

ZB 7361/4, 797

# Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C.H. Beck, München

4/1997

## INDUSTRIEDENKMÄLER

Das historische Kalkabbaugebiet Rüdersdorf



## ENTDECKER

Pioniere bei der Erforschung der Erde

## WISSENSCHAFT

Revolutionäre in der Physik: Planck und Sommerfeld

## PLANSTÄDTE

Wolfsburg und Eisenhüttenstadt

## AKUSTIK

Die Geburt der Oper aus dem Geist der Technik

## MEDIZIN

Neue Technik: Hilfe für kranke Hüften



Abb.: Institut für Werkstoffe und Verarbeitung der TU München (3), Deutscher Werkstoffbund

*Ein Geschenk:*

# Steht nicht herum, staubt nicht ein und macht nicht dick.

Schenken ist (oft) schwer: Unser Vorschlag:  
Schenken Sie die Mitgliedschaft beim  
Deutschen Museum. Freier Eintritt für den  
Beschenkten, seine/n Begleiter(in) und  
zwei Kinder (unter 16). Dazu viermal unser  
Museumsmagazin *Kultur & Technik* mit  
Berichten und Bildern aus Wissenschaft,  
Technik, Kultur und Zeitgeschehen.  
Zur Begrüßung gibt's ein paar nette kleine  
Überraschungen.

## Deutsches Museum



✂----- Geschenk-Coupon -----

*Mit dem »Deutschen Museum« beschenke ich:*

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Wohnort

*Meine Anschrift lautet:*

\_\_\_\_\_  
Name, Vorname

\_\_\_\_\_  
Straße, Hausnummer

\_\_\_\_\_  
PLZ, Wohnort

Für dieses besondere Geschenk bezahle ich  
gegen Zahlungsaufforderung den Mitgliedsbeitrag  
von (bitte ankreuzen)

68,- DM pro Kalenderjahr

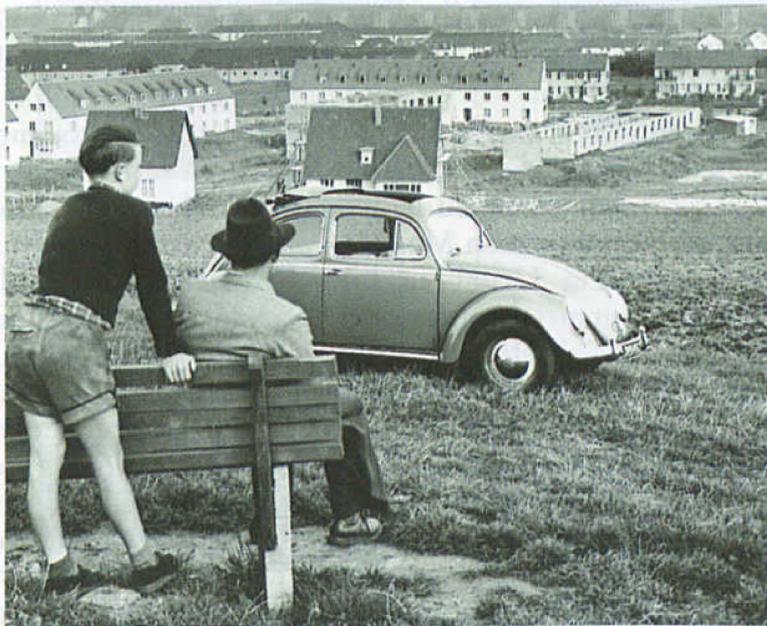
40,- DM pro Kalenderjahr  
für Schüler und Studenten  
(bitte Schüler-/Studentenausweis beifügen)

Bei diesem ermäßigten Beitrag gilt der  
freie Eintritt nur für das Mitglied.

Bitte                      Deutsches Museum  
einsenden an:      80306 München

ZUM TITELBILD: IMPRESSION IM KALKABBAUGEBIET RÜDERSDORF. FOTO: GERHARD ULLMANN.

<b>EDITORIAL</b>	<b>4</b>	<b>COMPUTER</b>	<b>35</b>
Wer liest Kultur & Technik? Ergebnisse einer Emnid-Umfrage	<i>Dieter Beisel</i>	Multimedial gegen Papiertiger Neue Technik für Genehmigungsverfahren	<i>Alexander Roßnagel</i>
<b>KULTUR &amp; TECHNIK RUNDSCHAU</b>	<b>6</b>	<b>WISSENSCHAFTSGESCHICHTE</b>	<b>38</b>
Nachrichten zu technischer Kultur und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Planck und Sommerfeld Revolutionäre physikalischen Denkens	<i>Michael Eckert</i>
<b>ARKTISFORSCHUNG</b>	<b>10</b>	<b>AKUSTIK</b>	<b>46</b>
Polarexpeditionen im Labor Der Forscher Anschütz-Kaempfe	<i>Jobst Broelmann</i>	Visionäre des Klangs Das „Klingende Wagner-Museum“	<i>Sven Friedrich</i>
<b>FORSCHER</b>	<b>18</b>	<b>INDUSTRIEDENKMÄLER</b>	<b>50</b>
Unbekannte Welten Entdecker aus dem Norden Europas	<i>Walter Rathjen</i>	In einem Meer aus Muschelkalk Historischer Kalkabbau in Rüdersdorf	<i>Gerhard Ullmann</i>
<b>STÄDTE</b>	<b>22</b>	<b>GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR</b>	<b>58</b>
Arbeiterstadt und Arbeiterstaat Wolfsburg und Eisenhüttenstadt	<i>Claudia Freytag</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfrid von Weiher</i>
<b>BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE</b>	<b>28</b>	<b>DEUTSCHES MUSEUM</b>	<b>62</b>
Der Rechenriese Die Maschine von John B. Wilbur	<i>Hartmut Petzold</i>	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
<b>MEDIZINTECHNIK</b>	<b>30</b>	<b>SCHLUSSPUNKT</b>	<b>65</b>
Hilfe für kranke Hüften Entwicklung von Endoprothesen	<i>Hans M. Tensi, Hubert Mayr, Stefan Ortloff</i>	„You are chemistry!“ Einsichten bei der Morgentoilette	<i>Christof Gießler</i>
		<b>VORSCHAU / IMPRESSUM</b>	<b>66</b>



**STÄDTE** Die Volkswagenstadt Wolfsburg ist eine Planstadt des 20. Jahrhunderts. Ebenso wie die Stahlstadt StalinStadt, später Eisenhüttenstadt. Ein Vergleich. **SEITE 22**

**INDUSTRIEDENKMÄLER** Der Besuch des ehemaligen Kalkabbaugebietes bei Rüdersdorf, östlich von Berlin, ist eine merkwürdige Reise durch Raum und Zeit – sowohl der Erd- wie auch der Industriegeschichte. **SEITE 50**



**ERFORSCHER** Forschern, die zuvor unbekannte Welten entdeckten, wird das Deutsche Museum zwei Ausstellungen widmen. Die eine Ausstellung wird Entdecker aus skandinavischen Ländern vorstellen, die andere den Polarforscher Hermann Anschütz-Kaempfe. **SEITEN 10, 18**



# WER LIEST KULTUR & TECHNIK?

## Die Emnid-Umfrage zur Zeitschrift des Deutschen Museums

Wer eine Zeitschrift macht, möchte gerne wissen, wer die Leserinnen und Leser sind – schon um den Lesewünschen entsprechen zu können. Bei *Kultur & Technik* scheint die „Zielgruppe“ leicht zu bestimmen zu sein, weil die Zeitschrift überwiegend von den Mitgliedern des Deutschen Museums bezogen wird, also von Menschen mit Interesse an Technik. Wir wollten es genauer wissen.



Vertieft in *Kultur & Technik*, die Zeitschrift des Deutschen Museums.

Das Meinungsforschungsinstitut *Emnid* hat für *Kultur & Technik* eine Strukturanalyse der Bezieher erstellt, die nach den anerkannten Regeln der Meinungsforschung für die inländischen Abonnenten der Zeitschrift repräsentativ ist. Das sind inzwischen 12.261 Leserinnen und Leser. Die knapp 400 Bezieher im Ausland konnten nicht berücksichtigt werden.

Mit den Ergebnissen der Umfrage kann die Redaktion recht zufrieden sein:

- 82 Prozent unserer Leserinnen und Leser würden *Kultur & Technik* vermissen oder sogar stark vermissen, wenn die Zeitschrift nicht mehr erschiene. Nur 1 Prozent würde sie nicht vermissen.
- 87 Prozent halten den Informationsgehalt für gut oder sehr gut. Niemand hält den Informationsgehalt für ungenügend.
- Die Verständlichkeit findet mit den Schulnoten 1 und 2 bei 87 Prozent der Befrag-

ten Anklang. Auch hierbei wurde kein „ungenügend“ vergeben.

- Die Themenauswahl gefällt 69 Prozent der Leserinnen und Leser – läßt man die Note 3 noch als akzeptabel durchgehen, sind es sogar 92 Prozent.
- Die Gestaltung wird von 73 Prozent mit den Noten 1 und 2 bewertet; mit der Note 3 sind es ebenfalls 92 Prozent.

Insgesamt also kein schlechtes Zeugnis, was nicht heißen soll, daß sich die Redaktion nun gemütlich auf den Lorbeeren ausruhen kann. Denn 85 Prozent der Leserinnen und Leser wünschen sich, daß die Zeitschrift des Deutschen Museums verstärkt aktuelle Themen aufgreift. Und sicher wird *Kultur & Technik* – in gleicher Weise wie das Deutsche Museum – sich verstärkt jenen Bereichen zuwenden, die in Zukunft immer größeren Einfluß auf unser Leben haben werden, ob es der einzelne nun will oder nicht: Neue Medien, die inzwischen so neu gar nicht mehr sind, und Gentechnologie.

Übrigens finden 73 Prozent unserer Leserinnen und Leser, daß manche Themen ganz be-

wußt auch einmal kontrovers dargestellt und diskutiert werden sollten. Das ist vor allem dann der Fall, wenn Themen auch in der Öffentlichkeit umstritten sind – die genannte Gentechnologie wäre ein Beispiel, ein anderes ist die Energiepolitik.

Die meisten unserer Leserinnen und Leser scheinen kein Problem damit zu haben, sich bei kontroversen Meinungen selbst ein Urteil zu bilden. Das entspricht ihrem Bildungsstand. Mehr als drei Viertel haben das Abitur, viele von ihnen haben studiert.

Für uns, die Zeitschriftenmacher, waren Ihre Lieblingsthemen von besonderem Interesse. Bei der Themenauswahl haben wir uns an wichtigen Ausstellungen im Deutschen Museum orientiert. Es haben besonderes Interesse an

- Technikgeschichte: 55 %
- Computertechnik: 42 %
- Raumfahrt: 42 %
- Astronomie: 41 %
- Physik: 39 %
- Energie: 38 %
- Flugzeuge: 36 %
- Kommunikationstechniken: 35 %
- Umwelttechnologie: 34 %
- Gentechnologie und Molekularbiologie: 31 %

- Eisenbahnen: 31 %
- Informatik: 31 %
- Wissenschaftsgeschichte und wissenschaftliche Techniken 31 %
- Fotografie: 30 %
- Kraftmaschinen: 27 %
- Landverkehr ohne Eisenbahnen: 27 %
- Schifffahrt: 25 %
- Medizinische Geräte: 20 %
- Chemie: 18 %
- Drucktechnik: 10 %
- Bergbau und Hüttenwesen: 9 %
- Textiltechnik: 3 %.

Die gute Wertschätzung der Zeitschrift des Deutschen Museums kommt auch darin zum Ausdruck, wie intensiv sie gelesen wird: Zwei Drittel der Leserinnen und Leser lesen die Zeitschrift ganz oder nahezu ganz, weitere 18 Prozent gehen mindestens drei Viertel des Heftes durch.

Und: 71 Prozent der Abonnenten von *Kultur & Technik* archivieren alle (58 Prozent) oder fast alle Ausgaben der Zeitschrift. Auch dies ein Zeichen dafür, daß sie mehr als flüchtiges Interesse genießt.

Bei den persönlichen Interessen unserer Leserinnen und Leser rangieren Technik, Wissenschaft und Forschung mit jeweils 80 Prozent mit Abstand in der ersten Reihe. Über 50 Prozent erreichen aber auch die Interessen an Museen generell (67), an Geschichte (61), Computertechnik (56), Umweltfragen (56) und Politik (54).

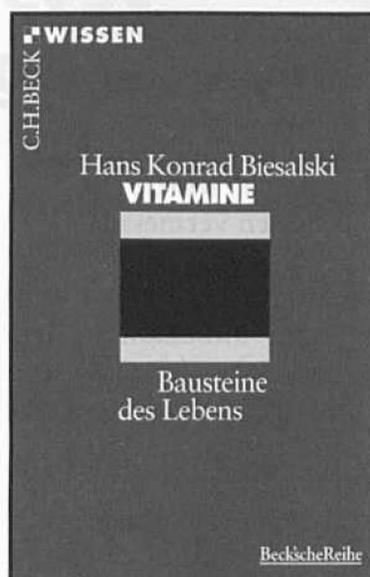
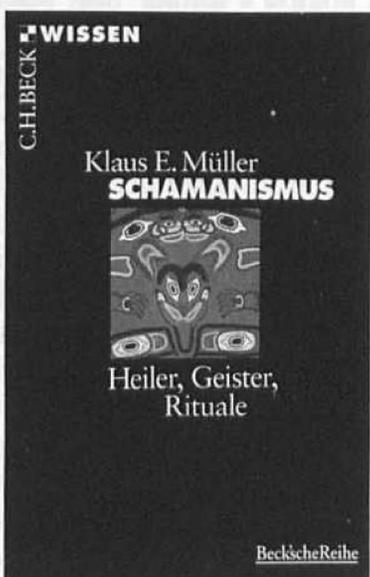
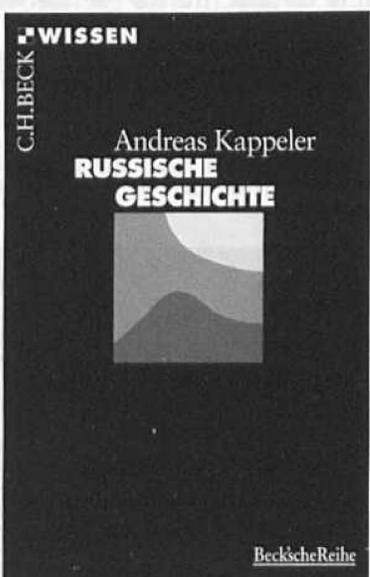
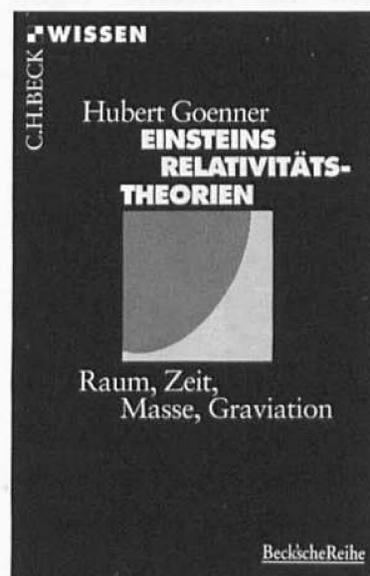
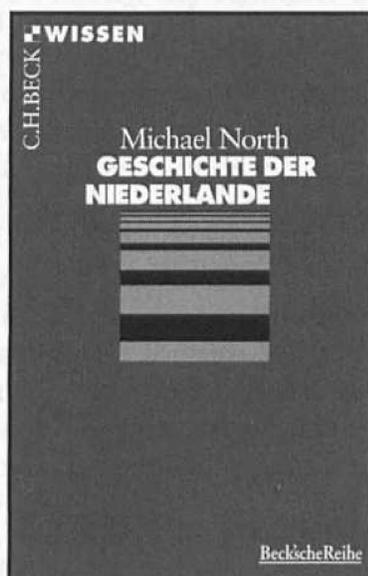
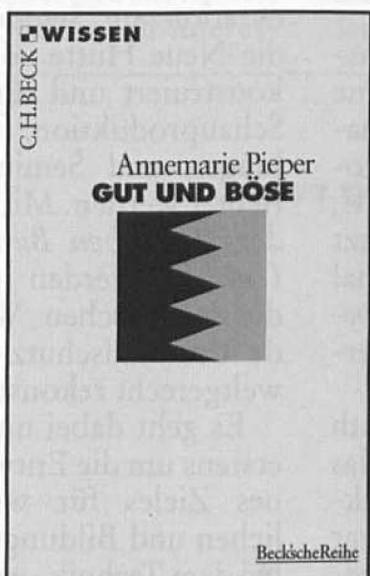
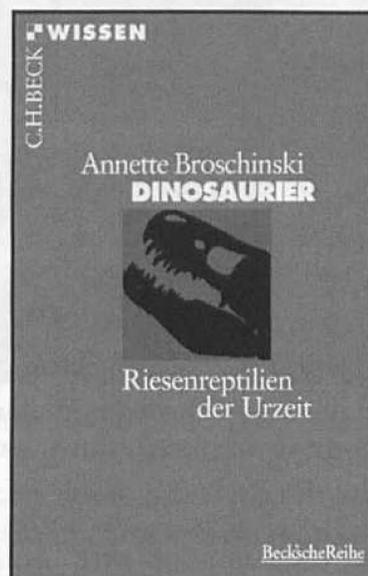
Wir wollen eine Zeitschrift machen, die Ihnen gefällt. Anregungen sind uns willkommen.

Dieter Beisel

# DAS WICHTIGSTE WISSEN

NEU IM HERBST

»Zweimal im Jahr ist Bescherung, einmal im Oktober und einmal im April.  
Dann kommt ein neues Dutzend Bücher der Reihe ›Wissen‹.« *Die Welt*



Jeder Band umfaßt rund 120 Seiten und kostet DM 14,80 / sFr 14,- / öS 108,-.  
Bisher sind 72 Bände erschienen.

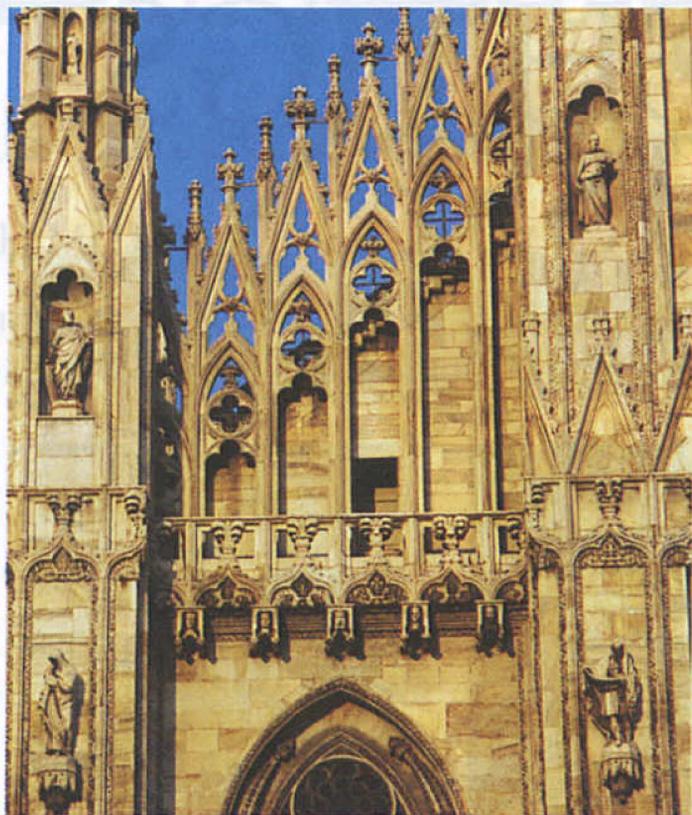
**Beck'sche Reihe**

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

## MICHELANGELOS DAVID BALD DUTZENDWARE: BERÜHRUNGSLOSE KOPIEN

Etwa ein Jahr dauert es, bis ein Künstler eine lebensgroße Statue aus einem Gesteinsblock gemeißelt hat. Das ist zu langsam, um die Skulpturen an historischen Bauwerken, insbesondere den großen europäischen Domen, vor dem Verfall zu bewahren. Denn die Schädigung durch Autoabgase, sauren Regen und durch Bakterien schreitet wesentlich schneller voran, als Restauratoren ihr mit gewöhnlicher Technik begegnen können.

Besonders zeitaufwendig ist die Aufgabe, Maße und Geometrie des Originals exakt auf den Marmor zu übertragen. Zur millimetergenauen Übertragung von Konstruktionspunkten wurde bisher ein Pantograph benutzt, bekannter als „Storchnabel“. Da



Details des gefährdeten Mailänder Doms mit Zinnen und Skulpturen (links). Rechts: Um die *Monalisa* rekonstruieren zu können, wurden vom Zeiss-Programm 3D-Profil mit 50.000 Punkten vermessen.

ras von hoher Bildschärfe tasten die Kunstobjekte ab. Etwa 50 Meßpunkte pro Sekunde ermittelt das System, mit denen dann eine computergesteuerte Fräsmaschine programmiert wird. Auch verdeckt liegende Gebiete sind mit dem System erfassbar, so daß insgesamt eine sehr beachtliche Flächendeckung von rund 95 Prozent erreicht wird.

Pro Kunstwerk ergeben sich mehrere Millionen Meßpunkte, die in vielstündiger Rechenzeit vom Computer verarbeitet werden. Zur Erstellung der Replik einer Statue wird das neue System voraussichtlich weniger als acht Wochen benötigen. Zur Zeit wird es an Teilaufgaben, etwa dem Kopf einer Statue, erprobt.

Die Aufnahmen von Meßbildern für einen Kopf dauern gut vier Arbeitstage, die Programmierung der Fräsmaschine durch den Rechner dauert etwa ebenso lange.

Überflüssig werden die Bildhauer damit nicht, sondern es ist vorgesehen, daß sie die Feinheiten der gefrästen Rohlinge mit der Hand herausarbeiten. Die große Beschleunigung des Verfahrens soll dazu beitragen, das architektonische Erbe instand zu setzen, bevor es durch Umweltschadstoffe für immer verloren ist.

## GLASHÜTTE: WIE EIN MUSEUMSDORF EINE REGION ENTWICKELN HILFT

Wenn ein Dorf schon „Glashütte“ heißt, muß es auch eine funktionierende Glashütte haben. So dachten die Initiatoren des *Vereins Glashütte e.V.*, der es sich zum Ziel gesetzt hat, das technische Denkmal Glashütte im Kreis Teltow-Fläming, südwestlich von Berlin, zu erhalten.

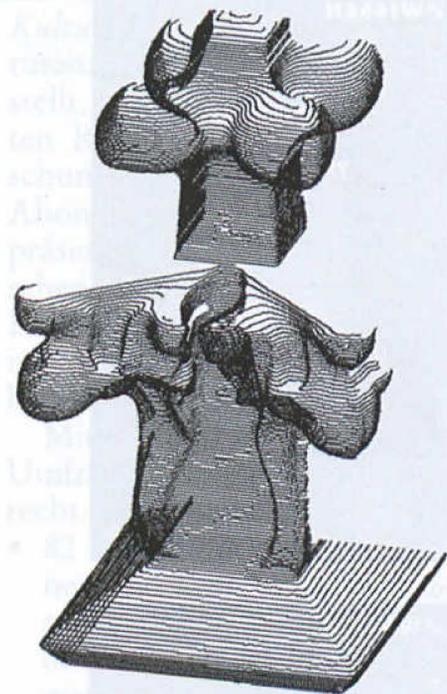
In Glashütte bei Baruth wurde von 1716 bis 1980 Glas produziert. Mit einer Produktionsdauer von 264 Jahren war der Standort einer der Rekordhalter unter den deutschen Glashütten. Hier gab es bedeutende Innovationen: Das Goldrubinglas, das Craquel und 1822 das Milchglas wurden in Glashütte erfunden.

Diese biotopprägende Wirkung der Glasproduktion mit ihrem enormen Verbrauch an Holz hat die Landschaft rund um das Dorf geformt: Der Laub-Mischwald der Region wurde bis auf wenige Reste vernichtet und seit dem 18. Jahrhundert durch Kiefern ersetzt, so daß heute Kiefernwälder die Landschaft „zieren“.

Ziel des *Vereins Glashütte* ist es deshalb, nicht nur die Glashütte selbst, sondern den gesamten Standort als technik-

und sozialgeschichtliche Quelle zu bewahren. Hierzu soll zunächst die vierte Hüttengeneration am Standort, das ist die Neue Hütte von 1861, rekonstruiert und für die Glas-Schauproduktion, für Ausstellungen und Seminare hergerichtet werden. Mit Förderung der *Deutschen Bundesstiftung Umwelt* werden gleichzeitig die historischen Wohngebäude denkmal- und umweltschutz- und umweltgerecht rekonstruiert.

Es geht dabei um zweierlei: erstens um die Entwicklung eines Zieles für wissenschaftlichen und Bildungstourismus, bei dem Technik- und Umweltgeschichte gleichberechtigt nebeneinanderstehen, zweitens um den Aufbau von Beschäftigungsperspektiven in der Region, indem örtlich angepasste und umweltgerechte Bautech-



Die hier im Ausschnitt gezeigte Fiale „Pyramide“ wurde mit 250.000 Punkten vermessen.

solch aufwendige Handarbeit in der Regel unbezahlbar ist, müssen einfache Abgüsse oft die Originale ersetzen, obwohl der Materialpreis des originalen Werkstoffs Sandstein oder Marmor durchaus tragbar wäre.

Nun entwickelten Wissenschaftler der *Carl Zeiss Jena GmbH* ein Meßsystem, für das inzwischen die Firma *IVB GmbH* in Jena verantwortlich zeichnet. Digitale Kame-



Die historische Glashütte in Glashütte bei Baruth.

Abbildungen: Carl Zeiss, Jena (o. und l.); Verein Glashütte e.V. (ru.)

niken an den historischen Baukörpern exemplarisch vorgeführt und weiterentwickelt, zudem historische Handwerke wieder angesiedelt werden (derzeit schon Töpfer, Zimmerer, Glasmacher).

Mittelfristig soll das Projekt auf diese Weise selbsttragend werden. Die Glashütte repräsentiert so einen neuen, innovativen Typus von Museumsdorf, das als lokales, dezentrales Projekt eine Entwicklungsfunktion für die Region hat.

Das Museum ist ganzjährig von Dienstag bis Sonntag 10-18 Uhr geöffnet. Darüber hinaus gibt es im Ort zahlreiche weitere technikhistorische Aktivitäten für Besucher, etwa Töpfern oder Backen mit historischen Geräten. Der Verein unterhält für Gruppen von Berlin aus einen attraktiven Zubringerdienst im Londoner Doppeldeckerbus.

Ein besonderes Schmankerl für (technik)historisch Interes-

sierte sind Rundfahrt-Angebote durch die Region, so die „Glashütten-Tour“, bei der eine Reihe von Glashütten in Brandenburg und Sachsen angefahren werden: die „Mühlen-Tour“ zu immerhin fast 20 Brandenburger Mühlen; die „Backofen-Tour“ zu verschiedenen historischen Backöfen; die „Geschichts-Tour“ zu den Schlachtplätzen der Befreiungskriege von 1813.

Informationen: Verein Glashütte e.V., Hüttenweg, 15837 Glashütte, Tel. (033704) 66239, Fax 66011, @ <http://www.museumsdorf-glas-huette.de>.

### OSTPRO '97: LÄNDLICHE INDUSTRIEPRODUKTE AUF OSTALGIE-WELLE

Großer Andrang herrschte vom 9. bis 11. Mai 1997 im Ausstellungsgelände am Berliner Alexanderplatz, als die 8. OSTPRO, eine Messe für Ostdeutsche Markenartikel, ihre

Nostalgie: Der Charme des DDR-Designs von Verpackungen.



Tore öffnete. Im Rahmen der Ostalgie-Welle haben Ostprodukte wieder Konjunktur – glücklicherweise. In den ersten Jahren nach der Wende hatten ostdeutsche Produkte selbst in den neuen Bundesländern Akzeptanzprobleme. Jetzt finden sie auch dort wieder einen wachsenden Kundenkreis, der aber noch lange nicht groß genug ist.

50 Prozent der Anbieter auf der OSTPRO sind Hersteller

von Nahrungsmitteln oder bieten regionaltypische Getränke sowie Fleisch- und Milchprodukte an. Die anderen Anbieter produzieren meist ebenfalls Konsumgüter. Denn bei Konsumgütern ist die regionale Identität ein wichtiges Marketingargument.

Oft bürgt regionale Herkunft für Qualität – denkt man etwa an Champagner oder Solinger Messer, an Meissner Porzellan oder Halberstädter

MITDENKEN! VEREINSBANK.

## Bevor der Euro kommt, mache ich erstmal den Reifetest für mein Vermögen. Und Sie?

Wenn der Euro eingeführt wird, werden wir uns alle umstellen müssen. Ihr Vermögen sollten Sie am besten schon vorab auf die neue Währung einstellen. Mit unserem Euro-Reifetest haben Sie die Chance, Schwachstellen zu erkennen – und zu beheben. Denn wir helfen Ihnen nicht nur bei der Analyse, sondern beraten Sie auch, was die Optimierung Ihrer Vermögensanlage betrifft. Besuchen Sie uns. Wenn Sie möchten, gleich heute.

Vereinsbank

VON CHRISTIAN KLUND UND HANS-LUDWIG DIETZ

Wurstsoljanka. Viele Produkte auf der OSTPRO kommen aus ländlichen Regionen. Dörfliche Industrien sind für sie nicht nur ein wichtiger Arbeitgeber und Steuerzahler, sondern sie stiften und erhalten auch kulturelle Identität; und sie stärken die touristische Attraktivität einer Region: als Besuchsziel, als Produzent von Souvenirs, als Voraussetzung für das kulinarische Erlebnis einer Region und damit insgesamt als Träger regionaler Identität.

Die Wiederbelebung dörflicher Industrien wäre gerade in den ländlich geprägten neuen Bundesländern ein wichtiger Schritt, die landwirtschaftlichen, wirtschaftlichen, kulturellen und touristischen Entwicklungsmöglichkeiten einer Region zu forcieren.

Auch im Westen sind viele Dörfer zu kleinen Schlafstädten verkommen. Soziale Funktionen, Geschäfte und dörfliche Industrien sind ausgezogen. Die baulichen Reste lassen sich noch überall besichtigen. Seit einigen Jahren steigen – vielfach unbemerkt – die Marktchancen regionaler Produkte wieder, zum einen durch den leichter gewordenen überregionalen Vertrieb, zum anderen durch das wachsende Interesse an der regionalen Herkunft der Produkte.

Wenige der zumeist dörflichen Nahrungsmittelproduzenten, die in den letzten Jahren ihren Betrieb aufgaben, haben ihre spezifischen Stärken und Möglichkeiten genutzt, haben ein gezieltes Marketing für ihre Produkte betrieben, eine Verbindung zu touristischen Aktivitäten gesucht oder eine lokale Identität betont. Die OSTPRO hat dagegen gezeigt, wie lokale, regionale, aber durchaus auch überregionale Absatzmärkte erschlossen werden können.

## GENTECHNOLOGIE ZUM ANFASSEN

Schulunterricht in den Naturwissenschaften ist nicht immer der Boden, auf dem Nobelpreisträger wachsen, insbeson-

dere dann nicht, wenn bei knappen Kassen schlecht und veraltet ausgestattete Schul-Labors einen falschen Eindruck von der heutigen Forschungspraxis bieten. Hier wollte das Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln mit einer pädagogischen Innovation einen Ausgleich schaffen und erfand „Schüler-Labortage“. 17 ausgewählte Kölner Oberstufenschülerinnen und -schüler hatten die Chance zu einem ungewöhnlichen Tagesausflug: In einem eintägigen Workshop erhielten sie eine Grundeinweisung in die Praxis der Molekularbiologie.



Demonstrationsgarten im Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln, 1995.

Das dazu notwendige Schüler-Labor hatte das Institut eigens aus England kommen lassen. Denn das *National Center for Biotechnology Education* in Reading verfügt sowohl über die notwendigen Geräte als auch über geeignete Konzepte für Unterricht und Beispielexperimente. Das Kölner MPG-Institut mußte lediglich den Raum zur Verfügung stellen.

Die in Reading erarbeiteten Versuchsprotokolle ermöglichen es Schülern, im Rahmen einer eintägigen Veranstaltung eigenhändig DNA (von Zwiebeln) zu isolieren und zu vielfältigen und fremde DNA in Bakterien einzuführen. Solche Experimente sind in den

USA an den (gutausgestatteten) Schulen bereits üblich, während in Deutschland eine Gentechnologie zum Anfassen als Bestandteil des Schul-Curriculums bisher noch nicht gewollt ist.

## CHARTERTOURISMUS IN DEN WELTRAUM

Die bemannte Raumfahrt steht vor einem Marktproblem. Die aufwendige und daher teure Entwicklung von wiederverwendbaren flugzeugähnlichen Raumfahrzeugen erfordert eine Mindestnachfrage nach bemannten Raumflügen, die es zur Zeit nicht gibt. Vor die-

1993-95 wurden in Japan, den USA und Deutschland die ersten seriösen Marktanalysen für Raumtourismus erarbeitet. 70% aller Japaner, 61% aller Amerikaner und 43% aller Deutschen wären an einer Reise ins All grundsätzlich interessiert. Der wichtigste Reiz an einer Reise in den Weltraum sei bei allen Interessierten die Möglichkeit, auf die Erde zu schauen. Es folgten mit deutlichem Abstand die Möglichkeit zu Raumspaziergängen, astronomischen Beobachtungen und Erfahrungen mit der Schwerelosigkeit.

Die Raumreise sollte zwischen zwei Tagen und einer

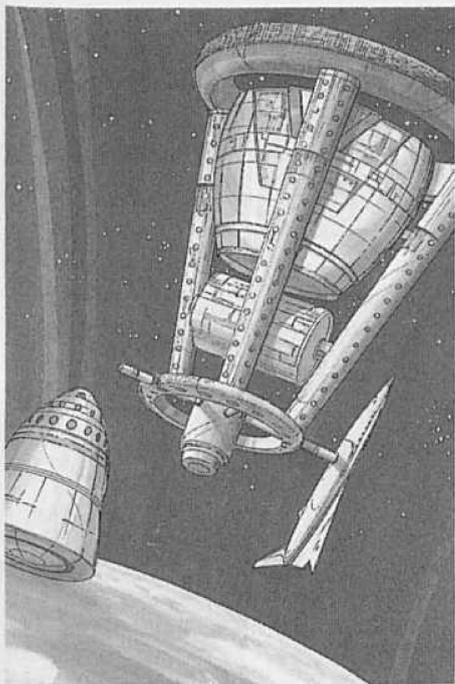
sem delikaten Hintergrund trafen sich Raumfahrtexperten in Bremen im Frühjahr 1997 zu einer internationalen Tagung über Raumfahrttourismus.

Ziel der Tagung war es, das internationale Marktpotential für touristische Charterflüge in den Weltraum abzuklopfen, die ökologischen Folgen abzuschätzen und mit der Tagung einfach auch Werbung für ein faszinierendes Reiseziel zu machen.

Weltraumtourismus stünde nach allem für Optimismus, Neugier und eine Verschwendungsbereitschaft, die der miesepetrigten Grundstimmung in Europa guttäte.

Woche lang sein. Zehn Prozent aller interessierten Japaner wären bereit, mehr als 100.000 Mark für eine Reise ins All zu bezahlen – deutlich weniger als die Deutschen, bei denen nur ein Prozent diese Summe berappen würde.

Eine deutsche Marktstudie von Sven Abitzsch (TU Berlin) sieht bei einem Preis von geringfügigen 100.000 DM pro Flug ein jährliches Marktpotential von 500.000 Passagieren. Das auf dieser Grundlage entwickelte Szenario startet mit zwei Raumgleitern, 50 Flügen und 2.500 Passagieren pro Jahr, um nach 20 Jahren bei 1700 Flügen, 41 Raumgleitern und 85.000 Passagieren



Raumfahrttourismus, wie ihn eine japanische Zeitschrift sieht.

pro Jahr anzukommen – mit weiter steigender Tendenz. Die Kosten pro Sitzplatz sinken entsprechend. Sie beginnen in diesem Szenario bei 250.000 DM, um nach 20 Jahren auf 90.000 DM zu sinken. Massive staatliche Subventionen bei der Entwicklung sollen diese Preise möglich machen.

### WISSENSCHAFTSPARK IN GÖTTINGEN

Seit zehn Jahren gibt es in Deutschland konkrete Planungen für ein *Science Center*, für einen Wissenschaftspark, der, ähnlich wie die amerikanischen Vorbilder etwa in Boston und San Francisco, auf spielerische Weise wissenschaftliche Fakten und Zusammenhänge vermitteln soll. Von den verschiedenen Vorschlägen für die Platzierung hat seit 1996 Göttingen die Nase vorn.

Hier soll zugleich mit der Expo 2000 in Hannover in einer alten Lokhalle der Göttinger Wissenschaftspark eröffnet werden. Die Nähe zum Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie war sicher ein Auslöser für die inhaltliche Festlegung auf die „Biologischen Informationssysteme im Menschen“ als eines der zentralen Ausstellungsthemen.

Der Wissenschaftspark erfreut sich der direkten Unterstützung von Bonner Politikern, des Forschungsministers

und der Präsidentin des Deutschen Bundestages, Rita Süßmuth, die ihren Wahlkreis in Göttingen hat. Träger des Wissenschaftsparks wird das Göttinger *Forum für Wissenschaft und Technik* werden. Das Büro für Technikfolgenabschätzung in Bonn und das VDI-Technologiezentrum in Düsseldorf haben unter anderen an der Konzeption mitgearbeitet.

Die Frage bleibt: Kann die große Idee finanziert werden?

### WEB-SEITEN FÜR K&T LESER

Unter <http://www.industriekultur.de/> lädt das *Virtuelle Museum für Industriekultur* zur Besichtigung ein. Betrieben wird es von der *Deutschen Gesellschaft für Industriekultur e.V.* Auf der optisch wenig aufregenden Website ist vor allem die Route der Industriekultur im Ruhrgebiet hochinteressant. Im Rahmen dieser vom Land NRW unterstützten Tourismus-Initiative, die 1996 als Projekt der *Internationalen Bauausstellung Emscher Park (IBA)* eingerichtet wurde, sind bislang 17 Ankerpunkte aufgenommen: als Ausflugsziele und als Internet-Links.

Bei dieser industriekulturellen Rundreise durch das Ruhrgebiet, per Auto oder per Computer, kann man etwa die Jahrhunderthalle in Bochum besuchen, das Museum der Deutschen Binnenschiffahrt in Duisburg oder die Zinkfabrik Altenberg in Oberhausen.

Unter <http://www.deutschespatentamt.de> können wichtige Adressen und Kontaktstellen über das Deutsche Patentamt abgerufen werden. Die Homepage enthält auch Informationen über Schutzrechte und deren Bedeutung für den Technologietransfer.

Europas größtes Online Jobarchiv für Wissenschaftler ist unter <http://www.sciencejobs.com> zu finden.

Einen Blick über den Rhein ins französische Forschungsministerium ermöglicht <http://www.recherche.gouv.fr>, in das *Centre National de la Recherche Scientifique* die homepage <http://www.cnrs.fr/Archives/>.

29 Jahre alt war die hübsche, zierliche, schüchterne Wiener Physikerin, als sie 1907 in Berlin dem gleichaltrigen Otto Hahn begegnete, und 32 Jahre lang arbeiteten sie zusammen. Zusammen entdeckten sie 1908 zwei radioaktive Zerfallsprodukte, 1917 das fehlende Element 91, und als Otto Hahn 1939 zum erstenmal einen Atomkern spaltete, da wies Lise Meitner ihm nach, daß seine Erklärung dafür völlig unmöglich sei. Die richtige Erklärung und die physikalischen Beweise für Hahns Entdeckung publizierte sie kurz darauf in der Londoner Zeitschrift "Nature". Ihr Artikel kam aus Schweden – denn dorthin war sie 1938 geflohen, weil sie mit dem Anschluß Österreichs eine deutsche Jüdin geworden und mithin den Nürnberger Gesetzen unterworfen war. Doch mit Otto Hahn korrespondierte sie auch 1939 Tag für Tag. Er bekam 1945 den Nobelpreis, sie starb 1968 in London.

## Vorbilder



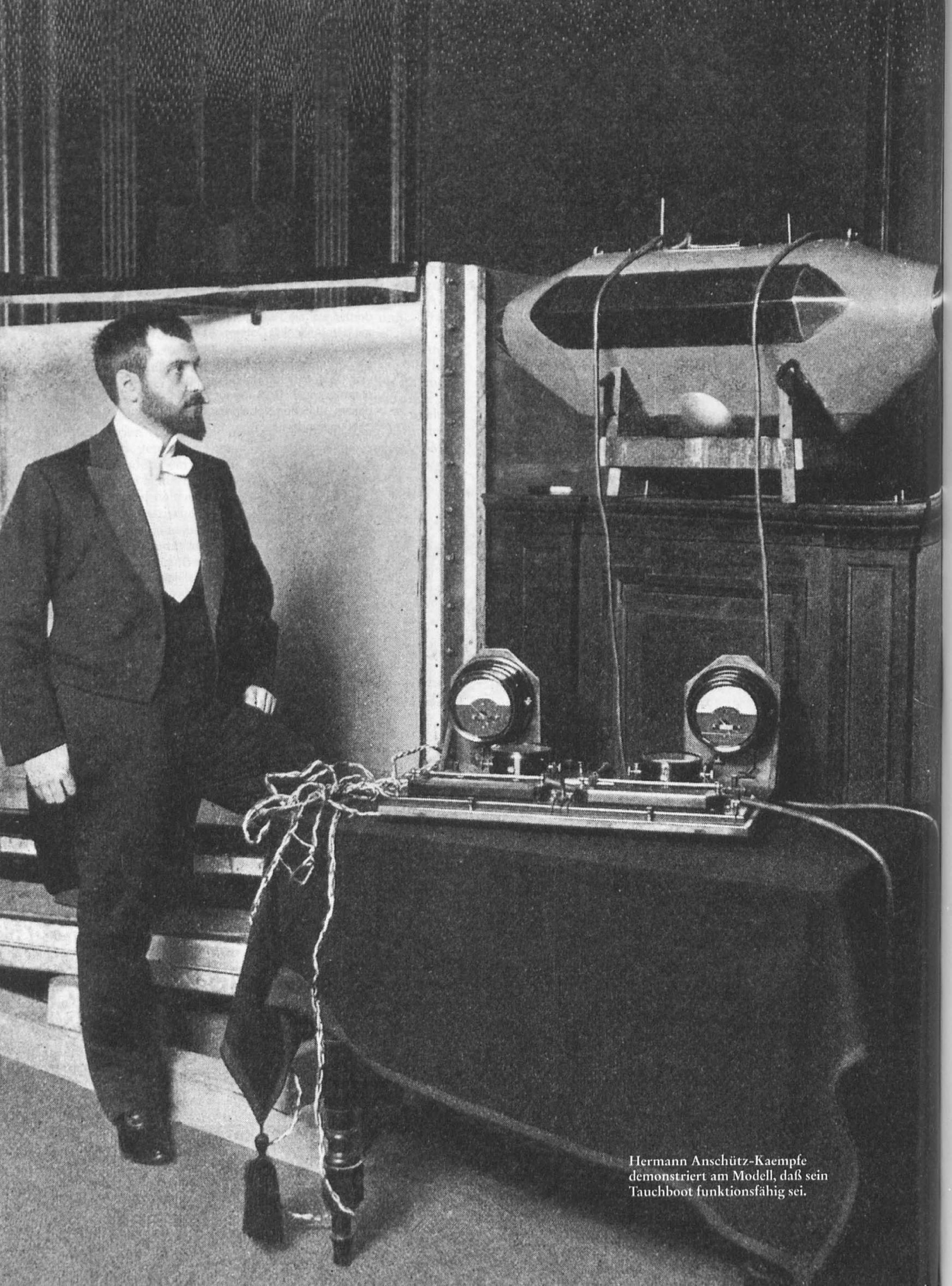
Lise Meitner (1878-1968)

Warum hat nicht Lise Meitner den Nobelpreis bekommen, der doch, den Statuten zufolge, drei Wissenschaftlern gleichzeitig verliehen werden kann? Weil das Nobelkomitee sie nicht als Hahns Kollegin, sondern als seine "Assistentin" einstufte. Die Zeitschrift "Bild der Wissenschaft" schrieb 1995: "Es ist ein Skandal, daß man den Lise Meitner zustehenden Nobelpreis Otto Hahn verliehen hat." Die begnügte sich mit der Max-Planck-Medaille und dem Enrico-Fermi-Preis; geklagt hat sie nie. Auch darin kann sie uns ein Vorbild sein: Es ist nicht wichtig, wer den Preis bekommt. Wichtig ist, wer jene Leistung erbringt, die eines Preises würdig ist.

Innovative Informationssysteme

**s | d & m**  
software design & management

Hamburg  
Düsseldorf  
Frankfurt  
München



Hermann Anschütz-Kaempfe demonstriert am Modell, daß sein Tauchboot funktionsfähig sei.

# POLAREXPEDITIONEN IM LABOR

## Der Polforscher Hermann Anschütz-Kaempfe

VON JOBST BROELMANN

Am 3. Oktober 1872, vor 125 Jahren, wurde Hermann Anschütz-Kaempfe geboren, der durch seine Erfindarbeit an Kreiselgeräten die Instrumente für die moderne Navigation schuf. Die Vorgeschichte, eine geplante Polarexpedition, wird hier in bisher unveröffentlichten Dokumenten aus seinem Nachlaß vorgestellt.

Ende des 19. Jahrhunderts waren die Polarregionen die letzten größeren, geographisch und verkehrsmäßig unerschlossenen Gebiete der Erde. Im Gegensatz zu früheren Entdeckungs- und Eroberungsreisen, die durch eine vermeintliche kulturelle oder technologische Überlegenheit motiviert wurden, fielen Reisende und Forscher hier auf einen fast archaischen Stand des Daseins und der Fortbewegung zurück, der die Übermacht der Natur in neuem Maße verdeutlichte. Durch die damit verbundenen Entbehrungen wurde die Polarforschung vor allem zu einer Frage physischer Ausdauer, oder, wie einmal wörtlich formuliert, zu einer „Magenfrage“, die auch nicht vor dem Verzehr des Assistenten, des Schlittenhundes, zurückschreckte.

Polarforschung war daher ein Balanceakt zwischen wissenschaftlichem Kalkül und heroischer Mutprobe, trotz aller Abgeschiedenheit des Geschehens aber eine Art Großveranstaltung, die im Spiegel zeitgenössischer Medien vor weltweitem Publikum stattfand; ein wissenschaftlich verbrämtes Programm nationalen Prestiges, dessen Erfolg an der Skala der erreichten geographischen Breite gemessen wurde.

Nachdem bekannt geworden war, daß die Nordost- und -westpassagen keine wirtschaftlichen Schifffahrtsrou-

ten boten, stand den vielzähligen Möglichkeiten geographischer, magnetischer, meteorologischer, hydrographischer und biologischer Forschung nur noch die Rarität fiktiver Trophäen gegenüber: Die Erde hatte nur zwei Pole. Als Peary – oder war es zuerst Cook? – im Jahr 1909 jeweils „ihren“ Nordpol erreicht hatten, beschloß Amundsen, sich den Südpol zu sichern; „die Wissenschaft mußte bei

on – wissenschaftliche Erkenntnisse, wirtschaftlicher Nutzen aus Wal- und Fischfang und nicht zuletzt „Ehre und Seegeltung“ – erreichten nur eine Minimallösung technischer Ausrüstung, einen kleinen gebrauchten Robbenfänger, kleiner als die *Santa Maria* des Columbus, um damit gegen das Packeis vorzugehen.

In Österreich ermöglichten Spenden erstmals, ein neues Expeditions-



Schlittenziehen bei der Nordpolexpedition 1872-74. Illustration von Julius Payer.

diesem kleinen Abstecker für sich selber sorgen“.

Solche oft spekulativen Expeditionen begannen bereits im Ursprungsland in einem meist frostig-abweisenden Vorfeld damit, Geldgeber zu überzeugen oder staatliche Stellen zu interessieren. Die deutsche Nordpolarforschung basierte auf Initiativen des Kartographen August Petermann, der das Polarmeer für schiffbar hielt. Seine Argumente für eine Expedi-

tion zu entsenden. Es verblieb dort, vom Eis eingeschlossen, und nur die Kunde vom neu gefundenen „Franz-Josef-Land“ kehrte zurück. Dessen Entdecker – Skeptiker behaupteten Erfinder – Julius Payer wußte, daß er hierüber nicht nur für den „Mann der Wissenschaft“, sondern auch das „große Publikum“ zu berichten hatte.

Ähnlich wie Caspar David Friedrich, der bereits 1823 das gescheiterte Schiff Parrys in einer symbolhaft auf-

getürmten Eiswüste gemalt hatte, bediente sich Payer als Maler des zur Popularisierung geeigneten Mediums und schilderte den dramatischen Rückzug aus dem Eis in großformatigen Gemälden.

Zwei Forschungsmethoden zeichneten sich allmählich ab: Systeme stationärer Beobachtungsstationen als Operationsbasis, die von mehreren nationalen geographischen Gesellschaften unterstützt wurden, sowie



Jules Vernes Kapitän Nemo an Bord der *Nautilus* (oben) und erste Schritte in technisches Neuland: Krupps Versuchs-Unterseeboot *Forelle* von 1902 (rechts).

der Einsatz neuer, besser geeigneter Verkehrsmittel. Polarforschung, die sich mit über große Distanzen hinweg unwegsamem Gelände zu befassen hatte, stieß vor allem auf Verkehrsprobleme, die nun mit den gerade wuchernden Verkehrsphantasien und -utopien korrespondierten.

Diese Wendung zu neuen technischen Möglichkeiten der Verkehrsmittel zur Bezwingung der Polgebiete bewegte sich auf einem breit angelegten und populär, etwa von Jules Verne vorbereiteten Tableau, dessen Grundmotiv die „Entdeckung, Überwindung und besitzergreifende Kontrolle des Raumes unter Zuhilfenahme

mannigfaltiger Variationen zeitgenössischer – oder „denkbarer“ Verkehrstechnik“ war. Die monatelange Schinderei vor dem Schlitten hatte schon Payer für Verkehrsphantasien empfänglich und gefügig gemacht: „Mit unsern gegenwärtigen Hilfsmitteln ist die Wahrscheinlichkeit der Erreichung des Poles noch so gering, daß es rathsam wäre, die Versuche so lange von der arktischen Forschung auszuschließen, bis wir statt der ohnmächtigen Fahrzeuge des Meeres die der Luft dorthin senden können.“

Die „außergewöhnlichen Reisen“ Vernes mit ihrer fast nahtlosen Verschränkung von Fiktion und belegbaren Fakten hatten schon 1863 begonnen, als sich aus dem eigenen, konkreten Ballon Vernes die Fiktion einer Afrikaüberquerung entwickelte. Folgte Verne dann seinem eigenen Interesse an der Arktisforschung noch in einer imaginären Fahrt eines kleinen Segelschiffes, so unternahm Kapitän Nemo in der *Nautilus* – genannt nach Fultons realem Entwurf – die Südpolarfahrt als privates Unternehmen: *20.000 Meilen unter dem Meer*, veröffentlicht 1869.

In dieser konsequenten Anwendung und Steigerung aller vorhandenen und denkbaren Mittel war nach Nansens Reise mit der *Fram* bis auf 86° nördlicher Breite der Schritt, einen Freiballon zu benutzen, nur eine Frage der Zeit. Es gelang Salomon Andrée, den schwedischen König und als Mäzen Alfred Nobel für die Fi-

nanzierung seines Ballonstarts zu gewinnen – in den Medien eine reale Reise in die Utopie. Kaum war der Ballon abgehoben, reagierte Kurd Laßwitz journalistisch und makaber mit seinem Roman *Auf zwei Planeten*, der die Fahrt ins Ungewisse in die utopische Sensation münden ließ: Die Ballonfahrer um Andrée erreichen am Nordpol den „Marsbahnhof“ der Erde. Tatsächlich werden ihre Leichen erst 33 Jahre später gefunden.

Die Medien, Literatur wie bildende Kunst, bemächtigten sich des Themas also auf breiter Ebene und zogen besonders Jugendliche in ihren Bann. Die Gemälde Payers, die nach den Strapazen nun den verklärenden ästhetischen Blick auf gefährliche Landschaften freimachten, faszinierten auch den jungen Hermann Anschütz, der im Jahr der Reise Payers, 1872, gerade geboren wurde. Er beschloß, Polarforscher zu werden.

Sein Großvater hatte als Maler und Professor der Münchner Akademie der Künste Aufträge für König Ludwig I. ausgeführt, die ihn bis nach Italien führten. Durch den Großvater hatte Anschütz an der Akademie möglicherweise auch Payer kennengelernt. Der Vater, Friedrich Anschütz, lehrte Mathematik und Physik und lieferte den naturwissenschaftlichen Hintergrund für die Interessen des Sohnes, den sein Medizinstudium allein nicht fesseln konnte.

Der breite Bildungshintergrund und die Faszination für neue Ziele und





Die *Gauß* während der Südpolarexpedition Erich v. Drygalskys, 1903. Der äußere Erfolg der Expedition – nur 66,6° Süd gegenüber 82,3° einer britischen Expedition – und die wissenschaftliche Ausbeute enttäuschten Kaiser Wilhelm. In der Tradition der großen Gemälde Julius Payers gab Oskar von Miller 1925 beim Marinemaler Claus Bergen dieses Großgemälde von fast sechs Metern Breite in Auftrag, das Bergen nach einem Expeditionsfoto anfertigte.

Aufgaben charakterisieren Hermann Anschütz als eine „offene Begabung“ an der Schwelle des 20. Jahrhunderts, die allerdings auch für seine Biographen viele Passagen seines abenteuerlichen Lebens offen ließ. Als Erbe des Adoptivvaters und Kunsthistorikers Kaempfe begütert, versuchte sich nun Anschütz-Kaempfe im Rollenspiel als „Rentner“ (1899), als „Doktor“ (durch eine verschollene Arbeit über Kunstgeschichte) und, im September 1900, als „Polarheld und Bärenjäger“. Er erkannte nun im Pol ein selbst projiziertes und angemessenes Ziel, das einen „Forschungstrieb“ allein durch seinen Anspruch legitimierte: „Das Interesse an einer Sache ist gewöhnlich proportional der Schwierigkeit, in deren Besitz zu gelangen“.

Das Erlebnis der gewaltigen Kräfte des Eises, das Bewußtsein des tragischen Ausgangs der Expedition Andrées stärkten den Entschluß, die für wirtschaftliche Investitionen nicht ausreichende Naturbewunderung und damit auch die bis dahin gegebene Einschränkung der wissenschaftlichen

Forschung durch den Ruf nach Naturbeherrschung mit Hilfe der Technik auf eine neue Basis zu stellen. So forderte Anschütz-Kaempfe „nicht Kraft, Ausdauer, Muth und Lebensverachtung, sondern List“ – die Polfrage war nun „ein Problem für die Technik“ –, und die Technik wurde damit eines für ihn selbst.

Wie viele andere bürgerliche Erfinder nahm Anschütz-Kaempfe nun auch die Technik für sich als ein neues Aktionsfeld neben Kunst und Wissenschaft wahr, und dies wohl oder übel, denn der von ihm geforderte Qualitätssprung zur Technik war bisher auch von „Berufenen“ noch nicht geleistet worden.

Sein Plan, auch das Unterseeboot in den Dienst der Wissenschaft und der Nordpolarforschung zu stellen, war, nach Andrée, fast zwingend und logisch, aber nicht neu. (Ebenso konsequent wurde wenig später das „Polarautomobil“ in die Debatte geworfen.) Schon John Wilkins, einer der Gründer der *Royal Society* in London, wies im Jahre 1648 auf die Vorteile der „submarinen Navigation“ hin, die Sicherheit böte vor Eis und großer Kälte, die die Zugänge zu den Polen gefährdeten.

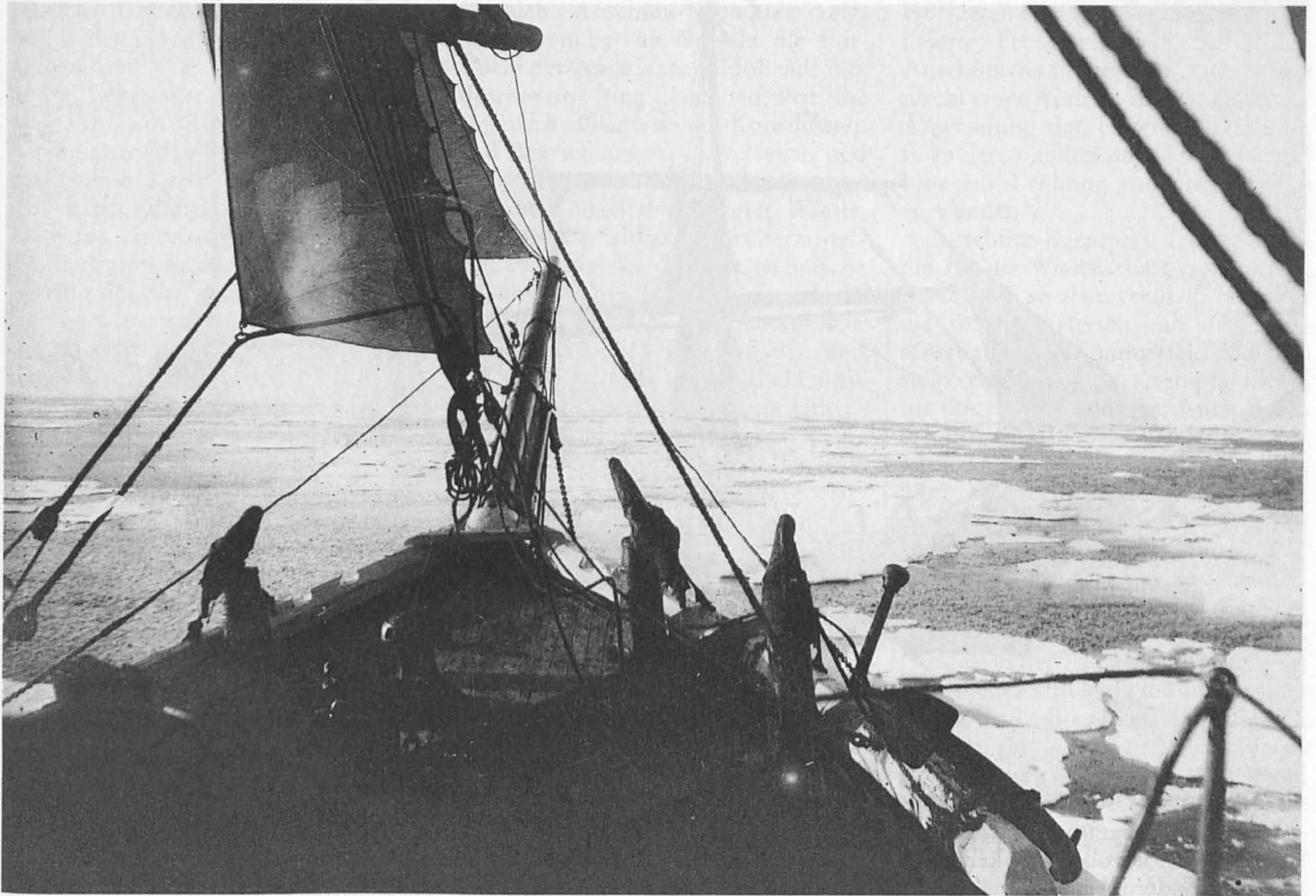
Anschütz-Kaempfes Plan nährte sich aber zweifellos aus der Vorstellungswelt, die die Visionen Jules Verne geschaffen hatte. Er mußte nun aus diesem Bannkreis heraustreten und sie in jedem Detail durchführbar darstellen, um „nicht eine Jules Ver-

neiade in die Welt hinauszuposaunen“, deren Stil er bei seiner Beschreibung der zukünftigen Expedition im Unterseeboot aber nicht verleugnen konnte:

„Eine zusammengesetzte Leiter wird aus dem Aussteigeschacht bis zu einer Höhe von 20 m in die Höhe geschraubt; von ihrer Spitze ist dem Beobachter ein weiter Blick über das dicht gepackte Eis möglich, und er späht nun nordwärts nach der nächsten größeren Wake oder Wasserstraße, die er vielleicht – ich nehme eine recht ausgiebige Entfernung an – fünf bis sechs Meilen weiter nördlich entdeckt, und deren Lage er nach dem Compass genau bestimmt. Nach dem Compass wird nun das Gyroskop, ein Instrument, das mit großer Genauigkeit jede seitliche Abweichung des Schiffes von der gegebenen Richtung anzeigt, gerichtet. Die Leiter wird eingezogen, der Schacht verschlossen, die Tauchung kann beginnen...“

Die Fahrt seines Unterseebootes würde nach dem Setz- und Suchprinzip von einer eisfreien Wasserfläche zur nächsten erfolgen, die nach Beobachtungen Payers nicht weiter als eine englische Meile voneinander entfernt waren. Den Beigeschmack der unseriösen und „luftigen Projektmacherei“ sollte dem Projekt von der wissenschaftlichen Autorität genommen werden, die der Rat berühmter Polarfahrer beisteuerte und die Anschütz-Kaempfe durch Polarreisen in





Anschütz-Kaempfe auf einer seiner Polarfahrten bei der Messung mit dem Sextanten (links) und der von ihm als Expeditionsschiff angeheuerte Walfänger im Eis (oben).

den Sommern der Jahre 1897 bis 1900 zu vertiefen suchte.

Im Sommer 1900 traf er hierbei auch mit der *Stella Polare* und einer italienischen Expedition zusammen, die die Bestmarke Nansens um einen halben Breitengrad verbessern sollte. Diese Studienreisen dienten der Erforschung der Eisverhältnisse und der Eisdicken. Hier war Anschütz-Kaempfe erstmals zum Bau einfacher Instrumente genötigt, zu einer Art Schieblehre zur Eisdickenmessung, deren Ergebnisse er als statistische Verteilung veröffentlichte. Zur Bestimmung der Lichtverhältnisse unter Wasser und Eis entwickelte der Forscher erste erfinderische Qualitäten und benutzte fotografische Platten, die in einer verglasten Bronzekapsel geschützt waren und die er über einen elektrischen Kontakt belichtete.

Anschütz-Kaempfe, der sonst gern im Hintergrund blieb, erkannte die

Bedeutung öffentlicher Meinung und Kritik und beobachtete das Presseecho und die Einwände gegen sein Projekt sehr sorgfältig, um „wertvolle Belehrungen und Anregungen“ zu erhalten. Er suchte daher auch wissenschaftliche Foren, die er in den Geographischen Gesellschaften in Wien und München fand, in die ihn deren Ehrenmitglied Payer eingeführt hatte. Diese Gesellschaften boten dem Außenseiter die Plattform, den Anspruch der Wissenschaftlichkeit zu verteidigen und auch die Obrigkeit oder staatliche Stellen und Ministerien zu erreichen.

Um Überzeugungskraft zu gewinnen, griff der Neuling zu allen Mitteln der technischen Demonstration. Hatte Verne es verstanden, „sich den zwingenden Zauber des potentiell Möglichen zunutze zu machen und das Beschriebene teilweise als Tatsache zu untermauern“, so verfuhr Anschütz-Kaempfe ganz nach diesem Muster. Neben seiner persönlichen Ausstrahlung – Payer: „Anschütz ist ein vollkarätiges Glückskind. Wenn er

mir sagte, er werde mit sechs Lipizzanerhengsten zum Nordpol fahren, so werde ich es für möglich halten“ – setzte Anschütz-Kaempfe Lichtbilder und Experimente ein. Mit funktionsfähigen Modellen näherte er sich dem Stil populär erklärter Technik, den auch wenig später das Deutsche Museum übernehmen sollte.

Als reisender Demonstrator besuchte Anschütz-Kaempfe Wien, um ein in Deutschland angefertigtes Modell eines Tauchbootes in einem Bassin zu demonstrieren, das, in fünf Teile zerlegt, für die Vorführung vernietet und abgedichtet wurde und ganz der Vorführtechnik zeitgenössischer Marine-Schauspiele entsprach.

Er stellte damit das Projekt als machbar, als die Summe und Kombination aller technischen Möglichkeiten der Zeit und eine folgerichtige Ergänzung von Details dar, sich selbst zunächst als Organisator der zur Verfügung stehenden Fachkompetenz, etwa des Gutachtens des Münchner Professors der Physiologie v. Voit über den Sauerstoffhaushalt an Bord;

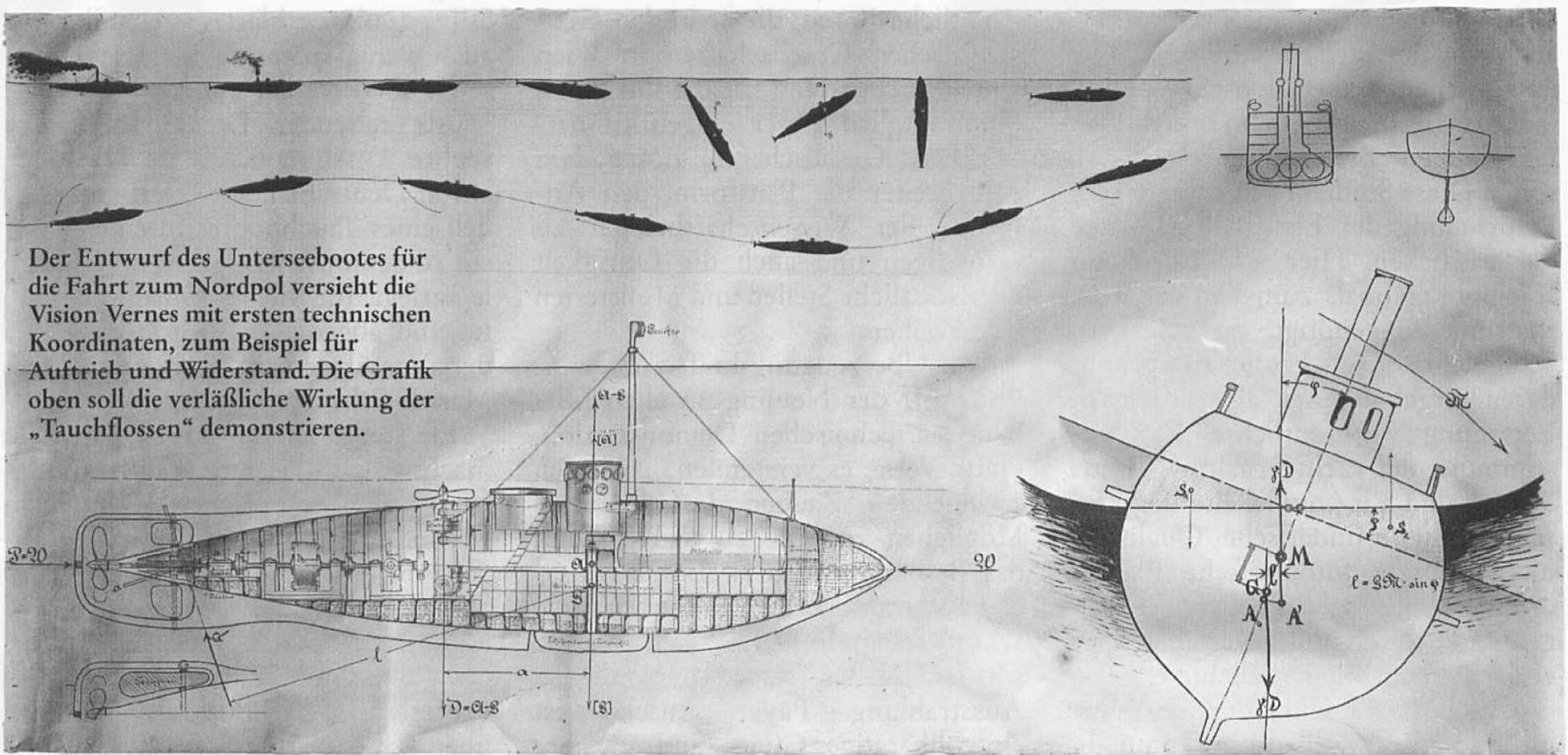


Diese Aufnahme des Walfängers, den Anschütz-Kaempfe als Expeditionsschiff benutzte, entstand vermutlich um 1900.

im übrigen formulierte er keine Lösungen, sondern Aufgabenstellungen. Die Gestalt des Schiffes müsse eben dem Druck entsprechen, der in 50 Meter Tiefe herrsche, also 50.000 Kilogramm pro Quadratmeter, als erste Andeutung einer genaueren Berechnung, die noch zu erledigen sei.

Zweifellos war die Seriosität des Nordpolprojekts auch mit der Frage seiner Finanzierung verbunden, denn die Geldmittel aus seiner Erbschaft waren begrenzt und staatliche Förderung war nötig. In Wien erhielt Anschütz-Kaempfe nach seinem Vortrag vor der *Geographischen Gesellschaft*

zwar eine Audienz beim Kaiser, wurde schließlich aber – ohne finanzielle Zusagen – huldvoll entlassen. Sein Vortrag vor der *Geographischen Gesellschaft* in München im Jahr 1901 erfolgte stark kontrastierend zu der Präsentation eines staatlich und sparsam geförderten, mit aller konventionellen



Der Entwurf des Unterseebootes für die Fahrt zum Nordpol versieht die Vision Vernes mit ersten technischen Koordinaten, zum Beispiel für Auftrieb und Widerstand. Die Grafik oben soll die verlässliche Wirkung der „Tauchflossen“ demonstrieren.

Abbildungen: Nachlaß Anschütz-Kaempfe/Deutsches Museum

Absicherung geplanten Unternehmens, der bevorstehenden Südpolar-Expedition.

Ihr Leiter war Erich von Drygalski, Professor der Geographie und Organisator des Museums für Meereskunde in Berlin. Planung und Bau des Expeditionsschiffes *Gauß* (Bild Seite 13), einer sorgsamsten Kopie der *Fram*, waren Sache der Kaiserlichen Marine; der Name indizierte die beabsichtigte geomagnetische Forschung, die von einem ministeriell eingesetzten Beirat geplant wurde. (In München erkannte man die Polarforschung auch als Durstproblem und stiftete 1000 Flaschen Bier.)

In dieses abgewogene, in allen Instanzen geprüfte Projekt staatlicher Forschung fiel also die selbstbewußte Stimme eines jungen Niemand. Daß Anschütz-Kaempfe in seinem Vortrag behauptete, vom Reichsmarineamt sei ihm mitgeteilt worden, „daß Schwierigkeiten in Bezug auf die Technik absolut nicht mehr vorlägen“, war fast ein echter Verne – jedenfalls ein Streich von politischer Dimension. Tatsächlich war der kaiserliche Flottenchef Tirpitz der Meinung, Unterseeboote seien „zur Zeit eines der größten Probleme, das jemals zu lösen versucht worden ist“.

Das Projekt eines einzelnen Zivilisten, mit diesem Problem ausgerechnet und kalkuliert den Nordpol erreichen zu wollen, mußte also auf Marinereise zwar wie lächerliches Laienwerk, aber auch wegen der laut werdenden Kritik an der zögernden Haltung der Marine beim U-Bootbau, etwa im Vergleich zu Frankreich, wie ein aufreizender Nadelstich wirken.

Schon zuvor waren der deutschen Marineleitung zahlreiche U-Bootprojekte angeboten worden, was diese schließlich zu öffentlicher Polemik gegen den lästigen Erfindereifer unberufener „Nichtfachleute“ veranlaßt hatte.

Anschütz-Kaempfe hatte also speziell Tirpitz' Kritik am Laienwerk zu berücksichtigen und sich der „berufensten Schiffbauingenieure“ zu versichern, die er bei der Germaniawerft des Rüstungsmagnaten Krupp in Kiel vermutete. Die Werft konnte zu diesem Zeitpunkt aber noch keine Erfahrungen im Bau von Unterseebooten haben und lieferte ihm nur inoffizielle Vorentwürfe. Eine Plankopie im

Nachlaß Anschütz-Kaempfes zeigt klar erkennbar als Vorbild die Entwürfe des Amerikaners Holland; ihre Bearbeitung ging gerade so weit, die technische Phantasie mit Koordinaten und Bezeichnungen zu versehen und eines der tatsächlich großen Probleme, die Längsstabilität unter Wasser, als gekonnte Schlängelfahrt darzustellen, auch hier wieder eine technische Lösung vortäuschend.

Erst jetzt, 1902, ergriff aber auch Krupp persönlich die Initiative und ließ die Vorschläge des spanischen Ingenieurs d'Equilleys für ein Unterseeboot prüfen und auf eigene Rechnung auch ausführen. Im Vergleich zu dieser winzigen *Forelle* forderte Anschütz-Kaempfe ein Tauchboot für acht Mann Besatzung und einem Aktionsradius von 10.000 Meilen (!), als bescheidene Distanzierung zu Verne.

Daß Anschütz-Kaempfe sein Projekt weiter akkumulativ auf eine breitere Basis stellte und auch „die drahtlose Telegraphie in den Dienst der Polarforschung“ nahm, und daß er sich hierzu mit dem Münchner Fabrikanten Scholl zur „drahtlos-unterseeischen Nordpolfahrt“ liierte, hatte sicherlich auch finanzielle Gründe. Sein Vermögen war dahingeschmolzen. In Deutschland fand sich kein spendabler Nobel, sondern nur Skepsis für die prognostizierten Leistungen der Technik. Das Reichsmarineamt beschied, der Erfinder möge sich nicht durch Abenteuer gefährden, sondern sich lieber am für die Marine wesentlichen Detail, einem von stählernen Wänden unbeeinflussbaren Richtungsweiser versuchen: „Es gibt noch kein Gyroskop, das im Stande ist, den Kompass zu ersetzen, da Versuche namhafter Techniker bisher erfolglos geblieben“ seien.

Damit war die Expedition in das Labor verlegt und durch die Technisierung des Forschungsabenteuers auf ein neues Ziel gerichtet: den Ersatz des magnetischen Pols durch Kreiselwirkungen. Nach fünf Jahren der Suche und des Irrs war der Meridian im Labor darstellbar. Anschütz-Kaempfe konnte Tirpitz seinen ersten Kreiselkompaß anbieten, und tatsächlich eines der größten Probleme der Marine lösen.

Mit diesem Ergebnis war der Medizinstudent ohne Abschluß unter den Industriellen der Zeit anerkannt,

eröffneten sich ihm weitere, neu projizierte Forschungsziele. So schloß Anschütz-Kaempfe nun mit Krupp direkt einen Vertrag, in dem dieser die Anwendung der Unterwasserakustik finanzieren sollte, um „Unterwassertöne zur Lenkung von Torpedos zu verwenden“.

Anschütz-Kaempfes Taktik, Technik für die Wissenschaft einzusetzen, erwies sich so als reversibel. Hilfe für die Technik lieferten nun auch Wissenschaftler wie Sommerfeld und Einstein, der Anschütz-Kaempfe anbot, für ihn tätig zu werden. Auch durch den Polarforscher Drygalski fand Anschütz-Kaempfe indirekt Anerkennung, als Drygalski ihn im Jahr 1922 als Rektor der Münchner Universität zu deren Ehrenbürger ernannte.

Es mag ein Indiz für die Ernsthaftigkeit seines früheren Plans sein, daß der gereifte Erfinder noch im Juni 1925, nach der Rückkehr Amundsens von einem Polflug, diesen auf die norwegischen U-Boote verwies, „die sich bequem für eine Reise zum Nordpol einrichten ließen“. Aber erst 1958, lange nach seinem Tode im Jahre 1931, als eine atomgetriebene, amerikanische *Nautilus* den Nordpol unterquerte, wurde Anschütz-Kaempfes Plan verwirklicht. Wieweit dieses Unternehmen die Wissenschaft förderte, blieb so verborgen wie das Unterseeboot selbst. Berühmt wurde es für das benutzte Verfahren der neuen, kreiselgestützten Trägheitsnavigation, dessen Grundlage, als Detail einer umfassenderen Fiktion, das eigentliche Ziel und die Aufgabe Anschütz-Kaempfes geworden war. □

#### ZUM THEMA

Über Hermann Anschütz-Kaempfes Zusammenarbeit mit Arnold Sommerfeld und Albert Einstein wurde in *Kultur & Technik*, 1/1991 berichtet. Besonderer Dank des Autors gilt Frau Dorothea Kubierschky für die Überlassung von Fotos und Dokumenten.

#### DER AUTOR

*Jobst Broelmann*, geboren 1943, studierte Schiffstechnik in Hannover und Hamburg. Seit 1984 ist er Konservator der Abteilung Schifffahrt im Deutschen Museum.

# UNBEKANNTE WELTEN

## Nordische Entdecker und die Erforschung der Erde

VON WALTER RATHJEN

Der neue, 1000 Quadratmeter große Sonderausstellungsraum im ersten Obergeschoß des Deutschen Museums wird vom 3. Oktober bis zum 30. Dezember 1997 eine Ausstellung über skandinavische Forscher und Entdecker beherbergen. Die Ausstellung ist im Auftrage des Nordischen Ministerrates vom finnischen Science Centre *Heureka* gestaltet worden. Nach Helsinki, Kopenhagen, Den Haag und Paris kommt sie jetzt ins Deutsche Museum.

Die Ausstellung will den Beitrag der skandinavischen Länder zur Erforschung der Welt in Erinnerung rufen. Jedes der fünf Länder des Nordens stellt einen Entdecker und dessen Leistungen vor: Island den Wikinger Leif Eriksson und die erste Besiedelung Nordamerikas durch Europäer; Dänemark den Seefahrer Vitus Bering und die Erforschung der pazifischen Küsten Sibiriens und Alaskas; Finnland den Geologen und Geographen Adolf Erik Nordenskiöld und die erste Durchfahrung der Nordostpassage (das ist der Seeweg um Sibirien herum nach Ostasien); Norwegen den Polarforscher Roald Amundsen und den Wettlauf zum Südpol; und schließlich Schweden Sven Hedin und die Erforschung Zentralasiens und Chinas.

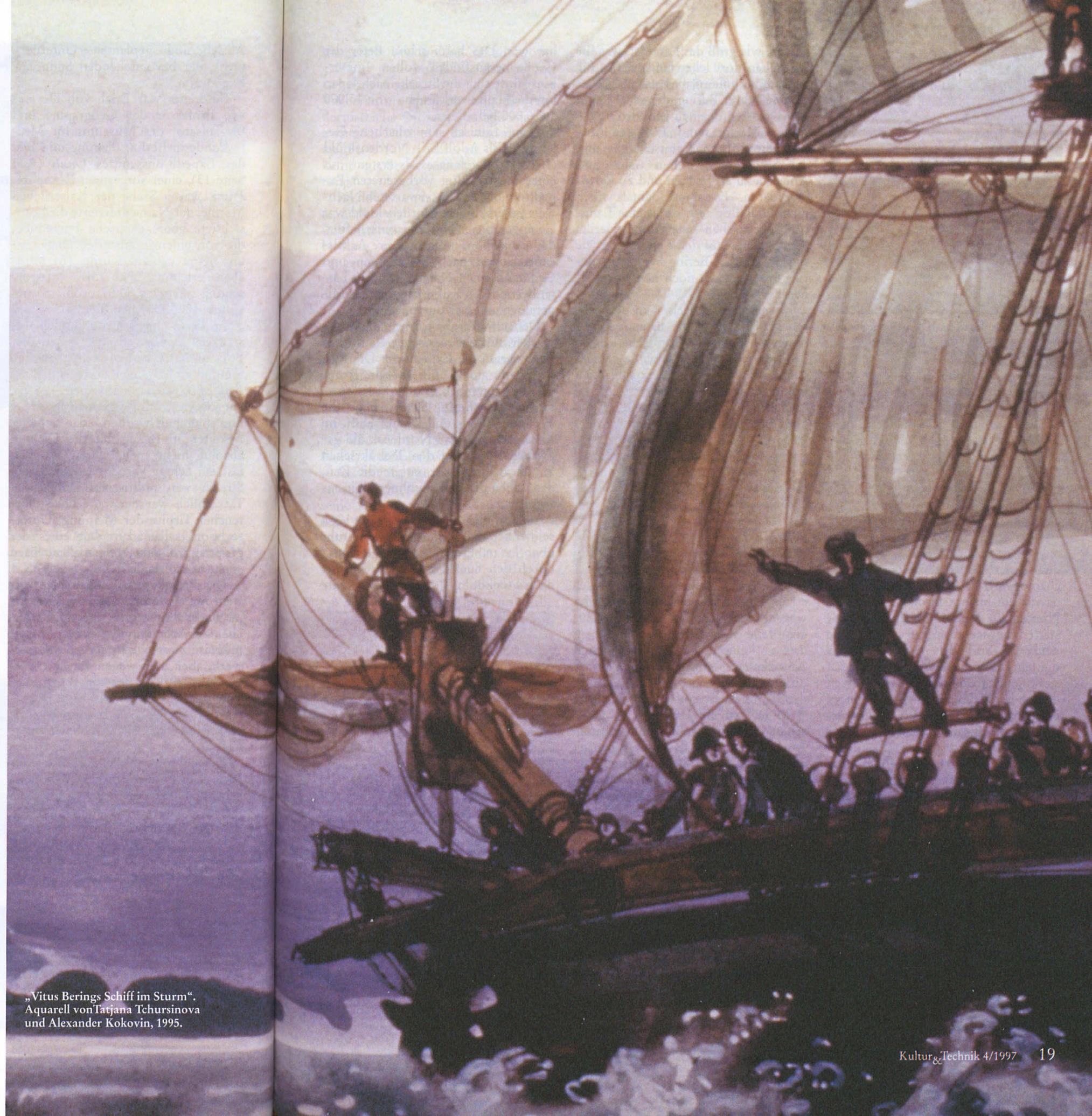
Neben diesen fünf exemplarisch herausgestellten Persönlichkeiten und ihren Entdeckungen werden weitere Wissenschaftler gewürdigt – so etwa Carl von Linné oder Fridtjof Nansen – und viele Wissenschaftler und Forschungsprojekte, auch aus der Gegenwart, zumindest erwähnt. So gibt die Ausstellung ein facettenreiches Bild von den Forschungsaktivitäten Skandinaviens.

Die Gestalter haben nicht die stillen Forscher im Labor, etwa Anders Celsius oder den Astronomen Tycho Brahe, in den Mittelpunkt gestellt, sondern die großen Entdecker, die Leben und Gesundheit für „ihr Ziel“ riskierten. „Mangel, Blöße, Frost, Nässe, Ohnmacht, Krankheit, Ungeduld und Verzweiflung begleiteten sie als ständige Gäste“. Mit diesen Worten brachte der deutsche Naturforscher Georg Wilhelm Steller, der Bering auf seiner zweiten Amerikareise begleitete, seine Erlebnisse zum Ausdruck.

Die vorgestellten Persönlichkeiten sind allgemein bekannt; an ihren Erfolgen und Niederlagen bis hin zum Tod entzündet sich die Diskussion um die Opfer, die für die Erkenntnisse der Wissenschaft, für den Ruhm einer Erstentdeckung oder für die politische Machterweiterung gebracht wurden. Sie waren zu ihren Lebzeiten die Helden und Idole der Jugend. Ihre Bücher (vor allem die *Hedins*) erreichten Höchstauflagen. Die Ausstellung läßt die Einzigartigkeit ihrer Leistungen lebendig werden.

Viele interaktive Demonstrationen regen zum Lernen durch Experimentieren an: Wie haben die Wikinger den Weg zurück nach Grönland gefunden? Wie hat Nordenskiöld die geographische Position des nördlichsten Kaps Sibiriens bestimmt? Mit welchen Hilfsmitteln hat Vitus Bering Karten von den Aläuten gezeichnet?

Eine begehbare Eiskammer läßt die klimatischen Verhältnisse, mit denen Amundsen auf seinem Marsch durch die Antarktis zu kämpfen hatte, erahnen. Und auf dem naturgetreu nachgebauten Vorschiff der *Vega*, Nordenskiölds Expeditionsschiff, könnte man seekrank werden: Es stampft und schlingert in stürmischer See – dank eines umgebauten Flugsimulators.



„Vitus Berings Schiff im Sturm“. Aquarell von Tatjana Tchursinova und Alexander Kokovin, 1995.



Vitus Berings Büste, nach dem Totenschädel rekonstruiert von Professor Swjagin.

Bei aller Unterhaltung und allem Spaß haben es die Ausstellungsmacher verstanden, das Ungewöhnliche und Neue, den wissenschaftlichen Gehalt und die wirtschaftlichen und politischen Hintergründe der Expeditionen klarzumachen.

Wer weiß, außer den Fachleuten, was die Wikinger in Amerika, ihrem „Vinland“, tatsächlich getan haben? In der Ausstellung wird ein Nachbau eines Wikingerhauses gezeigt. Erst in den 1960er Jahren haben dänische Archäologen in L'Anse aux Meadows – das ist ein kleines Fischerdorf an der Nordspitze Neufundlands – Wohnstätten entdeckt und freigelegt, die eindeutig von den Wikingern um die Jahrtausendwende gebaut worden sind. Feuerstelle und Schlacken lassen darauf schließen, daß die Wikinger dort sogar Eisen erzeugt haben, vermutlich um Eisennägel zur Reparatur ihrer Schiffe herzustellen.

Unklar aber ist immer noch, wie weit die Wikinger nach Süden oder ins Landesinnere vorgedrungen sind. Es scheint festzustehen, daß die Ära nur wenige Jahrzehnte gedauert hat. Die Vinland-Sagas lassen keine zuverlässigen Aussagen zu. Die UNESCO setzte L'Anse aux Meadows auf auf die Liste des Weltkultur-Erbes.

Bei Vitus Berings Reisen wird die ungeheure politische und wirtschaftliche Bedeutung der Forschungs- und Entdeckungsreisen deutlich. Peter der Große, von 1682 bis 1725 Zar von Rußland, wollte seinen Machtbereich so weit wie möglich nach Osten ausdehnen. Dazu mußte er erst einmal

wissen, wie groß das Land ist, was für Menschen dort leben und was es für Schätze zu holen gab. Deshalb gab er dem Seefahrer Bering, der seit 1703 in den Diensten der neu gebildeten russischen Marine stand, 1724 den Auftrag, die Küsten Kamtschatkas und das Seegebiet zwischen Asien und Amerika zu erforschen und zu kartographieren. Es stand damals noch nicht endgültig fest, ob es eine Landbrücke zwischen Asien und Amerika gäbe. Namen auf den Landkarten wie Bering-Straße, Bering-See und Bering-Insel zeugen noch heute von jenen Reisen.

Es waren zwei Reisen in den Jahren 1724 bis 1741, die als erste beziehungsweise zweite Kamtschatka-Expedition in die Geschichte eingegangen sind. Für beide Expeditionen mußten Mannschaften und Material quer durch das riesige Land an die Ostküste Sibiriens gebracht werden. Daß dies Jahre in Anspruch nahm – die zweite Reise dauerte sechs Jahre –, lag vor allem auch daran, daß dabei die Einwohner und die Natur Sibiriens wissenschaftlich erforscht wurden. An der Ostküste in Ochotsk wurden die Schiffe gebaut, was ein weiteres Jahr dauerte.

Berings Expeditionen standen unter keinem günstigen Stern. Auf der ersten Expedition bekam er Amerika wegen Nebel gar nicht zu Gesicht, glaubte aber nachgewiesen zu haben, daß es keine Landverbindung nach Amerika gab. Auf der zweiten Expedition, der Amerikareise von 1741/42, die er mit zwei Schiffen durchführte, starb nahezu ein Drittel der Mannschaft an Skorbut und Entkräftung. Auch Bering, damals schon 60jährig, war den Strapazen nicht gewachsen. Er starb am 8. Dezember 1741 und wurde auf der Bering-Insel begraben.

Im Sommer 1991 suchten und fanden dänische und russische Archäologen sein Grab, legten es frei und rekonstruierten anhand seines Schädels eine Büste von ihm. Es hatte bis dahin kein korrektes Porträt von ihm gegeben. Ein vielfach veröffentlichtes Porträt stellte seinen Onkel dar.

Während Bering nachgewiesen hatte, daß zwischen Asien und Amerika keine Landbarriere den Weg versperrte, wußte man 100 Jahre später immer noch nicht, ob der Seeweg um Sibirien herum nach Japan und China befahr-

bar war. Das hatte schon Peter der Große herausfinden wollen. Immerhin würde sich die Strecke nach Japan um die Hälfte verkürzen – von 13.000 auf 6.000 Kilometer.

Dem finnisch-schwedischen Gelehrten Nils Adolf Erik Nordenskiöld (1832-1901) gelang es als erstem, mit einer mustergültig vorbereiteten Expedition diesen lang erwarteten Nachweis zu erbringen. Nordenskiöld war ein angesehener Naturwissenschaftler, der sich schon durch mehrere Arktis-Expeditionen nach Spitzbergen und Grönland einen Namen gemacht hatte. Besonderen Ruf erlangte er als Mineraloge und Kartograph.

Der schwedische König, ein schwedischer und ein russischer Kaufmann finanzierten die Expedition. Die Reise begann am 18. Juli 1878 in Tromsø. Im September 1878, 200 Kilometer vor der Bering-Straße, blieb die *Vega*, ein Segel- und Dampfschiff, im Eis stecken, so daß Nordenskiöld gezwungen war, bei den Tschuktschen zu überwintern. Er nutzte die Zeit, das Leben der Ureinwohner Sibiriens zu erforschen.

Im Sommer 1879 passierte die *Vega* schließlich die Bering-Straße und fuhr über Japan, Hongkong, Ceylon und durch den Suezkanal wieder zurück nach Stockholm. Nordenskiöld hatte



Amundsen stellt mit seinen Instrumenten fest, daß er sich am Südpol befindet.

## NORDISCHE ENTDECKER

die erste nordpolare Handelsroute eröffnet und bewiesen, daß es mit richtiger Ausrüstung und sorgfältiger Vorbereitung möglich war, die hindernisreiche Nordostpassage zu bezwingen. Da dieser Seeweg aber nur an gut 70 Tagen eisfrei ist, erreichte er keine große wirtschaftliche Bedeutung.

Roald Amundsen (1872-1928) hatte, anders als Nordenskiöld, nur eine unvollständige wissenschaftliche Ausbildung, aber ausgesprochene Führungsqualitäten. Sein Jugendtraum und ehrgeiziges Ziel war es, als erster den Nordpol – und als ihm Peary zuvorgekommen war: dann eben als erster den Südpol zu erreichen. 1910 gelang es ihm, die gesamte Nordwestpassage – das ist der Seeweg durch das Inselgewirr zwischen Grönland und Alaska – zu durchfahren. Danach wollte er sich, ähnlich wie Fridtjof Nansen, vom Packeis einschließen und von der Strömung über den Nordpol treiben lassen.

Als er vom Plan Robert Scotts hörte, den Südpol zu erobern, änderte er seine Absichten und nahm sich vor, dem Engländer zuzuvorkommen. So entspann sich der dramatische Wettlauf durch die Antarktis, den Amundsen gewann und den Scott und seine Mannschaft mit dem Leben bezahlten. Dieser Wettlauf dokumentiert die Bedeutung von Reisevorbereitungen. Amundsen, als Norweger von Kind auf mit harten Winterverhältnissen vertraut und durch seine Erfahrung als Polarforscher geschult, paßte seine Ausrüstung den zu erwartenden Bedingungen am Südpol sorgfältig an. So benutzte er Skier zur Fortbewegung und Schlittenhunde als Zugtiere.

Scott dagegen vertraute britischer Überlegenheit und männlicher Kraft, verzichtete auf langes Training im Skilauf und zog die Schlitten selbst. Tödliche Erschöpfung war die Folge.

Amundsen setzte als einer der ersten das Flugzeug als Forschungsmittel ein. Das Flugzeug gewann in den ersten beiden Jahrzehnten dieses Jahrhunderts an technischer Reife und eröffnete für die Erforschung der Welt völlig neue Wege. 1925 versuchte Amundsen, mit zwei Flugbooten vom Typ *Dornier Wal* den Nordpol zu überfliegen. Er mußte auf halbem Weg notlanden, konnte aber mit einem Flugboot wieder zurückfliegen.

(Von der Notlandung im Eis gibt es in der Luftfahrthalle des Deutschen Museums ein schönes Diorama.) Ein Jahr später gelang ihm der Überflug mit dem Luftschiff *Norge* des Italieners Nobile. Allerdings war ihm der Amerikaner Byrd mit einem Flugzeug um 48 Stunden zuvorgekommen.

Ein Forscher ganz anderer Art war Thor Heyerdahl – in den 50er Jahren ebenfalls ein Idol einer Jugendgeneration. Heyerdahl machte keine Entdeckungsreise, sondern er wollte entgegen der herrschenden Lehrmeinung beweisen, daß Polynesien von Südamerika aus besiedelt worden war.



Sven Hedin an Bord seines Floßes, mit dem er den innerasiatischen Fluß Tamir befuhr.

Sven Hedin (1865-1952), Schwedens großer Asienforscher, stand für seine ersten Expeditionen in den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts noch kein Flugzeug zur Verfügung. Seine letzte große Expedition von Peking quer durch Zentralasien diente der Vorbereitung einer Fluglinie Peking-Berlin der deutschen *Lufthansa*. Zweck: „Ununterbrochene meteorologische Beobachtung während zweier Jahre; Aufbau meteorologischer Stationen in bestimmten Abständen; Erforschung des Landes; Prüfung des Geländes auf geeignete Flugplätze.“

Hedins physische Leistungen sind schier unglaublich. Über 10.000 Kilometer wanderte er zu Fuß, ritt er auf den Rücken von Mauleseln, Kamelen und Pferden durch Wüste, Steppe, Schnee und Hochgebirge. Für die Erforschung des großen innerasiatischen Flusses Tamir baute er sich allerdings ein Floß. Ein naturgetreuer Nachbau illustriert in der Ausstellung die Ausrüstung Hedins.

Dafür baute er ein Floß aus Balsaholz, ganz so, wie es die Vorfahren der Inkas benutzt hatten, und fuhr damit in 100 Tagen 8.000 Kilometer über den Pazifischen Ozean, bevor er mit seinen fünf Gefährten auf einer polynesischen Insel strandete. Kaum eine Forschungsreise ist so lebhaft in Erinnerung wie die Fahrt der *Kon Tiki*.

Thor Heyerdahl ist heute eine lebende Legende. Er wird die Ausstellung am 2. Oktober eröffnen und dabei darlegen, daß es noch viele weiße Flecken auf der Landkarte gibt, die es sich lohnt zu erforschen. □

### DER AUTOR

Walter Rathjen, geboren 1939, Dr.-Ing., war im Schiffbau, als Seemann, im Dampfturbinenbau und in der Raumfahrt tätig. Seit 1977 im Deutschen Museum, zunächst Leiter der Luft- und Raumfahrt, jetzt zuständig für externe Sonderausstellungen.



Blick auf die wachsende Stadt Wolfsburg und das Volkswagenwerk, 1956.

Foto: Willi Lauther/DHM, Berlin

# ARBEITERSTADT UND ARBEITERSTAAT

## Industriestädte nach Plan in West und Ost: Wolfsburg und Eisenhüttenstadt

VON CLAUDIA FREYTAG

Wolfsburg und Eisenhüttenstadt sind die bedeutendsten deutschen Stadtgründungen im 20. Jahrhundert. Auf dem Reißbrett entstanden, entwickelten sie sich zu Modell- und Musterstädten der beiden deutschen Staaten, vorbildlich in den Bereichen Architektur und Städtebau, in Politik und Wirtschaft, in Kunst und Kultur. Das Deutsche Historische Museum Berlin widmete der Geschichte der beiden Städte unter dem Titel „Aufbau West – Aufbau Ost. Die Planstädte Wolfsburg und Eisenhüttenstadt in der Nachkriegszeit“ eine große Ausstellung, die im Zeughaus, Unter den Linden, zu sehen war.

Die heutige Stadt Wolfsburg verdankt ihre Existenz dem Aufbau eines Automobilwerks, das dazu beitragen sollte, den Modernisierungsrückstand des nationalsozialistischen Deutschlands im Bereich der Motorisierung aufzuholen. In verkehrstechnisch und wehrpolitisch günstiger Lage in der Mitte des Reichs legte Adolf Hitler persönlich am Himmelfahrtstag des Jahres 1938 den Grundstein für das geplante Volkswagenwerk und zugleich für eine neue Stadt. Träger des Werks wurde die *Deutsche Arbeitsfront*, deren Freizeitorganisation „Kraft durch Freude“ (KdF) dem vom Konstrukteur Ferdinand Porsche entwickelten Kleinwagen und der neuen Stadt den Namen geben sollte.

Ebenso wie im Falle der zweiten nationalsozialistischen Stadtneugründung, der 1937/38 beim gleichnamigen Werk entstandenen „Stadt der

Hermann-Göring-Werke“, dem heutigen Salzgitter, ging es um mehr als um die Errichtung einer Werksiedlung. Die „Stadt des KdF-Wagens“ sollte eine „nationalsozialistische Musterstadt“, „eine vorbildliche deutsche Arbeiterstadt“ werden.

Protegiert durch den Generalbauinspektor für die „Reichshauptstadt“ Berlin, Albert Speer, erhielt der junge österreichische Architekt Peter Koller den Auftrag, eine Stadt für mehr als 25.000 Menschen zu planen. Als Schüler Heinrich Tessenows nahm er die Gedanken der Gartenstadt auf, zum Gefallen seiner Auftraggeber integrierte er eine für Aufmärsche vorgesehene, einhundert Meter breite Hauptachse, die auf die sogenannte „Stadtkrone“, eine Ansammlung von Parteibauten, zulaufen sollte.

Die erste Siedlung der neuen Stadt, der „Steimker Berg“, diente der Unterbringung von Führungskräften und war bereits 1940 bezugsfertig. Dagegen konnten die „Volkswohnungen“ in der Stadtmitte nur zum Teil fertiggestellt werden. Da nach Kriegsbeginn der weitere Aufbau der Stadt fast zum Erliegen gekommen war, blieb sie bis weit in die 50er Jahre hinein von großen Barackenlagern geprägt.

Auch die Entwicklung des Volkswagenwerks verlief nicht wie geplant. Projektiert auf eine Jahresproduktion von etwa 500.000 Personenwagen, lief ausschließlich die militärische Version des „Volkswagens“, der „Kübelwagen“, vom Band. Hunderttausende von „KdF-Sparern“, die in der Hoffnung auf einen Wagen, den sich jeder leisten konnte, kleine Raten auf ein Sperrkonto eingezahlt hatten, blieben auf ihren Bestellzusagen sitzen.

# WOLFSBURG UND EISENHÜTTENSTADT

Um die Rüstungsproduktion im Krieg aufrechtzuerhalten, sorgte die Werksleitung für die Rekrutierung von Kriegsgefangenen, Zwangsarbeitern und KZ-Häftlingen. Etwa 10.000 Menschen kamen auf diese Weise in die „Stadt des KdF-Wagens“, darunter viele Frauen und Kinder. Im umfangreichen Lagerkomplex des Werkes fristeten sie ein Dasein, das durch Schwerstarbeit, Unterernährung und Mißhandlungen bestimmt war.

1945 übernahm die britische Besatzungsmacht das Werk und ließ – anstatt es zu demontieren – die Produktion wieder anlaufen. Die Sieger setz-

den Aufbau eines Eisenhüttenkombinats begannen, stand der Mythos des Neubeginns im Mittelpunkt der Propaganda der jungen DDR.

Die Legende wollte es, daß die erste sozialistische Stadtneugründung ihren Ausgang nahm, „wo einst nur Sand und Kiefern waren“. Tatsächlich jedoch gehörte die Fürstenberger Gegend im Zweiten Weltkrieg zu einem Rüstungsschwerpunkt im Berliner Umland. Aufbau und Betrieb der Unternehmen, darunter Zweigwerke der *Degussa* und der *Rheinmetall Borsig*, waren durch die Errichtung eines Kriegsgefangenenlagers, in dem bis

gefallen und auf den Eisen- und Stahlimport aus der Bundesrepublik konnte man sich nicht einrichten. Die Bedeutung des EKO für die Volkswirtschaft der DDR war beträchtlich. Als eines der wichtigsten Investitionsobjekte des ersten Fünfjahresplanes wurde es darüber hinaus ideologisch zum „Friedenswerk“ überhöht, in dem aus „sowjetischem Erz und polnischem Koks deutscher Friedensstahl“ entstünde.

## „EISEN FÜR DEN FRIEDEN“

Industrieminister Fritz Selbmann reiste im August 1950 an, um auf dem etwa 12 Hektar großen Baugebiet eigenhändig die erste Kiefer zu fällen. Im Januar 1951 fand unter dem Motto „Stahl-Brot-Frieden“ die feierliche Grundsteinlegung zum ersten Hochofen statt, im September wurde er durch eine Fackel, die Ministerpräsident Otto Grotewohl einem „Jungen Pionier“ übergeben hatte, angeblasen – doch zunächst nur zum Schein. Tatsächlich war man noch nicht so weit. Die technologischen und qualifikatorischen Bedingungen für den Aufbau des EKO waren abenteuerlich. Als das erste Roheisen floß, soll der anwesende Direktor des Instituts für Eisenhüttenkunde an der Bergakademie Freiberg gesagt haben, es käme zwar aus dem Hochofen und sehe aus wie Eisen, eine Analyse wolle er aber lieber nicht machen.

1952, es waren bereits vier Hochöfen in Betrieb, schickte das Politbüro eine Untersuchungskommission unter Leitung Walter Ulbrichts. Während die staatseigene Nachrichtenagentur ADN bemüht war, den Mythos der „Erfolgsgeschichte EKO“ aufrechtzuerhalten und über den Besuch berichtete, Ulbricht sei lediglich angereist, um „Aktivisten und Bestarbeiter“ auszuzeichnen, war die Konsequenz der Inspektion ein Hilferuf an das Moskauer Zentralkomitee der KPdSU, Metallurgie-Spezialisten zu schicken.

Die „Kinderkrankheiten“ der Öfen konnten behoben, 1953 erstmals das gesetzte Produktionslimit erreicht werden. Im folgenden Jahr waren schon sechs Hochöfen in Betrieb, die 730.000 Tonnen Roheisen produzierten – die Hälfte der gesamten Rohei-



Adolf Hitler läßt sich von Konstrukteur Ferdinand Porsche das Modell des „deutschen Volkswagens“ vorführen, 1936.

ten der „nationalsozialistischen Musterstadt“ ein Ende, kümmerten sich um die überlebenden Zwangsarbeiter und gaben der Stadt einen neuen Namen: Wolfsburg. Nach den ersten schweren Nachkriegsjahren, in denen die Barackenstadt zehntausende Kriegsheimkehrer, Flüchtlinge und Vertriebene aufnehmen mußte, nahm die Erfolgsgeschichte des „VW-Käfer“ ihren Lauf und ließ die Volkswagenstadt zu einer modernen und wohlhabenden Kommune werden. Die Jahre des Nationalsozialismus wurden verdrängt.

Auch das heutige Eisenhüttenstadt entstand in einer Region mit nationalsozialistischer Vergangenheit. Als im August 1950 bei Fürstenberg an der Oder die ersten Rodungsarbeiten für

zu 44.000 Menschen eingepfercht waren, sowie eines Nebenlagers des KZs Sachsenhausen sichergestellt. Die mehr als 4.000 Opfer dieser Jahre wurden zu DDR-Zeiten ausschließlich zu „gefallenen Helden der Roten Armee“ erklärt und erhielten in der neuen Stadt ein Ehrengrab. Nach Kriegsende wurde die gesamte Industrie demontiert und in die Sowjetunion verbracht.

Der Bau des Eisenhüttenkombinats Ost (EKO) ging auf einen Beschluß des III. Parteitages der SED zurück. Die kurz zuvor gegründete DDR benötigte eine autarke Schwerindustrie, um wirtschaftlich überleben zu können, doch die traditionellen Stahlstandorte in Oberschlesien waren nach dem Zweiten Weltkrieg an Polen



Eisenhüttenstadt: „Aufbau aus eigener Kraft“. Kumpel vom Hochofen V, 1964.

Wiederaufbau beschloß, wurde zum Generalprojektanten der „ersten sozialistischen Stadt Deutschlands“. Er löste Architekten ab, die an den Vorstellungen der Parteiideologen gescheitert waren, denn die ersten schlichten Wohnzeilen in der „Wohnstadt des Eisenhüttenkombinats Ost“ wurden als „formalistisch“ abgelehnt.

### DIE ERSTE SOZIALISTISCHE STADT DEUTSCHLANDS

Seit 1950 führte die SED eine Kampagne gegen eine vermeintliche „Zerstörung der nationalen Kultur“ durch amerikanische Einflüsse. Im Mittelpunkt der folgenden „Formalismusdebatte“ stand die Architektur, die „national in ihrer Form, sozialistisch in ihrem Inhalt“ sein sollte.

Der Rückgriff auf „nationale Bau-traditionen“ und sowjetische Vorbilder zugleich fand erstmals bei den Bauten der Berliner Stalinallee ihren Ausdruck. Auch hier war Leucht als Architekt beteiligt. Mit ihren prächtigen Wohnbauten im „Zuckerbäckerstil“, auch „Arbeiterpaläste“ genannt, sollte sie die „erste sozialistische Straße“ der jungen Republik werden.

Auch die „Wohnstadt des EKO“ rückte mehr und mehr in den Mittelpunkt der Propaganda. Leucht entwarf eine kompakte, durchgrünte Stadt und setzte mit einem Zentralen

senproduktion der DDR. Das EKO entwickelte sich zu einem „Vorzeigebetrieb“, in dem die etwa 6.000 Mitarbeiter von hohen Löhnen, einem umfangreichen Prämiensystem und einer Sonderversorgung mit Lebensmitteln und Konsumgütern profitierten.

Später verwies man immer wieder darauf, den Aufbau „aus eigener Kraft“, also ohne die Hilfe der Spezialisten von Rhein und Ruhr, geschafft zu haben.

Im Gegensatz zu der „Stadt des KdF-Wagens“, bei der die Auftraggeber von Anfang an eine „richtige“ Stadt projektierten, war bei Fürstenberg zunächst lediglich eine Werksiedlung vorgesehen. Doch der Architekt Kurt W. Leucht, der im Berliner Ministerium für Aufbau die Arbeiten an allen „Aufbaustädten“ koordinierte, konnte Walter Ulbricht davon überzeugen, eine Stadt zu errichten, die vorbildlich für den gesamten DDR-Städtebau werden sollte.

Leucht, der nach einer Reise in die Sowjetunion an der Formulierung von „16 Grundsätzen des Städtebaus“ mitgearbeitet hatte, die der Minister-rat der DDR als verbindlich für den



„Arbeiterpaläste“ in Stalinstadt, 1958.

Fotos: DHM, Berlin (O.); Stadthochschule Eisenhüttenstadt (u.)

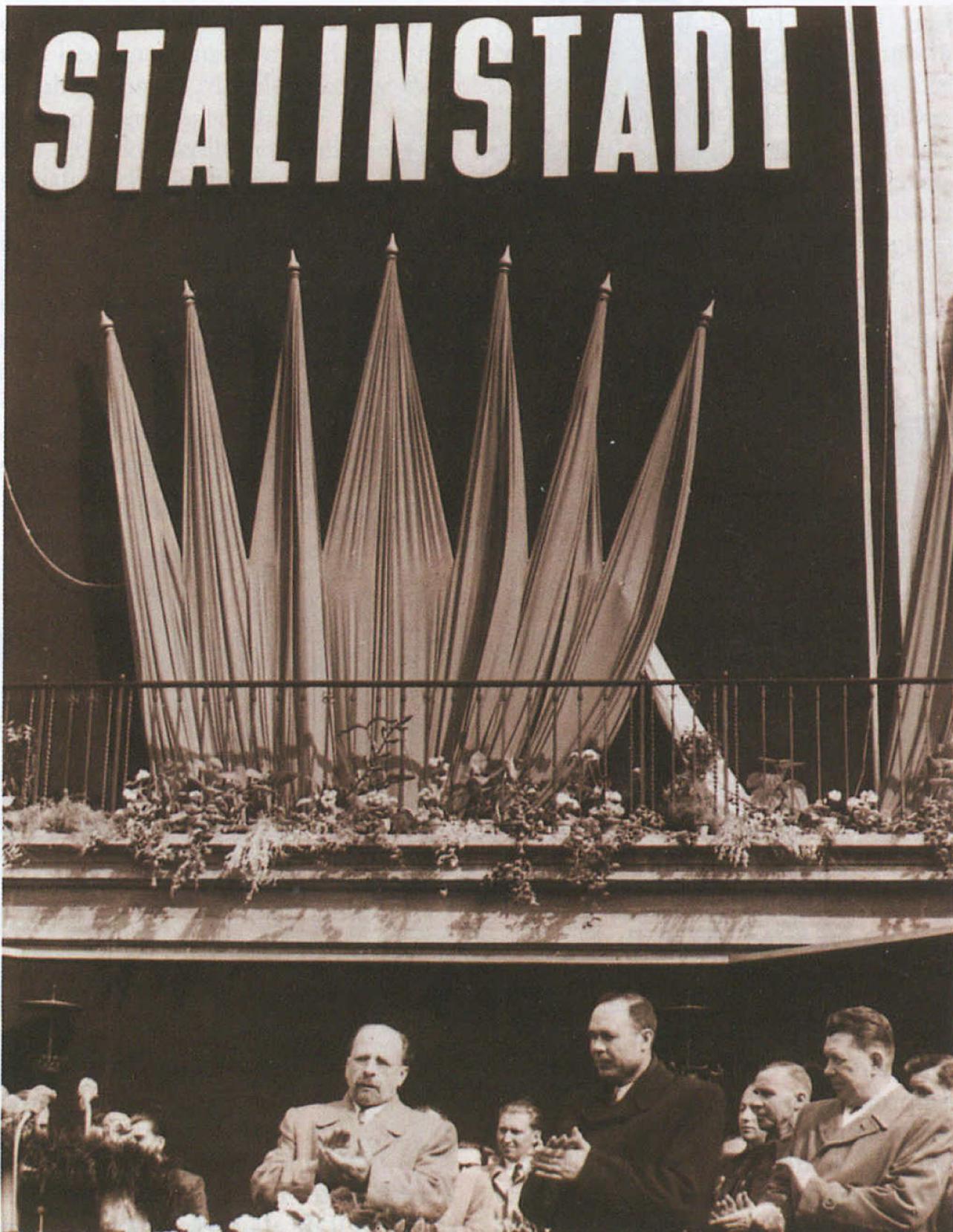
Platz und einer Magistrale, die auf das Werk hin ausgerichtet war, Prämissen sozialistischen Städtebaus durch. In Analogie zu den nicht realisierten Plänen für die „Stadt des KdF-Wagens“ wurde ausreichend Raum für Massendemonstrationen und politische Feiern eingeplant. Der zweite Wohnkomplex der Stadt mit seinen klassizistischen Fassaden, den verzierten Arkaden, Loggien und Balkonen, zeigte, wie die neue „herrschende Klasse“, die Arbeiterklasse, in Zukunft wohnen sollte.

Doch nicht nur die Architektur verwies auf einen Neuanfang. Die „erste sozialistische Stadt“ sollte ein Gemeinwesen ohne private Produktion, Handel und Handwerk, auch ohne Kirchen sein. Dieses politische Ziel ließ sich zwar nicht durchhalten, doch mußten die beiden Konfessionen ihre Gottesdienste bis in die 80er Jahre hinein in verschiedenen Behelfsbauten, Baracken oder Missionswagen, abhalten.

Im Frühjahr 1953 beschloß das Politbüro, der neuen Stadt den Namen „Karl-Marx-Stadt“ zu geben. Kurz darauf starb Stalin. Am 7. Mai 1953 taufte Walter Ulbricht in einem feierlichen Zeremoniell die „Wohnstadt des EKO“ auf den Namen „Stalinstadt“, das EKO wurde zum „Eisenhüttenkombinat J. W. Stalin“ (EKS). Einige Jahre später setzte, ausgelöst durch Chruschtschows „Geheimrede“, der auf dem XX. Parteitag der KPdSU 1956 die Verbrechen Stalins und den Personenkult angeprangert hatte, auch in der DDR langsam eine Entstalinisierung ein. Doch erst im November 1961 verschwanden gleichsam über Nacht alle Denkmäler, Straßen- und Betriebsnamen, die Stalin ehrten. Stalinstadt erhielt den Namen Eisenhüttenstadt.

## DIE VOLKSWAGENSTADT

1948 ernannte die britische Besatzungsmacht Heinrich Nordhoff zum Generaldirektor des Volkswagenwerks. Während dem ehemaligen „Wehrwirtschaftsführer“ in der amerikanischen Zone jede leitende Tätigkeit untersagt wurde, setzten die Briten auf der Suche nach einem Mann, der den Aufbau des zu zwei Dritteln zerstörten Volkswagenwerks weiterführen sollte, auf seine im Krieg



„Stalin, das bedeutet Hoffnung, das bedeutet Sieg“. Feierliche Namensgebung der „ersten sozialistischen Stadt“, 7. Mai 1953.

als Leiter der Opel-Werke in Brandenburg erworbenen Fähigkeiten.

Schon 1948 liefen im Volkswagenwerk rund doppelt so viele Automobile vom Band als in allen deutschen Automobilwerken zusammen. Der steigende Wohlstand in den folgenden Jahren bescherte der Bundesrepublik eine Massenmotorisierung, für die der Name Volkswagen zu einem Synonym wurde. 1953 feierte Wolfsburg den 500.000sten Volkswagen, 1955 bereits den Millionsten. 1959 trat der „Käfer“ seinen Siegeszug in Amerika an.

Der Abstand zwischen den in Wolfsburg gezahlten Löhnen und den Durchschnittslöhnen in der Bundesrepublik vergrößerte sich mit der Zeit.

Dazu kam ein System von Prämien und Sozialleistungen, die das Werk zu einem Musterbeispiel für das Funktionieren der „sozialen Marktwirtschaft“ machten. Auch wenn Nordhoff gegenüber dem Betriebsrat nicht müde wurde zu betonen, daß diese Leistungen „nicht etwa erkämpft“, sondern „gern und bereitwillig“ zugestanden würden, gab es innerhalb der „VW-Familie“ einen starken Zusammenhalt. Für die Belegschaft, die zu einem großen Teil aus ehemaligen Frontsoldaten bestand, war Nordhoff unangefochtene Autorität: Sie nannten ihn den „General“, er eröffnete seine Ansprachen in Betriebsversammlungen mit den Worten: „Meine Arbeitskameraden“.

Auch für die Entwicklung der Stadt Wolfsburg spielte er bald eine so große Rolle, daß er nicht selten als „König Nordhoff“ bezeichnet wurde. Die Abhängigkeit vom Werk war in einer Zeit, als eine Strukturkrise in der Automobilindustrie außerhalb jeder Vorstellungskraft lag, ein Segen. Getreu dem Motto „Was gut ist für das Werk, ist auch gut für die Stadt“ ließ das hohe Einkommensniveau Wolfsburg zu der Stadt des Wirtschaftswunders werden.

Das Werk wurde nicht nur zum größten Anbieter von Wohnungen, es baute Stadion und Schwimmbad, beteiligte sich finanziell am Angebot der Vereine und am kulturellen Angebot. Weltweit Aufsehen erlangten die Kunstausstellungen, die Nordhoff für seine Arbeiter ausrichtete. In Schulgebäuden oder Turnhallen wurden Gemälde von Weltrang gezeigt.

Der ständige Zustrom neuer Arbeitskräfte ließ die Stadt schnell wachsen. Die Architektur der Wohnbauten orientierte sich meist am internationalen Stil der Moderne, häufig an skandinavischen Vorbildern. Vor allem die neuen Waldsiedlungen mit ihrer dezentralen Bebauung, einer großzügigen Verkehrs- und Grünplanung waren typisch für den westdeutschen Städtebau der Zeit. Seit dem Ende der 50er Jahre setzten öffentliche Gebäude im Stadtbild neue Akzente. Für den Bau des Kulturzentrums und zweier Kirchen konnte der berühmte finnische Architekt Alvar Aalto, für



Generaldirektor Nordhoff und die Belegschaft des Volkswagenwerks, 1955.

den Entwurf des Theaters Hans Scharoun gewonnen werden.

Ebenso wie sich StalinStadt zu einer vorbildlichen Stadt der jungen DDR entwickelte, spiegelte Wolfsburg die Aufbaujahre der Bundesrepublik. Doch was den Alltag der Menschen betraf, gab es in den 50er Jahren in Deutschland Ost und West noch viele Gemeinsamkeiten. In beiden Industriestädten richteten sich die Ver-

heißungen der neuen Gesellschaftssysteme an die Arbeiter. Dabei stand für sie der Aufbau der eigenen Existenz im Mittelpunkt.

Die Euphorie dieser Jahre, die Freude über die neue Wohnung und den steigenden Wohlstand ebenso wie der Stolz auf das Industrieunternehmen, das ihr Leben prägte, läßt viele kleine Ereignisse in Wolfsburg und StalinStadt austauschbar werden. □

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Rosmarie Beier (Hrsg.): Aufbau West – Aufbau Ost. Die Planstädte Wolfsburg und Eisenhüttenstadt in der Nachkriegszeit. Stuttgart 1997.

Hans Mommsen und Manfred Grieger: Das Volkswagenwerk und seine Arbeiter im Dritten Reich. Düsseldorf 1996.

## DIE AUTORIN

*Claudia Freytag*, geboren 1963, M. A., ist Historikerin mit dem Schwerpunkt Zeitgeschichte. Sie ist seit 1993 als wissenschaftliche Mitarbeiterin an Ausstellungen des Hauses der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland in Bonn und des Deutschen Historischen Museums in Berlin beteiligt.



„Käfer“ am laufenden Band, 1955.

# DER RECHENRIESE

## Die Maschine von John B. Wilbur

VON HARTMUT PETZOLD

Das Foto wurde 1936 am Massachusetts Institute of Technology (MIT) im amerikanischen Cambridge aufgenommen. Zu sehen ist Dr. John B. Wilbur vom Department of Civil Engineering vor einer als „*simultaneous calculator*“ bezeichneten Maschine, die er zur Lösung von Systemen linearer Gleichungen entwickelt und gebaut hatte.

Wir wissen wenig über diese eindrucksvolle Maschine und gar nichts über ihre tatsächliche Verwendung. Man darf daraus immerhin schließen, daß sie keine größeren Umwälzungen in der Arbeitsweise der Mathematiker und Ingenieure bewirkte. Klar ist jedoch, daß sie heute im Schatten der Geschichte des Computers steht. Der Status eines Wegbereiters für dieses paradigmatische Konstrukt wurde Wilburs Maschine bisher nicht zuerkannt. Als das Bild entstand, bastelte und theoretisierte auf der anderen Seite des Atlantiks in einer Berliner Wohnung Konrad Zuse an seiner ersten programmgesteuerten Maschine.

Die schnelle, und das hieß damals wie heute mechanisierte Lösung linearer Gleichungssysteme war in den 20er und 30er Jahren zu einem der zentralen Probleme geworden, das zwischen den in mathematischer Form dargestellten Erkenntnissen der theoretisch-mathematisch arbeitenden Naturwissenschaftler und deren Anwendung und Umsetzung durch die Ingenieure stand.

Sie mußten ausrechnen, wie stark eine Strebe im Flugzeug,

wie viele Windungen eine Spule in einer großen elektrischen Schaltung und wie dick der verwendete Leitungsdraht sein sollte. Wirtschaftlichkeit, technische Sicherheit, fertigungstechnische Anforderungen und anderes mehr waren Parameter, die dabei mit eingerechnet werden sollten. An vielen Stellen wurde der Rechenaufwand gescheut und die schnellere Lösung über die Faustregel bevorzugt.

Gerade am MIT, das sich durch enge Zusammenarbeit mit den großen Industrieunternehmen auszeichnete, bemühte man sich damals um die Lösung dieses grundsätzlichen Problems.

Wir wissen heute, daß die Umwälzungen in der rechnenden Ingenieurarbeit während der letzten Jahrzehnte durch den Computer ermöglicht wurden. Ein oder einige wenige Computer hätten jedoch wenig bewirkt, einige 100, wie es sie am Ende der 50er Jahre gab, hatten schon spürbare Wirkung, Tausende und Millionen führten schließlich nicht nur zur einmaligen Umwälzung, sondern zu einem ständigen, offenbar nicht mehr aufzuhaltenden Weiterrollen.

Wilbur arbeitete im Umkreis des prominenten Vannevar Bush und hatte Anfang 1934 mit dem Bau der Maschine „nach einem rein mechanisch-kinematischen Prinzip“ begonnen. Es handelte sich um eine Präzisionsausführung des von Lord Kelvin bereits vor der Jahrhundertwende angegebenen Prinzips eines summierenden Stahlbands, das sich inzwischen seit Jahrzehnten in einer größeren Zahl von Gezeitenrechenmaschinen bewährt hatte.

Vannevar Bush, der eine Karriere vom Professor für Elektrotechnik bis zum obersten Organisator der wissenschaftlichen Rüstungsprojekte während des Zweiten Weltkriegs machen sollte, war damals bereits international bekannt. An seinem Institut waren schon während der 20er Jahre verschiedene mathematische Maschinen entstanden, wobei der 1930 fertiggestellte *Differential Analyzer* zur Lösung von Differentialgleichungen die berühmteste und auch für die Zukunft folgenreichste war.

Diese Maschine hatte mit den späteren digitalen Computern technisch nichts gemein – mit Ausnahme der ungewöhnlichen Größe. Ihre erfolgreiche Nutzung durch zahlreiche, oft prominente Wissenschaftler aus aller Welt während der 30er Jahre machte die internationale wissenschaftliche Szene mit der Idee großer, kostspieliger mathematischer Maschinen vertraut. Bush demonstrierte nicht nur, daß derartige Maschinen vorteilhaft eingesetzt werden konnten, sondern er zeigte auch, daß es Stellen gab, die sie finanzierten.

Wilbur sah sich nicht als Erfinder und beschrieb seine Rolle als die eines Projektbearbeiters, eines „*Clearing House* für die Ideen jener, die mit ihm zusammenarbeiten“. An Ideen hat es offensichtlich nicht gefehlt.

Die technische Ausführung der Maschine wurde von der Nähmaschinenfirma *Singer Sewing Machine Company* und ihrem Präsidenten Sir Douglas Alexander ermöglicht. Projektleiter war der Leiter des *Civil Engineering Department* am MIT.

1934/35 gebaut, galt die Maschine 1936 als funktionsfähig. Sie bestand aus einem schweren Stahlkasten, in dem zehn Stahlplatten drehbar angeordnet waren. Neun verkörperten die neun Unbekannten, die zehnte die Konstanten. 13.000 Einzelteile, darunter ein etwa 200 Meter langes Stahlband und rund 1000 kugelgelagerte Rollen waren zusammengebaut worden. Für die Lösung von neun Gleichungen mit neun Unbekannten mit einer Genauigkeit von drei Stellen wurden zwischen einer und drei Stunden benötigt. Die Berechnung eines Systems mit acht Gleichungen auf einer geeigneten Tischrechenmaschine dauerte immerhin acht Stunden.

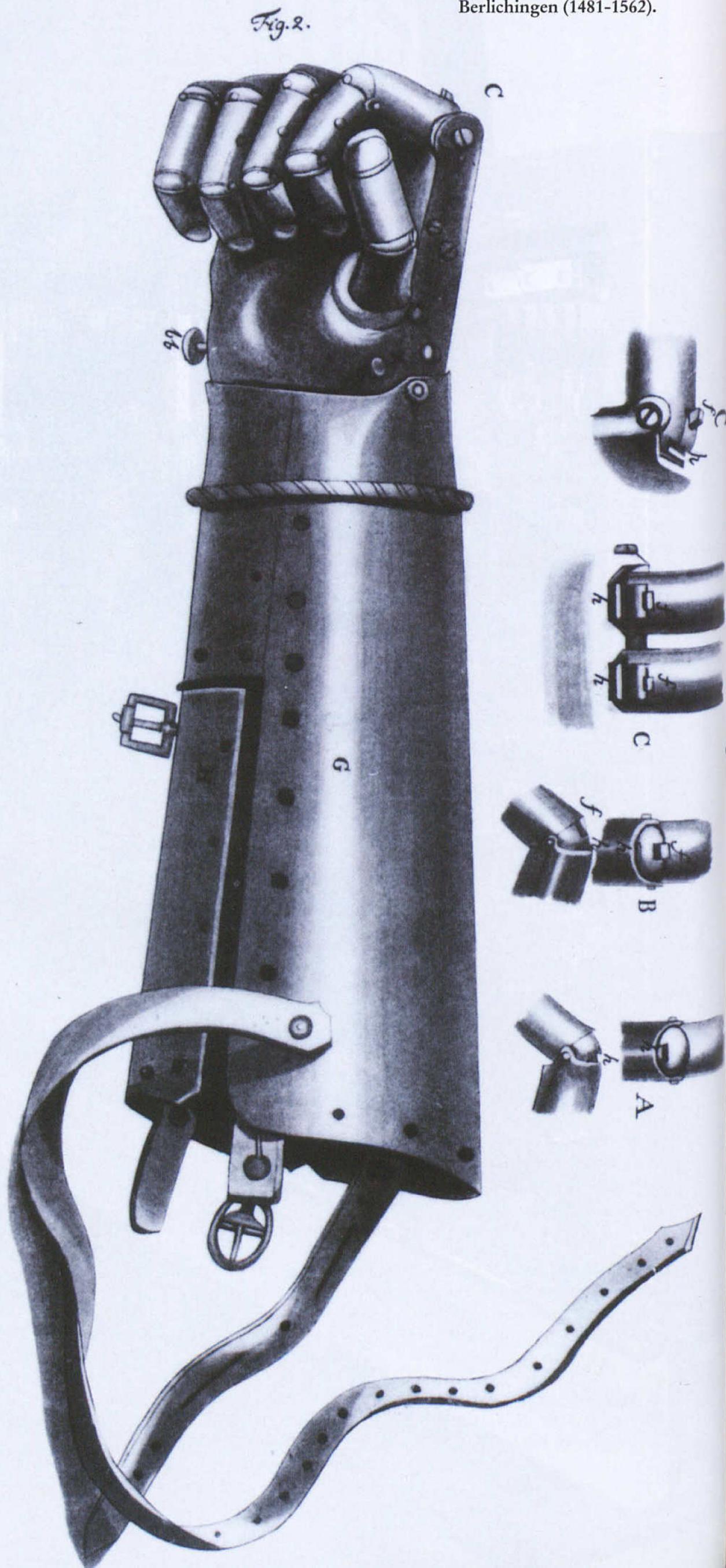
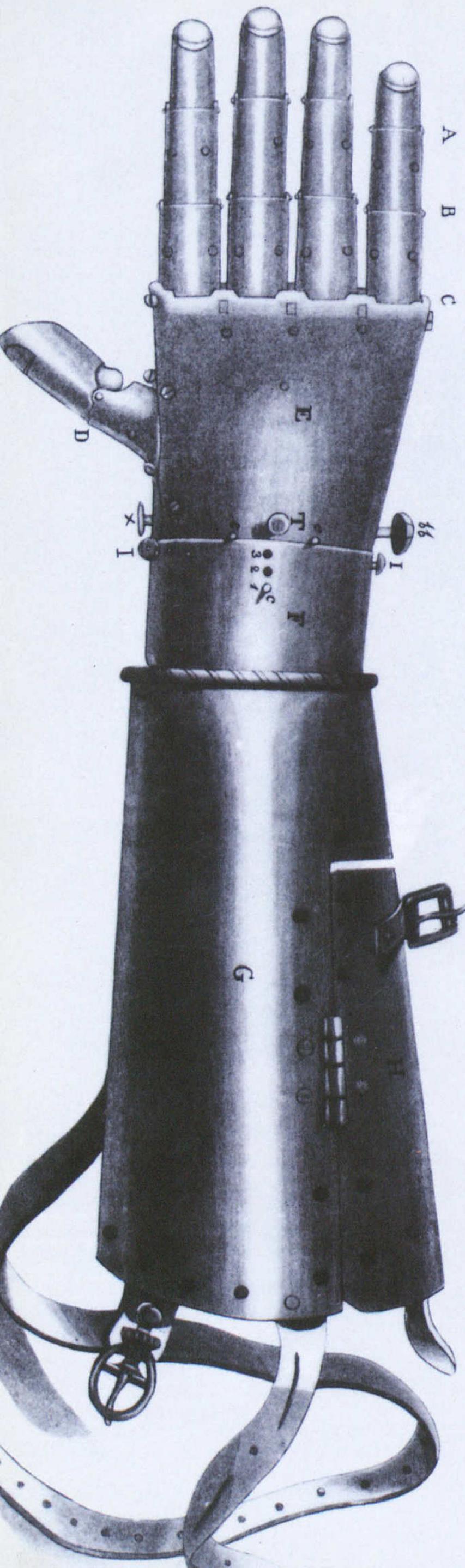
Auch ein System von 18 Gleichungen sei mit einer Genauigkeit von vier bis fünf Stellen innerhalb sieben oder acht Stunden gelöst worden, wobei allerdings günstige Bedingungen bestanden. Immerhin hätte die gleiche Rechenarbeit mit einer Tischrechenmaschine 32 Stunden gedauert.

Für eine nachfolgende größere Maschine wurde bereits eine automatische Vorrichtung zur Einstellung der Koeffizienten und Konstanten geplant. Auf diesem Weg hoffte man, die „Rechenzeit“, die zum allergrößten Teil eine Einstellzeit war, drastisch reduzieren zu können. Das Automatisierungsmotiv und damit die Grundidee des sich ankündigenden Computers war also auch hier bereits präsent. Über eine Ausführung dieses Plans wurde nichts bekannt. □

John B. Wilburs Rechenmaschine, die 1934/35 am MIT in den USA gebaut wurde.



Kupferstich der eisernen Hand des Ritters Götz von Berlichingen (1481-1562).



# HILFE FÜR KRANKE HÜFTEN

## Die neuartige Entwicklung von Endoprothesen an der TU München

VON HANS M. TENSI, HUBERT MAYR UND STEFAN ORTLOFF

Durch Unfall oder durch Krankheit zerstörte Gelenke werden heute erfolgreich durch künstliche Gelenke ersetzt, die sogenannten Endoprothesen. Neuartige Gußtechniken, die an der Technischen Universität München entwickelt wurden, ermöglichen es, die Prothesen verträglicher als bisher im Knochen zu verankern und so die beschwerdefreie Zeit zu verlängern.

Bereits im ausgehenden Mittelalter wurde als (Exo-)Prothese eine komplette Hand mit funktionsfähigen Fingern sehr bekannt: Die eiserne Faust des Ritters Götz von Berlichingen (Bild links). Nachdem ihm im Kampf die rechte Hand abgeschlagen worden war, ließ er sich eine eiserne Hand bauen, mit deren beweglichen Fingern er den Schwertknauf so kräftig umfassen konnte, daß er seine Kämpfe nach wie vor erfolgreich zu führen imstande war.

Moderne Endoprothesen (Innenprothesen) haben deutlich höheren Anforderungen zu genügen: Der oder die verwendeten Werkstoffe müssen korrosionsbeständig und körperverträglich sein, um die chemisch-biologischen Reaktionen im menschlichen Körper möglichst gering zu halten. Und die Festigkeitseigenschaften müssen der Lebenserwartung des Patienten gerecht werden.

Die heute am häufigsten eingesetzten Gelenkprothesen sind künstliche Hüftgelenke. Es gibt derzeit weit über 100 unterschiedliche Konzepte für die Konstruktion und die werkstofftechnische Ausführung der Prothesenschäfte. Schon daraus wird ersichtlich, daß eine optimale Hüftendoprothese bis heute noch nicht entwickelt werden konnte. Trotzdem hat die in der jetzigen Praxis übliche Versorgung

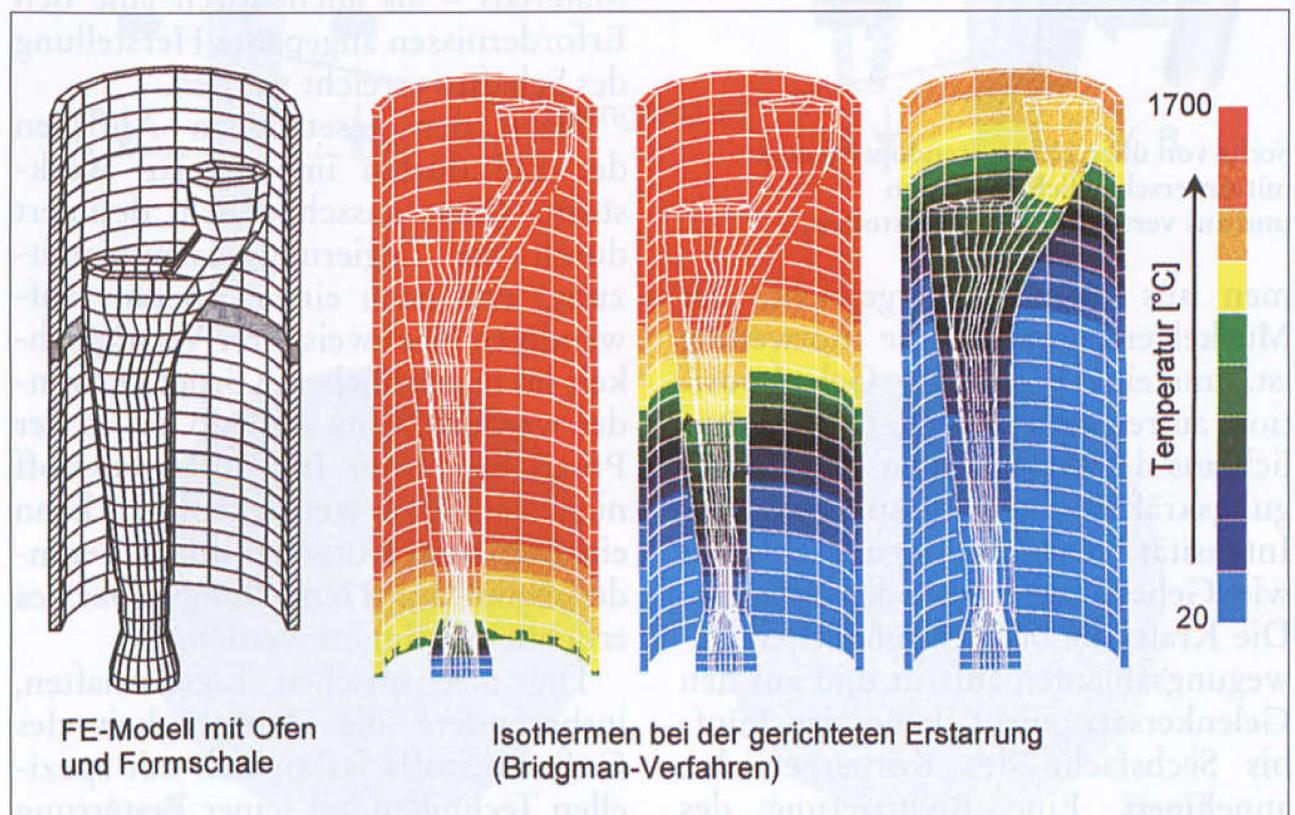
von nicht wiederherzustellenden natürlichen Gelenk- und Knochenfunktionen einen großen Stellenwert, weil den Patienten für mindestens zehn Jahre gute Beweglichkeit ohne Gelenkschmerzen wiedergegeben wird.

Das Bild auf Seite 32 zeigt einige Beispiele für unterschiedliche Hüftgelenkprothesen-Konzepte. Die Ausführung der Schäfte bestimmt ganz wesentlich die Haltbarkeit des Gelenkersatzes. Die Prothesenschäfte werden überwiegend aus einer Kobalt-Chrom-Gußlegierung (selten aus einer Schmiedelegierung) oder einer Titan-Schmiedelegierung hergestellt. Die Vorteile einer Gußausführung liegen in der freien geometrischen Gestaltbarkeit des Schaftes, insbesondere aber in der Möglichkeit, wirkungsvolle und preisgünstige Oberflächenstrukturen zu erzeugen, die – bei zementfreier Implantation – ein gutes „Einwachsen des Knochens“ ermögli-

chen und damit einen guten Formschluß mit dem Femur (Oberschenkelknochen) herstellen.

Die Schwierigkeiten einer ganzheitlichen Optimierung von Endoprothesen und ihrer Fixierung im Knochen haben ihren Grund in den Wechselwirkungen der sehr unterschiedlichen Implantatwerkstoffe und der Schaftgeometrien mit dem Knochen. Neben Korrosionsbeständigkeit und weitgehender Körperverträglichkeit des Prothesenabriebs hat der Werkstoff des Implantates nicht nur eine ausreichende statische Festigkeit, sondern auch eine ausreichende Zeitfestigkeit oder Dauerfestigkeit aufzuweisen, das heißt: Die wechselnden Belastungen des Implantats innerhalb der Lebenszeit des Patienten dürfen nicht zu einem Bruch der Prothese aufgrund von Materialermüdungen führen.

Dabei setzt sich die mechanische Belastung des Gelenkersatzes zusam-



Finite-Elemente-(FE)-Simulation der gerichteten Erstarrung von Prothesenschäften aus Kobaltbasislegierung. Links: Modell der Keramikformschale und der axial aufgeschnittenen Heizerkonfiguration. Rechts: Erstarrungsablauf zu drei verschiedenen Zeitpunkten; Heizerkonfiguration, Implantatschaft und Keramikformschale sind im Meridian geschnitten.



Sechs von über 100 Hüftendoprothesen mit unterschiedlichem Design und aus verschiedenen Werkstoffen.

men aus dem Körpergewicht, der Muskelverspannung, die notwendig ist, um eine bestimmte Gelenkposition aufrechtzuerhalten, und zusätzlich aus den sogenannten Beschleunigungskräften, zum Beispiel aus der Intensität eines Bewegungsablaufes wie Gehen, Springen oder Stolpern. Die Kraft, die bei den möglichen Bewegungsabläufen auftritt und auf den Gelenkersatz wirkt, kann das Fünf- bis Sechsfache des Körpergewichts annehmen. Eine Reduzierung des Körpergewichts schlägt daher auch bei der Gelenkentlastung mit dem Fünf- bis Sechsfachen ihres Wertes zu Buche.

Bei gegebenen physikalischen Werkstoffeigenschaften werden Zeitfestigkeit und Steifigkeit eines Implantats durch seine geometrische Gestalt bestimmt. Da der Implantatschaft im Femur zu verankern ist, ist auch die Auswirkung der Krafteinleitung in den restlichen Knochen von größter Bedeutung. Dabei ist nicht nur die einwandfreie Fixierung im Knochen zu beachten, sondern auch die zu erwartende „Ermüdung des Knochens“. Hier spielt die Steifigkeit des Implantats eine dominierende Rolle.

Trotz gegenteiliger Beteuerungen ereignen sich an den Schäften von Hüftendoprothesen noch immer sogenannte Betriebsbrüche. Schaftbrüche werden auch bei einwandfreien Materialien beobachtet, wenn sich zum Beispiel aufgrund extrem unphysiologischer Krafteinleitung in den Knochen die Fixierung sehr früh lockert oder sich der Knochen im proximalen Bereich des Femurs rückbildet. Beides führt zu einer Überlastung der Prothese.

Eine längere Lebenszeit des Implantats kann nur erreicht werden, wenn werkstoffkundliche und biomechanische Aspekte mit größter Sorgfalt aufeinander abgestimmt werden.

Eine Verbesserung des Materials für den Prothesenschaft kann sowohl durch geeignetere Legierungen – das heißt durch eine Veränderung der chemischen Zusammensetzung des Materials – als auch durch eine den Erfordernissen angepaßte Herstellung des Schaftes erreicht werden.

Nach den gesetzlichen Auflagen der EU dürfen implantierte Werkstoffe (hier ausschließlich definiert durch die Legierungszusammensetzung) erst nach einem überaus aufwendigen Nachweis ihrer Verträglichkeit im menschlichen Körper verwendet werden. Wenn deshalb ein in der Praxis bewährter Implantatwerkstoff nicht verändert werden soll, so kann ein Implantat trotzdem durch Veränderungen des Herstellungsprozesses erheblich optimiert werden.

Die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Zeitfestigkeit des Gußwerkstoffs lassen sich mit speziellen Techniken bei seiner Erstarrung erheblich verbessern. Eine bei der Herstellung von Turbinenschaufeln für High-Tech-Antriebsaggregate seit Jahrzehnten benützte Methode, die

sogenannte gerichtete Erstarrung, wurde hier erstmals angewendet.

Im Bild auf der nächsten Seite ist der Guß des Implantatschaftes bei konventioneller, ungerichteter Erstarrung (links) und bei gerichteter Erstarrung (rechts) dargestellt. Der Unterschied besteht darin, daß im ersten Fall die Wärme nach allen Seiten abgeführt wird, während bei der gerichteten Erstarrung der Hauptwärmestrom axial nach unten gerichtet ist.

Da die verwendete Kobalt-Chrom-Legierung bei der Erstarrung eine Volumenverkleinerung von ungefähr sechs Prozent erfährt, entstehen bei konventioneller Erstarrung in der Restschmelze kleine Hohlräume (Lunker), die die Festigkeitseigenschaften des Implantats erheblich verschlechtern. Durch die Technik der gerichteten Erstarrung wird dies verhindert, weil hier die Restschmelze nicht in Hohlräume von bereits erstarrtem Material eingeschlossen wird und dort mit einem Volumendefizit erstarrt. Die hierbei entstehenden Hohlräume setzen die lokale Spannung herauf. Zusätzlich sind die Korngrenzen bei konventioneller Erstarrung überwiegend senkrecht zur Schaftoberfläche ausgerichtet (schematisch im Bild auf Seite 33 links eingezeichnet) und liegen dadurch rechtwinklig zur Hauptbelastungsrichtung. Im anderen Fall werden sie parallel zur Schaftachse ausgerichtet und schwächen das Gefüge erheblich weniger.

### DIE VIELFÄLTIGEN VORTEILE DER GERICHTETEN ERSTARRUNG

Um die unterschiedlichen Gefüge des Metalls zu verdeutlichen, sind den beiden Schemadarstellungen metallographische Querschnittflächen zugeordnet: Die sogenannten dendritischen (tannenbaumähnlichen) Kristallstrukturen sind bei der ungerichteten Erstarrung ungeordnet, bei der gerichteten streng ausgerichtet (hier sind die Dendriten in ihrem Stammquerschnitt geschnitten und stellen sich als Kreuze dar).

Die gerichtete Erstarrung kann zusätzlich so abgestimmt werden, daß definierte Abmessungen der Dendriten erzeugt werden. Es ist daher vorteilhaft, vorbereitende Untersuchun-

gen sorgfältig auf die jeweilige Legierungszusammensetzung auszurichten. Solche experimentell aufwendige Untersuchungen können heute durch sogenannte Finite-Elemente-Simulationsrechnungen auf ein Minimum reduziert werden.

In Bild auf Seite 31 ist links das Finite-Elemente-Modell (FE-Modell) der Keramikformschale für die Kobalt-Chrom-Molybdän-Schmelze und der axial aufgeschnittenen Heizerkonfiguration dargestellt. Die Darstellungen rechts zeigen den Erstarrungsablauf zu drei verschiedenen Zeitpunkten. Hier sind neben der Heizerkonfiguration auch Implantatschaft und Keramikformschale im Meridian geschnitten. Durch solche FE-Simulationen können nicht nur die Voreinstellungen der thermischen Verhältnisse bei der Erstarrung berechnet werden, sondern ebenso die zu erwartenden Kristallstrukturen.

In aufwendigen Experimenten wurden die Unterschiede in der Zeitfestigkeit verglichen, die zwischen gerichtet erstarrten Zug-Druck-Proben und konventionell erstarrten Proben zu beobachten sind. Dieser Vergleich ergab, daß bei der gleichen Legierung allein durch die gerichtete Erstarrung eine Erhöhung der Lebensdauer – um den Faktor 10 (!) – zu erzielen ist.

Die Verbesserung der Werkstoffeigenschaften durch die gerichtete Erstarrung dient aber nicht nur der Anhebung der Bruchsicherheit; sie erlaubt zusätzlich auch, die Konstruktion der Implantatkörper schlanker und damit weicher (das heißt mit geringerer Bauteilsteifigkeit) auszuführen.

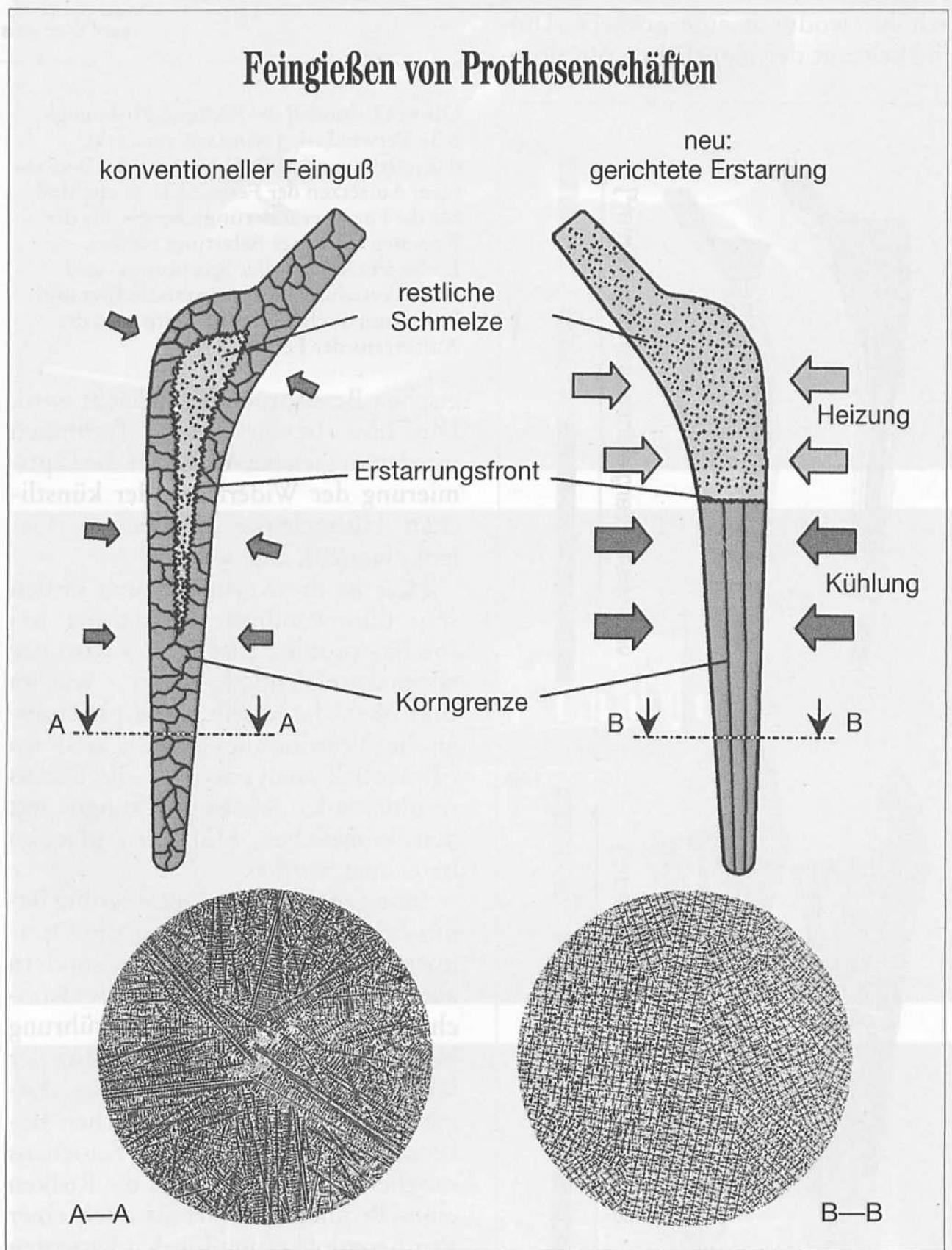
Die „Betriebszeit“ von Hüftgelenkprothesen liegt zwischen zehn und 15 Jahren, da durch die unphysiologische Krafteinleitung in den restlichen Oberschenkelknochen (Femur) Knochenreaktionen (*bone remodelling*) ausgelöst werden: Am oberen Ende des Oberschenkelknochens übernimmt der Implantatschaft aufgrund seiner vielfach höheren Steifigkeit den größten Teil der mechanischen Belastung, während der umgebende Knochen kaum noch belastet wird. Diese „Schutzwirkung“ des Implantatschaftes wird als *stress shielding* bezeichnet. Für den Knochen bedeutet die fehlende Belastung einen Anreiz zu seiner Rückbildung; dadurch wird die Fixierung des Implantats verringert.

Durch FE-Analysen können nicht nur die mechanische Beanspruchung des Implantates und seine Zeitfestigkeit untersucht werden, sondern auch die Krafteinleitung aus dem Implantatschaft in den Oberschenkelknochen und die daraus zu erwartenden Knochenreaktionen.

Heute ist bekannt, daß ein gesunder Knochen fortlaufend einen mechanischen Anreiz benötigt, die sogenannte *strain-energy-density* (SED = Beanspruchungsstärke), um seine Substanz, das heißt Volumen und Festigkeit, zu erhalten. Wird die physiologisch richtige Beanspruchung über- oder unterschritten (zum Beispiel an

bestimmten Kontaktstellen mit dem Implantatschaft), bildet sich der Knochen zurück und die Fixierung des Implantates im Knochen geht verloren.

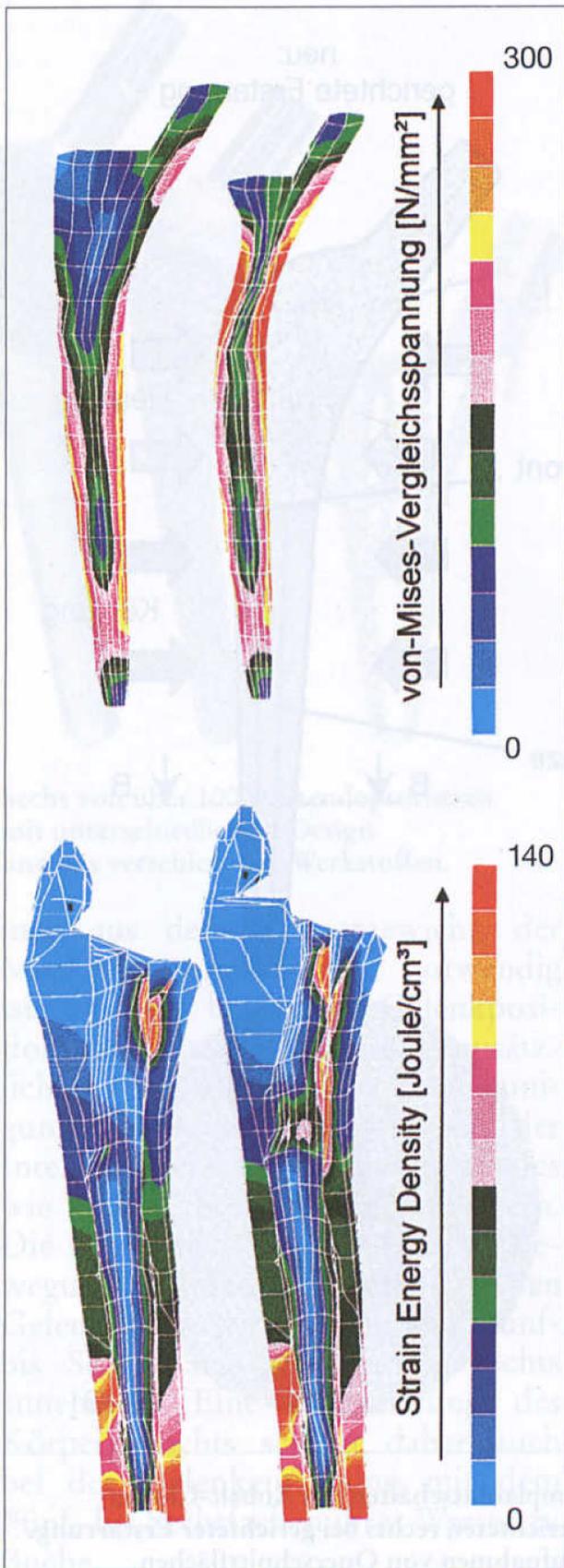
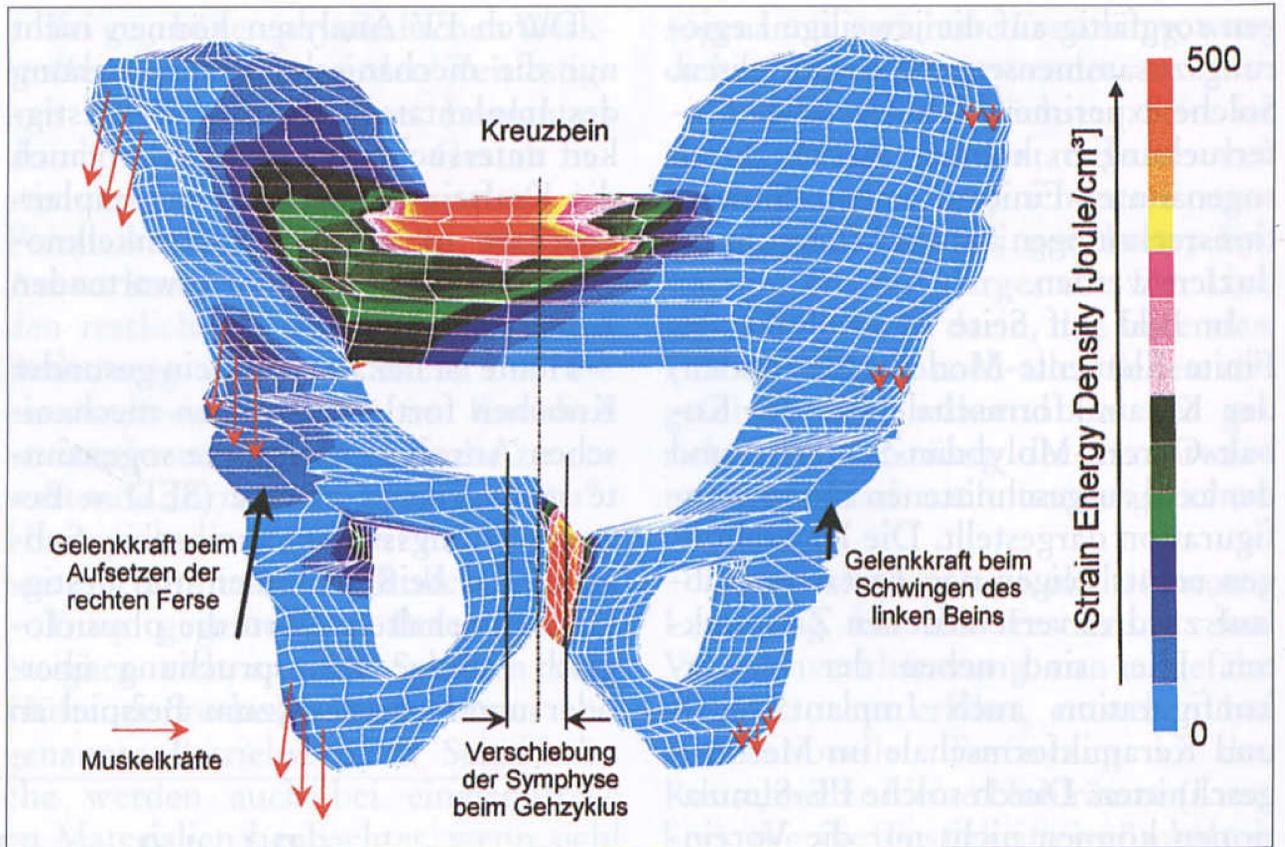
Mit den heute erheblich verbesserten Werkstoffeigenschaften kann die Geometrie der Schäfte so verschlankt werden, daß einerseits noch eine sichere Zeitfestigkeit des Bauteiles gegeben ist, andererseits die Krafteinleitung in den Knochen den physiologischen Gegebenheiten sehr viel näher kommt als bisher. Auf diese Weise kann die Lockerung der Implantatschäfte über einen längeren Zeitraum hinausgezögert werden.



Schematischer Erstarrungsablauf beim Guß von Implantatschäften aus Kobalt-Chrom-Molybdän-Werkstoff; links bei konventionell-ungerichteter, rechts bei gerichteter Erstarrung. Unten: entsprechende metallographische Gefügaufnahmen von Querschnittflächen.

Im Bild unten sind zwei FE-Modelle von Implantatschäften schematisch dargestellt, die in einen Femur eingesetzt wurden. Das Beispiel einer FE-Analyse zeigt die Spannungs- und SED-Verteilung in Implantatschäften und im Femur zum Zeitpunkt des Gehens, genauer: zum Zeitpunkt des Aufsetzens der Ferse). Zur besseren Darstellung der Belastungsverhältnisse wurde das dreidimensionale Femurmodell im Meridian geschnitten; der zum jeweiligen Femur gehörende Implantatschaft ist voll dargestellt.

Im Teilbild rechts unten wird deutlich, wie der schlankere Schaft die mechanische Beanspruchung des Oberschenkelknochens im oberen Bereich erhöht, wodurch eine größere Ähnlichkeit mit der natürlichen physiolo-



Oben: FE-Modell des Beckens; Physiologische Verwindung (zehnfach verstärkt dargestellt) und SED-Verteilung des Beckens beim Aufsetzen der Ferse. SED ist ein Maß für die Formveränderungsenergie, die der Knochen bei seiner Belastung erfährt. Links: FE-Analyse der Spannungs- und SED-Verteilung in Implantatschäften und im Femur, auch hier zum Zeitpunkt des Aufsetzens der Ferse.

gischen Beanspruchung erreicht wird. Die hier beschriebenen Techniken werden in gleicher Weise für die Optimierung der Widerlager, der künstlichen Hüftgelenke im Becken (Gelenkpfannen), angewendet.

Hier ist die Kräfteinleitung in den sehr dünnwandigen Beckenring besonders problematisch. Dies wird vor allem dann deutlich, wenn – wie im Bild oben dargestellt – die physiologische Verwindung des Beckens im FE-Modell analysiert und die daraus resultierenden Wechselwirkungen mit den künstlichen Hüftgelenkpfannen berechnet werden.

Eine ganzheitliche Optimierung beinhaltet demnach nicht nur die Optimierung aller Implantatteile, sondern auch die Einwirkung auf die Knochen, die mit ihnen in Berührung kommen. Erst durch Anwendung der vorgestellten Methode ist eine Annäherung an die physiologischen Belastungsverhältnisse des Knochens möglich, wodurch sowohl die Risiken eines Prothesenbruchs als auch einer Prothesenlockerung für den Patienten minimiert werden.

Eine optimierte Entwicklung von individuellen Implantaten ist im Be-

reich des Beckens von großer Bedeutung. Erst durch die vollständige FE-Simulation des Beckens und der Spannungen und Verformungen, die bei seinen sehr komplexen mechanischen Beanspruchungen auftreten (oben ist die Folge des Aufsetzens der Ferse beim Gehen dargestellt), ist es möglich, etwa bei Tumorerkrankungen des Knochens oder im Rahmen von Operationen, die aufgrund von Abnutzungserscheinungen von Knochen und Implantat nötig werden, haltbarere Implantate zu entwickeln.

Durch diese Entwicklungsmaßnahmen kann nunmehr ohne die Methode von *try and error* auch ein den individuellen Knochenstrukturen entsprechendes Spezialimplantat entwickelt werden. Das in der Regel beobachtete Versagen dieser Spezialimplantate ließe sich damit verhindern. □

## DIE AUTOREN

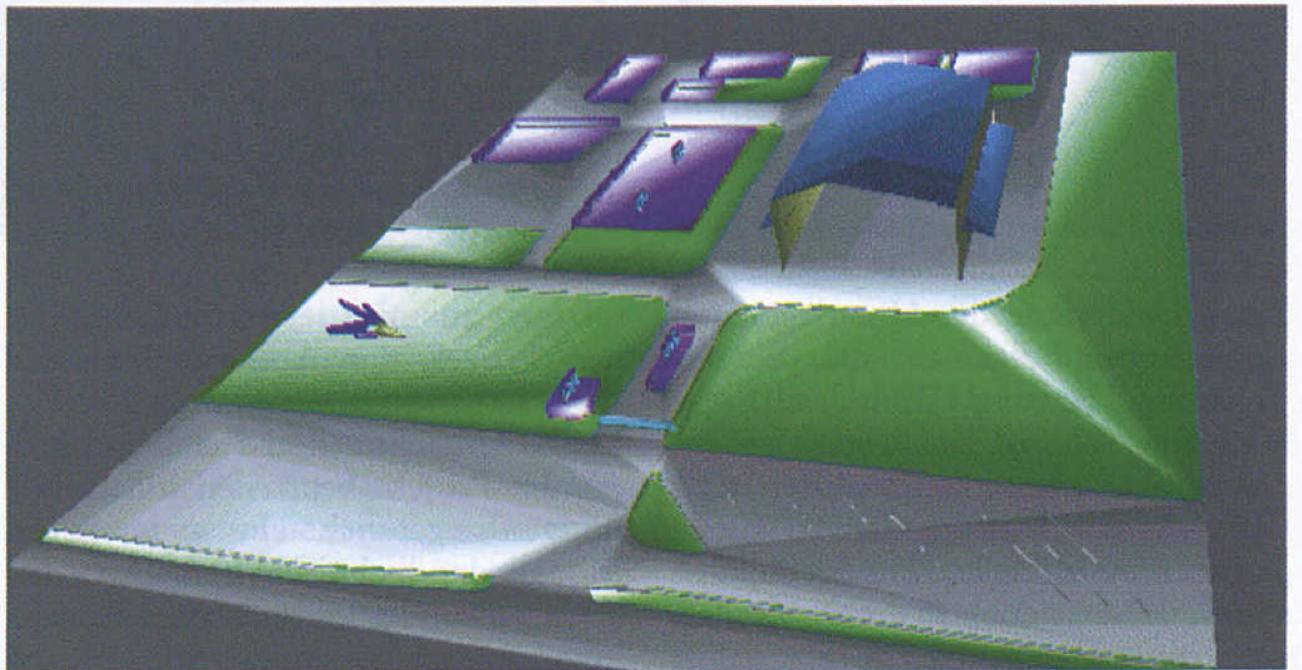
*Hans M. Tensi*, geboren 1932, Dr.-Ing., ist außerordentlicher Professor am Institut für Werkstoffe und Verarbeitung der Technischen Universität München. – *Hubert Mayr*, geboren 1967, Dipl.-Ing., ist seit 1994 wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts in den Bereichen Laserabtragen und Biomedizinische Werkstoffe. – *Stefan Ortloff*, geboren 1965, Dr.-Ing., ist Abteilungsleiter für Berechnung, Test und Prototyping im Entwicklungszentrum der Firma *Caterpillar*.

# MULTIMEDIALE GEGEN PAPIERTIGER

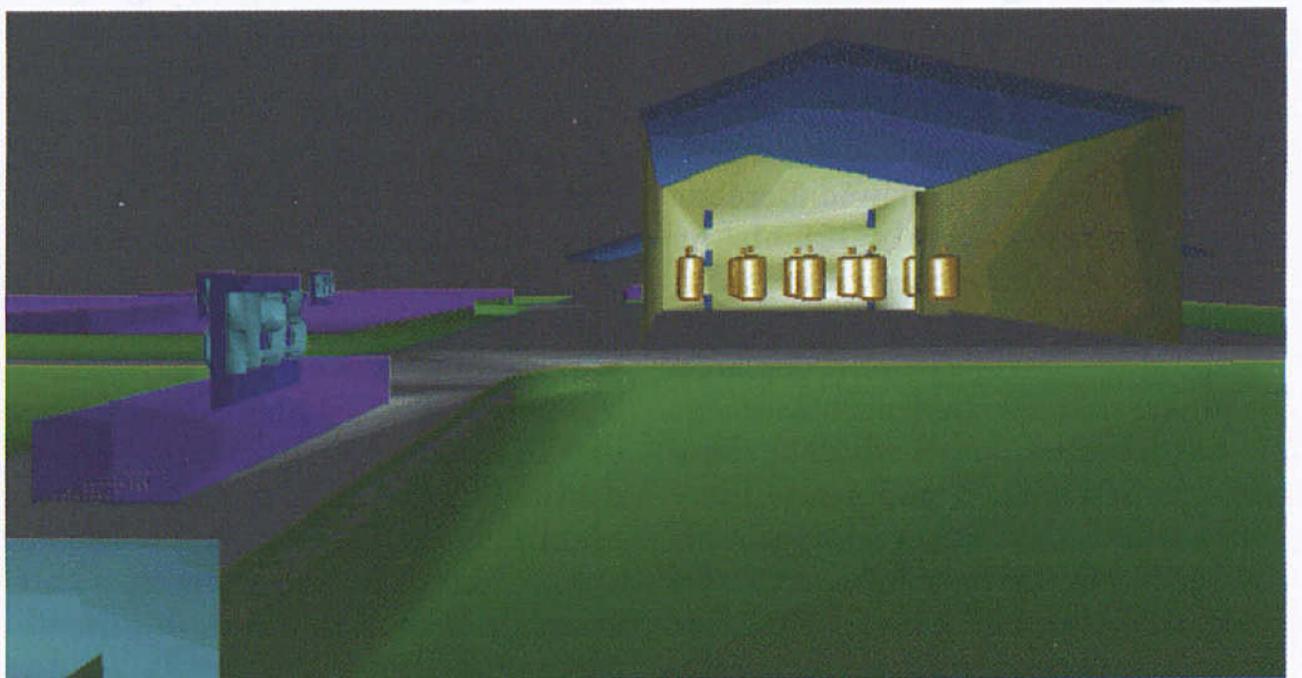
## Neue Techniken bei umweltrechtlichen Genehmigungsverfahren

VON ALEXANDER ROSSNAGEL

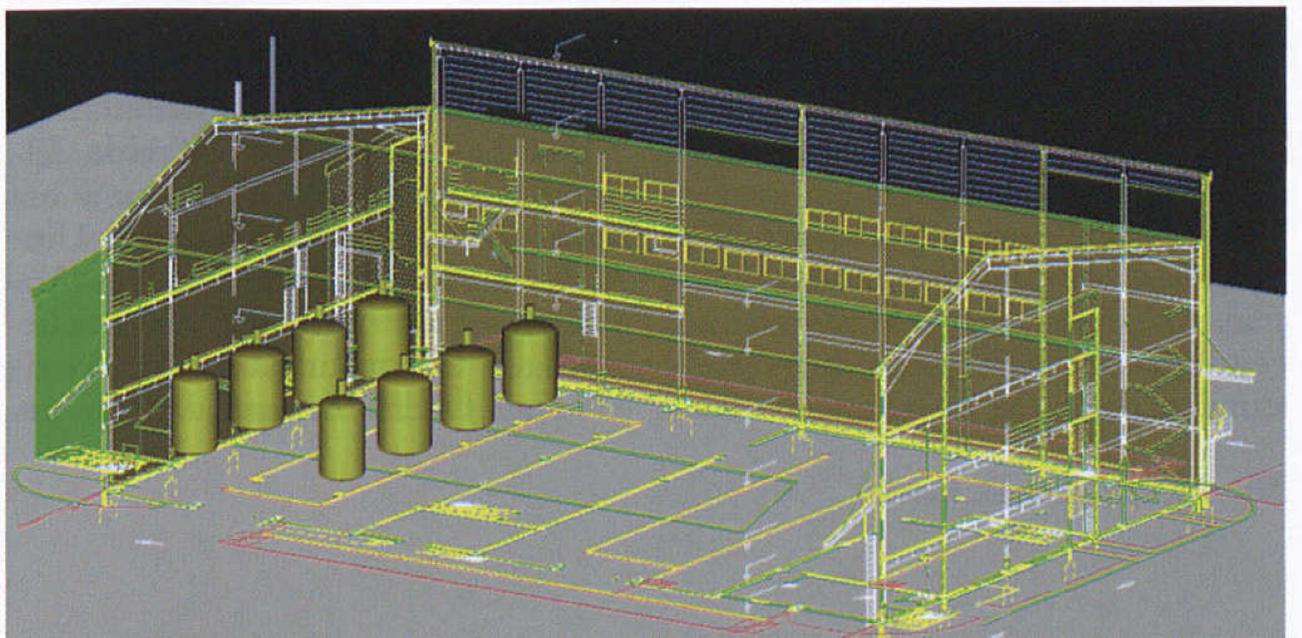
Nahezu jedes Techniksystem, das sich auf Raum, Umwelt oder Menschen auswirken kann, bedarf einer staatlichen Zulassung. In den Verfahren, in denen eine Genehmigung erteilt wird, über eine Erlaubnis, Bewilligung oder Planfeststellung zu entscheiden ist, wird vor Errichtung und Betrieb, Einführung oder Vertrieb geprüft, ob das Techniksystem die rechtlichen Anforderungen an Raumplanung, Umwelt- und Naturschutz, Arbeitsschutz und weitere Schutzdimensionen erfüllt.

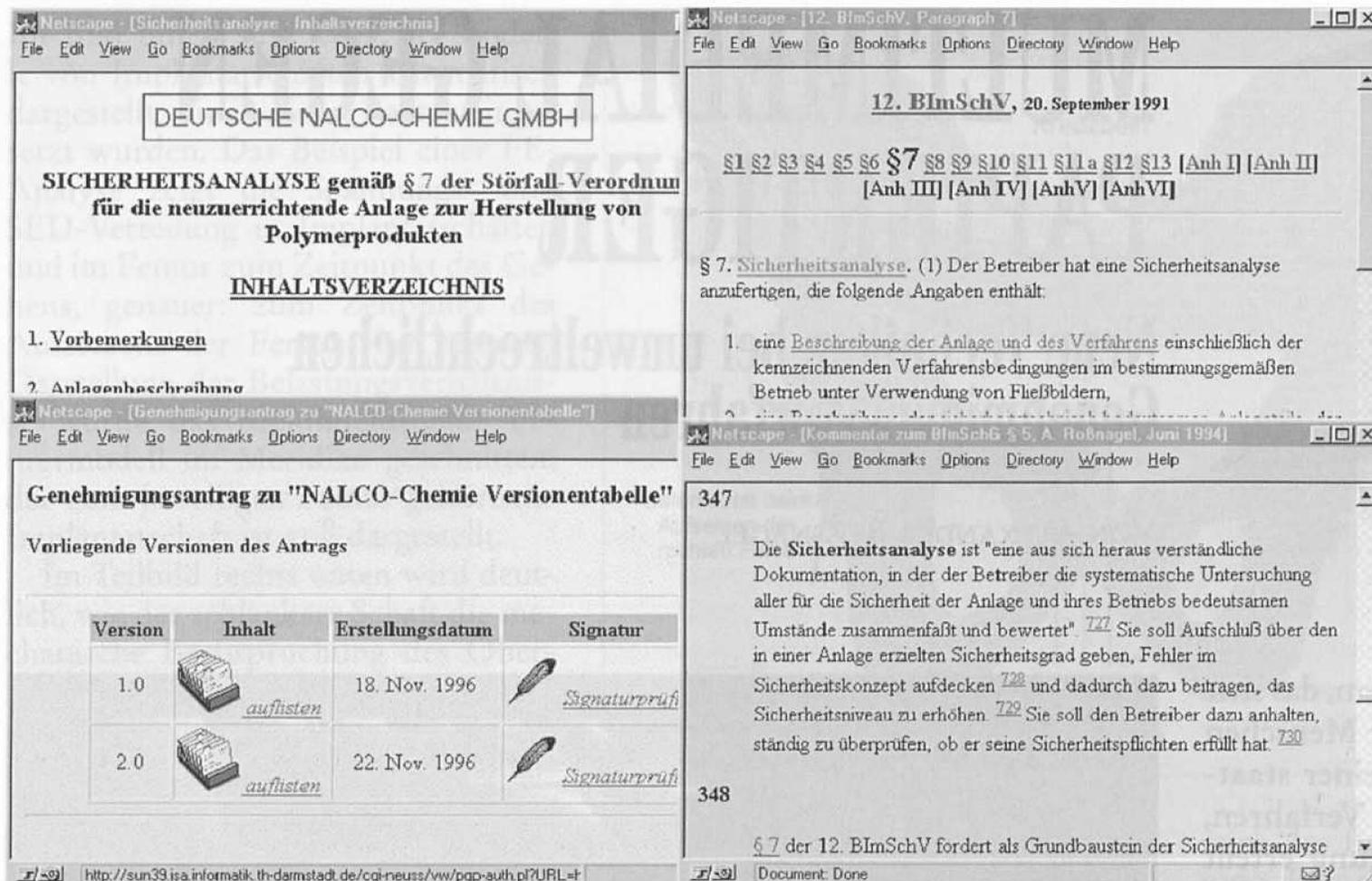


Alle bisherigen Verfahren, mit denen ein Projekt genehmigt oder nicht genehmigt wird, sind an das Medium Papier gebunden. Ob ein Bauwerk, eine Industrieanlage, eine Abwasser-, eine gen- oder atomtechnische Anlage beantragt werden: Die Anträge müssen schriftlich auf Papier eingereicht und durch umfangreiche Antragsunterlagen ergänzt werden, die ebenfalls auf Papier zu stehen haben. Mit der Größe und Komplexität der beantragten Techniksysteme wächst der Umfang der Antragsunterlagen, die eingereicht werden müssen. Schon bei mittleren Verfahren füllen sie leicht Dutzende, bei großen Vorhaben bisweilen sogar Hunderte oder Tausende von Aktenordnern.



Beispiel eines „Virtual-Reality-Programms“, in diesem Falle für einen geplanten Atomreaktor. Im oberen Bild ist die neue Halle für den Reaktor in ihrer späteren Umgebung zu sehen; das mittlere Bild zeigt einen Querschnitt durch die Halle und damit die Positionierung der einzelnen Kessel; unten sind unwichtige Teile der Halle und ihre Wände „weggekllickt“, damit eine Sicht von oben auf die geplanten Kessel möglich ist.





Auch so könnten künftig die Unterlagen für einen Antrag in einem Genehmigungsverfahren aussehen: Der Gutachter klickt an, was er prüfen möchte – und bewegte Bilder geben die Antwort auf seine Fragen und lassen weitere Fragen zu.

möglichen kein sinnliches Begreifen, welche Umweltauswirkungen ein Projekt haben kann, und keine echte Prüfung von Alternativen. Die Exekutive kann so ihrer Kontrollpflicht nur sehr eingeschränkt nachkommen, sie kann ihren Beurteilungsspielraum somit nicht eigenverantwortlich ausfüllen. Dies trägt mit dazu bei, daß

Art und Umfang der Unterlagen für einen Antrag bergen für alle, die am Verfahren beteiligt sind, vielfältige Probleme. Wie ist ein Projekt zu erstellen, zu erfassen, zu prüfen und dann schließlich zu bewerten? Vorgelegt werden Modelle eines Techniksystems, das erst noch realisiert werden soll. Nur ein Modell ist bis dahin vorhanden, um zu beurteilen, welche Auswirkungen das Projekt haben könnte. Das Modell ist nichts weiter als eine Ansammlung von schriftlichen Darstellungen, Zeichnungen, Fließbildern, Statistiken und Berechnungen.

Die Unterlagen bieten zwar in der Regel umfassende und vielfältige Anhaltspunkte, um sich das geplante Techniksystem vorstellen zu können. Siebürden aber den Behörden, Gutachtern, Betroffenen und der Öffentlichkeit die Last auf, sich aus den statischen Einzelbeschreibungen im Kopf mühsam ein dynamisches Gesamtbild zusammenzustellen.

Der Antragsteller muß mit Hilfe seiner Unterlagen nachweisen, daß das beantragte Techniksystem alle Voraussetzungen erfüllt, die für seine Zulassung eingehalten werden müssen. Mit dem Umfang der Unterlagen steigt der Aufwand, sie zu erstellen und zu aktualisieren sowie ihre Vollständigkeit und ihre Schlüssigkeit zu gewährleisten. Die vielen Ingenieurstunden, die in die Erstellung der Un-

terlagen zu investieren sind, machen den Prozeß der Antragstellung oft langwierig und teuer.

Die Gutachter und Fachbehörden, die das Projekt beurteilen sollen, benötigen eigentlich ein *dynamisches* Modell der technischen Anlage, das sie eigenständig und mit allen Konsequenzen testen können. So umfangreich und detailliert die Antragsunterlagen auch sein mögen, so bieten sie den Gutachtern doch immer nur ein zweidimensionales, unvollständiges, statisches, linear angeordnetes Modell auf vielen Seiten Papier. Letztlich wird ihnen ein „dürres, versteinertes Gerippe“ des künftigen Systems, nicht ein Modell *in action* zur Prüfung vorgelegt. So können sie das spätere Verhalten des Techniksystems über die Zeit, in Grenzsituationen und in der künftigen Umgebung nicht konkret nachvollziehen.

Die Antragsunterlagen entsprechen zwar dem, was mit dem Informationsträgers Papier dargestellt werden kann, nicht aber dem, was der Gutachter prüfen soll. So prüft er das, was er eben prüfen kann, nicht aber das, was er eigentlich prüfen müßte.

Für die Genehmigungsbehörde stellen die Antragsunterlagen – zum Teil auch die Gutachten – in ihrem Umfang, ihrer Komplexität, ihrem Abstraktionsgrad und ihrer ingenieurmäßigen Darstellungsform tendenziell eine Überforderung dar. Sie er-

die rechtlich wünschenswerte Steuerung der Technik letztlich eine Selbststeuerung der Techniker ist.

Die Öffentlichkeit steht den Abstraktionen und Vereinfachungen des Ingenieurmodells noch hilfloser gegenüber als die fachlichen Experten. Die Unsinnlichkeit der Antragsunterlagen verhindert, daß sich der Bürger eine adäquate Vorstellung davon machen kann, welche Risiken und Umweltauswirkungen ein Projekt in sich bergen könnte. Dadurch ist schon zu Beginn der Öffentlichkeitsbeteiligung die Demokratie fördernde und Grundrechte schützende Funktion des Genehmigungsverfahrens gefährdet.

### MULTIMEDIALE ENTWICKLUNG UND PRÜFUNG VON SYSTEMEN

Solche Probleme sind weitgehend darauf zurückzuführen, daß Papier als Informationsträger verwandt wird. Viele Probleme könnten gelöst werden, wenn der Entwurf und die Bewertung der Techniksysteme mit Mitteln der neuen Informationstechniken unterstützt würden.

In der Entwurfsphase könnten die einzelnen Schritte besser strukturiert werden, Standards einbezogen, geprüfte Komponenten übernommen und die vorgabengerechte Planung des Systems unterstützt werden. Bei der Bewertung des Entwurfs könnten

die Planung nachvollzogen, die Funktionszusammenhänge besser kontrolliert, die Umweltauswirkungen und sicherheitstechnischen Eigenschaften eines geplanten Techniksystems leichter geprüft werden, weil Gutachter und Betroffene ein Modell in simulierter Funktion und Bewegung erleben können.

Solche Hoffnungen könnten erfüllt werden, wenn folgendes Konzept verfolgt würde: Modellerstellung durch den Antragsteller und Prüfung des Modells durch Gutachter, Behörden und Betroffene sind getrennt. Die Entwicklung findet in einer Software-Umgebung statt, die als „Modellierungslabor“ bezeichnet werden kann. Die Prüfung erfolgt in einem „Bewertungslabor“, das sich die Beteiligten nach ihren Aufgaben und Interessen in jeweils geeigneter Weise einrichten.

Im Modellierungslabor entwerfen und entwickeln Fachingenieure das technische System mit ihren Methoden und Werkzeugen. Durch die Fortentwicklung von CAD-Methoden können sie die bloße Funktionsbeschreibung durch ein multimedial visualisiertes, ablauffähiges Modell ersetzen und „Experimente“ durchführen, die weder mit den heutigen Papiermodellen noch an realen Systemen möglich sind.

Im Bewertungslabor können alle Beteiligten das multimedial angelegte Systemmodell jeweils aus ihrem spezifischen Blickwinkel überprüfen. Sie können das Systemverhalten in anderen als vom Antragsteller vorgesehenen Ablaufszenarien untersuchen. Die interaktiven Komponenten der multimedialen Systemmodelle erlauben es allen Beteiligten, Anfragen an das Systemverhalten zu formulieren und Simulationsexperimente durchzuführen.

Der Einsatz multimedialer Systemmodelle in Genehmigungsverfahren kann für alle Beteiligten Vorteile bieten. Er kann vor allem dazu beitragen, die rechtlichen Ziele von Genehmigungsverfahren besser zu erreichen.

Der Antragsteller kann die Kosten der Antragsdokumentation senken, die Qualität der Antragsunterlagen verbessern, die Dauer des Genehmigungsverfahrens verkürzen und die Genehmigungsfähigkeit des Antrags erhöhen. Der Gutachter kann das zu prüfende Modell durch seine multi-

mediale Darstellung besser verstehen und begreifen. Er kann die Prüfung tatsächlich auf die Eigenschaften und möglichen Verhaltensweisen des beantragten Projekts beziehen, die im Genehmigungsverfahren vorausblickend und präventiv zu kontrollieren sind, die aber auf dem Medium Papier nur beschränkt zum Ausdruck gebracht werden können.

Multimediale Systemmodelle reduzieren auch die Abhängigkeit der Genehmigungsbehörde von ihren Gutachtern. Deren Feststellungen und Vorschläge sind leichter nachzuvollziehen, alternative Konstruktionsmöglichkeiten sind schnell und umfassend daraufhin zu überprüfen, welche Folgewirkungen sie haben. Die Behörde kann somit eventuelle Auflagen vor ihrem Erlaß auf Folgen und Nebenwirkungen testen. Multimediale Systemmodelle könnten die Behörden erstmals in die Lage versetzen, ihren Beurteilungsspielraum tatsächlich selbst auszufüllen.

Was die Öffentlichkeit betrifft: Multimediale Systemmodelle verbessern gerade für sie den Nachvollzug der Planungen. Die realitätsnahe, zeitlich dynamische Darstellung des beantragten Systems macht es beinahe sinnlich begreifbar, wie sich das Techniksystem auswirken wird. Jeder Betrachter kann die ihm adäquate Darstellungform des Systemmodells wählen.

## BEWEGTE SYSTEMMODELLE: EINE NEUARTIGE FORSCHUNGSAUFGABE

Multimediale Systemmodelle vermögen nicht alle Probleme zu lösen, die bei der Zulassung technischer Systeme eine Rolle spielen. Sie versprechen aber so viele Problemlösungen für alle Beteiligten, daß es sich lohnt, ihre Möglichkeiten und ihre Einbettung in rechtliche Genehmigungsverfahren näher zu untersuchen. Dies ist allerdings nur zu erreichen, wenn sowohl die Technik als auch das Recht auf dieses Zusammenspiel eingestellt sind.

Das Technikrecht ist bisher in keiner Weise daran orientiert, die Chancen wahrzunehmen, die multimediale Systemmodelle bieten. Es ist den technischen Möglichkeiten so anzupassen, daß es deren positive Wirkungen nicht verhindert. Allerdings dür-

fen in diesem notwendigen Anpassungsprozeß die grundlegenden Ziele des Genehmigungsverfahrens nicht verlorengelassen werden. Vielmehr sind aus diesen Vorgaben rechtliche Anforderungen an die Technik zu formulieren. Das Ziel muß eine verfassungsverträgliche Technikgestaltung sein. Die Technik multimedialer Systemmodelle kann so gestaltet werden, daß sie für die Zielsetzungen des Umweltschutzes brauchbar ist.

Wie die erforderlichen Rechtsänderungen aussehen und die Multimedia-technik gestaltet werden müßten, untersucht auf einer grundsätzlichen Ebene das von der Volkswagen-Stiftung unterstützte Forschungsprojekt „Multimediale Systemmodelle in immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren“. □

## HINWEISE

Ansprechpartner für das Forschungsprojekt „Multimediale Systemmodelle“: Prof. Dr. W. Henhagl, Institut für Systemarchitektur, Technische Hochschule Darmstadt, Magdalenenstr. 11c, 64289 Darmstadt, (06151) 16-3609, e-mail: henhagl@isa.th-darmstadt.de; Prof. Dr. Alexander Roßnagel, „Projektgruppe verfassungsverträgliche Technikgestaltung“ (provet), Kasinotr. 5, 64293 Darmstadt, (06151) 997636, e-mail: rossnagel@provet.org.

Literaturhinweis: Roßnagel, Alexander: Die Sache BALL – Rechtsalltag im Jahr 2015. In: *Universitas* 4/ 1996.

Der hier wiedergegebene Beitrag ist ein Vorabdruck aus *Jahrbuch Ökologie 1998*, herausgegeben von Günter Altner, Barbara Mettler-von Meibom, Udo E. Simonis und Ernst U. von Weizsäcker, Verlag C. H. Beck München. Das Jahrbuch erscheint im Oktober/November 1997.

## DER AUTOR

Alexander Roßnagel, geboren 1950, ist Universitätsprofessor für Öffentliches Recht mit dem Schwerpunkt Recht der Technik und des Umweltschutzes an der Gesamthochschule Kassel und wissenschaftlicher Leiter der „Projektgruppe verfassungsverträgliche Projektgestaltung (provet)“ in Darmstadt.

# „Planck vorsichtig und abstrakt, ich etwas draufgängerisch“

## Planck und Sommerfeld Oder:

## Wie „wissenschaftliche Revolutionäre“ denken

VON MICHAEL ECKERT

Max Planck, dessen 50. Todestages am 4. Oktober 1997 gedacht wird, gilt als der Begründer der Quantentheorie und als *Praeceptor Physicae*. Im Jahr 2000 folgen die Hundertjahrfeierlichkeiten zur Begründung der Quantentheorie. Anlaß genug, um an Hand der noch erhaltenen brieflichen Hinterlassenschaft dem Wissenschaftsethos Plancks sowie anderer Pioniere der Quantenphysik nachzuspüren.

Die Pioniere der theoretischen Physik werden bei ihrer Suche nach dem „was die Welt im Innersten zusammenhält“, gerne mit dem Klischee der stillen, in praktischen Dingen etwas naiven Elfenbeinturmforscher bedacht. Der „Weltweise“ Albert Einstein ist ein herausragendes Beispiel dafür. Andererseits bezeichnet man den von ihnen herbeigeführten Umsturz des physikalischen Weltbildes gerne als eine wissenschaftliche Revolution.

Waren die Heroen der Quanten- und Relativitätstheorie Revolutionäre? Strebten sie einen wissenschaftlichen Umsturz an? Läßt sich bei ihnen – wie bei politischen Revolutionären – eine gemeinsame Denkhaltung, eine verschwörerische Mentalität gegenüber den Vertretern des alten Weltbildes ausmachen? Teilten sie ein progressives Wissenschaftsethos und ein umstürzlerisches Temperament, das

sie auf ihrem Weg beflügelte? Oder waren diese Denker in ihrem Elfenbeinturm nur Revolutionäre wider Willen? Kurz: Wie stand es um ihre Mentalität?

Einstein, das „Genie“, wurde in zahlreichen wissenschaftshistorischen Arbeiten und Biographien gründlich untersucht; andererseits ist sein Fall zu ungewöhnlich, als daß man daraus allgemeinere Schlüsse ziehen könnte. Soweit man bei einem Umsturz des Denkens überhaupt von typischen Merkmalen reden kann, erscheint Max Planck hierfür eher repräsentativ: Planck wurde als der *Praeceptor Physicae* und als die „Autorität“ der Physiker bezeichnet. Zum Vergleich kann Arnold Sommerfeld dienen, der „Lehrer“, der die erste Garde der nachfolgenden Generation von Quantenpionieren – Werner Heisenberg, Wolfgang Pauli, Hans Bethe und andere – ausgebildet hatte.

### VON TRADITIONEN GEPRÄGTE WISSENSCHAFT

Am Beispiel von Planck und Sommerfeld den schwer fassbaren Fragen nach Stil und Temperament in der Wissenschaft nachzuspüren, verspricht charakteristischere Einblicke in die Denkhaltung der Quantenpioniere als das Beispiel Einsteins.

Am 28. März 1947, wenige Monate vor seinem Tod, formulierte Max Planck in einer Rede „über die exakte

Wissenschaft“ noch einmal, was ihm für ein Leben im Dienst der Wissenschaft als wichtigste Charaktereigenschaft erschien: eine „reine Gesinnung, die ihren Ausdruck findet in gewissenhafter Pflichterfüllung“.

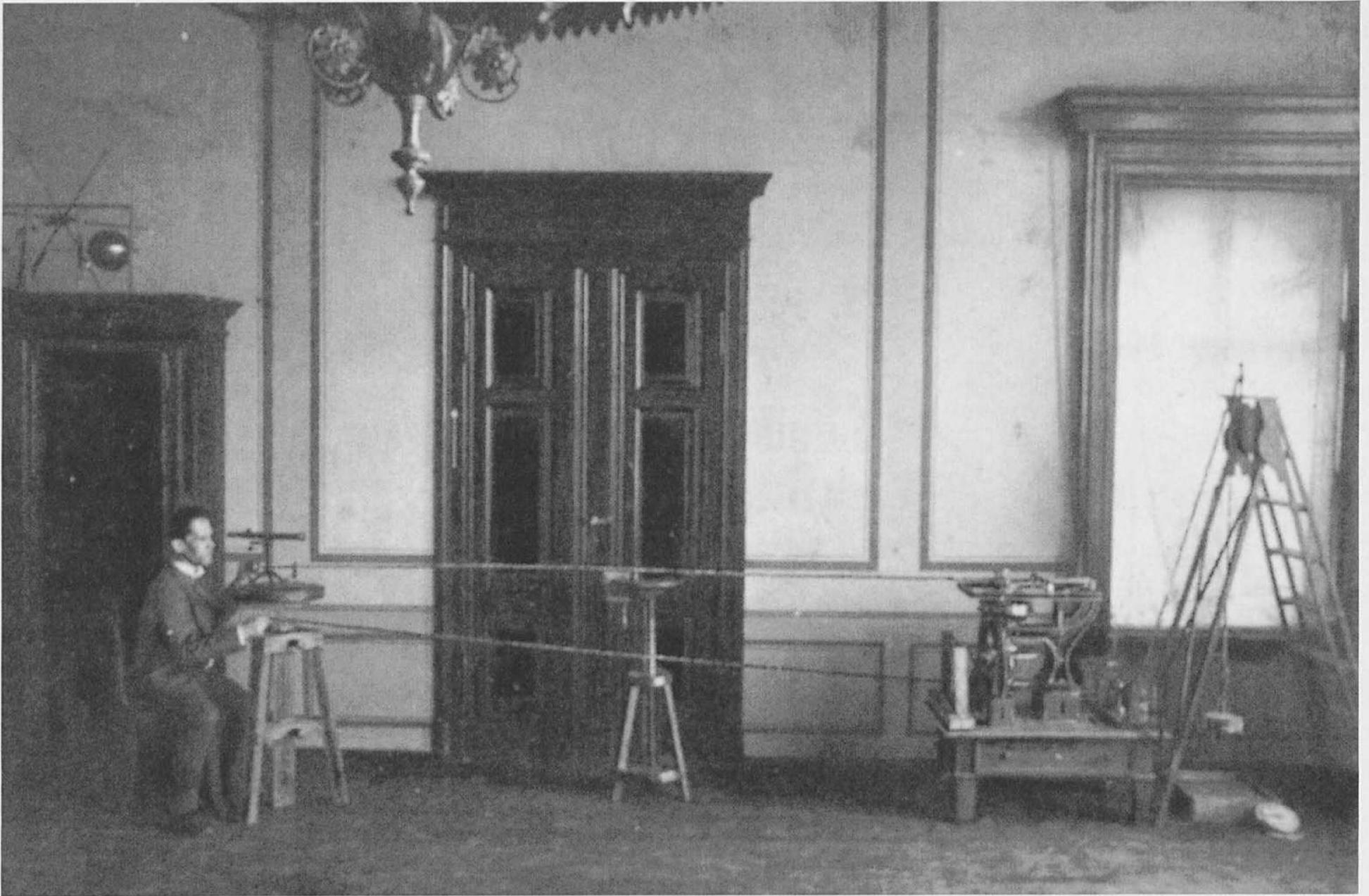
Das Ethos der „reinen“ Wissenschaft war für Planck untrennbar mit einer, durch schwere Schicksalsschläge geprägten, persönlichen Lebensauffassung verknüpft. Der Hingabe an die Wissenschaft entsprach in weltanschaulichen und menschlichen Belangen ein „geduldiges Ausharren im Lebenskampf und eine stille Ergebung in den Willen der höheren Macht, die über ihm waltet“ (*Stimme der Wissenschaft: Geheimrat Max Planck*, Diskographische Dokumente 15/4).

In diesen Worten kommt ein Wissenschaftsethos zum Ausdruck, das Planck auch mit anderen Repräsentanten der „reinen Wissenschaft“ zu Beginn des 20. Jahrhunderts teilte. In der selbstlosen Hingabe an eine höhere und hehre Sache trafen sich die unterschiedlichsten Charaktere. Auch der eher zupackende und pragmatische Theoretiker Arnold Sommerfeld predigte „den idealen Sinn, der die Sache über die Person stellt“.

Im „deutschen Idealismus“, dem „gemeinsamen Kennzeichen für die geistige oder praktische Kulturarbeit

Max Planck (1858-1947) gilt als einer der großen wissenschaftlichen Revolutionäre.





Arnold Sommerfeld beim Hantieren mit einer Integriermaschine, die das Integral von Differentialgleichungen angibt, um 1890.

unseres Volkes“, fanden sie das Wertesystem, das ihrer Arbeit Sinn und Perspektive gab: „Treueste Pflichterfüllung und Selbstzucht, Einsetzen der ganzen Kraft an dem Platze, auf den wir gestellt sind, Zurückschieben der eigenen Bequemlichkeit und Genußsucht, Aufgehen im Großen Ganzen...“ – so Arnold Sommerfeld in der *Aachener Allgemeinen Zeitung* am 4. April 1905 aus Anlaß des 90. Geburtstags Otto von Bismarcks.

Mit diesem Bewußtsein fühlten sich Planck und Sommerfeld einer zutiefst in der deutschen Kultur verankerten Tradition verbunden, die kaum revolutionär zu nennen ist. Darüber hinaus sollte man die Gemeinsamkeiten aber nicht überschätzen. Zu verschiedenen waren beider Temperamente und Charaktere, als daß man bei ihnen von einem gemeinsamen Forschungsstil oder von einer einheitlichen Methode sprechen könnte. (Einstein dürfte dem von Planck und Sommerfeld bekennerhaft proklamierten Idealismus-Verständnis mit einiger Wahrscheinlichkeit eher skeptisch gegenübergestanden haben.)

### FUNDAMENTALE GRÖSSE DER QUANTENPHYSIK

Noch gravierender werden die Unterschiede, wenn man Plancks und Sommerfelds wissenschaftliche Tätigkeit und Stellung betrachtet. Plancks große Leistung bestand in der Formulierung einer Theorie der Wärmestrahlung, die eine neue Naturkonstante ( $h$ ) beinhaltet. Dieses „Plancksche Wirkungsquantum“ wurde zur fundamentalen Größe der Quantenphysik.

Planck selbst bekleidete als Nachfolger Gustav Kirchhoffs an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin von 1889 bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1927 den wichtigsten Lehrstuhl in der theoretischen Physik seiner Zeit. 1930 übernahm er das Präsidentenamt der *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft*, und nach seinem Tod erhielt deren Nachfolge-Organisation seinen Namen – Zeichen dafür, daß in Planck über sein eigenes Fach hinaus *der* Wissenschaftsrepräsentant seiner Zeit gesehen wurde.

Sommerfelds Karriere begann in der Mathematik. Als Assistent Felix

Kleins (1894-1896), als Mathematikprofessor in Clausthal (1897-1900) und als Professor der Mechanik an der Technischen Hochschule in Aachen (1900-1906) hatte er in vielen physikalischen und technischen Anwendungsfällen seine mathematische Virtuosität erprobt. Zur theoretischen Physik im eigentlichen Sinn fand er erst mit seiner Berufung nach München im Jahr 1906, als er – neben Wilhelm Conrad Röntgen als Vertreter der Experimentalphysik – der Nachfolger Ludwig Boltzmanns auf dem 1890 begründeten Lehrstuhl für theoretische Physik wurde.

Sommerfelds wichtiger Beitrag zur Forschung bestand in der Weiterentwicklung des Bohrschen Atommodells (1915/16) und in der Präsentation der neuen atomphysikalischen Ergebnisse in Gestalt eines fast populär gehaltenen Buches *Atombau und Spektrallinien*, der „Bibel“ der Atomphysik, wie viele fanden. Doch bei aller Begeisterung für die Atomtheorie blieb er sein Leben lang ein Allround-Theoretiker: Sein Name haftet einer Vielzahl von Effekten, Konstanten

und Begriffen an, von der Theorie der Schmiermittelreibung über die Festkörperphysik bis hin zur Ausbreitung von Radiowellen.

Zum Repräsentanten der modernen theoretischen Physik wurde Sommerfeld jedoch weniger als Forscher denn als charismatischer Lehrer. Die „Sommerfeldschule“ in München wurde zum Begriff und die Herkunft aus ihr zum gerne verwendeten Qualitätsausweis, wann immer es um die Würdigung eines Theoretikers bei der Besetzung von Lehrstühlen, um die Vergabe von Preisen oder um die besondere Bedeutung des Verstorbenen in einem Nachruf ging.

Ganz anders Planck, der nur selten als Lehrer – zum Beispiel als Lehrer Max von Laues (1879-1960) –, aber immer als tiefer Denker gewürdigt wird, der sich mit großer Ausdauer fast ausschließlich der Erforschung eines Gebietes widmete: „Die wissenschaftliche Persönlichkeit Planck's wurzelt in der Thermodynamik“, so hatte Sommerfeld 1911 der Bayerischen Akademie der Wissenschaften gegenüber eine Würdigung Plancks eingeleitet, die die Wahl Plancks zum

korrespondierenden Akademiemitglied zur Folge hatte.

Schon in seiner Dissertation hatte Planck den Zweiten Hauptsatz der Wärmelehre ins Zentrum gerückt. In den 1890er Jahren, als die Elektrodynamik als neue Fundamentaltheorie das Interesse der Physiker beanspruchte, widmete Planck seine ganze Aufmerksamkeit dem Bemühen, „auf dem Gebiete der Strahlungstheorie die Elektrodynamik mit den thermodynamischen Principien zu durchdringen“.

Die Strahlungsformel Max Plancks war das Resultat dieser Anstrengung. Sie stand am Ende eines „mit seltenem Zielbewusstsein“ verfolgten Programms, wie Sommerfeld hervorhob.

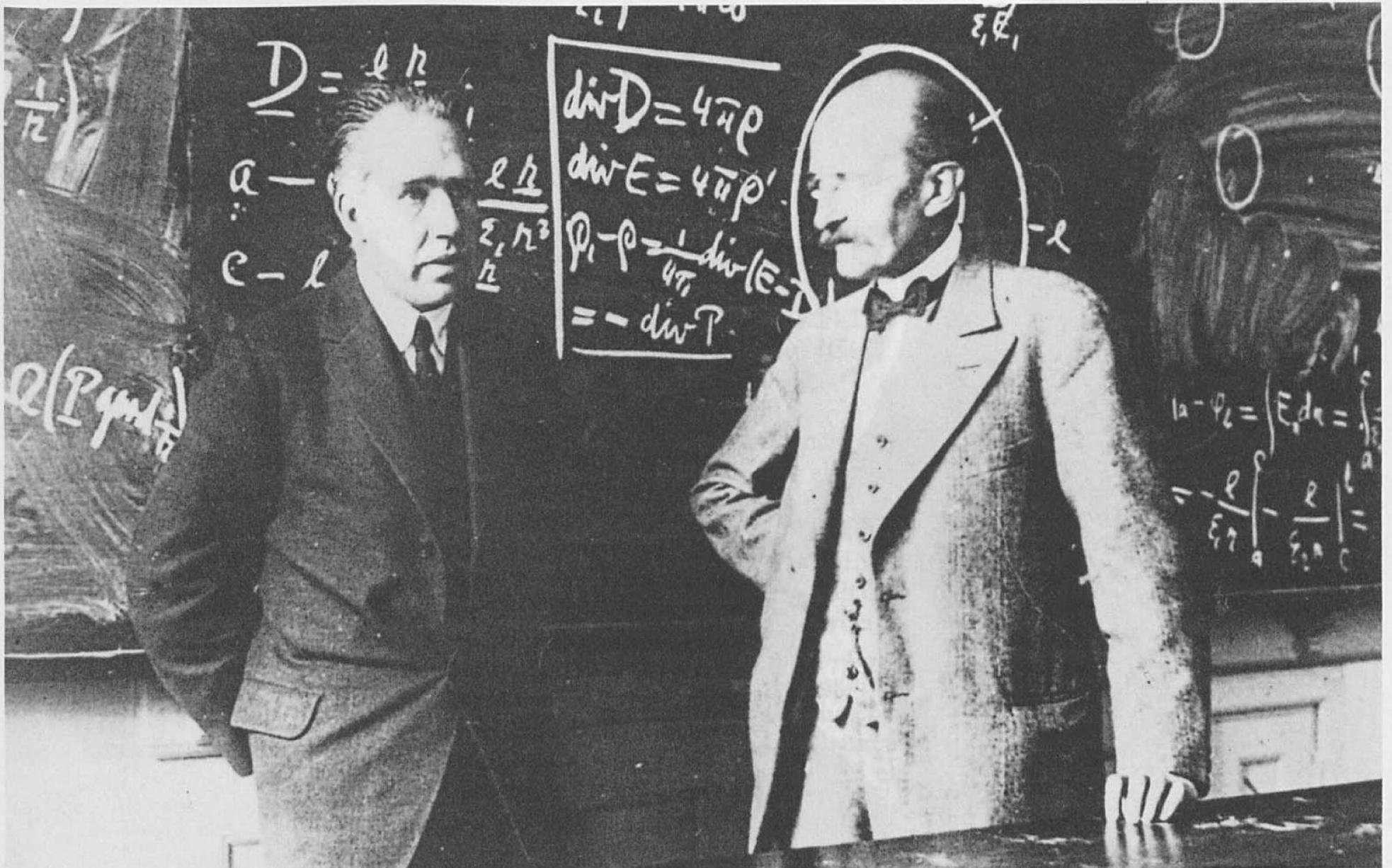
## VOM QUANTENSKEPTIKER ZUM VORKÄMPFER FÜR DIE QUANTENTHEORIE

Als Sommerfeld diese Empfehlung aussprach, war er selbst gerade dabei, seine ersten tastenden Schritte in das neue Gebiet der Quantentheorie zu unternehmen. Zunächst stand er der Quantentheorie im allgemeinen,

und der Begründung der Planckschen Quantenformel im besonderen, sehr skeptisch gegenüber. „Wenn auch die Ableitung des Strahlungsgesetzes, insbesondere die Verwendung der Boltzmann'schen Principien der Statistik, nicht als endgültig befriedigend angesehen werden, so bleibt jedenfalls das auf diesem Wege gewonnene positive Ergebnis von fundamentalster Bedeutung“ – aus dieser Relativierung, die sich Sommerfeld bei seiner Würdigung Plancks der Akademie gegenüber nicht verkneifen konnte, spricht noch die Ambivalenz, mit der er die Plancksche Theorie anfangs betrachtete hatte.

Erst als ihm sein Schüler Peter Debye 1910 eine logische Ableitung des Planckschen Strahlungsgesetzes präsentierte und Einstein ihm bei einem einwöchigen Besuch in Zürich auch die weiteren physikalischen Aspekte der Quantenfrage näherbrachte, wurde aus dem Quantenskeptiker ein vehementer Vorkämpfer der Quantentheorie.

Gleichzeitig mit seinem Vorschlag, Planck zum korrespondierenden Akademiemitglied zu wählen, entwickel-



Max Planck mit Niels Bohr in Kopenhagen, 1930. Im Bohrschen Atommodell wurde Plancks „h“ zur Fundamentalgröße der Atomtheorie.



te Sommerfeld die sogenannte „h-Hypothese“, wonach atomare Prozesse, so auch die Emission von Gammastrahlen, nach Maßgabe des Planckschen Wirkungsquantums erfolgen sollten.

Voller Enthusiasmus sah Sommerfeld nun in der Planckschen Konstanten  $h$  gleich *das* atomphysikalische Prinzip schlechthin. Man solle nicht versuchen, diese Größe aus einer Theorie über das Atom abzuleiten, sondern umgekehrt „die Existenz der Moleküle als eine Funktion und Folge der Existenz des elementaren Wirkungsquantums“ begreifen. Mit dieser, auf der ersten Solvay-Konferenz im Oktober 1911 ausgesprochenen Forderung nahm er einen radikaleren Standpunkt in der Quantenfrage ein als ihre Begründer selbst – wengleich darin wohl mehr ein Lippenbekenntnis als eine innere Überzeugung zum Ausdruck kam. Denn bei seinen weiteren Forschungen wandte er sich nach diesem furiosen Auftakt wieder klassischen Theorien zu.

Auch das Bohrsche Atommodell veranlaßte Sommerfeld nicht sofort zu einer Verwirklichung des von ihm selbst proklamierten Zieles. Zwar beschäftigte er sich gerade zu dieser Zeit sehr intensiv mit einem atomphysikalischen Problem, mit dem Zeeman-Effekt, aber „von dem Planck'schen  $h$  oder von Quanten war dabei nicht die Rede“, wie er selbst rückblickend einräumte.

Erst Ende 1915, zwei Jahre nach der Veröffentlichung der Bohrschen Theorie und vier Jahre nach seinem öffentlichen Bekenntnis zur Quantentheorie, fand er den Mut, diesem Forschungsgebiet auf Jahre hinaus seine volle Aufmerksamkeit zu widmen.

Wenn das quantentheoretische Interesse 1911 bei Sommerfeld auch mehr ein Lippenbekenntnis gewesen sein mochte, das zu keiner unmittelbaren Änderung seiner Forschung führte, so läßt sein aufschäumender Enthusiasmus doch Rückschlüsse auf sein Temperament zu.

Leider sind seine Briefe an Planck aus dieser Zeit nicht erhalten, aber auch aus Plancks Antwortbriefen vermag man Sommerfelds temperamentvolle Parteinahme für die Quanten-

theorie noch erahnen. Planck fand Sommerfelds „Vorgehen außerordentlich sympathisch“, und er bestärkte ihn, den eingeschlagenen Weg weiter zu verfolgen, denn er „scheint mir auch für die Zukunft viel zu versprechen“ (Planck an Sommerfeld am 6. April 1911).

Als klar war, daß beide sich bei der Solvay-Konferenz treffen würden, schrieb Planck von seiner „Freude darüber, daß wir im Oktober über alle Fragen, die uns gemeinsam interessieren, in Muße mündlich werden verhandeln können“ (29. Juli 1911). Daß Sommerfeld auch nach der Brüsseler Konferenz noch einige Zeit für die Quantentheorie entflammt war, zeigt sein Gratulationsschreiben an Willy Wien, der mit dem Physik-Nobelpreis für das Jahr 1911 ausgezeichnet worden war: „Dass er nicht in halben Quanten verteilt ist, ist vom theoretischen und praktischen Standpunkt aus auch sehr befriedigend. Hoffentlich wird dann im nächsten Jahr wieder ein ganzes Quantum für die moderne Strahlungstheorie frei“ (Sommerfeld an W. Wien, 12. November 1911).

Danach scheint sich allmählich jedoch wieder die alte Skepsis durchgesetzt zu haben. Ein Vierteljahr später ist in einem Brief Sommerfelds in Anspielung auf seinen „Brüsseler  $h$ -Vortrag“ und auf ein Goethe-Zitat zu lesen (Sommerfeld an Lorentz, 12. Februar 1912):

*Da hilft nun weiter kein Bemühen,  
Sinds Rosen, nun, sie werden blühen.*

## PLANCK UND SOMMERFELD: GANZ UNTERSCHIEDLICHE TEMPERAMENTE

Die Korrespondenz mit Planck setzt erst wieder im Jahr 1916 ein, als Sommerfeld im Begriff war, das Bohrsche Atommodell zu einer wesentlich umfassenderen Theorie auszubauen. Völlig unabhängig davon hatte Planck seine quantentheoretischen Arbeiten planmäßig fortgeführt.

Sommerfeld hatte nach anfänglicher Skepsis gegenüber dem Bohrschen Atommodell schließlich die Überzeugung gewonnen, daß darin doch ein enormes Potential für die weitere Entwicklung der Atomtheorie schlummere – und sich in der für ihn typischen Art mit Feuer und Flamme dar-

an gemacht, dieses Potential auszuloten.

Im Endresultat kamen Planck und Sommerfeld zu fast denselben Ergebnissen, aber ihre Ausgangspunkte waren völlig verschieden. Das kam schon in den Überschriften ihrer Publikationen zum Ausdruck. Planck behandelte von einer abstrakten Warte aus *Die physikalische Struktur des Phasenraumes*, während Sommerfelds Arbeit ganz konkret *Zur Quantentheorie der Spektrallinien* neue Ergebnisse ankündigte.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß beide vor der Publikation ihrer Arbeiten von ihren gegenseitigen Forschungen keine Notiz nahmen. „Planck arbeitet auch an einem ähnlichen Problem wie Sie“, hatte Einstein an Sommerfeld am 9. Dezember 1915 geschrieben. Da Einstein von Sommerfeld über den Stand seiner Forschung auf dem laufenden gehalten wurde und auch mit Planck in engem Kontakt stand, wäre ihm ein Austausch zwischen den beiden wohl nicht entgangen.

Sommerfeld und Planck präsentierten ihre Ergebnisse zuerst in Form von Akademieabhandlungen – was ihnen eine rasche Publikation garantierte –, bevor sie sie in sorgfältig ausgearbeiteter Form als Zeitschriftenartikel drucken ließen. Erst am 25. Januar 1916, mehr als sechs Wochen nach der Präsentation seiner Theorie vor der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, referierte Sommerfeld im Kolloquium der Münchener Physiker über „Plancks Quantenhypothese für Molekeln mit mehreren Freiheitsgraden“.

Zwei Tage darauf schickte er Planck seine inzwischen gedruckte Akademieabhandlung, der sich dafür „natürlich höchlichst interessirt“ zeigte und zu seinen eigenen Arbeiten bemerkte: „Was ich selber in den hiesigen Sitz. Ber. (Sitzungsberichten) über die Spektrallinien veröffentlicht habe, war nur eine kleine Extratour in ein von mir noch wenig betretenes Gebiet, durch welche ich die Aufmerksamkeit auf die auffallenden Beziehungen lenken wollte, die sich zwischen der Struktur des Phasenraumes und der Bohrschen Formel ergeben, und ich hoffe, daß auch die Fassung meiner Publikation nicht den Anschein erweckt, als wäre darin mehr

Arnold Sommerfeld (1868-1951) galt als charismatischer Lehrer, 1906.

behauptet worden als tatsächlich der Fall ist. Jetzt sehe ich, daß dieselbe nicht nötig war; denn nun ist ja das Problem bei Ihnen in den besten Händen“ (Planck an Sommerfeld, 30. Januar 1916).

Wenn Planck nun das Feld der Atomtheorie Sommerfeld überließ, so mag ihn dazu auch der Gedanke bewogen haben, einer unangenehmen Konkurrenzsituation aus dem Weg zu gehen. Brieflich jedenfalls setzte er den Austausch mit Sommerfeld über die Einzelheiten ihrer Theorien noch eine Zeit lang fort. Sommerfeld mag darüber ebenfalls gemischte Gefühle gehegt haben: Einerseits freute er sich, daß sich Plancks Ergebnisse weitgehend mit seinen eigenen deckten, andererseits ließ er aber auch keinen Zweifel daran, daß das Plancksche Vorgehen nicht nach seinem Geschmack war.

Im Vorfeld seiner ausführlichen Publikation für die *Annalen der Physik* schrieb er an deren Herausgeber Willy Wien: „Es wird Sie interessieren, dass Plancks Quantelung des Phasenraums genau mit meinen Ansätzen stimmt. Aber Plancks Erklärung der Balmer-Serie ist scheusslich und grundverschieden von meiner“ (Sommerfeld an W. Wien, 10. Februar 1916).

In einem anderen Brief schrieb er: „Viel Freude hat mir auch die genaue Coincidenz mit Plancks Strukturtheorie des Phasenraums gemacht. Bei so verschiedenem Ausgangspunkt und so verschiedener Denkweise (Planck vorsichtig u. abstrakt, ich etwas draufgängerisch und auf die Beobachtung direkt loszielend) genau die gleichen Resultate!“ (Sommerfeld an Schwarzschild, 19. Februar 1916).

### REPRÄSENTANTEN DER NEUEN PHYSIK

Wenn sich Planck und Sommerfeld später begegneten, bekundeten sie sich immer den größten gegenseitigen Respekt, begleitet von einer beinahe hymnischen Würdigung ihrer Arbeiten. „Plancks sechzigster Geburtstag bietet der deutschen Physik eine erwünschte Gelegenheit, sich bewußt zu werden, wie viel sie diesem klaren und kühnen Geiste verdankt“, so leitete Sommerfeld zum Beispiel 1918 eine Festschrift zu Plancks 60. Geburtstag ein (*Die Naturwissenschaften*, 26.

April 1918). Kurz zuvor hatte er der Schwedischen Akademie der Wissenschaften vorgeschlagen, Planck mit dem Nobelpreis für das Jahr 1918 auszuzeichnen.

Als Planck 1927 emeritiert wurde, wollte man Sommerfeld zu seinem Nachfolger nach Berlin berufen – zur größten Genugtuung von Planck selbst, der Sommerfeld in einem Brief am 7. April 1927 die „selbstverständliche Versicherung“ gab, „daß ich alles, was in meinen Kräften steht, tun werde, um Ihnen die Annahme der Berufung schmackhaft zu machen“. Sommerfeld lehnte den ehrenvollen Ruf jedoch ab, da es ihm zweifelhaft erschien, ob „in dem großen und unruhigen Berlin der Kontakt mit den Studierenden ebenso innig zu gestalten sein würde, wie in München“ (A. Sommerfeld in der *Süddeutschen Sonntagspost*, 13/1927).

Als Sommerfeld zu Plancks 80. Geburtstag wieder einmal eine hymnische Lobrede auf den Begründer der Quantentheorie hielt, entgegnete ihm Planck: „Ich habe Ihnen gegenüber immer das Gefühl, als ob ich mich stets entschuldigen müßte wegen der vielen Mühe, die ich Ihnen durch meine Jubiläen mache ... erst 60, dann 70, dann 75, dann das Doktorjubiläum und jetzt und dann noch viele andere Gelegenheiten ... Also, jedenfalls habe ich immer bewundert, mit welchem Pflichtbewußtsein Sie jedesmal auf dem Plan erschienen sind und dem alten Thema immer neue Seiten abgewonnen haben. Aus all diesen Varianten habe ich stets aber immer wieder eins herausgeföhlt: Das ist die freundschaftliche Gesinnung, die Sie mir gegenüber haben und von der ich weiß, daß sie tief in Ihnen sitzt und daß sie herzlich ebenso gemeint ist, wie ich sie Ihnen gegenüber hege“ (*Stimme der Wissenschaft: Geheimrat Max Planck*. Diskographische Dokumente 15/4).

Die Planck und Sommerfeld von ihren Kollegen erwiesenen Respektsbekundungen taten ein übriges, um beide als Repräsentanten einer äußerst erfolgreichen Epoche deutscher Physikgeschichte einander näherzubringen. Als sie auch noch durch ähnliche persönliche Schicksalsschläge hart getroffen wurden – Sommerfeld mußte 1919 den Tod seines 15jährigen Sohnes Arnold Lorenz verkraften, der

beim Baden in einem See ertrunken war, Plancks ältester Sohn Erwin wurde 1945 nach dem gescheiterten Attentatsversuch auf Hitler vom 20. Juli 1944 hingerichtet – verband sie auch noch „der tiefste Vaterschmerz“, wie Sommerfeld in seinem Nachruf auf Planck schrieb.

In den Kriegsjahren hatten sich beide (meist anläßlich ihrer Geburtstage) in kurzem aber regelmäßigem Austausch ihrer gegenseitigen Freundschaft versichert. Ein erschütterndes Dokument dieser Altersfreundschaft ist die Mitteilung Plancks von der Hinrichtung seines Sohnes: „Mein Schmerz ist nicht mit Worten auszudrücken. Ich ringe nur um die Kraft, mein zukünftiges Leben durch gewissenhafte Arbeit sinnvoll zu gestalten“, schrieb Planck am 4. Februar 1945 nach München.

### FREUNDE MIT GEFÜHL FÜR DISTANZ

Die menschliche Nähe, die sie sich als Greise bewiesen, führte nicht dazu, daß sie dem auch in Äußerlichkeiten wie der gegenseitigen Anrede Ausdruck verliehen. Sie blieben ein Leben lang per „Sie“. Die Anrede in den Briefen Plancks an Sommerfeld wechselte im Lauf der Jahre nur von „Sehr verehrter Hr. College!“ über „Verehrtester Hr. Kollege!“ zu „Lieber Herr Kollege!“.

Mit enger befreundeten Kollegen pflegte man sich, wie es Sommerfeld in einem Brief an Karl Schwarzschild ausdrückte, „zur Vermeidung der üblichen Schnörkel“ des „vereinfachten Benennungsverfahrens“ mit dem bloßen Nachnamen („Lieber Schwarzschild!“) zu bedienen. Als Kollege stand Sommerfeld jedoch mit Planck nie so eng wie mit Schwarzschild oder anderen, obwohl sein Briefwechsel mit Planck länger währte als mit seinen anderen Briefpartnern. Es fehlte auch nicht an Gelegenheiten für eine nähere Zusammenarbeit, bevor sie durch ihre repräsentativen Rollen in der deutschen Physik zu einem reservertieren Umgangston tendierten.

1899 hätte Sommerfeld Planck gerne als Autor für die *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* gewonnen, deren Physikbände er zu redigieren hatte; Planck hatte ihm jedoch damals aus „absolutem Zeitman-

## PLANCK UND SOMMERFELD

Der immer den thermodynamischen Grundlagen verpflichtete, „vorsichtig und abstrakt“ denkende Planck verkörperte einen völlig anderen Forschertypus als Sommerfeld, der seine auf sehr weitgestreuten Gebieten liegenden Untersuchungen „etwas draufgängerisch“ durchführte. Mit Sicherheit teilten sie keine verschwörerische Mentalität mit dem Ziel einer „wissenschaftlichen Revolution“.

Dieser Begriff taugt schon kaum für eine Charakterisierung der von Fach zu Fach und von Fall zu Fall sehr unterschiedlichen Veränderungen im wissenschaftlichen Denken. Für eine Kennzeichnung der Forscher, die diese Veränderungen ausgelöst haben, ist er ungeeignet. □

### HINWEISE ZUM WEITERLESEN

*Benz, Ulrich-Walter:* Arnold Sommerfeld, Lehrer und Forscher an der Schwelle zum Atomzeitalter, 1868-1951 (Reihe Große Naturforscher, Bd. 38). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft: Stuttgart 1975.

*Eckert, Michael:* Sommerfeld und die Anfänge der Atomtheorie. In: *Physik in unserer Zeit*, 1/1995.

*Heilbron, John L.:* Max Planck. Ein Leben für die Wissenschaft 1858-1947. Stuttgart 1988.

*Hermann, Armin:* Max Planck in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. Rowohlt's Bildmonographien Nr. 198, Reinbek 1973.

*Hermann, Armin:* Frühgeschichte der Quantentheorie. Physik Verlag: Mosbach in Baden 1969.

*Kuhn, Thomas S.:* Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity, 1894-1912. Oxford University Press, New York 1978.

### DER AUTOR UND SEIN PROJEKT

*Michael Eckert*, geboren 1949, Dr. rer. nat., Physiker und Wissenschaftshistoriker, ist Korrespondierendes Mitglied des Deutschen Museums im Bereich Neuere Physikgeschichte.

Eckerts Beitrag liegt ein Editionsprojekt über die wissenschaftliche Korrespondenz Sommerfelds zugrunde (siehe *Kultur & Technik* 4/1996). Informationen über vielleicht noch in Privatbesitz vorhandene Sommerfeld-Briefe werden erbeten an: Sommerfeld-Edition, Institut für Geschichte der Naturwissenschaft der Universität München, Postfach, D-80306 München. Telefon: (089) 2179-486. E-mail: ug301an@sunmail.lrz-muenchen.de



Max Planck am Schreibtisch unter den Bildern seiner ersten Frau und seiner Kinder.

gel“ eine Absage erteilt, wie er entschuldigend schrieb: „Mehrjährige Erfahrungen haben mich belehrt, daß ein Berliner Universitätsprofessor die Zeit, die ihm von den ewigen Sitzungen, Examina, Berichtabfassungen noch übrig bleibt, soweit sie nicht von den Vorlesungen in Anspruch genommen ist, bei richtiger Ueberlegung nur dazu benutzen darf, um sich selber u. die eigenen Forschungen weiter zu fördern, zusammenfassende Darstellungen aber auf das Katheder beschränken muß.“

Ein paar Jahre später hatte Sommerfeld im Gegenzug das Angebot eines Verlegers, mit Planck zusammen

ein Lehrbuch der theoretischen Physik zu verfassen, mit der Begründung abgelehnt, „daß die Einheitlichkeit eines solchen Werkes, die ja gerade sein Hauptvorzug sein soll, besser verbürgt ist, wenn ein Einziger das Ganze macht“.

Wie man diese eher distanzierte Freundschaft zwischen Planck und Sommerfeld auch bewerten mag: Sie wußten sich einig in einer zutiefst konservativen Grundhaltung, und sie dürften sich auch in ihrer politischen Weltanschauung sehr nahegestanden haben.

In ihrer wissenschaftlichen Arbeit überwogen jedoch die Unterschiede.



Musiksaal des Richard Wagner-Museums,  
Bayreuth, mit versteckt eingebauter  
*Andionova*-Sechskanal-Lautsprecheranlage.

# VISIONÄRE DES KLANGS

Das „Klingende Museum“ in  
Richard Wagners Wohnhaus Wahnfried

VON SVEN FRIEDRICH

Seit 1976 – genau 100 Jahre nach den ersten Bayreuther Festspielen – befindet sich in Wahnfried, dem ehemaligen Wohnhaus der Familie Wagner, das Richard-Wagner-Museum. Im Obergeschoß des Hauses findet der Besucher eine Ausstellung zu Leben und Werk des Künstlers sowie zur Geschichte der Bayreuther Festspiele. Aber der Gegenstand von Wagners künstlerischem Schaffen, die Musik und das Theater, entzieht sich – scheinbar – der musealen Darstellung.

Der Münchner Maestro Sergiu Celibidache lehnte es ab, Schallplattenaufnahmen zu produzieren, da er der Ansicht war, Musik sei nur echt im Augenblick ihres Entstehens – eben im Konzert; die technische Konserve dagegen sei bestenfalls Abbild von Musik. Diese ästhetische Frage stellt sich seit etwa 100 Jahren, mit dem Beginn des Zeitalters technischer Reproduktion bewegter Vorgänge. Davor gab es mit Buchdruck, Kupferstich, Lithographie oder Guß bereits die Möglichkeit, Abbilder eines Urbildes in theoretisch unbegrenzter Zahl herzustellen. Es waren aber stationäre Gegenstände, die reproduziert wurden. Nun ging es um Bewegung, Bewegung von Körpern oder – im Falle der Musik – von Luft.

Der Film ermöglicht die Aufzeichnung und Wiedergabe von sichtbarer, körperlicher Bewegung durch die Aufteilung des Bewegungsablaufs in Einzelbilder, deren Projektion in rascher Aufeinanderfolge den Prozeß reproduziert und so die Illusion bewegter und sich bewegender Bilder erzeugt. Ganz ähnlich verhält es sich mit der Aufzeichnung und Reproduktion der unsichtbaren Luftschwingungen von Schallwellen, von Tönen. Die Luftschwingungen werden von einer Membran aufgefangen, deren Bewegungen kontinuierlich fortlaufend in ein geeignetes Medium „eingraviert“ werden.

Zur Reproduktion wird der ganze Vorgang einfach umgekehrt: Die aufgezeichneten Schwingungen werden durch kontinuierliches Abtasten der Gravur auf die Membran übertragen, die, auf diese Weise in Schwingungen versetzt, die zuvor aufgezeichneten Schallwellen reproduziert.

Walter Benjamin konstatierte in seinem Aufsatz *Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit* den „Verfall der Aura“ des Kunstwerks in seiner technischen Reproduktion. Diese Aura haften nur dem Echten, Originalen, Authentischen und Einmaligen an. Ist die Reproduktion vom Original jedoch nicht mehr zu unterscheiden, bedeutet dies das Ende einer Ästhetik, deren Werkbegriff stets von einem einmaligen, authentischen Unikat ausgeht.

In Fotografie und Film ist die Frage nach dem Original nicht mehr sinnvoll – im Gegenteil: Das, was man noch im herkömmlichen Sinne als Original ansehen könnte, das Negativ nämlich, ist an sich wertlos: Erst in der technischen Reproduktion gewinnt das künstlerische Objekt seine endgültige Gestalt. Vom Negativ können theoretisch beliebig viele, vollständig gleichwertige Abzüge – Reproduktionen – hergestellt werden. Das Kunstwerk wird vom einmaligen, unwiederholbaren Ereignis zum beliebig oft reproduzierbaren Produkt.

Mit der „Tonkonserve“ wird eine einmalige musikalische Kunstleistung fixiert und zugleich permanent verfügbar gemacht. Bei Studioprodukten ist es darüber hinaus möglich, durch technische Korrekturen ein Ergebnis zu erzielen, wie es in der Realität – auf der Bühne oder im Konzertsaal – niemals zustande kommen würde. Durch Schnitte können Fehler ausgemerzt werden, die jeweils besten „Takes“ können zu einem Klangbild komponiert werden, das dem Ideal so nahe wie nur möglich kommt. Dies führt sogar bis zu „kosmetischen“ Korrekturen dergestalt, daß beispielsweise in historischen Aufnahmen anstelle des nicht so ganz reinen hohen C der einen Sängerin ein gelungener Spitzenton einer anderen Sängerin „ausgeliehen“ werden kann.

Dies bedeutet für die heutigen Bühnen- und Konzertsänger eine ungeheure Belastung: Stets werden sie – ob gewollt oder ungewollt – nicht mehr nur an subjektiven und erinnerten Höreindrücken früherer Aufführungen, sondern auch an den synthetischen Produkten der modernen Schallplattenindustrie gemessen. Dabei wird nur allzu leicht und allzu gerne vergessen, daß es einen gewaltigen Unterschied darstellt, ob bei-

spielsweise die Gralserzählung des *Lohengrin* für eine Schallplattenaufnahme von einem frischen und ausgeruhten Sänger unter optimalen Studiobedingungen oder – live – unter Musiktheaterbedingungen von einem Sänger gesungen wird, der zu diesem Zeitpunkt schon eine mehrstündige Belastung hinter sich hat.

Es ist aber auch ein Unterschied, ob man zum Beispiel eines der Musikdramen Wagners auf dem heimischen Plattenspieler, in der Oper oder gar im Bayreuther Festspielhaus hört. Es gibt Prädispositionen des Hörens, die die Wahrnehmung als subjektive Faktoren beeinflussen. Feststellbar ist dies an der Unterschiedlichkeit, mit der – abhängig von bestimmten Rahmenbedingungen – eine und dieselbe Schallplattenaufnahme wahrgenommen werden kann.

## VON DER GEGENWART VERKLUNGENER MUSIK

Aber der technisch gefesselte Klang bietet auch die Möglichkeit, heute noch den Stimmen längst verstorbener Sänger zu lauschen, die Interpretationen früherer Dirigenten zu verfolgen. Musikalisches Erleben bedeutet so nicht mehr ein unitäres, tendenziell unwiederholbares, eben auratisches Phänomen. Die Geschichte des Musizierens in den letzten 100 Jahren ist durch die technischen Möglichkeiten der Tonaufzeichnung gleichsam ständig und permanent gegenwärtig. Hierbei macht sich im Fortschreiten der technischen Möglichkeiten eine ständige Perfektionierung hin zu einem Höreindruck bemerkbar, der dem der realen Produktion in der Konzertaufführung so nahe wie nur möglich kommt. Die Aufnahmen, deren Kratzen, Rauschen und Rumpeln von Liebhabern als Patina empfunden werden, gelten dabei allgemein als historisch, wobei doch im Grunde jede Aufnahme historisch ist, läge sie auch erst zwei Tage zurück.

Es gibt fünf Stufen der technischen Entwicklung, die jeweils bedeutende Qualitätsverbesserungen anzeigen. Am Anfang stand die phonographische Tonaufzeichnung auf der Walze aus Hartwachs. Im Schallarchiv des Richard-Wagner-Museums befinden sich noch einige dieser Walzen, die jedoch nicht mehr abgespielt werden

können, da es kaum noch funktionsfähige Phonographen gibt und die Walzen rasch verschleifen, so daß sie schon nach wenigen Abspielungen unbrauchbar werden.

Die nächste Stufe ist die leicht zerbrechliche Schellackplatte, die auf dem Grammophon mit 78 Umdrehungen pro Minute abgespielt wurde. Sie war schon wesentlich haltbarer und von besserer Qualität, hatte aber nur eine Spieldauer von wenigen Minuten pro Seite. Um sie abzuspielen, muß man heute auf ältere Plattenspieler zurückgreifen, da die modernen Geräte nur für 45 und 33 Umdrehungen pro Minute konstruiert sind.

Mit der Erfindung der Langspielplatte (LP) aus PVC – zunächst mono, später stereo – konnte die Spielzeit pro Seite mit bis zu einer halben Stunde beträchtlich verlängert werden. Die Qualität wurde besser, die Eigen- und Nebengeräusche waren geringer, die Stereophonie ermöglichte echten Raumklang durch die Kanaltrennung von rechts und links. Wie räumliches Sehen nur dadurch möglich ist, daß beide Augen dem Gehirn zwei geringfügig verschobene Einzelbilder übermitteln, die dort zum räumlichen Bild „umgerechnet“ werden, so kann analog ein räumlicher Höreindruck nur mit zwei Ohren erzielt werden. Dem Blick mit nur einem Auge fehlt die Tiefendimension; hält man sich beim Hören ein Ohr zu, kann man rechts und links, vorne und hinten nicht mehr unterscheiden, man hört mono.

Die digitale Aufnahmetechnik, bei der das Signal im Unterschied zum analogen Verfahren nicht mehr direkt übertragen und in seiner oszillierenden Wellenform aufgezeichnet, sondern in eine Unzahl digitaler Impulse zerlegt wird, bewirkte eine weitere Steigerung der Transparenz des Klangbildes.

Die vorerst letzte Stufe stellt die Erfindung der Compact Disc (CD) dar, bei der Aufzeichnung und Wiedergabe nicht mehr mechanisch über einen Tonabnehmer erfolgen, sondern durch einen Laserstrahl. Die Präzision des Lasers ermöglicht die Unterbringung unzähliger Informationen auf geringstem Raum, so daß die CD, obwohl nur einseitig spielbar und mit einem Durchmesser von kaum mehr als einem Drittel der herkömmlichen

LP, eine Kapazität besitzt, die jene der doppelseitigen LP um mindestens 25 Prozent übersteigt. Vor allem aber entfällt bei der CD das mechanische Aufzeichnen und Abtasten; sie ist frei von allen Eigengeräuschen wie Rauschen, Rumpeln, Knistern und Knacken.

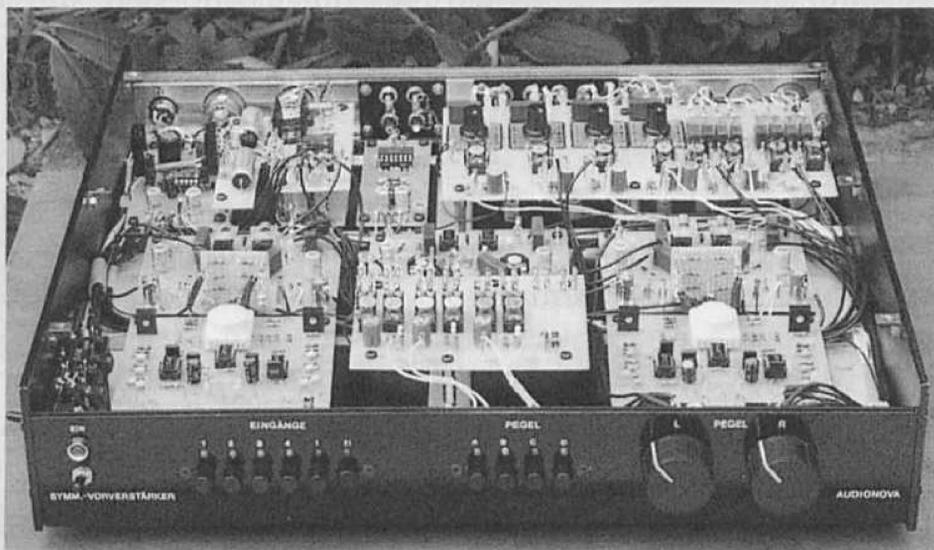
Die moderne Aufnahmetechnik ermöglicht es, auch historische Aufnahmen akustisch aufzupolieren, Fremd- und Störgeräusche nahezu zu eliminieren. Auf diese Weise können 100

Jahre Musikgeschichte vergegenwärtigt werden. Stilistische Veränderungen lassen sich ebenso dokumentieren wie Interpretationen bestimmter Sänger, Dirigenten und Instrumentalisten. Dies stellt für ein Museum wie das Richard-Wagner-Museum in Bayreuth eine attraktive Möglichkeit dar, die Geschichte des Werkes Richard Wagners nicht nur optisch, sondern auch akustisch faßbar zu machen.

Das geschieht in „authentischem“ Ambiente, im ehemaligen Wohnzim-

## DER TRAUM VOM PERFEKTEN KLANG

Die Anlage zur Tonübertragung im „Klingenden Museum“ von Bayreuth wurde in zwölfjähriger Arbeit von dem Radio- und Fernsichttechnikermeister Helmut Lorenz entwickelt. Um den Traum der technisch perfekten Klangwiedergabe verwirklichen zu können, gab der Konstrukteur ein gutgehendes Elektrofachgeschäft auf und führte ein teilweise entbehrungsreiches Leben. Seine *Audionova*-Aktivelektronik steuert in ausgeklügelter Technik alle Lautsprecher des Sechskanalsystems gezielt an. Das in der Aufnahme enthaltene Stereosignal



Aus dem Innenleben der *Audionova*-Anlage von Helmut Lorenz.

wird so aufbereitet, daß die Akustik des Aufnahme- und Wiedergaberaumes dominiert und die Eigenakustik des Wiedergaberaumes hörphysiologisch „verdrängt“ wird.

Die Vorteile dieses Systems zeigen sich besonders deutlich im Saal von Richard Wagners Wohnhaus Wahnfried, der für Tonwiedergaben ungünstige Voraussetzungen bietet: Die Stereobasis befindet sich an der breiten Seite des Raumes, die sich in eine

Rotunde öffnet, und die Glaswände der Bücherschränke würden sich bei anderen Systemen ebenfalls als Störfaktor bemerkbar machen.

Helmut Lorenz ist es nicht nur gelungen, den Höreindruck im Konzertsaal zu vermitteln, sondern dieser Höreindruck ist an jeder Stelle des Raumes gegeben, das heißt bei jedem Zuhörersitz. Eine festabgestimmte Schaltung der Lautstärke erlaubt die stufenweise Anpassung an die Zahl der Zuhörer im Saal.

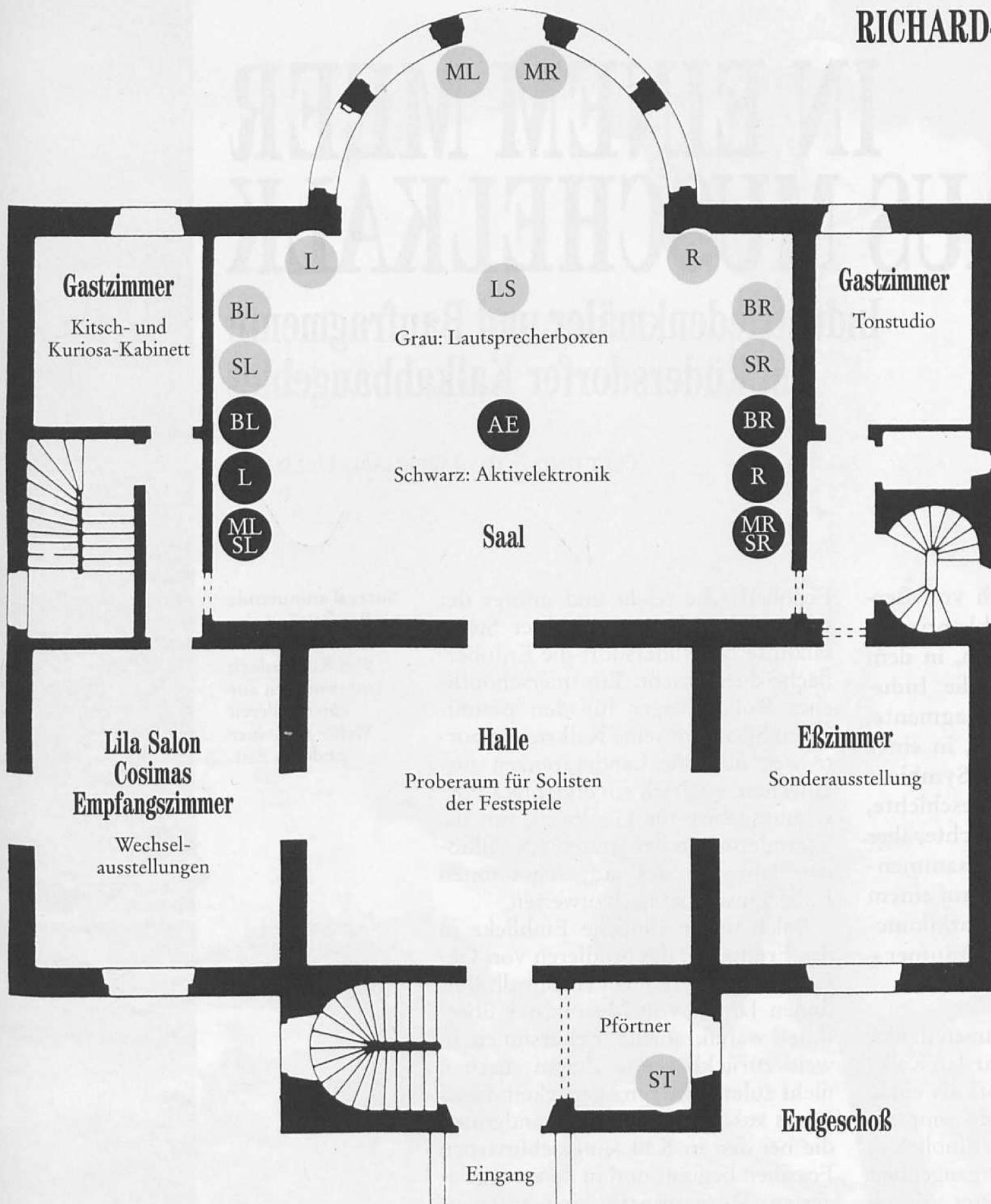
In der aktiven Lautsprechertechnik wird jedes Lautsprecherchassis in den Mehrwegboxen durch eine eigene Leistungsendstufe angesteuert.

In Haus Wahnfried sind sechs Lautsprecherboxen und zusätzlich zwei Tiefbaßlautsprecher installiert, ohne daß dies optisch besonders auffallen würde. Bei einer Musikleistung von 3.200 Watt insgesamt stehen für jedes Chassis im

Hochmitteltonbereich 120 Watt, im Baßbereich je 400 Watt zur Verfügung.

Die Verwendung von Lautsprechern mit extrem starken Magneten dient nicht nur einer guten Impuls-wiedergabe, sondern erlaubt auch den Bau von kompakten Lautsprecherboxen, die sich leicht unterbringen lassen.

Der Preis der *Audionova*-Anlage: rund 40.000 Mark.



## Abkürzungen

- AE Aktivelektronik (schwarze Kreise)
- BL Baßbox, links
- BR Baßbox, rechts
- L links
- LS Lautsprecherboxen (graue Kreise)
- ML Mitte, links
- MR Mitte, rechts
- R rechts
- SL Seite, links
- SR Seite, rechts
- ST Steuereinheit

Positionen von Aktivelektroniken und Lautsprecherboxen. Trotz der ungünstigen akustischen Raumverhältnisse erlaubt die Audionova-Anlage gleiche Klangqualität an jedem Raumpunkt.

mer der Familie Richard Wagners. Ein großer Teil des Zaubers des „Klingenden Museums“ dürfte darin liegen, Wagners Musik an dem Ort zu hören, an dem ihr Komponist das letzte Jahrzehnt seines Lebens verbrachte, in den Räumen, in denen der *Ring des Nibelungen* vollendet und der *Parsifal* geschrieben wurde. Die Aura, die der technisch vermittelten Musik fehlt, wird ihr so zurückgegeben.

Seit Juli 1990 verfügt das Richard-Wagner-Museum über eine neuartige Tonanlage. Sie verwirklicht trotz der schwierigen akustischen Raumverhältnisse eine Stereohörzone im ganzen Saal, die dem natürlichen Hörerindruck im Konzertsaal entspricht

und auch beim Umherschlendern nicht auseinanderfällt. Würde der Raumeindruck früher durch zwei große schwarze Lautsprecher-Monolithen gestört, so gelang es Helmut Lorenz, dem Konstrukteur der Anlage (siehe Kasten), sie bei deutlich verbesserter Qualität versteckt unterzubringen – die Tiefbaßlautsprecher etwa in den unteren Bücherschränken.

Die technischen Möglichkeiten der Vermittlung von Musik stellen sich so in den Dienst des Museums, das das Alte, Vergangene und auch das eben noch Neue lebendig bewahrt. In der authentischen Atmosphäre von Wagners Wohnhaus können sich die Besucher ganz auf den Klang der Mu-

sik konzentrieren. Häufig sind Zuhörer zu beobachten, denen ein Lächeln des Wiedererkennens einer vertrauten Stimme über das Gesicht huscht – oder des Erstaunens über den kurios anmutenden Gesangsstil der vorletzten Generation. □

## DER AUTOR

*Sven Friedrich*, geboren 1963, hat über Richard Wagner promoviert. Er ist Leiter des Richard-Wagner- und des Jean-Paul-Museums in Bayreuth, seit 1993 auch des damals neu eingerichteten Franz-Liszt-Museums.

# IN EINEM MEER AUS MUSCHELKALK

## Industriedenkmäler und Baufragmente im Rüdersdorfer Kalkabbaugebiet

TEXT UND FOTOS: GERHARD ULLMANN

Nur 30 Kilometer östlich von Berlin, in Rüdersdorf, ist ein historisches Kalkabbaugebiet zu finden, in dem Industrielandschaft und die Industriedenkmäler und Baufragmente, die in sie eingebettet sind, in einer merkwürdig anmutenden Symbiose zusammenwuchsen. Erdgeschichte, Industrie- und Sozialgeschichte, aber auch die Folgen des Zusammenbruchs der DDR sind hier auf einem Areal von wenigen Quadratkilometern präsent. Ein Ort für Träumer – und für neue Museumskonzepte.

Wer in großen Zeiträumen denkt, der wird die Fahrt zu den Kalksteinbrüchen in Rüdersdorf als einen Aufbruch zum Erdinneren empfinden. Ein riesiges Loch, das Einblick in 240 Millionen Jahre Vergangenheit gewährt. Nur 30 Kilometer östlich von Berlin fühlt sich der Besucher nicht nur in eine andere landschaftliche Region, sondern auch in eine andere Zeit versetzt. Große, zusammenhängende Waldgebiete verhüllen die auseinandergerissenen Orte, so daß jede nur geringfügige Wellenlinie eine willkommene Unterbrechung des gleichmäßig verlaufenden Horizontes ist.

Eine spurenlose, eine zeitentrückte Landschaft, deren eintönige Oberflächenformation erst durch den massiv betriebenen Kalkabbau der letzten 200 Jahre eine tiefe Wunde erhielt. Das Ergebnis: eine gewaltige Grube, gut 500 Meter breit und 4000 Meter lang, eingeschnitten in ein Kalksteingebirge, das bis 2000 Meter unter die

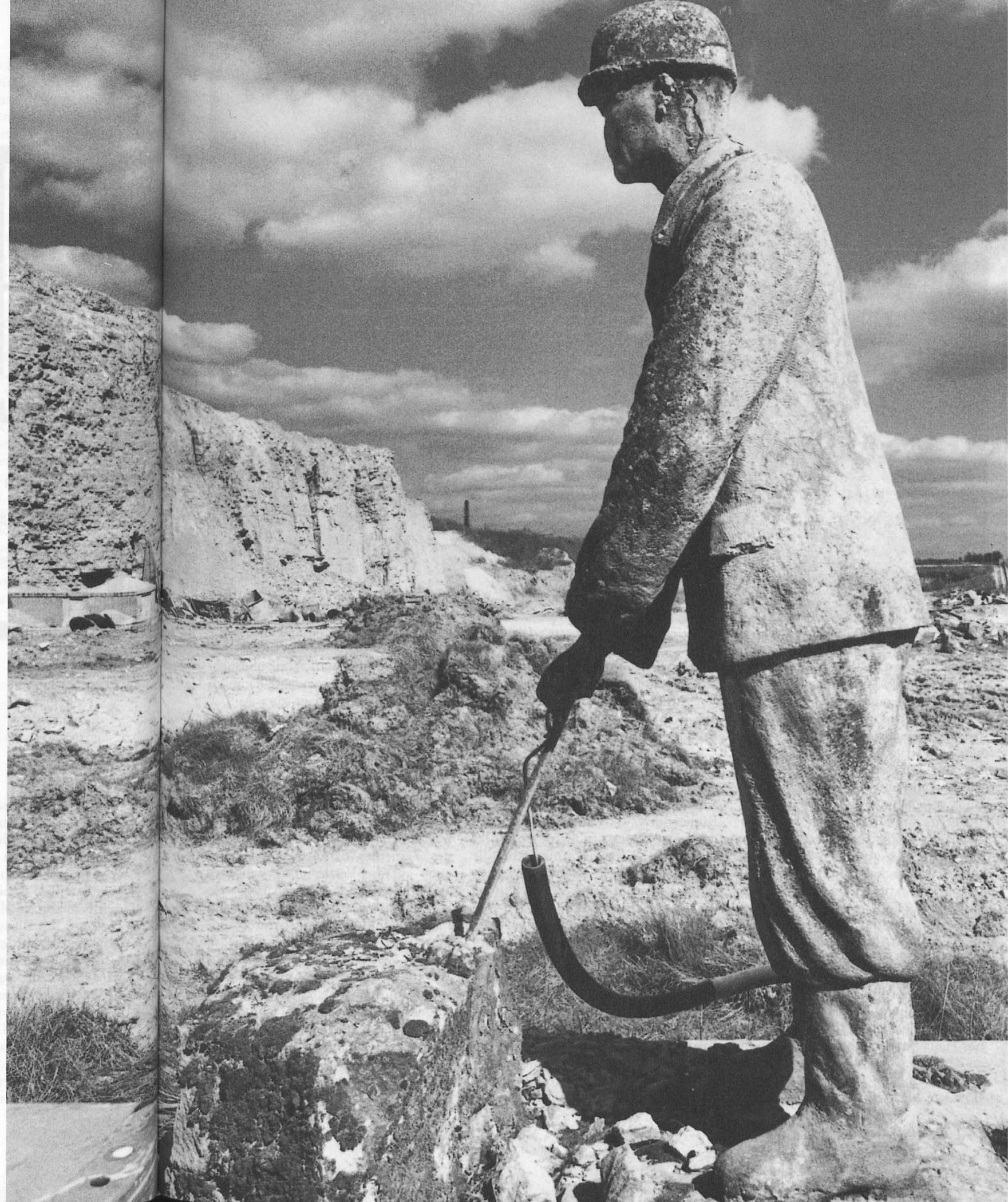
Erdoberfläche reicht und infolge der tektonischen Bewegung einer Steinsalzlinse bei Rüdersdorf die Erdoberfläche durchbricht. Ein unerschöpfliches Rohstofflager für den preußischen Staat, um seine Kalksteinexporte weit über die Landesgrenzen auszuweiten, zugleich ein ergiebiges Forschungsgebiet für Geologen, um die Veränderungen der letzten 1,5 Millionen Jahre an der aufgeschrammten Kalksteinschicht nachzuweisen.

Solch ungewöhnliche Einblicke in das Erdinnere, das Studieren von Gesteinsschichten, die vor eineinhalb Millionen Jahren von Meerwasser überflutet waren, solche Exkursionen in weit zurückliegende Zeiten machen nicht zuletzt die Einzigartigkeit dieses Ortes aus. Es ist eine Zeitwanderung, die bei den in Kalk eingeschlossenen Fossilien beginnt und in dem vorgelagerten Museumspark eine anschauliche und anregende Erschließung durch eine Ausstellung im Magazin Gebäude erfährt.

Noch ist die Lust am Ungewohnten vorhanden, noch bietet die industrieformte Landschaft abenteuerlich verschlungene Wanderwege, die plötzlich vor einem Baudenkmal enden, noch ist der malerische Reiz der mit 18 Türmen bestückten Schachtofenbatterie stark genug, das Interesse an den produktionstechnischen Abläufen zurückzudrängen. Die Phantasie sucht nicht immer den direkten Weg zur Information, sie will und darf hier ausschweifend sein.

Diese sinnliche Erfahrung ist unumgänglich, um den halb pädagogischen, halb wissenschaftlichen Exper-

Surreal anmutende Restbestände im Kalkabbaugebiet von Rüdersdorf: Impressionen aus einer anderen Welt – und einer anderen Zeit.





Das unterirdische Kalkgebirge von Rüdersdorf: Bis zu einer Tiefe von 60 Metern erfolgte der Abbau des Gesteins.

tisen folgen zu können, die der Architekt Rainer W. Ernst in einem Entwicklungskonzept zusammengefaßt hat. Ein interdisziplinärer Ansatz, der so verschieden erscheinende Themen wie Industrie und Landschaft, Natur und Technik, Vergangenheit und Zukunft in einem generalisierenden Blick vereinigen will.

Bereits zu DDR-Zeiten hatte der Archäologe Christian Tietze für den Erhalt dieses zerrissenen Netzes aus Industrielandschaft und eingestreuten Architekturdenkmälern votiert, ein Appell, der bei den DDR-Wirtschaftsexperten auf wenig Gegenliebe stieß, da der Abbau von Baustoffen eindeutig Vorrang vor Denkmal und Landschaft besaß. So wurden noch 1989 auf Anordnung des Zementwerkes zwei ältere Rumford-Öfen und ein von Friedrich Schinkel entworfenes Haus zerstört, aber auch Gebäude an der Reden- und Heinitzstraße dem Abbau geopfert – nur um die Produktionsrate hoch zu halten. Das Ergeb-

nis dieser rücksichtslosen Produktionssteigerung: staubbedeckte Dächer, Wiesen und Äcker, was Rüdersdorf den Ruf einbrachte, das Bitterfeld Brandenburgs zu sein.

Mit der politischen Wende kam auch die ökologische Wende. Als 1990 der *Deutsche Werkbund Berlin* in einem Symposium „Perspektiven für Rüdersdorf“ die internationale Bedeutung dieses Industriestandortes und seine Werbewirksamkeit für die Denkmalpflege herausstellte, schien der Weg für ein neues Entwicklungskonzept geebnet zu sein.

Der Verkauf des alten Zementwerkes an die *Readymix AG* gab dem neuen Chef der *Rüdersdorfer Zement GmbH*, Klaus Dieter Schübel, Gelegenheit, das von R. W. Ernst entwickelte Museumskonzept über den neu gegründeten Förderverein auch finanziell zu unterstützen. Eine juristische Änderung der Eigentumsverhältnisse erlaubte es der Kommune Rüdersdorf, die Trägerschaft des ge-

planten Museumsparkes zu übernehmen. Der Förderverein legte damit eine rechtliche Grundlage zum Aufbau eines Museumsparkes und hatte zudem in der *Readymix AG* einen finanziell potenten Partner gefunden.

Die Museumsplaner in Rüdersdorf verfolgen ein ehrgeiziges Ziel: die weit auseinanderliegenden Fabrikanlagen, ihren Aufstieg und ihren Abriß nicht nur als eine Produktionsgeschichte des Zementes darzustellen, sondern auch auf die Verflechtung zwischen Produktion und Landschaftszerstörung hinzuweisen und zwischen Technikgeschichte und Industriearchäologie einen Bogen zu spannen. „Der für unsere Zivilisation charakteristische Konflikt zwischen technischem Fortschritt und Verbrauch der Natur kann in dem Museumspark einfach und direkt veranschaulicht werden“, so das Credo des verantwortlichen Architekten R. W. Ernst.

Doch solch sinnliche Entdeckungsfahrten durch Robinien und Ahorn-



Ein Seilscheibenpfeiler, erbaut 1871, mit dessen Hilfe die Verbindung zwischen Bruchsohle und Bruchkante hergestellt wurde.

wälder entziehen sich zumeist didaktischen Hinweisen, so daß die auseinandergerissenen Industriedenkmalen als merkwürdig isolierte Unikate ihren Sonderstatus bewahren – zudem weckt schon das abgetreppte Kalksteingebirge mit seinen von Muschelkalk, Schaumkalk bis zum tiefliegenden Wellenkalk freigelegten Gesteinszonen die Neugier und ermuntert zu individuellen Extratouren.

Der geologische Ort, der sich vor dem Betrachter kilometerlang über verschiedene Ebenen erstreckt, ist in der von Sand und Kies gesegneten Landschaft Brandenburgs eine Fundgrube für Fossilienliebhaber. Mehr noch rohbehauene Landschaft für Steinbildhauer als Kulturlandschaft, gezeichnet von schroffen Abbruchkanten und weichverlaufenden, schilfbedeckten Brachen, die Unterschlupf für Kleintiere bilden, ist es die Stille, die den Raum weitet. Und wären nicht die Staubwolken schwerer Lastkraftwagen, die hier die Rollen von

Transportbändern übernehmen: die Kalkgrube zeigte sich als eine Urlandschaft.

In dieses reich illustrierte Bilderwerk spätkapitalistischer Rohstoffgewinnung fügen sich die preußischen Zertifikate französischer Revolutionsarchitektur als abgeschlossene Zeitpartikel früherer Industrialisierung nahtlos ein. Als markante, stark plastische Elemente vermitteln die strengen Portale an den Kanälen das Bedürfnis einer Zeit, Profanbauten symbolisch mit Emblemen auszuschnitten, die Baukunst als Kulturträger auch bei Zweckbauten einzusetzen. Das Heinitz- und das Bülow-Portal gehören zu den herausragenden Denkmälern, die trotz ihrer funktionalen Bindung an die Transportkanäle ihre metaphorische Ausstrahlung behalten haben.

Preußen wußte bereits im 16. Jahrhundert die Vorteile natürlicher Wasserstraßen zu nutzen, baute Schleusen und Kanäle, die sich für den Handel

als vorteilhaft erwiesen. Geschäftliches Interesse regte sich bereits bei Kurfürst Johann Georg, der die florierende Kalkbrennerei benötigte, um die Schulden seines Vaters zu verringern. Der 1578 errichtete Kalkofen, dessen Standort in unmittelbarer Nachbarschaft des Schiffsgrabens lag, folgt solchen wirtschaftlichen Interessen.

Knapp 90 Jahre später wurden der feuergefährliche Kalkofen in die Rüdorsdorfer Hinterberge verlegt und ein neuer Bruch in unmittelbarer Nähe des Brennofens erschlossen. Freilich wurde jede Produktionssteigerung teuer erkaufte: Holz als bevorzugtes Brennmaterial wurde knapp, der dichte Waldgürtel östlich von Rüdorsdorf lichtete sich, die königlichen Forsten konnten den steigenden Holzbedarf nicht mehr decken. Torf mußte als Ersatzbaustoff die Bedarfslücke schließen. Mit der Gründung eines Königlich-Preußischen Bergwerkes und Hüttendepartements im Jahr





Die Schachtofenbatterie von Rüdersdorf mit ihren 18 Rumford-Öfen wurde in den Jahren 1871-77 erbaut und war bis 1967 in Betrieb. Heute ist sie ruinenromantische Kulisse für Picknick oder Filmaufnahmen.

1768 wurde die wirtschaftliche Ausbeutung der Kalksteinbrüche professionalisiert.

Der Aufstieg Preußens zur Industriemacht ist nicht zuletzt zwei tatkräftigen Männern zu verdanken, die das Netz der Wasserstraßen modernisierten, sich aber auch um eine Verbesserung des Kalkbrennens bemühten: Unter Friedrich Anton von Heinitz, dem von Friedrich II. bestellten Generalbergkommissar, und seinem Nachfolger Friedrich Wilhelm Graf von Reden gelang es dem preußischen Staat, moderne Verfahren erfolgreich zur Ermittlung von Kalkvorkommen einzusetzen; die Hüttenindustrie profitierte davon.

Doch erst mit dem Bau der Rumford-Öfen wurde die neue Brenntechnologie rentabel. Erlaubten die älteren Kammeröfen nur eine periodisch

kurze Befeuerung, so garantierten die neuen Öfen des englischen Erfinders Sir Benjamin Thompson, oft auch Graf Rumford genannt, eine längere Brenndauer und damit eine höhere Produktionsrate.

Der technische Vorteil: Die Fehrerung erfolgte außerhalb des Brennschachtes. Der gebrannte und abgekühlte Kalk wurde unterhalb der Feuerungsanlage entfernt, frisch gebrannter Kalk fiel aus der Brennzzone nach unten, während vom oberen Rand der Ofengicht vorgewärmter Kalkstein nachrückte. Der Arbeitskreislauf war damit geschlossen. Mit dieser verbesserten Brenntechnologie setzten die Rumford-Öfen einen neuen Standard. Ihr klares Organisationsschema besaß für die europäische Entwicklung Modellcharakter.

Die in Rüdersdorf gebaute Brennanlage nutzte geschickt die Hanglage aus, so daß bereits durch den Niveauunterschied zweier Arbeitsebenen der Funktionsablauf einsichtig wird. Der zerkleinerte Kalkstein wurde auf dem

Schienenweg zur Ofengicht gefahren, der Kalkstein schichtweise in den Kalkbrenner gelegt. Als Brennmaterial wurden Steinkohle und Torf verwendet. Ein Ofen mit drei Schüren verarbeitete 35 Kubikmeter Kalk, was einer Tagesproduktion von neun Tonnen Stückkalk entsprach.

Es ist Ziel einer benutzerfreundlichen Museumsdidaktik, die Anschaulichkeit der Denkmäler zu erhalten, Erscheinungsbild und Produktionsablauf in Einklang zu bringen. Die Manövriermasse an Denkmälern ist im Rüdersdorfer Museumspark gewaltig. 24 Baudenkmäler sind in der Rubrik „Denkmalschutz“ aufgelistet und ausgestellt, geologische Naturdenkmäler nicht einmal eingeschlossen.

Trotzdem zögert man einen Moment, den näheren und engeren Bereich des Kalksteinbruches als museal zu bezeichnen, denn selbst die aus dem Arbeitsprozeß ausgeschiedenen Objekte besitzen einen unmittelbaren Bezug zur Gegenwart, so als könne



Einer der Rumford-Öfen am Eingang des Museumsparks von Rüdersdorf.

man sie jederzeit wieder in den Produktionsprozeß eingliedern.

Diese eigentümliche Ambivalenz zwischen Nähe und Fremdheit, die den Besucher beim Durchwandern des Areals berührt, hebt die scharfe Abgrenzung zwischen dem Gestern und dem Heute auf und suggeriert ein Zeitgefühl jener Ortsungebundenheit, das Landschaften nach Katastrophen oder gewaltsamen Umbrüchen anhaftet. Ein latentes Gefühl von Orientierungslosigkeit beschleicht den Zeitreisenden, wenn er die Höhen und Tiefen der Steinbrüche durchstreift, auf halbverschüttete Kanäle und auf Portale stößt, die im Erdreich versunken sind, oder plötzlich einem festungsartigen, wuchtigen Seilscheibenpfeiler gegenübersteht, über den die königliche Berginspektion ihren Abtransport von Kalkstein betrieb.

So ist es nicht allein der ruinöse Zustand einzelner Baudenkmäler – wie der der Schachtofenbatterie –, der Fotografen wie Regisseure immer wie-

der bewog, diese bizarre Szenerie des Bergbaues für exotische Filme wie *Das indische Grabmal* zu nutzen. Die zum Baufragment gewordene Produktionsstätte beeindruckt durch eine eigene Bildersprache, die – nicht frei von Theatralik – den Ort ins Kulturelle erhöht.

In den südlichen Hang des Mühlenfließtales hineingebaut, scheint hinter dem archaischen Urbild dickleibiger, mit Eisenbändern umspannter Schlotte die eigentliche technische Bedeutung der zwischen 1871 und 1877 errichteten Schachtofenbatterie verlorenzugehen. Das von oben, durch ein dreieckiges Oberlicht hereinfallende Licht verleiht den massigen, von Kappengewölben überhöhten Innenräumen eine irritierende Spiritualität, die an geheime Treffpunkte der Freimaurer erinnert, bewahrt den von Konchen ausgebuchteten Räumen eine sakrale Atmosphäre.

Imaginationsgesättigte Orte entziehen sich funktionaler Beschreibung,

und so wird der leere, von der Arbeit abgeschnittene Raum zum Ort mythologischer Befindlichkeiten und theatralischer Einfälle: Die Kathedrale des Kalkes, wie sie Insider liebevoll pathetisch nennen, fesselt schon durch ihr malerisches Erscheinungsbild den Museumsbesucher, so daß diese Anlage zu Recht im Zentrum des Entwicklungskonzeptes des Museumsparkes steht.

Freilich wird dem Besucher die Verbesserung der Brenntechnologie erst verständlich, wenn er sich die einzelnen Entwicklungsetappen der Kalkbrennerei verdeutlicht. Die einfache, periodisch verlaufende Brenntechnik des Kammerofens, der entscheidende Durchbruch beim Kalkbrennen durch die Rumford-Öfen, die einen kontinuierlichen Brennvorangang ermöglichten, und die Weiterentwicklung der Brenntechnik in der Schachtofenbatterie, deren Öfen, paarweise angeordnet, schon durch die größere Anlage eine erhebliche Produktionssteigerung garantierten. Diese Entwicklungsschritte sind für das Verständnis ausschlaggebend. Als zylinderförmige, schornsteinartige Öfen angelegt, erfolgte die Beschickung der Schachtofenbatterie über eine Gleisanlage auf Dachebene, während sich auf der tieferen Gleisebene der Abtransport des gebrannten Kalkes vollzog. Mit den Jahren wuchsen die Schornsteine bis zu zehn Meter in die Höhe, so daß aus der Reihung eine bizarre Silhouette entstand. Die Geschlossenheit und die Plastizität dieser Anlage, die jährlich bis zu 100.000 Tonnen Brennkalk produzierte, ist auch heute, 30 Jahre nach ihrer Stilllegung, noch überwältigend.

Die dicke Staubschicht, die sich nicht nur über den unmittelbaren Arbeitsbereich der Zementwerke, sondern auch über die Ortschaft Rüdersdorf ausbreitete, bereitete selbst den auf Produktionssteigerung bedachten Wirtschaftsfunktionären der DDR Sorge – sie ist seit dem Bau eines neuen, kompakten Zementwerkes an der Ostseite des Tagebaus verschwunden.

Der Verkauf der Werkanlagen an die *Readymix AG* im Jahr 1990 hat sich positiv auf die Umgebung ausgewirkt: Das große deutsche Zementwerk wirbt nicht nur mit einem zweckmäßigen Design für bessere, staubfreie Tage; in einem für die Ze-



Das neue Zementwerk *Readymix AG* ist der größte Arbeitgeber der Region – und finanziert den Museumspark Rüdersdorf mit.

mentindustrie innovativen Verfahren versucht die *Readymix AG* zu beweisen, daß man Umweltschutzaufgaben und saubere Technik vereinbaren kann.

Das neue Verfahren einer „zirkulierenden Wirbelschicht“ hat einige Vorteile aufzuweisen. Die von Rückständen gereinigten Reststoffe entlasten die Mülldeponien. Mit der Ausnutzung der Abwärme aus Drehofen und Klinkerkühler wird die Effizienz des Arbeitsprozesses erhöht, die CO<sub>2</sub>-Emissionen werden damit erheblich gesenkt. Das 1992 forcierte Entstaubungsprogramm umfaßt alle Werkbereiche und gehört somit zur modernen Unternehmerphilosophie, die technische Innovation umweltfreundlich zu verkaufen versucht.

Und mit dem Einbau von Elektrofiltern und Schlauchfilteranlagen ist das Werk dem hochgesteckten Ziel einer grünen, staubfreien Umgebung tatsächlich ein gutes Stück näher gekommen. Die Emission wurde ge-

genüber dem höchsten Ausstoß von 1976 um 99 Prozent reduziert – zwischen Ökonomie und Ökologie muß es so keine fundamentalen Interessensgegensätze mehr geben.

Doch wer die Spuren der Technikgeschichte zurückverfolgen möchte, der sollte an den Bruchkanten des Tagebaus beginnen. Vor den riesigen Dimensionen der Kalksteinbrüche und der mehr als einer Million Jahre Erdgeschichte wirkt das saubere, umweltfreundliche Zementwerk seltsam blaß. Die physische Präsenz der alten Industriedenkmäler ist in der schön gestylten Schutzfolie des *Readymix*-Werkes aufgegangen; die Bildschirmkontrollreue in der Schalterzentrale haben den Produktionsprozeß voll im Griff.

Noch liegt das Abenteuer „Museumspark“ in dem ungleichen, ungeordneten Nebeneinander von Produktionsgeschichte und Kulturgeschichte, ein anregendes Puzzlespiel, dessen Facetten sich erst nach vielen Exkursionen erschließen. Die Bruch-

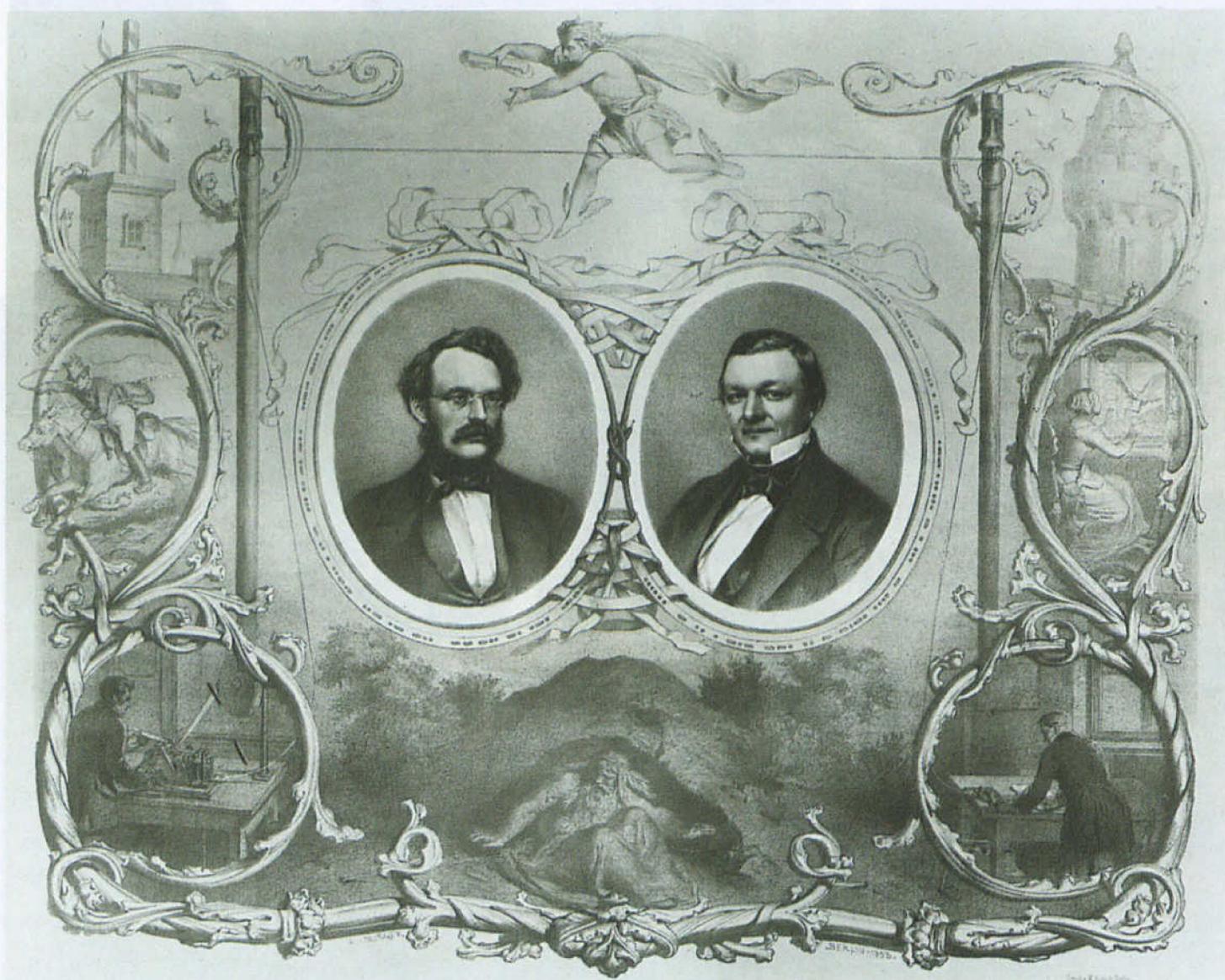
kanten des Tagebaus berühren andere Zeiträume, und es gehört wohl zur Arbeit eines guten Regisseurs, aus diesem Bündel aus Landschaft, Technik und Fragmenten die passende Erzählstruktur herauszuarbeiten.

Die breitgefächerte Palette des Museumskonzeptes bietet viele Aspekte, doch auf welchem Niveau sich die Aussöhnung zwischen Kultur und Technik vollzieht, hängt am allerwenigsten von den Freizeitangeboten eines Museumsparkes ab. □

#### DER AUTOR

*Gerhard Ullmann*, geboren 1935, Architekt, ist vor allem als Fotograf und Architekturkritiker bekannt. In seinen Ausstellungen, Zeitschriften- und Buchveröffentlichungen zeigt er den Zusammenhang zwischen gestaltetem oder industriell genutztem Lebensraum und Sozialgeschichte.

VON SIGFRID VON WEIHER



Werner Siemens und Johann Georg Halske im „Rahmen“ der Telegraphiegeschichte, 1855.

## 1.10.1847

Der Artillerie-Leutnant **Werner Siemens** (1816-1892) und der Mechaniker **Johann Georg Halske** (1814-1890) gründen in Berlin die *Telegraphen-Bau-Anstalt Siemens & Halske*. Ihre erste Werkstatt in der Schöneberger Straße nimmt einige Tage später die Fertigung des von Siemens konstruierten elektrischen Zeigertelegraphen auf, der zunächst in Preußen eingeführt und genutzt wird. Mit diesem Ereignis begann die Geschichte der heute weltweit etablierten *Siemens Aktiengesellschaft*, die sich von Anfang an als Entwicklungsfirma verstand und die Elektrotechnik maßgeblich geprägt hat.

## 3.10.1872

In Zweibrücken in der Pfalz wird **Hermann Anschütz** geboren (der später den Namen seines Stiefvaters **Kaempfe** hinzufügte). Angeregt durch die Payerschen Nordpol-Expeditionen, die ihn in der Kindheit begeisterten, fand er gedank-

lich zur Entwicklung des **Kreiselkompasses**, den er patentreif machte und den er ab 1904/05 in Kiel in einer eigenen Entwicklungsfirma industriell herstellte. 1916 wurde von seiner Firma bereits der 500ste Kreiselkompaß ausgeliefert. (Siehe dazu auch den Beitrag in dieser Ausgabe ab Seite 10.)

## 3.10.1872

In New York verstirbt 72jährig der aus Berlin gebürtige Publizist **Franz Lieber**. Angeregt durch das *Brockhaus-Lexikon* begann er 1829 mit der Aufbereitung und Herausgabe der *Encyclopedia Americana*. Später wurde Lieber auch Professor am Columbia-College in South Carolina.

## 4.10.1947

In Göttingen stirbt im 90. Lebensjahr **Max Planck**. Als Physiker hatte er mit seinem wegweisenden Vortrag über die **Quantentheorie**, im Dezember 1900 in Berlin, ein neues Zeitalter in der Naturwissen-

schaft eingeleitet. 1918 erhielt er den Nobelpreis zuerkannt. 1930 bis 1937 war er in Berlin Chef der *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*. Diese Institution nahm nach ihrer Neugründung nach dem Zweiten Weltkrieg den Namen *Max-Planck-Gesellschaft* an.



Physik-Reformator  
Max Planck (1858-1947).

## 6.10.1897

In Nürnberg wird **Karl Küpfmüller** geboren. Zunächst bei der Reichspost und bei *Siemens* in Berlin mit technischen und wissenschaftlichen Aufgaben betraut, war er von 1928 bis 1963 als Hochschullehrer in Danzig, Berlin und ab 1952 in Darmstadt tätig, insbesondere als Professor für Elektrotechnik. Vielseitig sind seine Beiträge zur **Regelungstechnik** und ganz besonders seine Systemtheorie der **Nachrichtenübertragung**, Gebiete, denen er auch im Rahmen der Forschung bei *Siemens* mehrere Jahre widmete. Schließlich ist seine Einführung in die *Theoretische Elektrotechnik* bemerkenswert, das Standardwerk aus seiner Feder, das von 1932 bis 1973 in zehn Auflagen erschien.



Aspirin-Entdecker  
Dr. Felix Hoffmann (1868-1946).

## 10.10.1897

Unter dem heute jedem bekannten Markennamen **Aspirin** wird von den *Bayerwerken* in Leverkusen das effektive und seither immer weiter entwickelte Schmerzmittel in die Pharmazie eingeführt. Der Chemiker **Felix Hoffmann** (1868-1946) hatte das Medikament in jahrelanger Laborforschung als synthetischen Wirkstoff der Acetylsalicylsäure entwickelt, kritisch erprobt und zu einem Welterfolg gebracht.

## 11.10.1947

In Washington, D. C., in den USA, wird der Satzungsentwurf für eine **Weltorganisati-**

on des Wetterdienstes im Anschluß an eine internationale Fachkonferenz von 46 Signatarstaaten unterzeichnet. Auf dieser Grundlage hat sich seither der meteorologische Dienst während der letzten 50 Jahre im Zeichen des technischen Fortschrittes zu einem hohen Grad sicherer Wettervoraussicht entwickelt.

**14.10.1772**

**König Friedrich II.** in Berlin gründet in Form einer Aktiengesellschaft die *Königlich preussische Seehandlung*, um Handel und Industrie nach vielen und langen Kriegszeiten zu beleben. Dies gelingt auch schrittweise. 1810 wird die Seehandlung Staatsanstalt und wirkt nach den Freiheitskriegen bei der Gründung namhafter Maschinenfabriken mit.

Als „Kalk-Johann“ ging Egestorffs Name in die Geschichte der hannoverschen Industrie ein, die mit ihm begann. Sein **Sohn Georg** (1802-1868) gründete 1835 eine Maschinenfabrik, die unter dem Namen *Hanomag* Weltruf erlangte.

**22.10.1797**

Der französische Luftschiffer **André Jacques Garnerin** (1769-1823) springt als erster Mensch mit einem von ihm selbst hergestellten Fallschirm von einem Ballon ab und landet glücklich, nachdem bereits Jahre zuvor ein Hund in gleicher Weise gut zu Boden kam.

**25.10.1647**

In Florenz stirbt in seinem 40. Lebensjahr der Mathematiker **Evangelista Torricelli**. Nach seinem Mathematikstudium in

Rom hatte er versucht, die Arbeiten Galileis weiterzubringen, und er wurde 1642 Galileis Amtsnachfolger. 1643 erfand er das **Quecksilber-Barometer**. Nach Torricellis frühem Tod wurden seine Forschungen über den *horror vacui* besonders von Blaise Pascal und Otto von Guericke fortgeführt.

**27.10.1847**

In Strausberg östlich von Berlin wird **Paul Gerhardt** geboren. Nach der Ausbildung zum Wasserbau-Ingenieur wurde er mit der Anlage des **Großschiffahrtswegs Berlin-Stettin** betraut. Die Fertigstellung dieser Anlage im Juni 1914 hat er nicht miterlebt, da er im Vorjahr verstorben war.

**31.10.1847**

In Livorno/Italien wird **Galileo Ferraris** geboren. Nach physikalischem und mathematischem Studium war er ab 1872 Zivilingenieur, 1879 wurde er Professor der Physik am Turiner Industriemuseum. 1888 veröffentlichte er seine **Theorie des Drehfeldes** in Wechselstrommaschinen. Für die damals im Aufbruch befindliche **elektrische Energietechnik** waren seine Forschungen von großer praktischer Bedeutung.

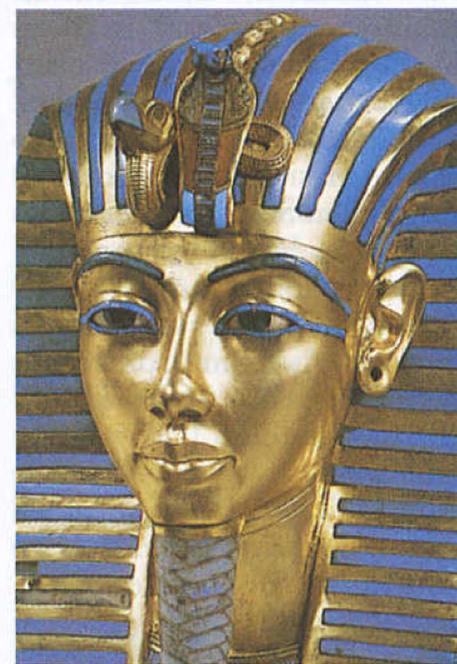
**4.11.1847**

Professor **James Young Simpson** (1811-1870), der Chef-Gynäkologe an der Universitätsklinik in Edinburgh, Schottland, setzt die von ihm mitentwickelte **Chloroform-Narkose** erfolgreich erstmals bei einer Entbindung ein. Wenige Jahre später läßt sich **Queen Victoria** (1819-1900) bei zwei von ihren Geburten durch Chloroform anästhesieren.

**5.11.1922**

Der britische Archäologe **Howard Carter** (1873-1939) entdeckt in Ägypten bei Luxor im sogenannten „Tal der Könige“ das Grab des Pharaos **Tut-ench-Amun**. Am 26. 11. 1922 werden in Gegenwart von Carters Auftraggeber Lord **George E. Carnarvon** (1866-

1923) die Vorkammer des über 3.300 Jahre alten Königsgrabes geöffnet und mannigfaltige Grabbeigaben, Kunstschätze sowie Geräte des täglichen Gebrauchs freigelegt. Dies war ein Markstein in der modernen Archäologie.



Pharao Tut-ench-Amun, gestorben um 1337 v. Chr.

**6.11.1822**

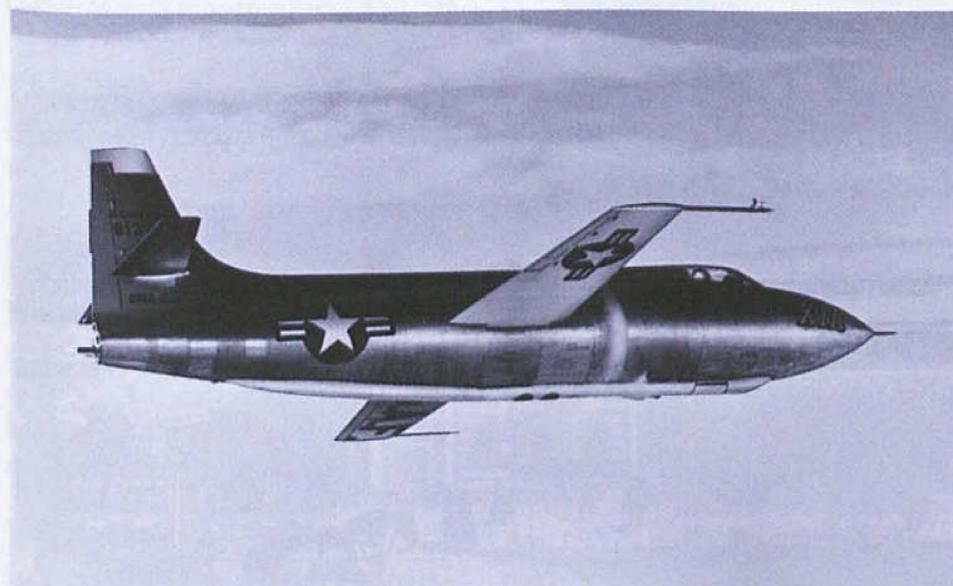
In Arcueil bei Paris stirbt 74-jährig der Chemiker **Claude Louis Graf Berthollet**. Aufgrund seiner Untersuchungen über **Ammoniak** wurde um 1785 die **Chlorbleiche** eingeführt. Dann stellte er erstmals reines chlorsaures Kali her und erfand 1786 das **Knall-Silber**. Seine theoretischen Studien lieferten wertvolle Erkenntnisse zu Verwandtschaften in der Chemie und Beiträge zur Reform der chemischen Nomenklatur mit Lavoisier.

**12.11.1872**

In Völklingen an der Saar wird **Hermann Röchling** geboren. Als Eisenhütten-Industrieller hatte er sich besondere Verdienste um die **Erzeugung von Edelstahl** erworben. In Anerkennung seiner Verdienste wurden ihm die Carl-Lueg-Denkünze und der Siemens-Ring verliehen.

**14.11.1922**

Die **British Broadcasting Co.** in London nimmt den offiziellen ersten **Rundfunk-Dienst** in Großbritannien auf. Im Laufe der nächsten Monate versor-



Die Bell X 1, mit der 1947 Überschallgeschwindigkeit erreicht wurde.

**14.10.1947**

Der US-amerikanische Flieger **Charles Yeager** erreicht in seinem Raketenflugzeug, der *Bell X1*, über Kalifornien die Geschwindigkeit von 1078 Kilometern pro Stunde. Yeager **überschreitet** damit als erster Mensch die **Schallgeschwindigkeit**.

**22.10.1772**

In Lohnde (Hannover) wird **Johann Hinrich Egestorff** geboren. 1802 pachtete er in Linden bei Hannover eine **Kalkbrennerei**, die sich wirtschaftlich gut und zügig entwickelte und zu einer Vergrößerung des Betriebes und zur Verbesserung der Technologie führte.



André J. Garnerins Fallschirmabsprung am 22. 10. 1797.

gen zunächst acht regionale Sendestationen das Land, jeweils mit einem selbstgewählten Programm.

## 15.11.1872

In Zwickau wird **Hans Joachim Dominik** geboren. Er war zunächst, nach einem technischen Studium in Berlin, Ingenieur und literarischer Mitarbeiter in der Industrie. Nach dem Ersten Weltkrieg wandte er sich der **technisch-utopischen Schriftstellerei** zu, die sich an Vorbildern wie Jules Verne oder H. G. Wells orientierte. 1942 veröffentlichte er seine Autobiographie mit dem Titel *Vom Schraubstock zum Schreibtisch*.

## 19.11.1672

In London stirbt im 57. Lebensjahr der Bischof von Chester, **John Wilkins**. Neben seiner Theologie beschäftigten ihn auch sehr pragmatische **technische Ideen**, die er 1648 in einem Buch über Wunder der Mechanik abhandelte. Es finden sich in seinem Werk Pläne zu Segelwagen, Wind- und Warmluftturbinen, Tauchbooten und sogar Motor-Flugmaschinen.

## 22.11.1497

**Vasco da Gama** (1469-1524), portugiesischer Seefahrer, erreicht, von Lissabon kommend, das Kap der Guten Hoffnung, umschifft Afrika und gelangt schließlich nach **Ostindien**. Er erkundete damit als erster den Seeweg nach Osten und wurde von seinem König als „Vize-König von Indien“ ausgezeichnet. Dies war der Beginn der großen Entdeckungsreisen nach dem Fernen Osten.

## 23.11.1847

In Damblain, Frankreich, wird **Charles Renard** geboren. Als Ingenieur-Offizier beschäftigte er sich mit praktischen Versuchen lenkbarer Luftschiffe. Sein 1884 erbautes 50 Meter langes, elektrisch betriebenes **Prall-Luftschiff La France** lieferte mehrere gelungene Aufstiege, fand aber dennoch nicht den Weg zur praktischen Ein-

führung. Dies gelang erst dem Starrluftschiffsystem des Grafen Zeppelin nach 1900.

## 27.11.1897

In Weinfelden in der Schweiz wird **Fritz Kesselring** geboren. Nach dem Ingenieurstudium an der ETH Zürich erwarb er 1921 den Titel Dr. sc. techn. mit einer Arbeit über **rotierende Gleichrichter**. Den Höhepunkt seiner Ingenieurlaufbahn seit 1927 bei den *Siemens-Schuckertwerken* in Berlin, bildeten seine wegweisenden Konstruktionen für Hochspannungs-Schaltvorgänge, insbesondere für die **Expansionschalter**.

**Tropsch** (1889-1935) ein wirtschaftliches Verfahren zur **Kohle-Hydrierung** unter normalem Druck entwickelt, das für die Treibstoffgewinnung bedeutsam wurde.

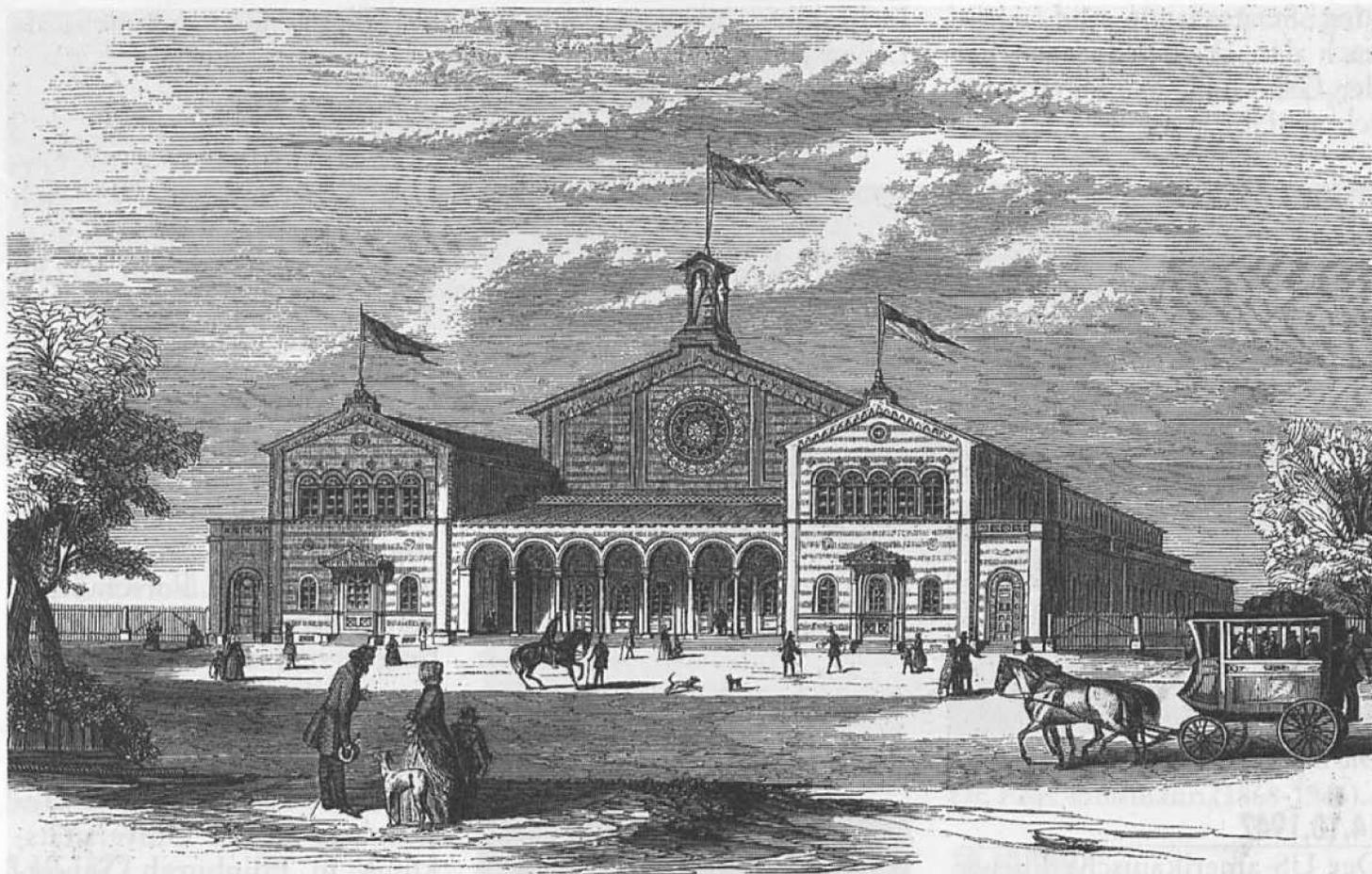
## 4.12.1872

In Werneck stirbt 59jährig **Georg Chr. Fr. Bürklein**. Als königlich-bayerischer Oberbaudirektor hatte er 1847 bis 1849 den **Münchner Hauptbahnhof** entworfen. Darüber hinaus hat er auch den Bau des Maximilianeums und der am englisch-neugotischen Stil orientierten Maximilianstraße in Bayerns Hauptstadt geleitet, womit nach den klassizisti-

delstahlwerk mit Steinkohlenheizung und ein **Eisen-Walzwerk** in Betrieb genommen.

## 9.12.1847

Im Anschluß an erste Versuche mit **Guttapercha-isolierten Telegrafentelegraphen** erhält Werner Siemens von der preußischen Telgraphenbehörde eine Bestätigung, daß die von ihm entlang der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn verlegten Leitungen für funktionsfähig und vollständig isoliert befunden wurden. Im folgenden Jahr geht ein Großauftrag zur ersten **Fern-Telegraphentelegraphenleitung** Europas zwischen Berlin und Frankfurt/Main an Siemens.



Der Hauptbahnhof München um 1850. Der Holzschnitt erschien 1851 in der *Illustrierten Zeitung Leipzig*.

## 1.12.1922

Die **Internationale Vereinigung der Eisenbahnverwaltungen (UIC)** wird gegründet. Diese Institution hat durch die Standardisierung des Gleisverkehrs sowie durch zahlreiche technische Neuerungen maßgeblich zur ständigen Verbesserung der Bahnbeförderungsbedingungen beigetragen.

## 1.12.1947

In München stirbt im 71. Lebensjahr der Kohlen-Chemiker **Franz Fischer**. 1925 hatte er gemeinsam mit **Hans**

schen Bauten Klenzes eine andersgeartete Architektur Gestalt annahm.

## 6.12.1747

In Bendorf wird **Carl Wilhelm Remy** geboren. Er erwarb 1784 das Eisenwerk am Rasselstein bei Neuwied, das er wesentlich erweiterte. Hier führte er das aus England stammende **Verfahren des Blechwalzens** in Deutschland ein und entwickelte es zur Produktionsreife. 1824 wurde auf dem Rasselstein von C. W. Remys Sohn Deutschlands erstes **Pud-**

## 16.12.1872

Ingenieur-Hauptmann **Julius Schneider** (1840-1910) veröffentlicht eine Schrift zu Transportwagen mit gezahnten Rädern auf einer endlosen gezahnten Fahrbasis – kurz: eine **Raupenkette**. Da die militärischen Kreise darin zunächst keine sinnvolle Anwendung für **Transport auf schlechten Wegen** zu erkennen glaubten, versuchte Schneider später sein System beim Bau des Niederwald-Denkmal *Germania* über dem Rhein bei Bingen einzusetzen. Doch dort schei-

terte seine Erfindung an finanziellen Problemen. Erst später wurde sein Verfahren von anderen – und dann mit bestem Erfolg – weltweit eingesetzt.

halters kann eine Graphitmine vor- und zurückgeschraubt werden. Als Erfinder und Fabrikanten werden **J. Hawkins** und **S. Mordant** ausgewiesen.



„Verrollung“ eines Bahnhof-Gebäudes, Aschaffenburg 1897.

**17.12.1897**

Ein dreigeschossiges Steinhaus wird im Bahnhofsbereich von **Aschaffenburg** auf 600 Kugeln und 300 Walzen rund 100 Meter weit verschoben. Für Deutschland war es – nach entsprechenden Vorläufern in den USA – der erste spektakuläre **Haustransport** in dieser beachtlichen Größe.

**17.12.1947**

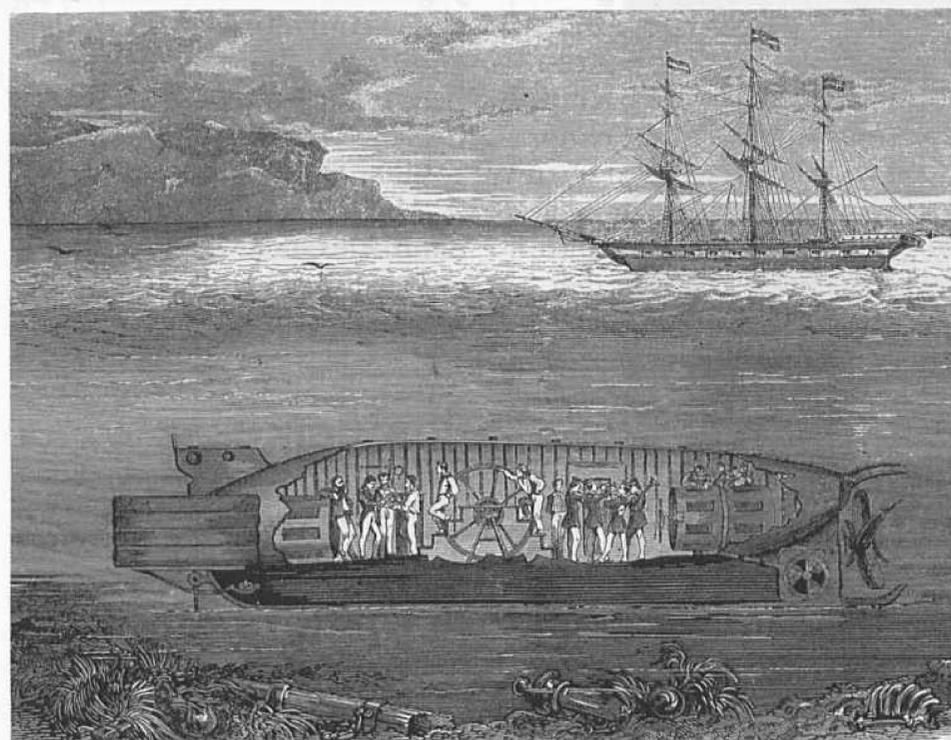
In den Forschungslaboratorien der Firma Bell in den USA gelingt es den Physikern **John Bardeen** (1908-1991), **Walter H. Brattain** (1902-1987) und **William B. Shockley** (1910-1989), die grundlegenden Erkenntnisse über die **Verstärkerwirkung an Halbleitern** experimentell nachzuweisen. Shockley gelingt es, die Steuerung des Stromflusses durch Halbleiter zu beeinflussen. Damit beginnt die Endphase jahrelanger Forschungen, die dann im Jahr 1948 zur Patentierung und somit zur **Einführung des ersten Transistors** führen.

**20.12.1822**

Unter Nr. 4742 wird in Großbritannien der erste **mechanische Bleistift** patentiert. Durch Drehen am Knopf des Stift-

**22.12.1897**

Im württembergischen Cannstatt wird **Paul Schlack** geboren. Schon als Chemiestudent in Stuttgart interessierte er sich für Faserstoffe, die er ab 1926 in einer Acetatfabrik in Berlin-Lichtenberg künstlich zu erzeugen versuchte. 1929 erarbeitete er die ersten Schritte zur **synthetischen Textilfaser durch Polymerisation**, Bemühungen, die im Zeichen der Weltwirtschaftskrise aus finanziellen Gründen stagnierten. Ab 1937, nachdem **W. H. Carothers** (1896-1937) bei **DuPont** in den USA die Nylonfa-



Wilhelm Bauers Tauchboot in Rußland, 1856.

ser herausgebracht hatte, nahm auch Schlack seine entsprechenden Forschungen wieder auf und konnte auf einem anderem Weg, nämlich durch **Polykondensation**, im Januar 1938 bereits seine **Perlonfaser** präsentieren. Zuerst wurde die Neuerung bevorzugt militärisch genutzt (zum Beispiel als Fallschirmseide). Erst nach dem Zweiten Weltkrieg wurde sie, vor allem nach 1950 im Werk Bobingen der **Farbwerke Hoechst**, für den zivilen Sektor, insbesondere für Damenstrümpfe, erfolgreich genutzt.

**23.12.1722**

Im schwedischen Södermanland wird **Axel Fredrik Cronstadt** geboren. Er entdeckte 1751 das **Nickel**, das er aus Kupfernickel isolierte. Es wurde jedoch erst nach 1804 möglich, Reinstnickel herzustellen, das dann zügig in der Metallurgie Verwendung fand.

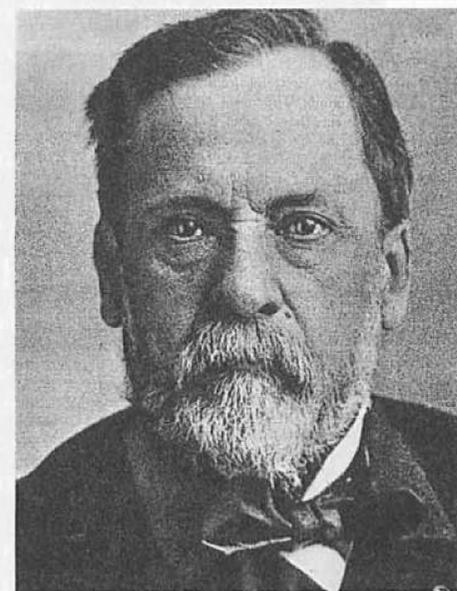
**23.12.1822**

In Dillingen an der Donau wird **Wilhelm Bauer** geboren. Als junger Soldat beschäftigte er sich mit der Konstruktion eines **Unterseebootes**, das er 1852 in Kiel baute und ohne großen Erfolg testete. Doch 1856 hatte er im russischen Auftrag mit einem größeren Tauchboot bei St. Petersburg mehr als 100 Unterwasserfahrten mit recht beachtlichem Erfolg durchgeführt. Der „Sub-

marine-Ingenieur“ **W. Bauer** hatte seine Erfindung nicht nur zu militärischen Zwecken, sondern auch zur Kontrolle und Reparatur unterseeischer Kabel einführen wollen.

**24.12.1872**

In Glasgow, Schottland, stirbt im 53. Lebensjahr **William John M. Rankine**. Bereits als Sechzehnjähriger hatte er durch eine wissenschaftliche Arbeit über **Lichtwellen** die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt. Nach einem Ingenieurstudium war er zunächst in der Praxis im **Bahn- und Wasserbau** tätig, 1852 übernahm er eine Professur für Ingenieurwesen und Bergbau in Glasgow. Sein grundlegendes Werk über die **Dampfmaschine** wurde ein literarischer Erfolg.



Der Bakteriologe Louis Pasteur (1822-1895)

**27.12.1822**

In Dôle, Département Jura, wird **Louis Pasteur** geboren. Als Chemiker hatte er sich der ganzen Palette der Nahrungsmittel, einschließlich ihrer Gärungsprozesse und Konservierung zugewandt. Seine Erkenntnisse über Desinfektion und Hygiene haben ihn zum **Begründer der Antisepsis** werden lassen. 1888 errichtete er unter seinem Namen ein entsprechendes Institut in Paris, das seine Bestrebungen seither wissenschaftlich und praktisch fortführt. So wurde zum Beispiel die **Pasteurisierung** von Milch zuerst 1892 in New York in großem Stile erfolgreich eingeführt. □

Abbildungen: Sammlung von Weither

OKTOBER BIS DEZEMBER 1997

## ES IST MUSIK IM DEUTSCHEN MUSEUM

Musik in einem technischen Museum war zu Beginn des Jahrhunderts keineswegs selbstverständlich. Die Sammlung des Wiener Musikvereins war legitimiert durch die kostbaren Erinnerungsstücke aus dem Nachlaß von Beethoven und Schubert, der Leipziger Paul de Wit erntete gelegentlich feinen Spott, daß er in Dachböden herumsteige, um nach „altem Krempel“ zu suchen, und dem Kölner Industriellen Wilhelm Heyer, dem das Deutsche Museum einige Stiftungen zu verdanken hat, schwebte ein „Museum der Musik“ vor, deren Kernstücke zunächst nicht die Instrumente waren, sondern Autographen, Gemälde und Erinnerungsstücke großer Komponisten und Interpreten. Nimmt es da Wunder, daß Oskar von Miller seine Instrumentensammlung „Technische Akustik“ nannte?

Natürlich spielten auch pädagogische Gründe eine Rolle, der Aufbau der Sammlungen an den Konservatorien in Paris oder Berlin, am Musikwissenschaftlichen Institut in Leipzig und am Gewerbemuseum in Markneukirchen wurde damit begründet. Tatsächlich haben eher die Geigenbaulehrlinge in Markneukirchen als die Studenten in Berlin oder Leipzig etwas von den alten Instrumenten gelernt, die Begründung war wohl eher ein frommer Wunsch einiger Enthusiasten – und eine Möglichkeit, Geld vom Staat zu bekommen, denn bis heute nehmen nur wenige Studenten die Gelegenheit wahr, sich intensiv mit alten Instrumenten zu beschäftigen.

Im Deutschen Museum tun sie das! Sie tun das – soweit ich das übersehe – mehr als in jedem anderen Musikinstrumentenmuseum der Welt, denn nirgendwo sind so viele Instrumente in spielbarem Zustand und werden so viel gespielt wie hier. Daß das auch Probleme mit sich bringt, soll hier nicht diskutiert werden, ich sehe es jetzt einmal aus-



Die wertvolle Thalkirchner Orgel von 1630 im Deutschen Museum.

schließlich positiv: Es ist Musik im Deutschen Museum!

Damit soll nicht gesagt werden, daß nur Studenten hier spielen. Sie sind die Meister von morgen, die hier lernen, wie man Musik im 16. bis 19. Jahrhundert gespielt hat, und es ist gut, daß wir Sorge tragen, sie dabei zu unterstützen, aber ihre Meister, die Professoren Bilgram, Feller, Krapp, Lehrndorfer, Maureen, Schnorr oder Winklhofer spielen ebenso hier. Sie spielen vor allem die Konzerte, die im Oktober wieder beginnen werden.

Eröffnet wird das Winterhalbjahr am 18. Oktober mit einem Orgelkonzert von Lucy Hallman Russell, die als ausübende Künstlerin wie als Dozentin für Cembalo und Orgel hier schon heimisch ist. Tags darauf spielt die Pianistin Shao-Yin Huang, seit ihrem Spiel zur Eröffnung der Klebstoff-Ausstellung ein immer wieder gerngesehener Gast. Sie hat damals auf dem großen

Konzertflügel von Blüthner gespielt, sie spielt ihn wieder, aber jetzt ist er frisch restauriert. Nach reichlich 70 Jahren hat er unendliche Stunden jedem Fortissimo standgehalten und ist irgendwann einmal auf Steinway „getrimmt“ worden. Jetzt wird er wieder den weichen, romantischen und vielgerühmten Blüthner-Klang haben, der so ganz anders ist als der eher objektive, kristallklare eines Steinway.

Am Mittwoch drauf ist dann Alexander Schmid an der neuen Ahrend-Orgel zu hören, einer von den jungen Leuten, von denen ich oben sprach, ein Schüler von Professor Maureen. Er selbst spielt erst im März des kommenden Jahres, gefolgt von Klemens Schnorr. Dazwischen wird Roland Muhrs Weihnachtliche Orgelmusik sicher ein Höhepunkt, nicht weniger auch das Konzert von Friedemann Winklhofer, der wieder alle elf Orgeln und Positive der

Sammlung spielen wird, dazu zum ersten Male seit Jahrzehnten das soeben restaurierte Regal aus dem späten 17. Jahrhundert.

Franz Schubert ist 1797 in Liechtenthal bei Wien geboren; es ist nur verständlich, daß wir seines 200. Geburtstags ebenfalls gedenken wollen. Franz Raml, der ohne Perücke oder Schminke die Rolle Schuberts in einem Film übernehmen könnte, wird auf dem gerade erst erworbenen Hammerflügel von Dulcken, München um 1820, den Bariton Florian Mehlretter begleiten, wenn dieser die „Winterreise“ singt.

Als ein gewichtiges Werk der gesamten Musikgeschichte erklingt dann im Januar der 1. Teil des „Wohltemperierten Claviers“ von Johann Sebastian Bach, gespielt abwechselnd auf Clavichord, Cembalo, Hammerklavier und Orgel – wo wäre das schon möglich mit hauseigenen und originalen Instrumenten, wenn nicht bei uns!

Weiter gibt es reizvolle Besetzungen wie Querflöte und Clavichord, Orgel und Violoncello, Violine und Gitarre. Den Abschluß im April 1998 bildet dann ein Konzert ohne Solisten, aber mit Meisterpianisten wie Eugen d'Albert, Edvard Grieg, Felix Mottl und anderen. Ihr Spiel ist auf Musikrollen eingespeichert, die nun auf dem jüngst restaurierten pneumatischen Reproduktionsflügel von Welte und Steinway ablaufen. Das ist authentischer als jede Schallplatte oder die neueste CD, denn der Klang kommt nicht aus einem Lautsprecher, sondern aus einem echten Flügel.

Zumindest jetzt muß uns gewahr werden, daß nicht nur Musik im Deutschen Museum, daß nicht nur weithin bekannte Interpreten spielen, sondern daß dafür auch viel getan wird, sie vom Instrument her in höchster Qualität erklingen zu lassen. Der Neubau der Ahrend-Orgel und der Ankauf des Hammerflügels von Dulcken sowie die Restaurierung des Konzertflü-

gels von Blüthner, des Regals (in hauseigener Werkstatt) und des Welte-Steinway-Flügels sind nur Beispiele aus diesem Konzerthalbjahr, sonst wären weitere Instrumente zu nennen.

Mögen uns Sponsoren wohlgesonnen sein, das wertvollste Objekt der Sammlung, die Thalkirchner Orgel aus dem Jahre 1630, wieder in den Stand zu bringen, den ihr der Münchner Orgelmacher Hans Lechner vor fast 370 Jahren gab. Sie spielt zwar noch, klingt auch noch recht festlich und klar, aber wie edel sie klingen könnte, kann man nur erahnen.

Gewiß wird sie eines Tages restauriert, zu gewichtig ist ihr Wert, zu groß auch die denkmalpflegerische Verantwortung für diese älteste erhaltene Kirchenorgel Bayerns; aber die Ungeduld ist groß, ein authentisches Werk für frühe süddeutsche Orgelmusik zu besitzen und neben der für norddeutsche Musik und Bach prädestinierten Orgel von Ahrend sowie der Steinmeyer-Orgel für romantische Musik zu hören. Dann könnten wir vielleicht auch den ARD-Rundfunkwettbewerb einmal ins Haus bekommen, einige der Verantwortlichen träumen schon davon, denn die Thalkirchner und die Ahrend-Orgel wären wahrlich echte Prüfsteine für jeden jungen Organisten.

So freuen wir uns auf jeden Besucher unserer Konzerte, rechtzeitiges Kommen sichert einen Platz (es gibt nur 110). Wer aber einige der Instrumente zu Hause genießen will, dem seien die folgenden CDs empfohlen:

- Bernhard Gillitzer (Hammerflügel von Ziegler, Regensburg um 1810) und Wolf Matthias Friedrich, Bariton: Franz Schubert, Lieder nach Gedichten von L. Th. Kosegarten, Bestell-Nr. cr 7985-1;

- Mario Martinoli: Sechs Sonaten von Johann Schobert. (Tangentenflügel von Schmahl, Regensburg 1800, erscheint demnächst). CD-Aufnahmen mit der Orgel von Jürgen Ah-

rend, Leer 1995, Karl Maureen: Johann Sebastian Bach, Orgelwerke, Bestell-Nr. 960 514 CD;

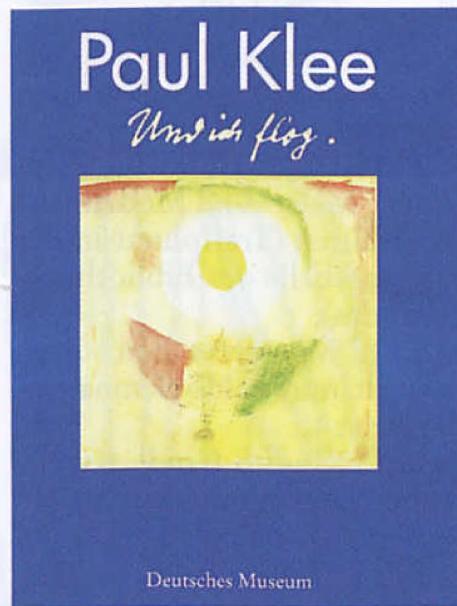
- Lorenzo Ghielmi: Johann Sebastian Bach, Orgelwerke, Bestell-Nr. AM 1176-2;

- Verena Förster: Orgelwerke, Bestell-Nr. NM 10 303.

Alle CDs sind im Fachhandel erhältlich, nur die von Karl Maureen auch im Museum.

Hubert Henkel

#### PAUL KLEE: UND ICH FLOG



Der Katalog *Paul Klee: Und ich flog*, der zur Kleeausstellung in der Flugwerft Schleißheim von Margareta Benz-Zauner, Sabine Cichowski und Werner Heinzerling herausgegeben wurde und viele Abbildungen enthält, ist broschiert für 36,- DM im Museumsladen erhältlich. Im Buchhandel gibt es eine Hardcover-Ausgabe für 68,- DM.

#### FRAUEN FÜHREN FRAUEN

Am 15. Oktober 1997 geht das Programm „Frauen führen Frauen“ in die neunte Runde. Bis zum 22. April 1998 laden Technikerinnen und Wissenschaftlerinnen des Deutschen Museums wieder alle Frauen ein, die über Naturwissenschaften und Technik Bescheid wissen wollen.

Neben den bereits bekannten Führungen etwa durch die Ausstellungen Energietechnik, Optik, Luftfahrt, Kraftmaschinen oder Astronomie sowie durch die Archive und Sondersammlungen, die Bibliothek

# Wissenschaft für jedermann



## Wintervorträge des Deutschen Museums

Mittwoch, 15. 10. 1997, 19 Uhr

### Feuer und Flamme

Vom Urfeuer bis zur Dioxinproblematik  
Prof. Dr. Georg Schwedt

Institut für Anorganische und Analytische Chemie  
der Technischen Universität Clausthal  
Experimentalvortrag

Mittwoch, 5. 11. 1997, 19 Uhr

### Überraschende Experimente mit Kunststoffflaschen

Prof. Dr. Hans-Joachim Wilke  
Institut für Angewandte Physik und Didaktik  
der Technischen Universität Dresden  
Experimentalvortrag

Mittwoch, 26. 11. 1997, 19 Uhr

### Mit Röntgenstrahlen und Neutronen ins Innere der Materie

Moderne Werkstoffe und ihr Aufbau  
Prof. Dr. Johann Peisl  
Sektion Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Experimentalvortrag

Mittwoch, 17. 12. 1997, 19 Uhr

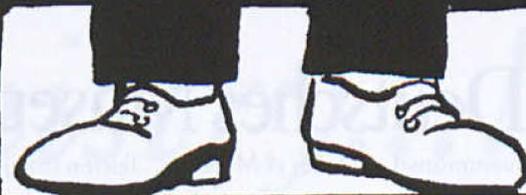
### Mathematisch-physikalische Weihnachtsbescherung

Prof. Dr. Wolfgang Bürger  
Institut für Theoretische Mechanik, Universität Karlsruhe  
Experimentalvortrag

Die Vorträge finden im Ehrensaal  
des Deutschen Museums statt.

Einlaß 18.30 Uhr

Eintritt frei



Oktober · November · Dezember 1997

**Sonderausstellungen**

- bis »Klebstoff verbindet ...«  
 30. Dez. Industrieverband Klebstoffe e. V.
24. Sept. bis »Forschungsauftrag Schmuck«  
 Ende Jan. 98 Kunststoffschmuck
3. Okt. bis »Nordische Entdecker«  
 30. Dez. Eine Ausstellung des Nordischen Ministerrates über skandinavische Forscher und Entdecker, produziert vom finnischen Science Centre Heureka

**Kolloquiumsvorträge**

16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt

3. Nov. **Früher Betonbrückenbau: Die Beiträge Maillarts und Freyssinets zur Moderne**  
 Prof. Peter Marti, ETH Zürich
17. Nov. **Physik und Astronomie an der Krakauer Universität im 15. Jahrhundert**  
 Dr. Lucyna Novak, Krakau
1. Dez. **Brückenbau der Industriellen Revolution und seine Rückwirkung auf die Wissenschaft**  
 Prof. Dr. Andreas Kahlow, Potsdam
15. Dez. **The Legacy of Galileo beyond the borders of Italy during the 17<sup>th</sup> century**  
 Prof. Isabelle Pantin, Paris

**Orgelkonzerte und Sonntagsmatineen**

Musikinstrumentensammlung, 1. OG

18. Okt. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr *Solistin:* Lucy Hallman Russell
19. Okt. **Matinee: Erstes Konzert auf dem restaurierten Konzertflügel von Blüthner**  
 11 Uhr *Solistin:* Shao-Yin Huang
22. Okt. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr *Solist:* Alexander Schmid
8. Nov. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr *Solist:* Michael Eberth
9. Nov. **Matinee: Franz Schubert »Winterreise« oder »Die schöne Müllerin«**  
 11 Uhr Florian Mehlretter, Bariton  
 Franz Raml, Hammerklavier
12. Nov. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr *Solisten:* Studenten der Meisterklasse Prof. Edgar Krapp
6. Dez. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr Weihnachtliche Orgelmusik. *Solist:* Roland Muhr
7. Dez. **Matinee: Musik der Empfindsamkeit**  
 11 Uhr Sarah Giger, Traversflöte  
 Bernhard Gillitzer, Clavichord
9. Dez. **Orgelkonzert**  
 14.30 Uhr *Solistin:* Verena Förster

**Frauen führen Frauen**

(siehe separater Artikel mit Programm)

**Wissenschaft für jedermann / Wintervorträge**

(siehe separates Programm)

**Märchen im Deutschen Museum**

(siehe separater Artikel)

**Deutsches Museum**

Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (089) 2179-1

und die Modellbauwerkstätten des Deutschen Museums, werden in der kommenden Runde sieben neue Führungen angeboten: ein Blick hinter die Kulissen des Deutschen Museums steht auf dem Programm sowie Führungen zu den Themen Kunststoffanwendung und -recycling, Sonnenenergienutzung, Glastechnik, Schifffahrt und Verkehr. In der Musikinstrumentensammlung werden erstmals die Orgeln des Deutschen Museums vorgestellt.

Die Führungen finden am Mittwochvormittag statt. Die nächsten Termine:

- 15.10.: Bettina Gundler, Die Flugwerft Schleißheim;
- 22.10.: Traudel Weber, Aus der Geschichte der Kraftmaschinen;
- 29.10.: Vera Ludwig, Bildhauer-, Maler- und Modellbauwerkstätten (Treffpunkt in der Eingangshalle des Bibliotheksgebäudes);
- 5.11.: Margareta Benz-Zauner, Altamira – Höhlenmalerei der Eiszeit;
- 12.11.: Judith Gindl, Kunststoffe – Anwendung und Recycling;
- 26.11.: Sabine Gerber, Energie aus Wind, Wasser, Erdwärme und Biomasse;
- 3.12.: Antje Harder, Wie Energie gespeichert wird;
- 10.12.: Elisabeth Lill, Die Entwicklung digitaler Rechenanlagen;
- 17.12.: Elisabeth Knott, Mikroelektronik.

Anmeldungen, auch für Sonderführungen: Tel. (089) 2179-252. *Andrea Lucas*

**SCHWERPUNKT „HISTORISCHE VERKEHRSFORSCHUNG“**

An dieser Stelle ist in den letzten Jahren bereits mehrfach über die Forschungsaktivitäten zur Verkehrsgeschichte berichtet worden, und das dem künftigen Zweigmuseum auf der Theresienhöhe gewidmete Heft 3/1996 von *Kultur & Technik* hat die laufenden Forschungsarbeiten ausführlich vorgestellt.

Der Zufall will es, daß zwei längerfristige Forschungsprojekte dieser Tage fast zeitgleich abgeschlossen werden konnten. Mitte Mai ist der von Helmut Trischler und Hans-Li-

udger Dienel (der im letzten Jahr als Wissenschaftlicher Geschäftsführer an das Zentrum Technik und Gesellschaft der TU Berlin wechselte) herausgegebene Band *Geschichte der Zukunft des Verkehrs. Verkehrskonzepte von der Frühen Neuzeit bis zum 21. Jahrhundert* erschienen. Der Band bildet den Auftakt zu einer neuen, im Campus-Verlag in Frankfurt erscheinenden Schriftenreihe „Deutsches Museum: Beiträge zur Historischen Verkehrsforschung“.

Band 1 dieser Schriftenreihe versammelt 17 Artikel aus der Feder renommierter Verkehrshistoriker und Verkehrswissenschaftler, die sich mit historischen und gegenwärtigen Verkehrskonzepten befassen. Obwohl eine größere Zahl von Autoren beteiligt war, ist es gelungen, eine kohärente Studie zustande zu bringen. Der Band hat 350 Seiten und ist mit 48,- DM preiswert.

Vor kurzem ist im Steiner Verlag Stuttgart ein von Barbara Schmucki und Hans-Liudger Dienel herausgegebener Band zur Geschichte des öffentlichen Nahverkehrs erschienen: *Mobilität für alle. Geschichte des Öffentlichen Personennahverkehrs in der Stadt zwischen technischem Fortschritt und sozialer Pflicht*.

Dieser aus einer Tagung am Deutschen Museum vom Dezember 1994 hervorgegangene Band vereinigt elf Beiträge. Es ist der erstmalige Versuch, die verstreuten Arbeiten zur Geschichte des Stadtverkehrs und der Stadtentwicklung zusammenzuführen und miteinander zu vernetzen. Die in der Reihe *Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* als Beiheft 129 erscheinende Publikation ist zum Preis von etwa 96,- DM zu haben.

Das Deutsche Museum hat sich mit diesen beiden Büchern einmal mehr als produktives Zentrum der historischen Verkehrsforschung gezeigt. Wissenschaftlich ist es für das künftige Zweigmuseum gut gerüstet.

Interessenten für das eine oder andere Buch wenden sich bitte direkt an den Verlag oder an das Sekretariat des Forschungsinstituts, Telefon (089) 2179-280. *Helmuth Trischler*



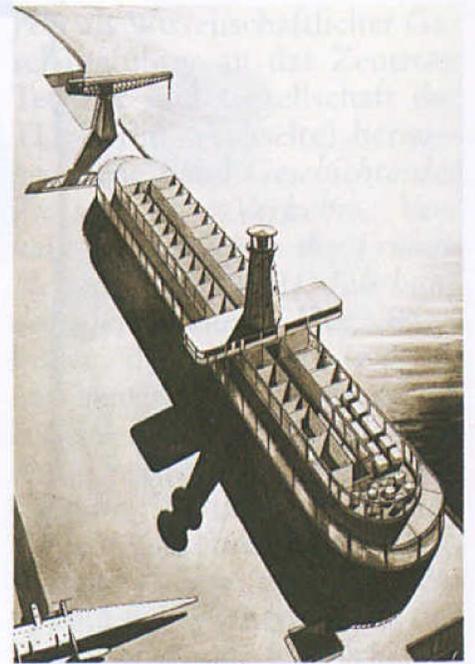
Oktober, November, Dezember 1997

Die Frage, ob wir im Weltraum alleine sind, oder ob es in anderen Galaxien menschenähnliche Intelligenzen gibt, hat nicht nur die Science-fiction-Autoren beschäftigt, sondern immer wieder auch Wissenschaftler. Ein Bericht in *Kultur & Technik* über die Versuche, außerirdisches Leben nachzuweisen. □ Utopien wurden häufig auf Inseln angesiedelt – insbesondere auch technische Utopien. Nun fragt *Kultur & Technik* danach, wie diese technischen Inseln in den Vorstellungen ihrer Erfinder beschaffen sind. □ Neben Inline-Skating boomt das Fahrrad-Riding. Im Deutschen Museum gibt es eine historische Fahrradwerkstatt, in der zu besichtigen ist, wie sich früher ein Fahrradmeister seine Werkstatt einrichtete.



ET, der Film-Alien, ist heute jedermann ein Begriff. Aber gibt es extraterrestrische Lebewesen? ET kam in Spielbergs Film zu uns. Können wir ihn ebenfalls in seiner Welt besuchen?

ET, der Film-Alien, ist heute jedermann ein Begriff. Aber gibt es extraterrestrische Lebewesen? ET kam in Spielbergs Film zu uns. Können wir ihn ebenfalls in seiner Welt besuchen?



Was ist, wenn der Fall eintritt: FP1 antwortet nicht? Träume und Utopien lassen immer die Frage offen, wie sich menschlicher Verstand Weltinseln schaffen und einrichten kann.

Blick in die Werkstatt von Franz Xaver Scherer, wie sie nach seinem Tod im Jahr 1995 vom Deutschen Museum übernommen und (fast) Vorbildgetreu vom Autor wieder aufgebaut wurde.

## IMPRESSUM

**Kultur & Technik**   
Zeitschrift des Deutschen Museums

21. Jahrgang

**Herausgeber:** Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-80538 München, Postfach: D-80306 München. Telefon (089) 21 79-1.

**Redaktion:** Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum) Dr. Ernst-Peter Wieckenberg (Verlag C. H. Beck). Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstraße 9, D-80801 München, Postfach 400340, D-80703 München. Telefon: (089) 38189-331 oder -414. Telefax: (089) 38189-624.

**Verlag:** C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-80801 München / Postfach 400340, D-80703 München, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d,

Telefax: (089) 38189-398, Postgirokonto: München 6229-802.

**Redaktionsbeirat:** Dr. Ernst H. Berninger, Dr. Alto Brachner, Dipl.-Ing. Jobst Broelmann, Rolf Gutmann, Prof. Dr. Otto P. Krätz, Prof. Dr. Jürgen Teichmann, PD Dr. Helmuth Trischler.

**Gestaltung:** Prof. Uwe Göbel, D-80803 München. **Layout:** Jorge Schmidt, D-80803 München.

**Herstellung:** Ingo Bott, Verlag C.H. Beck.

**Papier:** BVS\* glänzend chlorfrei Bilderdruck der Papierfabrik Scheufelen, D-73250 Lenningen.

**Anzeigen:** Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C. H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße 9, D-80801 München. Postanschrift: Postfach 400340, D 80703 München; Telefon: (089) 38189-602, Telefax: (089) 38189-599. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 13. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

**Satz:** Belprint, Occamstraße 3, D-80802 Mün-

chen. Tel. (089) 333750, Telefax: (089) 349564, ISDN Mac (089) 34029704.

**Repro:** Scanlith, Lörenskogstraße 3 (am neuen Rathaus), D-85748 Garching.

**Druck:** Appl, Senefelderstraße 3-11, D-86650 Wemding.

**Bindung und Versand:** C. H. Beck'sche Buchdruckerei, Bergerstr. 3, D-86720 Nördlingen.

**Bezugspreis 1997:** Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 68,-, Schüler und Studenten DM 40,-). Erwerb der Mitgliedschaft: Museumsinsel 1, D-80538 München.

Für Mitglieder der Georg Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag ent-

halten. Informationen bei der GAG-Geschäftsstelle: Am Bergbaumuseum 28, D-44791 Bochum, Telefon (0234) 5877140.

**Bestellungen von Kultur & Technik** über jede Buchhandlung und beim Verlag. **Abbestellungen** mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

**Abo-Service:** Telefon (089) 38189-335.

**Adressenänderungen:** Der Verlag bittet, neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte Adresse anzugeben.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

ISSN 0344-5690

