

Kultur & Technik

B 9797 F

Zeitschrift des
Deutschen Museums
4/1986



TITELBILD: Wohl das Glanzstück unter den neuen Objekten der Abteilung Schifffahrt im Deutschen Museum ist der Dampfschlepper »Renzo«, 1932 in Venedig gebaut. Seit er vor etwa 10 Jahren ausgedient hatte, lag er, dem Verfall ausgesetzt, auf der Insel Pellestrina bei Chioggia. Auf abenteuerlichem Weg kam er dann über die Alpen und in Einzelteile zerlegt ins Museum, wo er zusammengesetzt und sorgfältig restauriert wurde.

Das Bild zeigt den Einblick in den Maschinenraum, wie ihn der Besucher erlebt. Die 122-PS-Verbunddampfmaschine ist älter als der Schlepper, sie wurde 1912 in Genua gebaut.



Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums
10. Jahrgang, Heft 4, 1986

Herausgeber: Deutsches Museum
Redaktion: Dr. E. H. Berninger,
Zdenka Hlava, Dr. Otto Krätz,
Peter Kunze (verantwortlich)
Dr. Jürgen Teichmann
Museumsinsel 1
D-8000 München 22
Telefon (089) 2179-257

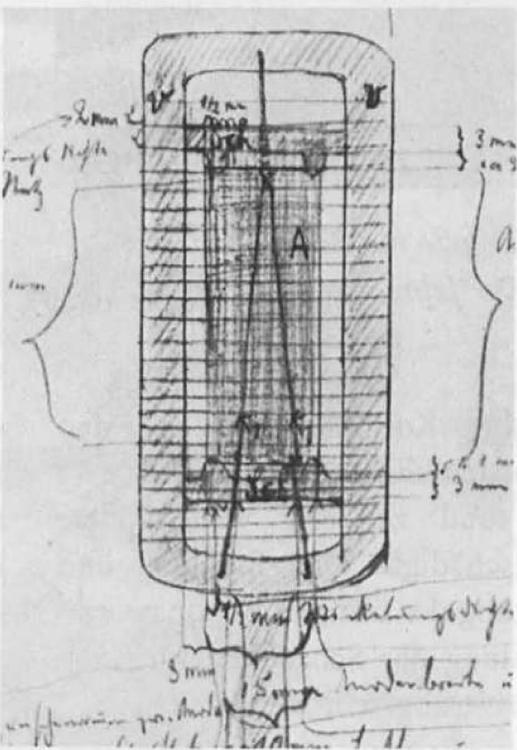
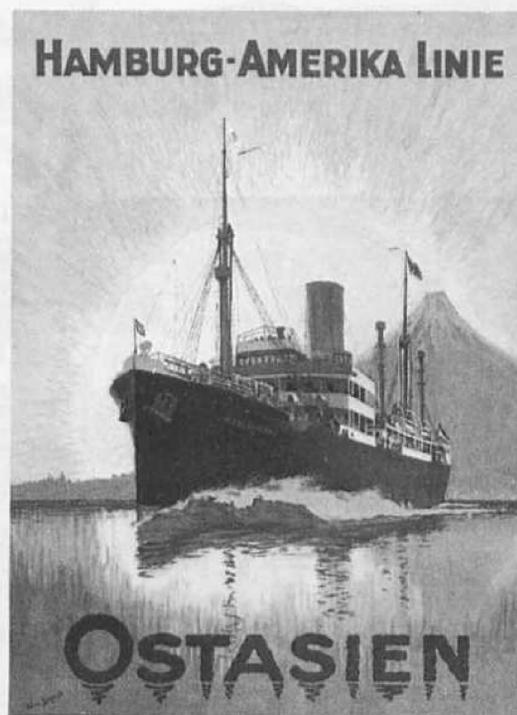
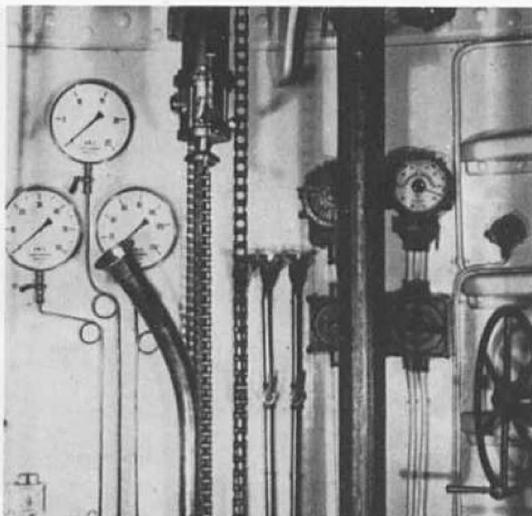
Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel
geben nicht in jedem Fall die Meinung des
Herausgebers und der Redaktion wieder.

Kultur & Technik ist gleichzeitig Publikations-
organ für die Georg-Agricola-Gesellschaft zur
Förderung der Geschichte der Naturwissen-
schaften und der Technik und für den Verein zur
Förderung der Industrie-Archäologie e. V.
Verantwortliche Redaktion für den Teil
»Industrie-Archäologie«:
Dr. Dietmar Köstler, Guffertstraße 20,
8000 München 82,
Telephon (089) 4317147

Layout: Studio Lenek, München
Lithographien:
Brend'amour, Simhart GmbH & Co.
Satz, Druck, Bindearbeit und Versand:
Bergverlag Rudolf Rother GmbH,
Landshuter Allee 49, 8000 München 19.
Verantwortlich für Anzeigen:
Peter Schlaus, Tel. (089) 4604660.
Verlegt vom Deutschen Museum,
Museumsinsel 1, 8000 München 22

ISSN 0344-5690
Printed in Germany
Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.
Bezugspreis: Einzelheft DM 8,-

Für Mitglieder des Deutschen Museums,
München, und des Vereins zur Förderung der
Industrie-Archäologie e. V. ist der Bezugs-
preis im Mitgliedsbeitrag enthalten.



IN DIESER AUSGABE:

- JOBST BROELMANN
212 Die neue Schiffsabteilung
- JOBST BROELMANN
214 Lauf der Zeit – Stand der Dinge
- JOBST BROELMANN
218 Bestimmungshafen
Deutsches Museum
- ALBERT RÖHR
222 Meereskunde und Kriegsmarine
- TIMM WESKI
226 Schifffahrt in der Wikingerzeit
- HANS JOACHIM HOLTZ
232 So endeten die »schwimmenden
Paläste«
- Die drei folgenden Artikel sind dem
100. Geburtstag des »Atomtheoretikers«
und »Elektrotechnikers«
Walter Schottky gewidmet.*
- HANNS-ERIK ENDRES
242 Von der Relativitätstheorie zur
Elektronenröhre
- JÜRGEN TEICHMANN
246 Walter Schottky und die
imperfekten Kristalle
- H. SCHUBERT
250 Schottky und die Halbleiterphysik
- HANS HOLZER/LEONHARD LÖFFLER
260 Otto Lilienthals letzte
Flugapparate
- SIGFRID VON WEIHER
266 Gedenktage technischer Kultur
- CHARLOTTE SCHÖNBECK
270 Mensch und Technik
- 272 Für Sie gelesen
- 273 Unsere Autoren

Die neue Schiffahrtsabteilung

Die Schiffahrtsabteilung des Deutschen Museums, nach schweren Kriegsschäden bis 1957 unter der Leitung von Fritz Vollmar wieder aufgebaut und danach bis 1982 von Max Burger ergänzt und betreut, gehörte nach dem Kriege zu den größten Schiffahrtssammlungen in Deutschland. Die Überführung des Ewers „Maria“ von der Stör, der Einbau von Großexponaten wie eines Schnellbootmaschinenraumes und der Kommandobrücke eines Frachters waren mit dem bereits vorhandenen Unterseeboot »U1« Beispiele für die Fortsetzung der bisher bewährten und beliebten Konzeption des Museums, den Besucher mit Exponaten nicht nur zu konfrontieren, sondern sie auch möglichst weit begehrbar zu machen und dadurch eine unmittelbare Erfahrung zu ermöglichen.

Seit diesem Wiederaufbau der Schiffahrtsabteilung wurden 1975 das Deutsche Schiffahrtsmuseum in Bremerhaven eröffnet und immer mehr regionale Schiffahrtssammlungen geplant und eingerichtet. Dies aus dem wachsenden Interesse, die wenigen noch verbliebenen Dokumente zur Schiffahrtsgeschichte zu sammeln und sie auch in ihrer ursprünglichen Umgebung zu bewahren. Starnberg, Regensburg oder Rosenheim seien hierfür nur als einige Orte der näheren Umgebung genannt, in denen dieses Ziel verfolgt wird.

Diese neue Verteilung der Themenbereiche und konservatorischen Aufgaben mußte langfristig auch das Sammlungskonzept der Schiffahrtsabteilung des Deutschen Museums berücksichtigen.

Akut wurde dies nach dem Brand in der Abteilung im März 1983. Der Brand – wie sich später herausstellte, von einem Wachmann verursacht – hatte im Unter-



1 20 m²-Rennjolle für Binnengewässer, Mitte der 20er Jahre.

geschoß die Kommandobrücke, den Schnellbootmaschinenraum und etwa 45 Exponate total zerstört, viele andere schwer beschädigt. Die Bergung und Grobreinigung der übrigen Exponate und die Feststellung der Schadenssumme waren im Herbst abgeschlossen.

Die Museumsplanung sah vor, nach dem Großprojekt der neuen Luft- und Raumfahrt Halle, der Eisenbahn-, der Kraftmaschinen- und der Autohalle die Schiffahrtsabteilung im Herbst 1986 wiederzu-eröffnen. Der verbleibende Zeitraum war also gering, um außer der Restaurierung der wertvollen Exponate den Sammlungsbestand noch wesentlich zu verändern.

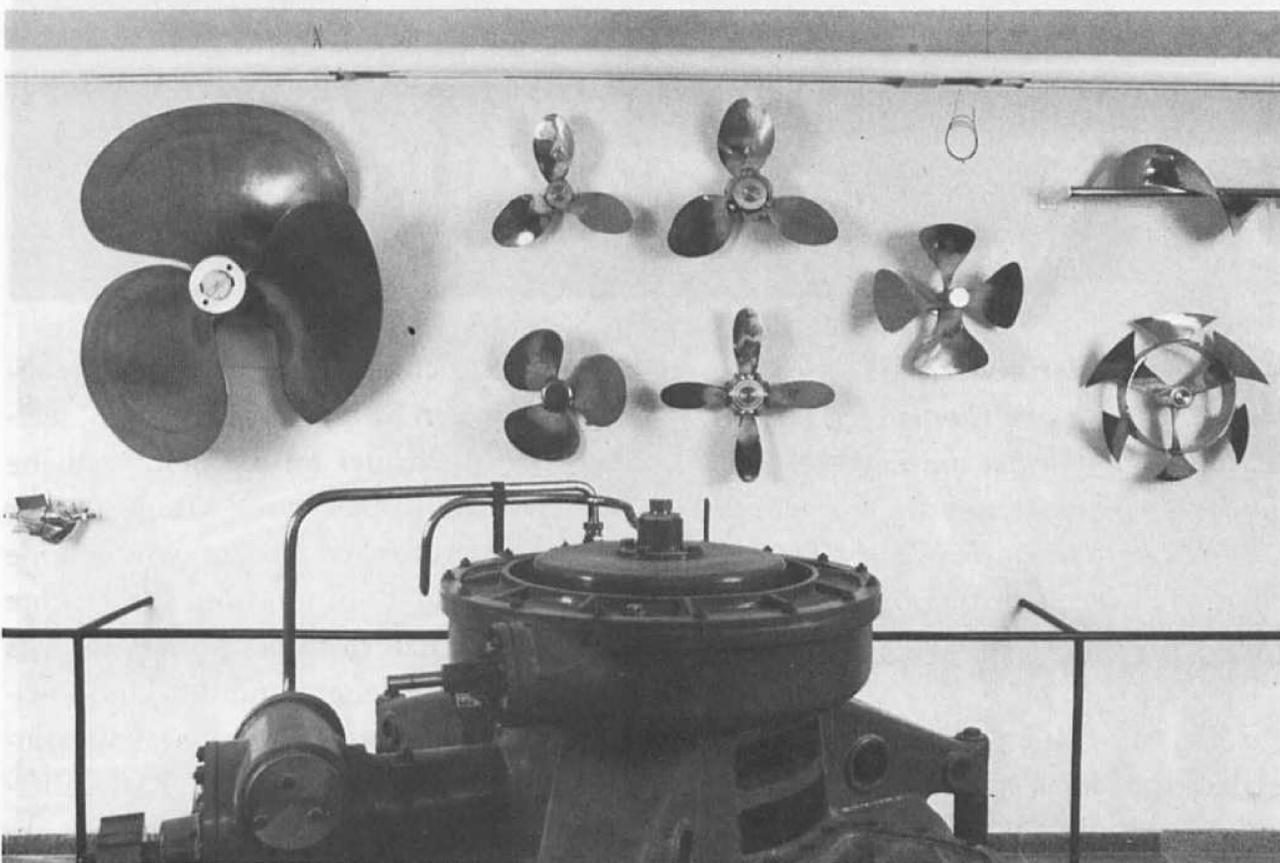
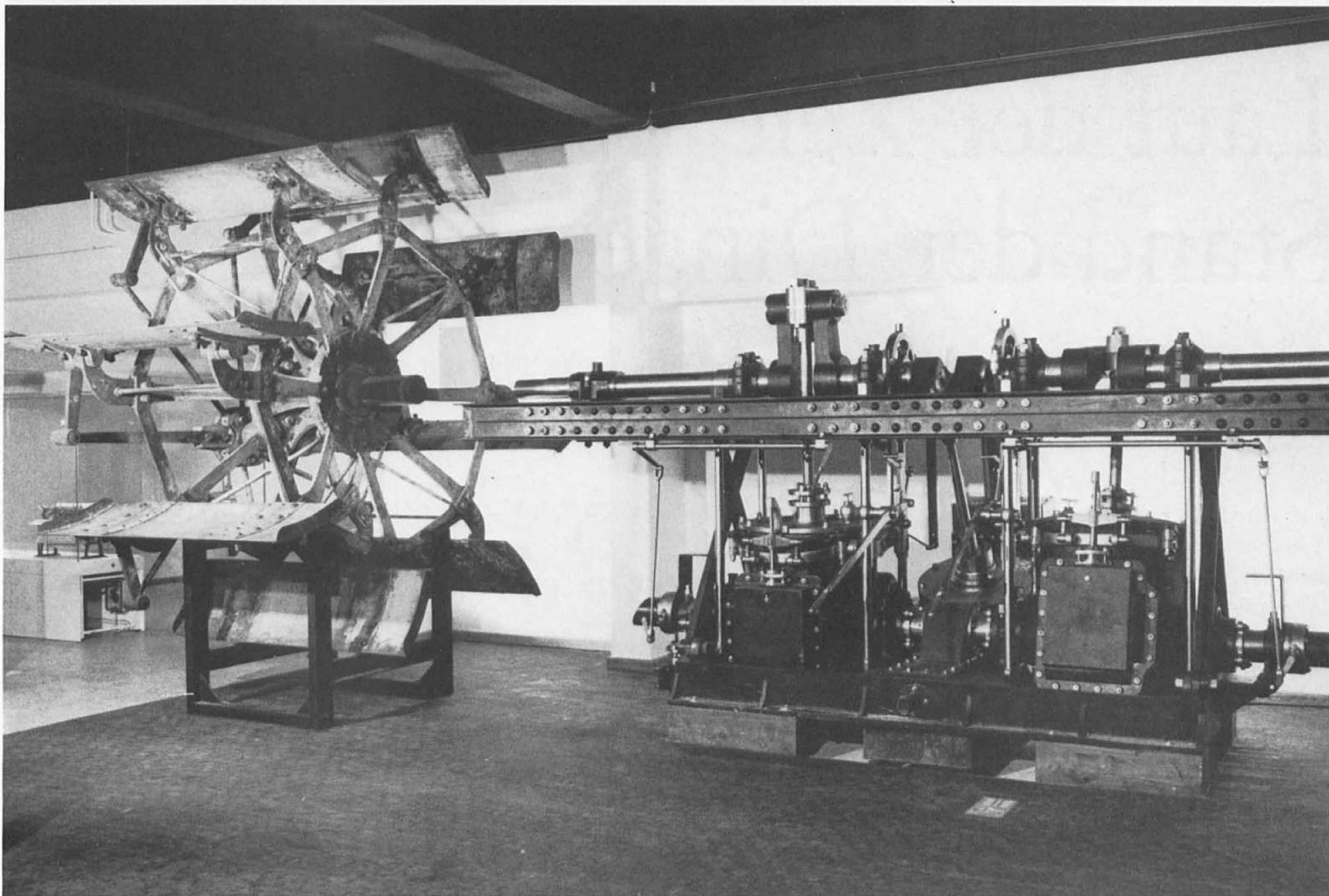
Das neue Ausstellungskonzept verfolgte das Ziel, gemäß der Aufgabe des Deutschen Museums, spezielle Themen aus der Technikgeschichte der Schiffahrt darzustellen und die noch vorhandene Samm-

lung an Exponaten in dieser Richtung zu ergänzen. Allgemeine historische, regionale oder volkskundliche Aspekte sollten dabei den hierfür spezialisierten Museen überlassen werden.

Tatsächlich enthält die lange Geschichte der Schiffahrt, des ältesten Verkehrsmittels, reichhaltig Themen, unter denen Technikgeschichte geschildert und mit Exponaten belegt werden kann. Große Weltgeschichte wurde mit Schiffen gemacht, als zur Zeit der Entdeckungen und Eroberungen die Welt erschlossen und in Machtbereiche aufgeteilt werden konnte. Das Segelschiff dieser Zeit, einmal als »das Raumschiff der Renaissance« bezeichnet, war sicher schon ein kompliziertes, aber noch rein empirisch entstandenes Gerät. Ihm gilt das erste Thema in der Ausstellung.

Was leisten neue Technologien, wie läßt sich ihr »spin off« auf bewährte, traditionelle Verfahren anwenden, wie werden alternative Lösungen durchgesetzt, welche Qualität hat naturverbundene Technik? Diese Fragen, die heute oft diskutiert werden, und Antworten darauf in der Geschichte lassen sich aus der Distanz eines Jahrhunderts in der Epoche verfolgen, als die für den Landbetrieb entwickelte Dampfmaschine das Segelschiff ablöst. Dies ist das zentrale Thema der Ausstellung im Erdgeschoß, die mit dem Dampfschlepper »Renzo« erweitert wurde. (Siehe den näheren Bericht in diesem Heft.)

Auf die Industrialisierung folgt die Reaktion des Menschen, dem Maschinen immer mehr körperliche Arbeit und Bewegung abnehmen, diese in der Freizeit und im Sport nachzuholen, oft allerdings nun ebenfalls geprägt vom Leistungsdenken und mit technisch immer weiter ent-



2 Schaufelrad des Chiemsee-Raddampfers »Luitpold« und die Zwei-Zylinder-Dampfmaschine des Elbe-Raddampfers »Bohemia«.

3 Entwicklungsreihe der Schiffspropeller.

wickelten Geräten und Maschinen. Der Entwicklung des Wassersports und seiner Boote aus den Grundformen früherer Arbeitsboote ist die gegenüberliegende Seite des Erdgeschosses gewidmet.

Die wichtige Funktion der See- und Binnenschifffahrt im Güterverkehr wird auf einer neu eingebauten Galerie im Erdgeschoss gezeigt, die außer einem Flächenge-

winn auch eine bessere Gliederung der Ausstellung ermöglichte.

Im Untergeschoß waren die Vorgaben durch die alte Bausubstanz einschränkend. Hier konnten vor allem die Bereiche der Schiffsantriebe, des Schiffbaus und der Fischerei erweitert werden. Direkt an das vom Brand verschont gebliebene Promenadendeck schließt sich nun der Nachbau

einer Kommandobrücke aus den 20er Jahren an, der mit Originalgeräten ausgestattet und von einem Hafendiorama dieser Zeit umgeben ist. Wie in der ursprünglichen, jedoch »jüngeren« Version einer Brücke, ist eine Projektionsanlage eingebaut, die das Steuerverhalten des Schiffes simuliert.

Überhaupt wurde angestrebt, möglichst Originalexponate »sprechen« zu lassen, auch wenn dies bei den Dimensionen in der Schifffahrt schwierig ist. Seefahrt ist für den Menschen sicher ein starkes sinnliches Erlebnis, angenehm oder auch unangenehm. Wind und Wetter, rauher Dienst haben Spuren auch an den Dingen hinterlassen. Wir haben versucht, diese Spuren zu erhalten, da sie dem Besucher viel von einer vergangenen Wirklichkeit erzählen können. So ist zu hoffen, daß der Besuch der neuen Schifffahrtsabteilung ein interessantes – und überwiegend angenehmes – Erlebnis wird.

Lauf der Zeit – Stand der Dinge

Spuren der Technikgeschichte, abgelesen an zwei »Originalen« der Schiffsabteilung.

Der Wert historischer technischer Objekte entsteht für Chronisten und Sammler meist durch deren Unversehrtheit, den seit der Fertigstellung unveränderten, »guten Zustand«. Diese Momentaufnahme einer ursprünglichen Situation läßt sich meist nur durch außergewöhnlich schonende Benutzung erhalten, wenn nicht gar durch längeren Dornröschenschlaf in legendären Dachböden oder Scheunen.

Aber nicht jedes technische Gerät wird derart durch Untätigkeit geadelt. Am Exponat erkennbare Gebrauchsspuren gelten zwar noch als zulässig, größere Eingriffe und Veränderungen verringern jedoch nach verbreiteter Meinung den Wert des Objekts. Solange diese noch während des Gebrauchs geschahen und die Absicht und Einwirkung einer technischen Weiterentwicklung dokumentieren, sollten sie eigentlich ebenfalls zur Geschichte des Objekts zählen, an dem sich dann Neuerungen und Umwälzungen – und natürlich auch Verschleiß und Verfall – ablesen lassen. Wenn Veränderungen das Ergebnis einer Verschönerung, eines Rückgängigmachens von Eingriffen während der »Restaurierung« waren, ist ihr dokumentarischer Wert sicherlich zweifelhaft.

Zwei Großexponate der Schiffsabteilung zeugen von der Geschichte ihrer Veränderung durch wechselnde Technik und wechselnden Gebrauch. Sie beginnt teilweise schon vor dem Bau des eigentlichen Schiffes und endet erst mit der Aufstellung im Museum. Der Ewer »Maria«, ein Segler der norddeutschen Küstengewässer, kam 1957 ins Deutsche Museum, der Schlepper »Renzo« 1985 zur Neugestaltung der Schiffsabteilung nach dem Brand von 1983.

Die Geschichte der Ewer beginnt im Mit-

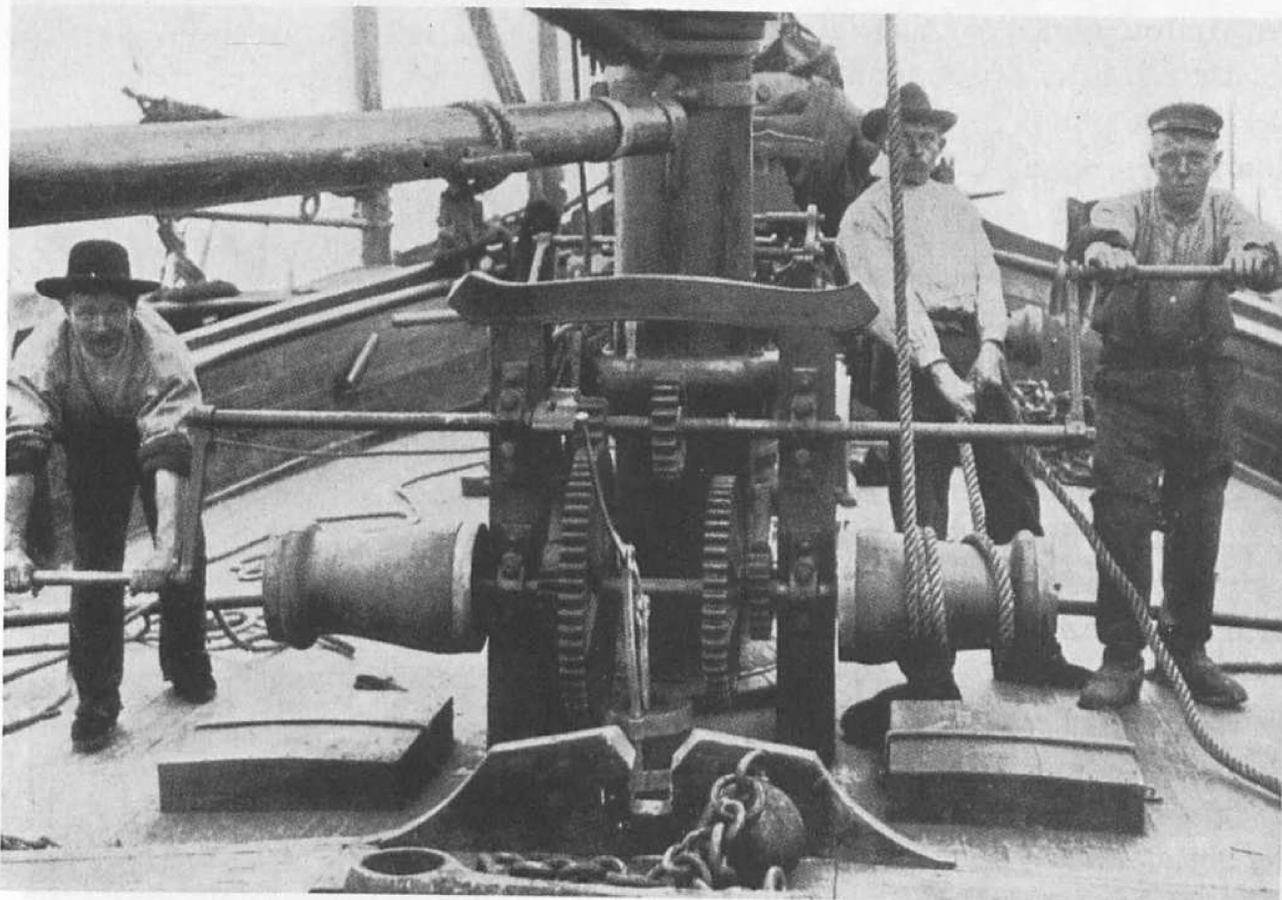
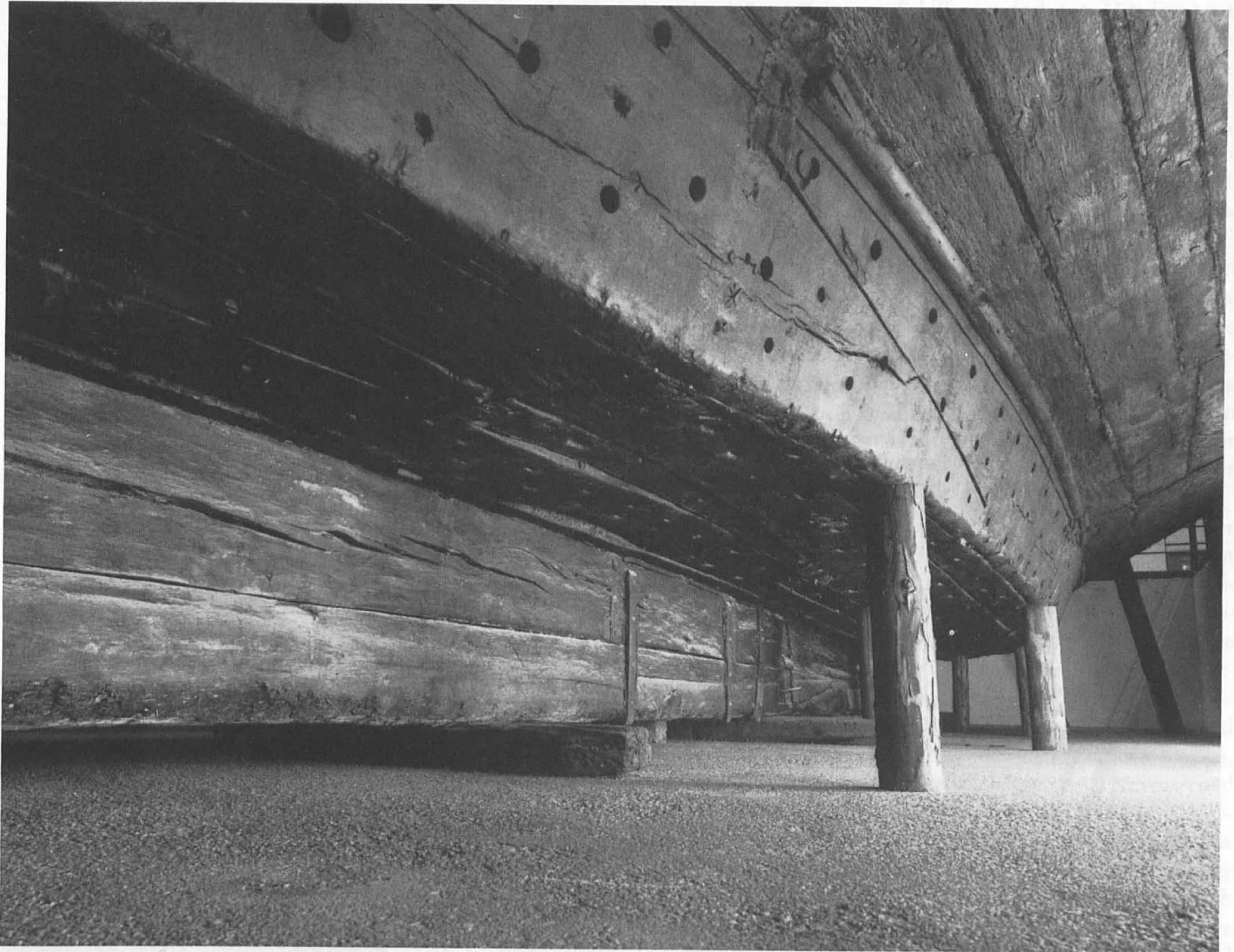


1 Fischerewer »Maria« –HF 31–, fotografiert vermutlich am Hamburger Fischmarkt. »HF« bedeutet die Zugehörigkeit zur Hamburg-Finkenwerder Fischerflotte. Zum Fischen führen drei Mann Besatzung, nach der Motorisierung des Ewers nur noch zwei.

telalter. Ihr Name stammt vermutlich von envare = Einfahrer, Schiff, auf dem nur ein Mann fährt. Ihr Revier waren hauptsächlich die Elbe und die Küstengewässer der Nordsee. Für die Fahrt auf Flüssen und Gewässern mit Ebbe und Flut besaßen sie einen flachen Boden ohne Kiel, ähnlich den Plätten auf süddeutschen Binnengewässern. Mit einem ausgeprägten Knick steht die Bordwand fast senkrecht auf dem Boden. Die Weiterentwicklung vom einfachen Kahn zur Spätform des

Ewers läßt sich noch am Ewer »Maria« ablesen. Um den Rumpf zu vergrößern, setzten die Schiffbauer an die ursprüngliche steile »Kahnplanke« noch einige flacher verlaufende Planken, darauf wieder eine fast senkrechte Bordwand auf. Das brachte den Vorteil, daß trotz des flachen Bodens die senkrechte Seitenwand des Unterwasserschiffs die Abtrift beim Segel verminderte, also die Funktion des Kiels übernahm. Zusätzlich wurden später noch absenkbare Seitenschwerter gefahren.

Etwa am Ende des 19. Jahrhunderts, die Segelfläche der Fischerewer war für die Schleppnetzfisherei durch einen zweiten Mast vergrößert worden, wurde zugleich mit der Vertiefung der Elbe noch ein für den flachbodigen Ewer untypischer Balkenkiel hinzugefügt. Ob unser Ewer »Maria« seinen Balkenkiel schon beim Bau oder erst nachträglich erhielt, läßt sich

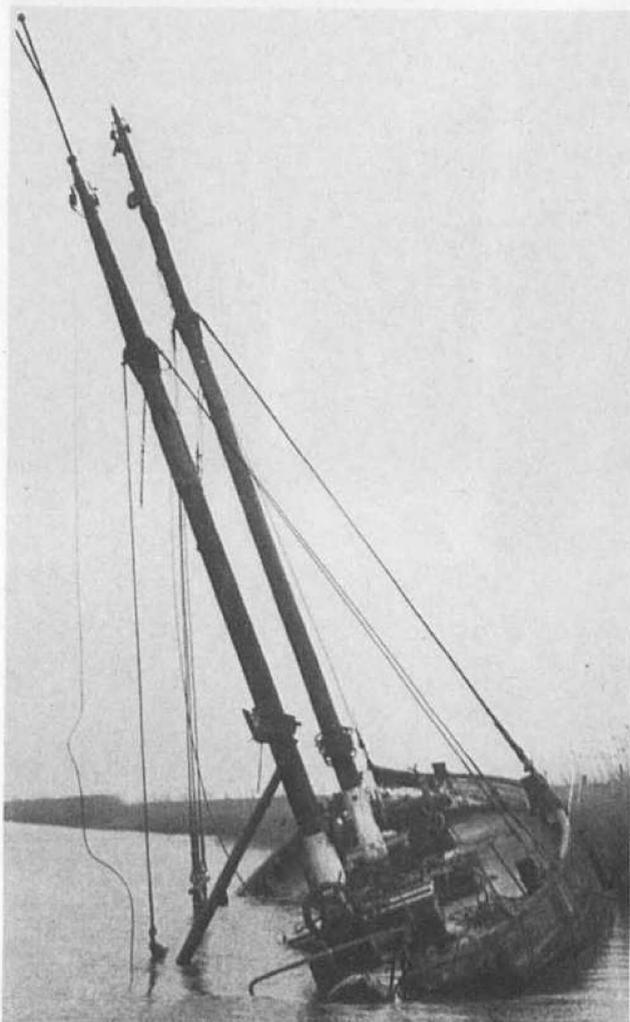


2 An der Segelwinde. Der Betrieb eines Fischewers bedeutete harte Arbeit an Deck und dabei jeder Witterung ausgesetzt zu sein. Gorch Fock (eigentlich Hans Kinau,

geboren 1880, dem Baujahr des Ewers »Maria«) hat dies als Sohn eines Hochseefischers in seinen Erzählungen realistisch geschildert.

3 Das Unterwasserschiff des Ewers läßt seine Entwicklungsstadien erkennen. Der dunkle Teil ist der ehemals typische flache Boden des Ewers. An ihn schließt sich nach oben die fast senkrecht verlaufende »Kahnplanke« an. Sie ist beim Fischewer gelocht, weil sich dahinter ein wasserdurchspülter Raum, die Bünne befindet, in dem der gefangene Fisch lebend untergebracht war. Auf die obere Seite der Kahnplanke folgen wieder flacher und weit ausladende Plankengänge, die aus einer früheren Vergrößerung des Ewertyps abzuleiten sind. Ganz unten der hohe, bei unserem Ewer vermutlich erst nach dem Bau angefügte Balkenkiel.

nicht mehr eindeutig feststellen. 1880 wird die »Maria« auf der Werft von H. Sietas in Cranz bei Hamburg für einen Seefischer aus Finkenwerder fertiggestellt. Bereits 1882 sinkt der Ewer, der Eigner und seine zwei Söhne kommen ums Leben. Der Ewer wird wieder gehoben. Auch die folgende Zeit wird – aus anderen Gründen – schwierig für die neuen Betreiber. Fischdampfer fischen in den traditionellen Fanggebieten der Ewer, deren Fangerträge sinken. Fünf Jahre nach dem Ewer »Maria« ist der erste deutsche Fischdampfer vom Stapel gelaufen. Er erhält eine Verbundmaschine, die den

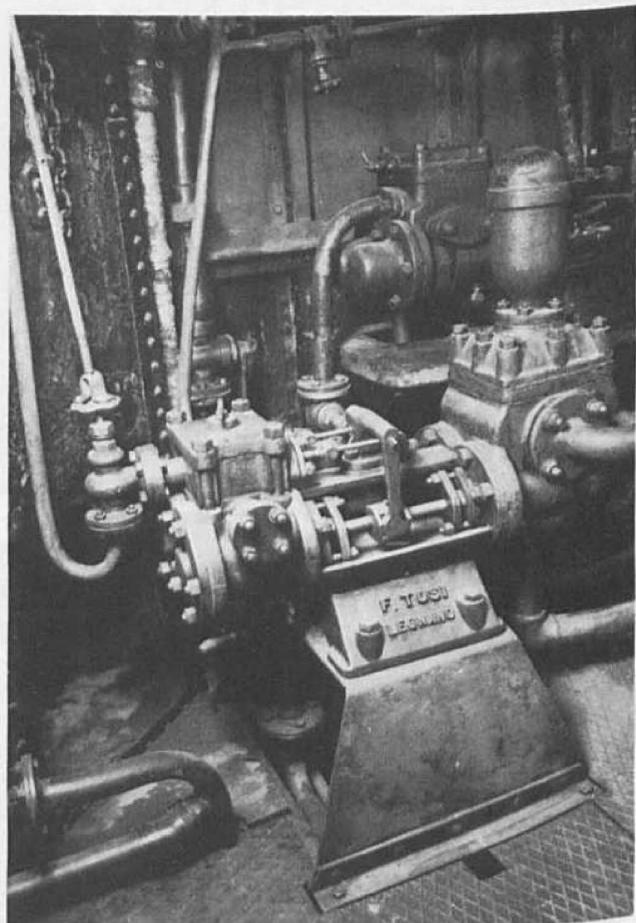
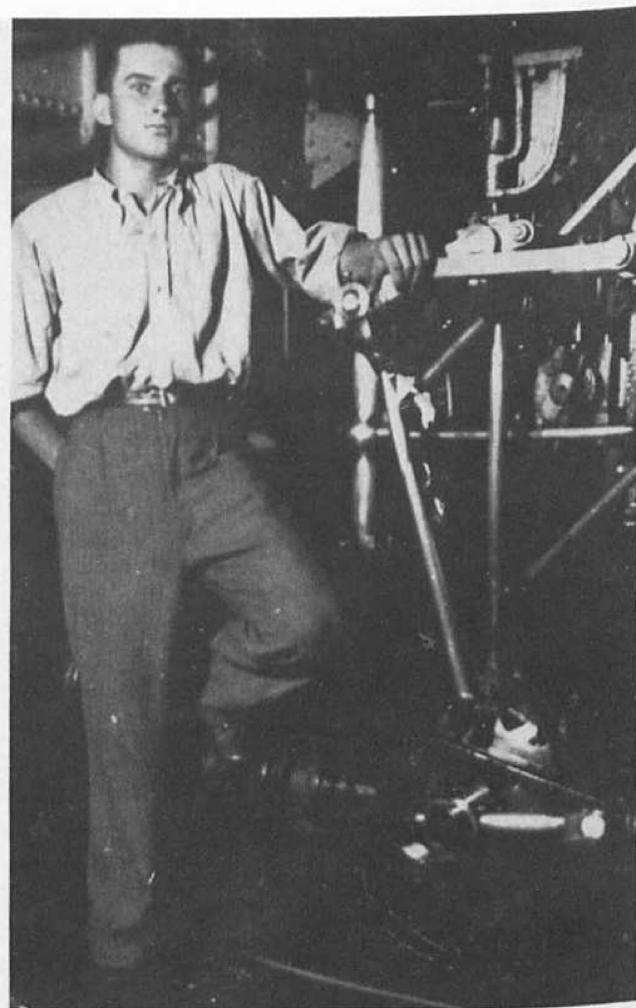


4 »Maria«, 1957 bei Beidenfleth auf der Stör vor seiner Überholung für das Deutsche Museum. Der Ewer gerät 1945 fast noch in den Sog der Weltgeschichte, als ihn ein Hamburger Kaufmann für die Flucht vor der anrückenden russischen Armee ausrüsten läßt. Nach Kriegsende wird er vernachlässigt und liegt auf Grund. Am Heck ist die Radsteuerung zu erkennen, mit der Ewer meist beim Einbau eines Motors versehen wurden. Bei der »Maria« wird sie für die Aufstellung im Museum durch eine Ruderpinne mit einem neuen Ruderblatt ersetzt.

Dampf durch mehrfache Expansion besser ausnutzt und durch die Senkung des Treibstoffverbrauchs dem Dampfantrieb zum Durchbruch verhalf. Solche, später auch Drei- und Vierzylinder-Expansionsmaschinen werden die häufigsten und robustesten Antriebsmaschinen der Dampfschiffära. Im Jahr 1912 wird in Genua die Verbundmaschine gebaut, die später im Schlepper »Renzo« wieder verwendet wird, sie leistet 122 PS bei etwa 110 U/min. Ihr Einsatz bis zum Einbau in den Rumpf des »Renzo« ist nicht bekannt. Daß sie nach zwanzig Jahren in ein neues Schiff eingebaut wird, kann jedoch für die Robustheit dieser Maschinen sprechen. »Renzo«, erbaut 1932 auf der Werft von A. Lucchese in Venedig, ist einer der unzähligen Schlepper, die in Häfen und auf Binnenwasserstraßen den Transport von Lastkähnen und Leichtern besorgen. Er ist vor allem eine Antriebseinheit aus Kessel und Maschine, die von einem Schiffsrumpf umschlossen ist. Diese Funktion bestimmt den Schiffsentwurf, der daher international fast gleich ist und die traditionelle regionale Vielfalt der Bauformen der Segler ablöst.

Bevor wir nun aber meinen, die Dampfmaschine habe den Segler einfach verdrängt, zurück zum Ewer. Die »Maria« erhält 1926 als Hilfsantrieb einen Glühkopfmotor, mit dem auch die Netzwinde bedient wird. Die Investitionskosten für den Umbau werden durch die Einsparung des dritten Manns der Besatzung getragen. Der Glühkopfmotor, der mit niedrigerer Kompression als der Dieselmotor arbeitet, besonders dann aber der Dieselmotor wird sich als der zukünftige Antrieb auch für kleinere Berufsfahrzeuge erweisen, da er einen geringeren Platz- und Bedienungsaufwand als eine Dampfanlage hat und auch mit besserem Wirkungsgrad arbeitet. Der Einbau eines Verbrennungsmotors in den Rumpf des Ewers weist also schon technologisch über den Dampfantrieb des »Renzo« hinaus. Der Motor des Ewers ist jedoch 1957 entfernt worden, als dieser für das Museum in den »ursprünglichen« Zustand des reinen Seglers zurückgeführt wurde. Heute ließe sich im Sinne des oben Gesagten der nachträglich eingebaute Motor auch als technikgeschichtliche Tatsache verstehen.

»Renzo« ist zunächst noch mit einer Kohlefeuerung für den Kessel ausgerüstet. Die Tage der Kohlefeuerung waren auf größte-



5 Der Maschinist des »Renzo« vor »seiner« Maschine. Er arbeitete 33 Jahre auf dem Schiff und war, als die Besatzung aus Kostengründen nur noch aus zwei Mann bestand, für den Betrieb des Schiffes und den Unterhalt der Maschine zuständig. Viele der Einrichtungen an Bord stammen aus seiner Hand.

6 Die Maschine ersetzt den Heizer. Die Förderpumpe im Maschinenraum vor der Öffnung des Kohlebunkers links dokumentiert den Übergang von der Kohle- zur Ölfuehrung des Kessels. Technikgeschichtlicher Wandel wird so am selben Exponat deutlich gemacht.



ren Schiffen, auf denen Hunderte von Heizern und Kohletrimmern eine unzumutbar schwere Arbeit zu verrichten hatten, jedoch schon lange gezählt und deren Kessel auf Ölfeuerung umgestellt worden. Auch im Maschinenraum des »Renzo« verschwindet die Kohlschaufel bald. Vor der überflüssig gewordenen Kohlenluke wird eine dampfbetriebene Förderpumpe für Heizöl installiert, der Kessel erhält einen Brenneinsatz. Während des Zweiten Weltkriegs, bei Ölknappheit, wird die Anlage zeitweise wieder auf Kohlebetrieb umgestellt. Für die Aufstellung im Museum wurden diese Veränderungen am Schiff belassen, Kohle- und Ölbunker sind also beide noch nebeneinander sichtbar.

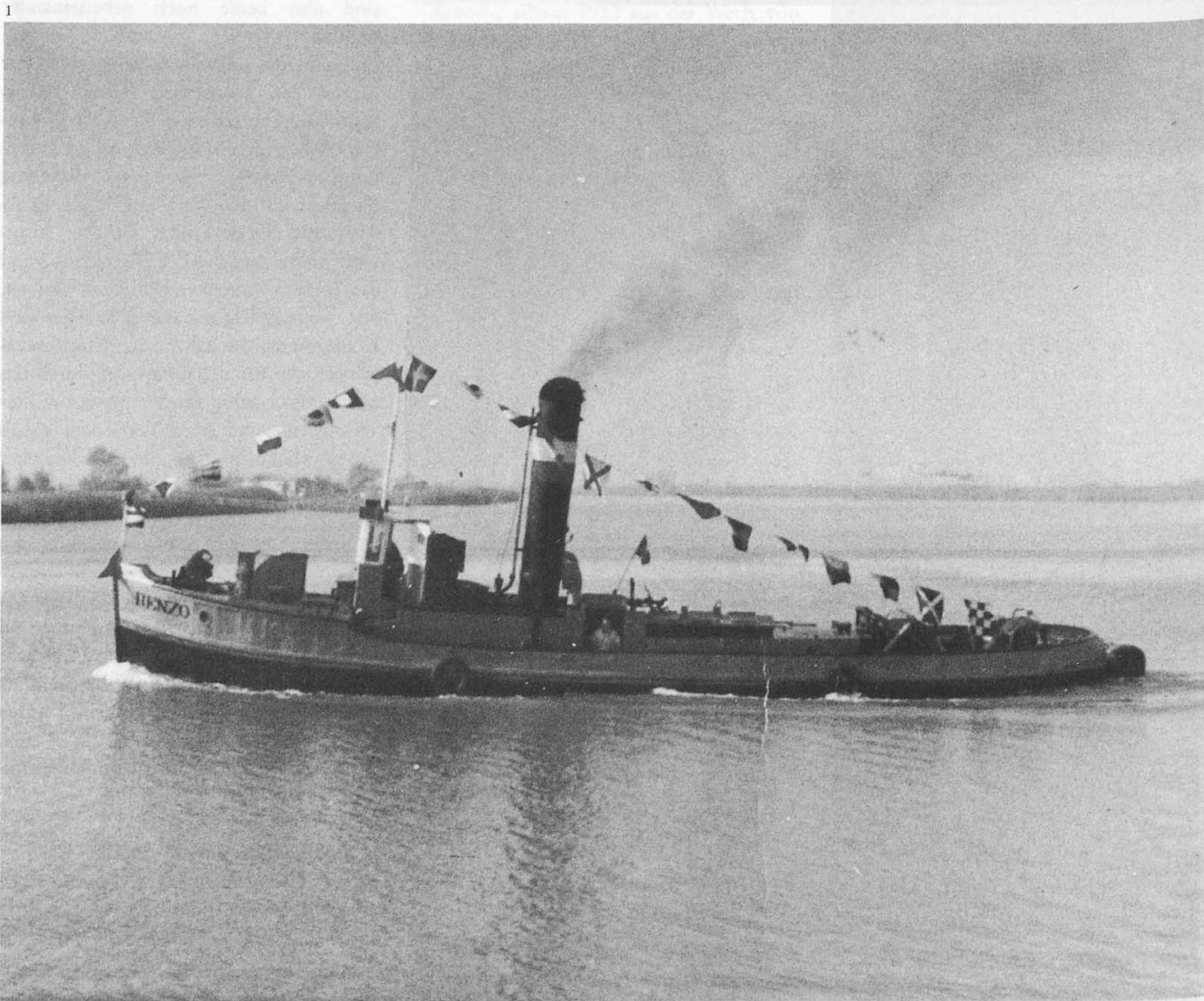
Bei näherem Hinsehen zeigt auch der Rumpf des Renzo den Fortschritt im Schiffbau. Das genietete Schiff ist an einigen Stellen durch aufgeschweißte Doppellagen verstärkt, das ehemals hölzerne Backdeck auf dem Vorschiff durch ein geschweißtes Deck ersetzt worden. Insgesamt sollte dieser letzte Betriebszustand des Schiffes weitgehend erhalten bleiben, was, wo möglich, nur durch Reinigen und Konservieren geschah. Schnitte im Schiffskörper, die für den Transport durch das Museumstor nötig waren, wurden wieder verschweißt und retuschiert, oder gleich als Einblicköffnungen für den Besucher eingeplant. Um die Geschlossenheit und Enge des Maschinenraums zu erhalten, sind nur wenige Außenhautplatten im hinteren Bereich entfernt worden. Die zuletzt geplante Veränderung des »Renzo« während seiner Dienstzeit, ein Umbau auf Dieselantrieb etwa im Jahr 1975, wurde nicht mehr durchgeführt. Wahrscheinlich schien er nicht mehr lohnend, waren Schiff oder sein Besitzer zu alt – und sonst wäre er (noch) nicht im Museum.

7 Stapellauf des »Renzo« auf der Werft von A. Lucchese, Giudecca, Venedig 1932. Die eingebaute Dampfmaschine war zu dieser Zeit bereits zwanzig Jahre alt.

8 An Bord des »Renzo«, an seinem Liegeplatz am Fondamenta Zattere, Venedig. Das Fahrtgebiet des Schleppers war das Kanalsystem der Lagune und der Po bis Ostiglia. Nach Berichten seines Maschinisten gehörte zum Dienst auch die Wasserversorgung nobler Hotels wie des Bauer-Grünwald mit Tankleichtern.

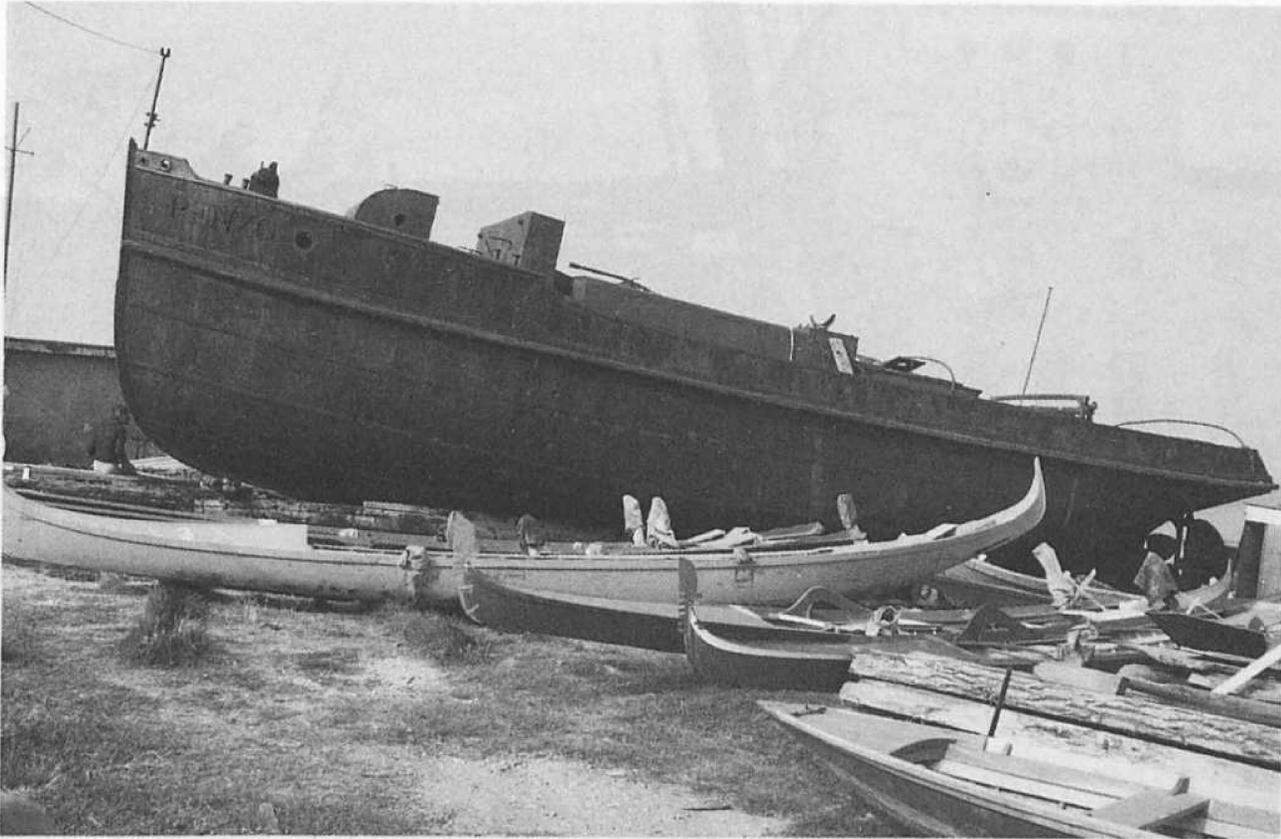
Bestimmungshafen Deutsches Museum

Die letzte Reise des Dampfschleppers »Renzo«



1 *Eines der letzten Bilder des »Renzo« im Betrieb (1966), über die Toppen geflaggt auf der Fahrt zu einer Stapellauffeier.*

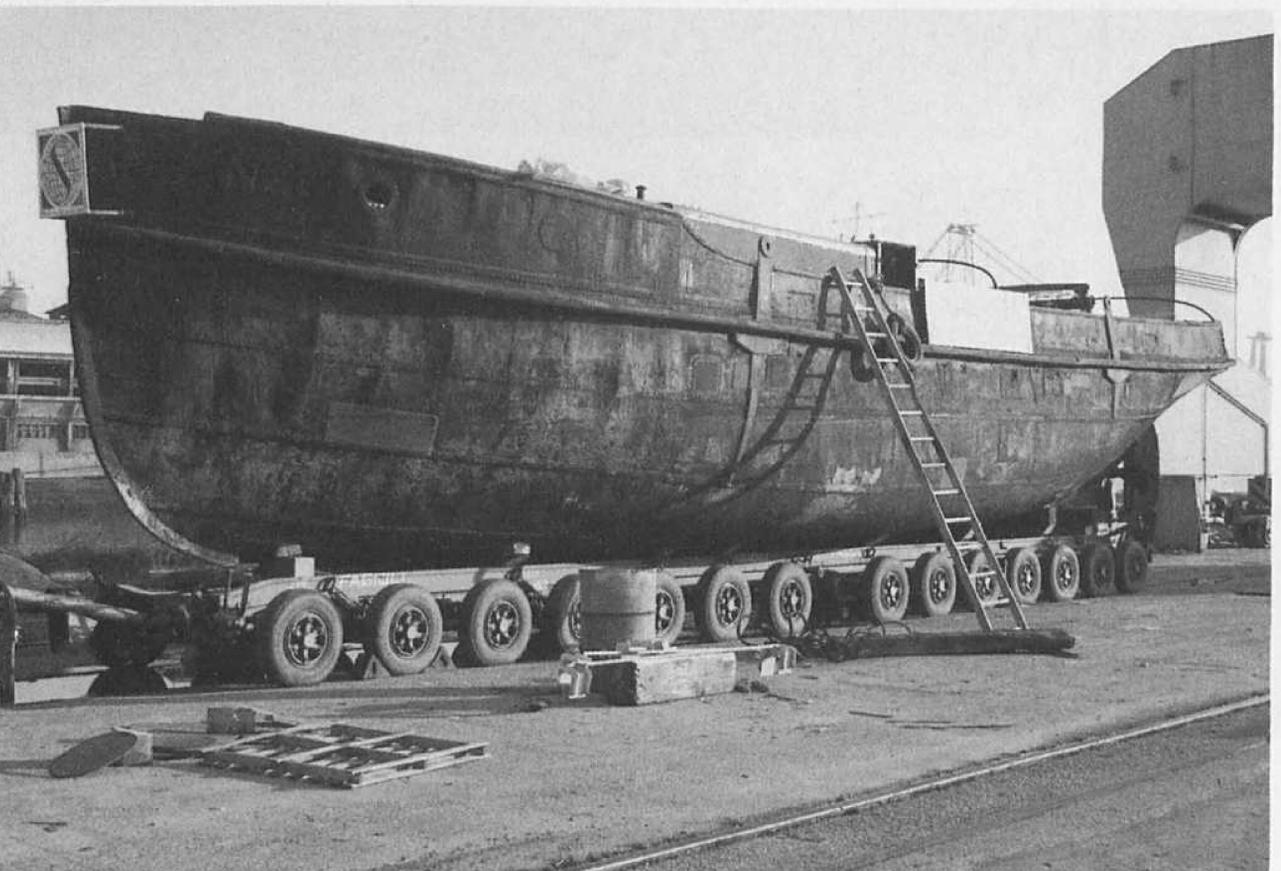
2



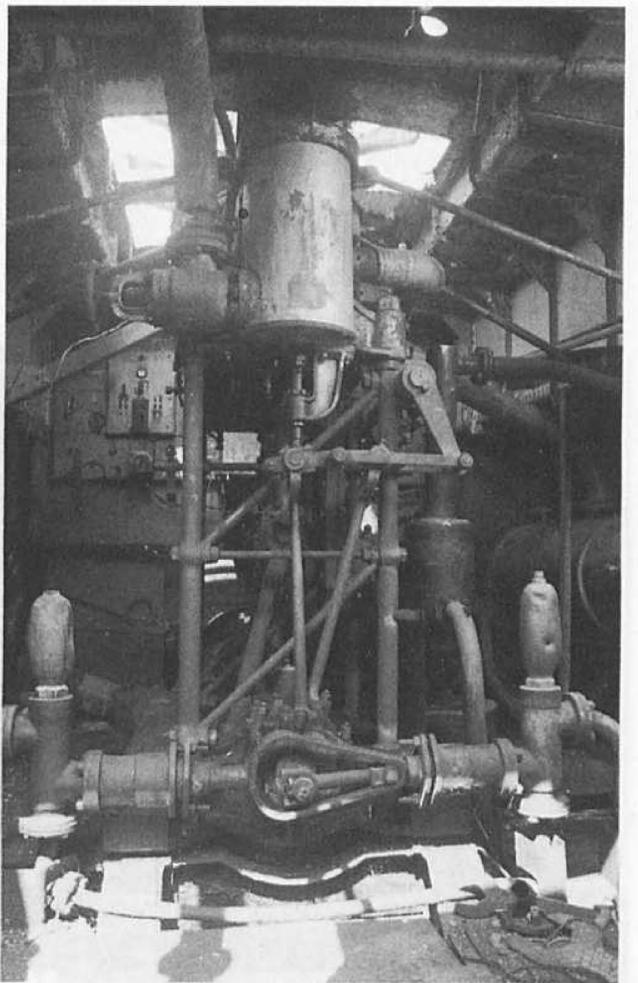
4



6



3



5



2 Seit etwa 1975 ist er auf Pellestrina aufgelegt.

Dort wird er Ostern 1984 zufällig, aber zeitlich »planmäßig« vom Konservator auf einer Bootswerft gefunden. Schornstein und Aufbauten waren eines vorgesehenen Umbaus wegen bereits entfernt.

3 Erster Blick auf die Maschine, Baujahr 1912. Salzlucht und der Zahn der Zeit arbeiten in aller Stille.

4, 5, 6 Eine längere Phase der Planung und der Formalitäten verstreicht, bis »Renzo« wieder in Bewegung gerät. Nach einem letzten Stapellauf wird er nach Mestre geschleppt und dort von einem Kran auf einen Tieflader gesetzt. Mit 60 Tonnen Fracht beginnt die Alpenüberquerung nach München.



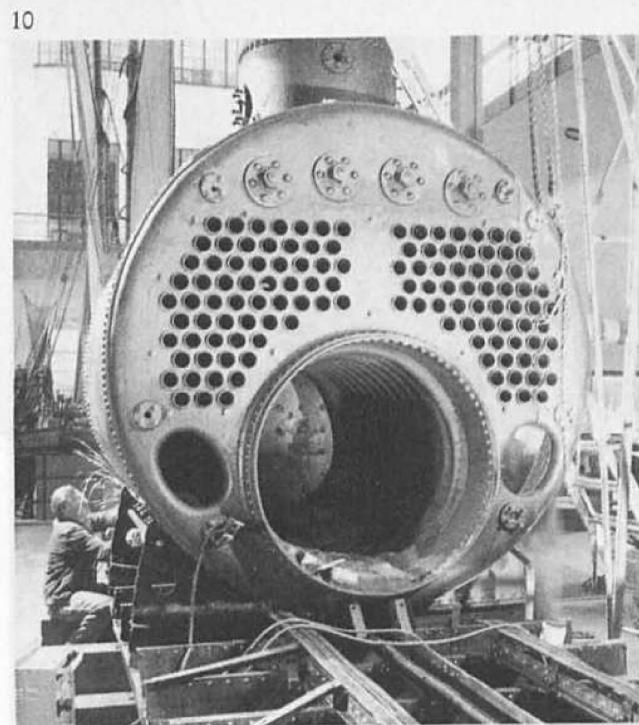
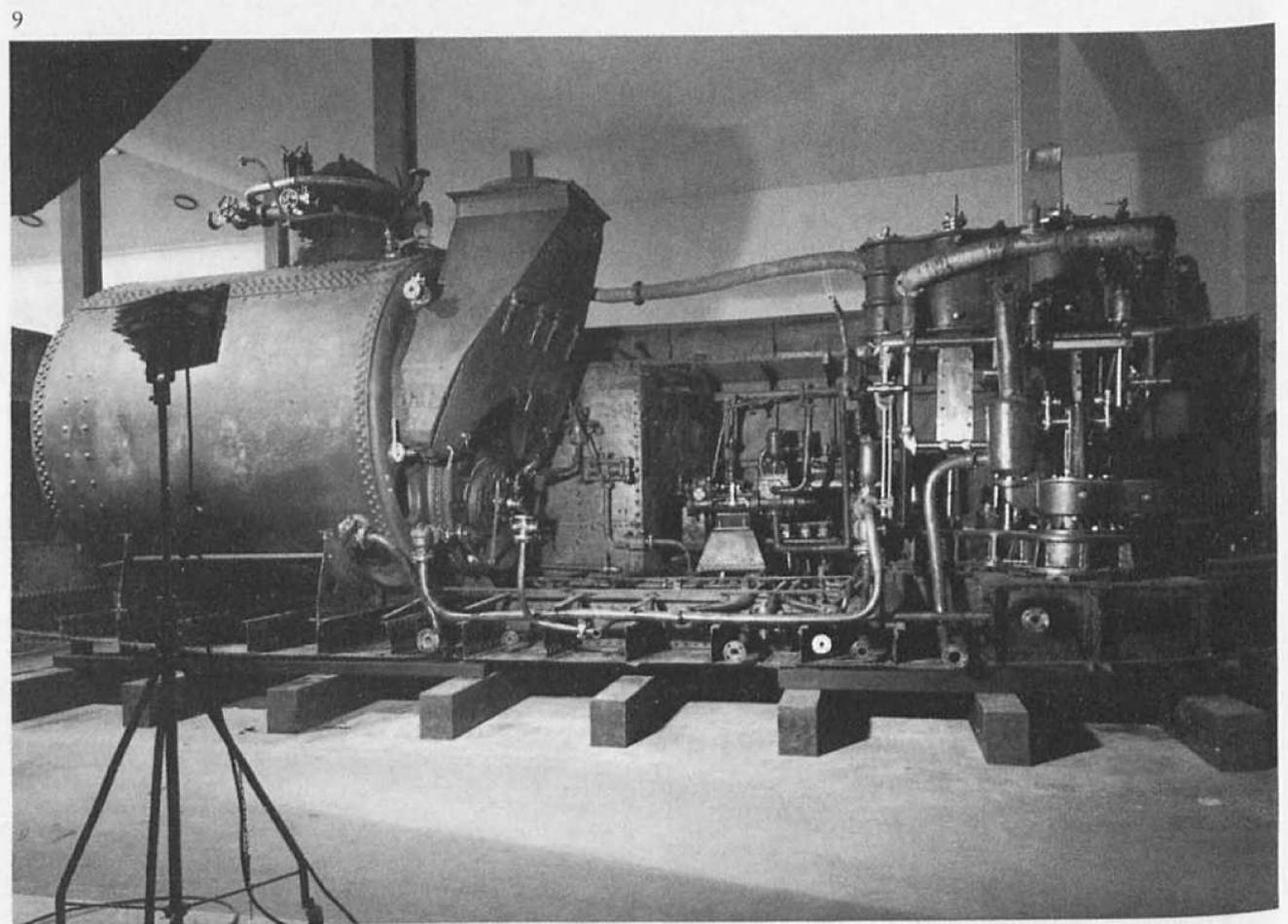
7, 8 Im Lebenslauf größerer Exponate wird der Einzug in das Museum oft zu einem einschneidenden Ereignis. Nach Ausbau der Maschinenanlage und einer gründlichen Reinigung des Rumpfes muß auch dieser in Stücke zerlegt werden, die das Museumstor passieren können.

9 Während des Zusammenbaus präsentiert sich die Maschinenanlage wie in einem Lehrbuch.

10 In der Schiffahrtshalle beginnt der Wiederaufbau.

Den acht Tonnen schweren Kessel ohne Kran in sein Fundament zu heben, erfordert die ganze Kunst der Transportmannschaft und den Rückgriff auf altägyptisches Know-how.

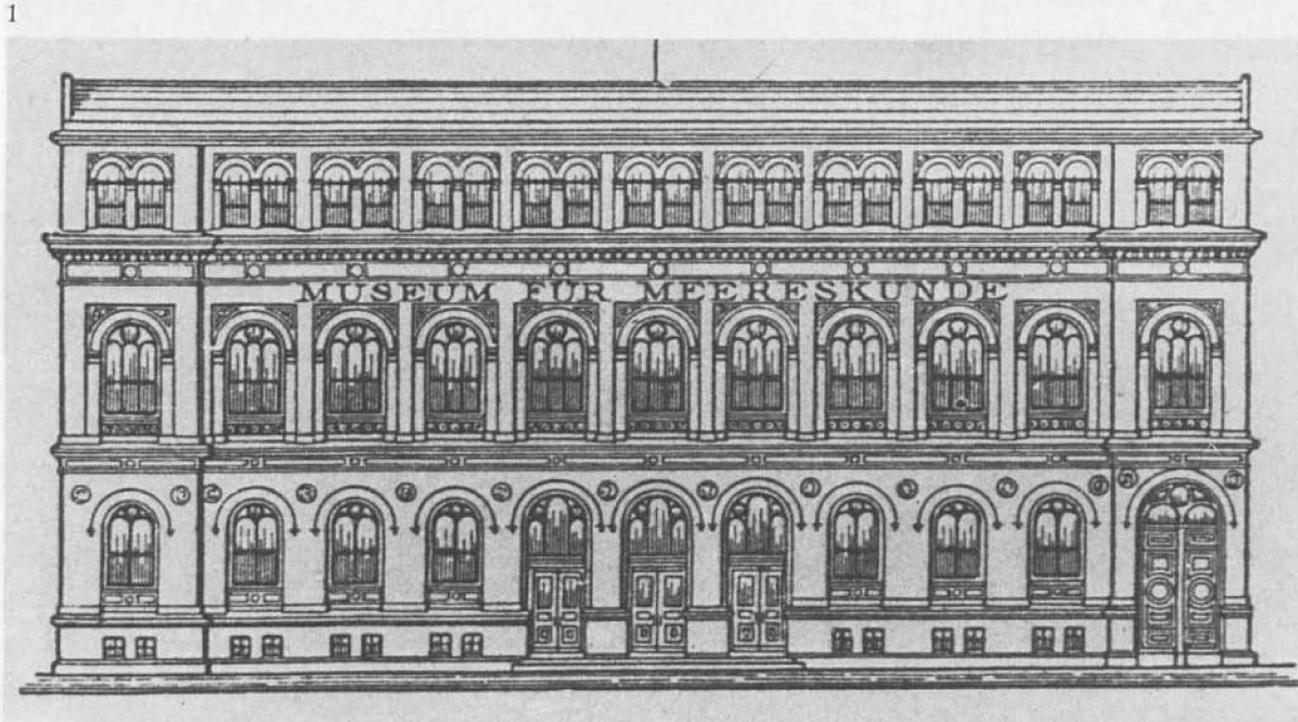
11 Am neuen Liegeplatz.





Meereskunde und Kriegsmarine

Die Abteilung Schifffahrt im Deutschen Museum und die ehemaligen Museen für Meereskunde und der Kriegsmarine in Berlin



1 Zeichnung der Vorderansicht des Museums für Meereskunde in Berlin.

Die diesjährige Wiedereröffnung der Abteilung Schiffbau im Deutschen Museum bedeutet eine Erweiterung des nach den Schäden im 2. Weltkrieg erfolgten Neuaufbaus 1958. Diese auf dem Gebiet der Fachtechnik bedeutende deutsche Spezialsammlung rechtfertigt den nachstehenden Rückblick auf die Vorläufer, die mit dem Ende des 2. Weltkrieges erloschenen Museen für Meereskunde und der Kriegsmarine in Berlin.

Um die Jahrhundertwende setzten bei dem wachsenden Anteil des Deutschen Reiches an der Weltwirtschaft u.a. Bestrebungen ein, die Meereskunde wissenschaftlich systematisch zu betreiben, sie aber auch der Bevölkerung in ihrer Bedeutung nahezubringen.

Der Direktor des Geographischen Instituts an der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin, Dr. Freiherr von Richthofen und der ao. Universitätsprofessor Dr. von Halle entwarfen in Zusammenarbeit mit dem Kgl. Preußischen Ministerium

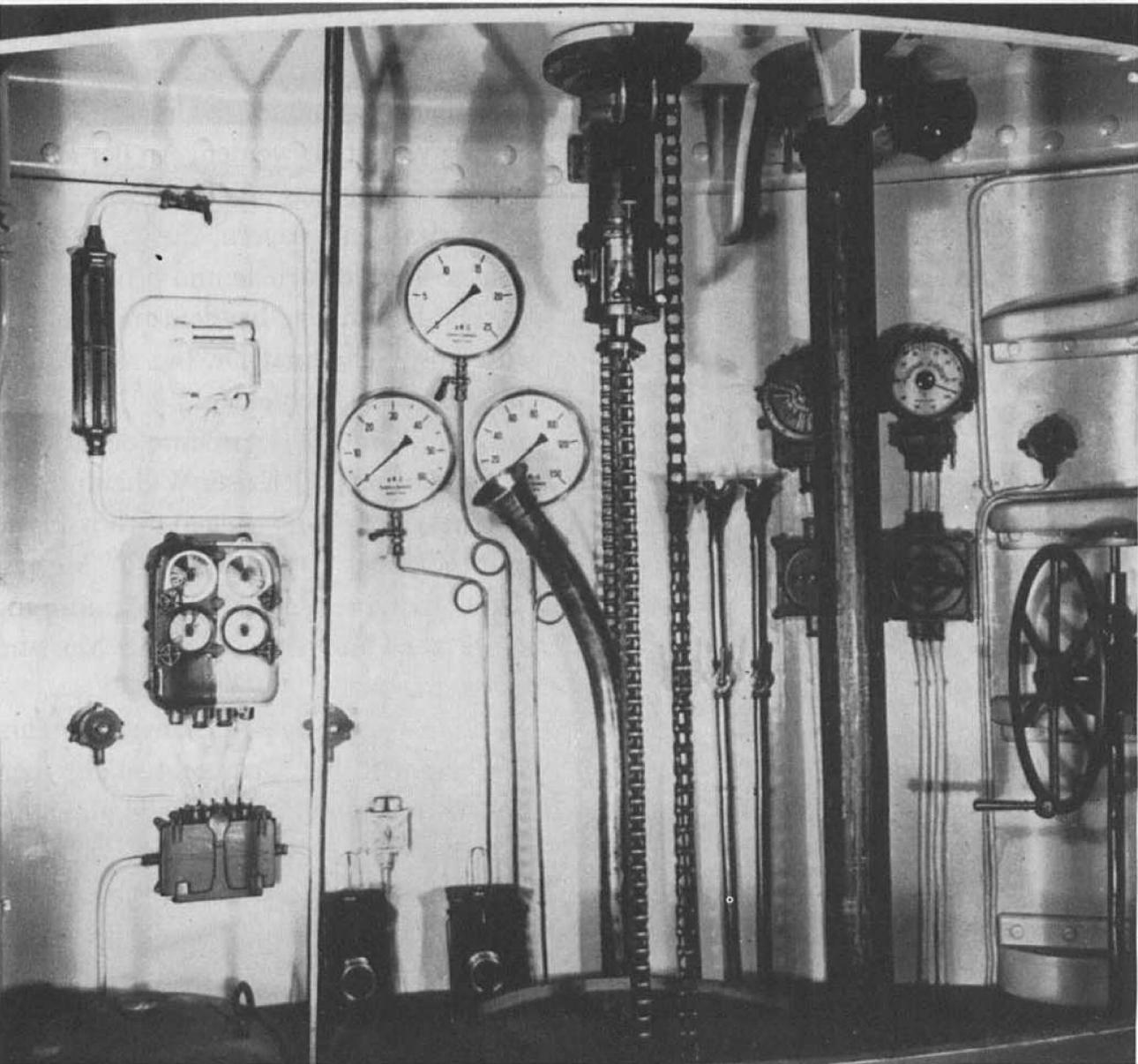
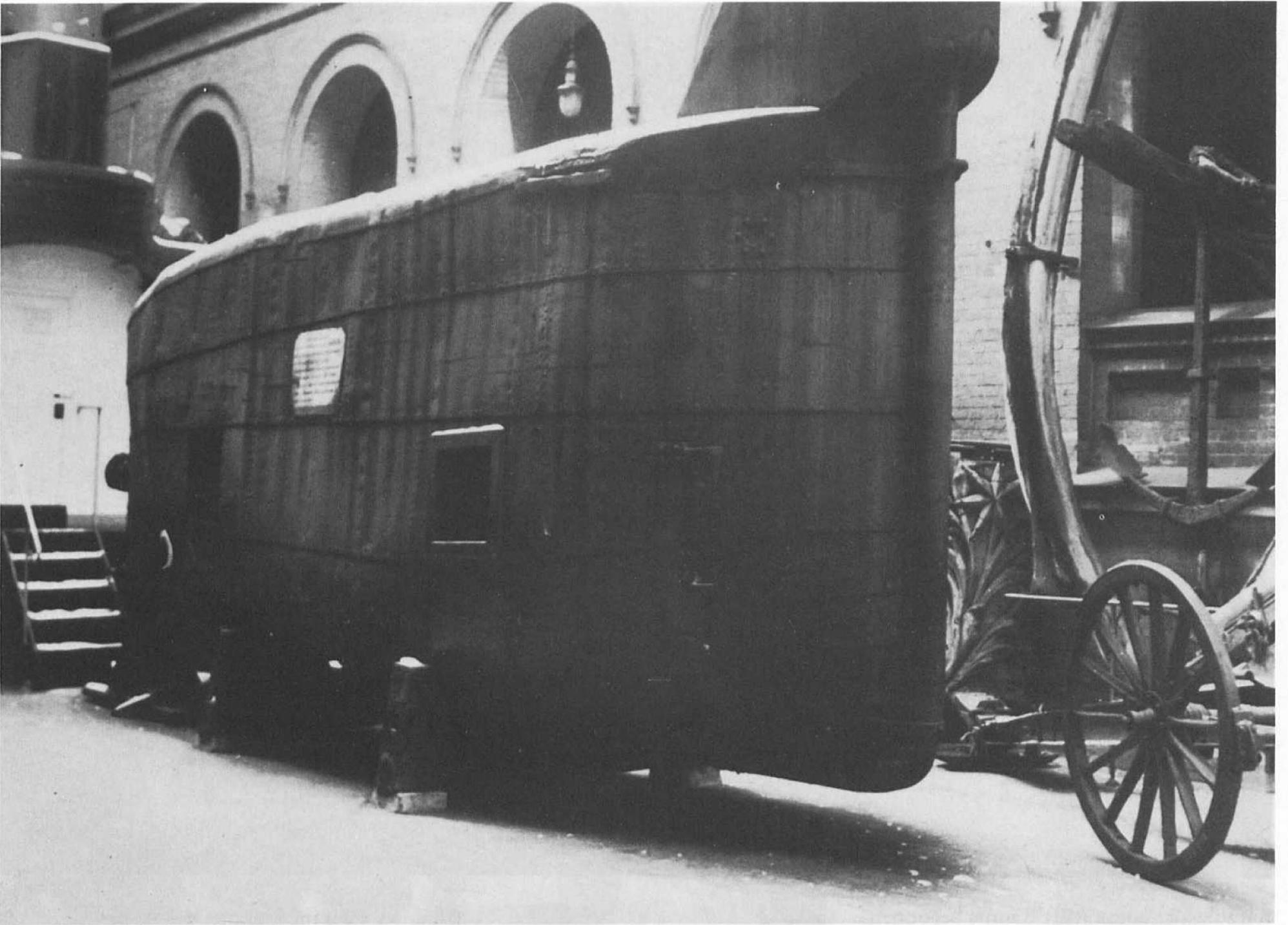
der geistlichen, Unterrichts- und Medizinalangelegenheiten 1898 einen Plan zur Errichtung eines »Ozeanischen Instituts einschl. einer Sammlung von Anschauungsmitteln«, und zwar ursprünglich zur Angliederung an die Universität Kiel, da dort bereits die Marine-Akademie der Kaiserlichen Marine bestand. Die Marine wiederum trug sich unter Leitung des Konteradmirals von Tirpitz mit dem Gedanken der Errichtung eines »Marinemuseums mit angeschlossenem Institut für Seewissenschaft«. Kaiser Wilhelm II. veranlaßte nun das Reichsmarineamt (RMA), gemeinsam mit dem Kgl. Preußischen Kultusministerium zur Ausarbeitung eines Entwurfs für ein solches Museum und Institut »zur besseren Unterweisung breiter Schichten des deutschen Volkes über die mit dem Seewesen zusammenhängenden Fragen.«

Dieser Entwurf fand die Billigung des Kaisers, womit die Voraussetzungen für die Realisierung gegeben waren, und zwar in

Berlin. Finanziell wurden die entstandenen Kosten in die Etats beider Behörden aufgenommen. Für die Oberaufsicht wurde ein Kuratorium gebildet, bestehend aus je einem Vertreter des Ministeriums und des Reichsmarineamtes, ferner aus dem Direktor des Geographischen Instituts. Die Beteiligung der Kaiserlichen Marine an dem Museum regelte eine A.K.O. vom 21. 12. 1901. Sie hatte das gesamte nicht für Lehrzwecke in ihren Bildungsanstalten und in der Deutschen Seewarte erforderliche Material dorthin abzugeben. Im Museum selbst wurde für diese Exponate eine besondere Reichs-Marine-Sammlung gebildet. Sie wurde 1940 herausgelöst und in das »Museum der Kriegsmarine« umgebildet. Dies wurde aber praktisch nicht mehr vollzogen.

Einige Wissenschaftler besichtigten als Anregung für die Gestaltung des Museums 1900–1901 ausländische Fachmuseen. Diese wurden jedoch nicht nachgeahmt, sondern »eigenständig die gesamte Kunde vom Meer erfaßt, um das Interesse für das Meer nach allen seinen Beziehungen lebensvoll anzuregen.« Es hatte also kein Vorbild.

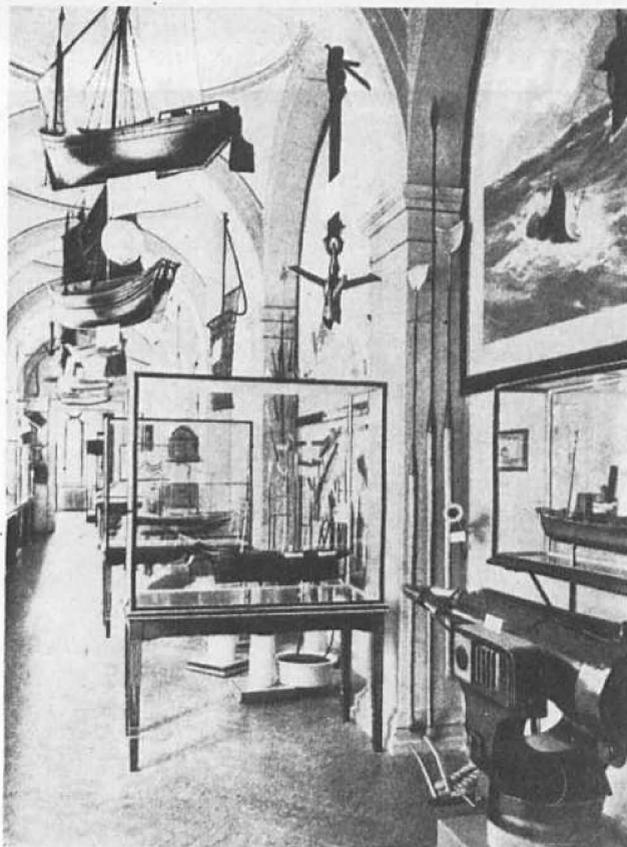
Für die Unterbringung des Museums wurde das 1865–67 erbaute Gebäude des Ersten Chemischen Instituts der Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin in der Georgenstr. 34/36, zwischen Universität und Bahnhof Friedrichstraße, also in der Mitte der Reichshauptstadt leicht zugänglich gelegen, bestimmt. Es bestand aus Keller, Erdgeschoß, 1. Stockwerk, einem Hof und einem Lichthof. Für die Unterbringung des Geographischen Instituts und des Instituts für Meereskunde einschl. Hörsaal wurde ein 2. Stockwerk aufgesetzt. Im Herbst 1902 konnte mit der Be-



2 Brandtaucher von Wilhelm Bauer im Innenhof.
 3 Kommandostand eines Unterseebootes vor dem Ersten Weltkrieg.
 4 Innenhof mit dem Anker der Panzerfregatte »König Wilhelm«, dahinter der Brandtaucher von Wilhelm Bauer.



6



5 und 6 Typische Innenansichten.

nutzung der einhundert Räume begonnen werden. Eine räumliche Erweiterung ergab sich 1931 nach Verlegung des Geographischen Instituts.

Das Museum setzte sich zusammen aus der Reichs-Marine-Sammlung, der Historisch-volkswirtschaftlichen Sammlung, der Ozeanologischen Sammlung und der Biologischen Sammlung.

Am 5.3.1906 fand die offizielle Eröffnung des Museums für Meereskunde in Gegenwart Kaiser Wilhelms II. und zahlreicher Ehrengäste statt. Die Grundsteinlegung des Deutschen Museums in München am 13.11.1906 fand also nach der Eröffnung des Museums für Meereskunde in Berlin statt. Die diesbezüglichen Berichte über die Reisen zu ausländischen Fachmuseen, aber auch die Aufstellung der Exponate in Berlin, konnten daher bei den Planungen in München für die Abteilung Schiffbau ausgewertet werden. Auch hatte man abweichend von Berlin den Vorteil, von einem völligen Neubau der Gebäude ausgehen zu können.

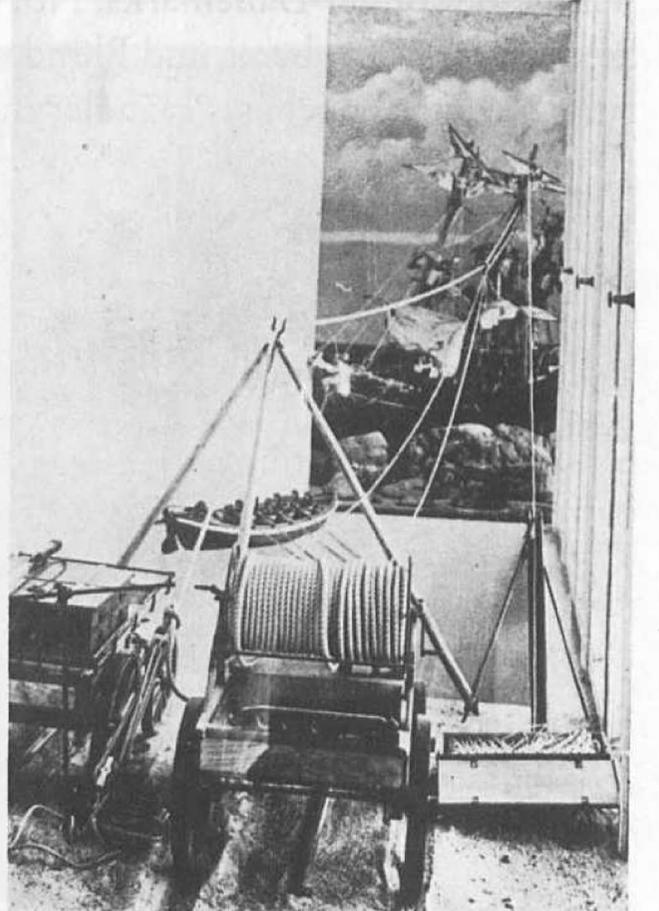
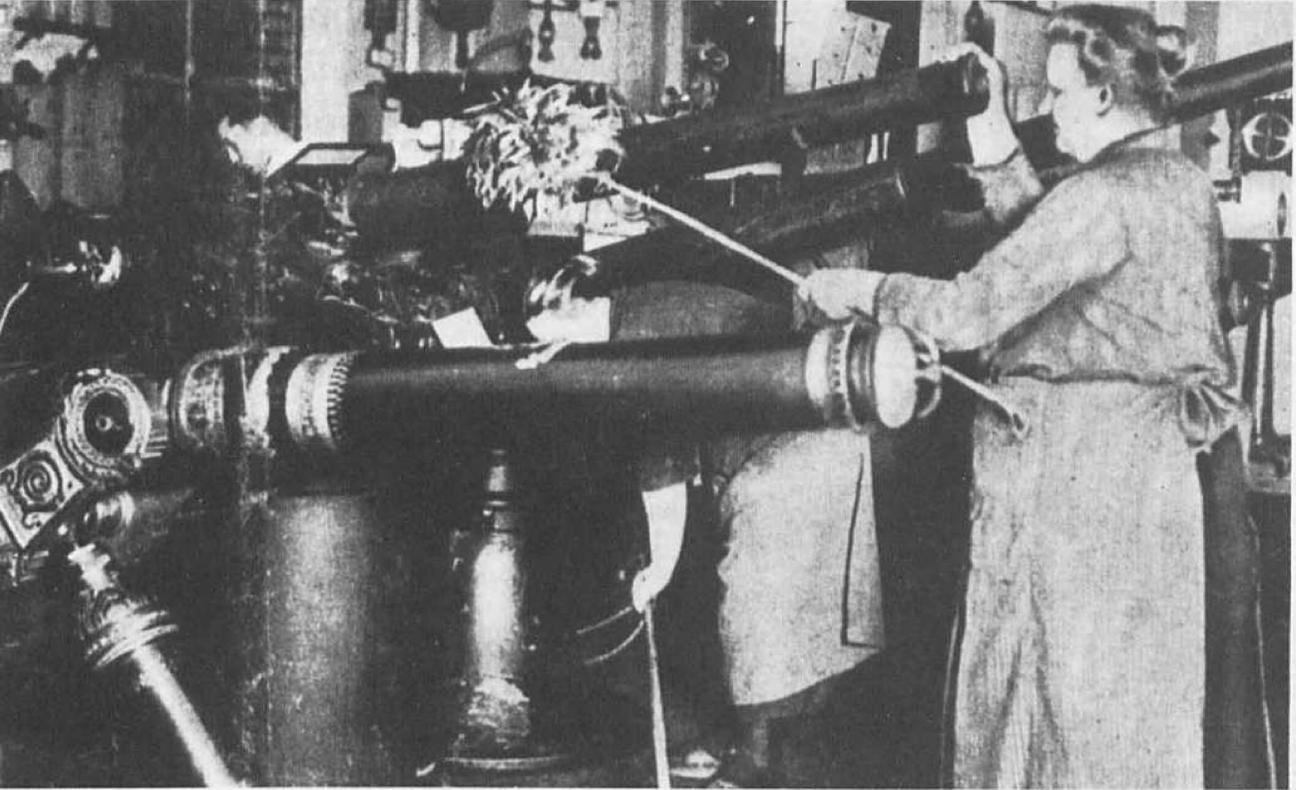
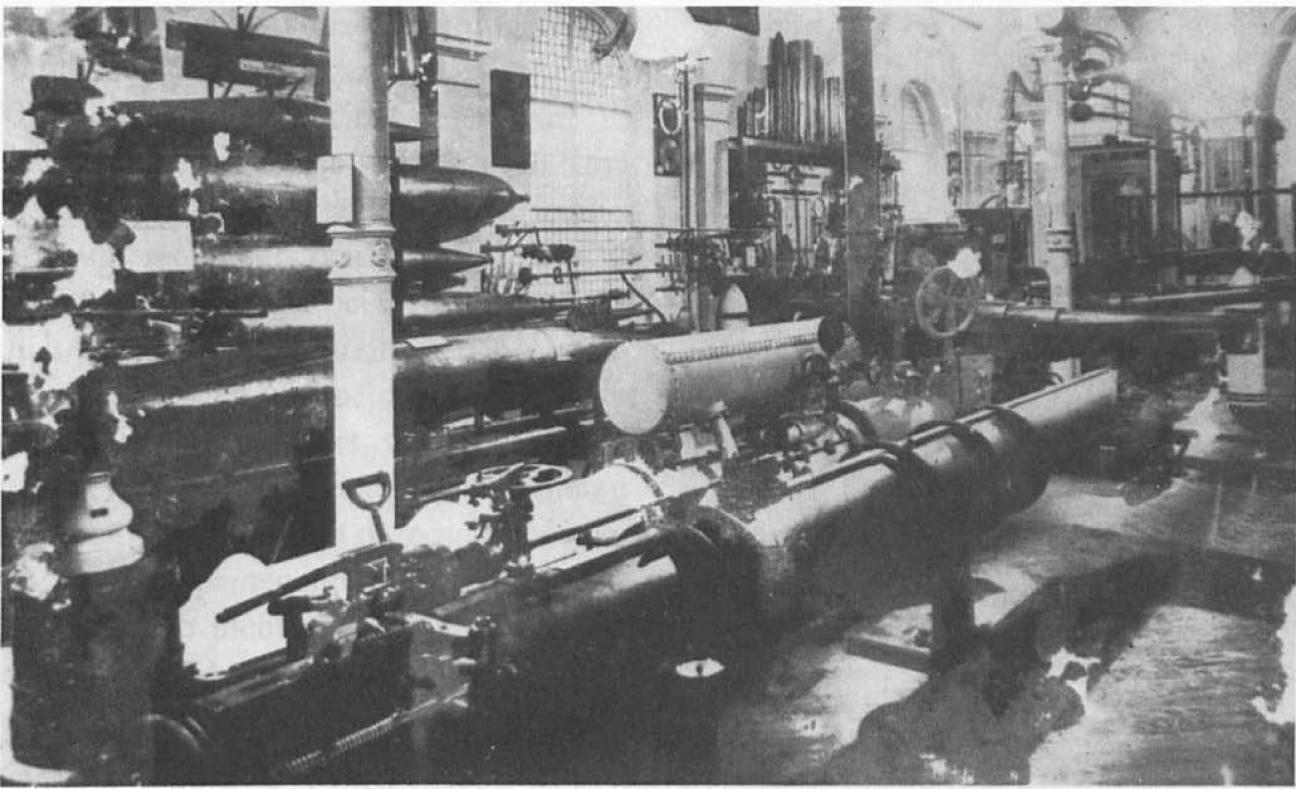
Die Konzeption des Museums in München besteht abweichend von der in Berlin

in Geschichte und Gegenwart naturwissenschaftlicher und technischer Arbeit, in der Geschichte der Forschungen und Erfindungen aller Zeiten und Staaten, dies al-

so auch im Rahmen der Abteilung Schiffbau. Studienreisen zur Information nach England und Frankreich gaben einige Anregungen. Gleich dem Konzept in Berlin sollte auch in München Unterricht und Bildung vermittelt werden. An der Finanzierung beteiligten sich das Deutsche Reich, das Land Bayern, die Stadt München, sowie Industrielle und private Spender. Die Leitung lag bei dem Initiator des Museums, Geheimrat Dr. Ing. von Miller und mehreren Fachleuten.

Hinsichtlich der Kriegsschiffe der Kaiserlichen Marine hatte Kaiser Wilhelm II. angeordnet, von jeder neuen Schiffsklasse ein Modell für das Museum für Meereskunde vorzusehen. Diese Anordnung wurde auch auf das Deutsche Museum ausgedehnt.

Die Bilder aus dem Berliner Museum (Sammlung Röhr) vermitteln noch einen Eindruck von der Art Ausstellung, die einerseits dem üblichen Stil der militärischen Selbstdarstellung folgte, andererseits die Tradition der Naturkundlichen Sammlungen fortsetzte, bemüht um anschauliche und verständliche Belehrung eines Laienpublikums.



7 Sammlung von Torpedos.

8 Reinigung der Kanonen. Im Vordergrund eine 8,7-cm-Stahlkanone mit Silberziselierung in bronzener Lafette, Geschenk von Alfred Krupp an Kaiser Wilhelm I für seine Jacht 1884.

9 Alexander Kircher vor einem Gemälde des Walfangschiffes »Jan Wellem« mit seinen Fangbooten in der Antarktis, 1936.

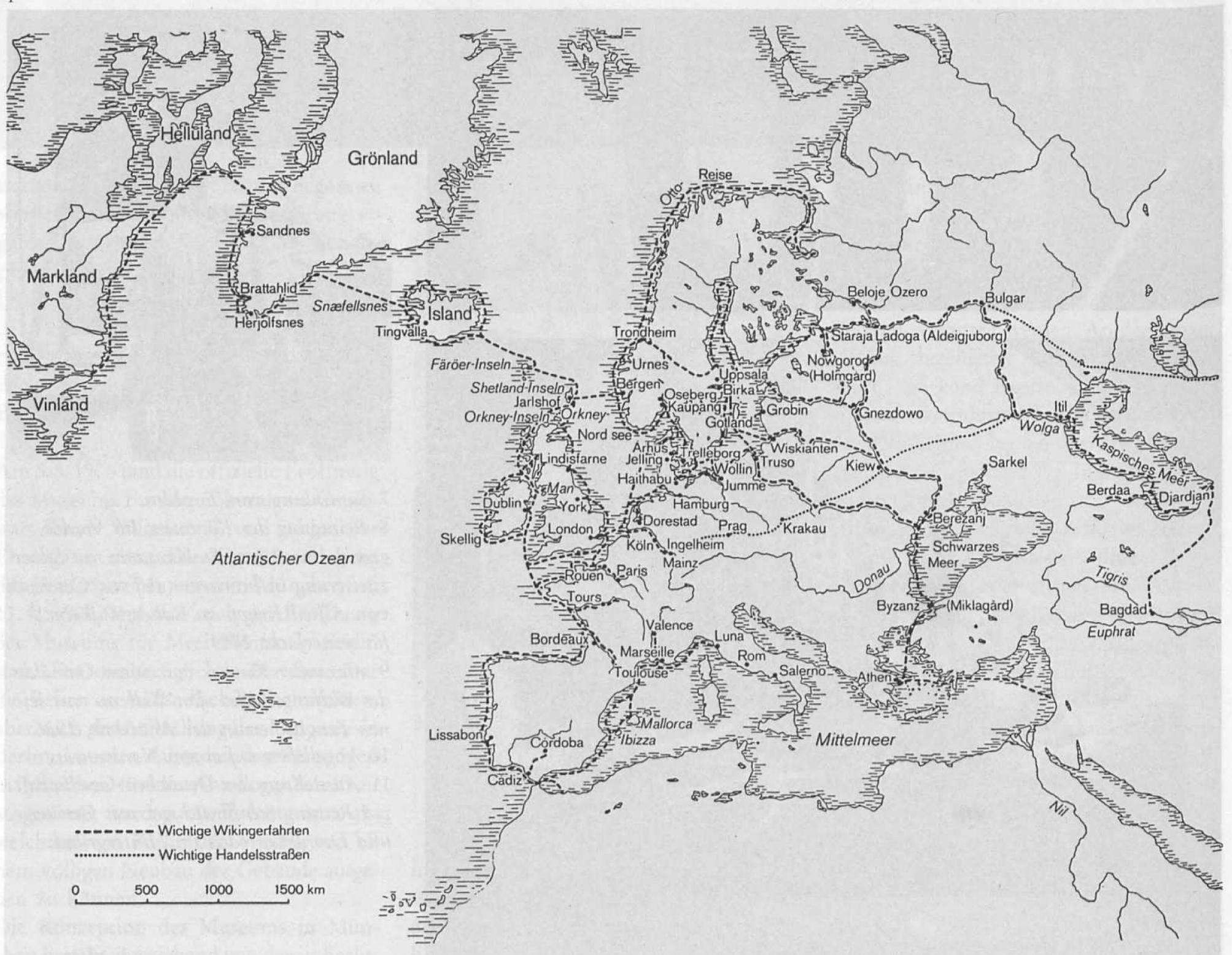
10 Vogelleben auf einem Nordseewatt.

11 Ausstellung der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger mit Geräten und Dioramamodell im Hintergrund.

Schiffahrt in der Wikingerzeit

Mit dem Überfall auf das Kloster Lindisfarne am 8. Juni 793 vor der schottischen Ostküste treten die Wikinger zum erstenmal in das Licht der Weltgeschichte. In den folgenden zwei Jahrhunderten finden wir die Bewohner Dänemarks, Norwegens und Schwedens als Eroberer und Plünderer in England, Irland und Frankreich, als Händler in Nord- und Ost-

deutschland sowie in Rußland, als Söldner in Konstantinopel und als Siedler in Island und Grönland, ja sogar in Amerika. Bei dieser Expansion, spielte die Verbindung auf dem Wasser sowohl über die offene See als auch auf Flüssen eine ganz besondere Rolle (Abb. 1). So ist es nicht verwunderlich, daß gerade das Schiff ein besonderes Symbol dieser Zeit wurde.

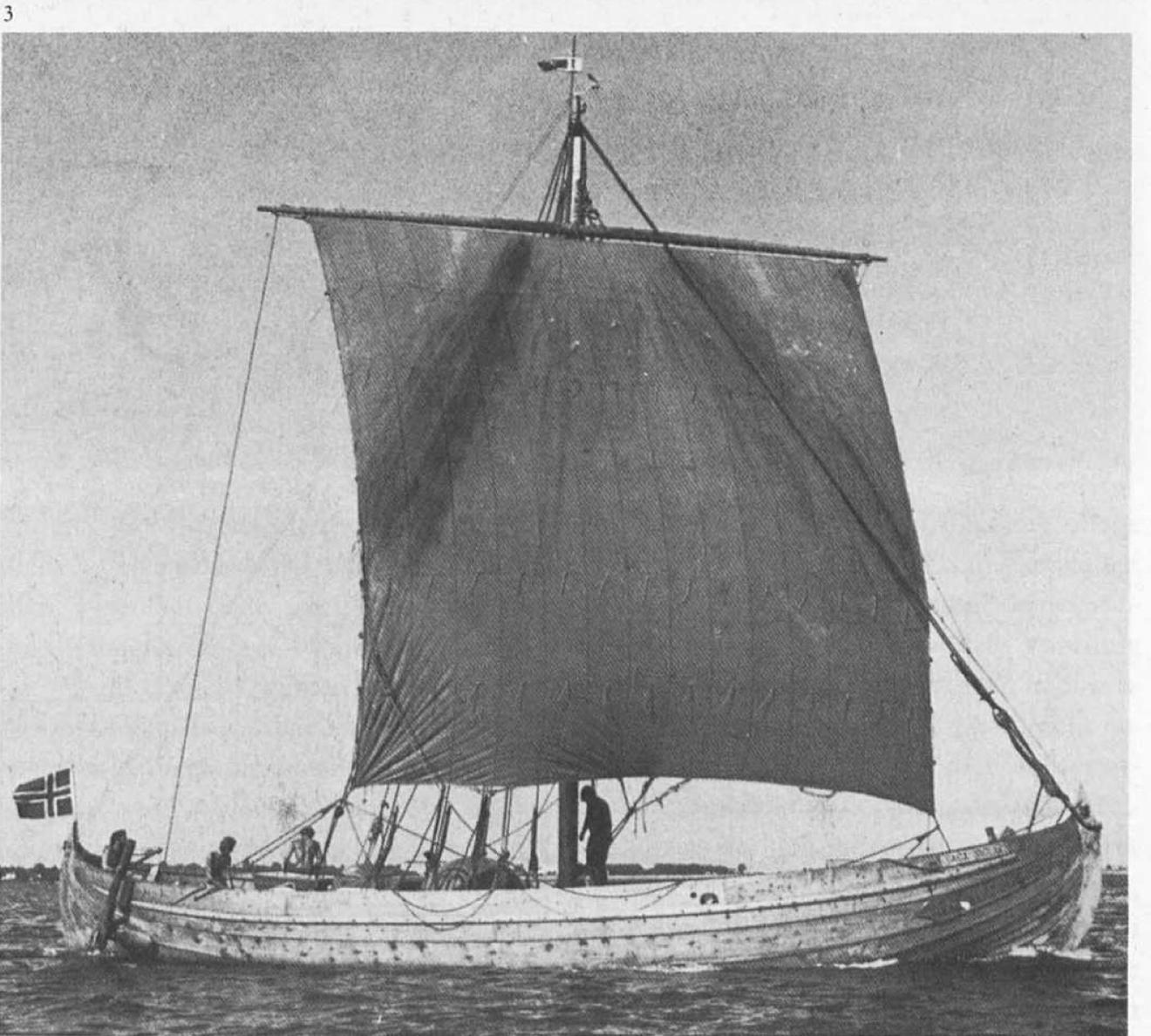


Aus einer Reihe von Bodenfunden und bildlichen Darstellungen kennen wir den Typ des Wikingerschiffes recht gut. Es handelt sich um offene Spitzgatter in Klinkerbauweise, deren Planken mit Eisennieten untereinander befestigt waren. Die Spanten wurden, wie beim Klinkerbau üblich, erst nach Fertigstellung der Außenhaut eingezogen und bei leichteren Schiffen an dieser festgezurr, wodurch ein elastischer Rumpf entstand. Bei schweren Schiffen verübelt man dagegen mit Holznägeln die Spanten mit der Beplankung. Als Vortrieb dienten Riemen von unterschiedlicher Anzahl und auch ein Rahsegel, das an einem fast mittschiffsstehenden Mast geführt wurde. Gesteuert wurde mit einem einzelnen Ruder an der Steuerbordseite, die daher ihren Namen hat.

In der Wikingerzeit war es ein weitverbreiteter Brauch, den Toten nicht nur in einem Sarg oder hölzernen Grabkammer, sondern gelegentlich in einem Boot unter einem künstlich aufgeschütteten Hügel beizusetzen. Die Größe schwankt dabei von nur etwa 3 m langen Booten bis zu »hochseetüchtigen« Schiffen. Da in der Regel sich organische Materialien im Boden nicht erhalten, findet man vom Boot nur noch die Nieten der Außenhaut. Oft liegen diese noch in ihrer Original-Lage, so daß man die Rumpfform noch rekonstruieren kann, wie z.B. beim Grab VI in Tuna in Mittelschweden. Dort war der Verstorbene mit seinem Pferd und Waffen in einem mindestens neun Meter langen Boot niedergelegt worden (Abb. 4 und 5). Die Grabhügel von Oseberg und Gokstad am Oslofjord waren beide aus Blaulehm aufgeschüttet worden. Dadurch konnte kein Sauerstoff in das Grab gelangen und so sind die beiden Schiffe fast unversehrt auf uns gekommen (Abb. 2).

Das Osebergsschiff war 21,58 m lang und 5,10 m breit. Die Außenhaut bestand aus jeweils 12 Eichenplanken und der Rumpf war mit 17 Eichenspannten ausgesteift. Fortbewegt wurde das Boot durch 15 Riemenpaare und ein Rahsegel, das an einem umlegbaren, leichten Mast gesetzt wurde. Die trotz späterer Beraubung noch sehr reichen Grabbeigaben sowie die Verzierung des Schiffes und seine relativ schwache Bauweise lassen vermuten, daß das Osebergsschiff kein alltägliches Fahrzeug, sondern eher ein Prunkschiff war.

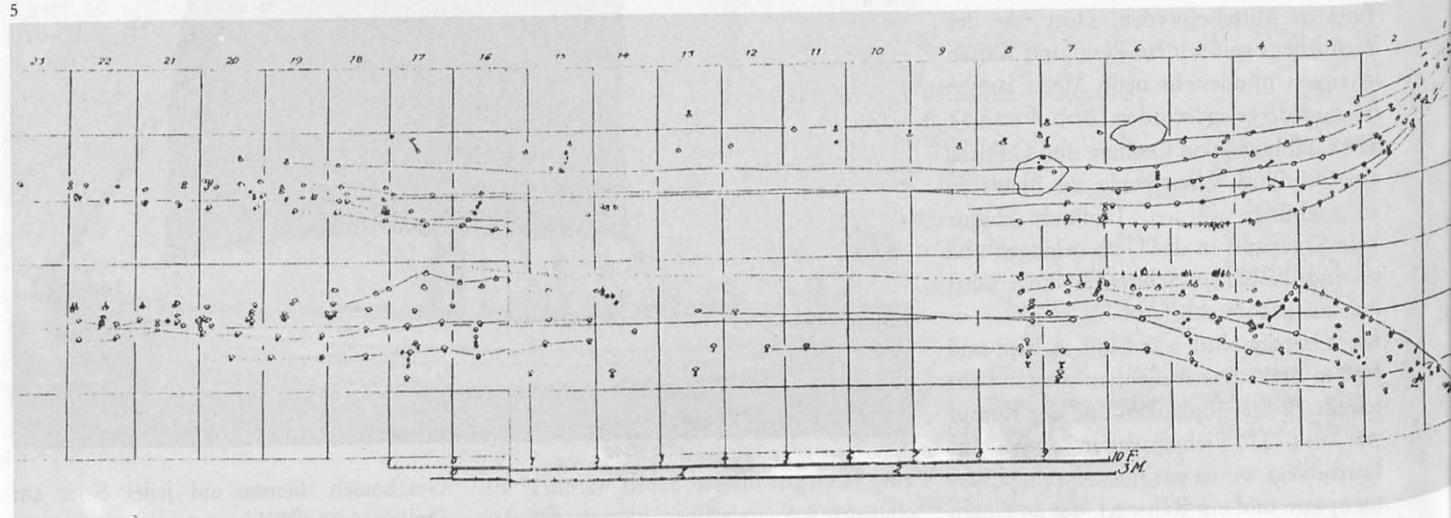
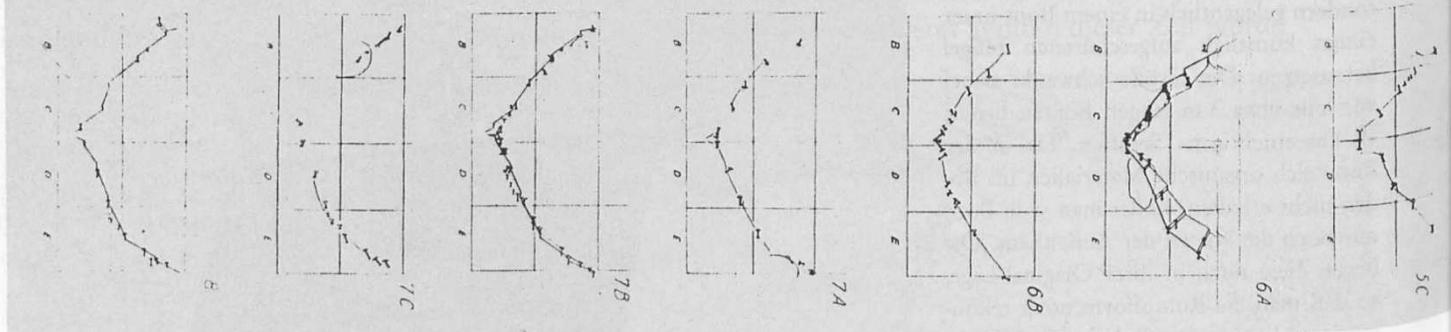
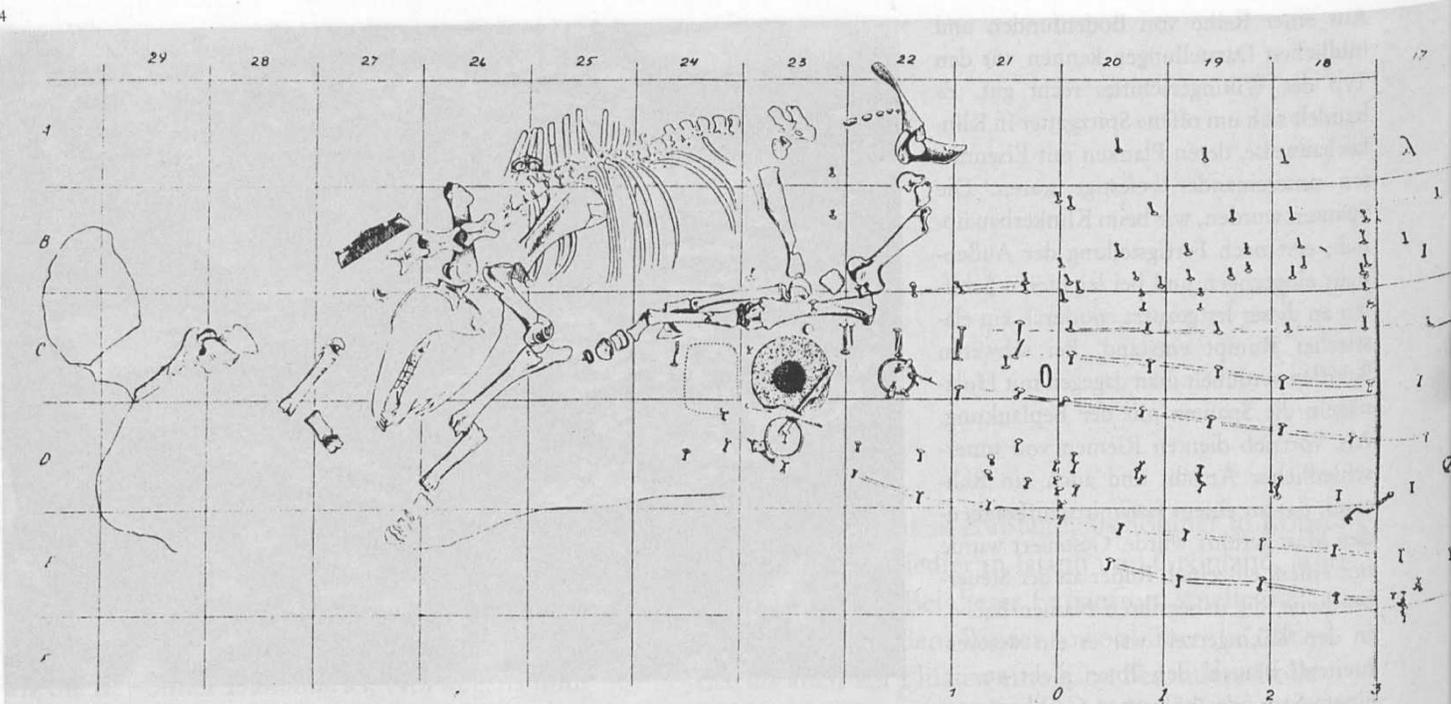
Das Gokstadschiff maß 23,24 × 5,20 m und wies 16 Eichenplanken auf jeder Seite



auf. Auch bei diesem Schiff waren 17 Eichenspannten eingezogen, die an der Außenhaut festgezurr waren. Abgesehen von einem umlegbaren Mast mit Rahsegel befanden sich auf jeder Seite 16 Ruderlöcher. Da bei der Tiefe des Rumpfes die Ruderer nicht mehr auf dem »Deckbalken« sitzen konnten, war — genauso wie beim Osebergsschiff — zwischen diesen ein loses, nicht wasserdichtes Plankendeck verlegt worden. Als Schutz vor feindlichen

Geschossen dienten auf jeder Seite am Dollbord 32 Schilde.

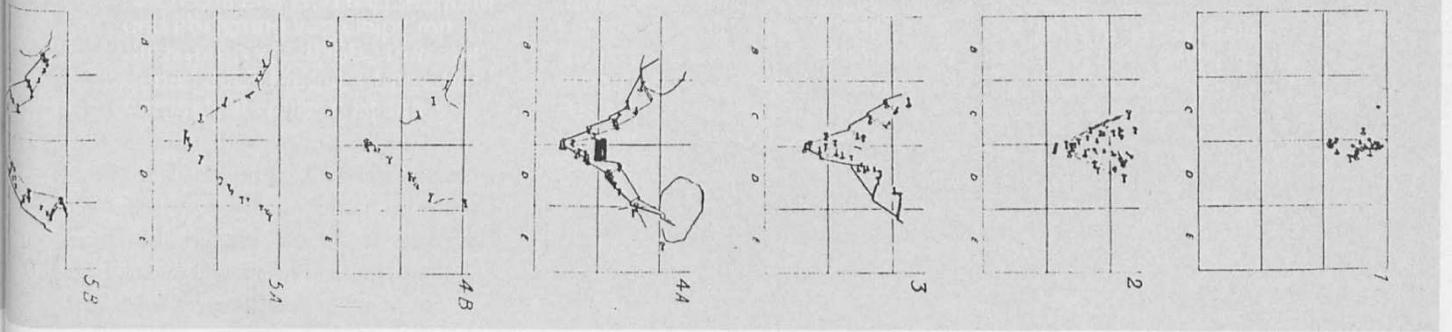
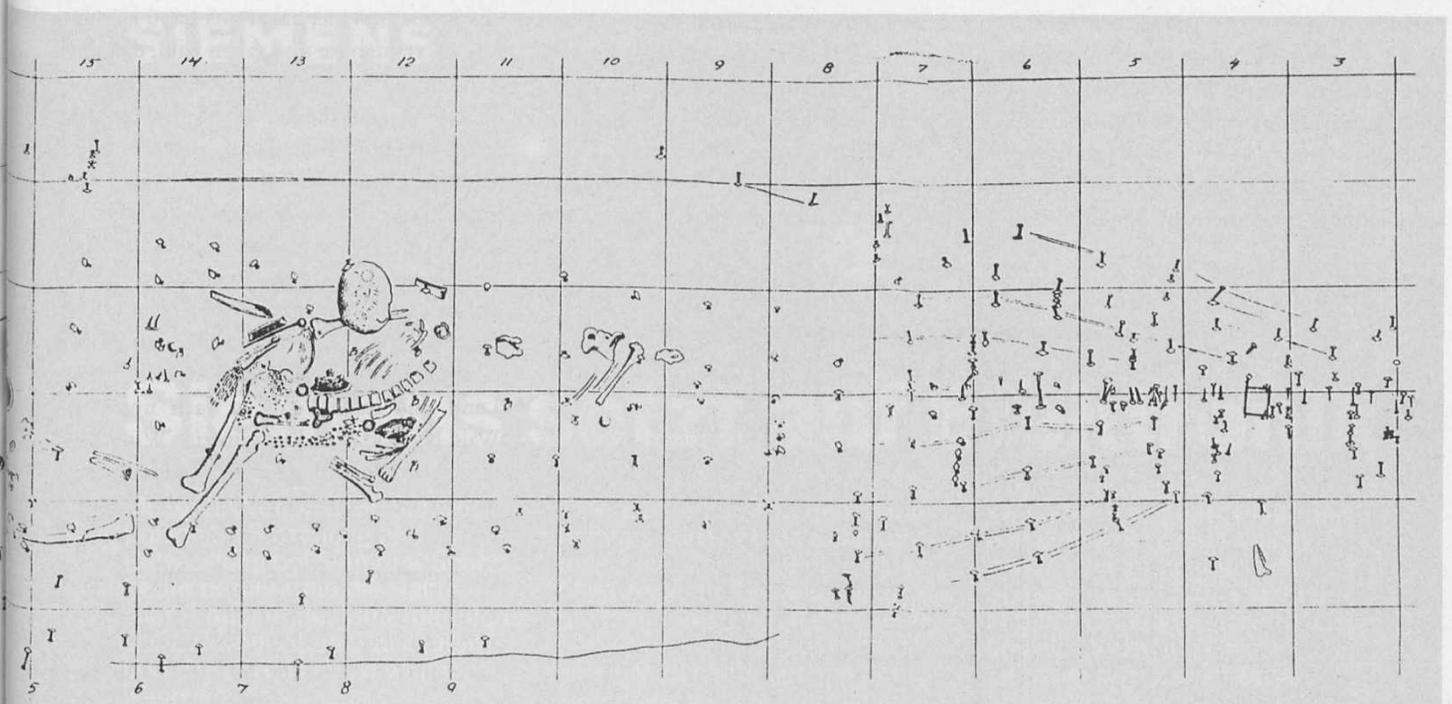
Beim Gokstadschiff handelt es sich um ein typisches Kriegsschiff der Wikingerzeit, das von seiner starken Besatzung vorwiegend gerudert und nur bei günstigen Winden gesegelt wurde. Durch den flachen Tiefgang konnten auf Beutezügen Flüsse befahren und problemlos auf offenen Stränden gelandet werden. Zusätzlich war es für die Besatzung möglich, das rela-



tiv leichte Schiff an Land zu ziehen. Die nur gezurrte Verbindung zwischen Außenhaut und Spanten ergab einen elastischen Rumpf, der sich den Bewegungen des Seegangs anpaßte. Einen Eindruck der Seetüchtigkeit des Gokstadschiffes vermittelt die Fahrt eines Nachbaus von Norwegen nach Amerika im Jahr 1893. Dabei wurde einmal ein Etmal von 223 sm zu-

rückgelegt und gelegentlich Geschwindigkeiten von elf Knoten geloggt. Moderne Versuche haben ferner gezeigt, daß Höchstgeschwindigkeiten von 16–20 kn denkbar sind. Einen anderen Typ des Wikingerschiffes stellt das Wrack 1 aus Skudelev im Roskilde-Fjord auf der Insel Seeland in Dänemark dar (Abb. 3, Nachbau). Es ist

16,50 m lang, 4,80 m breit und die Höhe beträgt mittschiffs 1,9 m. Der Tiefgang des unbeladenen Bootes dürfte sich auf 0,6 m, der des beladenen auf maximal 1,5 m belaufen haben. Die Außenhaut bestand auf jeder Seite aus zwölf 2,8–3,4 cm starken Kiefernplanken. Einige Reparaturen hatte man allerdings in Eiche ausgeführt. Die 14 Eichenspanten waren mit



dem Rumpf durch Holznägel verbunden. Vorn und achtern befanden sich zwei Halbdecks, deren Balken den Rumpf versteiften. Als weitere Verstärkung dienten auf halber Höhe zwischen Kielschwein und Decksbalken sogenannte »bitis« (Abb. 7). Zusätzlich waren noch in Höhe des Dollbords über dem Halbdeck und wohl auch beim Mast weitere Querbalken angebracht, die den Rumpf auch oberhalb der Wasserlinie verstärkten. Zwischen den Halbdecken befand sich ein offener Laderaum von 5,5 m Länge und einem Raumgehalt von 30–35 m³. In der Bordwand befanden sich über den beiden Halbdecken auf jeder Seite zwei Löcher, die zur Aufnahme von Riemen dienten. Hauptvortriebsmittel dürfte aber das Rahsegel gewesen sein, das an einem festen, etwas vorlicher als mittschiffs stehenden Mast gesetzt wurde. Anders als das Gokstadschiff, das hoch am Wind vorwiegend gerudert wurde, segelte das Wrack 1 aus Skudelev häufig auf diesen Kursen, wie aus den verschiedenen Halterungen einer

Spiere, der sogenannten »beiti-ass«, die dem Spreizen des Vorlieks diente, ersichtlich wird. Versuche mit Nachbauten haben gezeigt, daß eine Höhe von etwa 60° am Wind erreicht werden konnte. Beim Wrack 1 aus Skudelev handelt es sich um ein schwerkabtes Handelsschiff, das mit seiner kleinen Besatzung hauptsächlich gesegelt wurde. Schiffe dieser Art dürften eher als der Gokstad-Typ bei der Besiedlung von Island und Grönland verwendet worden sein. Dabei wurden nicht nur Menschen, Vorräte und Hausrat, sondern auch Pferde, Rinder und Schafe transportiert (Abb. 6). Die Seetüchtigkeit dieser Handelsschiffe wird auch durch die Atlantiküberquerung eines Nachbaus im Jahr 1984 bezeugt. Allerdings sind aus der Wikingerzeit auch erhebliche Verlustzahlen bekannt. So kamen von 25 Schiffen, die von Island zur ersten Besiedlung Grönlands aufbrachen, nur 14 an, die anderen wurden entweder durch schlechtes Wetter zur Umkehr gezwungen oder blieben auf See verschollen.

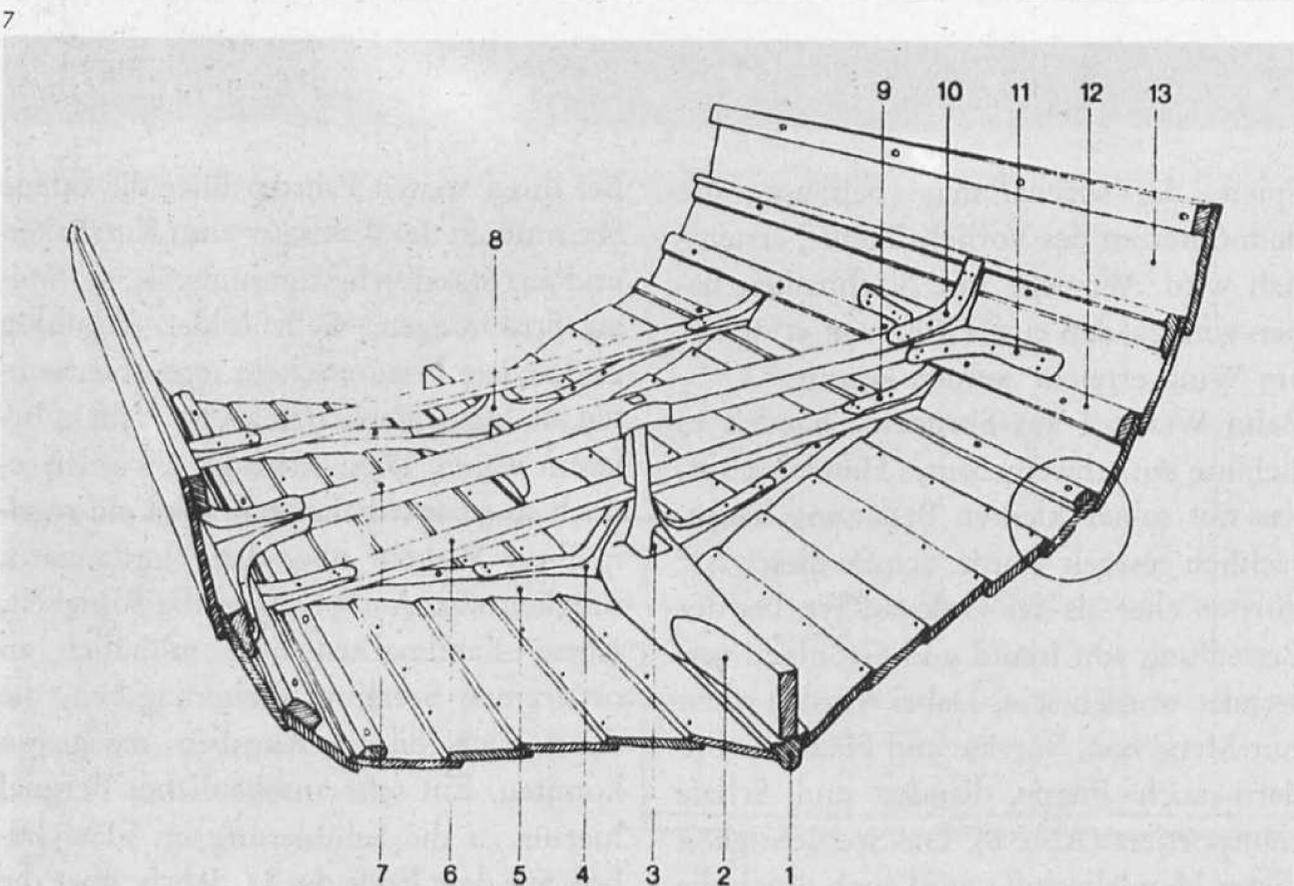
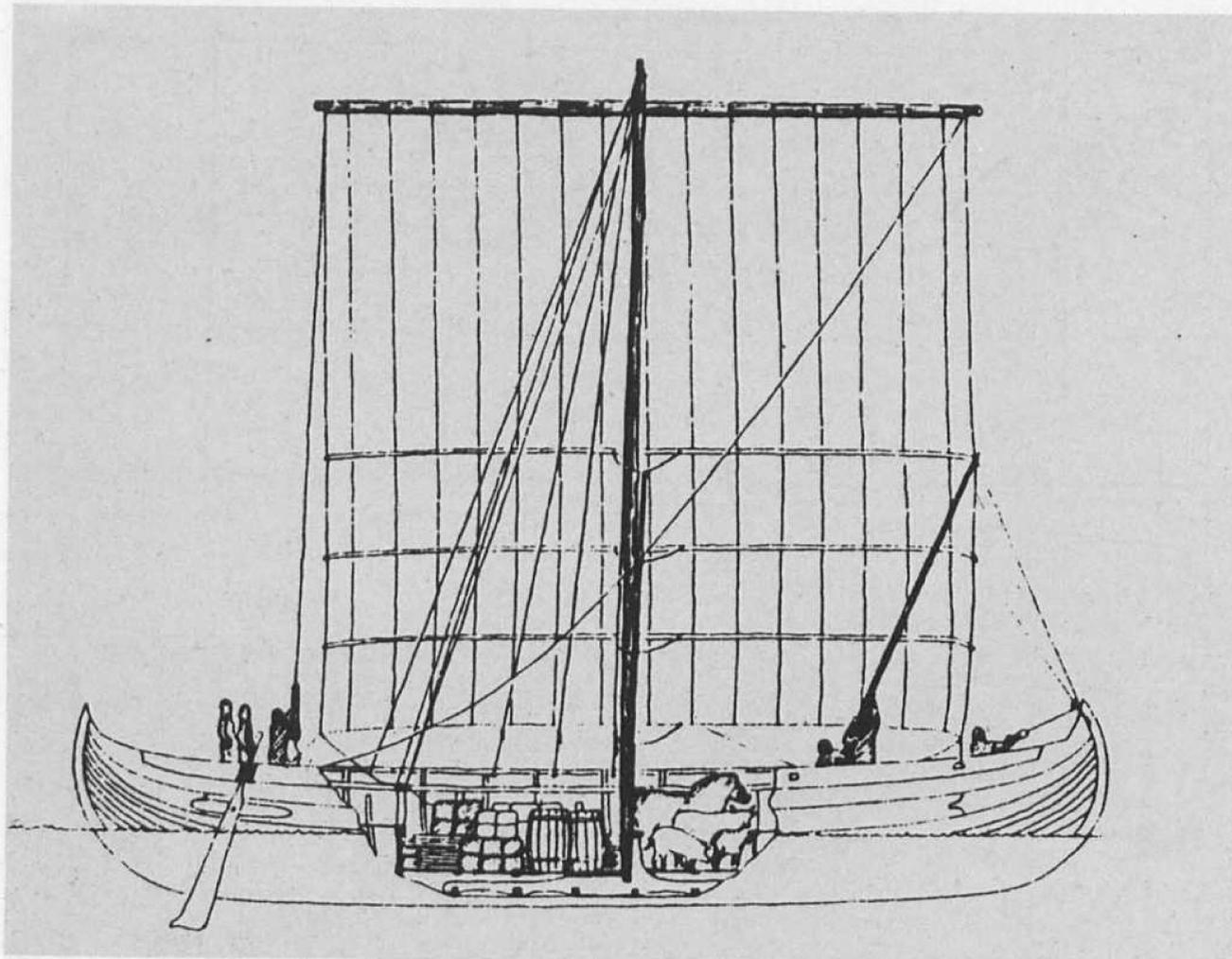
Bei ihren weiten Fahrten über die offene See mußten die Wikinger zum Kurshalten und zur Standortbestimmung Sterne, Sonne, Strömungen, Wellenbilder, Vogelflug und andere Naturerscheinungen beobachten, da Instrumente damals noch nicht bekannt waren. Diese Methoden wurden jedoch so perfekt beherrscht, daß ein regelmäßiger Verkehr über den Nordatlantik möglich war. Auch bestand die Fähigkeit, Kurse, Landmarken usw. mündlich an ortsfremde Seefahrer weiterzugeben, die dann nach diesen Angaben navigieren konnten. Ein sehr anschauliches Beispiel hierfür ist die Schilderung im Flateyjarbók aus dem Ende des 14. Jahrh. über die erste, unfreiwillige Entdeckung Amerikas durch Europäer kurz vor 1000 n. Chr.: »Er antwortete: ›Ich will nach Grönland fahren, wenn ihr mir folgen wollt.‹ Alle sagten, daß sie ihm folgen wollten. Da sprach Bjarni: ›Unsere Fahrt wird allen töricht erscheinen, da niemand von uns vorher auf dem grönländischen Meer gewesen ist.‹ Trotzdem aber segelten sie aus,

sobald sie ausgerüstet waren. Sie fuhren drei Tage, bis das Land im Meer versunken war. Da legte sich der günstige Wind, und sie bekamen Nordwind und Nebel, so daß sie nicht wußten, wo sie waren. Das dauerte viele Tage. Dann konnten sie die Sonne wieder sehen und die acht Windrichtun-

gen bestimmen. Sie hißten das Segel und fuhren noch einen ganzen Tag und eine Nacht weiter; dann sahen sie Land. Sie besprachen, welches Land es wohl sein könne, doch Bjarni sagte, daß es nicht Grönland sei. Sie fragten, ob er zu diesem Land segeln wolle oder nicht. Er antwortete:

› Es ist mein Wille, näher ans Land zu fahren. ‹ Das taten sie und sahen bald, daß das Land flach und mit Wald bedeckt war und daß es keine Hügel gab. Sie ließen das Land backbord liegen und hatten es bald achtern. Dann segelten sie abermals zwei Tage, bis sie abermals Land sahen. Sie fragten Bjarni, ob er glaube, daß es diesmal Grönland sei. Er sagte, auch dieses Land könne nicht Grönland sein, denn auf Grönland, so sage man, gäbe es große Gletscher. Rasch näherten sie sich dem Land und sahen, daß es flach und mit Wald bedeckt war. Der günstige Wind legte sich, und die Männer an Bord meinten, daß es wohl ratsam sei, hier zu landen. Das aber wollte Bjarni nicht.

Da meinten sie, daß man Brennholz und Trinkwasser benötige. › Ihr seid mit allem versehen ‹ sagte Bjarni. Obwohl die Männer murrten, befahl er das Segel zu setzen; und so geschah es. Sie lenkten das Schiff vom Land weg, segelten drei Tage mit südwestlichem Wind und sahen zum drittenmal Land. Und dieses Land war hoch und mit Gletschern bedeckt. Sie fragten Bjarni, ob er hier landen wolle, doch er antwortete: › Das will ich nicht, denn dieses Land scheint mir nicht gut zu sein. ‹ Sie bargen das Segel nicht, sondern fuhren am Lande entlang und sahen, daß es eine Insel war. Sie wandten den Steven wieder vom Land weg und segelten mit demselben Wind weiter auf das Meer. Der Wind aber nahm erheblich zu. Da befahl Bjarni, das Segel zu reffen und nicht härter an den Wind zu gehen, als Schiff und Takelung aushielten. Vier Tage segelten sie und sahen zum vierten Male Land. Sie fragten Bjarni, ob er glaube, daß es jetzt Grönland sei. Bjarni antwortete: › Dieses Land gleicht demjenigen, als das man mir Grönland geschildert hat. Hier gehen wir an Land. ‹ Das taten sie und landeten auf einem Vorgebirge. Dort lag ein Boot; Bjarnis Vater Herjof wohnte auf der Landzunge. Nach ihm hat sie ihren Namen bekommen und wird seitdem Herjolfness genannt. ‹



- | | | |
|---------------------|--------------------------|---------------------|
| 1.) Kiel | 5.) Spant | 9.) »Bite«knie |
| 2.) Kielschwein | 6.) »Bite« | 10.) Vertikalknie |
| 3.) Mastfuß | 7.) »Decks«balken | 11.) Horizontalknie |
| 4.) Kielschweinknie | 8.) Bodenwrange (Snelle) | 12.) Stringer |
| | | 13.) Dollbord |

(Aus: O. Cromlin-Petersen u. O. Olsen, *The Skuldelev Ships*. *Acta Archaeologica* 38, 1967, 95)

Literatur

- Die Wikinger, Burkhard-Verlag Ernst Heyer Essen (1968).
D. Ellmers: Frühmittelalterliche Handelsschifffahrt in Mittel- und Nordeuropa. *Offa-Bücher* = 28 Schriften des Deutschen Schiffahrtsmuseum 3 (1972).
R. Pörtner: Die Wikinger-Sage (1971).
M. Müller-Wille: Bestattung im Boot. *Studien zu einer nord-europäischen Grabsitte*. *Offa* 25/26, 1968/69, 7-203.
U. Schnell: Navigation der Wikinger. *Schriften des Deutschen Schiffahrtsmuseum* 6 (1975).

SIEMENS

Siemens setzt auf Elektronik

Mikroelektronik ist ein Schwerpunkt von Forschung und Entwicklung bei Siemens. Schon heute beruht rund die Hälfte aller Produkte des Unternehmens auf elektronischen Bausteinen – und dieser Anteil wird weiter wachsen.

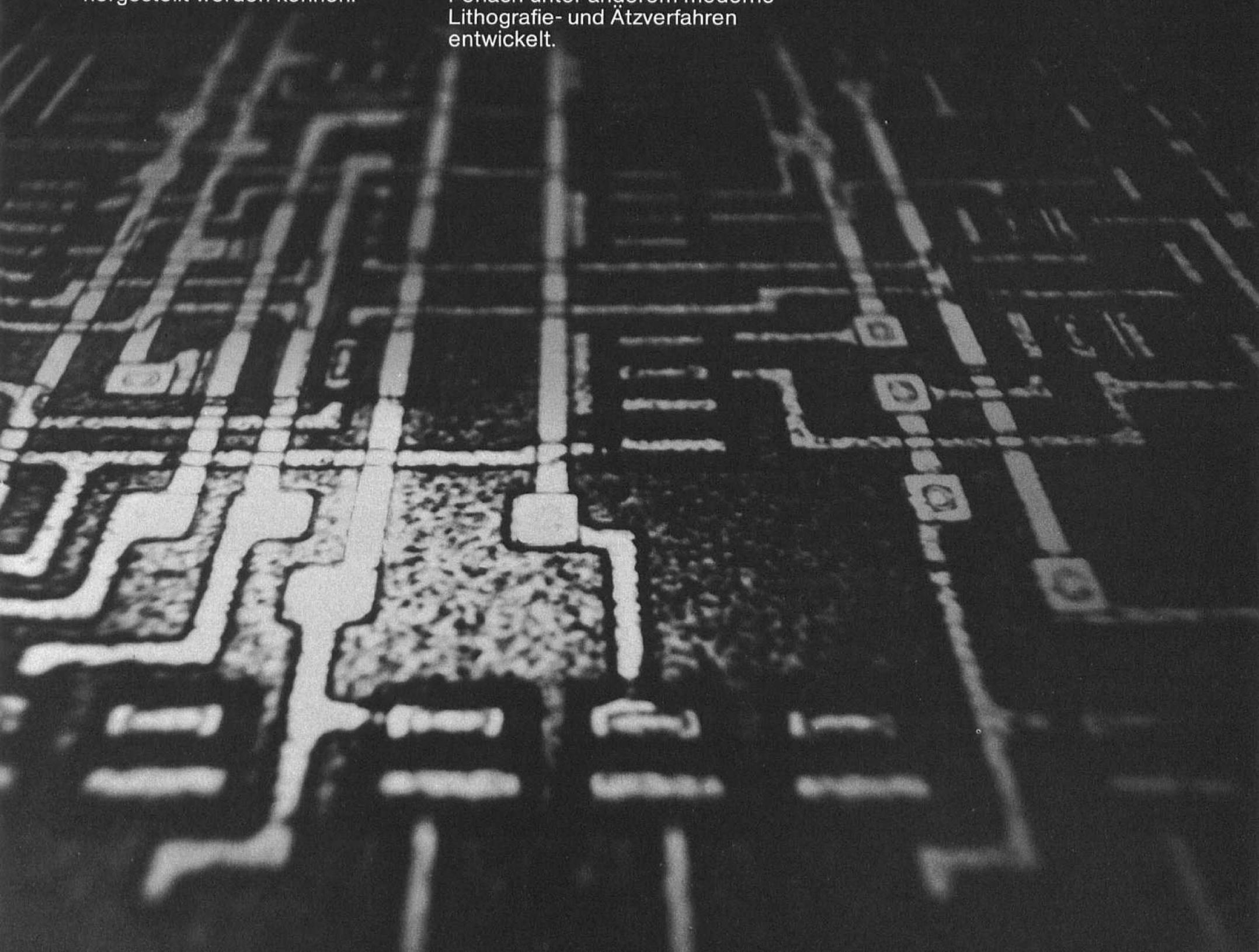
Nächstes Ziel ist die Erzeugung und Fertigung von Chips mit Strukturen von 1/1000 mm, mit denen auch Megabit-Speicher hergestellt werden können.

1 Megabit entspricht dem Informationsinhalt von 64 Schreibmaschinenseiten, der auf einem fingernagelgroßen Siliziumkristall gespeichert ist. Mit dieser Technik lassen sich auch extrem schnelle Schaltungen mit Schaltzeiten von weniger als einer ⁰ milliardstel Sekunde herstellen. Für die Fertigung der feinen Strukturen werden in unserer neu erbauten 1 μ -Linie in München-Perlach unter anderem moderne Lithografie- und Ätzverfahren entwickelt.

Wenn Sie mehr über Elektronik von Siemens wissen wollen, senden wir Ihnen gerne die Schriften »Impulse – Forschung und Entwicklung bei Siemens« und »Chancen mit Chips – Zwischenbilanz einer Basistechnologie«.

Schreiben Sie an:

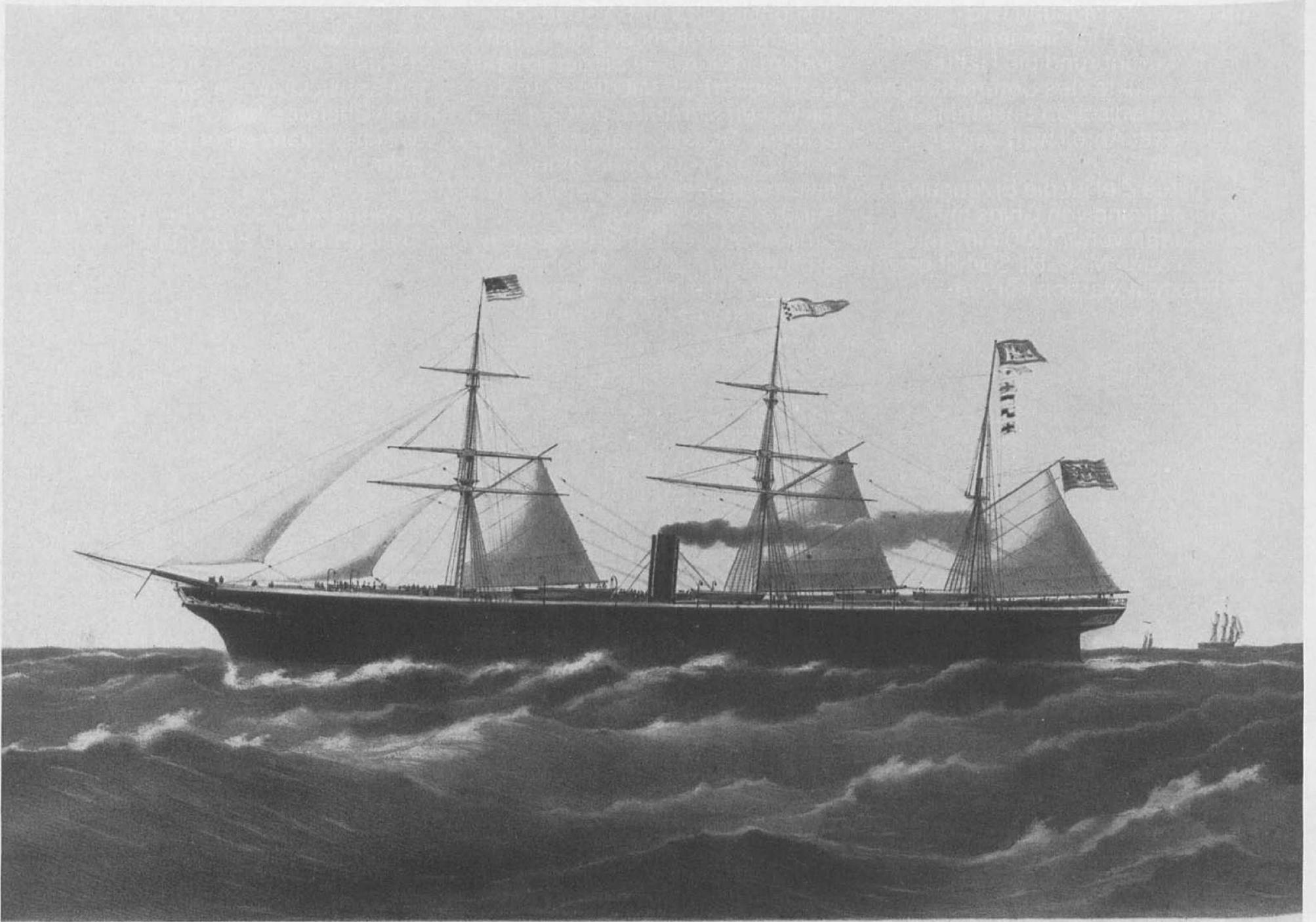
Siemens AG, Infoservice 112-Z414
Postfach 153, D-8510 Fürth.



So endeten die »schwimmenden Paläste«

Vom Schicksal deutscher Passagierschiffe im Zweiten Weltkrieg

1



B R E M E N

Erst Dampfschiff des



Norddeutschen Lloyd

Verlag Druck & Verlag

1 Der erste Überseedampfer des Norddeutschen Lloyd, die »Bremen« (2674 BRT), 98 m lang, 12 m breit, entstand 1857 im Ausland, weil es für solche Schiffe noch

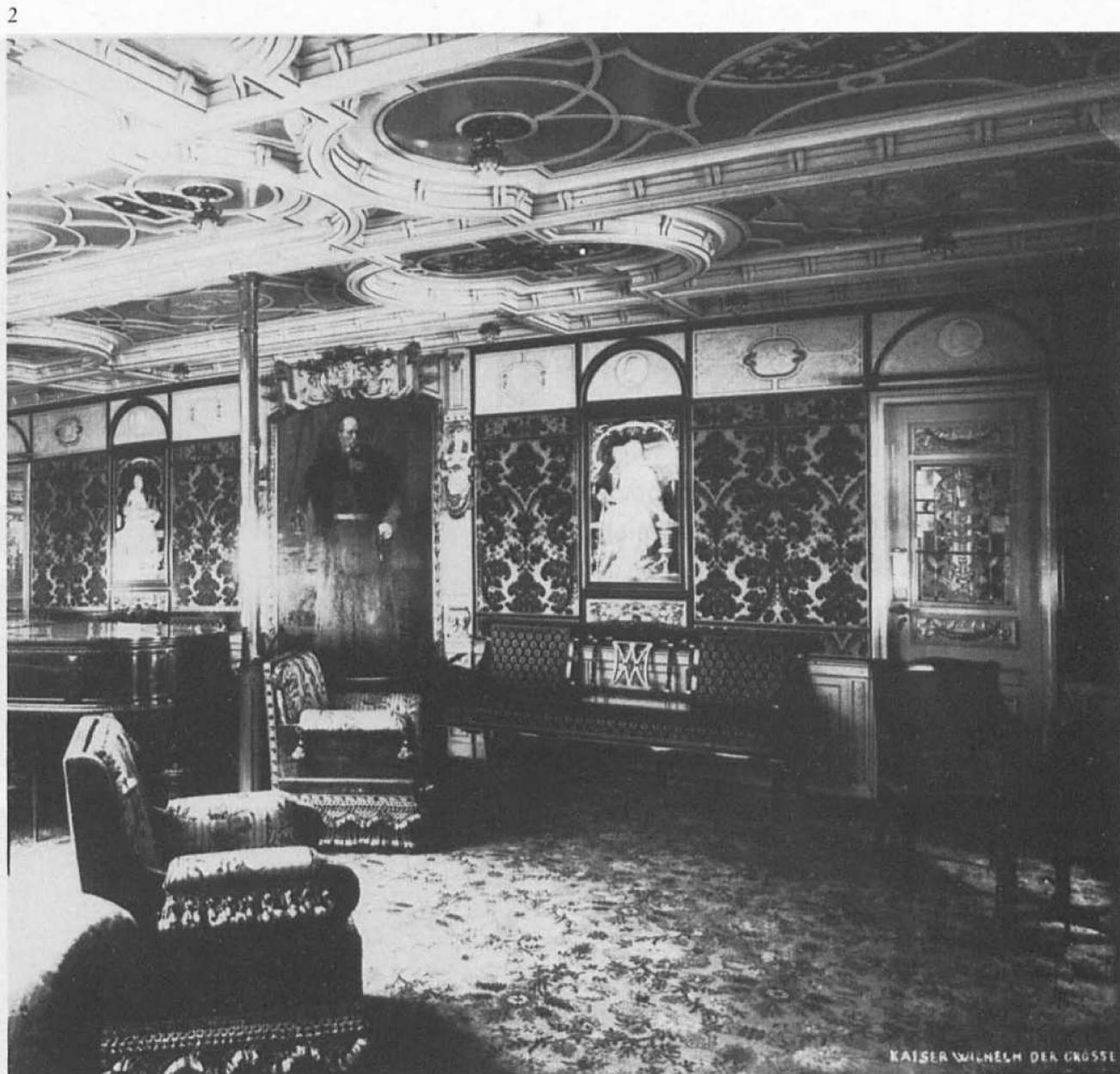
keine deutschen Werften gab. Deutlich ist der Übergang vom Segel- zum Dampfschiff erkennbar. Am 29. Juni 1858 begann die zweiwöchige Jungfernfahrt nach

Nordamerika. Insgesamt fanden 570 Passagiere Platz, davon 60 in der 1. Klasse, 110 in der 2. und 400 in der 3. Klasse.

Die mehrgeschossigen, damals schon über 200 m langen Ozeanriesen glichen schwimmenden Palästen mit Kronleuchtern und Spiegelwänden in riesigen Speisesälen, kostbar ausgestatteten Salons und Schlafzimmern, wie kein Luxushotel sie komfortabler bot. Der Erste Weltkrieg (1914–1918) unterbrach alle Verbindungen. Deutschlands Handelsflotte verlor 88% von fast 5,5 Millionen Bruttoregister-tonnen (BRT) und damit für alle Zeiten den zweiten Platz in der Weltrangliste. Doch der Wiederaufbau begann bald. Mitte der zwanziger Jahre wurden bereits wieder alle von Touristen bevorzugten Ziele angesteuert. Im September 1928 kamen »See-Luft-Kreuzfahrten« hinzu und damit eine großartige Idee, die heute gang und gäbe ist. Amerikaner reisten für 1290 Dollar mit der »Columbus« von New York nach Bremerhaven und von dort mit Lufthansa-Flugzeugen nach Städten in Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, Österreich und in der Schweiz. Einmotorige Wasserflugzeuge befanden sich an Bord mehrerer deutscher Passagierschiffe, starteten noch weitab vor den Küsten zu Luftposttransporten und über den Zielhäfen zu Rundflügen. Modernste und schnellste Schiffe wie die »Bremen« und »Europa« waren international bekannt, als die Tonnagekurve im Jahre 1930 mit 4,4 Millionen BRT wieder einen Höhepunkt erreicht hatte.

Im Jahre 1828 fuhren die ersten Passagiere von Deutschland nach Nordamerika — auf fahrplanmäßigen Segelschiffen, denen sie den Ehrennamen »Damensegler« gaben, weil sie die wochenlange Seereise so bequem und angenehm fanden, obwohl die für heutige Begriffe kleinen Boote in den haushohen Ozeanwellen schlingerten und die Kabineneinrichtungen spartanisch anmuteten. Ein halbes Jahrhundert später dauerte die Dampferfahrt mit Maschinenkraft nur noch elf Tage. Ab 1875 begann der wöchentliche Linienverkehr nach Süd- und Mittelamerika, und ab 1886 fuhren deutsche Reichspostdampfer einmal im Monat nach Ostasien und Australien.

Millionen von Auswanderern verließen damals Europa aus wirtschaftlichen oder politischen Gründen, aber viele Tausende reisten bereits als Touristen, um fremde Erdteile und Meere kennenzulernen. Im Jahre 1913 veranstaltete allein der Norddeutsche Lloyd 1020 Rundreisen, darunter



2, 3, 5, 6 Luxuriöse Kabinen, Salons (getrennt für Raucher und Nichtraucher) und prunkvolle Speisesäle sollten um die Jahrhundertwende auch die oft wochen-

langen Fahrtzeiten bei den recht langsamen Durchschnittsgeschwindigkeiten von 20 bis 25 km/h etwas vergessen lassen.

»Vergnügungsfahrten« zu den Atlantikinseln, an den Nordpol, um Afrika oder rund um die Erde für 2810 bis 3635 Goldmark. Auf dem Schnelldampfer »Kronprinzessin Cecilie« kostete die einwöchige Passage von Bremen nach New York in der 1. Klasse 360 bis 500 Mark, in der exquisiten Staatskabine stolze 8000 Mark — dafür mußte der Durchschnittsbürger einige Jahre arbeiten.

Im Zweiten Weltkrieg (1939—1945) verlor Deutschland über 90% seiner Handelsflotte. Lloyds Schiffsregister verzeichnete alle Verluste. Eine traurige Liste. Hinter den Schiffsnamen das Datum der Vernichtung oder Ablieferung an die Siegermächte. Darin stehen folgende Namen:

Die 1847 gegründete Hamburg-Amerika-Linie (Hapag), einst größte Reederei der Welt, besaß 1939 insgesamt 109 Handelsschiffe mit zusammen 752000 BRT, zu denen während des Krieges noch 16 Neubauten mit 69200 BRT hinzukamen. Bei Kriegsende blieben 26 Schiffe mit 156950 BRT übrig, die entweder abgeliefert oder mit Munition beladen im Skagerrak versenkt wurden. Die Sowjetunion erhielt den modernsten Luxusdampfer, die »Patria« (17870 BRT), die bis zum Mai 1945 in Flensburg Großadmiral Dönitz, letztes Staatsoberhaupt des »Dritten Reiches«, als Amtssitz gedient hatte. Außerdem erhielt die UdSSR die »Iberia« (9800 BRT) und »Oceana« (8792 BRT). Die von Bomben getroffene »St. Louis« (16700 BRT) brannte zu zwei Dritteln aus, wurde notdürftig instandgesetzt und blieb noch einige Jahre als Hotelschiff im Hamburger Hafen. Die USA erhielten die »Milwaukee« (16754 BRT) und »Caribia« (12000 BRT). Das größte Hapag-Schiff, die »New York« (22337 BRT), kenterte nach einem Luftangriff im April 1945 in Kiel und wurde verschrottet. Ein sowjetisches U-Boot versenkte Anfang März 1945 vor Warnemünde die »Hansa« (21131 BRT); die UdSSR ließ das Schiff heben und taufte es auf den Namen »Sowjetsky Sojus« um. Auch die vor Rügen auf eine Mine gelaufene »Hamburg« (22117 BRT) wurde gehoben und von der Sowjetunion übernommen. Die »Deutschland« (21046 BRT) kenterte am 3. Mai 1945 nach Bombentreffern in der Lübecker Bucht und wurde abgewrackt. Die bei Swinemünde durch Bomben versenkte »Cordillera« (12000 BRT) wurde





4, 7, 8, 9, 10, 11 Wohn- und Schlafkabinen, Hallenschwimmbad, Gesellschaftsräume und palmenumstandene Treppenauf-

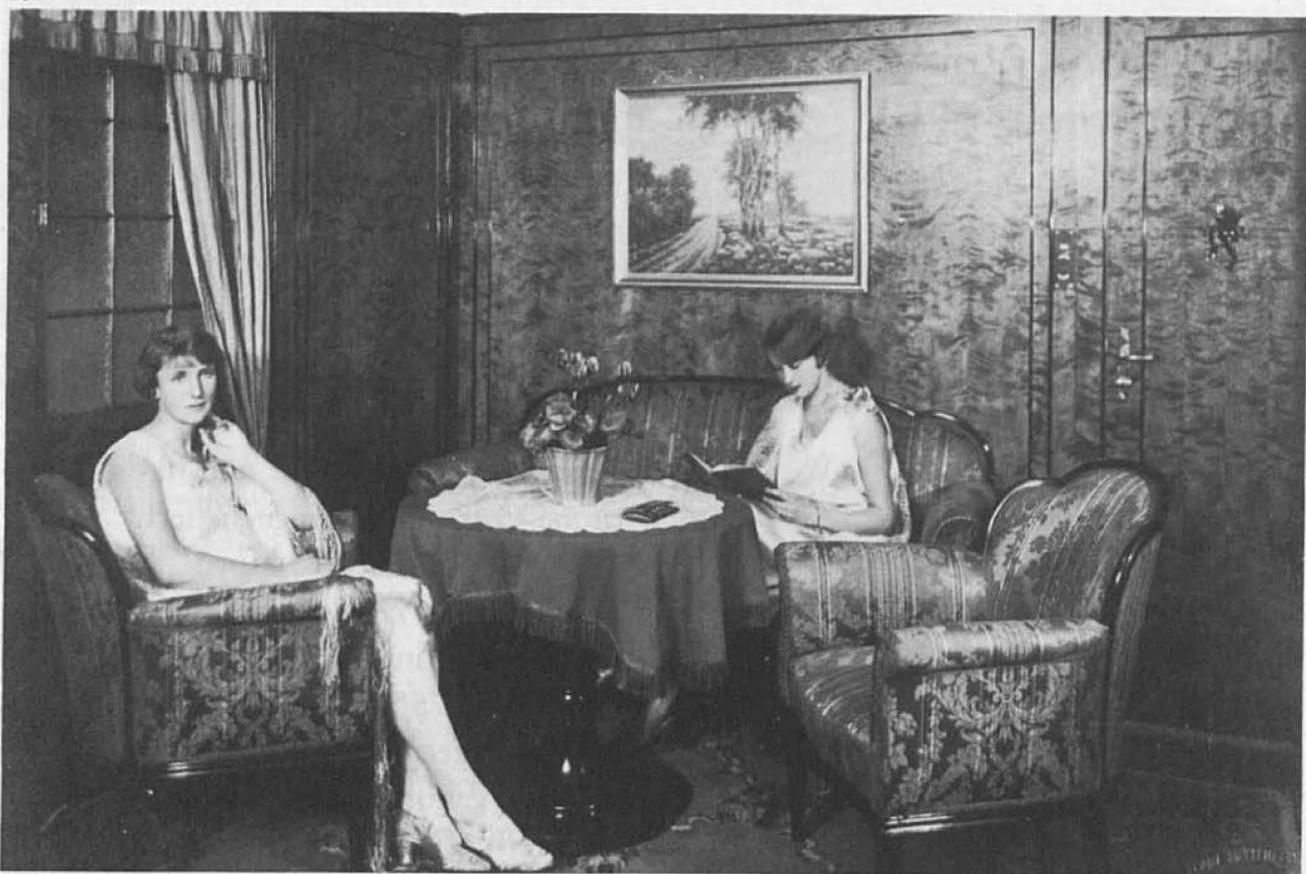
gänge in deutschen Passagierschiffen zwischen den beiden Weltkriegen.

gehoben, instandgesetzt und in die sowjetische Ostseeflotte eingegliedert.

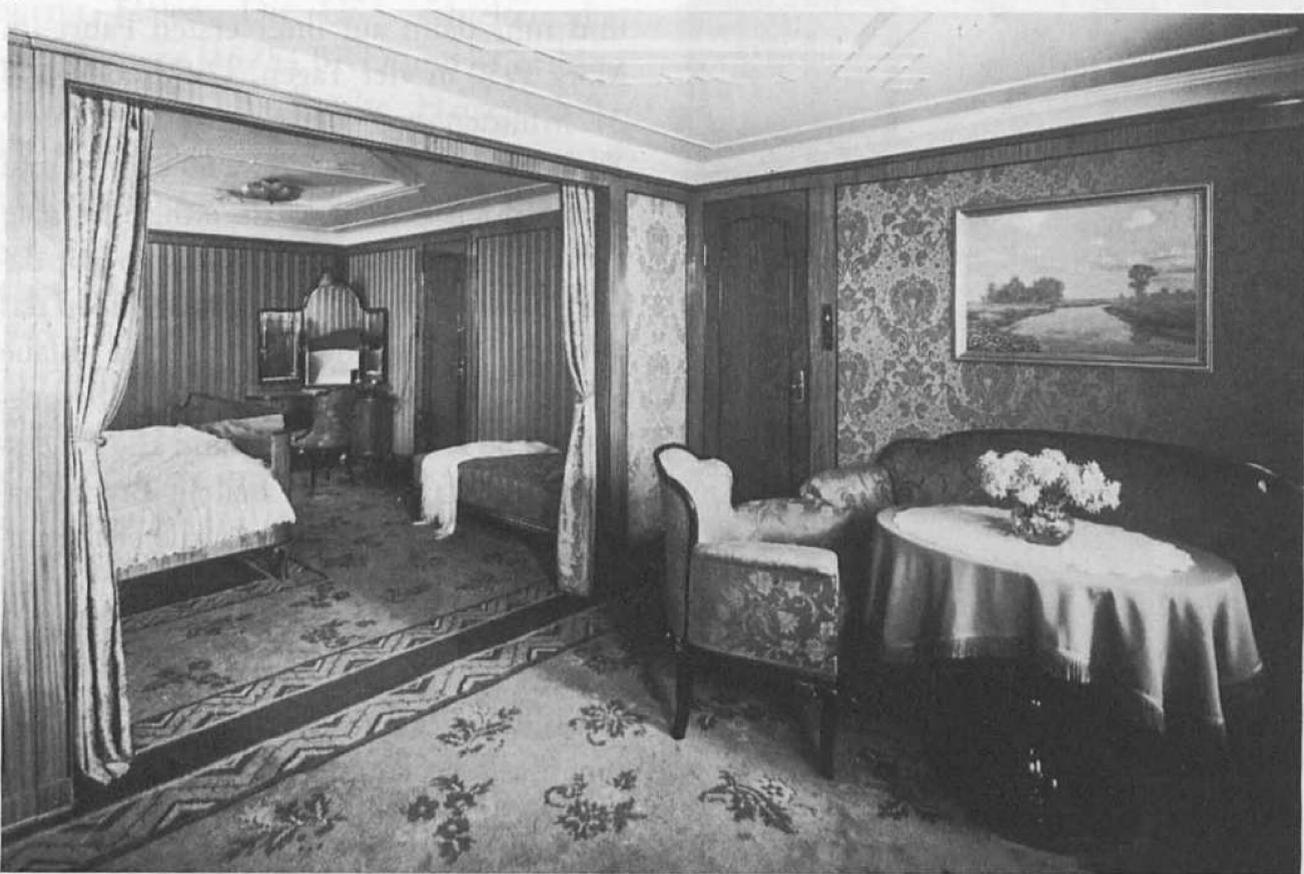
Der Norddeutsche Lloyd besaß bei Kriegsbeginn 77 Überseedampfer mit einer Gesamttonnage von 580 147 BRT; davon gingen 75 Schiffe verloren. Zu den 21 an die Siegermächte abgelieferten Ozeanlinern gehörte auch die »Europa« (49 746 BRT). Sie war kurz vor der Fertigstellung im Jahre 1929 fast ausgebrannt und fuhr dann auf ihrer ersten Fahrt im März 1930 in vier Tagen, 17 Stunden und 24 Minuten von Cherbourg nach New York rund 28 kn, also etwa 50 km/h, und damit noch schneller als einige Monate vorher ihr Schwesterschiff »Bremen«; dadurch erhielt der Norddeutsche Lloyd das von allen Großreedereien begehrte »Blaue Band« für die schnellste Atlantiküberquerung. Die »Europa« überstand alle Kriegsjahre und Luftangriffe heil in Bremerhaven und fuhr nach ihrer Auslieferung unter französischer Flagge und mit dem neuen Namen »Liberté«. Deutschlands größtes Schiff, die »Bremen« (51 735 BRT), war bei ihrer Rekordfahrt 1929 nur eine Stunde langsamer gewesen als die »Europa«. Im Winter 1938/39 erregte das 286 m lange und 31 m breite 125 000-PS-



10



11



Schiff viel Aufmerksamkeit, als es auf der Fahrt um Südamerika die engen Passagen des Panamakanals und der Magellanstraße ohne einen Kratzer bewältigte. Am Tag vor Kriegsbeginn verließ sie New York, erreichte ohne Feindberührung Murmansk, den eisfreien Eismeerhafen der UdSSR, die damals mit Deutschland verbündet war, und traf drei Monate später wohlbehalten in ihrem Heimathafen ein, brannte dort jedoch 1941 ohne Kriegseinwirkung völlig aus und wurde abgewrackt. Kurz vor Weihnachten 1939 versenkte die Besatzung die »Columbus« (32 589 BRT) vor der nordamerikanischen Küste, während die »Berlin« (15 286 BRT) in der Ostsee kenterte, gehoben und an die UdSSR abgeliefert wurde und nach einem spektakulären Zusammenstoß mit einem Frachtschiff in der letzten Augustnacht 1986 mit zahlreichen Passagieren im Schwarzen Meer endgültig unterging. Der frühere Ostasiendampfer »Gneisenau« (18 160 BRT) sank am 2. Mai 1943 nach einer Minenexplosion in der Ostsee; die aus dem Wasser noch teilweise herausragenden Aufbauten dienten nach Kriegsende lange Zeit noch als Treffpunkt vielen Schmugglern zwischen Deutschland und Schweden. Das Schwesterschiff »Scharnhorst« (18 184 BRT) wurde 1942 an Japan verkauft, zum Flugzeugträger umgebaut und von einem amerikanischen U-Boot zwei Jahre später versenkt.

Das dritte Ostasienschiff, die »Potsdam« (17 528 BRT), erhielten nach Kriegsende die Engländer als Truppentransporter. Die »Sierra Cordoba« (11 492 BRT) sank 1943 nach mehreren Bombentreffern im Hamburger Hafen.

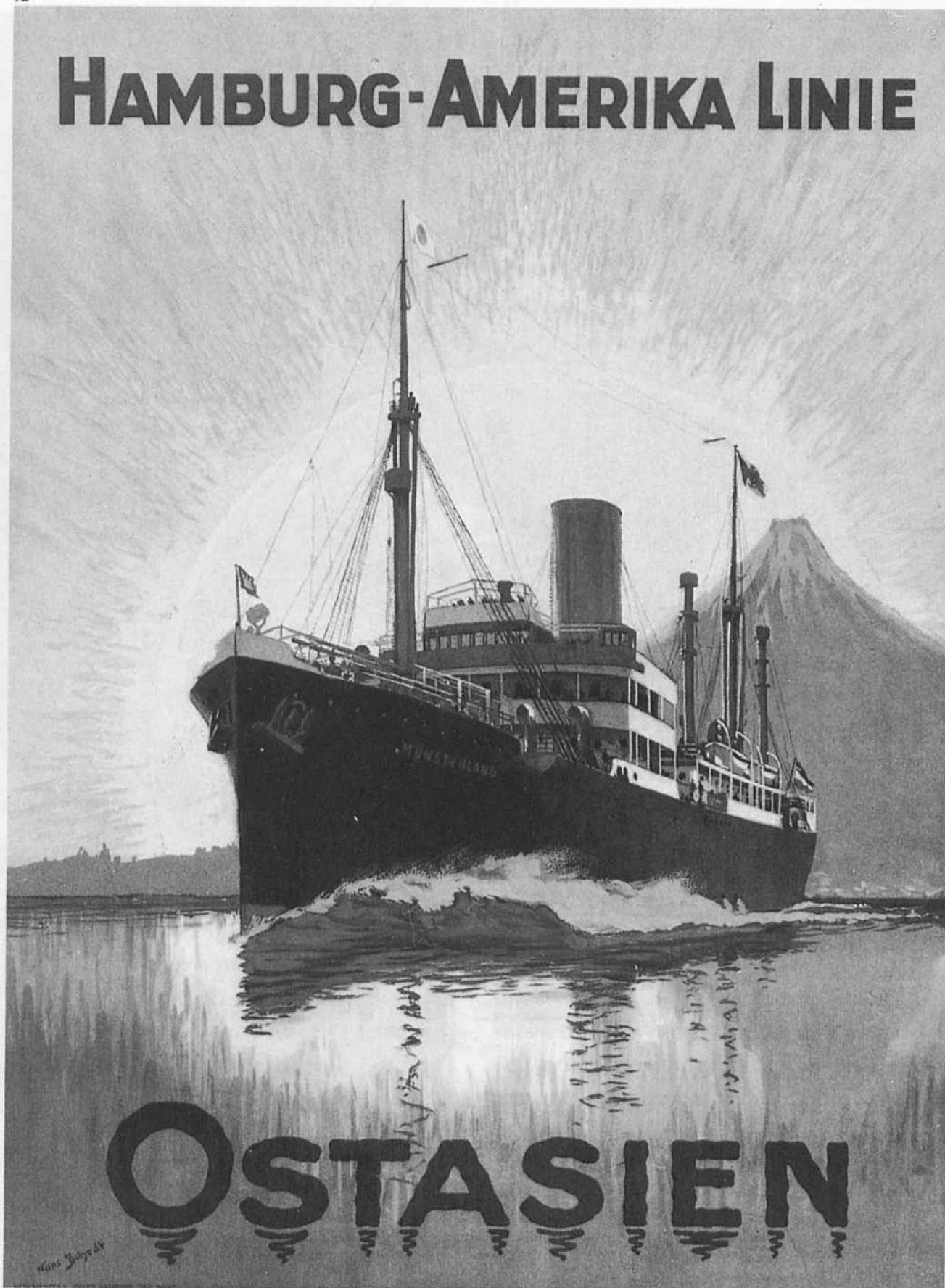
Auch die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrts-Gesellschaft (Hamburg-Süd) verlor alle 56 Überseeschiffe mit zusammen 440 000 BRT. Von den bekannten Passagierdampfern gingen die »Antonio Delfino« (13 589 BRT) und die »Monte Rosa« (13 882 BRT) in britischen Besitz über, auch die »Cap Norte« (13 615 BRT), die ebenfalls lange Zeit noch als Truppentransporter fuhr. Das Flaggschiff der Reederei, die »Cap Arcona« (27 561 BRT), ging am 3. Mai 1945 nach einem britischen Bombenangriff in der Ostsee unter; an Bord befanden sich Tausende von KZ-Häftlingen, von denen nur wenige am Leben blieben. Die »Monte Olivia« (13 750 BRT) und »Monte Sarmiento« (13 625 BRT) sanken nach Luftangriffen

im Kieler Hafen, die »General Artigas« (11254 BRT) wurde in Hamburg schwer getroffen. »General Osorio« (11590 BRT) und »General San Marzin« (11251 BRT) erhielt Großbritannien nach Kriegsende. Das von der Hamburg-Süd betreute »Kraft durch Freude«-Fahrgastschiff »Wilhelm Gustloff« (25484 BRT), einst viel unterwegs auf den KdF-Sonnenrouten im Mittelmeer, nach Madeira und in die norwegischen Fjorde, sank am 30. Januar 1945 mit Tausenden ostpreußischer Flüchtlinge nach sowjetischen Torpedotreffern vor der pommerschen Stadt Stolpmünde. Die Deutschen Afrika-Linien, ein Reedereizusammenschluß der Deutschen Ostafrika-Linie und der Woermann-Linie, büßten im Zweiten Weltkrieg ebenfalls alle 41 Schiffe mit insgesamt 17400 BRT ein. Als Truppentransporter fuhren noch lange Jahre nach Kriegsende die an Großbritannien ausgelieferten Passagierdampfer »Pretoria« (17362 BRT) und »Ubena« (9523 BRT). Die »Windhuk« (16662 BRT) flüchtete nach Kriegsbeginn in einen brasilianischen Hafen und wurde dort beschlagnahmt, als Brasilien 1942 Deutschland den Krieg erklärte. Die »Watussi« (9552 BRT), »Adolph Woermann« (8576 BRT, siehe Abb. 19) und »Ussukama« (7834 BRT) wurden schon in den ersten Kriegsmonaten von ihren Besatzungen versenkt, da sie keine Rückkehrchancen nach Deutschland sahen. Die »Usumbara« (8631 BRT) sank nach einem Bombenvolltreffer im Stettiner Hafen, während die »Usamaro« (7775 BRT) vor Bordeaux kenterte. Nach Kriegsende übernahm die UdSSR die »Wangoni« (7841 BRT), die ebenfalls zu den Linienschiffen nach Afrika gehört hatte.

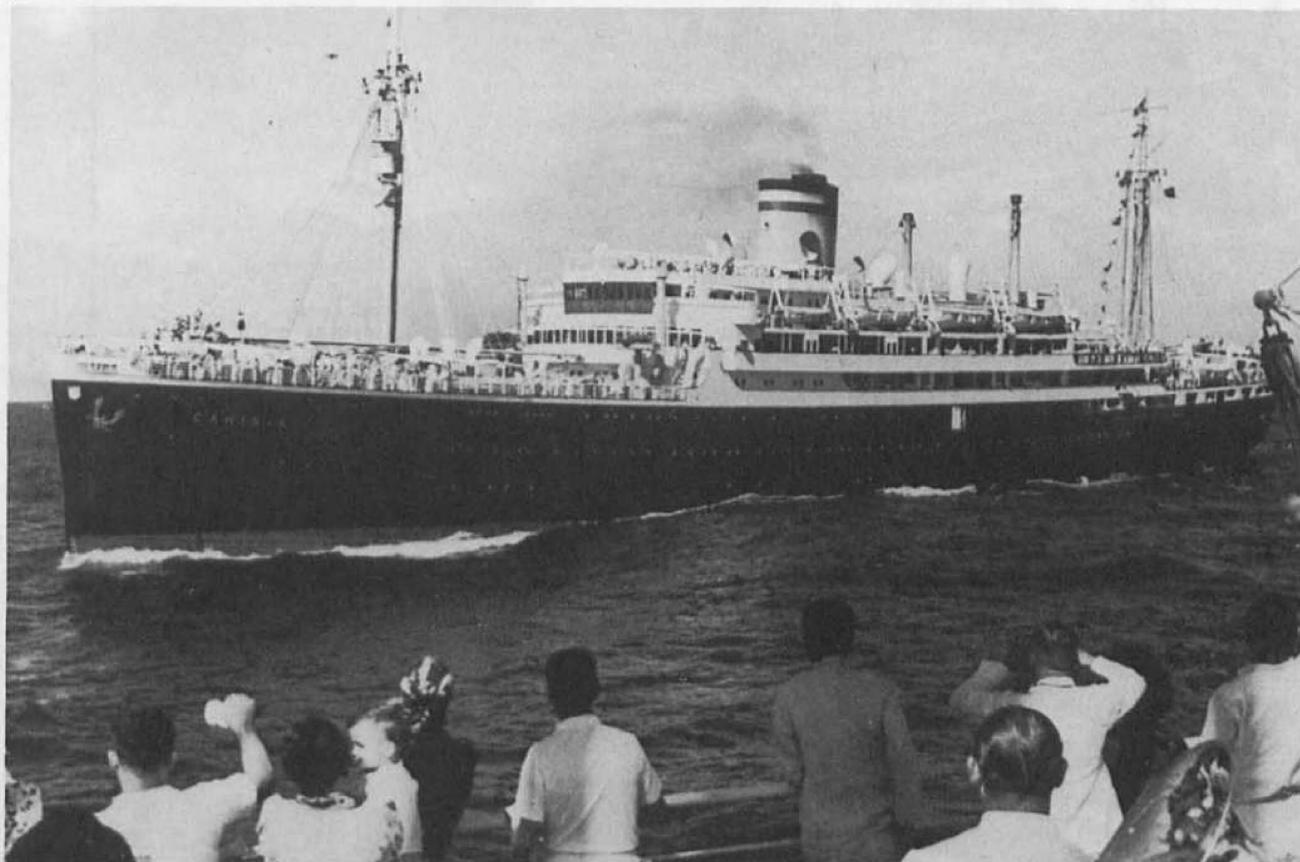
Hans Joachim Holtz

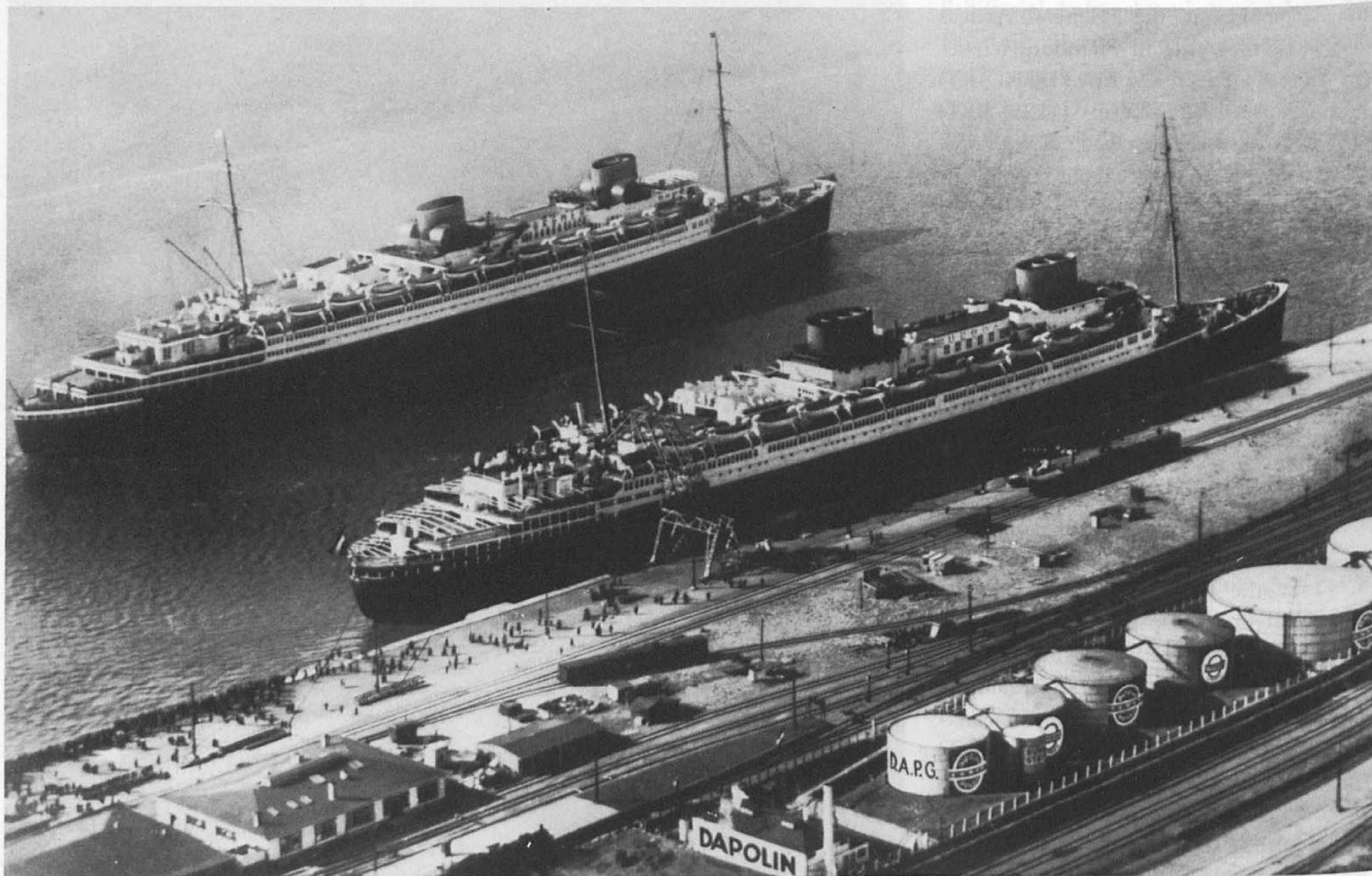
12 Die »Münsterland« (6315 BRT), 137 m lang, gehörte zu einem neuen Frachtschiffstyp, der ab 1922 gebaut wurde, und 12 Passagiere aufnehmen konnte. Im Februar 1942 fuhr das Schiff vom japanischen Hafen Yokohama ab, durchbrach mit rund 20 km/h die alliierte Blockade und traf am 17. Mai in der von deutschen Truppen besetzten Stadt Bordeaux ein. Am 20. Januar 1944 wurde die »Münsterland« vor Calais von britischer Küstenartillerie vernichtet.

13 Die »Caribia« überstand den Zweiten Weltkrieg und wurde von den Amerikanern als Truppentransporter übernommen.



13

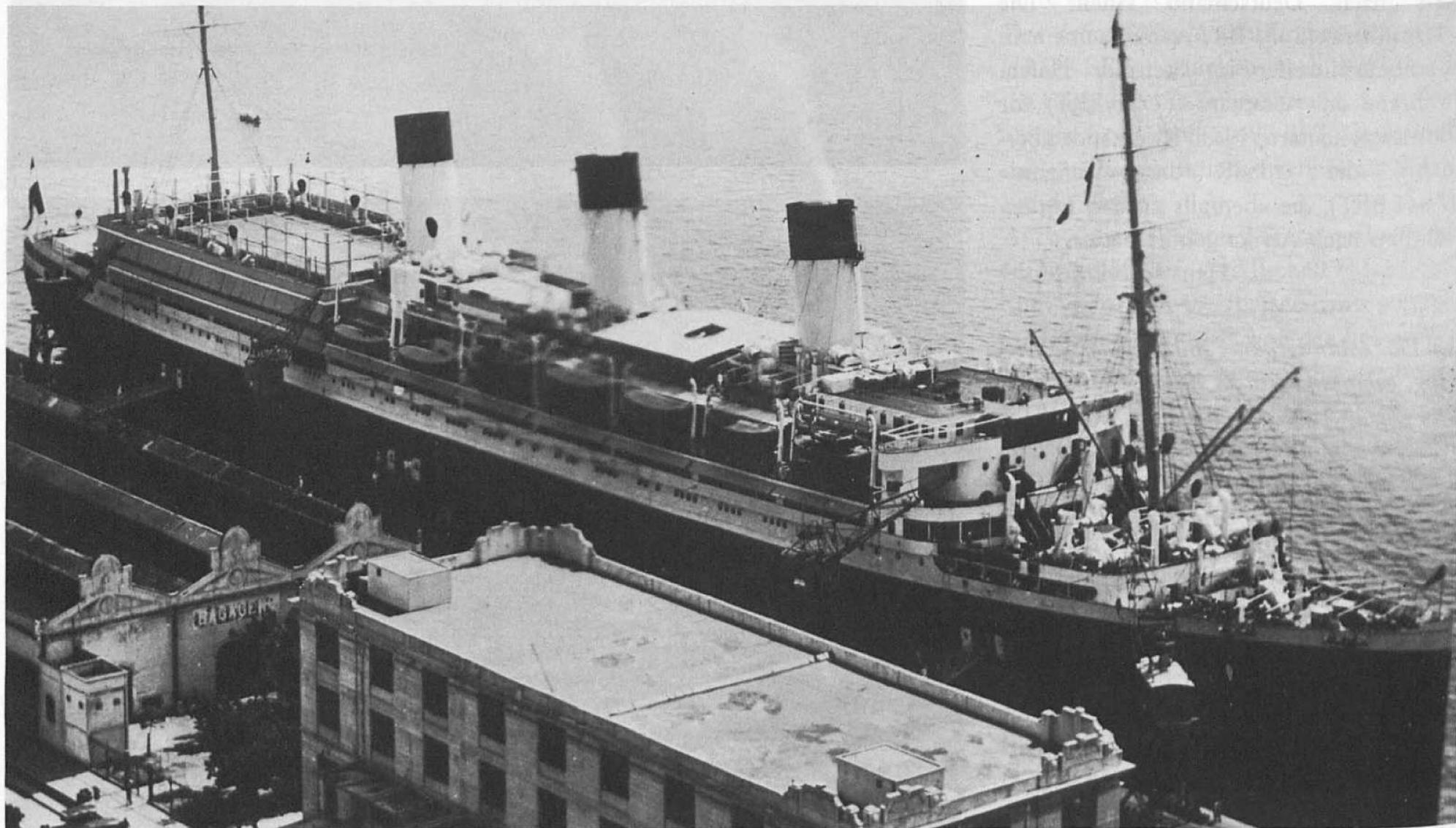


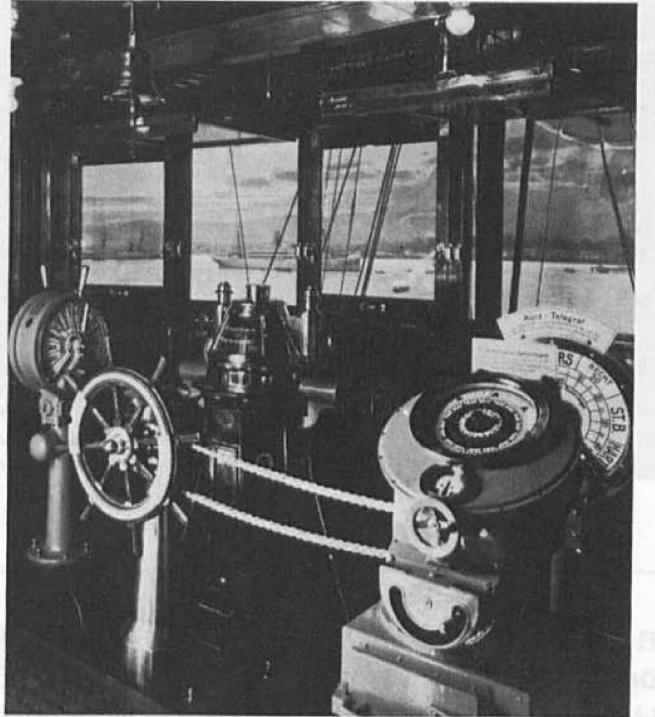
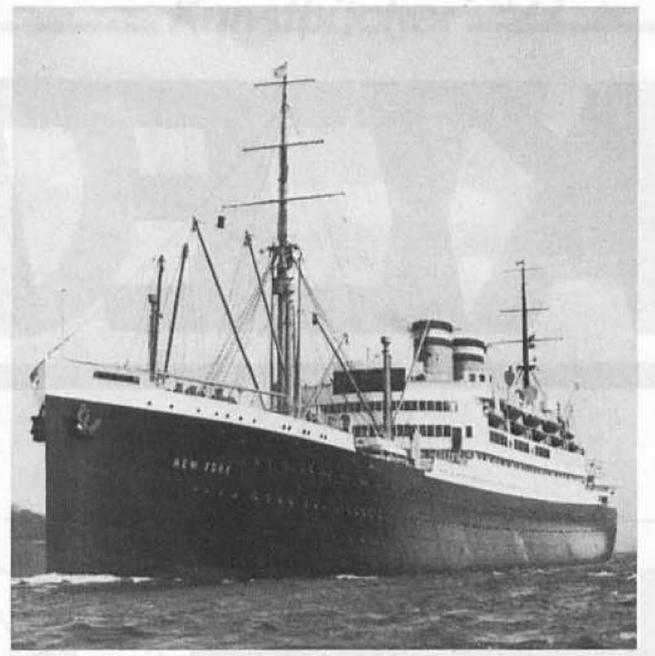
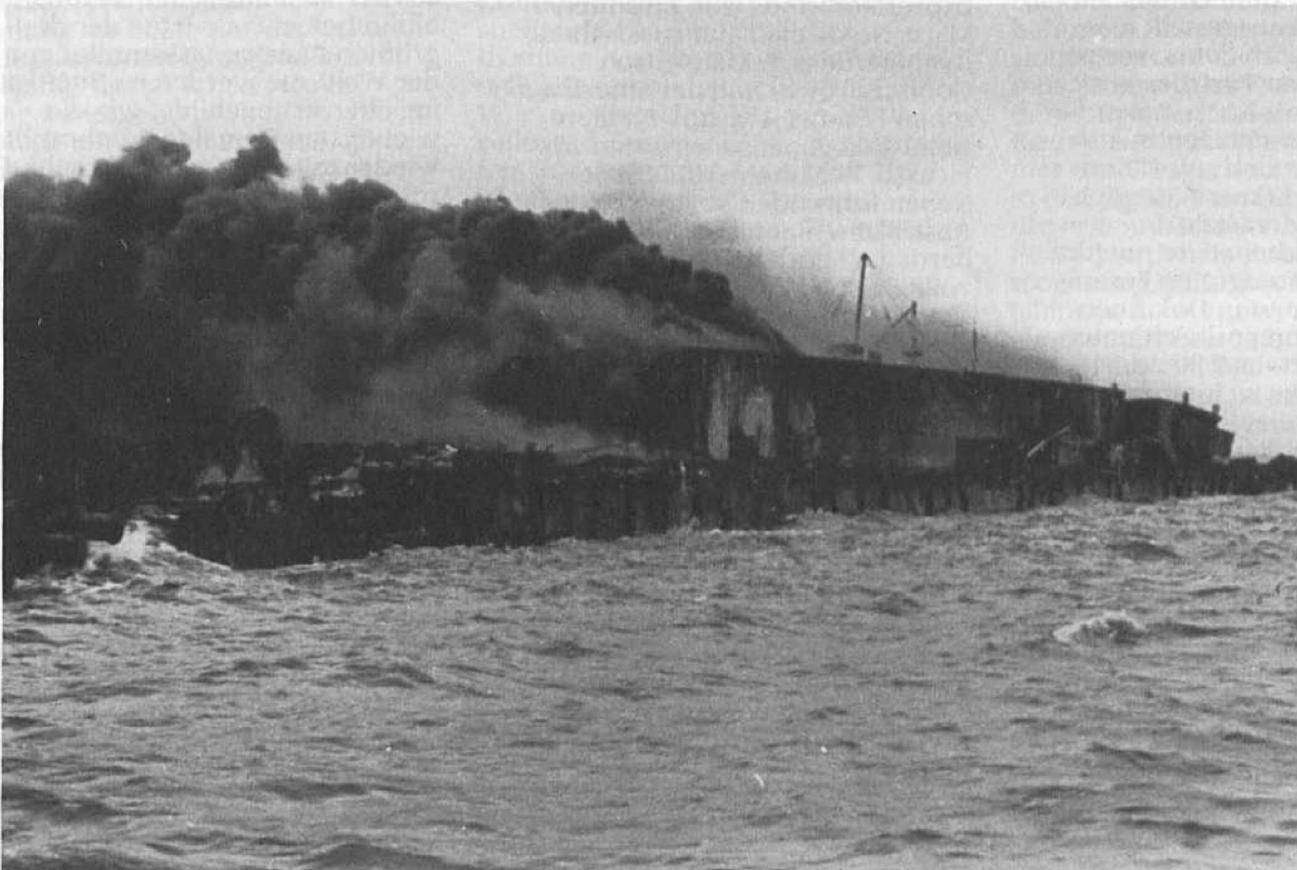
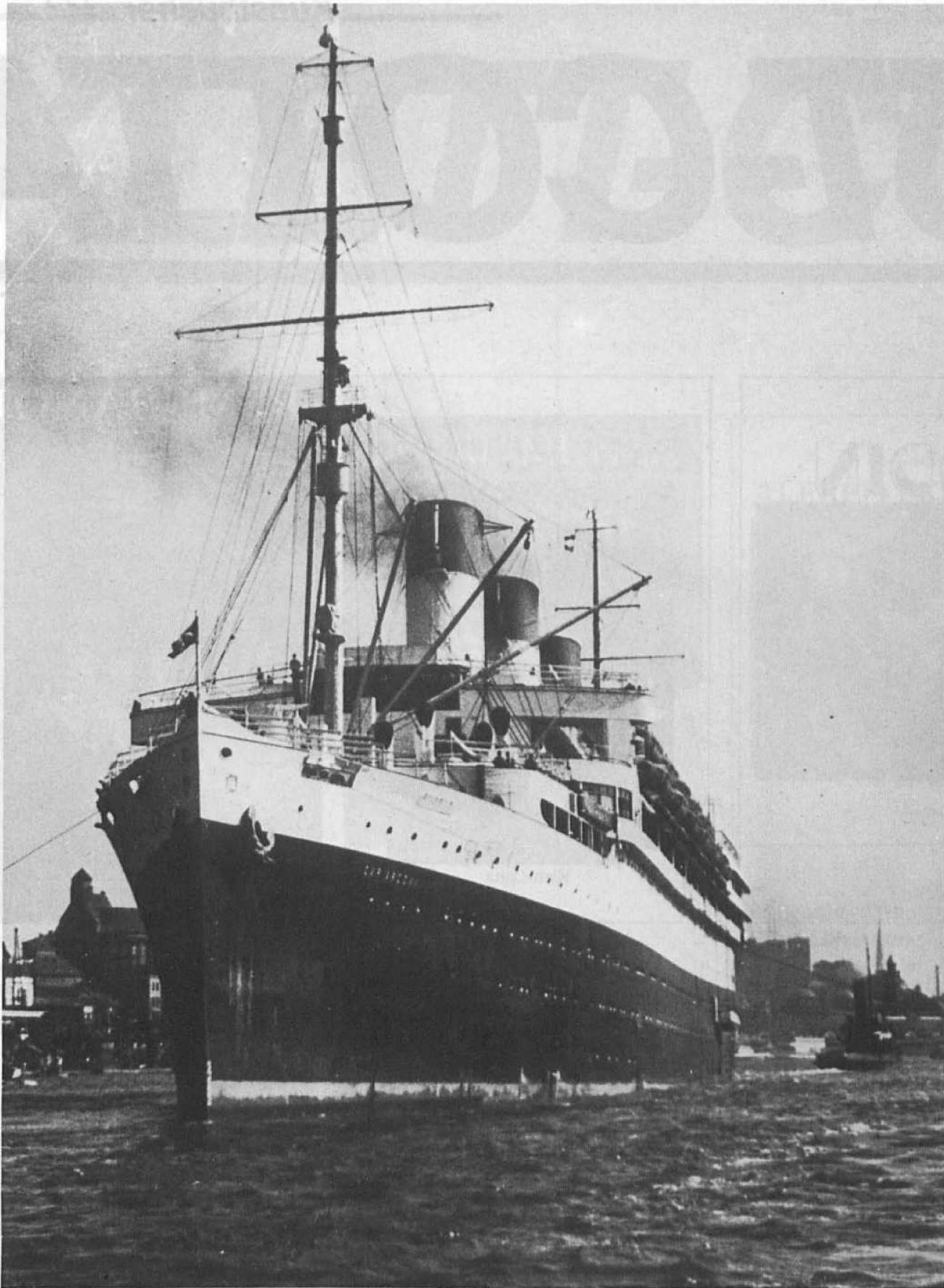


14 Mit den beiden Schnelldampfern
»Bremen« und »Europa«, die sensationelle
50 km/h erreichten, begann 1929/30 ein
neuer Abschnitt der Passagierschifffahrt.
Deutschlands größte Ozeanriesen konnten

je über 2200 Passagiere befördern. Die
Länge betrug 286 m, die Breite 31 m; heu-
tige Riesentanker sind weit über 400 m
lang und über 60 m breit.

15





15, 16, 17 Einer der schönsten deutschen Ozeanliner war die »Cap Arcona«, das Flaggschiff der Hamburg-Südamerikanischen Dampfschiffahrts-Gesellschaft. Sie hatte viele Erdumrundungen hinter sich, als britische Bomben und Raketen das Schiff am 3. Mai 1945 wenige Tage vor Kriegsende in der Lübecker Bucht vernichteten; dabei verloren Tausende von KZ-Häftlingen ihr Leben.

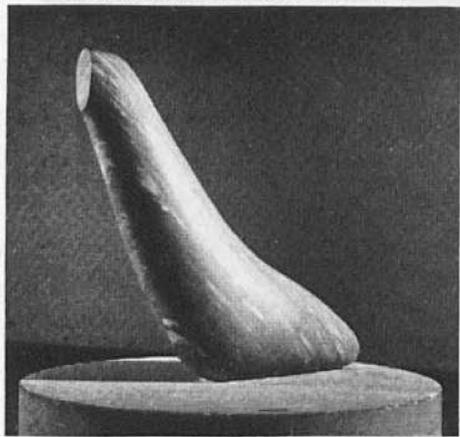
18 Das Hapag-Schiff »New York« kenterte nach einem Luftangriff auf den Kieler Hafen im April 1945.

19 Nachbildung der Kommandobrücke der »Adolph Woermann«, die vor dem Krieg im Deutschen Museum eingebaut war. Sie ist in der neuen Abteilung Schifffahrt wieder mit den ursprünglichen Geräten zu sehen.



KLETT-COTTA

CONSTANTIN BRANCUSI



KLETT-COTTA

P. Hutten, N. Dumitresco, A. Istrati

Constantin Brancusi

384 Seiten, 560 Abb., davon 50 in Farbe, Leinen m. Sch. 198,- DM
ISBN 3-608-76226-4

Constantin Brancusi (1876 bis 1957) gilt unter anderen als der bedeutendste Bildhauer des 20. Jahrhunderts. In seiner Jugend bewunderte er Rodin, aber schon bald brach er radikal mit den seit Jahrhunderten bestehenden Vorstellungen von der plastischen Darstellung der menschlichen Gestalt und der naturgetreuen Wiedergabe von Objekten. Stattdessen schuf er stark abstrahierte Werke über allgemeingültige Themen wie Mann, Frau, Leben, Tod, Liebe und Ewigkeit.

Die Gründe für diesen Wandel, Brancusis Einstellung zur Kunst, seine Überzeugungen und inneren Leitlinien werden von den Autoren im Hauptteil des Buches eindrücklich herausgearbeitet.

Neben oft unbekanntem Fotos eröffnen bisher unveröffentlichte Dokumente – Briefe, Aufzeichnungen, Tagebücher – sowie zahlreiche, noch nie publizierte Arbeiten, Skulpturen, Zeichnungen und Malereien einen neuen Zugang zu diesem Künstler.

Das Buch enthält im letzten Teil ein vollständiges Verzeichnis aller plastischen Werke Brancusis (mit Abbildungen), ergänzt durch wichtige Kommentare von Pontus Hulten, eine Liste der Ausstellungen und eine internationale Bibliographie.

RODIN



Der Künstler
im Licht
seiner Fotografien
Klett-Cotta

Hélène Pinet:

Rodin

Der Bildhauer im Licht seiner Fotografien
192 Seiten, 160 Abb.,
Leinen m. Sch., 78,- DM
ISBN 3-608-76191-8

Das Rodin-Museum (Paris) hat in den letzten Jahren Briefe und vor allem Bilder entdeckt, die von verschiedenen Fotografen mit Unterstützung und unter Anleitung des Künstlers entstanden und dann Jahrzehnte verschollen waren. Rodin hatte bei seiner ersten Retrospektive 1896 in Genf einige Werke, die nicht ausgestellt werden konnten, durch Fotos »vertreten« lassen. Er war von dieser neuen und damals noch in den Anfängen steckenden Technik so fasziniert, daß er sich sofort konstruktiv mit den Kamera-Möglichkeiten auseinandersetzte. Nacheinander arbeitete er mit fünf verschiedenen Fotografen zusammen. Nach den ersten Dokumentarbildern begann er durch unterschiedliche Licht- und Standortwahl seine Werke zu interpretieren, bis er schließlich – in ständigem Gedankenaustausch mit seinen Fotografen – das Foto als eigenständiges, ästhetisch-künstlerisches Element entdeckte. So entstand ein Buch, das längst Bekanntes in eben jenem Licht und in jener Perspektive zeigt, auf die der Künstler Wert legte. Eine selten schöne Auswahl aus den mehr als 7000 Fotos läßt ganz neue Rückschlüsse auf den großen Bildhauer zu.

Karl Ruhrberg

Kunst im 20. Jahrhundert

Das Museum Ludwig – Köln



Klett-Cotta

Karl Ruhrberg:

Die Kunst im 20. Jahrhundert

Das Museum Ludwig, Köln
328 Seiten, 440 Abb., davon 140 in Farbe, Leinen m. Sch., 88,- DM
ISBN 3-608-76220-5

Unter den deutschen Kunstmuseen nimmt das Museum Ludwig, Köln, eine Sonderstellung ein: Es verfügt über den umfangreichsten und vielseitigsten Bestand an moderner Kunst in der Bundesrepublik. Bedeutende, in der ganzen Welt bekannte Bilder von Künstlern des Expressionismus (z.B. Kirchner, Marc, Nolde u.a.), der russischen Avantgarde (z.B. Malewitsch, Gontscharowa) und der amerikanischen Pop-Art (Warhol, Lichtenstein) sind genauso vertreten wie Picasso, Beckmann und Ernst. Neben führenden Vertretern der Abstrakten (Baumeister, Nay, Reinhardt u.a.) finden sich eindrucksvolle Beispiele der zeitgenössischen Kunst der Objekte (vor allem Beuys), der Neuen Wilden und – oft vernachlässigt – wichtige Beispiele der Plastik (Lehmbruck, Arp, Moore und viele andere). Karl Ruhrberg, der eine große Zahl der genannten Künstler persönlich kennt und die Entwicklung der letzten Jahrzehnte sozusagen hautnah miterlebt hat, zieht hier mit einer »goldenen Feder« gewissermaßen die Bilanz seiner Arbeiten am Museum Ludwig: Wortgewaltiger, leichtflüssiger, nuancenreicher kann man sich einen Text über die Kunst des 20. Jahrhunderts kaum denken.

REMBRANDT



Die biblische Darstellung des Menschen

Klett-Cotta

Jacqueline Guillaud u.a.:

Rembrandt

700 Seiten, 820 Abb. davon 300 in Farbe, Leinen m. Sch., 198,- DM
ISBN 3-608-76151-9

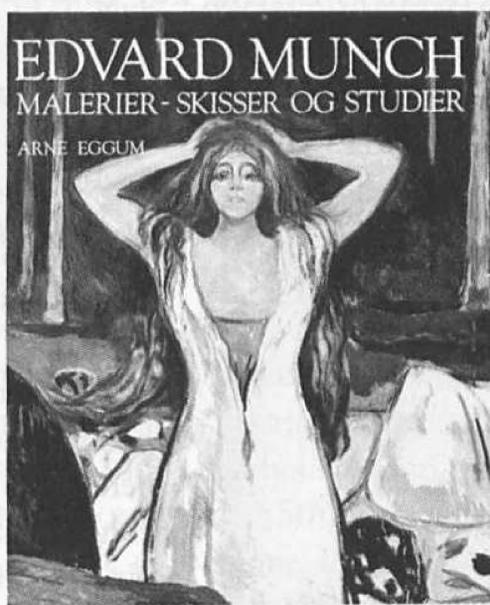
Auch für verwöhnte Kunstkenner ist das Institut Marais (Paris) ein Geheimtip. Jede Ausstellung beeindruckt durch eine eigenwillige Thematik, eine künstlerisch-geniale Anordnung der Exponate und durch einen Buchkatalog voll überraschender Einfälle. Die neuen Präsentation der Werke von Rembrandt zeigt 370 Radierungen aus der Sammlung der Nationalbibliothek in Paris (eine der drei größten Radierungssammlungen der Welt). Sie werden im Buchkatalog ebenso abgebildet wie die wichtigsten Gemälde Rembrandts – wieder mit zahlreichen aufschlußreichen Ausschnittsvergrößerungen – und 80 Zeichnungen, insgesamt ca. 800 Werke, davon ca. 300 in Farbe. Alle diese Abbildungen werden übergreifenden Grundthemen zugeordnet, die dem Gesamtwerk Rembrandts entnommen wurden. Die Gliederung des Buches, die Originalbeiträge und der Faksimiledruck, die Abbildung der kompletten Radierungen und die durch Detailvergrößerungen angereicherten Gemälde – diese konzeptionell durchdachte Gesamtshow bietet die Gewähr dafür, daß ein Buch entstanden ist, das sich von allen anderen Werken über Rembrandt grundlegend unterscheidet.



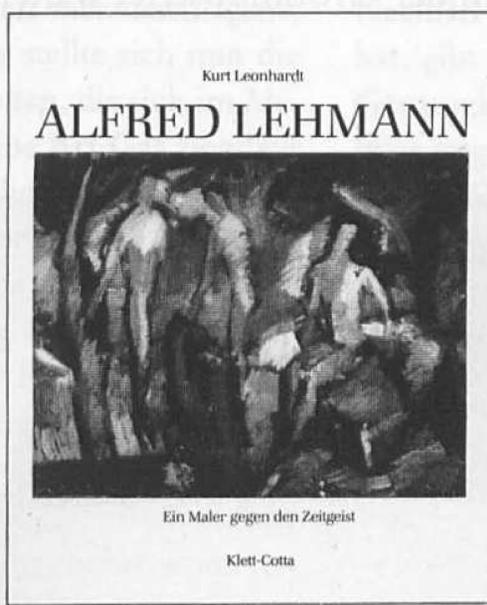
KLETT-COTTA



**Internationale Bauausstellung
Berlin 1987**
Deutsches Architekturmuseum, Frankfurt a. M.
Beispiele einer neuen Architektur



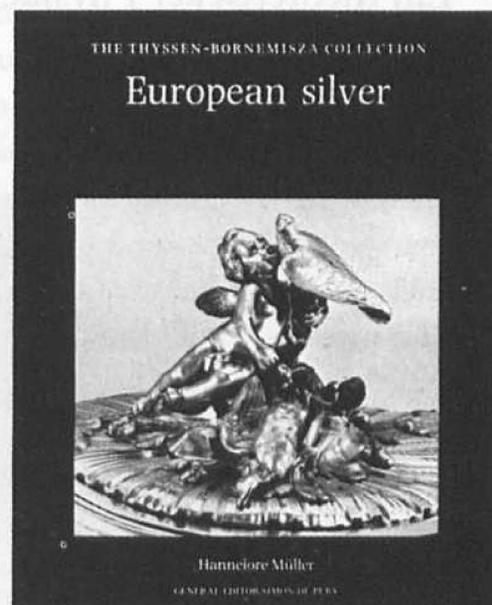
EDVARD MUNCH
MALERIER - SKISSER OG STUDIER
ARNE EGGUM



Kurt Leonhardt
ALFRED LEHMANN

Ein Maler gegen den Zeitgeist

Klett-Cotta



THE THYSSEN-BORNEMISZA COLLECTION

European silver

Hannelore Müller

CENTRAL EUROPEAN SILVER

Internationale Bauausstellung Berlin

Bauten und Projekte, 1980—1987
Herausgeber: Josef Paul Kleihues,
Heinrich Klotz
320 Seiten, 500 Abb., davon 20 in
Farbe, Leinen m. Sch., 98,- DM
ISBN 3-608-76229-9

Die »behutsame Stadterneuerung«
des innerstädtischen Arbeitsbe-
zirks Kreuzberg wird seit 1979 von
der IBA (Internationale Bauausstel-
lung Berlin) betrieben. Unter dem
Namen Bauausstellung Berlin
GmbH wurden 1979 drei Pla-
nungsdirektoren berufen: Josef
Paul Kleihues, Hardt-Waltherr
Hämer und Thomas Sieverts.
Die ersten Planungsaktivitäten der
Abteilung »Neubau« wurden unter
Leitung von Josef Paul Kleihues im
November des gleichen Jahres
aufgenommen.
Die Architekten und Projekte, die
für die im Oktober 1986 stattfin-
dende Ausstellung im Deutschen
Architektenmuseum vorgesehen
sind kommen aus 12 Ländern und
lesen sich wie ein internationales
Architekten »Who's Who«.

Arne Eggum: Edvard Munch

Gemälde, Zeichnungen und
Studien
Aus dem Englischen übersetzt von
Grete und Karl-Eberhardt Felten
und Constanze Buchbinder-Felten,
308 Seiten, 450 Abb., davon 170 in
Farbe, Leinen m. Sch., 168,- DM
ISBN 3-608-76225-6

Krankheit, Irrsinn und Tod, das
sind die Wegbegleiter des größten
skandinavischen Mallers unseres
Jahrhunderts: Edvard Munch
(1863-1944). Von unnachahm-
licher Eindringlichkeit, Leiden-
schaft und Schönheit sind seine Bil-
der, die von Angst, Einsamkeit und
Krankheit, aber auch von Seh-
sucht und Hingabe erzählen.
In einem langen, mit vielen Sorgen
erfüllten Leben hat er über 20000
Werke – Gemälde, Drucke, Aqua-
relle und Zeichnungen – geschaf-
fen, aus denen der Autor, seit 1973
Chefkonservator des Osloer
Munch-Museums, über 400 aus-
gewählt hat, von denen etwa ein
Drittel hier zum ersten Mal ver-
öffentlicht wird. Skizzen, Aquarelle
und Federzeichnungen stehen
neben vollendeten Meisterwerken.
Besonders aufschlußreich sind
dabei die verschiedenen Vorstu-
dien zu bekannten Gemälden, die
sein Ringen um die wirkungs-
vollste Fassung dokumentieren.
Persönliche Briefe und Aufzeich-
nungen Munchs werden in die
Schilderung einbezogen und
lassen uns die tragischen Ereig-
nisse miterleben und Munchs
Kunst besser verstehen.

Kurt Leonhard (Hrsg.): Alfred Lehmann

Ein Maler gegen den Zeitgeist
160 Seiten, 102 Abbildungen, 64 in
Farbe, Leinen m. Sch., 68,- DM
ISBN 3-608-76227-2

Alfred Lehmann (1899 bis 1979)
war Schüler von Heinrich Altherr,
Christian Landenberger und Chri-
stian Speyer an der Stuttgarter Aka-
demie und Hörer bei Vorlesungen
von Adolf Hölzel. Er gehörte zu
jener Gruppe von schwäbischen
Malern, die – abseits von allen
favorisierten Kunst- und Stilten-
denzen dieser Jahrzehnte – eine
realitätsnahe Kunst bevorzugten
und auf eine lange Tradition zu-
rückblicken können. Zwar nahm
Lehmann Anregungen des Impres-
sionismus und des Expressionis-
mus, ja sogar des Kubismus und
der abstrakten Malerei auf und
Beziehungen zu Marées, Schlem-
mer und Cézanne sind besonders
in den figürlichen Darstellungen
unverkennbar, aber alle diese Ein-
flüsse werden in einer wohl abge-
wogenen Dosierung den jahrzehn-
telangen Bemühungen um eine
eigene stilistische und inhaltliche
Dimension der Malerei unter-
geordnet.

Lehmans Bilder zwischen Kon-
kretion und Abstraktion gehören
somit zu einer Variante der klassi-
schen Moderne, die im Südwesten
eine lange Tradition hat und bis auf
den heutigen Tag Menschen
anspricht, die in der modernen
Kunst eine traditionelle Kompo-
nente als innerlich spürbares Maß
suchen.

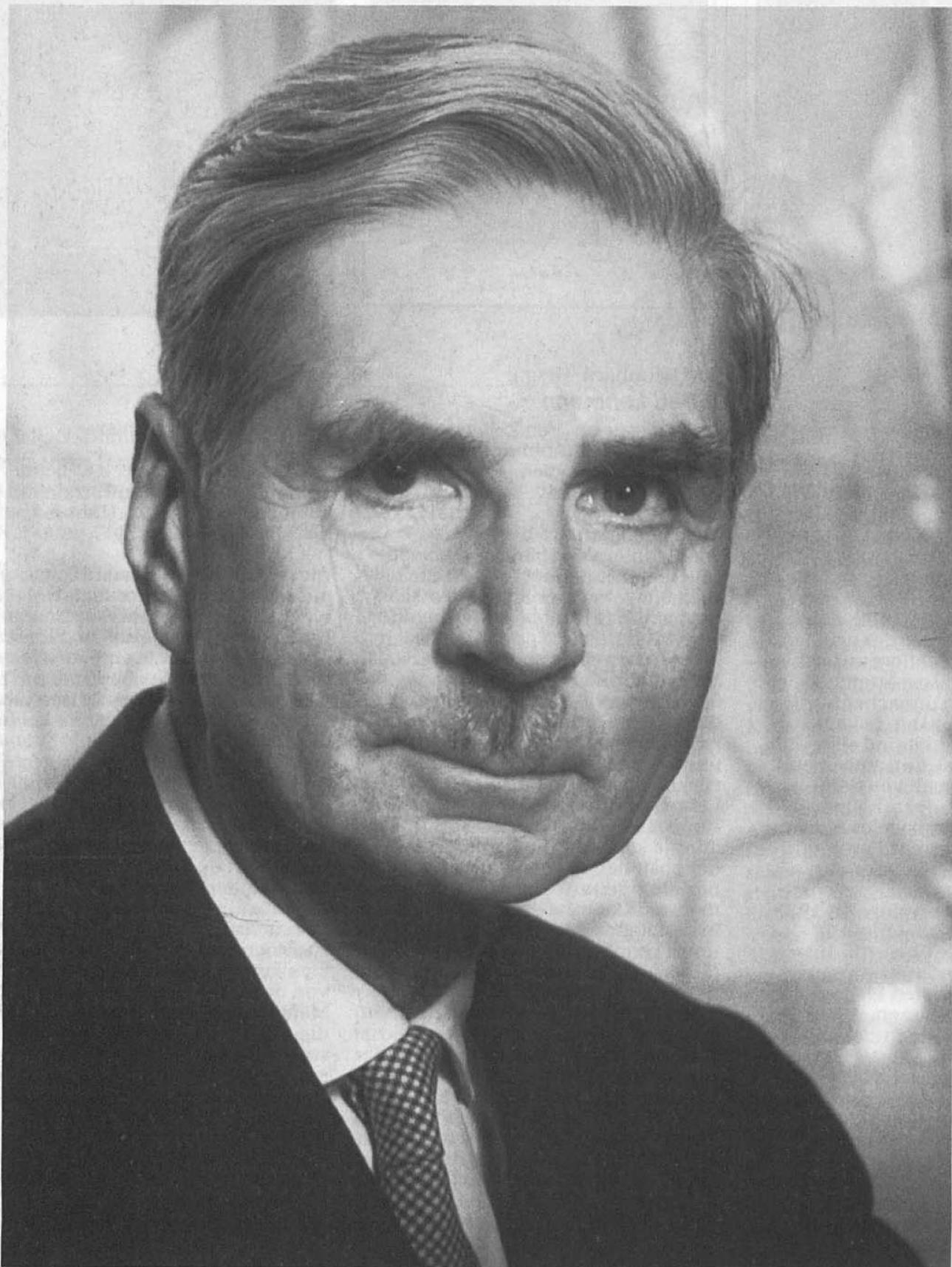
Hannelore Müller: European Silver

The Thyssen-Bornemisza-
Collection
In englischer Sprache, 312 Seiten,
466 Abb., davon 16 in Farbe,
Leinen m. Sch., 198,- DM
ISBN 3-608-76185-3

Dieser Band der Thyssen-Borne-
misza-Sammlung vereinigt die
wenig bekannten, aber erlesenen
Bestände an europäischem Silber.
Auf die ersten Käufe von vorwie-
gend deutschen Gegenständen
(erworben in den 20er Jahren die-
ses Jahrhunderts) folgten im Laufe
der Jahre weitere wertvolle Stücke
aus England, Frankreich, Ungarn
und den Niederlanden. Die Autorin
gibt zu jedem Kapitel dieses Katalo-
ges eine Einführung, in der sie das
Anwachsen der Sammlung
beschreibt und die Entwicklung
der Haupttypen von Gefäßen und
Geräten, ihre Stilrichtungen,
Bedeutung und Ausbreitung unter-
sucht. Vom einfachsten Becher bis
zum kunstvoll gearbeiteten Pokal,
von dekorativen Schüsseln aus
Meißen bis zu einem fast vollstän-
dig erhaltenen Augsburger Reise-
service in seiner Original-Leder-
schatulle reicht der Bogen.
Alle 95 Stücke, von denen die
Hälfte aus Deutschland stammt,
sind nach Ländern katalogisiert,
und jeder Abschnitt wird durch
eine kurze Beschreibung über den
historischen und lokalen Hinter-
grund eingeleitet. Jedes Stück ist
einzeln beschrieben und meist
durch mehrere Abbildungen illu-
striert.

Von der Relativitätstheorie zur Elektronenröhre ✓

Ein theoretischer Physiker in der Großindustrie: Walter Schottkys Beitrag zur Entwicklung der Elektronenröhren



1 Walter Schottky, *23. Juli 1886 in Zürich, † 4. März 1976 in Pretzfeld bei Erlangen.

1904 legte Walter Schottky in Berlin das Abitur am humanistischen Gymnasium in Berlin-Steglitz als Klassenbesten ab¹. Im selben Jahr begann er bei Max Planck und Walter Nernst an der Universität Berlin theoretische Physik und Chemie zu studieren. Das Interesse für dieses Fach wurde wohl durch seine Familie begründet: Seit seiner Geburt hatte sein Vater einen Lehrstuhl für Mathematik inne. Zudem zeichnete sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts ab, daß die Physik zu einer der interessantesten Naturwissenschaften werden sollte. Noch 25 Jahre vorher hatte der Münchner Physiker Philipp von Jolly dem angehenden Studenten M. Planck von einem Studium der theoretischen Physik mit der Begründung abgeraten, daß nichts wesentlich Neues mehr zu entdecken sei². 1904 hatte sich die Situation vollständig geändert: M. Planck hatte wenige Jahre zuvor seine berühmte Arbeit über die Wärmestrahlung eines schwarzen Körpers veröffentlicht, die mit der Einführung des Wirkungsquantums als Grundeinheit der Energie eine der Wurzeln der modernen Physik bildet. Röntgenstrahlen, Radioaktivität und das Elektron waren entdeckt, Albert Einsteins Relativitätstheorie stand kurz vor der Veröffentlichung. Das war die physikalische Welt, in der W. Schottky zu studieren begann. Die Studentenzahlen waren damals wesentlich kleiner als heute, überfüllte Hörsäle gab es nur in Ausnahmefällen. So stellte sich ein persönlicher Kontakt von Lehrenden zu Lernenden beinahe von selbst ein. Und in einem Mekka der damaligen Physik, wie es Berlin war, wurden die Studenten schnell mit den neuesten Ergebnissen des Fachgebiets vertraut. M. Planck, bei dem W. Schottky die letzten Semester seines Studiums fast

ausschließlich hörte, nahm ihn als einen seiner wenigen Doktoranden an. Die Dissertation über »Relativtheoretische Energetik und Dynamik«, die W. Schottky 1912 beendete, war eine der ersten Promotionen über A. Einsteins spezielle Relativitätstheorie überhaupt. Allerdings verhinderten Schwierigkeiten mit der philosophischen Fakultät, der damals auch die Physik angegliedert war, ein »summa cum laude«. Im Jahr 1912 war die Relativitätstheorie noch keineswegs allgemein anerkannt. Noch zehn Jahre später, 1921, wurde A. Einstein ja der Nobelpreis für seine Arbeit über Lichtquanten (1905) verliehen und nicht für die Entwicklung der Relativitätstheorie.

Angesichts dieser Lage wurde W. Schottky als »Gegenmittel gegen die reine Abstraktion ein experimentelles Zwischenspiel«³ angeraten. Eine geeignete Assistentenstelle fand sich in Jena bei Max Wien, der den dortigen Lehrstuhl für Physik seit 1911 innehatte. M. Wiens Hauptinteresse galt mehr der Nachrichtentechnik, für die er

wesentliche Beiträge geliefert hatte, als der reinen Theorie, und so entstand der »Plan, mich dort eine Art Praktikum für Fortgeschrittene durchlaufen zu lassen und es dem Schicksal anheimzustellen, ob mir bei dieser Beschäftigung etwas einfiele, was einer eingehenden Untersuchung wert erschiene.«⁴ Nach einigen einführenden Versuchen begann W. Schottky das Studium der lichtelektrischen Ströme. A. Einstein hatte 1905 diesen Effekt durch das Postulat der Lichtquanten, die aus einer negativ geladenen Metallplatte Elektronen »herausschlagen«, gedeutet. W. Schottky stellte sich nun die Frage, was die Elektronen, die sich im Metall der Kathode als eine Art Gas ziemlich frei bewegen, eigentlich daran hindert, ebenso frei in einer der Anzahl der Lichtquanten vergleichbaren Menge ins Vakuum auszutreten.⁵ Eine Abschätzung zeigte, daß das elektrische Feld der bereits ins Vakuum ausgetretenen Elektronen den Kathodenstrom erst bei wesentlich höheren Stromstärken meßbar abschwächen könne. Um diesen Effekt näher studieren

zu können, wandte sich das Interesse W. Schottkys der Messung von Kathodenströmen zu, die erheblich stärker als die lichtelektrischen Ströme waren. Eine geeignete experimentelle Anordnung fand sich in den Glühkathodenröhren. Mit der Zustimmung M. Wiens beschäftigte sich W. Schottky das nächste Jahr damit, die Stärke der Kathodenströme unter unterschiedlichen Bedingungen erst einmal genau zu bestimmen. Ein dickes Protokollbuch aus dieser Zeit, das sich in seinem Nachlaß am Deutschen Museum erhalten hat, gibt Auskunft über die Vielzahl und Genauigkeit dieser Versuche.

Hier zeigt sich erstmals die Arbeitsmethode, die W. Schottkys weitere wissenschaftliche Laufbahn prägen sollte: »Ausgangspunkt ist zwar ein technisches Problem. Um die Lösung zu erhalten, wird aber dann eine ganz allgemein gehaltene Theorie entwickelt, die sich weit über das ursprüngliche Problem hinaus als fruchtbar erweist.«⁶

Eine dunkle Stube, die Läden geschlossen,¹⁾
Die Motoren sausen unverdrossen,²⁾
In der Ecke ein Zischen und Wasserguß,³⁾
Auf einmal erglänzt Homunculus.⁴⁾
Er leuchtet, am Motor die Funken knattern,⁵⁾
Jetzt heißt es, die köstlichen Früchte ergattern.
Die Früchte: es sind die Zeichen und Zahlen,

Die wir in dickleibige Bücher malen;
Die Zahlen verriet uns das Galvanometer,
Sie bedeuten elektrische Ströme im Äther.⁶⁾
Man sitzt und schreibt sich die Finger krumm,
Zur Scheune wird das Diarium,
Und so wird, nach mancherlei Mühen und Sorgen,⁷⁾
Doch zuletzt⁸⁾ die ersehnteste Ernte⁹⁾ geborgen.

1) Es wurde mit einem Spiegelgalvanometer gemessen, das auf eine frei im Raume montierte Skala einen Lichtstrich warf, der nur bei verdunkeltem Zimmer zu sehen war. Im Anlaufgebiet war in der Tat eine empfindlichere Strommessung nötig, als sie mit den damaligen Zeigerinstrumenten zu verwirklichen war; bei höheren Strömen wurde geschuntet.

2) Es lief einerseits eine Gaedepumpe, andererseits der Motor, der die in viele Segmente unterteilte Kontaktscheibe in schnelle Drehung zu versetzen hatte.

3) Wasserstrahlpumpe als Vorvakuum für die Gaedepumpe;
»Hochvakuum« 1 bis $2 \cdot 10^{-3}$ mm Hg

4) Homunculus: »In dieser holden Feuchte,
Was ich auch hier beleuchte,
Ist alles reizend schön.«

(Faust II, 2. Akt) Umhüllendes Glas, geheimnisvolles Leuchten, umgebende Feuchte waren nicht nur Attribute von Goethes künstlichem Männlein in der Phiolen. Sie konnten auch meiner Versuchsröhre zugestanden werden, deren ungewisses Licht, aus den Enden des Anodenzyklinders und den Spalten zwischen dem Meßzylinder und den äußeren Schutzzyklindern (gleichen Potentials) hervortretend, einen oberen und unteren Wasserbottich beleuchtete, die durch eine um den ziemlich weiten Glasschliff gewickelte Kühlschlange verbunden waren; dazu noch allerhand Apparate und phantastisches Gestänge.

5) Trotz parallel geschalteter Kondensatoren war die ständige, gewaltsame mechanische Heizstromunterbrechung nicht ohne erhebliches Geknatter zu bewerkstelligen.

6) Poetischer Ausdruck für Vakuum; die Äthervorstellung hatte schon vor 1912 ihre Rolle ausgespielt.

7) Fast unüberwindliche Schwierigkeiten hatte ich natürlich mit der für meine Versuche im Grunde unentbehrlichen Hochvakuumtechnik, deren elementarste Prozeduren, Erhitzen, Ausfrieren mit flüssiger Luft, Bombardieren, jedenfalls 1912 noch nicht zu den Selbstverständlichkeiten unserer Experimentalinstitute gehörten. Was gelang, waren die Messungen von $U^{3/2}$ -Kurven, die, unter Berücksichtigung gewisser die Theorie verfeinernder Korrekturen, mit jeder wünschenswerten Genauigkeit den erwarteten Verlauf hatten, bei Wolfram- und Tantalfäden in 13 und 22 mm weiten Zylindern zwischen 0 und etwa 11 V Spannung (Phys. Z. 15, Seite 628, Fig. 2, 1914). Bei höheren Spannungen setzte Restgasionisation ein, die die Ströme rasch auf Sättigung ansteigen ließ. Den größten Zeitverlust hatte ich durch die anfängliche Beschränkung auf Kohlefäden, die, wie sich durch Umpolung und raumladungsmäßige e/m Bestimmung nachweisen ließ, eine langdauernde Emission positiver Ionen vom Atomgewicht 20 bis 30 produzierten. Durch diesen Effekt war bei den Kohlefäden auch das Gebiet unterhalb 11 V für den elektronischen Raumladungsnachweis unbrauchbar (ebendort Fig. 3).

8) November 1913.

9) Außer den unter 7) genannten Ergebnissen: Anlaufmessungen in zylindrischen Systemen mit und ohne Raumladungseffekte, Messung von Voltspannungen zwischen verschiedenen Zylindersubstanzen aus der Verlagerung der Anlaufkennlinien.

Ende 1913 waren die experimentellen Untersuchungen weitgehend abgeschlossen. W. Schottky kehrte nach Berlin zurück, um seine Theorie der Glühkathodenemission für eine Veröffentlichung im Detail auszuarbeiten. Jahre später veröffentlichte er ein Gedicht (Bild 2), das seine gehobene Stimmung in der damaligen Zeit verdeutlicht.⁷

Hauptergebnis seiner Arbeiten war das sogenannte » $U^{3/2}$ -Gesetz«. Dieses Gesetz besagt, daß unterhalb einer Grenzspannung (Sättigungsspannung) der Elektronenstrom durch eine Elektronenröhre proportional der Wurzel aus der dritten Potenz der Spannung U verläuft. Dieser Kurvenverlauf ist, wie W. Schottky nachwies, unabhängig von der geometrischen Form der Kathoden. »Der eigentümliche Verlauf dieser Kurven wird durch die sogenannte Raumladung hervorgerufen. Die Elektronen erzeugen, während sie von der Kathode zur Anode hinüberfliegen, ein elektrisches Feld. Und da immer neue Elektronen kommen, ist der gesamte Raum dauernd negativ geladen. Diese Raumladung behindert den Austritt von neuen Elektro-

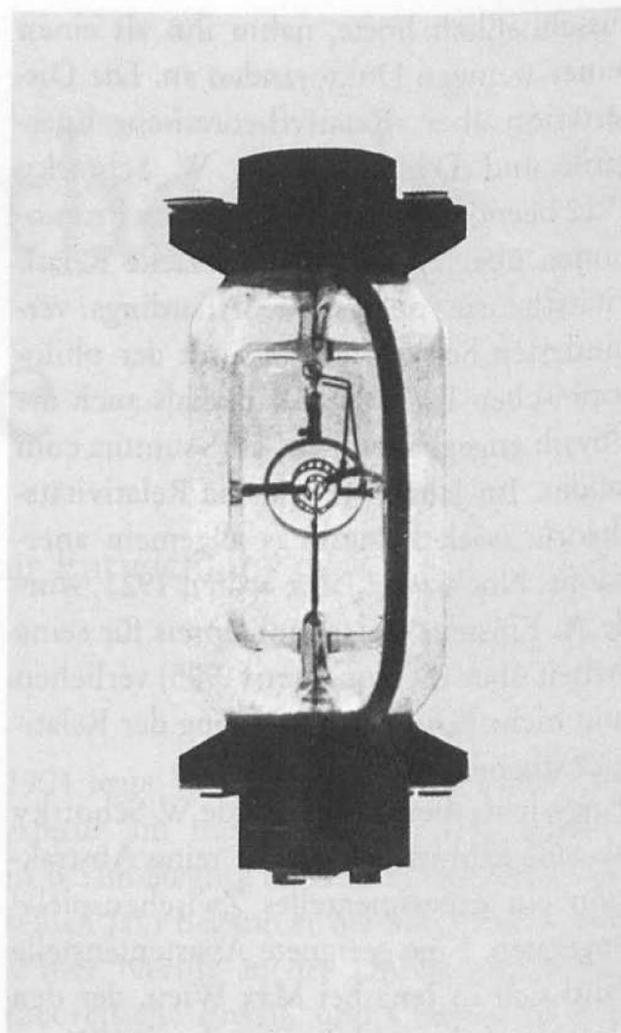
nen aus der Kathode und begrenzt so den Strom. ... Der Verlauf dieser Kurve bildet die Grundlage für die ganze Theorie der Verstärkeröhren.«⁸

Bevor W. Schottky jedoch seine Ergebnisse veröffentlichen konnte, kam ihm ein Artikel des Amerikaners Irving Langmuir zuvor. I. Langmuir hatte unabhängig von W. Schottky das $U^{3/2}$ -Gesetz zur selben Zeit im Versuchslabor von General Electric abgeleitet. Diese Arbeit bedeutete einen »Keulenschlag für meine jugendlichen Hochpläne. Es zeigte sich aber, daß meine Bemühungen einiges ergeben hatten, was über den Status der Langmuir-Veröffentlichung hinausging.«⁹ Diese Ergebnisse veröffentlichte W. Schottky in einer Reihe kleiner Aufsätze und Vorträge.

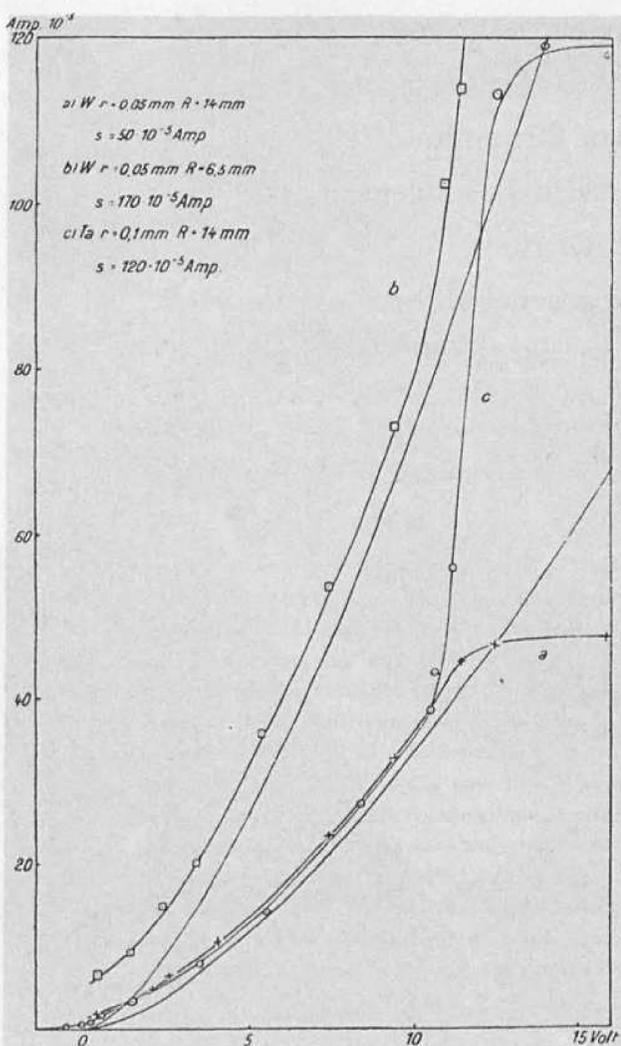
W. Schottkys Arbeiten waren für die Entwicklung der Verstärkeröhren von grundlegender Bedeutung. Die Verstärkeröhren waren wenige Jahre zuvor unabhängig von Robert von Lieben und Lee de Forest erfunden worden. Bereits 1912 hatte ein Konsortium der Firmen AEG, Telefunken, Felten & Guillaume und Siemens & Halske die Liebenschens Patente aufgekauft und mit eigenen Entwicklungen im neuerrichteten Siemens & Halske-Labor begonnen.

Mit Beginn des Ersten Weltkriegs bekamen diese Forschungen eine kriegswichtige Bedeutung: Verstärkeröhren wurden vor allem für Fernsprechweitverbindungen benötigt, denn ohne Zwischenverstärkung konnten damals höchstens Entfernungen von 100 km überbrückt werden.¹⁰ Anfang 1915 wurde W. Schottky nach einem Kolloquiumvortrag von Ragnar Holm, der die Verstärkeröhrenentwicklung bei Siemens & Halske leitete, zur Mitarbeit angeworben. W. Schottky arbeitete zuerst als freier Mitarbeiter an der Entwicklung der Siemens-Röhren mit. 1916 trat er schließlich als fester Mitarbeiter in das Forschungslabor ein und wurde bereits ein Jahr später zu dessen wissenschaftlichem Leiter ernannt.

Ein ungewöhnlicher Schritt für einen theoretischen Physiker, der seinen bisherigen Werdegang an der Universität verbracht hatte. Aber W. Schottky strebte zeitlebens eine »Arbeit an Forschungsstätten mit optimalen Bedingungen« an. Angesichts des sich immer weiter ausweitenden Weltkriegs war dies in einem militärisch wichtigen Industrielabor sicher gegeben. Später schrieb er, er wäre auch



5 Schottky-Schutznetz-Röhre. Zylindrischer Aufbau mit zwei Gittern, die in Achsrichtung nicht geschlossen sind, um den Einbau der Kathode zu erleichtern.



3 Strom-Spannungskurven in zylindrischen Elektronenröhren (Aus W. Schottky, »Über den Einfluß von Potentialsschwellen auf den Stromübergang zwischen einem Glühdraht und einem coaxialen Zylinder«, Phys. Zeit. 15 [1914], 628.)

bei einer theoretischen Arbeit an einer Universität auf eine fachliche Enge abgestempelt worden, bei der seine technischen und physikalisch-chemischen Streben und Hoffnungen verkümmern hätten müssen.¹¹

W. Schottkys Arbeit im Siemensforschungslabor war ungewöhnlich fruchtbar. 1915 entwickelte er das Raumladungsgitter, 1916 das Schutzgitter für die Verstärkeröhre. Beide Gitter erhöhten den Wirkungsgrad der damaligen Verstärkeröhren.¹² Die von ihm verbesserten Röhren wurden bis zum Ende des Ersten Weltkriegs noch in größerer Stückzahl hergestellt.

Für die Berechnung der Steuer- und sonstigen Gitter fand er eine mathematische Formulierung, die die Hochzüchtung von Verstärkeröhren in späteren Jahren erheblich vereinfachte. Angeregt durch eine Vorlesung A. Einsteins über statistische Mechanik entdeckte er eine Theorie des Rauschens der Verstärkeröhren für den einfachsten Fall, den Sättigungsbereich. Aus der Annahme, daß durch die statistische Natur dieses »Elektronengeprassels« nicht nur eine Frequenz, sondern ein ganzes Rauschspektrum übertragen wird, lei-

tete er seine Schroteffektformel ab. Bei Tonfrequenzen wird dieser Effekt allerdings durch den von Johnson entdeckten Funkeffekt, der auf der schwankenden Elektronenemissionsfähigkeit der Kathode beruht, bei weitem übertroffen. Auch hierfür formulierte er eine mathematische Theorie.¹³

So quasi nebenbei entstand aus dem Problem, eine störungsfreie Funkfernsteuerung zu entwickeln, die Idee des Superheterodynempfängers. Nach diesem Prinzip ist heute jeder Radio- und Fernsehempfänger aufgebaut.

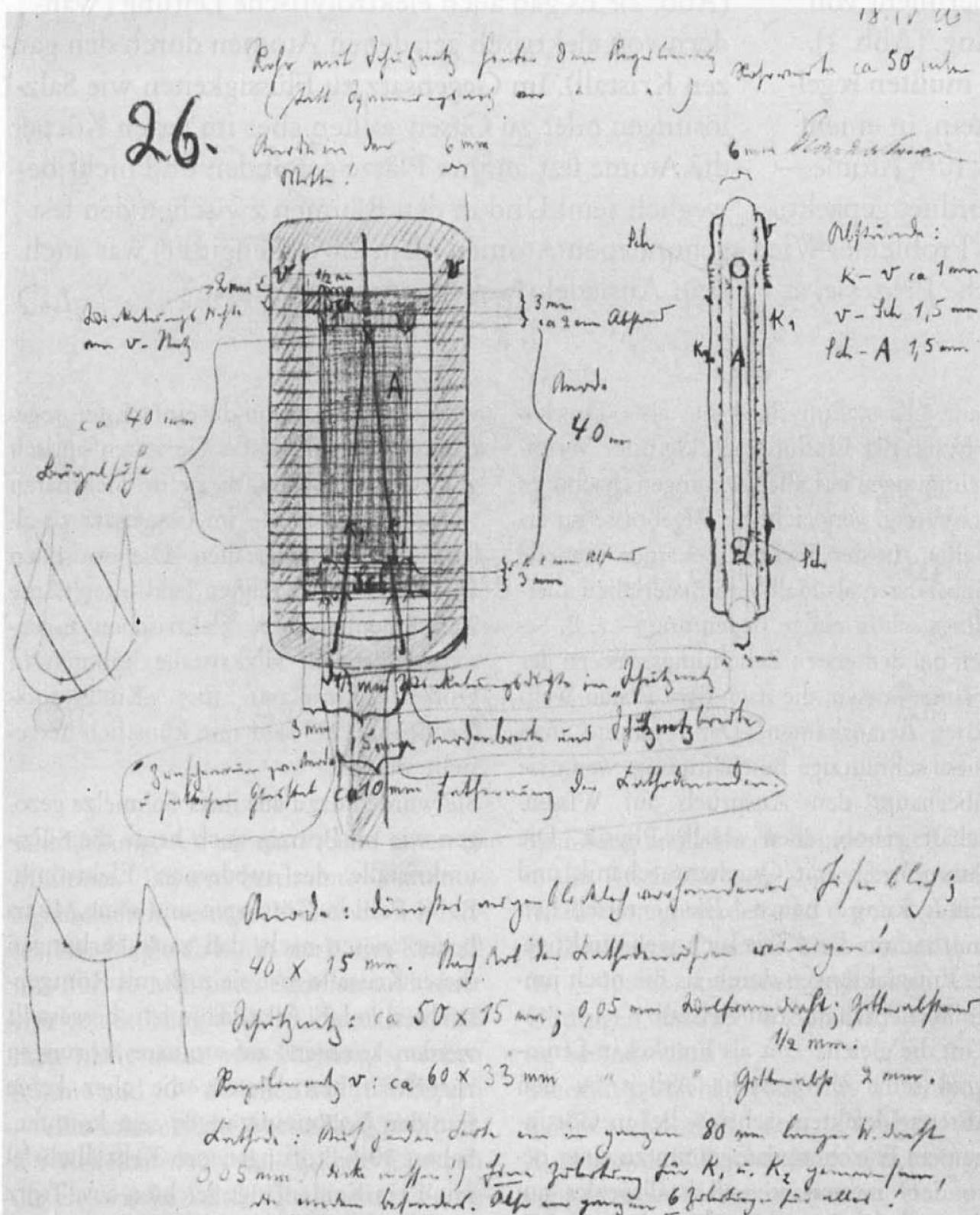
Unter den Bedingungen des Ersten Weltkriegs brachte die Zeit bei Siemens wesentliche Einschränkungen für W. Schottkys Publikationstätigkeit. Zwischen 1916 und 1918 erschien kein einziger Aufsatz von ihm. So mußte er am Ende des Ersten

Weltkriegs feststellen, daß ihm der Amerikaner E. H. Armstrong mit der Veröffentlichung des Superheterodynprinzips zuvorgekommen war.¹⁴

H. Barkhausen schrieb ihm 1919: »Ich kann mich in Ihre schwierige Lage gut hineinversetzen. Hatte ich doch seinerzeit dieselben Schwierigkeiten mit der Veröffentlichung meiner Habilitationsarbeit über Kommandoapparate, zu der ich bis heute nicht gekommen bin.«¹⁵ W. Schottkys nunmehriger Wunsch nach einer freien Arbeit an einer Universität wird daraus verständlich. Nach einer längeren Suche vermittelte Max von Laue 1919 bei Willy Wien an der Universität Würzburg die Möglichkeit einer Habilitation.¹⁶ Eine Tätigkeit an der Universität kam deshalb auch W. Schottkys alten mathematisch-philosophischen Interessen

entgegen. Ohne durch technische und andere Probleme behindert zu sein, konnte er sich an der Diskussion um die Kausalität in der Physik beteiligen: ein Thema, das den Beginn der Quantenmechanik beherrschte.¹⁷ Zudem war er finanziell völlig unabhängig, noch 1927 brachten ihm seine alten Siemens & Halske-Patente höhere Tantiemen als sein Gehalt.

W. Schottkys Habilitationsschrift mit dem Thema »Thermodynamik der seltenen Erden im Dampfraum (Thermische Ionisierung und thermisches Leuchten)« entstand in der kurzen Zeit von einem Jahr, wobei er natürlich auf seine Erfahrungen in der Röhrentwicklung der Firma Siemens zurückgreifen konnte. Am 4. Juni 1920 hielt W. Schottky in Würzburg seinen Habilitationsvortrag. In seinen Habilitationsthese steht unter Nr. 8: »Die Gleichrichterwirkung der meisten Kristalldetektoren ist dadurch zu erklären, daß an den Kontaktstellen noch Reste von Elektronenaustrittsarbeiten überwunden werden müssen, die für die beiden benutzten Substanzen verschieden sind.«¹⁸ Die Aufdeckung der genauen physikalischen Vorgänge in den »beiden benutzten Substanzen« sollte W. Schottky noch die nächsten Jahrzehnte beschäftigen.



4 Entwurfsskizze der ersten Versuchsausführung einer Schutznetzröhre 1916 (W. Schottky)

Anmerkungen:

- ¹ Werner Schottky »Walter Schottky«, Manuskript Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum
- ² M. Eckert, H. Schubert, »Kristalle, Elektronen, Transistoren« Reinbek 1986.
- ³ W. Schottky, »Jena und das $U^{3/2}$ -Gesetz« in »50 Jahre Entwicklung und Fertigung von Elektronenröhren im Hause Siemens« Siemens Zeitschrift 36 (1962); 22–24.
- ⁴ vgl. Anm. 3).
- ⁵ vgl. Anm. 3).
- ⁶ H. Rothe, E. Spenke, C. Wagner, »Zum 65. Geburtstag von W. Schottky«, Arch. d. el. Übertragung 5 (1951), 306–313.
- ⁷ vgl. Anm. 3).
- ⁸ H. Barkhausen, »Elektronenröhren« Leipzig 1926.
- ⁹ vgl. Anm. 3).
- ¹⁰ M. Schwarte, »Die Technik im Weltkriege«, Berlin 1920.
- ¹¹ W. Schottky an den Rektor der TU Berlin, 18. 5. 1960, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.
- ¹² W. Schottky, »Über Hochvakuumverstärker«, Arch. f. Elektrotechnik 8 (1919), 1–31 u. 299–328.
- ¹³ W. Schottky, »Über spontane Stromschwankungen in verschiedenen Elektrizitätsleitern«, Ann. d. Phys. 57 (1918), 541–583.
- ¹⁴ W. Schottky, »Über den Ursprung des Superheterodyngedankens«, El. Nachr. Techn. 2 (1925), 454–456.
- ¹⁵ H. Barkhausen an W. Schottky, 3. 1. 1919 Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.
- ¹⁶ M. v. Laue an W. Schottky, 27. 6. 1919, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.
- ¹⁷ W. Schottky, »Zur Krisis des Kausalitätsbegriffs«, Nat. Wiss. (1922), 982.
- ¹⁸ W. Schottky, Thesen aus der Habilitationsschrift, Würzburg 1920.

Walter Schottky

und die imperfekten Kristalle

Bis in unser Jahrhundert hinein war es Glaubensgut aller Kristallographen, Physiker, Chemiker, Techniker, daß Kristalle vollkommene Gebilde seien. So hatte man es schließlich noch 1912 mit der Röntgenstrahlbeugung am Kristallgitter »handgreiflich« gesehen — im berühmten Münchner Experiment von M. v. Laue, W. Friedrich und P. Knipping. (Abb. 1). Ab diesem Jahr war es sicher: Kristalle mußten regelmäßige räumliche Atomanordnungen sein, in einem Kristallwürfel von 1 cm Seitenlänge ca. 10^{23} Atome — eine ungeheure Anzahl, aber streng geordnet gepackt. Es gab bei dieser Vorstellung allerdings Probleme. Wie war es eigentlich möglich, daß chemische Prozesse, et-

wa die Oxydation (Oberflächenveränderung durch Sauerstoff) oder Diffusion (Eindringen von Teilchen in den Kristall) bis tief unter die Oberfläche dieses festen scheinbar so regelmäßig dicht mit Atomen vollgepackten Kristalles nachgewiesen werden konnten (Abb. 2)? Es gab auch elektrolytische Leitung (Wandern von elektrisch geladenen Atomen durch den ganzen Kristall). Im Gegensatz zu Flüssigkeiten wie Salzlösungen oder zu Gasen sollten aber im festen Körper die Atome fest an ihre Plätze gebunden und nicht beweglich sein! Und in den Räumen zwischen den festgebundenen Atomen (dem Zwischengitter) war auch kein Ansiedeln weiterer Atome denkbar?

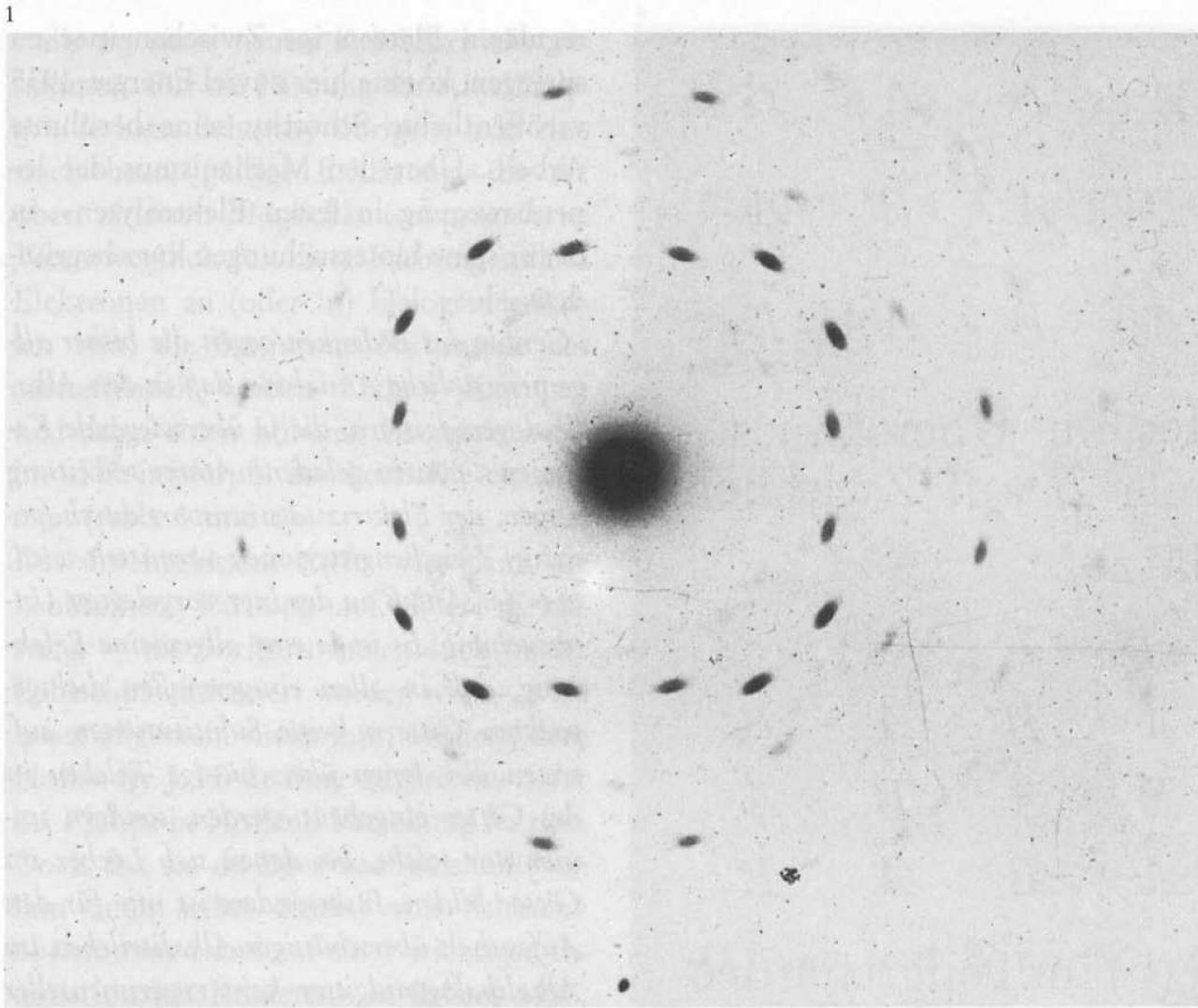
Ab 1910 nahmen sich einige — noch wenige — Wissenschaftler dieser Probleme an, z. B. die russischen Physiker A. C. Joffe und sein Schüler V. I. Frenkel, der ungarische Physikochemiker G. v. Hevesy, in den 20er Jahren der österreichische Physiker A. Smekal u. a. Eine erste erfolgreiche, noch heute gültige, mathematisch formulierte These stellte Frenkel 1926 in Verfolgung von Ideen Joffes auf. Im Kristall können Atome aufgrund von Temperaturbewegung der Atome, die es über dem absoluten Nullpunkt immer gibt, doch aus ihren festen Ruhelagen auf Plätze im Zwischengitter springen. Sie lassen dann Löcher, das heißt Leerstellen, am ursprünglichen Ruheplatz zurück. Diese Kombination Leerstelle — Zwischengitteratom wird heute »Frenkeldefekt« im Kristall genannt (Abb. 3). Das war damals eine ganz revolutionäre Vorstellung! Die schönen perfekten Kristalle waren also gar nicht perfekt, grundsätzlich sogar nie in der realen Natur. Für die meisten Wissenschaftler dieser Zeit war das allerdings weniger unglaublich, als schlicht uninteres-

sant. Kristallphysik galt als »Dreck«-Physik, der Einfluß auch kleinster Verunreinigungen auf alle Messungen machte es schwierig, vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. In der Technik bekamen manche Substanzen als Halbleitermaterialien allerdings schon einige Bedeutung — z. B. Selen bei den ersten Belichtungsmessern der Firma Gossen, die nach dem Ersten Weltkrieg herauskamen. Dann nannte man diese schmutzige Beschäftigung, wenn sie überhaupt den Anspruch auf Wissenschaft erhob, eben »Halb«-Physik. Die Atomphysik mit Quantenmechanik und Entdeckung neuer Elementarteilchen machte um diese Zeit auch viel attraktivere Entwicklungen durch als die noch junge Wissenschaft vom Kristall.

Um die gleiche Zeit als Frenkel in Leningrad seine theoretische Arbeit zu den »Frenkeldefekten« schrieb, lief in Göttingen ein Forschungsprogramm zu einer besonders interessanten Kristallspezies an: den Alkalihalogeniden. Das sind Salzkristalle wie NaCl (Kochsalz, als Mineral hieß es Steinsalz), KCl (als Mineral Syl-

vin), KBr etc. Es sind die einfachsten sogenannten Ionenkristalle. Sie waren optisch gut zu untersuchen, da sie im Sichtbaren transparent waren — im Gegensatz zu allen Halbleitermaterialien. Die optischen Untersuchungen zeigten bald interessante Zusammenhänge zu elektrischen Eigenschaften. Diese Salzkristalle konnten in großen Exemplaren (bis »Kindskopf«-Größe) ab 1925 sehr rein künstlich hergestellt werden.

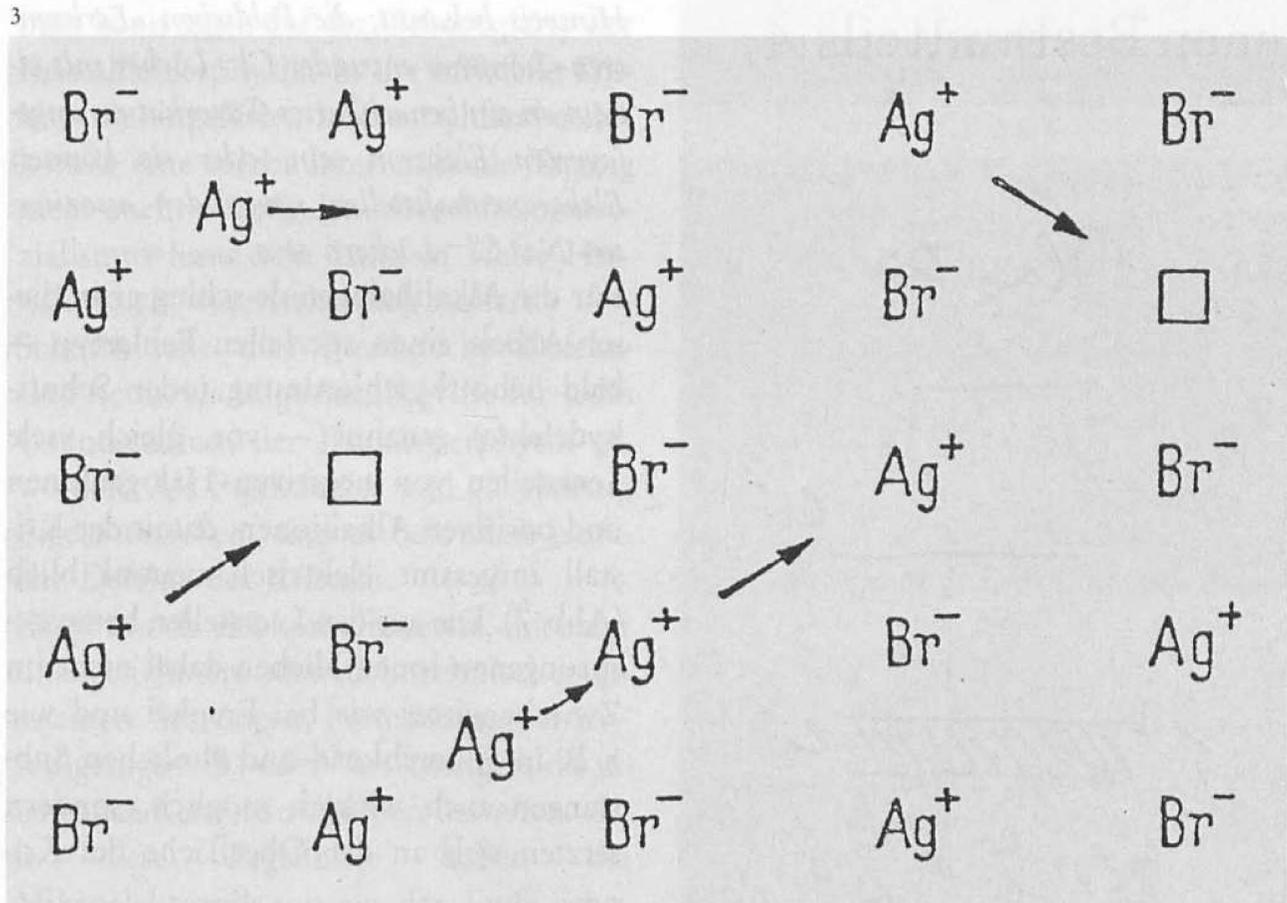
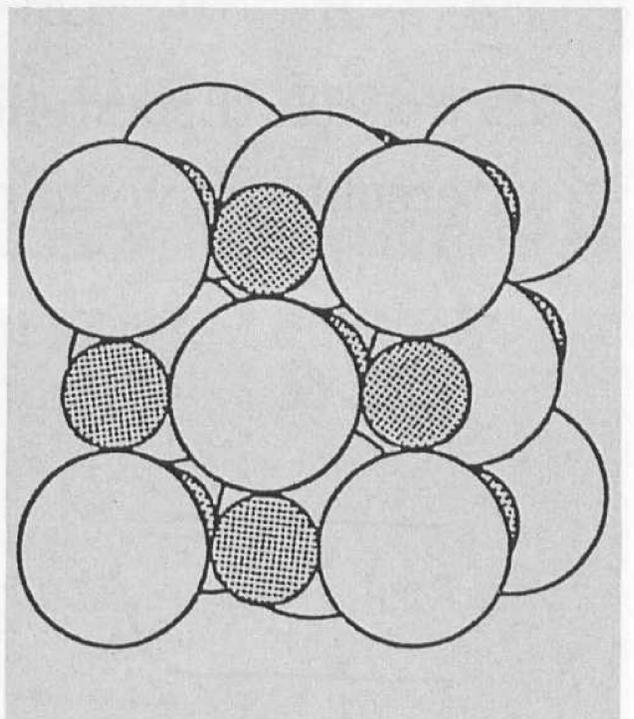
Sie wurden dazu aus ihrer Schmelze gezogen wie im Prinzip auch heute die Siliziumkristalle der modernen Elektronik. R. W. Pohl in Göttingen und seine Mitarbeiter wiesen nach, daß zarte Färbungen dieser Kristalle, wie sie z. B. mit Röntgenstrahlen oder Alkalidämpfen hergestellt werden konnten, auf atomare Störungen zurückzuführen waren, die aber keine fremden Verunreinigungen sein konnten. Schon 10^{16} Störungen pro Kristallwürfel mit 1 cm Kantenlänge reichten aus. Trotz der hohen Zahl ist das nur eine Störung pro etwa 10 Millionen regulärer Atome! Das gab also eine so eindrucksvolle Ge-



1 Röntgenstrahlinterferenz an einem Zinkblende-Kristall (ZnS). Die regelmäßige Anordnung der entstehenden Lichtpunkte läßt sich durch die symmetrische Anordnung der Atome im Kristall erklären.

3 Eine frühe Darstellung der Frenkelschen Fehlordnung in einem deutschen Artikel (K. Hauffe 1951). Den zwei Silberionen im Zwischengitter entsprechen hier zwei Leerstellen (als Quadrate gezeichnet) im Kristallgitter.

2 Detail eines idealen Kochsalzkristalles (NaCl) in atomaren Dimensionen. Die Natriumionen (klein) und Chlorionen (groß) sind natürlich nicht als Billardkugeln zu denken. Der Durchmesser der gezeichneten Kugeln beschreibt nur die Grenze der wirksamen Elektronenhülle.



samtfärbung. Als ob ein Preuße unter 10 Millionen Bayern bestimmte Stammeseigenschaften wesentlich verändern könnte! (Der Vergleich hinkt stark. Ein Kristall mit nur 10 Millionen Atomen und einer einzigen Störung wäre so klitzeklein, daß man nicht mehr von Färbung sprechen könnte und 10^{16} Preußen auf 10^{23} Bayern — eine schreckliche Vorstellung — könnten vielleicht doch viel verändern.) Auch die elektrische Leitfähigkeit wurde durch diese färbenden Störungen — man nannte sie bald »Farbzentren« — entscheidend beeinflusst. Bei angelegter elektrischer

Spannung und höherer Temperatur konnte die Kristallfärbung sogar direkt elektrisch erzeugt werden und durch den Kristall wandern. Das war 1932 ein berühmtes Demonstrationsexperiment aus Göttingen, das auch W. Schottky nachhaltig beeindruckte.

Schottkys Beschäftigung mit Thermodynamik und mit dem Problem des Kupferoxydul-Gleichrichters war nun geeignet, diese so faszinierenden Untersuchungen der Göttinger in anderen Zusammenhängen zu sehen. Auch bei Kupferoxydul (Cu_2O) konnte man erhebliche

Leitfähigkeitsbeeinflussungen durch sehr geringe Mengen von Sauerstoffdampf erreichen. Leider war Kupferoxydul nicht durchsichtig und deshalb auch nicht optisch erforschbar. Aber zusammen mit seinem Kollegen Carl Wagner und Mitarbeitern, fand Schottky spätestens ab 1932 heraus, daß hier Leerstellen von Kupferatomen als Fehler existieren mußten. Schon 1930 hatte er mit Carl Wagner, aus thermodynamischem Interesse, eine erste Übersicht über mögliche Kristallfehlertypen veröffentlicht (Abb. 4). Die Probleme der »Farbzentren« und der elektrolytischen Leitung bei den Alkalihalogeniden Pohls erschienen ihm nun ab 1932 sehr verwandt zu seinem Gleichrichterproblem.

Berechnungen zeigten aber bald, daß Zwischengitteratome, d. h. auch Frenkeldefekte, in Kristallen dieses Typs nicht als wesentliche Störungen denkbar waren. Von

$A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B$
 $B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A$
 $A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B$

Typus I. Einbau des im Überschuss vorhandenen Bestandteils B auf Zwischengitterplätze.

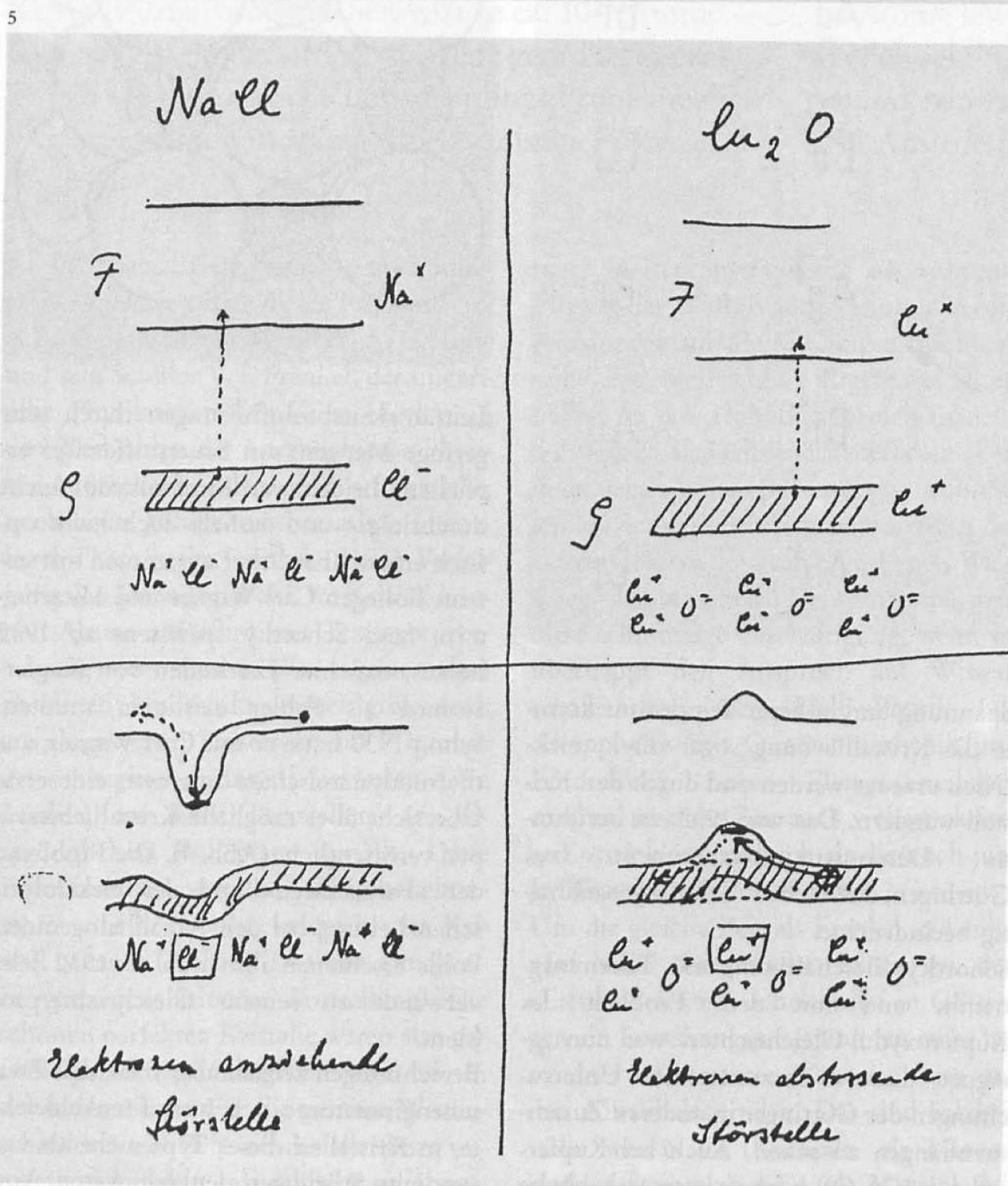
$A \quad B \quad 0 \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B$
 $B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B \quad A$
 $A \quad B \quad 0 \quad B \quad A \quad B \quad A \quad B$

Typus II. Leerstellen (0) im Teilgitter des unterschüssig vorhandenen Bestandteils A.

regulären Plätzen ins Zwischengitter zu springen, kostete hier zuviel Energie. 1935 veröffentlichte Schottky seine berühmte Arbeit »Über den Mechanismus der Ionenbewegung in festen Elektrolyten«, in der er seine Untersuchungen kurz begründete:

»Gerade das Bedenken gegen die bisher allgemein übliche Annahme, daß in den Alkalihalogenidgittern, die ja überwiegende Kationen <positiv geladene Atome>-Leitung zeigen, der Elektrizitätstransport durch (positive) Zwischengitterionen vermittelt wird, war der Anlaß zu der hier vorgelegten Untersuchung. Es ist ja eine allgemeine Erfahrung, daß in allen einigermaßen dichtgepackten Gittern keine Substitutionen auftreten, bei denen überschüssige Teilchen in das Gitter eingebaut werden, sondern immer nur solche, bei denen sich Löcher im Gitter bilden. Insbesondere ist mir für den Aufenthalt überschüssiger Alkaliteilchen im Alkalihalogenidgitter kein experimenteller Hinweis bekannt; die Pohlischen »Farbzentren« könnten entweder Cl⁻-Löcher mit einem an ein benachbartes Gitterkation angelegerten Elektron sein, oder sie können Elektronenhaftstellen neben den assoziierten Na⁺Cl⁻-Löchern sein,«

Für die Alkalihalogenide schlug er in dieser Arbeit einen speziellen Fehlertyp — bald Schottkyfehlordnung (oder Schottkydefekte) genannt — vor, gleich viele Leerstellen von negativen Halogenionen und positiven Alkaliionen, damit der Kristall insgesamt elektrisch neutral blieb (Abb. 7). Die aus den Leerstellen herausgesprungenen Ionen blieben dabei nicht im Zwischengitter wie bei Frenkel und wie z. B. in Silberchlorid und ähnlichen Substanzen auch wirklich möglich, sondern setzten sich an der Oberfläche des Kri-



4 Zwischengitteratome und Leerstellen als verschiedene Fehlertypen von Mischkristallen bei C. Wagner und W. Schottky 1930.

5 Vergleich von Störstellen (Leerstellen) in NaCl und Cu₂O auf einem Manuskriptblatt Schottkys 1936. Ein Elektron wird im »Potentialtopf« einer Cl-Leerstelle von NaCl gefangen, bzw. springt wieder heraus in das »Leitungsband« F. Bei Cu₂O handelt es sich um Vorgänge mit umgekehrten Ladungsvorzeichen. Hier wandern also Positronen.

stalls zu einer neuen Kristallschicht zusammen. Für die Färbung der Alkalihalogenide hatte Schottky übrigens bald eine noch heute gültige Erklärung, die die oben zitierten Möglichkeiten präziserte. Verantwortlich für diese Färbung sollten Elektronen an (oder in) Halogenleerstellen sein, die bestimmte Farbanteile des auftretenden weißen Lichtes einfingen und dabei einen höheren Energiezustand im »Potentialtopf« der Leerstelle einnahmen (Abb. 5 und 6).

Das durchgelassene Licht wies dann die beobachtete Färbung auf. Diese Erklärung, — die übrigens intern auch in der Pohlschule diskutiert worden war —, wird heute allgemein nicht ihm, sondern dem Holländer J. H. de Boer zugerechnet, der bei Philips in Holland Forschung betrieb. Doch hat sie de Boer nachweislich (von ihm auch selbst zitiert) von Schottky übernommen und auf einer wichtigen internationalen Konferenz in Bristol 1937, man kann sagen auf der Geburtsparty der Kristallfehlerphysik, in die offizielle Diskussion eingeführt. In Deutschland selbst konnte eine solche internationale Tagung nicht mehr stattfinden. Der Nationalsozialismus hatte sein Land in vieler Hinsicht auch wissenschaftlich isoliert.

Schottkysche und Frenkelsche Defekte sind heute wichtige Sachbegriffe für jedes Grundstudium der Festkörperphysik geworden. Als Punktfehler und gleichzeitig Eigenstörungen, sind es besonders einfache Defekte des Kristalls.

Es gibt noch viel kompliziertere, mitunter unangenehmere oder auch technisch interessantere Störungen, Fremdatome im Kristallgefüge z. B., oder Versetzungen, die eine ganze Kette von Atomen betreffen. Alle diese Ergebnisse haben die Mikroelektronik mit aus der Taufe gehoben, die heute mit gezielten Fremdstörungen, also Verunreinigungen, in sehr reinen Kristallen arbeitet. Sehr rein heißt, daß unerwünschter »Dreck« mitunter bis auf höchstens ein Atom pro 10^9 reguläre Atome beseitigt werden muß: $1/100$ Preuße auf 10 Millionen Bayern ist also gerade noch erlaubt. Daß so wenig »Dreck« noch so wesentliche — störende oder nützliche — Effekte machen kann, war eine ganz revolutionäre Erfahrung und die andere: nicht der ideale Kristall ist die Wirklichkeit sondern der gestörte. Abweichungen vom Idealen sind in der Kristallphysik interessanter geworden als die perfekte Form.

Fig. 1

Einbau von K in KCl entsprechend Annahme A a):

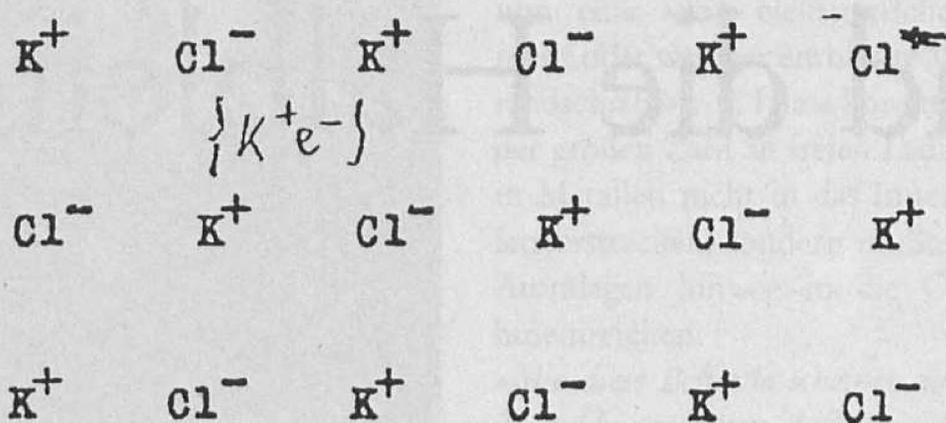
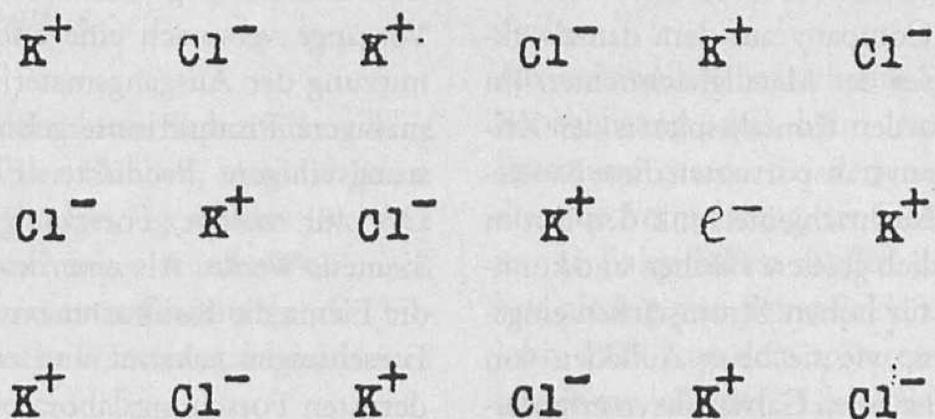
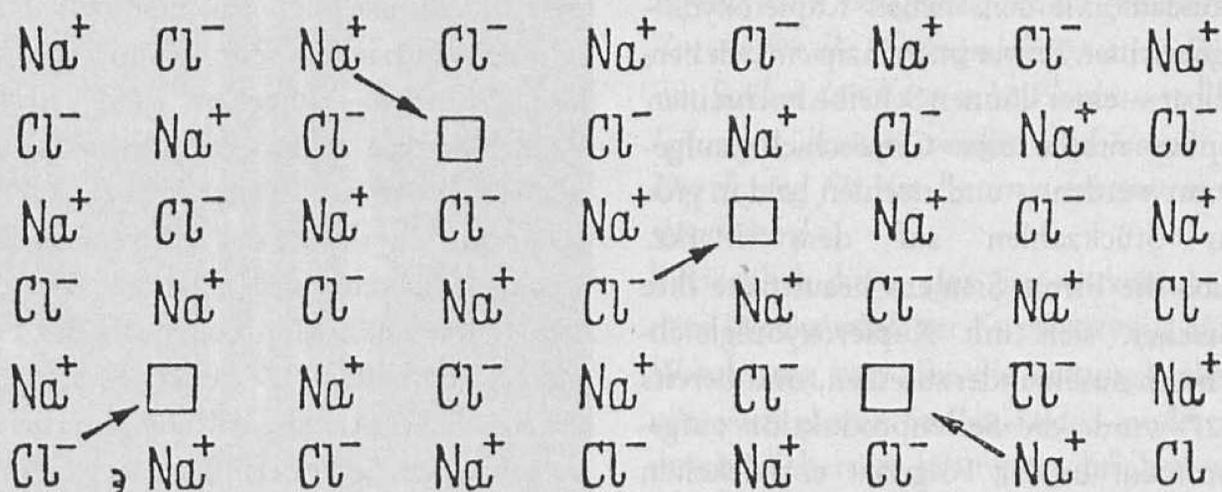


Fig. 2

Einbau von K in KCl entsprechend Annahme B →



7



6 Diskussion von zwei verschiedenen Farbzentrenthesen durch C. Wagner 1937 (auf Anregung W. Schottkys). Die obere These gibt die Grobvorstellung der Göttinger Wissenschaftler, insbesondere Pohls, wieder. Die zweite These, ein Elektron in einer Halogenleerstelle, wurde von Schottky bei C. Wagner angeregt. Diese These

wurde erst ab 1950 in der Kristallphysik von allen Wissenschaftlern endgültig angenommen.

7 Schottkysche Fehlordnung (K. Hauffe 1951). Den zwei Na-Leerstellen und den zwei Cl-Leerstellen entsprechen irgend zwei Na- bzw. Cl-Ionen an der Oberfläche des Kristalles.

Walter Schottky und die Halbleiterphysik

Ein neuer Gleichrichter

Im Jahre 1926 erschien in den *Physical Reviews*, einer der angesehensten amerikanischen Fachzeitschriften für Physiker, ein Bericht von wenigen Zeilen, der die Entwicklung eines neuen Gleichrichters bekanntgab. Der Autor L. O. Grondahl arbeitete als Angestellter der Firma Union Switch and Signal Company auf dem damals aktuellen Gebiet der Metallgleichrichter. Im Vergleich zu den Kontaktspitzen der Kristalldetektoren transportierten diese Bauelemente der Nachrichtentechnik den Strom über wesentlich größere Flächen und konnten deshalb für höhere Stromstärken eingesetzt werden, wie sie beim Aufladen von Batterien oder beim Galvanisieren erforderlich sind. Den Nachteil der Metallgleichrichter, daß sie instabil waren und daß kaum zwei mit identischen Eigenschaften hergestellt werden konnten, überwand Grondahl mit dem neuen Kupferoxydulgleichrichter. Er war im Prinzip einfach herstellbar — einer dünnen Scheibe hochreinen Kupfers mußte eine Oxydschicht aufgebracht werden — und erschien bald in großen Stückzahlen auf dem Markt. Auch die Firma Siemens beauftragte ihre Forscher, sich mit Kupferoxydulgleichrichtern auseinanderzusetzen, und bereits 1927 wurde die Serienproduktion aufgenommen. In der Folgezeit entwickelten die Ingenieure Gleichrichter für spezielle Anwendungen, beispielsweise für Meß- und Modulationszwecke. (Abb. 1)

Obwohl in ständig wachsender Zahl eingesetzt, waren die mikroskopischen Vorgänge in den Kupferoxydulgleichrichtern unklar. Die Wissenschaftler wußten noch nicht einmal, ob die Gleichrichtung im Inneren des Metalls, des Oxyds oder in einer ganz dünnen Grenzschicht stattfand.

Diese unzureichende Kenntnis schlug sich bei der Herstellung nieder: Aus ungeklärten Gründen führte nur die Verwendung bestimmter Kupfersorten zu brauchbaren Gleichrichtern.¹

Schottkys Randschichttheorie

Die Erforschung der mikroskopischen Vorgänge versprach eine effektivere Ausnutzung der Ausgangsmaterialien, gleichmäßigere Produktionsergebnisse und leistungsfähigere Produkte. Ein günstiger Ort für solche Forschung waren die Siemens-Werke. Als eine der ersten hatte die Firma die Konkurrenzvorteile eigener Forschungen erkannt und eines der modernsten Forschungslaboratorien Europas in Berlin aufgebaut. Die dort beschäftigten Wissenschaftler nahmen aktiv am »akademischen Leben« (Kolloquien, Tagungen) teil und waren so über die neuesten Ergebnisse der universitären Forschung unterrichtet. Zur Lösung spezieller Probleme unterhielt die Firma Beraterverträge zu Hochschullehrern. Einer von ihnen war Walter Schottky, Professor für Physik an der Universität Rostock, der bereits in den Jahren 1916 bis 1923 zum festen Mitarbeiterstab der Firma gezählt hatte. 1927 gelang es Siemens erneut, Schottky als Vollzeit-Mitarbeiter zu gewinnen. Später erinnerte sich Schottky daran, warum er »seiner Lehrtätigkeit in Rostock nicht treu geblieben« ist.

»Was Rostock betrifft, so glaube ich nicht, daß ein noch so hohes Professorengehalt meine Entscheidung geändert hätte . . . in Mecklenburg, einem damals noch fast reinen Agrarstaat, spielte die theoretische Physik eine recht untergeordnete Rolle, die Zuhörer waren spärlich und bis auf wenige Ausnahmen unterdurchschnittlich . . .«²

Darüber hinaus war Schottky kein besonders geschickter Pädagoge, was viele seiner Studenten und Mitarbeiter bestätigten. Er selbst machte kein Hehl daraus, daß er kein begeisterter Lehrer war, als er beispielsweise auf die Anfrage nach seinem Interesse an dem Lehrstuhl für physikalische Chemie in Breslau antwortete:

»Nach Lehrtätigkeit sehne ich mich zwar nicht gerade, aber Erfahrung, auch mit Zuhörern bescheidener Vorbildung, habe ich ja genug. Andererseits ist die enge Zusammenarbeit mit einem interessierten Kreis jüngerer Fachgenossen stets mein Wunsch gewesen.«³

Von Lehrverpflichtungen entlastet, konnte sich Schottky in den Siemens-Laboratorien der experimentellen und theoretischen Erforschung des »Rätsels der Kupferoxydulgleichrichter« widmen, die »die früheren an Spitzendetektoren beobachteten Gleichrichterwirkungen in so gesteigerter Form zeigten, daß das Fehlen einer physikalischen Theorie dieser Erscheinungen nicht nur als technischer Nachteil, sondern als eine der größten Verständnislücken in der Welt der physikalischen Erscheinungen empfunden wurde.«⁴

Walter Schottky (Abb. 2) brachte gute Voraussetzungen zur Lösung des Rätsels mit. Er hatte sich seit 1913 ausführlich mit Glühelktronenphysik beschäftigt, wobei ihn besonders der Einfluß von Raumladungen auf den Übergang der Glühelktronen und Ionen in das Vakuum interessierte. Während der Rostocker Zeit hatte er das Manuskript für ein Buch über Thermodynamik ausgearbeitet, in welchem er erstmalig die thermodynamische Theorie der festen Körper mit geringem Fremdstoffgehalt oder geringen Abweichungen vom stöchiometrischen Zu-

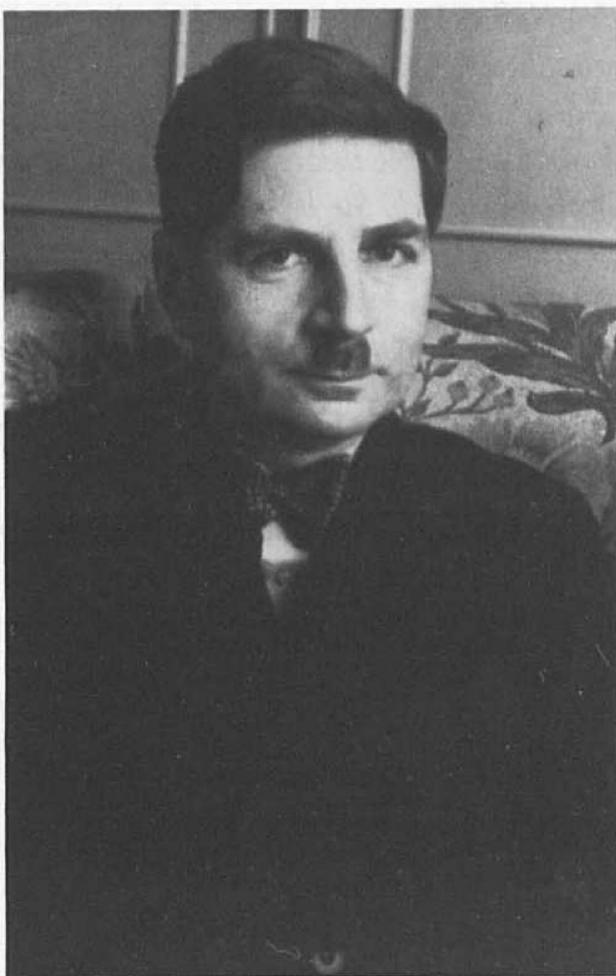
stand behandelte. Bereits anlässlich seiner Habilitation 1920 in Würzburg hatte er eine These über den Mechanismus der Gleichrichtung in Kristallen verteidigt:

»Die Gleichrichterwirkung der meisten Kristalldetektoren ist dadurch zu erklären, daß an den Kontaktstellen noch Reste von Elektronenaustrittsarbeiten überwunden werden müssen, die für die beiden benutzten Substanzen verschieden sind.«⁵

Erste Präzisierungen dieser Vorstellung zeigten deutlich Schottkys Erfahrungen auf dem Gebiete der Glühelktronenphysik. Zur Klärung der Gleichrichtervorgänge an einer Metall — Halbleiterverbindung stellte er sich das Metall als gut emittierende und den Halbleiter als schlecht emittierende Glühkathode vor. Je nach Polung sollte danach entweder die Kathode mit stärkerer oder die mit schwächerer Emissionsfähigkeit die Stärke des Stromes bestimmen, der über die Kontaktstelle fließt.⁶ Zwischen den Kontaktflächen sollte eine »distanzwahrende Schicht« isolierender Atome einen Spalt bilden, der nur von Elektronen mit hoher Energie durchflogen werden konnte. Der Spalt stellte für die Elektronen einen sogenannten »Potentialberg« dar und sollte kaum breiter als eine Atomlage sein.

Da die gegenüberliegenden Kontaktflächen wie ein Kondensator wirken muß-

2



2 Walter Schottky um 1934, als er sich mit der Theorie der Kupferoxydulgleichrichter beschäftigte.

ten, konnte durch eine Kapazitätsmessung der Abstand der Flächen, also die Breite des Potentialberges, gemessen werden. Diese Untersuchungen wurden 1927, nach Schottkys erneutem Eintritt in die Firma, im Siemens-Forschungslaboratorium

so in einer Schicht ab, die die Spaltbreite des Modells mehr als tausend mal übertraf. Eine isolierende Schicht war damit ausgeschlossen, in dieser Breite hätte sie ein unüberwindliches Hindernis für die Ladungsträger dargestellt. Schottky schlug nun eine »von elektronischen Trägern mehr oder weniger entblößte Verarmungsrandschicht« vor. Diese konnte sich wegen der großen Zahl an freien Ladungsträgern in Metallen nicht in das Innere des Kupfers erstrecken, sondern mußte über viele Atomlagen hinweg in die Oxydschicht hineinreichen.

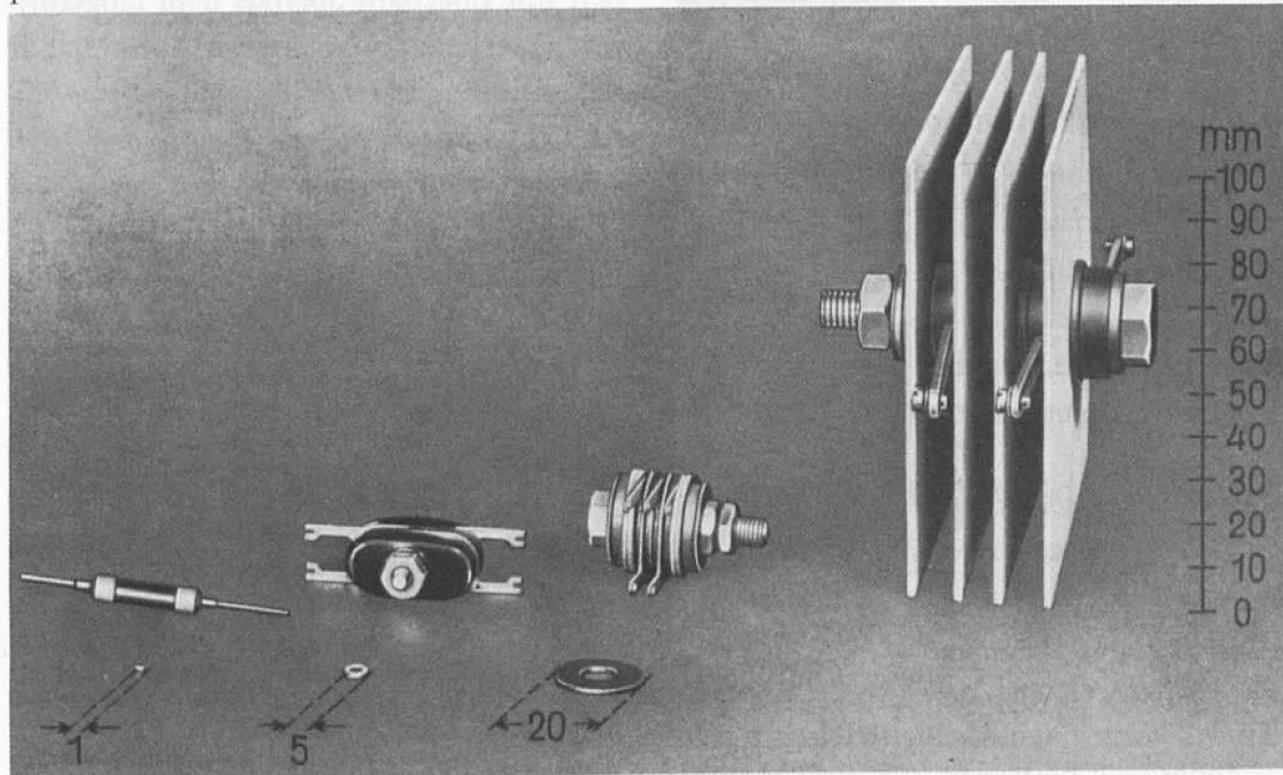
»Alle diese Befunde scheinen uns vielmehr darauf hinzudeuten, daß wir es bei dem Leitungsmechanismus in der Sperrschicht mit einem Vorgang zu tun haben, der mit den Leitungsvorgängen im massiven Kupferoxydul irgendwie verwandt ist; allerdings müssen in der Grenzschicht gewisse Abänderungen dieses Leitungsmechanismus vorliegen, die für die starke Erhöhung des Widerstandes in der Sperrichtung verantwortlich sind.«

Als erstaunlich bezeichnete Schottky die Beobachtung, daß beim Anlegen einer Spannung gerade bei derjenigen Polung, die eine Vermehrung der Elektronendichte zur Folge haben mußte, die Leitfähigkeit niedrig war. Seine Erklärung aus dem Jahre 1929 kam dem späteren Defektelektronenmodell der Gleichrichtung sehr nahe:

»Man kann sich vielleicht die Vorstellung bilden, daß die Anwesenheit überschüssiger Elektronen in der Grenzschicht die Leitfähigkeit stark herabsetzt, indem gewissermaßen die für die Leitungselektronen verfügbaren Stellen durch statische Elektronenraumladungen besetzt werden und damit der Durchgang für die Leitungselektronen verstopft wird.«⁸

Tatsächlich kann der Stromtransport in dem Defekthalbleiter Kupferoxydul durch Wanderung von »für die Leitungselektronen verfügbaren Stellen« oder moderner: durch Löcherwanderung beschrieben werden. Durch Zufuhr von Elektronen werden die Löcher aufgefüllt und stehen für den Ladungstransport nicht mehr zur Verfügung. Eine weitere Ausgestaltung dieser Vorstellung verzögerten zwei unabhängige Messungen deutscher Wissenschaftler, die 1930 fälschlicherweise in Kupferoxydul normale Elektronen und nicht Löcher als Träger des Stroms feststellten. Wie bei vielen anderen physikalischen Problemen

1



1 Verschiedene Kupferoxydulgleichrichter aus dem Fertigungsprogramm der Firma Siemens (um 1935). Sie wurden vorwiegend für Meßzwecke und im Rundfunkwesen eingesetzt.

durchgeführt. Die Meßergebnisse ließen Schottky keine andere Wahl, als die Spalttheorie aufzugeben, denn »die beobachteten Kapazitäten wiesen bei einigermaßen ungekünstelter Auswertung auf wirksame Abstände von 10^{-5} bis 10^{-4} cm hin«.⁷ Der Prozeß der Gleichrichtung spielte sich al-

unterhielt Schottky auch in Fragen der Randschichttheorie einen regen Briefwechsel mit Kollegen. Sein Hauptadressat hier war Rudolf Peierls, der in Leipzig, Zürich, Oxford und Birmingham zu den ersten zählte, die die neue Quantentheorie auf die Physik fester Körper anwandten (Abb. 3). Über die Anwendung der Quantentheorie auf Halbleiterprobleme äußerte sich Schottky schon 1931 sehr zufrieden:

»Ihr Brief vom 4. 12. hat, wenn ich mich nicht irre, die schwere Karre des Detektorproblems ein beträchtliches Stück vorwärts schieben helfen.«⁹

Aber auch Peierls machte das Problem des falschen Vorzeichens der Ladungsträger

den Halleffekt zu einer Annahme der Überschussleitung gezwungen wäre. Ich glaube aber nicht, daß man diesem Schluß entgehen kann, denn seine theoretische Grundlage ist doch zu einfach. Sie beruht einfach auf der folgenden Überlegung: Handelt es sich um Defektleitung, so sind es »Löcher« in der Elektronenverteilung, die den Strom transportieren, solche Löcher sind aber positiv geladen und werden daher vom Magnetfeld abgelenkt wie positive Teilchen... zusammenfassend kann man sagen, daß, wenn die Voigtschen Messungen des Halleffektes richtig sind (und man hat wohl keinen Grund, an ihrer Richtigkeit zu zweifeln), eine Erklärung des Detektoreffektes von Cu_2O auf dieser Basis nicht möglich ist.«¹⁰

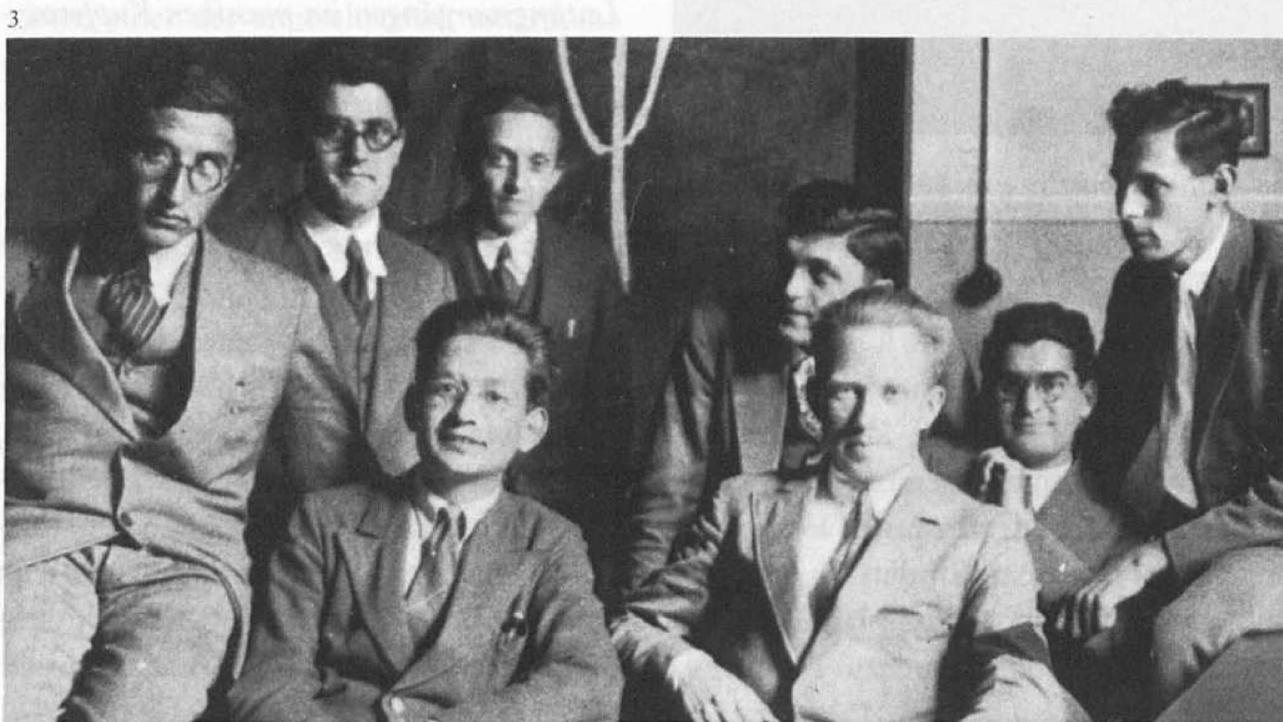
zeichenwechsel in der Sperrschicht schon bei wesentlich niedrigeren Temperaturen auftreten sollte. Allerdings wurde der Irrtum der früheren Messungen erst 1934 endgültig aufgeklärt.

Weitere Schwierigkeiten verzögerten die Ausgestaltung der Raumladungstheorie noch einmal, ehe Schottky die Theorie der Metall-Halbleiter-Gleichrichter ab 1938 in drei Schritten veröffentlichte. Eine kurze Mitteilung erschien noch im selben Jahr in den *Naturwissenschaften*, einer Zeitschrift, die wegen ihrer kurzen Publikationsdauer mit Vorliebe dann in Anspruch genommen wurde, wenn Prioritätsansprüche möglichst rasch geltend gemacht werden sollten.¹² In der *Zeitschrift für Physik* folgte 1939 eine Erörterung der Grundlagen der Theorie in einer anschaulichen Darstellung, denn »der Kreis der Fachgenossen, die sich für die physikalischen Vorgänge in Spitzendetektoren und Trokengleichrichtern und für ihre technische Anwendung interessieren, ist ja ziemlich groß, und ich hoffe, auf diese Weise die wichtigsten Grundgedanken der neuen Auffassung auch solchen Lesern verständlich zu machen, die nicht die Geduld haben, sich durch mathematische Entwicklungen hindurchzuarbeiten.«¹³

Die dritte Arbeit erschien schließlich in den *Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus den Siemens-Werken* in Zusammenarbeit mit Eberhard Spenke, dem langjährigen Mitarbeiter Schottkys. Mit ihm hat er neben vielen anderen Arbeiten diese »stationäre und dynamische Theorie der Trokengleichrichter ausgebaut, was sich unter allem als der beste Job erweisen sollte.«¹⁴

Die gemeinsame Veröffentlichung brachte »erstmalig eine vollständige, wenn auch vorläufig noch unter etwas vereinfachten Annahmen durchgeführte Theorie der Kristallgleichrichter, zu denen die technischen Trokengleichrichter (Kupferoxydul- und Selen-Gleichrichter für Meß-, Signal und Ladewecke), andererseits aber auch die bekannten Spitzendetektoren gehören. Durch diese Theorie werden die Ursachen für die wichtigsten — erwünschten und unerwünschten — Eigenschaften der Gleichrichterkennlinien aufgedeckt und Hinweise zu Verbesserungen gegeben.«¹⁵

4 Diese Meßkurven, die zeigten, daß der Strom im Kupferoxydul von »Löchern« getragen werden konnte, schickte Schottky an Peierls.



3 Rudolf Peierls im Vordergrund links, neben Werner Heisenberg im Kreise theoretischer Physiker. Peierls gehörte zu den Physikern, die die Quantenmechanik auf

feste Körper anwandten. Während Schottky die Randschichttheorie entwickelte, pflegte er einen intensiven Briefwechsel mit Peierls.

zu schaffen, als er im März 1932 Rechnungen über die von Schottky vorgeschlagene Randschicht ausführte. Er bedauerte, daß ihn die Ergebnisse dazu zwangen, auf das inzwischen von Heisenberg eingeführte Defektelektronen- oder Löcherkonzept zu verzichten:

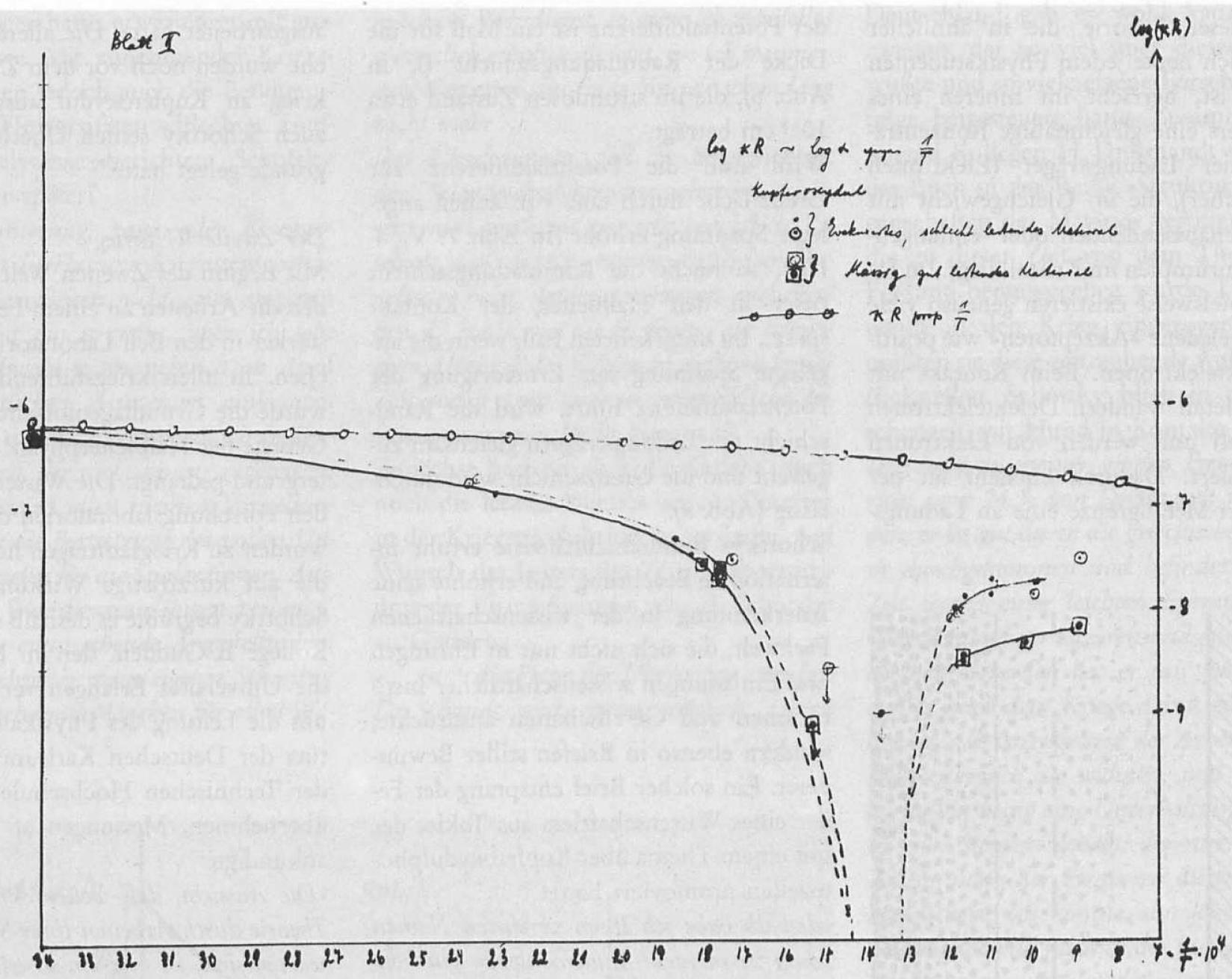
»Man hätte so eine Erklärung für die Sperrschicht ohne ad hoc gemachte Annahmen. Diese Erklärung ist aber unmöglich, weil... die Ausdehnung der Schicht, und damit der Sperrwiderstand wächst, wenn die Elektronen aus dem Metall in den Halbleiter fließen, also umgekehrt wie in Wirklichkeit... Ich stimme also ganz mit Ihrem letzten Brief darin überein, daß alles in bester Ordnung wäre, wenn man nicht durch

Halleffektmessungen bei Siemens änderten diese Voraussetzungen und Schottky jubelte:

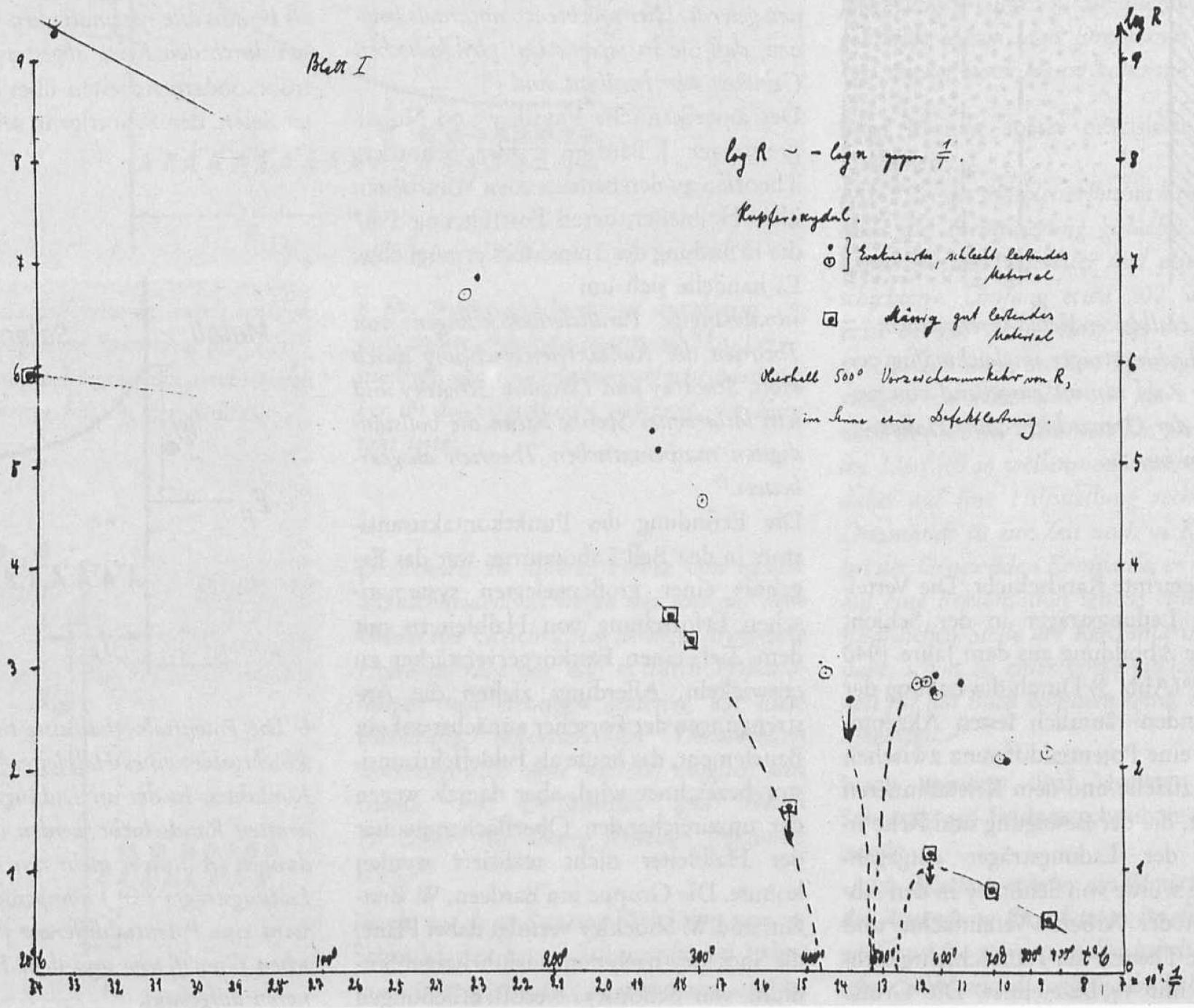
»Das Unwahrscheinliche, hier wird's Ereignis. Ich lege Ihnen zwei Blätter der Halleffektmessungen von Dr. Waibel bei.«¹¹ (Abb. 4)

Die Blätter zeigten dem Experten sofort, daß das Vorzeichen des Halleffektes bei etwa 500°C wechselte, der Strom bei hohen Temperaturen tatsächlich von Defektelektronen oder Löchern transportiert wurde. Darüber hinaus war die Leitfähigkeit in der Sperrschicht des Gleichrichters wesentlich geringer als in der gemessenen Kupferoxydulprobe, und Schottky hatte gute Gründe anzunehmen, daß der Vor-

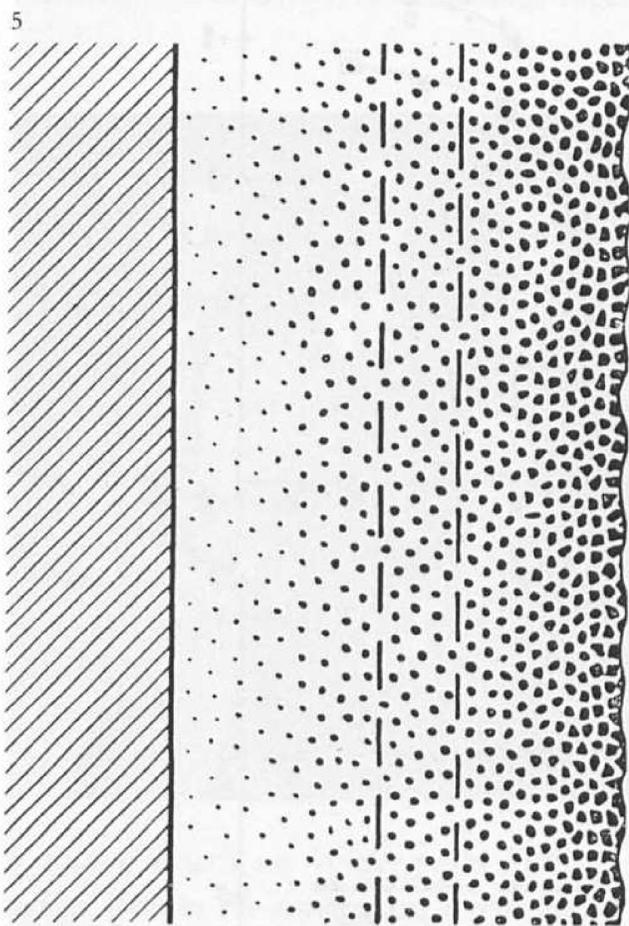
Blatt I



Blatt I



Nach dieser Theorie, die in ähnlicher Form noch heute jedem Physikstudenten geläufig ist, herrscht im Inneren eines Halbleiters eine gleichmäßige Konzentration freier Ladungsträger (Elektronen oder Löcher), die im Gleichgewicht mit elektronenaussendenden oder -einfangenden Atomrümpfen im Kristall liegt. Im Selen beispielsweise existieren genauso viele negativ geladene »Akzeptoren« wie positive Defektelektronen. Beim Kontakt mit einem Metall wandern Defektelektronen ins Metall und werden von Elektronen kompensiert. Dadurch entsteht an der Halbleiter-Metallgrenze eine an Ladungs-



5 In der Halbleiter-Metall-Grenzschicht sind die Ladungsträger ungleichmäßig verteilt. Ihre Zahl nimmt ausgehend von wenigen an der Grenzschicht zum Halbleiterinneren hin zu.

trägern verarmte Randschicht. Die Verteilung der Ladungsträger in der Schicht macht die Abbildung aus dem Jahre 1940 deutlich.¹⁶ (Abb. 5) Durch die Ladung der verbleibenden räumlich festen Akzeptoren wird eine Potentialdifferenz zwischen der Grenzfläche und dem Kristallinneren aufgebaut, die der Bewegung und Rekombination der Ladungsträger entgegenwirkt. Sie wurde von Schottky in den Abbildungen der Arbeit »Vereinfachte und erweiterte Theorie der Randschichtgleichrichter«¹⁷ mit V_D bezeichnet. Die Größe

der Potentialdifferenz ist ein Maß für die Dicke der Raumladungsschicht (l_k in Abb. 6), die im stromlosen Zustand etwa 10^{-5} cm beträgt.

Wird nun die Potentialdifferenz zur Grenzfläche durch eine von außen angelegte Spannung erhöht (In Abb. 7: $V_D + U_{sp}$), so reicht die Raumladungsschicht tiefer in den Halbleiter, der Kontakt sperrt. Im umgekehrten Fall, wenn die angelegte Spannung zur Erniedrigung der Potentialdifferenz führt, wird die Randschicht mit Ladungsträgern gleichsam zugeweht und die Grenzschicht wird durchlässig (Abb. 8).

Schottkys Randschichttheorie erfuhr internationale Beachtung und erhöhte seine Anerkennung in der wissenschaftlichen Fachwelt, die sich nicht nur in Ehrungen und Einladungen wissenschaftlicher Institutionen und Gesellschaften ausdrückte, sondern ebenso in Briefen stiller Bewunderer. Ein solcher Brief entsprang der Feder eines Wissenschaftlers aus Tokio, der mit einem Thema über Kupferoxydulphotozellen promoviert hatte:

»deshalb habe ich Ihren verehrten Namen schon in meinem Studentenleben gut kennen gelernt. Hier möchte ich nochmals betonen, daß Sie in japanischen physikalischen Gebieten sehr berühmt sind.«¹⁸

Der amerikanische Physiker und Nobelpreisträger J. Bardeen zählte Schottkys Theorien zu den bedeutenden Vorarbeiten über Halbleiter, deren Fortführung 1947 die Erfindung des Transistors ermöglichte. Es handelte sich um

»unabhängige Parallelentwicklungen von Theorien der Kontaktgleichrichtung durch Mott, Schottky und Davidov. Schottky und sein Mitarbeiter Spence haben die vollständigsten mathematischen Theorien ausgearbeitet.«¹⁹

Die Erfindung des Punktkontakttransistors in den Bell Laboratories war das Ergebnis einer großangelegten systematischen Erforschung von Halbleitern mit dem Ziel, einen Festkörperverstärker zu entwickeln. Allerdings zielten die Anstrengungen der Forscher zunächst auf ein Bauelement, das heute als Feldeffekttransistor bezeichnet wird, aber damals wegen der unzureichenden Oberflächenqualität der Halbleiter nicht realisiert werden konnte. Die Gruppe um Bardeen, W. Brattain und W. Shockley verfolgte dabei Pläne, die Shockley nach dem ausführlichen Studium von Schottkys Veröffentlichungen

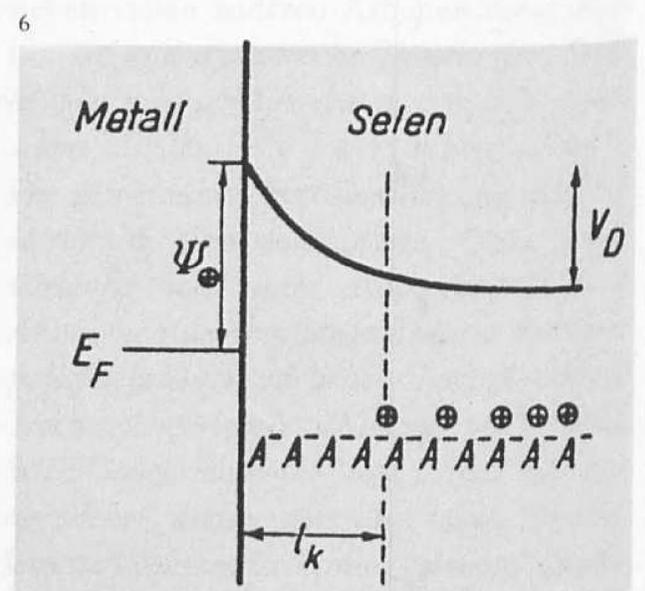
ausgearbeitet hatte. Die allerersten Versuche wurden noch vor dem Zweiten Weltkrieg an Kupferoxydul ausgeführt, das auch Schottky seinen Überlegungen zugrunde gelegt hatte.²⁰

Der Zweite Weltkrieg

Mit Beginn des Zweiten Weltkrieges wurden die Arbeiten an einem Festkörperverstärker in den Bell Laboratories unterbrochen. In allen kriegsführenden Ländern wurde die Grundlagenforschung auf dem Gebiete der Halbleiterphysik in den Hintergrund gedrängt. Die Wissenschaftler in den Forschungslaboratorien der Industrie wurden zu Kriegsaufträgen herangezogen, die auf kurzfristige Wirkung abzielten. Schottky begrüßte es deshalb sehr, als sein Kollege B. Gudden, der im Herbst 1939 die Universität Erlangen verlassen hatte, um die Leitung des Physikalischen Instituts der Deutschen Karlsuniversität und der Technischen Hochschule in Prag zu übernehmen, Messungen an Halbleitern ankündigte.

»Die Aussicht, daß weitere Prüfungen der Theorie durch Arbeiten Ihrer Schüler zu erwarten sind, ist mir um so willkommener, als bei uns alle systematischen Untersuchungen durch den Krieg abgestoppt sind.«²¹

Insbesondere Arbeiten über den Halbleiter Selen, den Schottky in seine Theorien



6 Die Potentialverhältnisse im Randschichtgebiet eines Halbleiter-Metall-Kontaktes. In der an Ladungsträgern verarmten Randschicht werden die Raumladungen (A^-) nicht mehr durch bewegliche Ladungsträger (\oplus) kompensiert. Dadurch wird eine Potentialdifferenz (V_D) zwischen Grenzfläche und dem Halbleiterinneren aufgebaut.

mit einbezogen hatte, erwartete er mit großem Interesse. Mit zunehmender Kriegsdauer wurden jedoch auch die Bedingungen an den Universitäten schlechter. Gud- den beispielsweise berichtete Schottky nur ein Jahr später:

»Ihre Ermunterung, trotz aller Kriegser- schwerungen die Flamme der wissenschaftli- chen Institutsarbeiten nicht ganz ausgehen zu lassen, ist gut gemeint, aber ich sehe schwarz. Obwohl voraussichtlich ab April meine sämtlichen Assistenten einberufen sein werden und ich nur noch auf einen älte- ren Studenten, der nicht kv ist, angewiesen sein werde, wird allen meinen Vorstellungen zuwider die Fortsetzung des vollen Un- terrichtsbetriebes für die Studentinnen, Aus- länder und Wehrdienstunfähigen verlangt. Da ich ohne entsprechende Angestellte bin, bin ich gleichzeitig mein eigener Schreiber, Bote und auch sonst Mädchen für alles! Wä-

re ich im Wehrdienst, so wäre ich zweifellos wesentlich erholter als jetzt, wo ich mit mei- nen Nerven so am Ende bin wie schon lang nicht mehr...

Ihre Überlegungen, daß die Beweglichkeit der Selendefektelektronen abnorm klein sein muß, erscheint mir sehr beachtlich. Zu schade, daß ich keine wissenschaftlichen Mit- arbeiter habe, derartigen Fragen nachzuge- hen. Es bleibt nur die Hoffnung auf siegrei- chen Abschluß des Krieges in nicht zu ferner Zeit, sodaß dann auch wissenschaftliche Ar- beit wieder zum Recht kommt.«²²

Zunächst bestand aber die Gefahr, auch noch die letzten Mitarbeiter für Einsätze in der Kriegsproduktion zu verlieren. Auf Wunsch des Leiters des Zentrallaboratori- ums der Firma Siemens schrieb Schottky an Gud- den,

»... um die Frage des Übertrittes von Fr. Dr. Schmidt und, wenn möglich, Herrn

Deutschland gab es wohl kaum einen zweiten, der so viel über dieses Gebiet wußte und so viele eigene Forschungsbei- träge beigesteuert hatte. Zusammen mit seinem Kollegen H. Dressnandt wollte er das Buch in der Reihe »Struktur und Ei- genschaften der Materie« veröffentlichen, die zu dieser Zeit von dem Theoretiker F. Hund herausgegeben wurde. Da Dress- nandt in den Krieg eingezogen wurde, mußten sie diese zeitraubende Aufgabe zu- rückstellen. Schottky blieb in der Zwi- schenzeit mit Hund in Kontakt:

»Ich habe zu meiner großen Freude Nach- richt vom 24. 5. von Dressnandt vorgefun- den; er ist gut durch die griechische Offensi- ve durchgekommen und befindet sich zur Zeit wegen einer leichten Erkrankung in Griechenland im Lazarett und damit in Si- cherheit. Überdies hat er mir geschrieben, daß er nach dem Kriege damit einverstan- den ist, sich vorzugsweise der Arbeit an dem Halbleiterbuch zu widmen, und ich habe daraufhin heute eine Unterhaltung mit Dr. H. von Siemens gehabt, der mir auch die Zustimmung der Firma zu diesem Vorha- ben sichert. Ich könnte also jetzt für Dr. Dressnandt und mich in der Buchfrage Ver- pflichtungen eingehen, die allerdings daran geknüpft wären, daß Dressnandt wirklich heil wieder nach Hause kommt.«²⁴

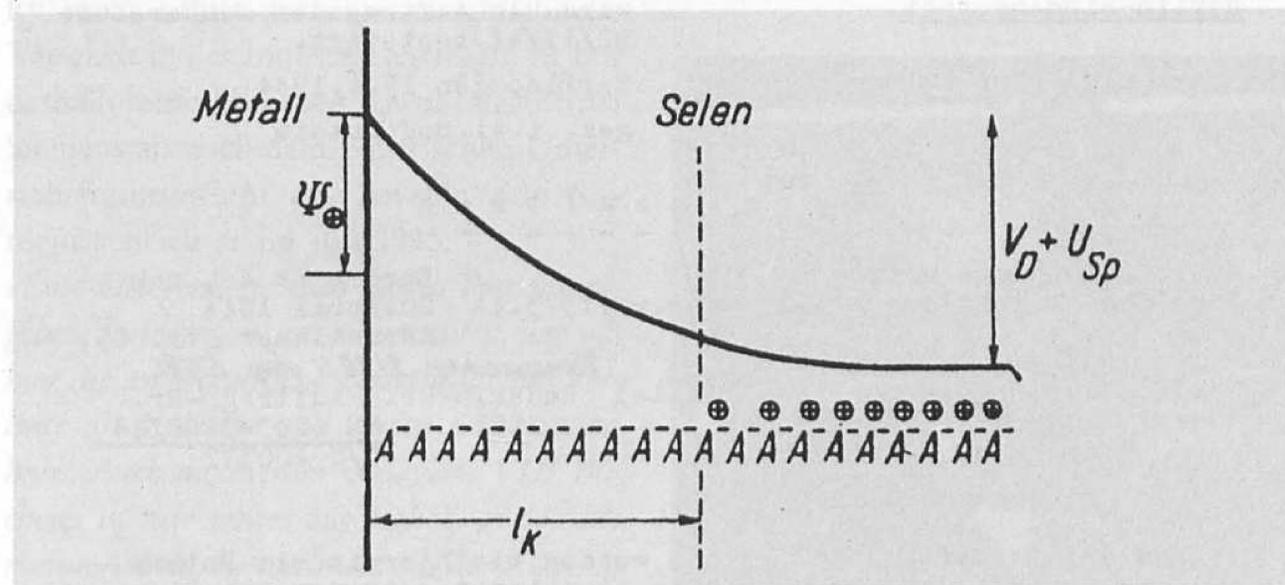
Fünf Monate später präzisierte er sein Vorhaben:

»Als Titel des Halbleiterbuches habe ich mir etwa die Formulierung gedacht: »Elektro- nenphysik der Halbleiter und ihrer Grenz- schichten«. Umfang etwa 300 Seiten, als Frist bis zur Ablieferung des Manuskripts möchte ich nach meinen bisherigen Erfah- rungen vorsichtshalber 3 Jahre rechnen, vom Beginn der Mitarbeit Dr. Dressnandts an. Darf ich in wellenmechanischen Fragen dabei auf Ihre Hilfsstellung rechnen? Dr. Dressnandt ist zur Zeit noch in Klagenfurt bei der Genesenden Kompanie, er hofft aber auf eine Reklamation seitens einer wissen- schaftlichen Stelle der Reichsmarine. Ob er dabei schon zu einer vorbereitenden Tätig- keit für das Buch kommen wird, muß man abwarten.«²⁵

Nach weiteren fünf Monaten richtete Schottky ein Feldpostschreiben an Dress- nandt:

»Jetzt ist schon wieder ein Monat Zeit seit der Absendung Ihres letzten Briefes vergan- gen, und Sie werden wahrscheinlich inzwi- schen allerhand durchgemacht haben... In

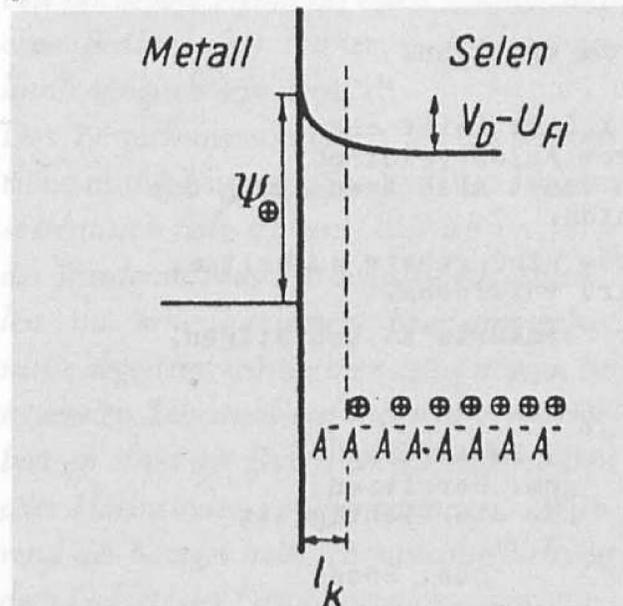
7



7 Die Potentialdifferenz ist durch eine von außen angelegte Spannung (U_{sp}) erhöht, die Raumladungsschicht reicht tiefer in den Halbleiter hinein, der Kontakt sperrt.

8 Die Potentialdifferenz ist durch eine von außen angelegte Spannung (U_{FL}) erniedrigt, die Raumladungsschicht wird näher an die Grenzfläche gedrängt, der Kontakt leitet.

8



Dr. Eckart, zu unserer Firma von neuem anzuschneiden. Es liegen bei uns auf dem Gebiet der Gleichrichter derartig dringende Heeresaufträge vor, daß es durch Verhandlungen mit etwaigen anderen, auf diese Fachkräfte reflektierenden Dienststellen wahrscheinlich ohne weiteres möglich sein würde, Fr. Dr. Schmidt und Herrn Dr. Eckart für unsere Arbeiten freizumachen.«²³

Noch vor dem Zweiten Weltkrieg war in Schottky der Entschluß gereift, ein Lehr- buch über Halbleiter zu schreiben, und in

der Zwischenzeit habe ich mich fast ausschließlich mit der Theorie der Kristallphosphore beschäftigt, und zwar wesentlich im Hinblick auf unser Halbleiterbuch. Es ist ein Gebiet, aus dem man bei der Fülle der vorliegenden Einzelbeobachtungen, über die Art der Störstellen, über Bewegungen der Elektronen und Defektelektronen im Gitter und über die optischen Übergangswahrscheinlichkeiten sehr viel müßte lernen können, sobald man einmal einigermaßen vernünftige Vorstellungen von den auftretenden Elementarvorgängen gewonnen hat.«²⁶ Mit diesem Gebiet beschäftigte sich Schottky auch noch, nachdem ihn »die zunehmende Unterbrechung der Verkehrsverbindungen in Berlin« sowie die Zerstörung seines eigenen Hauses veranlaßt hatten, »meinen Wohnsitz Anfang 1944 von Berlin nach Oberfranken (Pretzfeld) zu verlegen, wo wenigstens auf theoretischem Gebiet eine ungestörte Weiterarbeit möglich erschien. Die neue Aufgabe, die ich im Auftrage der Firma (indirekt allerdings im Auftrage der Forschungsführung der Luftwaffe) hier zu bearbeiten hatte, entsprach in erwünschtester Weise meiner Hauptarbeitsrichtung.«²⁷ (Abb. 9)

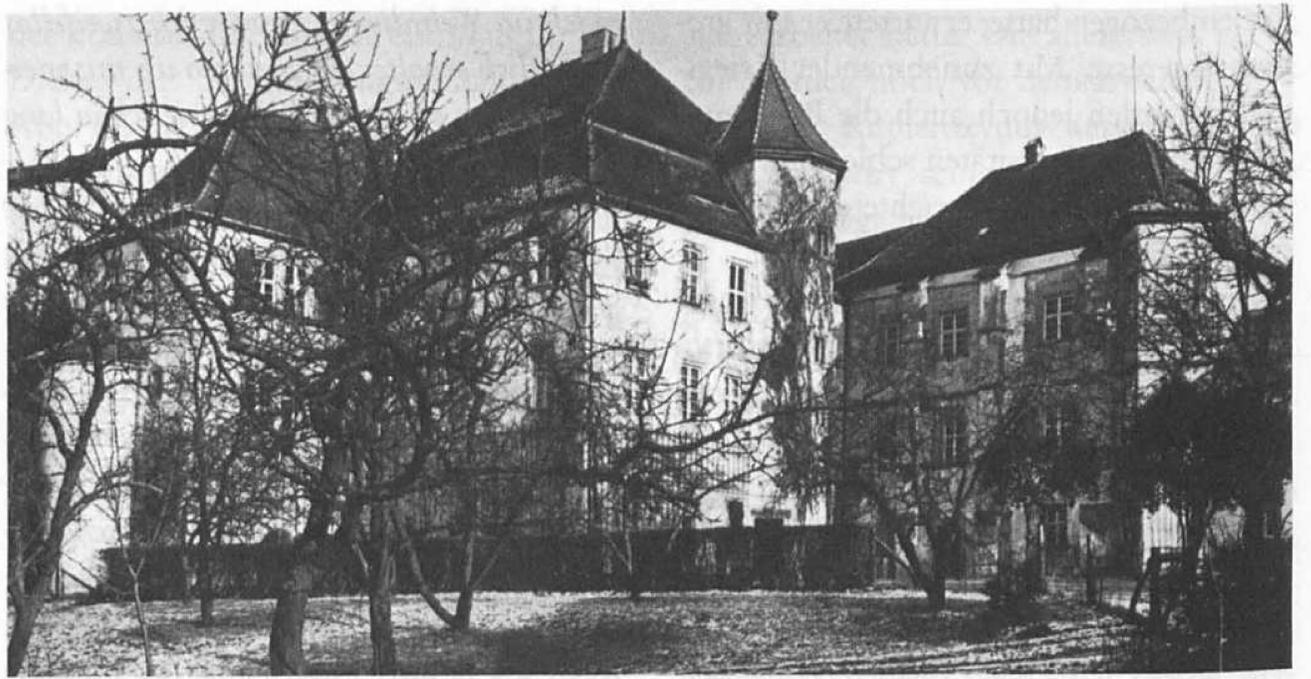
»Ich ... hatte mir als höchst kriegswichtigen Auftrag mit Hilfe vom Kollegen Krönert die theoretische Klärung der Grundlagen der Phosphoreszenztheorie verschaffen können.«²⁸ (Abb. 10)

»Es handelte sich darum, die Störstellentheorie der Halbleiter für die theoretische Deutung der Mit- und Nachleuchtungserscheinungen in Kristallen, unter der Einwirkung von UV-Bestrahlung nutzbar zu machen, wovon ich mir gleichzeitig eine Erweiterung der Einsicht in die molekulare Natur der Störstellen versprach.«²⁹

Die Arbeit wurde in zwei zusammenfassenden Berichten veröffentlicht, da die geplante Monographie über Halbleiter nie erschien – Dressnandt überlebte den Krieg nicht.

So sehr Schottky die Arbeitsbedingungen bei Siemens schätzte, sah er sich doch durch die Orientierung an unmittelbar technisch verwertbarer Forschung manch-

10 Der Kriegsauftrag für Untersuchungen zur Theorie der Phosphore ermöglichte es Schottky, während des Krieges an Problemen seines Interesses weiterzuarbeiten.



9 Im Schloß Pretzfeld bei Erlangen nahm Schottky nach der Übersiedelung aus Berlin Anfang 1944 seine Forschungsarbeiten

wieder auf. Nach dem Krieg wurde Pretzfeld zu einem Forschungszentrum der Firma Siemens.

10

Forschungsführung
des Reichsministers der Luftfahrt
und Oberbefehlshabers der Luftwaffe

An Firma
Siemens & Halske AG.
Berlin-Siemensstadt

K/L-GL 1 VI Nr. 1
Der Auftrag Nr. SS 6133-3408/44
wird als Auftrag der Sonderstufe
SS/II/44 bestätigt.

Berlin, den 19.4.1944
gez. i.A. Bodenstein

K r i e g s a u f t r a g

Betr. Forschungsauftrag
Ihre Zch: Direktion

Ihr Schr.v.: 13.3.44
Berlin SW 68, den
20. April 1944
Jerusalemstr. 65

Pf.In. Auftraggeber (Dienststelle)
03 Forschungsführung des
RdL u Ob d L., V/C

Formular Nr. 2180/11 App. 5791
Bedarfs-Gr. Auftrags-Nr.
2851 SS 6133-3408/44
V/C 400372

Forschungsauftrag

Namens und im Auftrag des Reichs werden Sie hiermit mit Untersuchungen zur Theorie der Phosphore beauftragt. Mit den Arbeiten ist Prof. Dr. Schottky zu betrauen.

Art und Umfang des Auftrages werden durch Ihr o.a. Angebot bestimmt.

Zweck des Auftrages ist die zusammenfassende Bearbeitung der bisherigen experimentellen Ergebnisse zu einer Theorie der Phosphore.

Für die Auftragsbefreiung gelten die beiliegenden Auftragsbedingungen C sowie nachstehende Sonderbedingungen:

1. Die Kosten für den Auftrag werden nach dem Kostenvorschlag auf 10.000,-- RM geschätzt und von Ihnen getragen. Dieser Betrag darf ohne vorherige schriftliche Zustimmung nicht überschritten werden.

2. Der Auftrag ist kriegswichtig.

3. Der Auftrag ist bis zum 31.3.45 zu erfüllen.

Der Forschungsführung ist

- a) vierteljährlich, erstmals am 1.6.44 (einfach)
- b) zwischenzeitlich bei besonderem Anlaß (einfach)
- c) abschließend spätestens einen Monat nach Beendigung der Arbeiten (dreifach) zu berichten.

4. Die Arbeiten und Arbeitsergebnisse sind geheim zu halten. Auf die Auftragsbedingungen C wird verwiesen.

5. Der Auftrag ist auf beiliegender Formkarte zu bestätigen.

Anlagen: Auftragsbedingungen C
Auftragsbestätigungskarte

(Stempel: Forschungsführung des
Reichsministers der Luftfahrt und
Oberbefehlshabers der Luftwaffe)

Im Auftrag
gez. Gerritzen
Für die Richtigkeit
gez. Bosse

mal in seiner wissenschaftlichen Freiheit eingeengt. Als 1933 wegen der Emigration des jüdischen Professors F. Simon in Breslau der Lehrstuhl für physikalische Chemie neu zu besetzen war, signalisierte Schottky auf Anfrage sein Interesse an dieser Position:

»Auf Ihre Anfrage, über die ich außerordentlich erfreut bin, will ich Ihnen so offen antworten, wie Sie es wünschen. Meine jetzige Stellung, die mich an sich sehr befriedigt, ist durch den Mangel an Mitteln für systematische wissenschaftlich-technische Forschung gefährdet. Bei der Fülle von wissenschaftlichen Problemen, im engeren oder weiteren Zusammenhang mit der Technik, die sich bei mir in den letzten Jahren angehäuft haben, könnte mich deshalb eine Stellung als Leiter eines Physikalisch-Chemischen Instituts durchaus locken, wenn dort Platz und Mittel für wissenschaftliche Arbeiten in größerem Umfange vorhanden sind.«³⁰

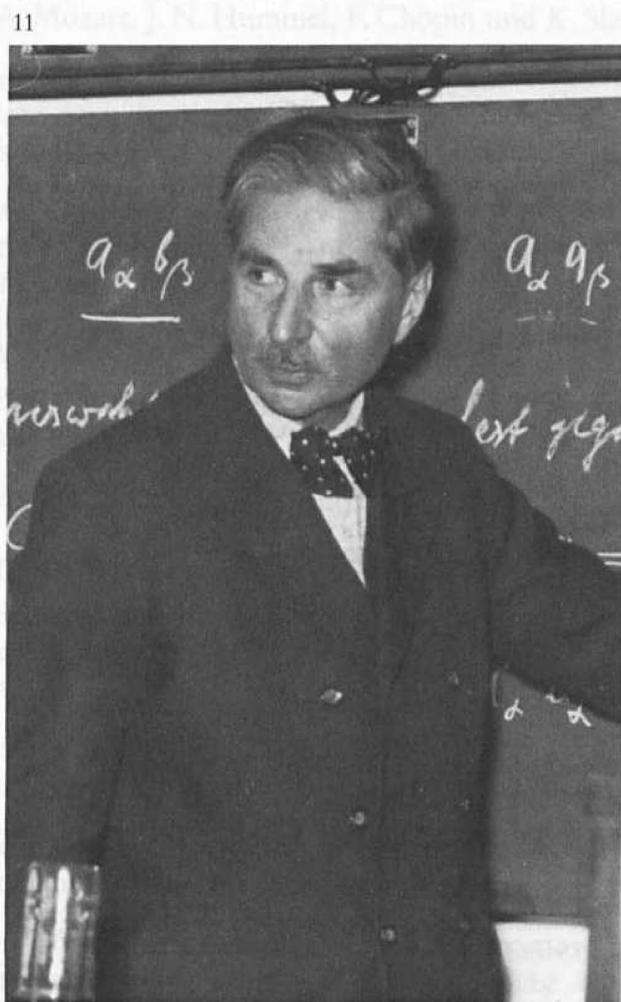
Auch nach dem Kriege wollte sich Schottky nicht sofort auf eine ausschließliche Tätigkeit in der Industrie festlegen. Er bot deshalb seine Mitarbeit sowohl der Firma Siemens als auch dem Bayerischen Unterrichtsministerium an. An Dr. von Siemens schrieb er im Juli 1945:

»Eine Gelegenheit, nach Berlin Post mitzugeben, benutze ich, um zu berichten, daß ich hier die amerikanische Besetzung ohne Verluste an Mobiliar und Akten überstanden habe. Auch die hierher verlagerte VDE-Bücherei ist mir weiter zugänglich, so daß ich meine Arbeit, die nach wie vor der Klärung der Halbleiterfragen gilt, fortsetzen konnte. Meine Kriegstätigkeit war durch Fragestellung auf dem Selengleichrichtergebiet, auf dem der Phosphoreszenz und der Kondensatordeckschichten... in den gleichen Rahmen eingebaut. Ich wäre Ihnen dankbar, wenn Sie mir eine Nachricht zukommen ließen, ob und in welcher Weise eine Weiterarbeit für unsere Firma für mich – unter welchen Bedingungen immer – auch in Zukunft möglich sein wird.«³¹

Das Bewerbungsschreiben an das Unterrichtsministerium im August 1945 lautete: »Hierdurch teile ich mit, daß ich im Zuge des Wiederaufbaus der deutschen Hochschulen im amerikanischen Besatzungsgebiet nicht abgeneigt wäre, einen etwa neu zu besetzenden Lehrstuhl auf meinem Arbeitsgebiet an einer der Bayerischen Universitäten oder Hochschulen zu übernehmen... Während des Krieges habe ich ausschließlich auf dem Gebiete der Grundlagenforschung gear-

beitet (Trockengleichrichter und Phosphoreszenztheorie)... In München wäre z.B. der frühere Ordinarius für theoretische Physik an der Universität, Herr Prof. Sommerfeld, sicher bereit, über mich Auskunft zu geben. Als Beginn einer etwaigen Lehrtätigkeit wäre mir das Sommersemester 1946 besonders willkommen. Der NSDAP habe ich nie angehört.«³²

Ein Lehrstuhl für Halbleiterphysik oder Festkörperphysik, wie ihn Schottky hier vorschlug, wurde in Deutschland erst in den späten 50er Jahren eingerichtet. Im Frühjahr 1946 schloß Schottky einen neuen Mitarbeitervertrag mit den Gruppenleitungen von Siemens & Halske und Siemens-Schuckert in der US-Zone ab. Ab dem Wintersemester 1947/48 übernahm er zusätzlich einen Lehrauftrag für theoretische Physik an der Universität Erlangen und hielt Vorlesungen über die Theorie der Halbleiter. (Abb. 11)



11 Schottky als Lehrer im Jahre 1953. Schottky machte kein Hehl daraus, daß die Lehrtätigkeit nicht seinen Neigungen und Begabungen entsprach.

Im Februar 1947 erreichte Schottky ein Angebot des U.S.-Headquarters für eine Mitarbeit:

»Durch das War Department ist für Sie laufend in Erwägung gezogen, in den Vereini-

gten Staaten eine Beschäftigung zu bekommen. Bitte besuchen Sie unsere Dienststelle unter Angabe, zu welcher Zeit Sie kommen wollen, um mit Ihnen über diese Angelegenheit zu sprechen (offizielle Übersetzung).«³³ Schottky lehnte ab und begründete diesen Schritt gegenüber Grondahl, dem Erfinder des Kupferoxydulgleichrichters, der ein Jahr nach Kriegsende den Kontakt zu Schottky erneuert hatte:

»Ihre freundlichen Zeilen... gehören durch ihren wohltuenden und ermutigenden Inhalt zu den wertvollsten Sympathiebeweisen, die mich seit Kriegsende aus dem Ausland erreichten... Das USA War Department in München ist an mich, wie an viele Kollegen, mit der Anfrage herangetreten, ob ich mich zu einer Beschäftigung in Amerika bereitfinden würde. Da ich es auch in den vergangenen Jahren vermeiden konnte, für Rüstungszwecke zu arbeiten, hoffe ich, daß man meine Abneigung hiergegen respektieren wird. Sollte sich die Sache trotzdem nicht umgehen lassen, so würde ich versuchen, mir so viel Bewegungsfreiheit zu sichern, daß ich mit Fachkollegen drüben in einen Meinungs austausch treten könnte, und die Aussicht, einige Bekannte zu haben, die mir dabei helfen würden, wäre da für mich sehr angenehm.«

Halbleiterprobleme

Schottky blieb in Deutschland und setzte sich beim Wiederaufbau der Wissenschaft besonders für die Ausbreitung und Institutionalisierung der Halbleiterphysik ein. Schon vor dem Krieg hatte er versucht, dieser Disziplin mehr Anerkennung zu verschaffen. Analog zu einer Tagung, bei der Fragen über Magnetismus zur Diskussion standen, hatte er eine Halbleitertagung angeregt:

»Ein magnetisches Kolloquium, das Becker nach Göttingen einberufen hat, legte den Gedanken nahe, auch dem Halbleitergebiet einmal eine Diskussionstagung mit Vorträgen der verschiedensten Sachbearbeiter zusammenzurufen.«³⁴

Ganz im Sinne Schottkys beschloß der Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften – auf Anregung des Vorsitzenden der Nordwest-Deutschen Physikalischen Gesellschaft E. Justi – 1952

»... den schon bestehenden Fachausschüssen einen weiteren für Halbleiter, Gleichrichter und Transistoren hinzuzufügen, der wie die anderen Ausschüsse die Aufgabe hat, aktive Spezialisten von der Theorie bis zur Indu-

strie zusammenzufassen. Ich hatte in der Vorstandssitzung betont, daß, rein wissenschaftlich, nur Sie (Schottky) als Vorsitzender in Frage kämen.«

Zunächst sollte Schottky, der die Idee einer Halbleiter-Monographie weiter verfolgte, nicht zusätzlich belastet werden. Da jedoch ein anderer Kandidat ablehnte, »... muß ich (Justi) nun von meiner ursprünglichen menschenfreundlichen Absicht mehr oder weniger abstehen und ich möchte Sie hierdurch mit ausdrücklicher Ermächtigung des Präsidenten des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften zunächst inoffiziell bitten, doch diesen Vorsitz zu übernehmen. Ich habe mir überlegt, daß es Ihnen doch nicht mehr Arbeit zu machen brauchte, als wenn Sie an unseren mündlichen und schriftlichen Diskussionen sowieso teilnehmen, denn sicher werden Ihnen Ihre Mitarbeiter doch die nicht allzu große Verwaltungsarbeit abnehmen... Bei der Gelehrten-Korrespondenz, die Sie sowieso schon privat führen, würde dies gar nichts ändern, wenn Sie solche Briefe als Ausschuß-Vorsitzender vervielfältigt zirkulieren ließen.«³⁵

Mit der für ihn typischen Gründlichkeit widmete sich Schottky seiner neuen Aufgabe. Er sah darin gleichzeitig eine Möglichkeit, dem geplanten Halbleiterbuch eine neue, umfassendere Gestalt zu geben: »Es hat sich ja, seit den bekannten noch recht universellen Darstellungen von N. F. Mott und R. W. Gurney, 1940, und F. Seitz, 1940, gezeigt, daß das weitverzweigte und in sich verflochtene Gesamtgebiet der Halbleiterforschung heute nicht mehr von einem Autor zusammenfassend behandelt werden kann.«

Die Veröffentlichung der Beiträge verschiedener Autoren für die alljährlichen Tagungen, die Schottky nach einer von ihm ausgearbeiteten systematischen Themengruppierung auswählte, schien die gebotene Form zu sein.

»Hierfür bot sich als besonders geeignet und wichtig ein Programm, wonach die Mitglieder sich auf Grund ihrer besonderen Fach- und Literaturkenntnisse sowie eigener Gedankenarbeit gegenseitig zusammenfassend über diejenigen Teilgebiete aus dem großen Gesamtbereich der Halbleiterforschung unterrichteten, in denen sie besonders bewandert waren; ... viel ordnende und suchende Arbeit ist in den Referaten, mündlichen Diskussionen und vor- und nachfolgenden Briefwechseln investiert worden; so lag es

nahe, eine endgültige Fassung zu suchen, die aus diesen verschiedenartigen Beiträgen das Fazit zog und so den Mitgliedern in einer Form von gewissem Dauerwert vorgelegt werden konnte.«³⁶

Die Buchreihe »Halbleiterprobleme« wurde zu einem auch über die Grenzen Deutschlands hinaus viel beachteten Sammelwerk. Bis zur Übergabe seines Amtes im Jahre 1957 begleitete Schottky die Reihe mit eigenen Artikeln und zahlreichen Diskussionsbeiträgen. Im letzten Band konnte er ein befriedigendes Résumé ziehen:

»Im großen ganzen ist wohl jetzt schon eine Behandlung der wichtigsten in Aussicht genommenen Themen erreicht, so daß das Nebenziel dieser Jahresveröffentlichungen, sich zu einer Art Kompendium der Halbleiterphysik abzurunden, sich immerhin nicht als ganz illusorisch erwiesen hat. Deshalb

glaubt der Herausgeber die Fortführung dieser Arbeit, die seine Leistungsfähigkeit allerdings in den vergangenen Jahren bis zur physischen Grenze in Anspruch genommen hat, mit einigermaßen gutem Gewissen in andere Hände legen zu können, auch wenn er sich darüber klar ist, daß es einem künftigen Herausgeber schon aus zeitlichen und beruflichen Gründen kaum möglich sein wird, soviel eigene Arbeit auf die folgenden Bände zu verwenden wie sie in den vorliegenden investiert ist.«³⁷

Obwohl bereits über 70 Jahre alt, gab Schottky mit dem Vorsitz des Halbleiterausschusses keineswegs seine wissenschaftliche Arbeit auf. Die zahlreichen Manuskripte aus seinem Nachlaß beweisen, daß er sich bis kurz vor seinem Tode am 4. März 1976 mit aktuellen Fragen auseinandersetzte und eigene Lösungsvorschläge ausarbeitete.

¹ L. Hoddeson, »The Discovery of the Point Contact Transistor«, *Historical Studies of the Physical Sciences* 12 (1981), S. 41–76, hier S. 46.

² W. Schottky an Prof. Schnutenhaus, 18. 5. 1960, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

³ W. Schottky an Prof. Dr. C. Schäfer, 21. 7. 1933, SAA 11–40/Lc 166.

⁴ W. Schottky, »Übersicht über meine wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen«, Sept. 1948, unveröffentlicht, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

⁵ W. Schottky, »Habilitationvortrag, Thesen«, Würzburg 1920, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

⁶ W. Schottky, »Über kalte und warme Elektronenentladungen«, *Zeitschrift für Physik* 14 (1923): 63–106.

⁷ W. Schottky, »Zur Halbleitertheorie der Sperrschicht- und Spitzengleichrichter«, *Zeitschrift für Physik* 113 (1939), S. 367–414, hier S. 369.

⁸ W. Schottky, W. Deutschmann, »Zum Mechanismus der Richtwirkung in Kupferoxydulgleichrichtern«, *Physikalische Zeitschrift* 30 (1929), S. 839–46, hier S. 845.

⁹ W. Schottky an R. Peierls am 15. 12. 1931, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

¹⁰ R. Peierls an W. Schottky, 4. 3. 1932, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

¹¹ W. Schottky an R. Peierls, 2. 5. 1933, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

¹² W. Schottky, »Halbleitertheorie der Sperrschicht«, *Die Naturwissenschaften* 26 (1938), S. 843.

¹³ W. Schottky, »Zur Halbleitertheorie der Sperrschicht- und Spitzengleichrichter«, *Zeitschrift für Physik* 113 (1939), S. 367–414, hier S. 368.

¹⁴ W. Schottky, »Herrn Dr. Spenke zum 25. Siemensjubiläum«, Rede in Streitberg 1954, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

¹⁵ W. Schottky, E. Spenke, »Zur quantitativen Durchführung der Raumladungs- und Randschichttheorie der Kristallgleichrichter«, *Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus den Siemens-Werken* 18 (1939), S. 225–91, Vorwort.

¹⁶ W. Schottky, »Abweichungen vom Ohmschen Gesetz in Halbleitern«, *Zeitschrift für technische Physik*, 21, (1940), S. 322–325.

¹⁷ W. Schottky, »Vereinfachte und erweiterte Theorie der Randschichtgleichrichter«, *Zeitschrift für Physik*, 118, (1942), S. 539–592, hier S. 541 ff.

¹⁸ J. Sawada an W. Schottky, 24. 12. 1937, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

¹⁹ J. Bardeen, »Halbleiterforschung auf dem Wege zum Spitzkontakt-Transistor«, Nobelvortrag 1956.

²⁰ L. Hoddeson, »Multidisciplinary Research in Mission Oriented Laboratories: the Evolution of Bell Laboratories' Program in Basic Solid-State Physics Culminating in the Discovery of Transistor 1935–1948«. University of Illinois 1978, 77 S.

²¹ W. Schottky an B. Gudden, 23. 2. 1940, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²² B. Gudden an W. Schottky, 30. 3. 1941, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²³ W. Schottky an B. Gudden, 4. 11. 1941, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²⁴ W. Schottky an F. Hund, 29. 5. 1941, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²⁵ W. Schottky an F. Hund, 24. 10. 1941, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²⁶ W. Schottky an H. Dressnandt, 3. 3. 1942, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²⁷ W. Schottky, »Übersicht über meine wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen«, 1948, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

²⁸ W. Schottky, »Herrn Dr. Spenke zum 25. Siemensjubiläum«, Rede in Streitberg, 4. 12. 1954.

²⁹ W. Schottky, »Übersicht über meine wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen«, 1948, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

³⁰ W. Schottky an Prof. Dr. C. Schaefer, 21. 7. 1933, SAA 11–40/Lc 166.

³¹ W. Schottky an Dr. von Siemens, 12. 7. 1945, SAA 11–40/Lc 166.

³² W. Schottky an das Bayerische Unterrichtsministerium, 3. 8. 1945, SAA 11–40/Lc 166.

³³ L. J. Iman an W. Schottky, 24. 2. 1947, SAA 11–40/Lc 166.

³⁴ W. Schottky an B. Gudden, 4. 11. 1937, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

³⁵ E. Justi an W. Schottky, 14. 1. 1953, Nachlaß W. Schottky, Deutsches Museum.

³⁶ W. Schottky (Hrsg.), »Halbleiterprobleme«, Band I (Braunschweig: Vieweg 1954), S. III.

³⁷ W. Schottky (Hrsg.), »Halbleiterprobleme«, Band IV (Braunschweig: Vieweg 1958), S. VII.

Veranstaltungsprogramm Oktober · November · Dezember 1986

- | | | |
|--|---|--|
| 21. November | Neueröffnung der Schiffahrtshalle
Die Schiffahrtsabteilung wurde bei einem Brand im Jahre 1983 teilweise zerstört. Nach ihrer Neugestaltung zeigt die auf etwa 3400 m ² erweiterte Abteilung in verschiedenen Bereichen ausgewählte Themen aus der Technikgeschichte der Schiffahrt. Sie wurde mit zahlreichen Modellen und Exponaten ergänzt. | Erdgeschoß * |
| seit 10. April | Sonderausstellungen
»Bauklötze staunen«
200 Jahre Geschichte der Baukästen
Katalog, 158 Seiten, 115 teils farbige Abbildungen, DM 29,- | 2. Obergeschoß * |
| 23. Januar bis 31. Oktober | »Zeitverschiebung«
Lufthansa 1926-1986 | 1. Obergeschoß *
Luftfahrthalle |
| neu:
7. bis 30. November | Hommage à Jean Lurçat
Wirkteppiche (im Deutschen Museum) - Entwürfe (in der Bayerischen Landesbank)
Heft DM 4,- | 2. Obergeschoß * |
| neu:
12. Dezember 1986 bis
11. Januar 1987 | Bosch-Jubiläumsausstellung
100 Jahre Bosch GmbH - 125. Geburtstag von Robert Bosch
Firmenentwicklung eines Konzerns und Lebensgeschichte eines Industriellen
Begleitheft DM 5,- | 2. Obergeschoß * |
| 9. November | Sonntagsmatineen in der Musikinstrumentensammlung
Jarmila Kozderkova , Prag, spielt auf historischen Klavieren
Werke von W. A. Mozart, J. N. Hummel, F. Chopin und K. Slavicky | (Platzkarten
an der Kasse)
Beginn 11 Uhr
1. Obergeschoß |
| 7. Dezember | Kirchenmusikdirektor Heinz Schnauffer
spielt auf den Barockorgeln der Musikinstrumentensammlung
Werke süddeutscher Komponisten des 17. und 18. Jahrhunderts | |
| zusätzlich:
18. Dezember | Die Stub'nmusi des Deutschen Museums
spielt in memoriam Tobi Reiser (1907-1974)
Salzburger Volksmusik zum Jahresausklang | Beginn 14 Uhr
1. Obergeschoß |
| 26. November | Professor-Auer-Experimentalvorträge
Bilderrätsel - Zur Physik und Psychophysiologie des Sehens, Teil 1
Professor Dr. Ingo Rentschler, LMU München | Beginn 19 Uhr
Kongreßzentrum
Vortragssaal I
freier Eintritt |
| 17. Dezember | Bilderrätsel - Zur Physik und Psychophysiologie des Sehens, Teil 2 | |
| 3. November | Kolloquiums-Vorträge des Forschungsinstituts
Die Elektronengasttheorie der Metalle - »ein Fragment«
Dr. Walter Kaiser, Mainz | Beginn 16.30 Uhr
Filmsaal
Bibliotheksbau
freier Eintritt |
| 17. November | Das Rätsel der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft
Vorgeschichte und Gründung - Legende und Wirklichkeit
Dr. Bernhard von Brocke, Max-Planck-Institut für Geschichte, Göttingen | |
| 1. Dezember | Technik und Bildung bei Georg Kerschensteiner
Professor Dr. Bernhard Wehle, Universität Düsseldorf | Beginn 14 Uhr
1. Obergeschoß |
| 15. Dezember | Geschichte der »Göttinger Erklärung« gegen die atomare Bewaffnung der Bundeswehr vom 12. April 1957
Professor Dr. Wilhelm Walcher, Marburg/Lahn | |
| 11. November | Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums
Über den Muskelkraftflug des Menschen
H. Zacher, Gauting | Beginn 19 Uhr
Kongreßzentrum
Vortragssaal I oder II |
| 9. Dezember | Berühmte Wasserbauten der Antike - Fakten, Fragen
Professor Dr. Dr. G. Garbrecht, Braunschweig | |



Deutsches Museum
VON MEISTERWERKEN DER NATURWISSENSCHAFT UND TECHNIK

* im Museum
(normale Eintrittspreise)

Otto Lilienthals letzte Flugapparate

Bemerkungen zu einer Veröffentlichung
von Gerhard Halle¹⁾

1962 erschien in der Reihe »Deutsches Museum — Abhandlungen und Berichte« als Heft Nr. 2 die Veröffentlichung »Otto Lilienthal und seine Flugzeug-Konstruktionen« von Gerhard Halle.

Gerhard Halle (4.2.1893 — 12.11.1966), ein Schwiegersohn von Gustav Lilienthal, beschäftigte sich zeit lebens mit Otto Lilienthal. Mit seiner Veröffentlichung wurden erstmals die Flugzeugkonstruktionen katalogisiert und numeriert. Er selbst schrieb im Vorwort: »... ein zeitlich geordnetes »Flugzeug-Typenbuch« der zahlreichen Konstruktionen des er-

sten Fliegers anzufertigen. Dies ist die wichtigste Aufgabe der vorliegenden Abhandlung, ...«. Diese Einordnung der Lilienthal-Apparate hat sich mittlerweile weltweit durchgesetzt. Die beiden Autoren führten umfangreiche Recherchen über die Schicksale der letzten Flugapparate Lilienthals und Authentizität des Doppeldeckers im Deutschen Museum durch. Besonders dieser Apparat, seit Halle als Typ 15 bezeichnet, zwingt zu Neuinterpretationen und Ergänzungen der Beschreibungen der Lilienthal-Apparate.

Der Doppeldecker, als kleiner Doppeldecker mit 18 m² Segelfläche angeboten, wurde im Jahr 1904 für 300 Mark von dem Patentbüro Reichau & Schilling, Berlin² erworben. Diese Patentanwälte besaßen eine Anzahl von Original-Lilienthal-Flugapparaten. Wie sie nach dem Tode Lilienthals in den Besitz dieser Apparate kamen und weshalb sie an diesen Interesse zeigten, ist bis heute noch weitgehend unbekannt. Auch Igo Etrich, der spätere Konstrukteur der »Tauben«-Flugzeuge, erwarb 1898 von ihnen einen Gleitflieger³.

Das Patentbüro schickte damals (1904) dem Deutschen Museum die Einzelteile eines Doppeldeckerflugapparates von Lilienthal. Auch eine Anzahl von Profilschienen, verwendet zur Fixierung des Tragflächenprofils, wurden mitgeschickt. Diese Teile wurden in den Königlichen Artilleriewerkstätten für das Deutsche Museum zu einem Doppeldecker zusammengebaut. Als Vorlage dienten dabei hauptsächlich Fotos von den Flugversuchen Lilienthals, die Gustav Lilienthal dem Museum zugesandt hatte⁵.

Aus der Korrespondenz mit dem Berliner

Patentbüro geht auch hervor, daß die zugesandten Teile bereits beschädigt bzw. reparaturbedürftig waren⁶.

Eine genaue Überprüfung des Bildmaterials der zwei bekannten Doppeldecker-Konstruktionen Typ 13 und 14 von Otto Lilienthal und die Auswertung des Schriftwechsels in der Registratur des Deutschen Museums bezüglich der Lilienthal-Apparate ergab, daß es sich bei unserem Doppeldecker nicht um einen Original-Doppeldecker bzw. nicht um einen dritten, von Lilienthal gebauten Apparat, handeln kann.

Das von Reichau & Schilling an uns geschickte Unterdeck entspricht in den Abmessungen und im Aufbau dem »Normal-Segelapparat«. Das bedeutet, daß bei unserem Doppeldecker ein Normalgleiter (Typ 11 nach Halle) mit dem ca. 9 m² großen Oberdeck des kleinen Doppeldeckers Typ 13 versehen wurde, es also kein Original-Lilienthal-Doppeldecker sein konnte, sondern ein Doppeldecker, der aus Originalteilen von Lilienthalschen Flugapparaten zusammengebaut wurde.

Das richtige beziehungsweise passende Unterdeck für das vorhandene Oberdeck

wäre ein von Reichau & Schilling über Igo Etrich an das Technische Museum in Wien gelangter Gleiter, der heute noch existiert und dort ausgestellt ist. Er wird seit Halle als der Typ 10 (Sturmflügelmodell) klassifiziert und hat eine geringere Spannweite als der Normalgleiter. Einige Gründe sprechen dafür, diesen Gleiter als Unterdeck für den Lilienthal-Doppeldecker Typ 13 (kleiner Doppeldecker mit 18 m² Tragfläche) anzusehen, der im Aufbau dem Unterdeck entspricht, wie es der oben genannte Doppeldecker besaß.

Die Spannweite von ca. 6 m differiert nur geringfügig, das heißt sie liegt im Bereich der Meßungenauigkeit. Igo Etrich hatte sich 1898 bei Reichau & Schilling denjenigen Apparat herausgesucht, der am besten erhalten war, ohne bewußt den »Sturmflügel-Apparat« kaufen zu wollen. Er persönlich meinte, er hätte einen der »Normal-Segelapparate« erworben, den gleichen Typ, mit dem Otto Lilienthal tödlich verunglückte⁷.

Bei diesem Sachverhalt bietet sich die Schlußfolgerung an, daß man bei Reichau & Schilling die Gleiter verwechselt hatte, zumal die Profilschienen mit »Sturmflü-

gel« beschriftet an das Deutsche Museum für den Doppeldecker geschickt worden waren. Mit einer Länge von 1,9 m waren sie (und sind es bis heute) für unser Unterdeck, das dem »Normalapparat« entspricht, erheblich zu kurz. Es gab deshalb auch beim Aufbau des vermeintlichen originalen Doppeldeckers einige Schwierigkeiten, bei denen Gustav Lilienthal und das Patentbüro Reichau & Schilling um Rat gebeten wurden⁸.

Weitere Anmerkungen zu den Flugapparaten in chronologischer Reihenfolge:

Flugzeug Typ 10 »Sturmflügelmodell«

Dieser Gleiter befindet sich, wie bereits erwähnt, im Technischen Museum für Industrie und Gewerbe in Wien⁹. Er ist höchstwahrscheinlich das Unterdeck des kleinen Doppeldeckers (Typ 13). Dieser Sachverhalt schließt jedoch keineswegs aus, daß der »Sturmflügel«-Gleiter auch als Eindecker verwendet wurde. Es ist anzunehmen, daß Lilienthal diesen Gleiter zuerst als Eindecker verwendet hat (1894) und dann (1895), als er zu Doppeldeckerkonstruktionen überging, diesen Eindecker mit einem Überdeck ausstattete. Weshalb sollte sich Lilienthal einen weiteren neuen, identischen Eindecker als Unterdeck für einen Doppeldecker-Gleitflugapparat bauen?

Das Technische Museum in Wien hat uns einige Fotos zugesandt, bei denen sehr deutlich je eine Bohrung (bzw. Vertiefung) bei den Gelenktaschen zu sehen und als Aufnahme für die Stützstreben des Oberdecks zu gebrauchen ist. (Die nachträglich überklebte Bohrung in der Gelenktasche ist normalerweise nicht sichtbar, das Museum in Wien war jedoch so freundlich, an der vermuteten Stelle die aufgeklebte Bespannung abzulösen und Fotos davon anzufertigen¹⁰. Die Profilschienen (Aufschrift »Sturmflügel«) für diesen Gleiter befinden sich im Deutschen Museum¹¹.

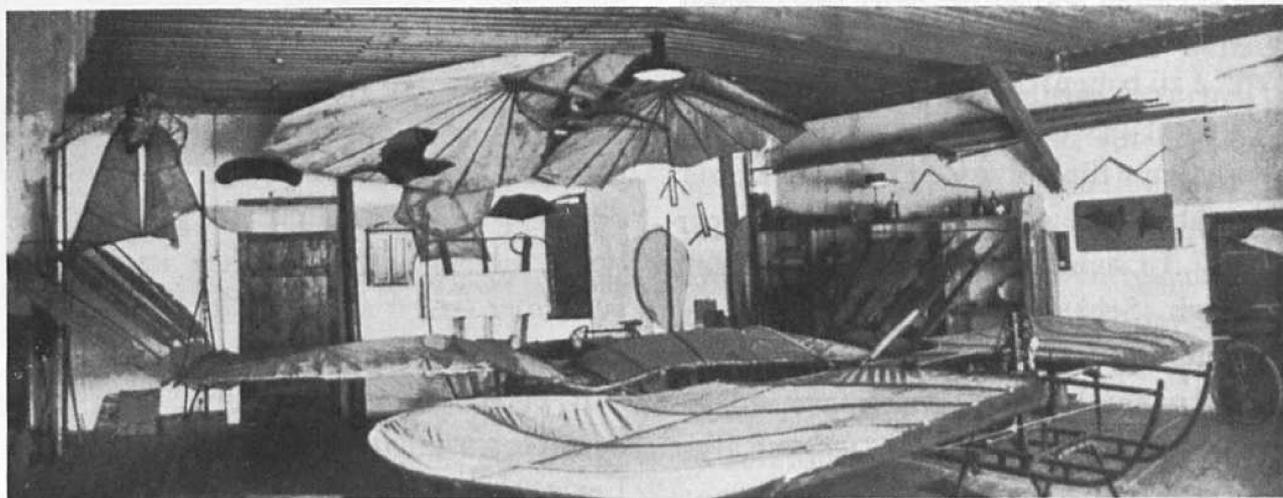
Flugzeug Typ 11 »Normal-Segelapparat«

In den Jahren 1905 bis 1922 besaß das Deutsche Museum auch einen Original »Normal-Segelapparat« Lilienthals¹². Charles E.L. Brown, der Mitbegründer der Firma Brown, Boverly & Cie in Baden (Schweiz) hat diesen Gleiter von Lilienthal im Jahr 1895 erworben und soll damit an den Hängen des Kreuzliberges Gleitflug-

versuche durchgeführt haben¹³. Anfang 1905 schenkte Brown diesen Gleiter dem Deutschen Museum. Dieser »Normal-Segelapparat«, das heißt der Typ 11 nach Halle, wurde vom Deutschen Museum an verschiedene Ausstellungen als Leihgabe zur Verfügung gestellt.

Auf Anregung des »Reichsamts des Inneren« ging der Brownsche Lilienthal-Eindecker 1906 zur Internationalen Ausstellung nach Mailand¹⁴.

Im Jahre 1909 wurde der Gleiter dann zu der Internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung (ILA) nach Frankfurt am Main ausgeliehen¹⁵. Der Ausstellungskatalog verzeichnet unter der Position »C 42«: »Deutsches Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaften und Technik, München. Lilienthal-Eindecker, einer der ersten Lilienthal'schen Original-Apparate (überlassen vom Deutschen Museum)«¹⁶. Auch drei Original-Versuchsmessflächen von Lilienthal waren dort ausgestellt, die der Leihgeber, Gustav Lilienthal, nach



1 »Versuchsatelier« von I. Etrich (1905) mit zwei Lilienthal-Apparaten

Ende der Ausstellung dem Deutschen Museum übereignete, wo sie sich noch heute befinden.

1911 ist der Brownsche Gleiter auf der Internationalen Industrie- und Gewerbeausstellung in Turin zu sehen¹⁷, im Jahre 1917 auf der Luftfahrzeug-Ausstellung des Deutschen Luftflotten-Vereins in Augsburg.

Oskar von Miller bat bei dieser Gelegenheit den Leiter dieser Ausstellung, Herrn Presuhn, den Gleiter »imprägnieren zu lassen, um ihn vor weiterem Verfall zu schützen«¹⁸. Presuhn sah jedoch eine Imprägnierung für aussichtslos an, denn der »Wurmfraß ist zu weit fortgeschritten« und »Holzteile fallen bei Berührung fast zusammen«, »Die Tragflächenbespannung (Stoff) ist dermaßen zermürbt, daß sie wie Zunder auseinanderfällt«.¹⁹

Diese Beurteilung verdeutlicht den damals schon sehr desolaten Zustand dieses Gleiters.

Der Gleitflugapparat Browns wurde nicht in der Sammlung des Deutschen Museums ausgestellt. Vermutlich deshalb, weil bereits der Lilienthal-Doppeldecker (Typ 15) in der Ausstellung war. Aus dem Bestand des Deutschen Museums verschwand dieser Apparat offiziell mit einer Notiz auf der Inventarkarte: »17.11.22 vernichtet«.²⁰ Der Anlaß dazu, den morschen Gleiter endgültig auszusondern, war wohl die Verlegung der Luftfahrtsammlung des Deutschen Museums von der Maximilianstraße auf die Museumsinsel, die ehemalige Kohleninsel, in demselben Jahr. Als Nachfolger für den vernichteten Apparat übernahm das Deutsche Museum 1936 eine Kopie eines »Normal-Flugapparates« von H. Richter aus Berlin. Dieser Apparat existiert heute noch und ist an das Luftwaffen-Museum in Uetersen ausgeliehen.²¹

Anmerkung: Ein sehr dem Typ 11 ähnlich aussehender Lilienthalgleiter befindet sich seit Mai 1984 (Eröffnung der neuen Luft- und Raumfahrthalle) in der Ausstellung des Deutschen Museums. Dies ist jedoch kein Original-Lilienthalgleiter, sondern ein Nachbau aus den 60er Jahren von Paul Beylich (1874 – 1965), einem ehemaligen Gehilfen Lilienthals.²²

Flugzeug Typ 12

Von diesem Gleitflugapparat, der als Besonderheit eine patentierte Vorflügelanordnung besaß, ist der Verbleib bzw. sein späteres Schicksal unbekannt. Auch das Deutsche Museum besitzt keine Unterlagen, die darüber etwas aussagen. Eventuell könnte dieser Gleiter aber später zu dem Schwingenflugapparat »Typ 17« umgebaut bzw. modifiziert worden sein.

Einige Gründe sprechen dafür:

Dieser Gleiter, Typ 12, im Mai 1885 angefertigt, wurde von Lilienthal jedoch nur für kurze Zeit benützt. Er wandte sich daraufhin dem Bau der Doppeldeckerapparate zu.

Zu dem späteren Schwingenflugapparat Typ 17 weist er einige Übereinstimmungen auf:

Gleiche Spannweite von ca. 8,8 m

Gleicher Flächeninhalt von ca. 20 m²

Gleiche Rippenzahl pro Fläche

Da beide Typen auch sonst nicht vom Grundaufbau der Gleitflugapparate Lilienthals abweichen, kann es durchaus möglich sein, daß Lilienthal diesen Gleiter zu einem Schwingenflieger umbaute.

Diese Annahme bekräftigt auch die Tatsache, daß der Schwingenflugapparat bereits Anfang August 1886 von dem Amerikaner R. Wood, also nur 14 Monate später, in seiner Werkstatt besichtigt werden konnte. Das ist eine relativ kurze Zeit und es wäre für Lilienthal bestimmt unrationell gewesen, für seinen Schwingenflieger nochmals einen Gleitertorso entsprechend Typ 12 zu bauen, der, wie bereits erwähnt, sich nicht bewährte und deshalb von Lilienthal nur für kurze Zeit benützt wurde. Die Abb. 1 zeigt den Schwingenflieger Typ 17. Er steht hier in der Werkstatt von J. Etrich. Sehr deutlich ist die spezielle Ausbildung der Flügelvorderkante durch eine Anzahl kleiner Längsrippen zu sehen. Diese Besonderheit hatte auch Typ 12 wegen seiner »Vorflügel«.

Flugzeug Typ 13 (kleiner Doppeldecker)

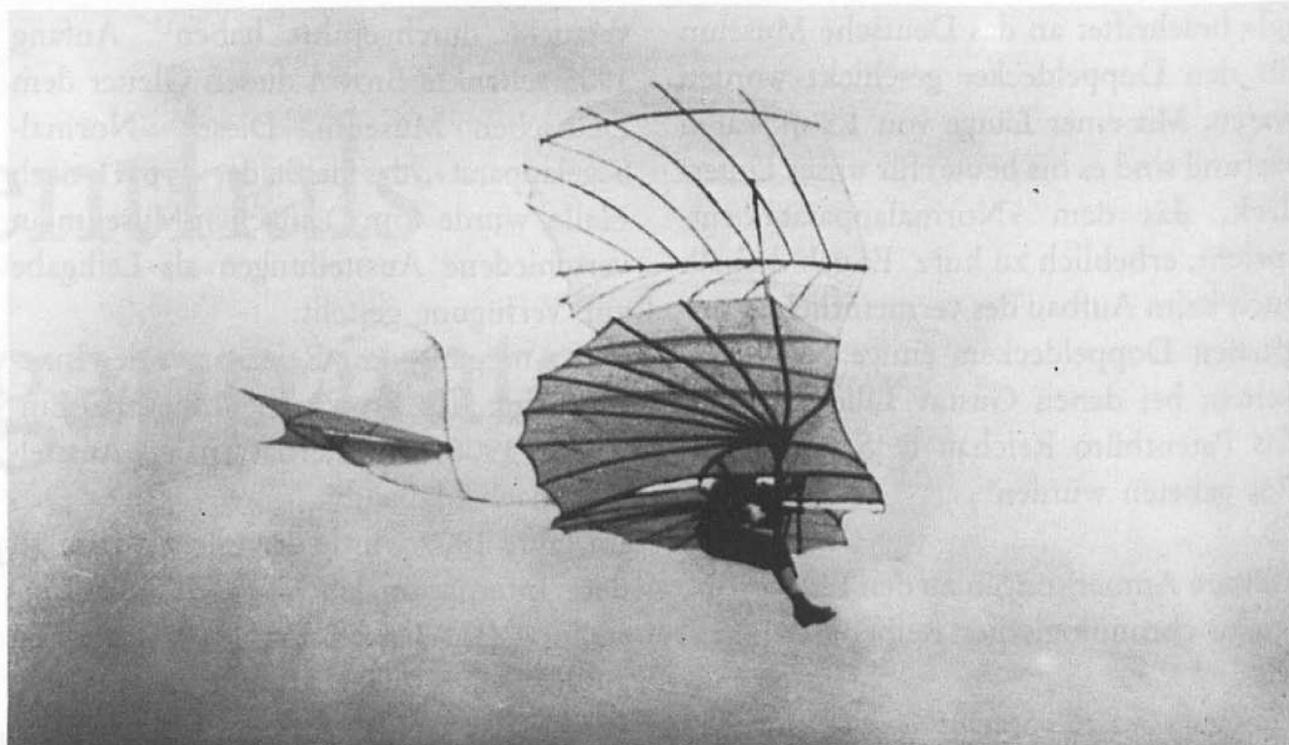
Dieser ist der kleinere der insgesamt zwei gebauten Doppeldecker Lilienthals. Er hat ein Unterdeck mit einer Spannweite von ca. 6 m und ein Oberdeck mit 5 m.

Bei der Klassifizierung wurden von Herrn Halle und in der Folgezeit auch von anderen Autoren der Typ 13 und Typ 14 miteinander verwechselt.

Von beiden Doppeldeckern existieren keine Konstruktionszeichnungen. Deshalb ist man auf die etwas schwierige Klassifizierung anhand von Fotos angewiesen. Eine neuerliche Überprüfung unseres Fotomaterials ergab, daß es sich bei dem als Typ 13 bezeichneten Doppeldecker in Wirklichkeit um Aufnahmen des größeren der beiden handelt.²³

Flugzeug Typ 14 (großer Doppeldecker)

Dieser Doppeldecker hat nach Angaben



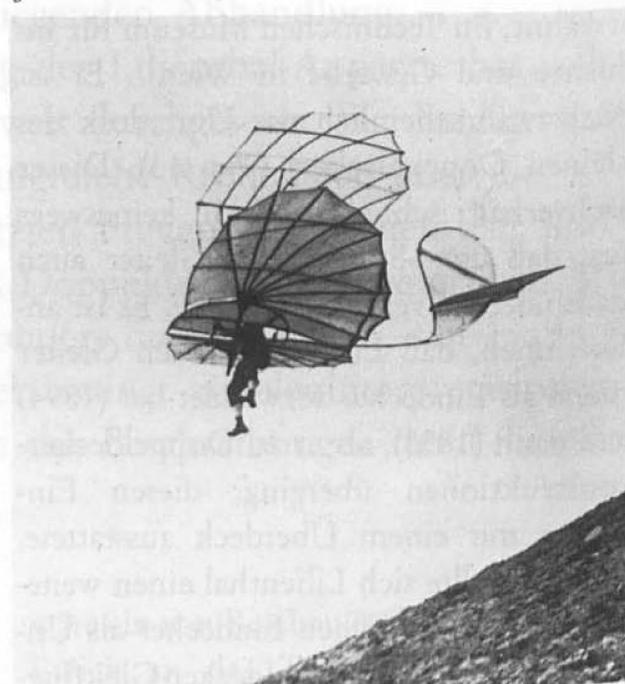
2 Kleiner Doppeldecker, Typ 13

Man sieht hier deutlich die als Leiste ausgebildete Vorderkante.

3 Großer Doppeldecker, Typ 14

Unterdeck entsprechend »Normalsegelapparat«

3



Lilienthals eine Fläche von 25 m² im Gegensatz zu Typ 13 mit 18 m² (Segelfläche). Als Unterdeck wurde ein Gleiter benützt, der in Aufbau und Abmessung dem Typ 11 »Normalgleiter« gleicht. Wie beim kleinen Doppeldecker kann man auch hier davon ausgehen, daß Lilienthal als Unterdeck für seine Doppeldecker einen bereits bewährten Eindecker, eben den Normalgleiter, verwendet hat. Die Frage, ob bei unserem Doppeldecker Typ 15 die Unterdeck-Version (Normalgleiter) richtig und dafür das Oberdeck verwechselt wurde, kann man verneinen.

Es gibt den Hinweis, daß der große Doppeldecker nicht in dem Besitz von Reichau & Schilling kam. Mit dem großen Doppeldecker experimentierte Otto Lilienthal noch unmittelbar (am 2. August 1896 mit dem Amerikaner Wood) vor seinem tödlichen Absturz am 9. August 1896 in den Rhinower Bergen. Diejenigen Flugapparate, die er dort benützte, lagerte er in einer Scheune im Dorf Stölln ein²⁴. Noch im Jahre 1913 bekam das Deutsche Museum ein Angebot eines Original-Lilienthalgleiters aus dieser Scheune in Stölln²⁵. Das bedeutet, daß diese Flugapparate jahrelang unbenutzt eingelagert waren und niemand daran Interesse zeigte. Lediglich der »Normal-Segelapparat«, mit dem Lilienthal abstürzte, kam nach Berlin. Er wurde dort untersucht, um den Unfallher-

gang rekonstruieren zu können, und wurde später verbrannt.²⁶

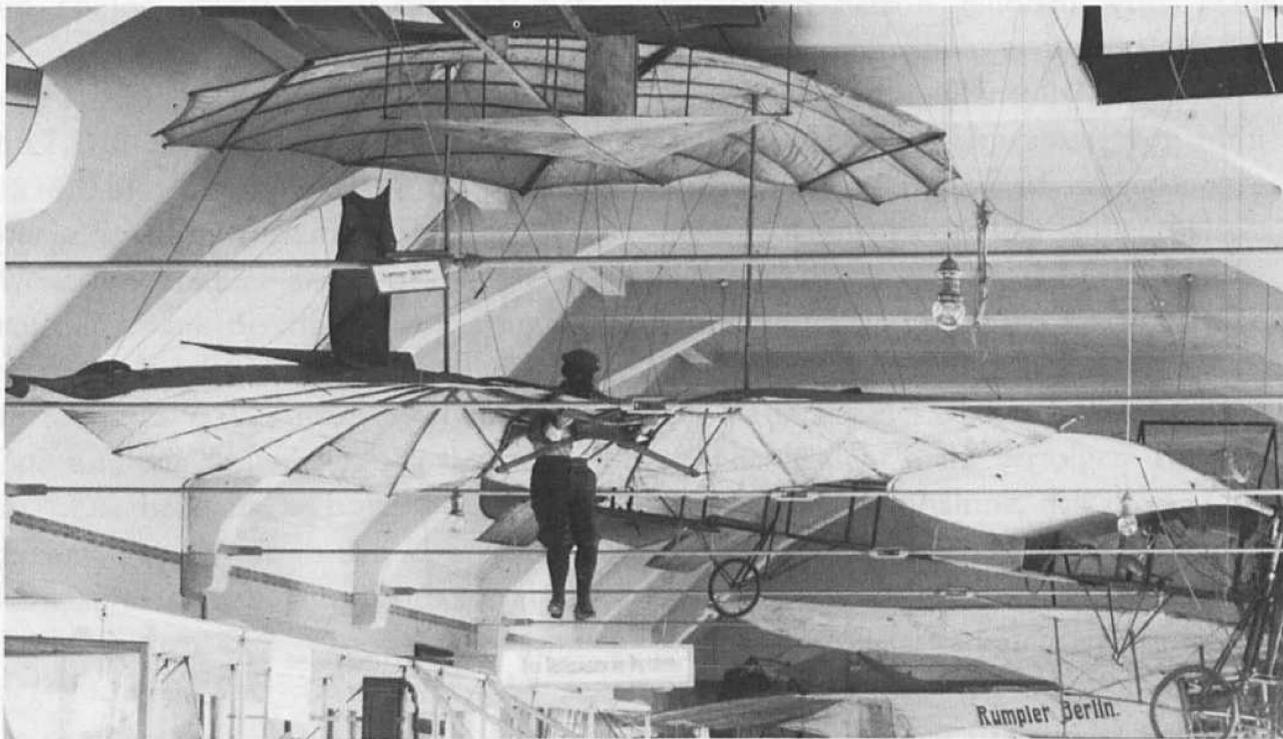
Gegenüberstellung des kleinen (Typ 13) und großen (Typ 14) Doppeldeckers

Von beiden Apparaten lassen sich bei Frontalaufnahmen (ohne optische Verzerrung) unter Berücksichtigung einer gewissen Meßgenauigkeit die Spannweiten rekonstruieren:

für den kleinen, Typ 13, beträgt die Spannweite für das Oberdeck ca. 5 m, für das Unterdeck ca. 6 m;

für den großen Typ 14: Oberdeck ca. 6,1 m, Unterdeck ca. 6,8 m.

Weitere Unterscheidungsmerkmale sind: Der Typ 13 besitzt eine als Leiste (wahrscheinlich Weidenrute) ausgebildete Vorderkante. Der Typ 14 ist, dem Aufbau entsprechend, der »Normal-Segelapparat«. Typ 13 hat an der Flügelhinterkante eine deutlich sichtbare Naht. Der Typ 14 besitzt im Gegensatz zum kleinen Typ 13 keine Spanntürme auf dem Oberdeck (Abb. 2 und 3).



4 Doppeldecker-Apparat in der Sammlung des Deutschen Museums 1910. Man beachte das vergrößerte, gezackte Leitwerk des Lilienthal-Gleiters. 28)

5 Der Flügelschlagapparat Typ 17, bei Igo Etrich in Oberaltstadt (Trautenau). Man beachte auch den Kohlendioxidmotor vor der Brust des Mannes.

Doppeldecker Typ 15

Auf die Problematik dieses Apparates wurde bereits einleitend ausführlich eingegangen. Dieser, nicht von Lilienthal geschaffene Doppeldecker war seit der Eröffnung des Deutschen Museums ausgestellt²⁷. Während des Zweiten Weltkrieges wurde er sehr stark beschädigt und später neu aufgebaut. Bei der Neuanfertigung wurde nicht exakt auf historische Authentizität geachtet, sondern ein Doppeldecker, vermutlich nach Vorlagen von Fotos, angefertigt. Besonders deutlich ist dies am Leitwerk ersichtlich. Während der alte Doppeldecker noch ein vergrößertes, gezacktes Leitwerk besaß, wurde bei der Neuanfertigung nach dem Kriege das von Lilienthal normalerweise verwendete Leitwerk gebaut (Abb. 4).

Die Abmessungen und der grundsätzliche Aufbau wurden in etwa übernommen und so auch die falsche, das heißt zu kurze Ausführung der Profilschienen. Bis heute glaubte man, diese Anordnung wäre richtig und verschiedene Modelle (auch im Deutschen Museum) sind danach gebaut worden. Ein Blick auf Fotos der Lilienthal-Gleiter oder einer Konstruktionszeichnung zeigt jedoch die richtige Länge der Profilschienen (bis zur Flügelvorderkante).

Aufgrund dieses Sachverhaltes ist auch die Konstruktionszeichnung des Deutschen Museums, die im Jahre 1957 von dem neu aufgebauten Doppeldecker angefertigt wurde, lediglich eine Dokumentation unseres gegenwärtig ausgestellten Doppeldeckers²⁹.

Flugzeug, Typ 16 (Flügelschlagapparat)

Dieser Gleitflugapparat war mit »Schwungfedern«³⁰ und einem Kohlendioxidmotor als Antrieb ausgestattet.

Nach dem Tode Lilienthals kam er ebenfalls in den Besitz des Patentbüros Reichau & Schilling und soll angeblich über Igo Etrich in den Besitz des Deutschen Museums gekommen sein. Das Deutsche Museum soll ihn 1910 nach Brüssel zur Weltausstellung ausgeliehen haben, wo er dann verbrannt sein soll.³¹ Diese Ansicht bzw. Vermutung ist nicht richtig. In der Weltausstellung in Brüssel im Jahre 1910 war kein Flugapparat aus dem DM von Lilienthal ausgestellt. Der Ausstellungskatalog weist keine diesbezüglichen Hinweise auf.³² Das Deutsche Museum war zwar gebeten worden, Exponate für diese Weltausstellung auszuleihen. In einem Brief des Deutschen Museums an den »Direktor der Luftschiffahrt-Abteilung der Weltausstellung Brüssel 1910, Herrn Oberstleutnant z.D. W. L. Moedebeck, Berlin«, schrieb das Museum jedoch ausdrücklich, »daß wir bei der nächstjährigen Weltausstellung uns nicht beteiligen werden.«³³

Bei dem erwähnten Brand auf der Weltausstellung fielen die Ausstellungen Englands, Belgiens und z. T. Frankreichs zum Opfer, nicht jedoch die Deutschlands.³⁴

Weitaus aufschlußreicher über das Schicksal des Flügelschlagapparates Typ 16 ist die Korrespondenz des Patentbüros Reichau & Schilling. Im April 1905 und im Mai 1907 fordert dieses Büro vom Deutschen Museum Teile für einen »Motorflieger«, den sie »in der hiesigen Kolonialausstellung vertragsmäßig aufhängen müssen«.³⁵ Diese Teile des Motorfliegers (Faßringe, Holzrippen sowie ein hölzernes Kreuz mit Polsterung) waren 1904 bei der Sendung der Teile, aus denen das Deutsche Museum dann den Doppeldecker (Typ 15) fertigte, mitgeschickt worden. Sie wurden größtenteils zurückgeschickt, jedoch waren wegen der Schwierigkeiten und Unklarheiten beim Aufbau dieses Doppeldeckers wahrscheinlich einige dieser Teile mit verwendet worden; jedenfalls sind sie verschwunden.

Oskar von Miller entschuldigte sich und bot an, die Kosten für die Nachbildung der verschwundenen Teile zu erstatten.³⁶ Reichau & Schilling stellten den »Motorflieger« bei der »Internationalen Sportausstellung Berlin 1907« (vom 30. April bis 5. Mai 1907 in der Ausstellungshalle

7.12.1984
L.Löffler

Größenvergleich
auf diesem Photo
O.Lilienthal -
Doppeldecker

4454

Otto Lilienthal im Doppeldecker, am
Fuße des Fliegeberges in Lichterfelde-
Ost im Oktober 1895.
- Nach der Landung, von vorne gesehen.-
Photo: 9/12 cm

Personenmaße: Breite Oberkörper ca. 500 mm , Photo 4,2 mm
Größe ca.1800 mm , Photo 14 mm

1 mm auf Photo ist 119 mm in Wirklichkeit

Maße Doppeldecker: Gleiter - Unterdeck = 50,5 mm x 119 = 6009 mm (6m)
Gleiter - Oberdeck = 41 mm x 119 = 4879 mm (4,8m)

Frage: Kleiner Doppeldecker mit 18 qm Segelfläche
ja nein
Großer Doppeldecker mit 25 qm Segelfläche

7.12.1984
L.Löffler

Größenvergleich
auf diesem Photo
O.Lilienthal -
Doppeldecker

Personenmaße: Breite Oberkörper ca. 500 mm , Photo 10 mm
Größe ca 1800 mm , Photo 33 mm

1 mm auf Photo ist 50 mm in Wirklichkeit

Maße Doppeldecker:
Gleiter - Unterdeck = 1360 mm x 50 = 6800 mm (6,8m)
Gleiter - Oberdeck = 1220 mm x 50 = 6100 mm (6,1m)

Frage: Kleiner Doppeldecker mit 18 qm Segelfläche
ja nein
Großer Doppeldecker mit 25 qm Segelfläche

6 Maßkontrolle am Photo des kleinen Lilienthal-Doppeldeckers

7 Maßkontrolle am Photo des großen Lilienthal-Doppeldeckers

Otto Lilienthal's Gleitflugzeug-Konstruktionen

August 1984
S.L./L.

Baujahre, Typen, Spannweiten, Flächengrößen
(Spannweiten: M 1:100)

Bau- jahr	Typ	Spannweite	Fläche	Bau- jahr	Typ	Spannweite	Fläche
1889	1	11m	10 m ²	1894	10	6m	9 m ²
1890	2	10m	14 "	1894/95	11	6m	13 "
1891	3	9,5m	10 "	1895	12	7m	20 "
1892	4	9,5m	15 "	1895	13	5m statt 5,5m 6m	18 "
1892	5	11m	16 "	1895	14	6m statt 7m 6,7m	25 "
1893	6	6,6m	14 "	1895/96	15	6,5m	20,5 "
1893	7	8,9m	17,5 "	1895/96	16	7m	13,2 "
1893/94	8	7,2m	13,5 "	1896	17	8,2m	20 "
1894	9	6,7m	14 "	1896	18	6,7m	o.A.

8 Zusammenstellung der Spannweiten und Flächeninhalte der Flugapparate von Lilienthal

im Zoologischen Garten) aus. Der Katalog verzeichnete unter der Position 122: »Patent-Bureau Reichau & Schilling, Berlin 7, Mittelstr. 23. Lilienthal's (abgestürzt 1896) Motorflugapparat, mit dem er 1896 kurze Strecken horizontal flog«. ³⁷ Weiterhin kündigt der Briefkopf des Patentbüros eine Beteiligung mit dem Motorflieger bei der Industrieausstellung vom 15. 6. bis 15. 9. 1907 im Ausstellungspalast Zoo und der Weltausstellung Berlin 1913 an. ³⁸ Das bedeutet, daß der Flügelschlagapparat Typ 16 nie in den Besitz Etrichs kam, sondern vom Patentbüro für eigene, das heißt für Ausstellungszwecke, verwendet wurde.

Flugzeug Typ 17 (Flügelschlagapparat)

Dieser Apparat besaß ebenfalls angelenkte Schwingen (jedoch mit Scharnieren) und einem Kohlendioxidmotor. Er wurde im Jahr 1902 von dem Österreicher Raimund Nimführ erworben. ³⁹ Über General Karl Neureuther aus München soll er 1904 schließlich ins Deutsche Museum gekommen sein. ⁴⁰ Dieser »Typ 17« kam tatsächlich im August 1904, jedoch aus Wien (von Herrn Nimführ) ⁴¹ an das Museum. Er muß zu dieser Zeit, wie aus der Korrespondenz ersichtlich, noch oder wieder im Besitz des Patentbüros gewesen sein, ⁴² das dem Deutschen Museum die Möglichkeit des Ankaufs überließ. Dieses wandte sich deshalb an General Neureuther, den Referenten für Luftschiffahrt, der aber meinte, »daß der größere der beiden Apparate [Typ 17, Anm. des Verfassers] für unser Museum keinen erheblichen Wert hat, da derselbe nur eine Versuchsform darstellte, die sich praktisch nicht bewährt habe...« ⁴³ Das Deutsche Museum kaufte daraufhin nur den Doppeldecker, Typ 15, für 300 Mark vom Patentbüro. Der Flügelschlagapparat wurde auf Veranlassung des Deutschen Museums und nach Absprache mit dem Patentbüro durch die Spedition »Schenker & Co.« Ende 1904 zu Herrn Igo Etrich nach Trautenau geschickt. ⁴⁴ Er kam also weder in den Besitz des Deutschen Museums noch in den Besitz Neureuthers.

Ein weiterer Hinweis zum Verbleib des Typ 17 ist ein Foto im Bild-Archiv des Deutschen Museums (Abb. 5), ⁴⁵ mit dem sich Gerhard Halle seit seiner Auffindung im Deutschen Museum 1966 sehr intensiv beschäftigte. ⁴⁶ Es zeigt einen Flügelschlagapparat von Lilienthal, der von einer un-

bekanntem Person gehoben wird. Halle vermutete schließlich, es handle sich um eine Aufnahme General Neureuthers (nach 1904) in der Umgebung von München. Es gelang nun, das Foto genauer zu identifizieren. Es ist der Lilienthalsche Flügelschlagapparat Typ 17 (mit Kohlendioxidmotor) bei Etrich in Oberaltstadt bei Trautenau! ⁴⁷

Das weitere Schicksal dieses Apparates läßt sich dann nicht mehr verfolgen. Die Vermutung bzw. Annahme, daß dieser Gleiter eventuell in späteren Jahren doch noch ins Deutsche Museum gekommen sein könnte, ist mit fast an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen.

Ebenso wie für Typ 16 befindet sich auch für Typ 17 im Archiv und in der Registratur keine Notiz darüber. Auch in der Depotverwaltung, das jedes neue Objekt registriert und inventarisiert, sind keine Hinweise darüber zu finden. Es kann jedoch möglich sein, daß der Typ 17 bei Etrich wegen des bereits sehr schlechten Zustandes nur für kurze Zeit existierte. R. Nimführ schrieb in seinem Buch »Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik« ⁴⁸: »Die mit Lilienthal's Originalapparat angestellten Versuche ließen erkennen, daß das Material nicht mehr zuverlässig genug sei. Die Weidenruten des Versteifungsrahmens waren schon morsch und auch die Bespannung hatte stark gelitten«. Igo Etrich offerierte im September 1911 (nachdem sein Rivale Rumpler das Kathreiner-Preis »Taube«-Flugzeug dem Deutschen Museum gab) nur noch einen Eindeckergleiter Lilienthal's, den »Sturmflügel-Apparat«, der heute im Technischen Museum in Wien ist. Einen zweiten Apparat erwähnt Etrich nicht mehr. ⁴⁹

Herr Halle schrieb 1937 an das Deutsche Museum mit der Bitte um Auskunft über den Typ 17. ⁵⁰ Ihm wurde daraufhin mitgeteilt, daß sich in unserer Abteilung Flugtechnik ein Gleitflieger-Eindecker [Anm: Die Lilienthal-Kopie von Richter] und ein Gleitflieger-Doppeldecker von Otto Lilienthal befinden. »Die Annahme, wir würden auch einen Lilienthal-Motorgleiter besitzen, beruht auf einem Irrtum«. ⁵¹

Anmerkungen

¹ Gerhard Halle: »Otto Lilienthal und seine Flugzeug-Konstruktionen« Deutsches Museum Abhandlungen und Berichte, Heft 2, München 1962

² Deutsches Museum, Inv. Karte 2235

³ Igo Etrich: »Die historische Entwicklung des Tauben-

prinzips und dessen Bedeutung für die Zukunft« (ohne Verlags- u. Jahresangabe, ca. 1929)

⁴ Brief von Igo Etrich an das DM von 27. Sept. 1911

⁵ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 9. Juni 1905

⁶ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 23. August 1904

⁷ Igo Etrich: »Die Taube-Memoiren des Flugpioniers Dr. Ing. h.c. Igo Etrich«, Wien, ca. 1963 (Seite 9)

⁸ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 9. Mai 1905

Brief von Reichau & Schilling an Gustav Lilienthal vom 11. 4. 1905

Brief des DM an Gustav Lilienthal vom 24. August 1905

⁹ »Blätter der Technikgeschichte«, 36 / 37. Heft, Wien 1976

¹⁰ Brief des Technischen Museum für Industrie und Gewerbe an das Deutsche Museum vom 25. April 1985

¹¹ Deutsches Museum, Inv. Karte 2235

¹² Deutsches Museum, Inv. Karte 2749

¹³ Brief von Herrn Hug an das DM vom 28. Dezember 1935

¹⁴ Brief des Generalkommissars des Reichs an das DM vom 23. Januar 1907

¹⁵ Brief des DM an die Internationale Luftschiffahrt-Ausstellung in Frankfurt vom 5. August 1909

¹⁶ Offizieller Katalog der Internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung zu Frankfurt a. M. 1909

¹⁷ Brief des DM an die Internationale Industrie- und Gewerbeausstellung, Turin, vom 16. 2. 1911

¹⁸ Brief des DM an Herrn Presuhn, Augsburg vom 25. Mai 1917

¹⁹ Brief von der »Kriegs-Luftfahrt-Ausstellung«, Gotha, an das DM vom 19. Juni 1917

²⁰ (Deutsches Museum, Inv. Karte 2749) siehe Pos. 12

²¹ Deutsches Museum, Inv. Karte 67799

²² Deutsches Museum, Inv. Karte 1976 / 817

Werner-Schwipps: »Lilienthal«, (Seite 281), Berlin 1982

²³ Überprüfung durch Herrn L. Löffler, siehe Abb. 6 und 7

²⁴ Werner Schwipps: »Lilienthal«, (Seite 256), Berlin 1982

²⁵ Brief von Herrn Reusch, Leipzig, an das DM vom 25. Oktober 1913

²⁶ Anna u. Gustav Lilienthal »Die Lilienthal's«, Stuttgart und Berlin 1930 (Seite 87).

²⁷ Deutsches Museum, Führer durch die Sammlungen, München 1907

²⁸ Deutsches Museum, Bildnr. 33091

²⁹ Deutsches Museum, Plansammlung TZ 004083 / 1

³⁰ nach G. Halle, siehe Pos. Nr. 1

³¹ »Igo Etrich und seine Taube« Einzelschrift der Kriegswissenschaftlichen Abteilung der Luftwaffe, Wien 1942 (Seite 9)

Igo Etrich: »Die Taube-Memoiren des Flugpioniers Dr. Ing. h.c. Igo Etrich«, Wien, ca. 1963 (Seite 9)

³² Amtlicher Katalog der Weltausstellung Brüssel 1910 (Ausstellung Deutsches Reich), Berlin 1910

³³ Brief des DM an W.L. Moedebeck, Berlin, vom 8. Juli 1909

³⁴ G. Stoffers: »Deutschland in Brüssel 1910 – Die deutsche Abteilung der Weltausstellung«, Köln 1910 (Seite 48, 49)

³⁵ Briefe von Reichau & Schilling an das DM vom 5. April 1905 und 4. Mai 1907

³⁶ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 11. Mai 1907

³⁷ Katalog der Internationalen Sport-Ausstellung, Berlin 1907

³⁸ siehe Pos. Nr. 35

³⁹ Raimund Nimführ: »Wie alle Menschen fliegen werden«, Wien 1923, Seite 48

⁴⁰ Werner Schwipps: »Lilienthal«, (Seite 360), Berlin 1982

⁴¹ Brief des DM an Reichau & Schilling an das DM vom 25. August 1904

⁴² Postkarte von Reichau & Schilling an das DM vom 25. August 1904

⁴³ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 26. November 1904

⁴⁴ Brief des DM an Reichau & Schilling vom 7. 12. 1904

⁴⁵ Deutsches Museum, Bildnr. R1866

⁴⁶ Manuskript von G. Halle vom 14. Februar 1966, (Nicht- veröffentlicht) Deutsches Museum – Sondersammlung

⁴⁷ Anhand des gefleckten Hundes konnte die Abbildung genauer identifiziert werden. Dieser gleiche, auffällig gefleckte Hund ist auch auf einer Fotografie von Etrichs Werkstatt in Oberaltstadt zu sehen (Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, Heft 8, Seite 105, 1913)

⁴⁸ Raimund Nimführ: »Leitfaden der Luftschiffahrt und Flugtechnik«, Wien u. Leipzig, 1909 (Seite 180)

⁴⁹ Brief von Igo Etrich an das DM vom 27. September 1911

⁵⁰ siehe Pos. Nr. 46

⁵¹ Brief vom DM an Gustav Halle vom 25. August 1938

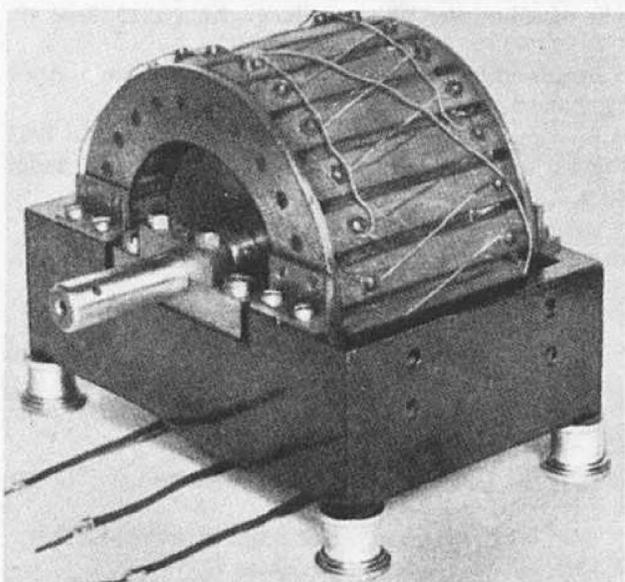
Gedenktage technischer Kultur

1.1.1937

Auf Veranlassung des Reichspostministers Wilhelm Ohnesorge wird in Berlin die »Forschungsanstalt der Deutschen Reichspost« gegründet. Vorrangigste Aufgabe der neuen Institution ist die zügige Fortentwicklung des Fernsehens.

3.1.1862

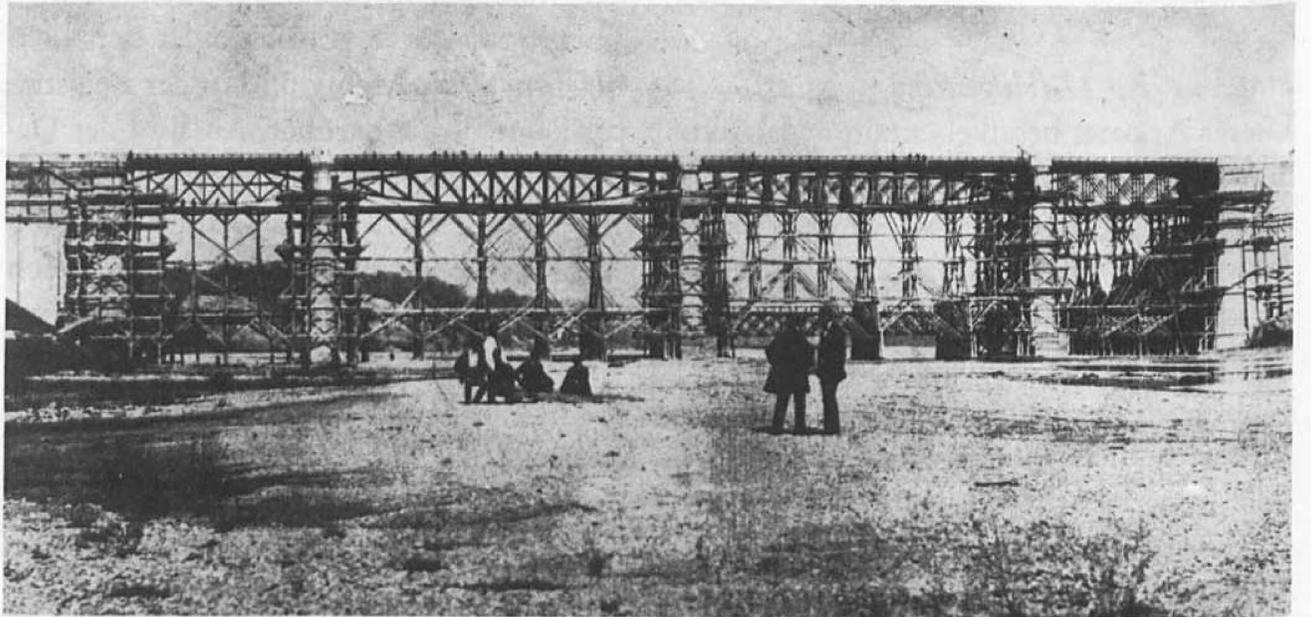
In St. Petersburg/Rußland wird Michael von Dolivo-Dobrowolsky geboren. Als junger Ingenieur bei der AEG in Berlin erfand er 1889 den Drehstrommotor mit Kurzschlußanker. Auch der Begriff »Drehstrom« wurde von ihm für den dreiphasigen Wechselstrom eingeführt. An dem epochemachenden Versuch elektrischer Kraftübertragung von Lauffen/Neckar nach Frankfurt/Main 1891 war er maßgeblich beteiligt.



1 Drehstrommotor von v. Dolivo-Dobrowolsky, 1889

3.1.1912

In München stirbt im 80. Lebensjahr der Brückenbau-Ingenieur Heinrich Gerber. 1857 hatte er in Olten/Schweiz seine erste



2 Von Gerber erbaute Großhesseloher Brücke, 1857

Brücke gebaut und im gleichen Jahr begann er — als Ingenieur der Nürnberger Cramer-Klettschen Maschinenfabrik — den Bau der Großhesseloher Brücke bei München. Später erfand er das System der Fachwerkträger mit freischwebenden Stützpunkten, das besonders bei weitgespannten, festen Brücken (Auslegerbrücken) Anwendung findet, so erstmals 1867 bei der Bamberger Sophienbrücke und bei der Haßfurter Mainbrücke.

6.1.1812

In Heilbronn/Neckar wird Karl von Etzel geboren. Nach Erlernung des Zimmermann-Handwerks und nach technischen Studien wurde er Ingenieur und Architekt. Als Planer und Erbauer von Eisenbahnstrecken trat er in Frankreich, Württemberg, der Schweiz und in Österreich erfolgreich auf. Sein größtes und letztes Werk, der Bau der Brennerbahn, machte seinen Namen weltbekannt. Die Vollendung dieser Bahn — er starb 1865 — hatte er jedoch nicht mehr erlebt.

13.1.1887

Nicolaus von Benardos und Stanislas Olshewsky nehmen das deutsche Patent DRP 38011 auf ihre Erfindung des elektrischen Lichtbogen-Schweißens. Dabei bildet die Kohle-Elektrode die Anode, das Werkstück die Kathode.

22.1.1887

In Monte Carlo/Monaco stirbt 84jährig Sir Joseph Whitworth. 1833 hatte er in Manchester eine Werkzeugmaschinenfabrik gegründet, die sich durch hervorragende Leistungen einen guten Namen machte. 1841 begründete er als erster ein einheitliches Maßsystem für Schrauben, das als »Whitworth-Gewinde« zum Begriff wurde. Die Queen Victoria erhob ihn 1869 in den Adelsstand.

24.1.1787

In Hannover wird Wilhelm August Julius Albert geboren. Nach juristischen, sodann bergwissenschaftlichen Studien in Göttin-

gen wurde er Ingenieur im Harzer Bergbau. 1825 zum Oberbergrat avanciert, wurde ihm 1836 die oberste Leitung des Harzer Berg-, Hütten- und Forstwesens übertragen. Seine experimentellen Arbeiten zur Verbesserung der Schachtförderseile führten 1834 zum Eisendrahtseil, das sich unter dem Namen »Albert-Geflecht« in den Gruben bahnbrechend einführte.

25.1.1912

Deutschlands erste 110 000-Volt-Fernkraftübertragung zwischen Laucha und Riesa in Sachsen wird von Emil Fischinger in Betrieb gesetzt.

28.1.1887

In Paris wird der Bau des großen Aussichtsturmes für die nächste Weltausstellung 1889 nach dem Projekt von Gustave Eiffel begonnen. Der Turm, der mit seiner beachtlichen Höhe von 300 m ein einzigartiges Denkmal für den Werkstoff Eisen darstellen sollte, wurde fristgerecht fertig und erhielt nach seinem genialen Erbauer den Namen »Eiffelturm«.



3 Der Eiffelturm im Bau. Foto von 1888

3.2.1862

In Paris stirbt 88jährig der Mathematiker, Physiker und Astronom Jean Baptist Biot. Nach gründlichem Ingenieurstudium in Paris wurde er Professor für Mathematik in Beauvais, ab 1800 Professor für Physik am Collège de France in Paris; ab 1809 vertrat er auch dort das Lehrfach Astrono-



KAISERLICHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

№ 179807 13101

KLASSE 21g. GRUPPE

AUSGEBEN DEN 19. NOVEMBER 1906.

ROBERT VON LIEBEN IN WIEN

Kathodenstrahlenrelais.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 4. März 1906 ab.

Die vorliegende Erfindung bezweckt, mittels Stromschwankungen kleiner Energie solche von großer Energie auszulösen, wobei Frequenz und Kurvenform der ausgelösten Stromschwankungen denen der auslösenden entsprechen.

Die diesem Zweck entsprechende Relaisanordnung ermöglicht es, durch die Wahl der Stärke des durch eine Entladungsröhre fließenden Stromes die im beeinflussenden Stromkreise vorhandenen Energiemengen zu multiplizieren und eignet sich daher für Fälle, wo eine derartige Multiplikation halb weiter Grenzen gefordert ist.

Sondere für manche Probleme (Übertragung der Sprache, Fernungen, Kabeltelephonie, Phonie, Verstärkung der Sprachübertragung usw.) kann die Anordnung von Vorteil sein, wenn manches Problem der Phonographie usw.

Um diesen Zweck zu erreichen, wird ein Kathodenstrahlrelais als ein Vakuum als Kathodenstrahlrelais bezeichnet, in dem Potentialen (etwa Kathodenstrahlen) zu emittieren, die durch die Kathodenstrahlenbeschleunigung und werden, in schwachen magnetischen Feldern stark abgelenkt, Kathodenstrahlen befinden sich hierin, um zu beeinflussenden Stromkreise und werden durch die schwachen Stromschwankungen eines zweiten unab-

hängigen Stromkreises magnetisch oder elektrostatisch verschoben. Diese Ablenkungen in der im folgenden die gewünschte Anordnung im Stromkreis erfolgen, die Letztere der Zeichnung zu entnehmen. Die Glühkathode ist durch eine Zuführungsröhre mit einem durch sie in die Form eines Hohlspiegels angeordneten Metallblech mit einer dünnen Schicht eines wirksamen Metalloxydes (CaO) überzogen. Wird nun das negative Potential der Stromquelle *b* an den beiden Enden der Kathode *k* durch die Batterie *b*, elektrisch in Hohlspiegel *k* angelegt, so entstehen Kathodenstrahlen, die sich in einem Brennpunkte (oder in einer Brenn-

PATENT-ANSPRUCH:

Kathodenstrahlenrelais für Stromwellen bis zu den höchsten Frequenzen, dadurch gekennzeichnet, daß langsame Kathodenstrahlen, in bekannter Weise von einer mit glühendem Metalloxyd bedeckten Hohlspiegelkathode ausgehend, durch die zu verstärkenden Stromwellen derart beeinflusst werden, daß sie in ihrem Stromkreise Wellen gleicher Frequenz, aber höherer Amplitude hervorrufen.

4 Erstes Liebenpatent und Verstärkeröhre, 1910

mie. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts gehörte er zu den Spitzenvertretern der Naturwissenschaft in Frankreich. 1820 führte er den Begriff der spezifischen Drehung der Polarisationssebene ein und stellte, zusammen mit Savart, magnetische Untersuchungen an, die zur Entdeckung des elektromagnetischen Grundgesetzes führten (Magnetische Wirkung eines Kreisstromes = Biot-Savartsches Gesetz).

11.2.1887

In München stirbt im 74. Lebensjahr Ferdinand von Miller, (erblich geadelt 1875, Vater von Oskar v. M.). 1844 wurde der aus Fürstenfeldbruck stammende Erzgießer Inspektor der königl. Eisengießerei in München und übernahm den Guß der von Schwanthaler modellierten fast 16 m hohen Bronze-Statue der »Bavaria«, die 1850 enthüllt wurde. 1878 erwarb von Miller die Kgl. Eisengießerei für sich und seine Erben. Neben zahlreichen bemerk-

werten Erzgüssen, die bis nach Amerika gelangten, ist sein letztes großes Standbild, die »Germania« auf dem Niederwald am Rhein (1883 enthüllt) zu erwähnen.

16.2.1937

Die Firma Du Pont de Nemours in Wilmington/Delaware, USA erhält auf die Kunstfaser »Nylon« den amerikanischen Patentschutz. Der Leiter der zuständigen Entwicklungsgruppe, Wallace Hume Carothers (1896–1937), der seit 1931 erfolgreich mit der Neopren-Rubber Produktion beschäftigt war und den zweckmäßigen Herstellungsprozeß für Nylon aus den Polyamiden fand, endete durch Selbstmord.

19.2.1912

Die Erfindungsrechte auf die gasgefüllte Verstärkeröhre mit Glühkathode Robert

von Liebens, nach Reichspatenten von 1906 und 1910, gehen auf ein deutsches Industrie-Konsortium über, das aus den Firmen AEG, Felten & Guilleaume, Siemens & Halske sowie Telefunken besteht und sich den Namen »Lieben-Konsortium« gibt. Damit begann auf dem Gebiet der Verstärkertechnik eine fruchtbare Entwicklung und die rasche Einführung von Verstärkern in der Nachrichtentechnik.

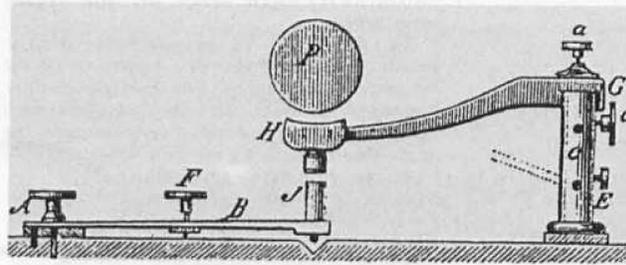
22.2.1812

In Berlin stirbt 62jährig Carl Friedrich Bückling. Nach dem Besuch der Freiburger Bergakademie unternahm er 1779 technische Studienreisen nach Frankreich, Skandinavien und England. Insbesondere brachte er die Kenntnis des Baues von Dampfmaschinen als erster nach Deutschland. Im Auftrag des preußischen Ministers v. Heynitz konnte er bei Hettstedt unfern Eisleben 1785 *Deutschlands erste Dampfmaschine*, zur Entwässerung der

Kupfergruben, erbauen. 1790 wurde ihm die Leitung des Maschinenwesens in Preußen übertragen.

25.2.1837

Im Physikalischen Verein zu Frankfurt/Main führt der Mechaniker Johann Philipp Wagner erstmals seinen selbsttätigen elektrischen Unterbrecher vor, der später als »Wagnerscher Hammer« in der Elektrotechnik, namentlich in der elektrischen Telegrafie Anwendung fand. Die auch anzutreffende Bezeichnung »Neef-scher Hammer« ist irrtümlich und unbe-



6 Elektr. Unterbrecher, »Wagnerscher Hammer«, 1837

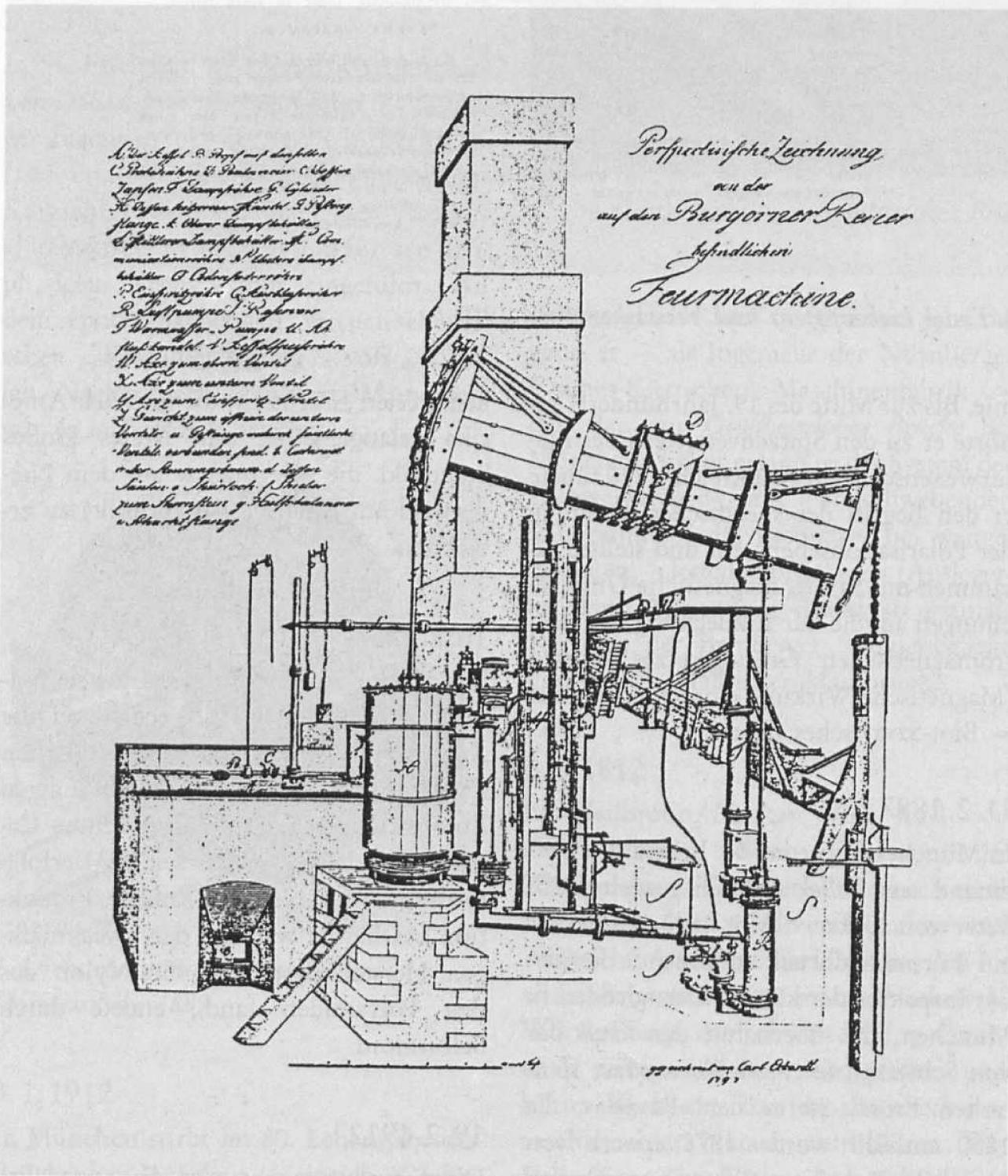
rechtigt; Neef hatte diese Erfindung lediglich bekannt gemacht.

5.3.1512

In Rupelmonde unfern Antwerpen wird Gerhard Kremer geboren. Er bildete sich in Löwen studierend zum Geographen und Kartenzeichner und ist unter seinem latinisierten Namen *Mercator* in die Geschichte eingegangen. Ab 1552 wohnte er in Duisburg. Von ihm stammt die winkeltreue Zylinderprojektion bzw. die nach ihm benannte Mercator-Projektion für See- und Weltkarten, die er zunächst in seinem 1569 erschienenen Kartenwerk »Nova et aucta orbis terrae descriptio ad usum navigantium...« der wissenschaftlichen Welt bekannt gab.



7 Portr. Gerhard Kremer, gen. Mercator



5 Erste deutsche Dampfmaschine, Hettstedt 1785

6.3.1787

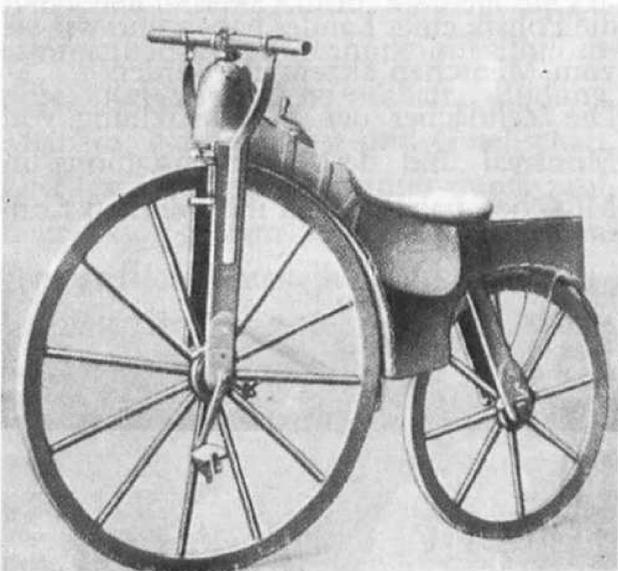
In Straubing wird Joseph Fraunhofer geboren. 1799 begann für ihn in München die Vorbereitung, später die Ausbildung als Optiker in einem Glaserbetrieb. 1806 trat er in das Mathematisch-Mechanische Institut von G. Reichenbach ein, welches 1807 nach Benediktbeuern verlegt wurde. Hier entwickelte Fraunhofer eine rege technisch-wissenschaftliche Arbeit, besonders im Bau von Fernrohren, die bald — im In- und Ausland — zu den besten ihrer Zeit gerechnet wurden. 1814 wurde er Reichenbachs Teilhaber, 1824 erhob ihn der bayerische König in den persönlichen Adelsstand. Die Fraunhofer-Glashütte, beim Kloster Benediktbeuern gelegen, ist heute als Museumsobjekt zu besichtigen.



8 *Portr. Joseph von Fraunhofer*

8.3.1812

In Oberndorf bei Schweinfurt wird Philipp Moritz Fischer geboren. Als Mechaniker und Klavierbauer versah er zu seiner eigenen Bequemlichkeit 1853 ein Drais-Laufrad an der Vorderradachse mit Tretkurbeln als einer der ersten, die eine derartige Verbesserung des Laufrades vornahmen. Seinem Sohn Friedrich gab er Veranlassung, eine Fahrrad-Werkstatt zu gründen, der dann später eine Gußstahl-Kugelfabrik zur Herstellung von Kugellagern in Schweinfurt folgte, die heutige Firma »Kugel-Fischer«.



9 *Laufrad mit Tretkurbeln, von Ph. M. Fischer, 1853*

13.3.1387

Eine Urkunde erwähnt den in Freiburg/Breisgau gelegenen *Gasthof »zum Roten Beren«*. Dies ist der urkundlich frühest erwähnte Gasthof Deutschlands. Ein anderes Gasthaus jener Zeit ist der »Riese« in Miltenberg. Bis zur hochtechnisierten Ho-

tellerie unserer Tage war es noch ein weiter Weg. Sowohl der »Bären« in Freiburg als auch der »Riese« in Miltenberg bestehen noch heute.

13.3.1937

In Swampscott/Massachusetts, USA stirbt fast 84jährig Elihu Thomson einer der Pioniere der Starkstromtechnik in den USA. 1886



hatte er – fast gleichzeitig mit Benardos/Olszewsky – ein elektrisches Lichtbogen-Schweißverfahren entwickelt, 1890 baute er den ersten Hochfrequenz-Generator. Thomson gehört zu den Gründer-Vätern der General Electric Corporation.

23.3.1912

In Wirsitz bei Posen wird Wernher von Braun geboren. Achtzehnjährig nahm er an Rudolf Nebels Raketenversuchen in Berlin Anteil. Seine Studien an der ETH Zürich und an der TH Berlin-Charlottenburg beschloß er mit einer raketentechnischen Dissertation als Doktor der Physik, als Zweiundzwanzigjähriger. Die Raumfahrtpläne wurden dann durch militärische Aspekte überlagert und führten im Zweiten Weltkrieg zur »V 2«. Nach 1945 konnte v. Braun seine Raketenforschungen in Amerika fortsetzen. 1961 ernannte Präsident Kennedy ihn zum Leiter des Apollo-Raumfahrt-Programms, das mit der ersten Landung von Menschen auf

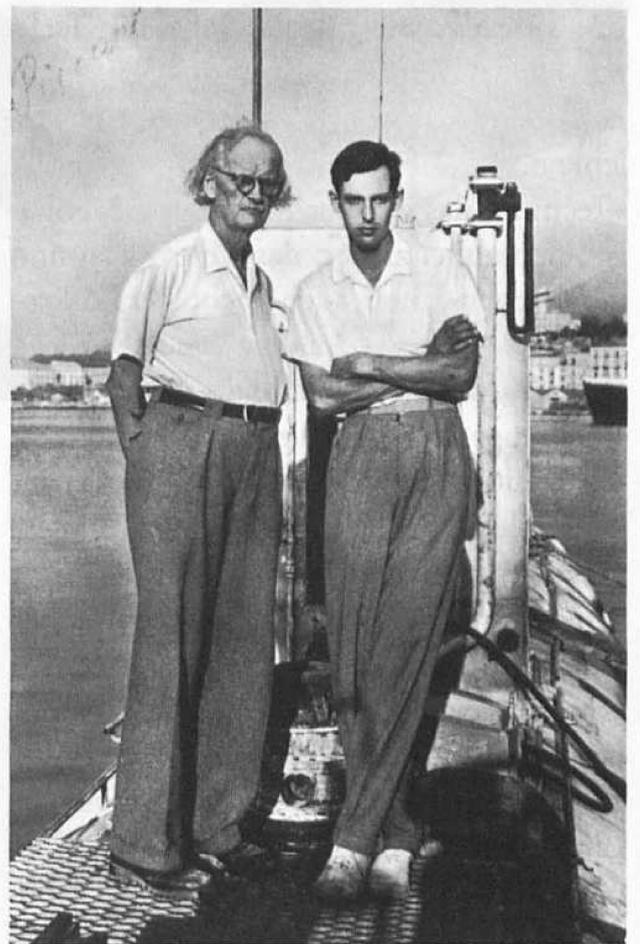


11 *Portr. Wernher von Braun*

dem Monde 1969 seinen glanzvollen Höhepunkt erlebte. In seinen letzten Jahren an Krebs leidend, beschäftigte v. Braun sich mit energiewirtschaftlichen Problemen, die als sein Vermächtnis nach der Katastrophe von Tschernobyl wieder aktuelle Beachtung verdienen.

25.3.1962

In Lausanne stirbt 78jährig Professor Auguste Piccard. Nach dem Studium an der ETH Zürich wurde er Professor der Physik und wirkte als solcher ab 1922 in Brüssel. Seine Forschungen galten den kosmischen Höhenstrahlungen. 1931 und 1932 unternahm er mit einer festen Kugelgondel Ballonaufstiege, die ihn bis in 16 900 m Höhe führten. Danach widmete er sich Forschungen in Tiefstbereichen des Meeres, auch wieder verbunden mit praktischen Versuchen. 1953 erreichte er, zusammen mit seinem Sohn Jacques, im Golf von Neapel eine Tiefe von 3150 m in einem Spezial-Kleinsttauchboot »Trieste«.



12 *Auguste und Jacques Piccard, 1953*

Berichtigung zu den Gedenktagen in Heft 3/1986, S. 206:

26.11.1836

Das Porträt des Straßenbauers John Loudon Macadam (nicht Mc. Adam) ist versehentlich beim nachfolgenden Kurzvita für Ernst Heckel gedruckt worden.

CHARLOTTE SCHÖNBECK



Mensch und Technik

– Eine Kulturenzyklopädie der Technik –

»Wegen der Größe der Frage, was aus dem Menschen werden kann, ist die Technik heute vielleicht das Hauptthema für die Auffassung unserer Lage. Man kann den Einbruch der modernen Technik und ihrer Folgen für schlechthin alle Lebensfragen gar nicht überschätzen.«¹ Diese Worte von Karl Jaspers aus dem Jahr 1955 gelten für eine Generation später in noch größerer Schärfe. Daraus ergibt sich für uns die entscheidende Aufgabe, die Technik nicht nur zu benutzen oder zu erdulden, sondern sie zu verstehen und zu lenken.

»Technik, das ist aber nicht der Kistennagel, Schraubenzieher, das Mikroskop und dergleichen«² und auch nicht der Mikroprozessor oder die Ausrüstung eines Kernforschungslabors. Die einfachen Handwerkzeuge und auch die komplizierten Instrumente und Gegenstände moderner Technologie, sie gehören zur Technik, aber sie sind nicht *die* Technik. Selbst wenn wir noch die Vielfalt technischer Verfahren und Prozesse – angefangen vom Umgang mit dem Hammer bis hin zur Steuerung einer Rakete – mit einbeziehen, erfassen wir noch immer nicht das ganze Phänomen »Technik«. Genügt es nun, wenn wir die Berechenbarkeit technischer Vorgänge, die Anwendung der Naturgesetze und das Funktionieren technischer Systeme hinnehmen? – Wir meinen, daß man erst dann sinnvoll von *der* Technik sprechen kann, wenn man sowohl das Erfinden, Planen, Konstruieren und Realisieren technischer Ideen durch

den Menschen, den Zweck technischer Geräte für unser Leben und die weitreichenden Auswirkungen auf den Menschen mit einbezieht. Von Technik zu sprechen ohne zugleich vom Menschen zu sprechen, ist sinnlos.

In unseren Überlegungen haben wir noch eins außer acht gelassen: Die Technik ist keine Erfindung unserer Zeit, sie ist seit Anbeginn eng mit der Entwicklung der Menschheit verbunden, die Technik ist »nicht nur so alt wie die Menschheit, sondern wir können sogar erst durch den Nachweis des technischen Verhaltens darauf schließen, daß wir es mit Menschen zu tun haben«.³

Wenn wir nun verstehen wollen, was Technik ist und auf welche Weise Technik »schlechthin alle Lebensfragen« tangiert – wie es Karl Jaspers sagt –, dann müssen wir die Technik als geschichtsträchtige Kraft mit ihren verzweigten Wechselwirkungen auf *alle* Kulturbereiche erfassen. Einen Beitrag zu dieser komplexen und

schwierigen Aufgabe will die Georg-Agricola-Gesellschaft mit der Herausgabe des sechsbändigen Werkes »Mensch und Technik« leisten. Diese Kulturenzyklopädie ist keine Erfindungsgeschichte und keine Geschichte der Ingenieurwissenschaften, sie ist die Geschichte des Kulturfaktors Technik für den Einzelnen und die Gesellschaft.

Um das an Beispielen deutlich zu machen: Brücken gehören seit alters her zu den großen technischen Leistungen des Menschen (Abb. 1). In der Kulturenzyklopädie der Technik geht es nun nicht in erster Linie um die Geschichte des Brückenbaus vom einfachen Steg bis zur modernsten Schrägkabelbrücke, sondern es geht darum zu zeigen, welche Funktionen Brücken für den Verkehr, die Wirtschaft, die Politik eines Landes haben und wie sie vom Menschen akzeptiert werden.

Die Zeltedächer der Weltausstellung von Montreal und des Olympiastadions in München haben durch ihre kühnen Kon-



1 Römerbrücke »Pont du Gard« bei Nîmes (Frankreich). Mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Fritz Leonhardt.

struktionen weltweit Aufsehen erregt. In »Mensch und Technik« wird bei der Behandlung »tragender Netze« (Abb. 2) herausgearbeitet, wie es durch die Kenntnis dieser technischen Netzkonstruktionen möglich wurde, die Netze in der Natur in ihrer Bauweise und Belastbarkeit zu verstehen. Durch Fortschritte in der Technik sind auch Fortschritte im Naturverständnis möglich.

In diesem Werk soll ein umfassendes Verständnis, das von den extremen Positionen der »Feindlichkeit« und der »Verherrlichung« gleich weit entfernt ist, vermittelt werden nicht nur für den Fachmann, sondern auch für den Vertreter anderer Fachrichtungen. »Mensch und Technik« soll eine Brücke schlagen zwischen Naturwissenschaften und Geisteswissenschaften. Weil die Geschichte der Technik immer noch ein Schattendasein fristet, hören Ingenieur und Naturwissenschaftler an den Hochschulen nur wenig oder gar nichts von dem Wandel, den sie selbst in den Bereichen außerhalb ihres Faches hervorrufen. Aber auch die Geisteswissenschaftler erfahren viel zu wenig von der Technik und ihrem kulturellen und gesellschaftlichen Einfluß.

Die Kulturenzyklopädie »Mensch und Technik« gibt durch die Beiträge vieler namhafter Gelehrter einen Überblick über die tiefgreifenden wechselseitigen Einwirkungen von Technik und anderen Bereichen unserer Kultur. Sie zeigt die Zusammenhänge der Technik mit Philosophie, Religion, Wissenschaft, Bildung, Medizin, Natur, Kunst und Gesellschaft. Die Texte werden unterstützt durch zahlreiche, zum großen Teil farbige Abbildungen, grafische Darstellungen und Karten. Besonders interessante Einzelthemen werden in Form von Bilddoppelseiten in Wort und Bild vorgestellt. Literaturhinweise geben die Möglichkeit zu weiterer Information.

Das Gesamtwerk und seine Gliederung

Band 1 Technik und Philosophie/
Technik und Religion

Band 2 Technik und Wissenschaft

Band 3 Technik und Bildung/
Technik und Medizin

Band 4 Technik und Natur

Band 5 Technik und Kunst

Band 6 Technik und Gesellschaft

In den sechs Bänden werden *unter anderem* folgende Themen angesprochen:

Band 1

Technik und Philosophie/Technik und Religion

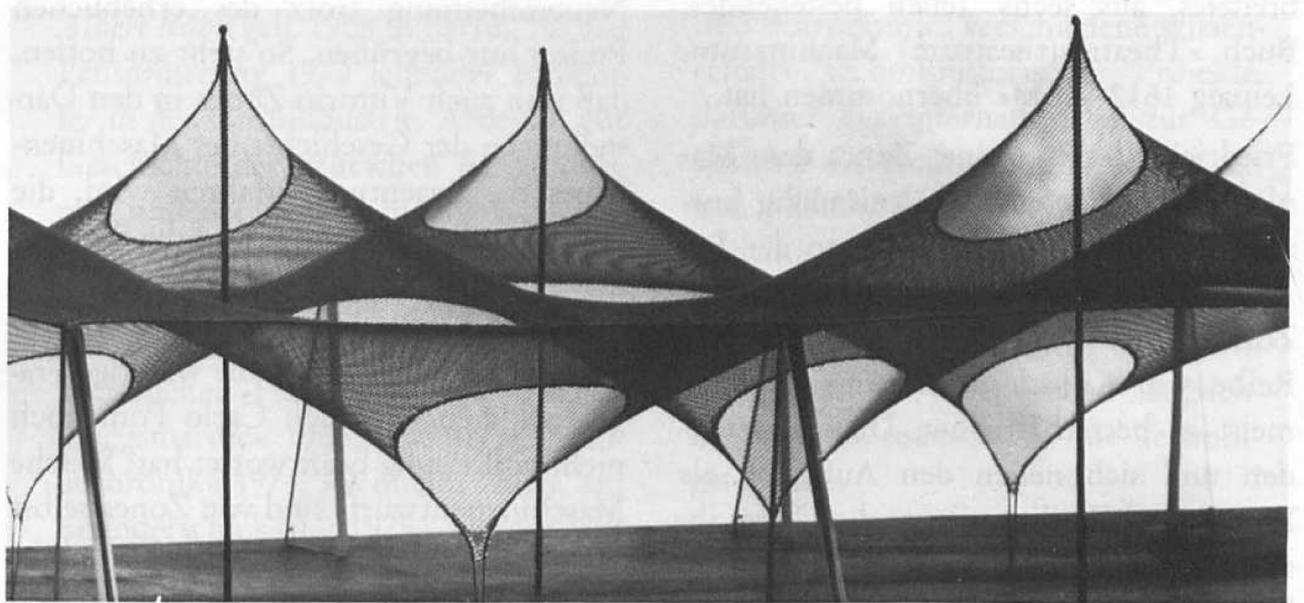
Varianten des Technikbegriffes/Technikphilosophie und Gesellschaftssysteme/Kritik und Rechtfertigung der Technik im Wandel der Zeit/Wie weit reicht die Verantwortung der Ingenieure?/Technik als Garant des Fortschritts?

Stellung der Technik in den Natur- und Hochreligionen/Genügen die zehn Gebote für das technische Zeitalter?/Technik als göttlicher Auftrag oder als Eingriff in die Schöpfungsordnung? Pflichten der Kirche in der heutigen Gesellschaft

Band 2

Technik und Wissenschaft

Moderne Archäologie und moderne Technik/Revolutionierung der numerischen



2 Modell einer Netzkonstruktion, bei der die Netzflächen zwischen Hochpunkten an den Spitzen der Stützen und den Tiefpunkten auf der Grundplatte aufgespannt ist. Mit freundlicher Genehmigung des Instituts für leichte Flächentragwerke, Stuttgart.

Mathematik durch Computer/Technik in der Kriminalistik/Quantitative Methoden in der Geschichtswissenschaft/Von der Überlistung der Natur zur Anwendung ihrer Gesetze/Wissenschaft bewirkt die zweite industrielle Revolution

Band 3

Technik und Bildung/Technik und Medizin

Ist technisches Wissen Bildung?/Betriebe übernehmen Bildungsaufgaben/Funk und Fernsehen als Mittel der Bildung/Bildungskrise durch Computer?/Verständnis der Technik durch Popularisierung? Technik und Berufskrankheiten/Medizi-

nische Instrumente im Wandel der Zeit/Künstliche Gliedmaßen/Diagnosehilfen durch neue Methoden der Kernphysik/Einsatz von »Maschinen« zur Erhaltung von Lebensfunktionen

Band 4

Technik und Natur

Naturauffassung im Wandel der Zeit/Spannungsverhältnis von Natur und Technik bei den Industrienationen/Technik verändert die Landschaft/Natürliches Bauen/Sanfte Techniken/Angemessene Technik für Entwicklungsländer

Band 5

Technik und Kunst

Einheit von Technik und Kunst in der Renaissance/Neue Techniken – neue Baustile/Technik entlarvt Kunstfälschun-

gen/Ist Computergraphik Kunst?/Mensch und Maschine als Thema in der Literatur/Technik und Musik

Band 6

Technik und Gesellschaft

Soziale Umwälzungen durch Industrialisierung/Herrschaft der Technokraten?/Veränderungen der Lebensgewohnheiten durch die Technik/Bürgerprotest gegen Großtechnik/Mehr oder weniger Lebensqualität durch die Technik?/Brauchen wir Technik zum Überleben?

¹ Karl Jaspers, Vom Ursprung und Ziel der Geschichte, 1955, S. 98

² Friedrich Dessauer, Mensch und Technik, Physikalische Blätter, 9. Jg, H. 10, 1953, S. 433

³ Arnold Gehlen, Mensch und Technik, BASF, 3. Jg. 1953, H. 1, S. 33

»Mensch und Technik« – Eine Kulturenzyklopädie der Technik – erscheint bei der Georg-Agricola-Gesellschaft in Zusammenarbeit mit dem Bertelsmann LEXIKOTHEK Verlag (Gütersloh) zum Subskriptionspreis von 165,- DM pro Band. Anfragen und Bestellungen sind zu richten an: Georg-Agricola-Gesellschaft, Gesch. Vorstandsmitglied Rudolf Gabrisch, Tersteegenstraße 28, 4000 Düsseldorf 1

Für Sie gelesen:

Vittorio Zonca

Novo teatro di machine et edificii. 1607. A cura di Carlo Poni. Mailand: Ed. il Polifilo, 1985. LVIII, 117 S. ital. Lire 120 000.

Wenig ist im deutschsprachigen Schrifttum über Vittorio Zonca zu finden. Theodor Beck widmet ihm in seinen »Beiträgen zur Geschichte des Maschinenbaues« ein Kapitel, in dem er eine Auswahl von Maschinenentwürfen aus dem Buch »Novo teatro di machine et edificii« analysiert. Franz Maria Feldhaus weist in einem kurzen Absatz in seiner »Kulturgeschichte der Technik II« darauf hin, daß der Leipziger Architekturstudent Heinrich Zeising 23 der insgesamt 42 technischen Entwürfe aus jenem Werk Zoncas in sein weitverbreitetes, aus sechs Teilen bestehendes, Buch »Theatri (theatrum) Machinarum, Leipzig 1612–1614« übernommen hat.

Friedrich Klemm ordnet Zonca dem Manierismus zu, jener verhältnismäßig kurzen Epoche, die die Brücke von der Renaissance zum Barock bildet. Damit steht Zonca in der Nachbarschaft einer ganzen Reihe von Künstleringenieuren, die zu meist in herrschaftlichen Diensten standen und sich neben den Aufgaben als Kriegs- und Zivilingenieure die Gunst ihrer hochgeborenen Dienstherrn durch allerlei technische Kuriositäten und Spielereien zu erhalten suchten. Hierzu gehören Jacques Besson, Ingenieur und Mathematiker am Hofe Karls IX. von Frankreich oder Jean Errard, der Ingenieur des Herzogs von Lothringen und Bar-le-Duc; vor allem auch Agostino Ramelli, der als Ingenieur noch unter dem Einfluß Leonardo da Vincis stand, und schließlich auch Salomon de Caus, der im Dienst des Pfalzgrafen Friedrich V. einen Flügel des Heidelberger Schlosses baute, und dort den berühmten Schloßgarten anlegte.

Das curriculum vitae von Vittorio Zonca ist bisher nur fragmentarisch bekannt geworden: Er lebte von 1568 bis 1602; stand im Dienste seiner Heimatstadt Padua und war dort als angesehener Baumeister und weitbekannter Aufseher über die technischen Einrichtungen und Anlagen der Stadt tätig.

Die erste Ausgabe von Zoncas Werk »Novo teatro di machine et edificii« erschien erst fünf Jahre nach seinem Tode 1607 in

Padua. Sie ist die Grundlage der von Edizioni Il Polifilo, Mailand besorgten Neuauflage. Carlo Poni — Historiker am Istituto Universitario Europeo, Badia Fiesolana — hat dem Faksimiledruck einen ausführlichen Kommentar von 45 Seiten über das Leben, das Werk und das »Novo teatro« des Vittorio Zonca vorangestellt. Eine englische Kurzfassung dieser Einführung stellt für denjenigen, der die italienische Sprache nicht so geläufig beherrscht, die wesentlichen Gedanken der Arbeit heraus.

So liegt nun neben den Maschinenbüchern von Agostino Ramelli, Besson, Fausto Veranzio, Francesco di Giorgio Martini ein weiteres, bedeutendes ingenieurtechnisches Werk jener so wichtigen Epoche in einer sehr brauchbaren Neuauflage vor. Der Technikhistoriker kann die Neuerscheinung trotz des erheblichen Preises nur begrüßen. So steht zu hoffen, daß nun auch Vittorio Zonca in den Darstellungen der Geschichte des Maschinenbaues die Beachtung erfahren wird, die ihm eigentlich zukommt und die ihm bisher nur ungenügend zuteil wurde, weil sein Buch für Studien nur schwer erreichbar war. So ist vor allem die wichtige Frage zu klären, die auch Carlo Poni noch nicht vollständig beantwortet hat: Welche Maschinenentwürfe sind von Zonca selbst »erfunden« worden oder wo behandelt er die Erfindungen anderer gewissermaßen in zweiter Hand. Offen ist auch die Frage, welche Maschinen wurden tatsächlich ausgeführt und wo handelt es sich um Erfindungsideen. Auch die Bedeutung der Abbildungen in diesem Buch für die Entwicklung des Maschinenzeichnens ist noch zu bearbeiten.

Jenseits solcher analysierender Betrachtung ist Zoncas Maschinenbuch auch ein ästhetischer Genuß. Die 42 Abbildungen — im Original sind es Holzschnitte — sind durchweg dekorativ, besonders dadurch, daß sie von hantierenden Personen belebt werden; sie verraten im Aufbau und in vielen Details ganz deutlich den Geist und Stil des Manierismus. So ist das Buch auch als kostbares Geschenk geeignet und wird dem an der »cultura politecnica« Interessierten sicher viel Freude bereiten.

Ernst H. Berninger

Humanismus und Medizin. Deutsche Forschungsgemeinschaft; Hrsg. von Rudolf Schmitz und G. Keil (Mitteilung XI der Kommission für Humanismusforschung), Acta humaniora, Weinheim 1984, IX, 199 S., 17 Abb., ISBN 3-527-17011-1, DM 62,—

Der vorliegende Band ist dem Thema »Humanismus und Medizin« gewidmet und wurde von zwei profilierten Fachgelehrten, R. Schmitz und K. Keil, herausgegeben. Er erschien in der Reihe der Veröffentlichungen der Kommission für Humanismusforschung, die es sich zum Ziel gesetzt hat, die so schwierig zu fassende, komplexe Epoche der Renaissance in möglichst vielen Einzeldisziplinen und Teilaspekten zu erforschen. In dieser Zeit der »Wiedergeburt«, die man heute zu meist mit Petrarcas Geburt (1304) beginnen und mit Tassos Tod (1595) enden läßt — sie erstreckt sich also über fast 300 Jahre —, setzt J. Burckhardt das Erwachen des Individuums und seine Ausprägung zum modernen Menschen an.

Im vorliegenden Sammelband wird in zehn Beiträgen von renommierten Vertretern der Pharmazie-, Medizin-, (Al)Chemiegeschichte sowie der Geisteswissenschaften dargelegt, wie sich die mittelalterliche Heilkunde von ihren starren, scholastischen Formen ablöste und im Geist des Humanismus neue Inhalte und damit auch eine anerkannte Stellung im offiziellen Wissenschaftskanon bekam. So werden u. a. die Rezeption der Antike, der Einfluß der Magie, der Arzneimittelbegriff, der Begriff der Autorität, die »Alchemia medica« (d. h. die paracelsische Verknüpfung von Medizin und Alchemie) sowie die Bedeutung von Leonardo da Vinci (1452 – 1519), als dem Begründer der wissenschaftlichen anatomischen Demonstrationszeichnung, und von William Harvey (1578 – 1657), dem Entdecker des großen Blutkreislaufes, genauer untersucht und von den verschiedensten Seiten beleuchtet. Die zugehörigen Einzelaufsätze zeichnen sich durch hohes wissenschaftliches Niveau aus und liefern zahlreiche neue Forschungsdetails. Obwohl die Fülle des Materials manchmal fast erdrückend wirkt, sind die Aufsätze in ihrer Mehrzahl trotzdem flüssig und gut lesbar geschrieben. Zur Einführung besonders hilfreich ist das von den Herausgebern verfaßte Vorwort, in dem mit knappen Worten ein

guter Überblick über den doch recht komplexen Themenkreis des vorliegenden Sammelbandes gegeben wird. Die einzelnen Artikel richten sich mit ihren ungewöhnlich kenntnisreichen und gründlich recherchierten Anmerkungen zwar vorwiegend an den Fachhistoriker, bieten aber auch dem interessierten Laien manche wertvolle Information. Wer denkt etwa heute bei Worten wie Pharma-Indu-

strie, Pharma-Referent usw. noch daran, daß der in der Renaissance für Heilmittel am häufigsten verwendete Ausdruck »pharmakon« sich ursprünglich vom Griechischen ableitet und eigentlich »Zauber-«, bzw. »Blendwerk« bedeutet? Oder wer weiß schon, daß gerade in der Zeit des Humanismus die Gesundheit der Wissenschaftler ein wichtiges Thema wurde und daß deshalb eine Reihe von ge-

sunderhaltenden Vorschriften, also bereits eine berufsspezifische Diätetik als Anleitung zur richtigen Lebensführung entstand?

Abschließend darf die fehlerfreie und typographisch sorgfältig gestaltete äußere Form des inhaltlich gewichtigen Bändchens nicht unerwähnt bleiben.

Karin Figala

UNSERE AUTOREN

Jobst Broelmann, Dipl.-Ing., geb. 1943, Studium des Schiffbaus an der TH Hannover, der University of Bristol und der Universität Hamburg. Forschungsarbeiten an der Universität Hamburg. Konstruktionsingenieur für die MAN, Neue Technologie, München. Mehrjährige Studienreisen. Seit 1981 am Deutschen Museum, zunächst für die Raumfahrt, dann verantwortlich für die Schifffahrt.

Hanns-Erik Endres, geb. 1953. Studium der Physik an der Technischen Universität München und ETH Zürich. Studium an der Abteilung Dokumentarfilm der Hochschule für Fernsehen und Film in München. Seit 1982 freie Mitarbeit am Deutschen Museum.

Dr. Hans Joachim Holtz ist technisch-wissenschaftlicher Journalist. Er studierte Publizistik und Soziologie mit technischen Nebenfächern an der Technischen Hochschule Karlsruhe und der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Hans Holzer, Dipl.-Ing. (FH), geb. 1951, abgeschlossene Berufsausbildung als Flugtriebmechaniker, Studium an der Fachhochschule München, Fachbereich Fahrzeugtechnik. Seit 1977 Sachbearbeiter in der Abteilung Luft- und Raumfahrt.

Leonhard Löffler, geb. 1927, ist Feinmechaniker und seit 1950 im Deutschen Museum beschäftigt. Zunächst war er in der Abteilung Physik tätig, später in

der zentralen Registratur. Seit 9 Jahren ist er Mitarbeiter der Studiensammlung und mit Dokumentationsaufgaben betraut.

Albert Röhr, geb. 1908 in Berlin, bis zur Pensionierung 1973 leitender Einkäufer in der Großindustrie. Arbeiten zur Geschichte der deutschen Kriegsmarinen und der deutschen überseeischen Schutzgebiete. Mitverfasser der siebenbändigen »Geschichte der deutschen Kriegsschiffe«, 1977/83. Autor der Fachbücher »Handbuch der deutschen Kriegsmarine« 1963, »Deutsche Marinechronik« 1974, »Wilhelm Bauer, ein Erfinderschicksal« 1975, »Bilder aus dem Museum für Meereskunde in Berlin 1906—1945« 1981. Veröffentlichungen in einschlägigen Fachzeitschriften. Ehrenamtliche Mitarbeit in der Abteilung Schifffahrt des Deutschen Museums.

Dr. Helmut Schubert, geb. 1950, studierte Physik an der Technischen Universität München und promovierte mit einem Thema aus der experimentellen Festkörperphysik. Anschließend war er Mitarbeiter an einem internationalen Projekt zur Geschichte der Festkörperphysik. Seit 1985 arbeitet er an dem Projekt »Wissenschaftstransfer in Kernphysik und Elektronik«, das — von der Stiftung Volkswagenwerk finanziert — am Deutschen Museum durchgeführt wird.

Dr. Jürgen Teichmann, geb. 1941. Studium der Physik (Dipl.-Phys.), der Ge-

schichte der Naturwissenschaften mit Wissenschaftstheorie und neuerer Geschichte (Dr. rer. nat.). Museumsdirektor am Deutschen Museum, verantwortlich für die Abteilungen Bildung und Astronomie. Verschiedene wissenschafts-/technikhistorische Projekte, darunter ein internationales zur Geschichte der Festkörperphysik (Dr. rer. nat. habil. mit einer Arbeit zur Geschichte der Farbzentrenforschung). Veröffentlichungen insbesondere zur Geschichte der Elektrizität, der Astronomie und der didaktischen Möglichkeiten der Wissenschafts- und Technikgeschichte.

Dr. Sigfrid von Weiher, geb. 1920, Technik- und Industriegeschichtler, gründete 1939 die »Sammlung von Weiher zur Geschichte der Technik«. 1951—1983 Archivar, seit 1960 Leiter des Siemens-Archivs. 1970—1982 Lehrbeauftragter für Industriegeschichte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Ehrenmitglied des VDI, seit 1938 Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Georg-Agricola-Gesellschaft. Aufsätze und Bücher zur Technik- und Industriegeschichte.

Dr. Timm Weski, geb. 1950, Studium der Vor- und Frühgeschichte, Geschichte und Volkskunde. Aktiver Segler seit 1957. Veröffentlichungen in verschiedenen prähistorischen Fachpublikationen, zwei Beiträge über die Arbeitsboote des Steinhuder Meers und eine Studie über Navigationsmethoden ohne Instrumente.



*Liebes Mitglied des Deutschen Museums,
lieber Leser von Kultur & Technik,*

das vergangene Jahr hat uns mit dem Konkurs des Thiemig Verlages vor große Probleme gestellt, da wir nicht nur die Geschäftsbeziehungen aufzulösen hatten, sondern auch die Zeitschrift in eigener verlegerischer Verantwortung herausbringen mußten. Wir haben uns nach Kräften bemüht, in dieser schwierigen Zeit die Kontinuität in Inhalt und Ausstattung zu wahren. Bedauerlicherweise konnten wir manche Unregelmäßigkeiten nicht vermeiden und wir danken Ihnen für Verständnis und Geduld.

Ab 1987 wird der Verlag C.H. Beck unser neuer Partner sein. Wir freuen uns darüber und sind überzeugt, daß die Zusammenarbeit fruchtbar sein wird. Wir wünschen uns mehr Aktualität, sorgfältige redaktionelle Betreuung, Eingehen auf Anregungen und regelmäßig pünktliche Auslieferung. Wir möchten uns künftig verstärkt der gestellten Aufgabe widmen, die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für die Kulturgeschichte und die Wechselbeziehungen mit anderen Wissenschaften, mit Wirtschaft und Gesellschaft darzustellen. So glauben wir, dazu beitragen zu können, daß der Abstand zwischen dem Menschen und der Technik geringer wird und der Mensch die Technik besser beherrschen lernt.

Dabei ist es ein wichtiges Ziel, durch gemeinsame Anstrengungen und stärkere finanzielle Unterstützung die Qualität der Zeitschrift zu verbessern, ihren Umfang zu vergrößern und vor allem den Kreis der Mitglieder zu erweitern. Wir hoffen, Sie so für ihre Anhänglichkeit zu entschädigen. Haben Sie herzlichen Dank für Ihre bisherige Treue und helfen Sie mit, unserer Zeitschrift neue Freunde zu gewinnen.

*Mit freundlichem Gruß
Deutsches Museum*

Professor-Auer-Experimentalvorträge

Prof. Dr. Ingo Rentschler · Ludwig-Maximilians-Universität, München · Medizinische Fakultät

BILDERRÄTSEL

Zur Physik und Psychophysiologie des Sehens

Teil 1:

Mittwoch, 26.11.1986, 19.00 Uhr

Teil 2:

Mittwoch, 17.12.1986, 19.00 Uhr

Vortragssaal I · Kongreßzentrum · Eintritt frei

Kennen Sie diese
drei großen Europäer?



Heimatbank – und dennoch europaweit zu Hause

● In Österreich, Schweiz und Südtirol machen Sie oft die Bekanntschaft einer Raiffeisenbank. Haben Sie schon gewußt, daß die Crédit Mutuel in Frankreich oder die Rabobank in Holland ebenfalls „Raiffeisenbanken“ sind? Daß wir Genossenschaftsbanken das dichteste Bankennetz in Europa haben?

● Mit dem eurocheque können Sie in ganz Europa zahlen oder Bargeld abheben.

● Und mit der Eurocard zahlen Sie einfach per Unterschrift. In Hotels, Restaurants, Reisebüros und Geschäften mit den Eurocard-Zeichen.

Immer mehr Bürger wissen unser umfassendes Service- und Leistungsnetz zu schätzen. Sie auch?



Raiffeisenbank



Thomas Nipperdey

**Deutschlands Weg
in die Moderne –
Einsichten eines
großen Historikers**

Thomas Nipperdey
ist Professor für Neuere
Geschichte an der Universität
München. Neben zahlreichen
Veröffentlichungen erschien
im Verlag C. H. Beck
bereits sein Werk

**Deutsche Geschichte
1800–1866**

Bürgerwelt und starker Staat
3., überarbeitete Auflage. 1985.
Leinen DM 68,- ISBN 3 406 09354 X

für das er 1984 den
Historikerpreis der Stadt
Münster erhielt.

**Nachdenken über die
deutsche Geschichte**

Essays

240 Seiten. Leinen DM 38,-
ISBN 3 406 31545 3

Verlag C. H. Beck,
Postfach 4003 40,
8000 München 40

Thomas Nipperdey
**Nachdenken
über die deutsche
Geschichte**

C.H.Beck

Aus dem Nachwort:

«Diese Essays wollen unsere Vergangenheit mit der skeptischen Liebe des Historikers wiederholen, sie mit Gerechtigkeit und ohne eiferndes Besserwissen vergegenwärtigen, uns über unser so ambivalentes Erbe aufklären, uns zu unserer Herkunft in Beziehung setzen. Sie verlangen vom Leser kein Vorwissen, aber sie wollen ihm Lust aufs Mitdenken machen und Lust auf Geschichte.

C. H. Beck

VORTRÄGE des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums

- 11.11.1986 Über den Muskelkraftflug des Menschen
H. Zacher, Gauting
- 9.12.1986 Berühmte Wasserbauten der Antike –
Fakten, Fragen
Prof. Dr. Dr. G. Garbrecht, Braunschweig
- 20.1.1987 Die Geschichte der Maschinen des Stoff-,
Energie- und Signalumsatzes
Prof. Dr. W. Rodenacker, München
- 10.2.1987 Filmabend mit technikhistorischen Filmen
H. Studtrucker, München
- 24.2.1987 Die Kanäle für die kurfürstlichen Schloßanlagen
im Norden von München
Prof. Dr. A. Kleinschroth, München
- 17.3.1987 Kunst, Natur und Technik in der Münchner
Kunstammer
Dr. L. Seelig, München
- 7.4.1987 Historische Neuerwerbungen der Abteilung
Zeitmessung des Deutschen Museums
Dr. K. Maurice, München
- 23.5.1987 Kultur- und technikgeschichtlicher Ausflug
Näheres wird rechtzeitig bekanntgegeben.

Beginn der Vorträge (mit Lichtbildern) und des Filmabends jeweils am Dienstag, 19 Uhr, im Kongreßbau des Deutschen Museums, Vortragssaal I oder II. Vortragsdauer mit Diskussion etwa 90 Minuten. Die Diskussion kann anschließend in den »Torbräustuben« am Isartor fortgesetzt werden.

Unkostenbeitrag DM 1,50; Schüler und Studenten DM 0,50; Mitglieder des VDI, des Deutschen Museums und des Bayerischen Volksbildungsverbandes frei.



Deutsches Museum, Postfach 26 01 02
8000 München 26, Telefon (089) 217 92 43

Zum Jubiläumsjahr des Automobils

ACHSE, RAD UND WAGEN

Fünftausend Jahre Kultur- und Technikgeschichte

Hrsg. von Wilhelm Treue

Mit vierzehn Beiträgen. 1986. 418 Seiten mit 299, darunter 32 vierfarbigen Abbildungen, Leinen DM 88,-

Rad und Wagen sind nicht wie Dampfmaschine, Otto- und Dieselmotor **erfunden**, sondern »**gefunden**« und **entwickelt** worden: aus der Schleife und dem Schlitten, die man vor über 5000 Jahren mit Rädern verbunden, auf Räder gestellt hat. Wagenreste und Piktogramme lassen diesen Vorgang deutlich werden.

Der vorliegende Band ist ein Gemeinschaftswerk von **Archäologen, Vor- und Frühgeschichtlern, Sino-ologen, Indologen, Ägyptologen, Kunst-, Gesellschafts-, Technik- und Wirtschaftshistorikern**. Nur so konnte »der« Wagen – Kult-, Repräsentations- und Streitwagen, Acker-, Reisewagen und Kutsche – weltweit in unzähligen Formen und Größen berücksichtigt werden.

Bitte Sonderprospekt »ACHSE, RAD UND WAGEN« anfordern!

Vandenhoeck & Ruprecht · Göttingen/Zürich



DAS NEUE JAHRBUCH SCHIENENVERKEHR 6

»Ein Muß für jeden, der am Schienenverkehr in Deutschland interessiert ist. Uneingeschränkt zu empfehlen.« *eisenbahn magazin* 8/1985

Früher bei Franckh.

Jetzt mit Farbe für DM 24,80.

Ab 2. Februar 1987 bei

Ihrem Buch- oder Fachhändler.



VERLAG DR. BERNHARD ABEND
ALTENBERGSTRASSE 1 · 7000 STUTTGART 1 · TELEFON 07 11/60 42 62



Für den besonderen Anlaß – das besondere Geschenk
Kunst mit dem Thema Auto
Fragen Sie unverbindlich nach unserem farbigen Bestellkatalog.



EDITION AUTOMOBILE

Gerhild Drücker · Sandberger Straße 31 · D-7000 Stuttgart 1 · Telefon (0711) 234892

Ich schenk' Dir ein Museum:



...denn das Deutsche Museum ist in jedem Fall ein **besonderes Geschenk zum besonderen Anlaß**: Der von Ihnen Beschenkte
 - wird in den **Mitgliederkreis** des Deutschen Museums aufgenommen,
 - erhält **freien Eintritt** in die Sammlungen, einschließlich Planetarium, und zu allen Vorträgen des Deutschen Museums,
 - bekommt die **Museumszeitschrift »Kultur & Technik«** kostenfrei zugesandt,
 - erhält **Ermäßigung** oder wird **bevorzugt** bei bestimmten Veranstaltungen des Kerschensteiner Kollegs berücksichtigt,
 - kann die in der Zeitschrift »Kultur & Technik« angekündigten Publikationen des Deutschen Museums **vergünstigt** beziehen.
 Wen können Sie so außergewöhnlich beschenken?

Ihre Verwandten, Ihre Bekannten, Ihre Geschäftskollegen - kurzum jeden, dem eine Mitgliedschaft im Deutschen Museum Freude macht und dem die Bewahrung und die Dokumentation der einzigartigen technischen und naturwissenschaftlichen Errungenschaften am Herzen liegt.
 Wenn Sie den Coupon ausfüllen, erhalten Sie das »Begrüßungs-Angebot« des Deutschen Museums für neue Mitglieder, bestehend aus
 - der Anstecknadel, die den Träger als Mitglied ausweist,
 - den Mitgliedsausweis,
 - die neueste Ausgabe von »Kultur & Technik«,
 - das Scheckheft mit 4 Gutscheinen.
 Und liebevoll verpackt können Sie dann **Ihr besonderes Geschenk** überreichen...

Coupon
 Ja, ich möchte das Geschenk »Deutsches Museum« haben.

durch Bankeinzug. Die Einzugsermächtigung erlischt mit der Kündigung der Mitgliedschaft.

Meine Anschrift:

Kontonummer

Bankleitzahl

Name und Ort des Bankinstituts

nach Zahlungsaufforderung

Ich beschenke mit dem »Deutschen Museum«:

Name, Vorname bzw. Firma

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

PLZ, Wohnort

Für das besondere Geschenk zahle ich den Betrag von DM 48,- (für Jugendliche und Studenten DM 24,-) für das Kalenderjahr:



Deutsches Museum