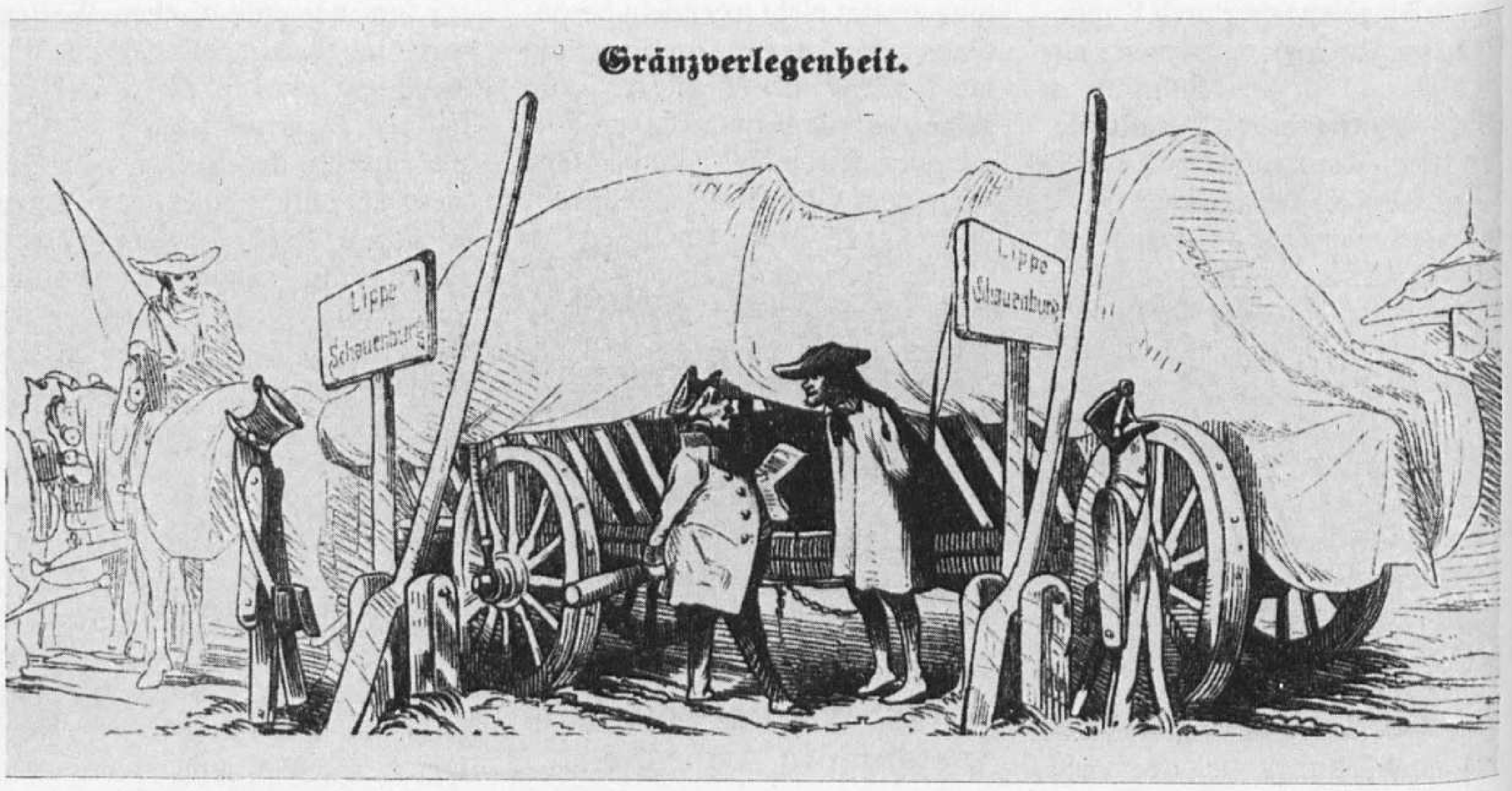
Vom Entwicklungsland zur Wirtschaftsmacht – die Industrialisierung in Deutschland

Der nach dem Dreißigjährigen Krieg im »Westfälischen Frieden« 1648 geschlossene Friedensvertrag sicherte den Landesfürsten in Deutschland die volle Landeshoheit. Eine weitere Schwächung der Zentralgewalt des Kaisers des »Heiligen Römischen Reiches Deutscher Nation« erfolgte durch Gebietsabtretungen an Frankreich und Schweden. Das Reich zerfiel praktisch in einige Königreiche sowie mehrere Fürsten- und Herzogtümer und viele kleine souveräne Grafschaften. Deutschland wurde durch die Kriegsereignisse um mehr als 100 Jahre zurückgeworfen. Das Volksvermögen war zu rund 50% vernichtet. Mehr als einem Drittel der Gesamtbevölkerung hatte der Krieg das Leben gekostet. Das geistige Schaffen und die politische Willensbildung der unteren und mittleren Bevölkerungsschichten, der Landbevölkerung und des städtischen Bürgertums, die das spätere Mittelalter noch gekennzeichnet hatten, waren abgestorben. Im regionalen Rahmen erhielten die Zünfte Ordnungs- und Polizeirechte. Durch die damit verbundene Festschreibung der mittelalterlichen Fertigungsverfahren erstarrte die tech-

6 Fräsmaschine vom Typ Lincoln-Miller, um 1850. Aus: Rolt, T. C.: Tools for the Job. London 1965, Bild 70.



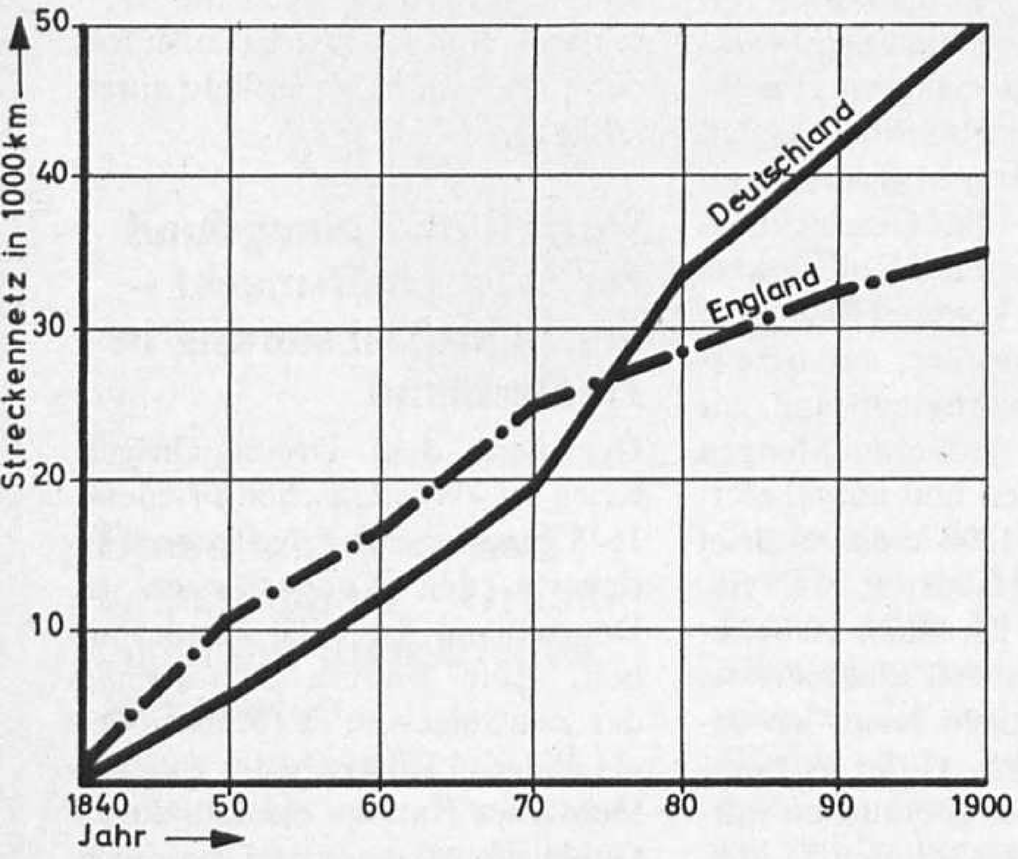
7 Karikatur aus dem Jahr 1834. Gränzverlegenheit: »Sie sehen, Herr Gränzwächter, daß ich nix zu verzolln hab', denn was hinte auf dem Wage is, hat die lippische Gränze noch nit überschritte, in der Mitt' is nix, und was vorn drauf ist, is schon wieder über die lippische Gränz' drübe.« Bildarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin.



nisch-gewerbliche Entwicklung an ihrem Tiefpunkt.

Mit dem Zollverein, in dem sich 18 der 39 deutschen Einzelstaaten im Jahr 1834 wirtschaftlich zusammengeschlossen hatten, war eine bedeutende Vergrößerung des Absatzmarktes erreicht worden. Jetzt mußten die Waren nicht mehr an jeder Landesgrenze verzollt werden, was zuvor den Warenverkehr verzögerte und den Preis der Waren von Landesgrenze zu Landesgrenze erhöht hatte (Bild 7).

Für einen schnelleren und billigeren Güterverkehr zwischen Rohstoffquelle, Produktionsort und Absatzmarkt sorgte das Aufkommen der Eisenbahnen in Deutschland (erste Eisenbahnstrecke Nürnberg–Fürth, 1835 eingeweiht). Die Entwicklung der Eisenbahn verbesserte jedoch nicht nur die Verkehrsbedingungen, sondern erhöhte gleichzeitig den Bedarf an Lokomotiven, Waggons, Gleisen und Streckenzubehör (Bild 8).



8 Ausbau des Streckennetzes der Eisenbahnen in Deutschland und England zwischen 1840 und 1900.

Die wachsende Dimension und Leistungsfähigkeit der in der Schwerindustrie erforderlichen Maschinen und Apparate, die jetzt aus Stahl und Eisen statt aus Holz gefertigt wurden, setzte der handwerklichen Herstellung natürlich Grenzen. Der Widerspruch zwischen Anforderungen und Möglichkeiten wurde durch den vermehrten Bau und den Einsatz von Werkzeugmaschinen gelöst. Mit dem Einsatz von Werkzeugmaschinen in der Maschinenproduktion und der damit verbundenen schrittweisen Verdrängung des handwerklichen zugunsten des fabrikmäßigen Maschinenbaus war auch in Deutschland in den fünfziger und sechziger Jahren der wesentliche Schritt zur Industrialisierung getan.

Schulische Bildung, technisches Zeichnen

Die sich langsam entwickelnde arbeitsteilige Produktion führte nicht nur zum Absterben der handwerklichen Fertigungsmethoden und zur Herausbildung neuer industrietypischer Tätigkeiten, sondern stellte auch höhere Anforderungen an die allgemeine Bildung des Facharbeiters. In dem Maße, wie der ständige persönliche Kontakt bei der Leitung und Kontrolle der Arbeit zwischen Arbeiter und Meister nicht mehr möglich war, mußte die Arbeit geplant und vorbereitet werden. Zu diesem Zweck wurden in den Maschinenfabriken technische Büros und Konstruktionsabteilungen eingerichtet.

Die Trennung vom Arbeiter erzwang für beide Berufe eine verständliche Form der Mitteilung, das technische Zeichnen. Das Fertigen und Montieren nach Zeichnung erforderte von den Arbeitern aber zumindest Grundkenntnisse im Lesen und Schreiben sowie die Beherrschung der Grundrechenarten und ein gewisses Verständnis der Geometrie. Dies war zu der damaligen Zeit keine Selbstverständlichkeit. In den meisten deutschen Staaten gab es zwar eine allgemeine Schulpflicht. Diese stand jedoch nur auf dem Papier. Eine behördliche Überwachung fehlte. Erst 1853 verbot ein Gesetz die Arbeit für Kinder unter zwölf Jahren! Die Arbeitszeit der zwölf- bis vierzehnjährigen wurde auf zwölf Stunden beschränkt. Eine Fabrikinspektion wurde eingeführt. »Doch bemühten sich noch lange einzelne Unternehmer, die ihren Gewinn bedroht sahen, gemeinsam mit den Arbeitereltern, die für ihr Familieneinkommen fürchteten, das Gesetz unangewandt zu lassen. Immerhin setzte der Schulzwang der Kinderarbeit gewisse Grenzen, obwohl es auch hier oft an strenger Durchführung mangelte[7].«

Unternehmen, die auf theoretische Kenntnisse ihrer Arbeiter angewiesen waren, erteilten in ihren Fabriken in sogenannten Fortbildungsschulen Unterricht im Lesen, Schreiben, Rechnen sowie Maschinen- und Freihandzeichnen. Dieser Unterricht erfolgt in der Regel an Sonn- und Feiertagen oder in den Abendstunden.

Schnell-Stahl, elektrischer Einzelantrieb

F.W.Taylor stellte auf der Weltausstellung von 1900 einen neuen, mit Wolfram und Chrom legierten Werkzeugstahl vor. Mit diesem »Schnellschnitt-Stahl« (Schnell-Stahl) waren Schnittgeschwindigkeiten bis zu 25 Meter pro Minute, also dem Dreifachen der damals üblichen Schnittgeschwindigkeit, möglich. Die deutschen Stahlerzeuger reagierten schnell. Bereits ein Jahr später veranstalteten sie ein Wettdrehen zur Ermittlung des besten deutschen Schnell-Stahles.

Die Firma Loewe, deren Maschinen als erstklassig bekannt waren, führte ebenfalls Versuche mit Schnell-Stählen durch. Es zeigte sich, daß selbst die stabilsten Maschinen der Firma, wenn sie unter den mit diesen neuen Stählen möglichen Beanspruchungen betrieben wurden, bereits nach vier Wochen »fertig« waren. Die Keile in den Rädern und Wellen waren lose und die Zahnräder zum Teil zerbrochen. Die Hauptspindel war verdreht, und die Hauptdrucklager waren zerstört[8].

Offensichtlich hatte der herkömmliche Werkzeugmaschinen-

bau eine bis dahin nicht erkennbare Grenze erreicht. Waren bisher Schnittgeschwindigkeit und Schnittdruck vor allem durch die mechanische und thermische Festigkeit der niedrig- oder unlegierten Werkzeugstähle begrenzt worden, so traten mit der Erfindung des Schnellschnitt-Stahles neue Kriterien auf. Nicht mehr das Werkzeug, sondern die Maschine bestimmte die Grenzen der zulässigen Beanspruchung. Deshalb mußten, wenn man die höheren Schnittleistungen der neuen Werkzeuge ausnutzen wollte, die Drehzahlen erhöht und die Werkzeugmaschinen entsprechend verändert werden. So mußten z. B. bei den Drehbänken die Spindelstöcke und Spindellagerungen verstärkt werden. Mit den höheren Spindeldrehzahlen war der Übergang vom Stufenscheibenantrieb mit Flachriemen zum Spindelstock mit Zahnrädern bereits vorgezeichnet.

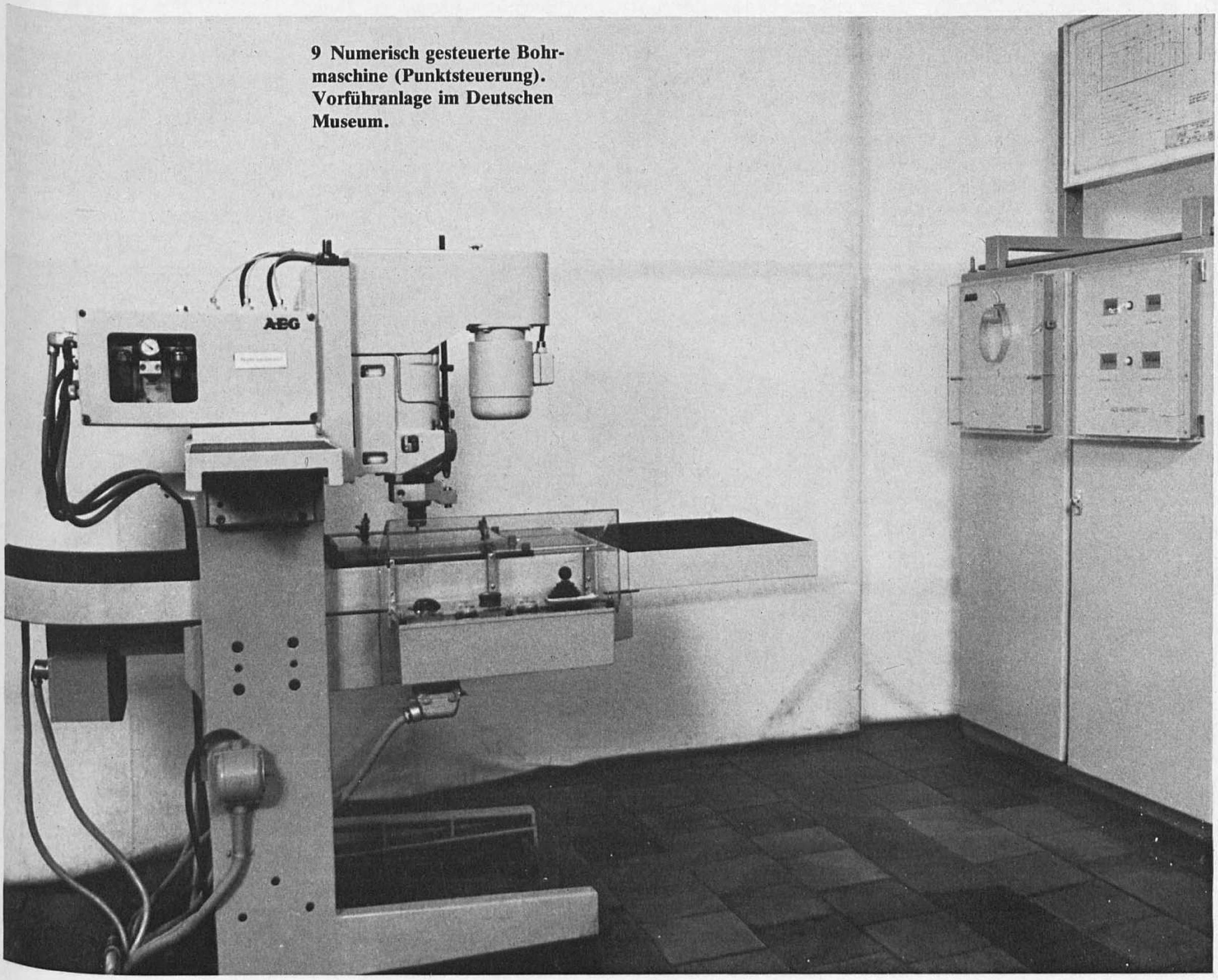
Die bisherigen Vorschub-Getrieberäder aus Eisen oder Stahlguß mußten durch Stahlräder ersetzt werden. Um den Verschleiß bei Getrieberädern und -lagern zu verringern, mußte die Schmierung verbessert werden. Zunächst wurde von Fett- auf Ölschmierung übergegangen, später dann zu im Ölbad laufenden Getrieben mit geschlossenen Spindelstöcken.

Da die Transmissionen zur Übertragung hoher Drehzahlen ungeeignet waren, fand mit dem Schnell-Stahl auch der elektrische Einzelantrieb eine breitere Anwendung. In Deutschland konnte er sich jedoch nicht so rasch durchsetzen wie in den USA. Die aus der schwereren Bauweise resultierende längere Lebensdauer der deutschen Maschinen (man rechnete zu dieser Zeit mit einer dreißig- bis vierzigjährigen Benutzungsdauer) verringerte das Umschlagtempo, mit dem die alte gegen die neue Technik ausgetauscht wurde. Auch noch in den dreißiger Jahren wurden in vielen Betrieben Werkzeugmaschinen über Transmissionen angetrieben. Andererseits lieferte die Firma Wagner & Co, Düsseldorf, 1913 bereits 93 % ihrer Drehbänke – vor allem Großdrehbänke – mit elektrischem Antrieb aus.

Takt- und Fließfertigung, NC-Maschinen, Mikroprozessoren

Aus den Bedürfnissen der Takt- und Fließfertigung resultierend, wurde die Steuerung und schließlich die Programmierung der Werkzeugmaschinen zum entscheidenden Faktor. Takt- und Fließfertigung verlangten eine weitgehende Automatisierung im Arbeitsablauf, der Werkstückhandhabung und neuerdings auch des Werkstückwechsels. Diesen Forderungen wurde weitgehend durch die Entwicklung neuer, meist numerischer Steuerungstechniken entsprochen (Bild 9). Diese kamen, wie die mechanische Steuerung von Automaten im

9 Numerisch gesteuerte Bohrmaschine (Punktsteuerung). Vorführanlage im Deutschen Museum.



vorigen Jahrhundert, aus den USA.
Bereits 1952 ließ die amerikanische Luftwaffe die praktische Durchführbarkeit einer dreidimensionalen stetigen Regelung von Werkzeugmaschinen mittels digitaler Speicherfilme klären. Damals wurde bewiesen, daß sich ein automatischer Arbeitsablauf dreidimensional durchführen läßt. In den folgenden 15 Jahren hat die numerische Steuerung eine Entwicklung ausgelöst, die auch in Europa erfolgreich aufgegriffen wurde.
Aus der Werkzeugmaschine konventioneller Bauart wurde eine Kombination aus Steuerung und Maschine, wobei die Steuerung sagt, was die Maschine zu tun hat. Da sie damit dem Einfluß des Menschen teilweise entzogen wird, bedarf sie auch nicht mehr der vielen Steuerorgane wie Hebel und Handräder, so daß viele Bedienungselemente, die früher unentbehrlich waren, zwangsläufig entfielen.
Mit dem Einsatz von NC-Maschinen entwickelten sich neue Kriterien für eine Fertigung durch Automaten. Nicht mehr die Anzahl der zu produzierenden Teile, sondern die Möglichkeiten der Maschine wurden zunehmend entscheidend. Hatte man zuvor möglichst formähnliche Werkstücke zur Produktion zusammengefaßt, um dadurch die Rüstzeiten der Automaten gering zu halten, so werden bei NC-Maschinen, deren Rüstzeit wesentlich geringer ist, bearbeitungsähnliche Werkstücke zusammengefaßt. Das heißt, auf einer NC-Maschine werden solche Teile gefertigt, die gleiche Werkzeuge und gleiche Spannzeuge erfordern. Das Kriterium für die Auswahl der Maschine liegt damit nicht mehr bei der Form des Werkstücks, sondern bei den Möglichkeiten der Maschine selbst. Das führte dazu, daß seit einigen Jahren gerade hochwertige Einzelteile auf NC-Maschinen schneller, genauer und wirtschaftlicher als mit herkömmlichen Fertigungsmethoden hergestellt werden.
Eine weitere Verstärkung der oben beschriebenen Tendenz zeichnet sich bereits ab: Die Entwicklung von Mikroprozessoren ermöglicht, auch komplizierteste Regelungsprozesse, wie z. B. mehrdimensionale Bahnsteuerungen, mit relativ geringem Aufwand zu realisieren. Aber auch für den Bereich der Massenfertigung erlaubte die Mikroprozessoren-Technik die Entwicklung von Maschinen (sogenannten Industrieroboter; Bild 10), die innerhalb ihres Aufgabenbereiches relativ flexibel sind, d. h. schnell und einfach umprogrammiert werden können, so daß sie Aufgaben übernehmen können, die bisher nur durch den Einsatz von Menschen wirtschaftlich zu bewältigen waren.
Experten der Industriegewerkschaft Metall schätzen, daß bereits heute etwa 200 000 Arbeitsplätze der westdeutschen Industrie durch Roboter ersetzt werden könnten. Mit dem Einsatz von Industrieroboter setzt eine neue entscheidende Phase der Automatisierung von Fertigungsprozessen ein. Die sozialen und politischen Folgen erscheinen kaum absehbar, lassen aber eine Revolutionierung der Arbeitswelt erwarten.

Anmerkungen

1 Klemm, F.: Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme. Freiburg 1954, S. 148.

2 Häneke, H.: Aus der Geschichte der Zylinderbohrmaschine. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 17, Berlin 1927, S. 118.

3 Buxbaum, B.: Der englische Werkzeugmaschinen- und Werkzeugbau im 18. und 19. Jahrhundert. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 11, Berlin 1921, S. 124.

4 Marx, K.: Das Kapital. Berlin 1973, S. 406.

5 Roe, J. W.: Aus der Geschichte der amerikanischen Werkzeugmaschinen. In: Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie, Bd. 17, Berlin 1927, S. 106.

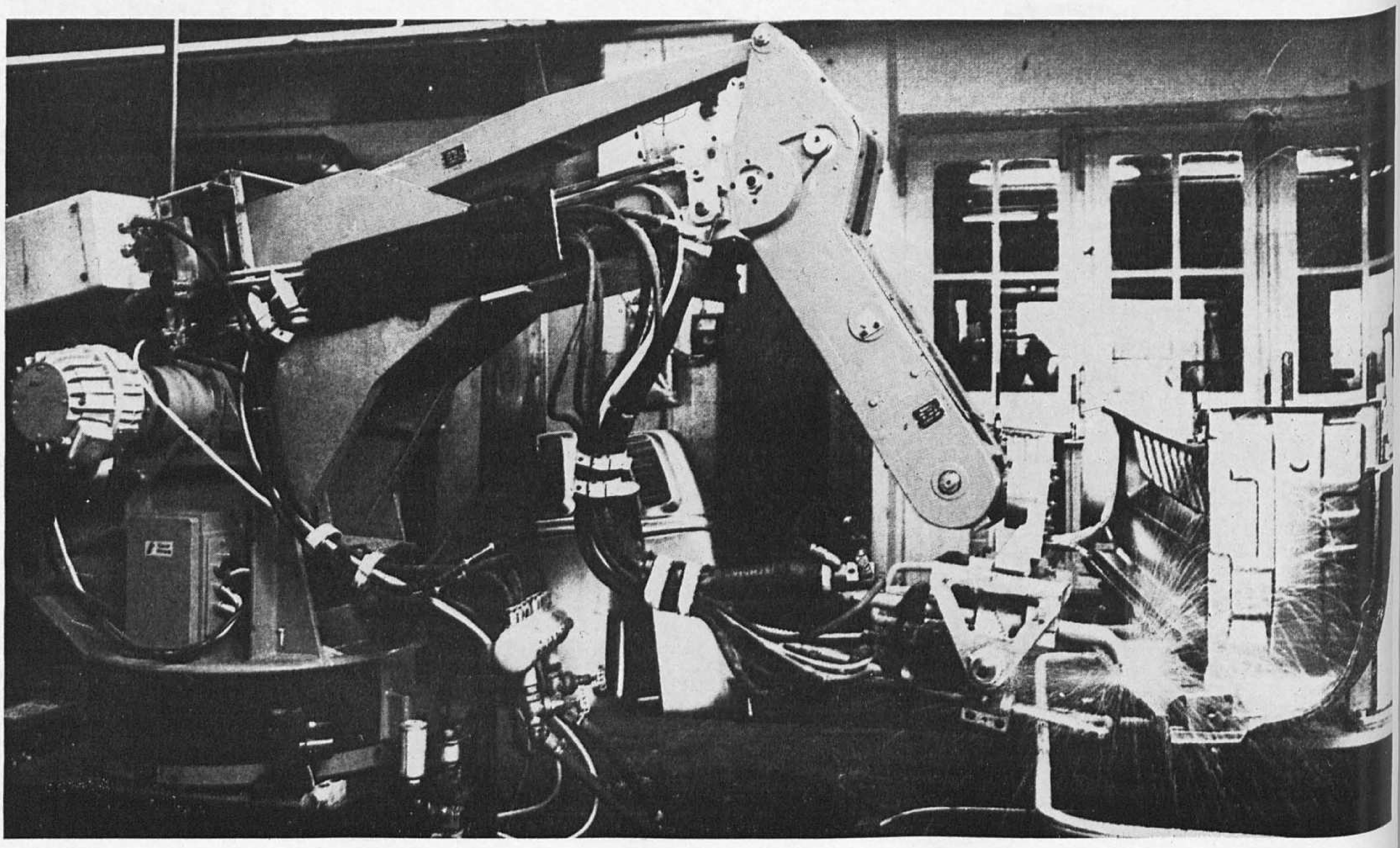
6 ebenda, S. 113.

7 Haussherr, H.: Wirtschaftsgeschichte der Neuzeit. Köln/Graz 1960, S. 400.

8 Wittmann, K.: Die Entwicklung der Drehbank bis zum Jahre 1939. 2. Aufl., Düsseldorf 1960, S. 104.

Weitere Literatur in

Mommertz, K. H.: Vom Bohren, Drehen und Fräsen. Zur Kulturgeschichte der Werkzeugmaschinen, München (Deutsches Museum) 1979. 228 Seiten, 214 Bilder, DM 19,80 (erhältlich nur über die Buchhandlung des Deutschen Museums).



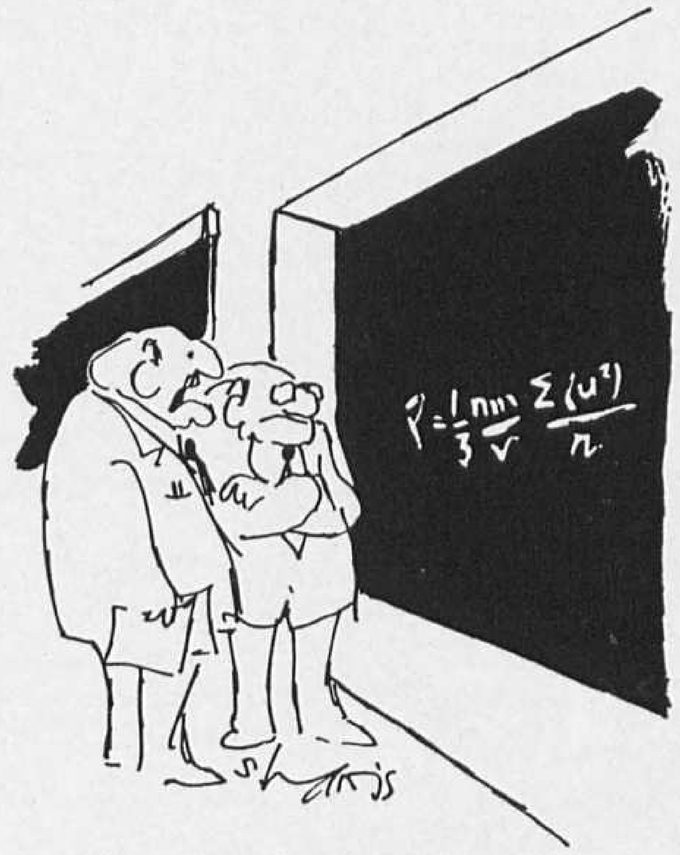
10
Industrieroboter. In der Bundesrepublik arbeiten derzeit schon mehr als 500 solcher Maschinen. Aus: Firmenschrift VW, Wolfsburg.

Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG FÜR DEUTSCHLAND
Skylab über dem Indischen Ozean abgestürzt
Sadat und Begin kommen trotz allem voran
„Der Friede ist Wirklichkeit für immer"
Zurück zur Erde
Eine der großen Zeitungen der Welt

Bekannt aus der erfolgreichen Vortragsreihe im Bayerischen Rundfunk – jetzt als Buch:

Prof. Dr. Edgar Lüscher, München

Aktuelle Physik



»Am meisten deprimierend ist die Erkenntnis, daß in ein paar Jahren das Gegenteil von dem, was wir heute als richtig erkennen, als wahr bewiesen wird« (Am. Sc. 65, 1977)

Reihe *Thiemig-Taschenbücher* Band 67 (1978) VIII, 136 Seiten, 44 Abbildungen, 5 Tabellen, kartoniert; DM 16,80. ISBN 3-521-06118-3

Physik — aktuell, in großen Zügen, verständlich, ohne mathematischen Ballast — so wie jeder moderne Mensch gern von diesem Brocken der Wissenschaft etwas erfahren und verstehen möchte. Wie schon in seiner Rundfunk-Vortragsreihe zum gleichen Thema, ist es dem Autor auch in diesem Buch gelungen, den gewaltigen Komplex der heutigen Physik einem größeren Publikum begreifbar darzustellen.

Der Leser wird mit dem Gebäude der Physik vertraut gemacht, den Prinzipien und den Forschungsmethoden dieser Disziplin und den großen Ideen der Physik wie Relativitätstheorie, Äquivalenz von Masse und Energie, Quantentheorie, Wellenmechanik, Wahrscheinlichkeitsbegriff im Mikrokosmos, Symmetrie- und Erhaltungssätze. Vorstellungen vom Bau der Atome und der Festkörper werden entwickelt und die Auswirkungen dieser Erkenntnisse an Beispielen erläutert: Der Laser etwa hat ungeahnte Möglichkeiten in Wissenschaft, Technik und Medizin eröffnet. Die gewaltigen Fortschritte der letzten Jahre und Jahrzehnte in der Erforschung des Mikrokosmos und des Makrokosmos werden erläutert: Sie haben u. a. die wirtschaftliche Nutzung der Kernenergie ermöglicht. Zur Erweiterung unserer Kenntnisse der Atomkerne und Elementarteilchen dienen riesige Beschleuniger: Der Autor berichtet über die allerneuesten Ergebnisse dieses hochaktuellen Gebiets, z. B. über die Quarks. Fast noch bedeutendere Fortschritte sind in der Astrophysik gelungen. Der Leser erhält einen Einblick in die Entwicklungsgeschichte der Sterne und das Wesen »exotischer« Himmelskörper wie Pulsare, Röntgensterne, Neutronensterne und Schwarze Löcher.

Begeistert werden Schüler, Studenten und aufgeschlossene Leser nach diesem Kompendium der modernen Physik greifen.

Dieses THIEMIG-Buch erhalten Sie in Ihrer Buchhandlung.

Verlag Karl Thiemig, Postf. 90 07 40, 8000 München 90

Für Sie gelesen

John Gray Landels: **Die Technik in der antiken Welt,** *C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München 1979. 276 Seiten, 20 Bildtafeln, 65 Abbildungen im Text. 15×22,5 cm, Ganzleinen, DM 34,–. (Aus dem Englischen übertragen von Kurt Mauel. Titel der Originalausgabe: Engineering in the ancient world, London 1978.)*

Die antike Welt, deren technische Leistungen in diesem Band dargestellt werden, ist die der Griechen und Römer und damit die der beiden bedeutendsten Zivilisationen des alten Europa. Es wird kein vollständiger Bericht gegeben über die technische Entwicklung von der Zeit des klassischen Griechenland bis zur Höhe und zum Ende des Römischen Reiches, sondern es werden diejenigen Leistungen herausgestellt, die mit der Anwendung von Kraft für technische Zwecke zusammenhängen. Zur Einleitung werden die Kraft- und Energiequellen, die in der klassischen Antike zur Verfügung standen, behandelt, im wesentlichen die Kraft des Menschen selbst und die Tierkraft. Die Bewegung von Lasten, die Bedienung der einfachen Maschinen, die Benutzung des Hebels, das Tretrad oder den Göpel, die Nutzung der Wasserkraft und der Windkraft und wenige, aber erfolglose Versuche der Nutzung von Dampfkraft zeigen die folgenden Abschnitte. Den Hauptteil des Buches nehmen sechs ausgewählte Kapitel über die Anwendung von Kraft und die Nutzung von Energie ein. Im Abschnitt Wasserversorgung und Wasserbau werden an Hand von schriftlichen Quellen, hier vor allem Vitruv und Frontinus, und nach archäologischen Funden die verschiedenen Systeme der Wasserversorgung der griechischen und römischen Städte und Gemeinden beschrieben. Vom Auffinden der Quellen bis zum Bau von Druckleitungen oder Aquädukten und zum Bohren von Tunnels werden hier zahlreiche Beispiele angeführt. Die genormten Größen von Bleirohren, wie sie die Römer verwendeten, sind ebenso erklärt wie die verschiedenen Düsen zur Messung des Wasserverbrauchs bei Versorgungsanlagen der Römer. Die Genauigkeit der Rechenmethode des Frontinus wird in einem Anhang eindrucksvoll vorgeführt. In einem weiteren Kapitel werden die zahlreichen Pumpen der Antike für Bewässerung, aber auch Wasserhaltung in den Bergwerken, für das Auspumpen von Schiffen und zum Feuerlöschen behandelt. Ausführliche Würdigung findet die Berechnung und Konstruktion der Schraubenpumpen und der archimedischen Spiralen. Für Treträder und Trommeln wie für alle anderen Maschinen werden Schätzungen der Leistung und des Wirkungsgrades vorgenommen. Zur Konstruktion der Pumpen gehört ebenso eine Erläuterung der Ventilkonstruktion wie eine Berechnung der Liefermenge und der notwendigen Kräfte für die Bedienung. Überlegungen werden angestellt, aufgrund von Funden in Griechenland und in Frankreich, wie die Pumpen gebaut wurden und welche Leistung sie gehabt haben können. Krane und Hebewerke, über die im antiken Schrifttum viel berichtet wird, von denen aber nahezu gänzlich Überreste fehlen, werden im folgenden Kapitel behandelt. Auch hier wird ausführlich auf Vitruv und auf Heron von Alexandria Bezug genommen. Den Katapulten in allen vorkommenden Formen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Es beginnt mit dem Bogen und dem Bogen-Katapult, wie es schon im 4. Jahrhundert v. Chr. verwendet worden ist, und führt zu den verschieden großen Katapulten, deren Konstruktion ausführlich beschrieben wird, bis zu den Pfeilgeschützen und den verschiedenen Steinschleudern. Besonders interessant ist hierbei ein Bericht über Versuche an der Universität von Reading/England, an denen der Verfasser selbst teilgenommen hat, über die Konstruktion von Torsionsfedern aus Tiersehnen. »Schiffe und Seetransport« ist das ausführliche Kapitel überschrieben, in dem eingehend über Bau und Betrieb der Ruderschiffe wie der Segelschiffe berichtet wird. Das Kapitel enthält neben einer Berechnung des Rammvorganges bei griechischen Triremen die Darstellung eines Verfahrens zur Schätzung der Höchstgeschwindigkeit von Ruderschiffen. Mit einem Abschnitt über den Landtransport, in dem die verschiedenartige Anspannung der Zugtiere und die Konstruktion der Fahrzeuge und Räder beschrieben sind, schließt der Hauptteil des Buches. In jedem Kapitel sind aus den antiken Quellen die entsprechenden Stellen angezogen, Textstellen und vor allem charakteristische Bezeichnungen übersetzt und erläutert.

Im Unterschied zu der Mehrzahl der geschichtlichen Darstellungen über die Antike und die antike Technik versucht Landels statt einer beschreibenden Form eine Darstellung der Erfindungen im Betrieb. Hiermit gibt er einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von Überschätzungen oder Unterschätzungen der Leistungsfähigkeit von Maschinen und technischen Vorrichtungen der Antike. Ein Kapitel über den Fortschritt theoretischer Kenntnisse beschließt das Buch. Hier wird deutlich herausgestellt, daß der Beitrag der Römer zur Entwicklung der Technik fast völlig im Bereich der praktischen Anwendung lag, während das theoretische Wissen der Griechen gleichzeitig als das des gesamten Mittelmeerraumes einschließlich des römischen Weltreiches bis zum 5. Jahrhundert n. Chr. anzusehen ist. Herausgehoben wird dieser Stand der theoretischen Kenntnisse an den Beispielen Hydrostatik, Mechanik, Chemie. In einem Anhang werden die wichtigsten griechischen und römischen Autoren technischer Werke, nämlich Heron von Alexandria, Vitruv, Frontinus und Plinius der Ältere, vorgestellt. Das lebendig und anschaulich geschriebene Buch enthält für den Kenner der klassischen Antike wichtige und in dieser Form noch niemals zusammengetragene Hinweise auf die Bedeutung der technischen Entwicklungen. Für einen breiten Leserkreis auch ohne technische Kenntnisse vermittelt das Buch einen hervorragenden Einblick in die technischen Leistungen der antiken Welt. *Me.*

240 S. im Format 26,6 x 29,5 cm mit über 600 ein- und mehrfbg. Abb., geb. 98,— DM. Best.-Nr. 18873

Unter Mithilfe der bedeutendsten Technikmuseen der Welt, u. a. des Deutschen Museums in München, entstand dieses enzyklopädische Sachbuch, das besonders anschaulich und reich illustriert die Funktionszusammenhänge der einfachsten bis kompliziertesten Maschinen von der Frühzeit bis zum Raketenzeitalter auf einen Blick verständlich macht. Den wissenschaftlich fundierten, in seiner technischen Aussage faszinierend geschriebenen Text verfaßte Sigvard Strandh, Stockholm.

herder Freiburg Basel · Wien

Jürgen Teichmann

Technikgeschichte in der Schule

Symposium
im Deutschen Museum
vom 23. bis 24. November
1979

In den letzten Jahren hat die programmatische und methodologische Diskussion zur Technikgeschichte einen starken Aufschwung erlebt. Neuerdings taucht Technikgeschichte verstärkt auch in den Lehrplänen und im Unterricht der allgemeinbildenden Schule auf. Die Einbeziehung technikgeschichtlicher Fragestellungen erfolgt dabei sowohl im Schulfach Geschichte als auch in den neuen Fächern Technik und Arbeitslehre, die es inzwischen in fast allen Bundesländern an der Grund- und Hauptschule und in einigen wenigen Bundesländern – im Schulversuch – an der Realschule und im Gymnasium gibt. Auch in den Fachschulen (z. B. Berufsschulen) gibt es Möglichkeiten, wobei die Fachoberschule – zwischen Fachschule und allgemeinbildender Schule – ebenfalls interessant ist.
Das bedeutet, daß sich inzwischen Historiker, Geschichtsdidaktiker, Technik- und Arbeitslehredidaktiker sowie Lehrer der Fächer Geschichte und Technik/Arbeitslehre in verschiedenen Schulformen und Schulstufen mit technikgeschichtlichen Lerninhalten beschäftigen. Um diese verschiedenen Gruppen miteinander ins Gespräch zu bringen, veranstalteten die Bereiche »Technikgeschichte und Mensch« und »Technik im Verein Deutscher Ingenieure« und die »Arbeitsgruppe Didaktik« des Deutschen Museums am 23./24. November 1979 in München ein zweitägiges Symposium »Technikgeschichte in der Schule«.
Es war dabei sowohl daran gedacht, erste konkrete Kontakte zwischen so verschiedenen Schuldisziplinen wie Technikunterricht und Geschichte zu knüpfen und die didaktischen Grundlagen eines gemeinsamen oder unterschiedlichen Verständnisses von Technikgeschichte zu diskutieren als auch neue Möglichkeiten für die Technikgeschichte im Unterricht zu finden. Zehn Kurzreferate mit jeweils anschließender ausführlicher Diskussion sollten die verschiedenen Erfahrungen und Planungen spiegeln. Drei Grundsatzreferate untersuchten die Stellung der Technikgeschichte von ihrer Rolle innerhalb der Geschichtswissenschaft, über ihre Bedeutung für Lehre und Forschung in der Technik bis zu einer allgemeinen Fundierung ihrer Bedeutung in der Schule, speziell im Geschichtsunterricht. In der Diskussion wurde – wieder einmal – festgestellt, wie wichtig Technikgeschichte für das Verständnis aktueller Technik sei, wie wenig andererseits sozialgeschichtliche Bedingtheit der Technik und naturgesetzliche Determinanten gegeneinander abgewogen sind – gerade auch in den Ausstellungen Technischer Museen. Erst in diesem größeren Zusammenhang kann sich die eine große Möglichkeit der Technikgeschichte entfalten: historische Alternativen zu vorhandenen Entwicklungen aufzuzeigen.
Zwei Referate brachten aus der Sicht des Universitätslehrers für Geschichte und des Geschichtslehrers an der Schule die Lage der Technikgeschichte im Geschichtsunterricht vor. Hier sieht es im Prinzip recht günstig aus, in der Praxis jedoch immer noch bitter. Technik wird v. a. nur im Zusammenhang mit der industriellen Revolution angebracht. Alle anderen Beispiele bleiben recht rudimentär. So hat etwa die immense technologische Revolution im Mittelalter oder der frühen Neuzeit keine Chance gegen die politische (oder neuerdings die engere Sozial-) Geschichte. In Schulbüchern kann man bei Behandlung der industriellen Revolution gravierende Fehler in großer Anzahl finden. Fast noch übler sind Strukturfehler wie die Überschätzung der Dampfmaschine als antreibender Faktor in England. Noch bis weit in das 19. Jahrhundert hinein gab es mehr Wasserräder als Dampfmaschinen. Andererseits wird vernachlässigt, daß die Dampfmaschine die Zentralisierung der Arbeit in Fabriken vorantrieb, daß die Werkzeugmaschine eine entscheidende Rolle spielte etc.
In der Diskussion wurde angeführt, daß ein vermehrter Kontakt zwischen Schulbuchautoren und Technikhistorikern stattfinden müsse.
Zwei weitere Referate brachten die Sicht der Hochschullehrer und Lehrer für Technik und Arbeitslehre. Anhand des Materials Textiltechnik (für die Reihe »Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik« des Deutschen Museums) wurde die Möglichkeit eines generellen Strukturprinzips Technikgeschichte im Technik- und Arbeitslehreunterricht erörtert. Technikgeschichte könne besonders gut auf die modernen Arbeitsweltprobleme hinführen. Ein anderes – unterrichtlich erprobtes – Beispiel, die historische Entwicklung der Drehmaschine, zeigte die Faszination, die vom schrittweisen Nachvollziehen eines technischen Werdegangs zu immer größerer Komplexheit für den Schüler entstehen kann, aber auch die Problematik, zu stark bei einer reinen Objektgeschichte zu verweilen. Neben einen Erfahrungsbericht über den Schülerwettbewerb »Arbeitswelt und Technik im Wandel« stellte schließlich die Arbeitsgruppe Didaktik des Deutschen Museums das Konzept einer »Kulturgeschichte der Naturwissenschaften und der Technik« (gefördert von der Volkswagenstiftung und dem Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft) vor, das v. a. Material aus dem Deutschen Museum aufbereiten soll und dabei wohl eine Reihe pädagogisch berechtigter Fragen unbeantwortet lassen muß. Jedenfalls zeigte sich in der Diskussion, daß diese Materialien sehr interessiert aufgenommen wurden, wobei eine weitere didaktische und methodische Reflexion nützlich erschien. Hierzu wurde einstimmig ein Weiterarbeiten der Arbeitsgruppe Didaktik am Deutschen Museum gewünscht, da man sich keinen besseren Ort dafür vorstellen könne. Ein Ende des Projekts schon 1980/81 würde einen starken Bruch in der bisherigen so fruchtbaren Arbeit bedeuten.
Das Interesse an einer Fortführung dieses ersten interdisziplinären Kontaktes zur Technikgeschichte war groß. Es wurde beschlossen, vom VDI und dem Deutschen Museum aus weiterführende Treffen anzuregen, die evtl. teilweise in Facharbeitsgruppen durchgeführt werden sollen. Ergebnisse müßten aber auf jeden Fall im gemeinsamen Plenum diskutiert werden.

KULTURGESCHICHTE DER NATURWISSENSCHAFTEN UND DER TECHNIK

Band 4 soeben erschienen:
Jochim Varchim, Joachim Radkau

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

Stifter & Förderer

Die geschichtlich wertvollen Gegenstände aufzuspüren und zu ihrer Beschaffung und ihrem Unterhalt alle Überredungskünste richtig einzusetzen ist oberstes Gebot für jeden Museumsmann. Denn ohne die Großzügigkeit der Stifter aus aller Welt hätte das Deutsche Museum nicht entstehen und sich weiterentwickeln können. Hier die im vergangenen Quartal eingegangenen Objekte:

Haustechnik

Hufnagel, München: Kochkiste mit Einsatztöpfen, Bj. um 1920, 79/251; Höhensonne mit Schutzbrille, Bj. 1931, 79/261; Staubsauger Electro-Servus, Bj. um 1920, 79/264; Messingpfanne, Bj. um 1910, 79/266; Inhalationsapparat, Bj. um 1920, 79/268; Kaminbesteck aus Schmiedeeisen, 79/270, und weitere Hausgeräte

Mädchenrealschule St. Ursula, Augsburg: Gußradiator, Herst. Buderus, Bj. um 1915, 79/280; Heizkörper aus Scheibenrippenrohren, Bj. um 1920, 79/281 a bis g

Siegel, Wolfgang, Hof: elektrischer Rasierapparat, Herst. Siemens, Bj. um 1955, 79/271; elektrischer Rasierapparat, Herst. Remington, Bj. um 1970, 79/272; elektrische Pfeffermühle, Bj. 1978, 79/235

Bürotechnik

Möbelhaus Ammersee, Inning: Schreib- und Buchungsmaschine IBM-Robotyper, 79/227 a bis d

Hüttenwesen

Adam Opel AG, Rüsselsheim: Druckgußform für historisches Automodell, Herst. Opel Lutzmann, Bj. 1979, 79/224

Keramik

Steuler-Industriewerke GmbH, Höhr-Grenzhausen: Modell eines Säureturms mit Auskleidung, freitragenden Rosten und Füllkörper aus Keramik, Bj. 1979, 79/273

Kraftmaschinen

Brunklaus, H., Linne/Holland: Drehkolben-Versuchsmotor für Gas als Brennstoff, Bj. 1927/29, 79/236

Landverkehr

Audi NSU Auto Union AG, Ingolstadt: PKW Audi 100 GL/5S mit 5zylinder-Vergasermotor, teilweise geschnitten, Bj. 1976, 79/242

Müller-Mohnssen, Helmuth, Ismaning: Anzeigegeräte aus historischen Kraftfahrzeugen, 79/237 bis 240

Nürnberger Herkuleswerke GmbH, Nürnberg: Hercules Motorrad K 50 Ultra II LC, Bj. 1979, 79/248

Fa. Trix, Nürnberg: Modelleisenbahnanlage für Spur N Minitrix mit Personen- und Güterbahnhof und Baustelle eines Containerbahnhofs, Bj. 1979, 79/247 a und b

Luftfahrt

Mc Donnell Douglas Corporation, Vertretung Bonn: Flugzeugmodell DC 10, Herst. Mc Donnell Douglas Corporation, Bj. 1979, 79/287

Markworth, Dr. Manfred, Rödermark: verschiedene Bordgeräte, Bj. 1940, 79/282 bis 284

Nachrichtentechnik

Reinke, Reiner, München: Zweistrahl-Oszilloskop Oszillar II, Herst. Siemens, Bj. um 1948, 79/226

Photographie

Lengerke, Adelheid von, München: Belichtungsmesser Justophot, Bj. um 1920, 79+231

Physik

Herfurth GmbH, Hamburg: Kontaminationsmonitor Minicont H 1370, Bj. 1978; digitales Dosimeter und Dosisleistungswarngerät RAD 21, Bj. 1978, 79/289; Dosis- und Dosisleistungsmesser Babyline 31, 79/290 a und b

Schreib- und Drucktechnik

Bastmann, Anni, Schönau: Kupferdruckpresse, Bj. um 1948, nachgebaut nach einem Kupferstich von 1642, 79/274; Kupferstichplatte und Radierung St. Quirins in Neuss, 79/275 a und b; Radierung einer Stadtansicht von Ulm, 79/276; 2 Reichsdrucke, nach A. Bosse 1642, einer Kupferdrucker-Werkstatt und einer Graveur-Werkstatt, 79/277 a und b

Junglas, München: Papierschneidemaschine mit Handkurbelantrieb, Bj. um 1875, 79/223

Suchen Sie Informationen
zum Thema Kunst?
Übersichtlich und konzentriert?
Hintergrundberichte, Kommentare
und kritische Analysen?
Und alles ohne wissenschaftlichen
Kunstjargon, sondern leicht verständlich und gut lesbar?

Dann sollten Sie diese Zeitschrift
kennenlernen:

artis

Das aktuelle Kunstmagazin

Wenn Sie artis* regelmäßig lesen,
sind Sie über Kunst voll und sachlich
informiert!
artis* gilt als die am besten informierende deutschsprachige Kunstzeitschrift!
artis*, das aktuelle Kunstmagazin,
für Insider – und für Outsider,
die Insider werden wollen!

Kostenlose Leseexemplare beim
artis-Vertrieb, D 775 Konstanz,
Postfach 11 88 – oder:
CH 8280 Kreuzlingen/TG
Postfach 5 58

artis*-Topinformationen
für Kunstfreunde!

* erscheint monatlich. im 31. Jahrgang,
gedruckt in der Schweiz,
pro Heft DM/Fr. 4.50 / pro Jahr DM/Fr. 53.–

So geht es nicht weiter:

Die Wende in der deutschen Politik muß kommen!

Die Wende muß kommen, soll nicht alles verloren sein, was in den Jahren unter Adenauer, Erhard und Kiesinger geschaffen wurde.

● 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.

Erlebnisreiche Ferientage mit

GRIEBEN Reiseführern

Die wegen ihrer klaren Gliederung, der Aufteilung in gut überschaubare Reisegebiete und wegen ihres handlichen Formats so beliebten GRIEBEN-Reiseführer bieten das notwendige Mehr an Informationen über Ihr Urlaubsgebiet.

Jeder Band ca. 220 Seiten mit Plänen und Skizzen sowie einer mehrfarbigen Übersichtskarte im Anhang. DM 9,80/12,80 Erhältlich im Buchhandel.

Gesamtverzeichnis der mehr als 100 Bände umfassenden Serie direkt vom

Verlag Karl Thiemig
Postfach 90 07 40 · 8000 München 90

Wo fehlt eine!

Riesenauswahl

Schreibmaschinen und Elektronikrechner (auch Texas) für Büro, Universität und Schule. Stets Sonderposten. Kein Risiko, da Umtauschrecht. Barpreis = Ratenpreis.
Fordern Sie Gratiskatalog 628 A

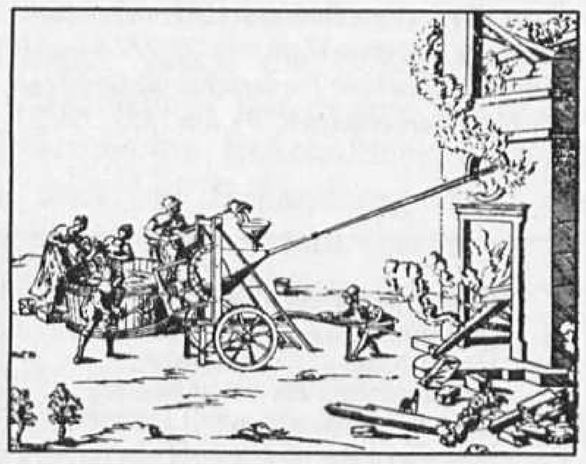
NÖTHEL Deutschlands großes Büromaschinenhaus
A. G. – M. Z. H.
34 GÖTTINGEN, Postfach 601

Vorschau

In der Medizin spielten von alters her Mineralwässer eine bedeutende Rolle. Wir berichten von Kukkus-Brunn, einem bekannteren böhmischen Heilbad.
(Claus Priesner)

Eine bisher kaum genutzte Quelle historischer Informationen über technische Zukunftserwartungen sind die bei Markenwaren mitgelieferten Sammelbilder. Schokoladenbilder-Serien z. B. zeigen utopische Motive, in denen sich die damaligen Vorstellungen zukünftiger Technik spiegeln.
(Susanne Päch)

Ein Jahrhundert lang währte in Deutschland eine glanzvolle Epoche für den Bau von Uhren und Automaten, für geistreich konstruierte Maschinen, die den Umlauf der Gestirne nachahmten oder künstlich gestaltetes Leben mechanisch darstellten.
(Susanne Thesig)



Die großen Opfer, die die Menschheit dem Feuer durch die Jahrhunderte bringen mußte, ließen sie nie erlahmen, neue Gegenmaßnahmen zu ersinnen. Seit urältesten Tagen wurde der Kampf gegen Brände mit wechselndem Erfolg geführt.
(Wolfgang Hornung)

In der Handschriftenabteilung der Bayerischen Staatsbibliothek stellte sich heraus, daß der Dichter und Literaturnobelpreisträger Paul Heyse in seinem Tagebuch und in seinen Briefen sich recht kritisch mit dem Auftreten Liebigs bei den königlichen Symposien und öffentlichen Vorlesungen auseinandersetzte. *(Sigrid von Moisy)*

Das Deutsche Museum besitzt einige wertvolle Flöten, die zum Teil von dem Münchener Theobald Böhm stammen. Das Leben dieses Flötenvirtuosen, Komponisten, Instrumentenbauers, Mechanikers, Goldschmiedes und Eisenhüttentechnikers bleibt ein glänzendes Beispiel für fruchtbare, schöpferische Universalität.
(Karl Ventzke)

Bild und Quellennachweis.

S. 1. Dt. Museum. S. 6. Günther von Voithenberg. S. 9–16. Giesela Pietsch, Archiv Thiemig und Deutsches Museum: Abhandlungen und Berichte; 31. Jahrgang, Heft 1 (1963); Altamira. S. 16. Deutsches Museum. S. 22. Deutsches Museum und Autor. S. 26. Deutsches Museum und Autor. S. 32. Deutsches Museum und Otto Kraetz. S. 38. Deutsches Museum und Autor. S. 44. Deutsches Museum und Otto Kraetz. S. 32. Autor.

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

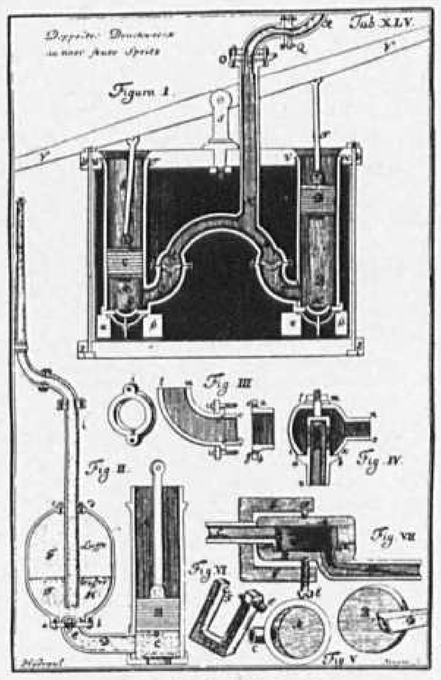
Gerhard Schlick

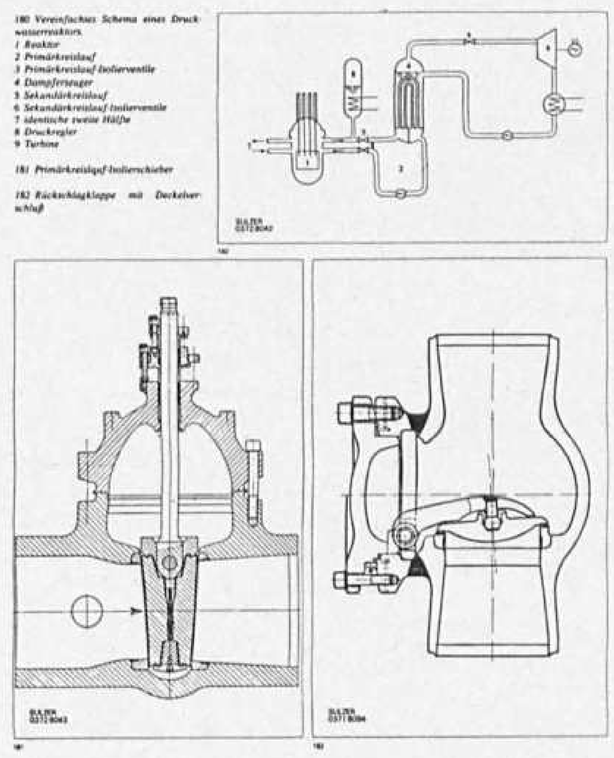
Ventile in unserem Leben

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



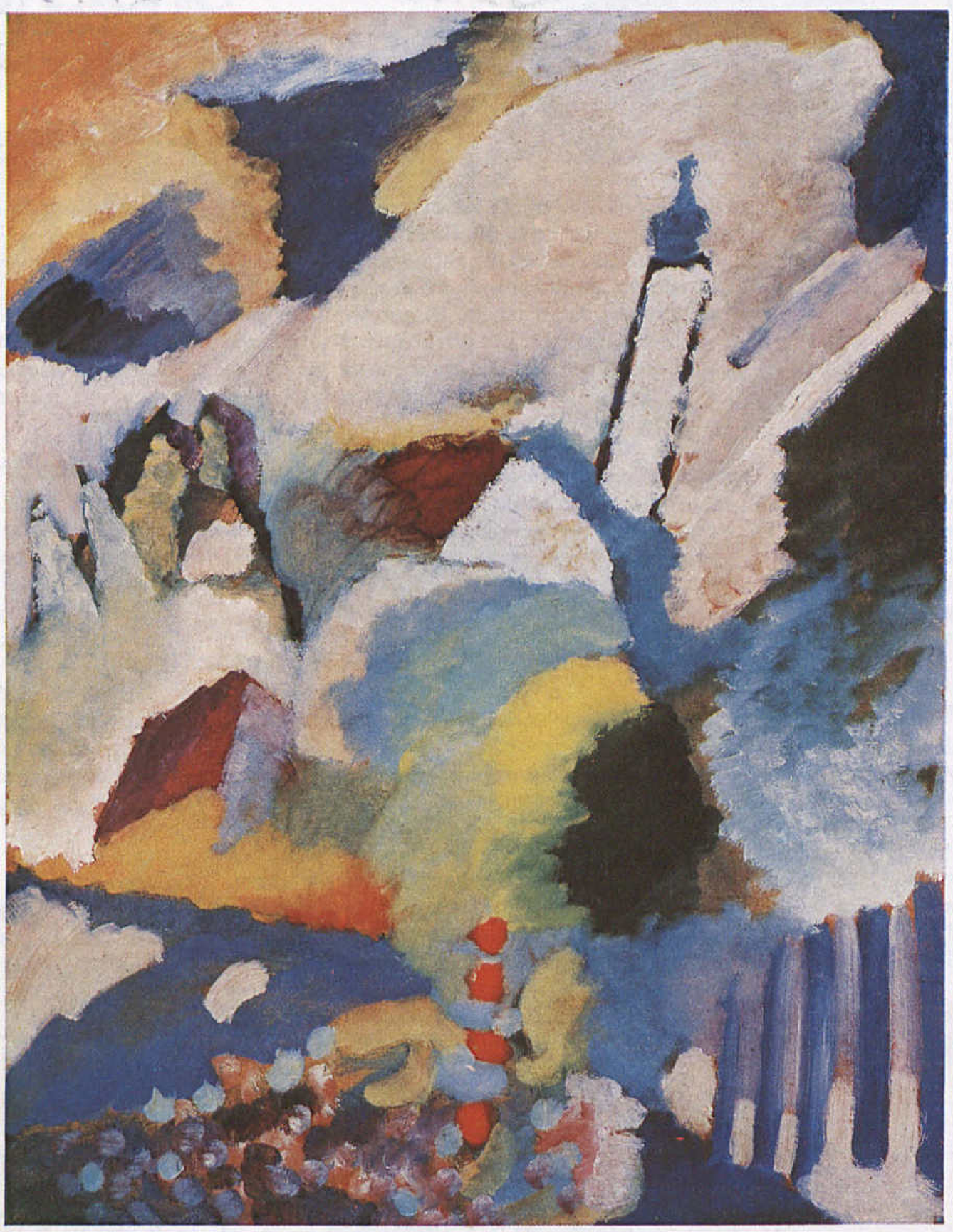


WASSILY KANDINSKY (1866–1944)

im Programm der

PIPERDRUCKE

neu!



»Kirche in Murnau«. Format 64 : 50 cm. PIPERDRUCK Nr. 273

KANDINSKY malte das Bild »Kirche in Murnau« 1910; es zeigt motivisch den Blick aus dem Fenster des Hauses, das er seit 1909 bewohnte. Dem Betrachter bietet sich eine heitere, farbenfrohe Landschaft, durch wenige Punkte wie Kirchturm, Hausdächer und Allee akzentuiert — Erde, Architektur und Himmel verschmelzen zu einer Farbkomposition, losgelöst von Schwere und Schatten.

Das Original befindet sich in der Städt. Galerie im Lenbachhaus München.

Gern informieren wir Sie über unser Programm —
fordern Sie bitte unseren Prospekt an.

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