

Kultur & Technik

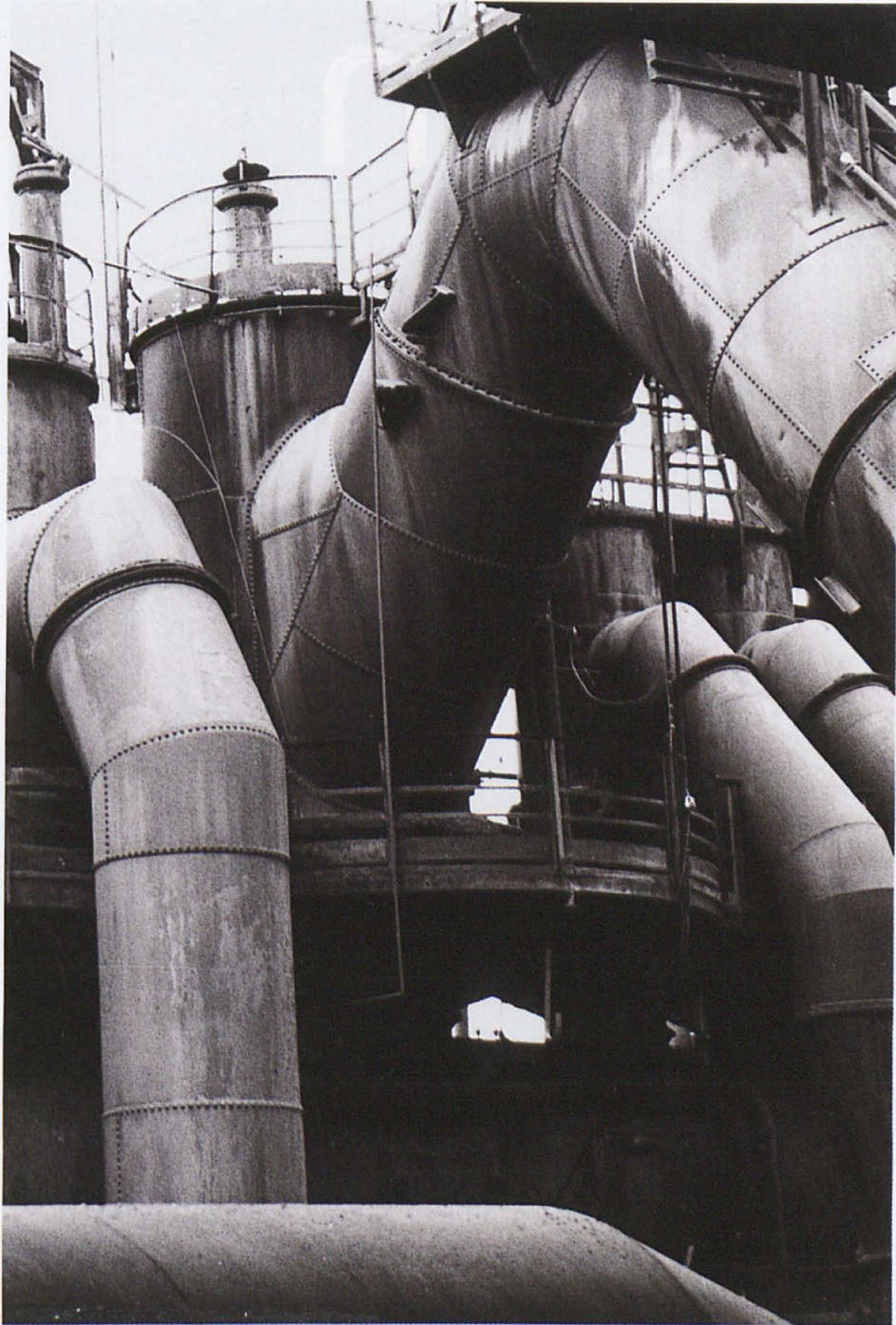
Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

4/1996

WELTKULTURERBE

Industriedenkmal Völklinger Hütte



WERKSTOFFE

Buddha und die Forschung im Weltall

„DÜTEN“

Der Beginn der Verpackungs-Industrie in Deutschland

SUEZKANAL

Mit dem Schiff durch die Wüste

INTERNET

Wie nutzen Museen die neuen Medien?



fahren

galoppieren springen

Deutsches Museum

walzen rollen bremsen

sausen brausen

schieben führen leiten

zuckeln

fliegen

laufen

gleiten landen schwimmen

rutschen

fließen

alles was uns bewegt ...

ein Verkehrsmuseum für München

Fördern Sie das neue
Verkehrsmuseum –
ein Museum zur
Geschichte des Reisens
und der Mobilität

traben

tauchen

schwingen

stoppen ächzen stürzen reiben

schweben abheben

beschleunigen

INHALT

ZUM TITELBILD: GICHTGASROHRE IM WELTKULTURERBE VÖLKLINGER HÜTTE. FOTO: GERHARD ULLMANN.

EDITORIAL	4	MUSEUMSPORTRÄT	44
Das Staunen und die Meisterwerke Streifzüge durch die Technikgeschichte	<i>D. B.</i>	Schätze im Innern der Erde Kulturerbe Bergbaumuseum Rammelsberg	<i>Peter Eichhorn</i>
KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU	6	INDUSTRIEGESCHICHTE	46
Nachrichten zu technischer Kultur und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	„Dütenmaschinen“ Der Beginn der Verpackungsindustrie in Deutschland	<i>Heinz Schmidt-Bachem</i>
BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE	12	INDUSTRIEMUSEEN	52
All-Wissen Tycho Brahes Sternwarte Uraniborg	<i>Gudrun Wolfschmidt</i>	Die museale Ästhetik des Zerfalls Industrielles Kulturerbe Völklinger Hütte	<i>Gerhard Ullmann</i>
SCHIFFFAHRT	14	GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR	58
Mit dem Schiff durch die Wüste Interessenlagen beim Bau und Betrieb des Suezkanals	<i>Uwe Burghardt</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfried von Weiher</i>
WISSENSCHAFTSGESCHICHTE	24	DEUTSCHES MUSEUM	62
Sommerfeld und der „Wackeltisch“ Zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik	<i>Michael Eckert</i>	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
INTERNET	31	SCHLUSSPUNKT	65
Kultur am Kabel Museen in der neuen Medienlandschaft	<i>Matthias Knopp</i>	Die verschachtelte Für-Schleife Erfahrungen mit ISDN und Telecom	<i>Dieter Beisel</i>
WERKSTOFF-FORSCHUNG	38	VORSCHAU / IMPRESSUM	66
Aus einem Guß Buddha und die Rakete ins All	<i>Johann Högerl, Thomas Mack und Hans M. Tensi</i>		



SCHIFFFAHRT. Der Bau des Suezkanals diente zunächst nicht dazu, einen neuen Seeweg nach Indien zu erschließen, sondern dem Bestreben der Kolonialmächte Frankreich und England, die Einflußsphäre im Mittelmeerraum und im Vorderen Orient auszuweiten. **SEITE 14**



FORSCHUNG. Chinesen und Japaner hatten die Kunst des Gießens schon früh beherrscht. Heute erschließt die Metallurgieforschung in Weltraumlabor neue Gußverfahren für neue Einsatzgebiete. **SEITE 38**



INTERNET. Seit Sommer letzten Jahres ist auch das Deutsche Museum im Internet vertreten. Welche Möglichkeiten bieten die neuen Medien den Museen und wie nutzen sie diese? **SEITE 31**

DAS STAUNEN UND DIE MEISTERWERKE

Streifzüge durch die Technikgeschichte

Wenn das Deutsche Museum gemäß seinem Gründungsauftrag ein Museum „von Meisterwerken der Technik“ ist: Wer ist die Jury, die darüber befindet, ob ein Werk meisterlich, medioker oder mangelhaft sei? Muß – wie es oft in der bildenden Kunst der Fall ist – hinreichend Zeit vergehen, bis der zeitgeistüberdauernde Wert eines Werkes erkannt wird? Oder gibt es – wie im Racing – sofort einen Meistertitel? Vielleicht aber auch braucht es keine Jury, weil das Staunen überwiegt?

Für Sokrates war das Staunen die Voraussetzung dafür, Fragen zu stellen – und Fragen zu stellen, war ihm gleichbedeutend mit dem Beginn der Erkenntnis. Dabei war die Richtigkeit des vermeintlich Erkannten selbst wiederum in Frage zu stellen, damit das objektiv Gegebene nicht mit bloßer Meinung verwechselt werde. Sokrates' Dialoge sind Meisterwerke solcher Infragestellungen.

Für Aristoteles dagegen hatte alles in der Welt seinen feststellbaren und daher fraglos richtigen Ort. Aristotelische Erkenntnisse in Frage zu stellen, konnte im christlichen Mittelalter tödlich sein. Giordano Bruno (1548-1600) wurde nach siebenjähriger Haft verbrannt, weil er die Unendlichkeit des Weltalls aus der Unendlichkeit Gottes schloß, der folgerichtig nichts Endliches schaffen könne, wohingegen Aristoteles die Endlichkeit der Welt behauptet hatte. Das Erforschen war zum Behaupten verkommen, das Staunen als Weg zu bislang Unbekanntem galt den Inquisitoren als

Blasphemie: So etwa weigerten sie sich, durch Galileo Galileis (1564-1642) Fernrohr zu sehen, weil ihnen eine neue Sicht der Dinge undenkbar war.

Das zu Galileis Zeit beginnende wissenschaftliche Denken im modernen Sinne hat das Staunen wieder möglich gemacht. Die Entdeckung der Elektrizität und des Elektromagnetismus, Montgolfiere und Zeppelin, Kraftstoffmotoren und elektrisches Licht – nie zuvor hatten Menschen von solch erstaunlichen Dingen gewußt. Gerade das „Lichterlebnis“ um die Jahrhundertwende hatte einen nachhaltigen Eindruck hinterlassen.

Zum Staunen kam der Nutzen. Indem zunächst experimentierende und mit der Zeit immer systematischer arbeitende Wissenschaftler die Grundlagen für neue Techniken schufen, konnte die Mühsal menschlicher Arbeit gemindert werden. Der soziale Nutzen von Technik war unverkennbar. Wenn heute die mit Technik verbundenen Umweltprobleme bewußt sind und Arbeitsplätze durch Apparate ersetzt werden, so hat das selten etwas mit der Technik selbst zu tun, sondern in aller Regel mit ihrem Gebrauch.

Eine neue Dimension des Staunens war – im 20. Jahrhundert – gegeben, als es möglich wurde, in die zuvor unsichtbaren Strukturen des Mikrokosmos hineinzublicken und die Bausteine der unbelebten und der belebten Natur zu entdecken: Atome, biologische Moleküle, Gene – gerade hier ist noch lange kein Ende der Entdeckungen abzusehen. Daß mit der Entschlüsselung der Bausteine der unbelebten Natur die Nuklearbombe möglich wurde, mit der Entdeckung der Gene die Genmanipulation: Das hat bei vielen Menschen Ängste aus-

gelöst. Aber gilt nicht auch hier: Es ist weniger die Technik, die ängstigt, als ihr möglicher Mißbrauch?

Die Zeitschrift des Deutschen Museums *Kultur & Technik* bietet in jeder Ausgabe historisches Hintergrundmaterial und Diskussionsstoff zu aktuellen Fragen an. In diesem Heft reicht die Palette von Gußverfahren im alten China bis hin zur Werkstoff-Forschung im Weltraum, vom Beginn der Verpackungsindustrie in Deutschland bis hin zur Rolle einer Einrichtung wie des Deutschen Museums im Internet. Arnold Sommerfeld, mit der Sommerfeld-Schule der Begründer der Theoretischen Physik in München, wird als Techniker vorgestellt, und das Auffinden eines alten Werkes mit Bildern vom Bau des Suezkanals gab Anlaß, die verschiedenen Interessenlagen beim Bau und Betrieb der Wasserstraße in Erinnerung zu rufen.

In dieser Ausgabe sind aber auch zwei Berichte über die beiden Betriebe in Deutschland zu finden, die von der UNESCO in die Liste des technischen Weltkulturerbes aufgenommen wurden: Das Bergbaumuseum Ramelsberg in Goslar, das 1000 Jahre Bergbau zeigt, und die Völklinger Hütte mit rund 100jähriger Stahlproduktion. Bergbau und Stahlproduktion waren Schlüsselindustrien, mit denen die Industrielle Revolution möglich wurde, in deren Gefolge der Wissenszuwachs exponentiell anstieg und immer neues Staunen hervorrief.

So steht am Ende, was am Anfang stand: das Staunen. D. B.

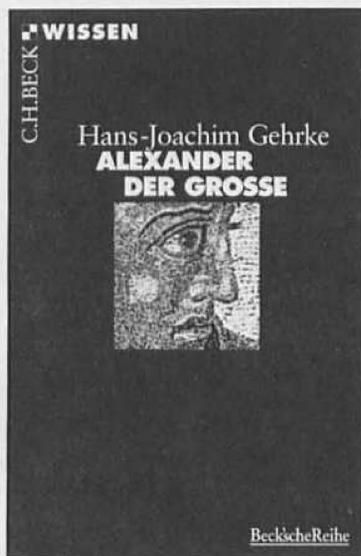
WISSEN

C.H.BECK

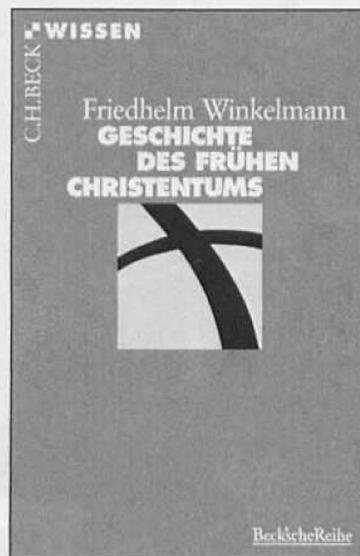
Die neuen Titel im **HERBST 1996** – eine Auswahl



140 S., 20 Abb. u. Tab.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2045)



111 S., 1 Karte.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2043)



126 S., 1 Abb., 1 Karte.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2041)



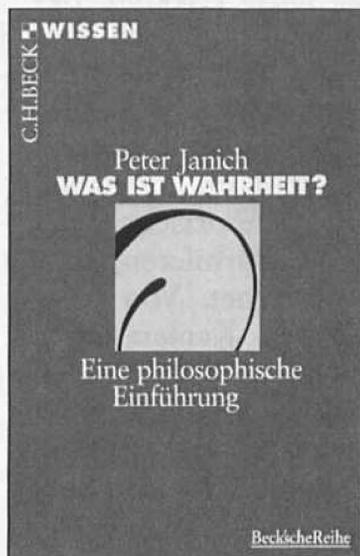
140 S., 11 Abb., 1 Tab.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2049)



126 S., 1 Abb.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2054)



143 S.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2051)



133 S.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2052)



144 S., 15 Schaubilder, 2 Tab.
DM 14,80 / sFr 14,60 /
öS 108,- (BsR 2050)

Eine »Reihe von Vergnügungen«.
Fritz Rumler, Spiegel Extra

»Die Bände sind sorgfältig gemacht, bieten Originaltexte von ausgewiesenen Fachleuten, Register und weiterführende Literatur. Der Themenstreuung nach decken sie alle Bereiche der Geistes-, Kultur- und Naturwissenschaften ab.

... So etwas hat es auf dem deutschen Buchmarkt lange nicht gegeben.«

Ulrich Raulff, FAZ

Beck'sche Reihe

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL



PUBLIKUMSMAGNET IN BERLIN: INFORMATIONEN ÜBER DIE GROSSTE BAUSTELLE EUROPAS

Den schönsten und atemberaubendsten Blick über Europas größte Baustelle hat man derzeit von der „Infobox“ am Potsdamer Platz. Wie ein überdimensionierter Container steht die Infobox auf Stahlstelzen über der riesigen Mondlandschaft. Die Box ist ein Publikumsmagnet. Der freie Eintritt und die guten Öffnungszeiten – täglich von 9.00 bis 19.00 Uhr – erleichtern den Zugang, sind aber nicht der wichtigste Grund für den Erfolg dieser befristeten Ausstellung.

Die Box bietet in ihrem Inneren die derzeit beste Information über die Zukunft der Infrastruktur Berlins. Sie zeigt die Verkehrskonzepte für die neue alte Mitte der Hauptstadt, erläutert die Baumaßnahmen und Investitionsprojekte am Potsdamer Platz mit ihren ungewöhnlichen Logistikkonzepten zur Versorgung der Baustelle, dem umstrittenen Grundwassermanagement und den Umweltauswirkungen während des Baus. Die Ausstellung wurde von der Deutschen Bahn, der Berliner Senatsverwaltung, Daim-

ler Benz, Sony, Telekom, Beweg, A+T und anderen Trägern jeweils eigenverantwortlich realisiert.

Wem die Zeit fehlt, sich regelmäßig selbst am Potsdamer Platz über den Fortschritt der Bauten zu informieren, dem hilft das Internet. Von einer automatischen Kamera wird seit September 1995 jeden Tag ein Rundumblick über den Potsdamer Platz aufgezeichnet und ins Internet eingespeist. Unter der Adresse <http://cityscope.icf.de> ist er im WorldWideWeb (www) weltweit zu sehen. Unter der gleichen Adresse gibt es auch Zeitraffer-Filme über den Bau des Platzes sowie einen Ausblick in die Zukunft.

Informationen, Führungen, Vermietungen zur Infobox: Ariane Ribbeck, Leipziger Platz 21, 10117 Berlin, Telefon: (030) 2266240, Fax: (030) 22662420.

ENDLICH URLAUB! DEUTSCHE SIND WELTMEISTER IM REISEN

Trotz Massenarbeitslosigkeit und konjunktureller Flaute: Die Reiselust der Deutschen steigt und steigt und steigt... Pünktlich zur Feriensaison präsentierte dazu das Deut-

sche Historische Museum in Bonn eine Ausstellung: Es ist eine Geschichte der Gemütslage der Nation, aber gleichzeitig eine Technikgeschichte der Reiseverkehrssysteme.

Auf den Bahntourismus nach Österreich und in die Schweiz folgte die Autozeit nach Spanien und Italien und seit den 1980er Jahren der Flugtourismus nach neuen, weiteren Zielen. Ungebrochen steigt immer noch die Zahl der durchorganisierten Pauschalreisen, während zugleich neue Trends nach mehr



Prospekt zur Ausstellung über die Geschichte der Ferienreisen.

Individualität oder „sanftem Tourismus“ streben.

Die Ausstellung ist noch bis zum 13. Oktober 1996 zu sehen: Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland, Adenauerallee 250, D-53113 Bonn. Öffnungszeiten: Dienstag bis Sonntag 9-19 Uhr.

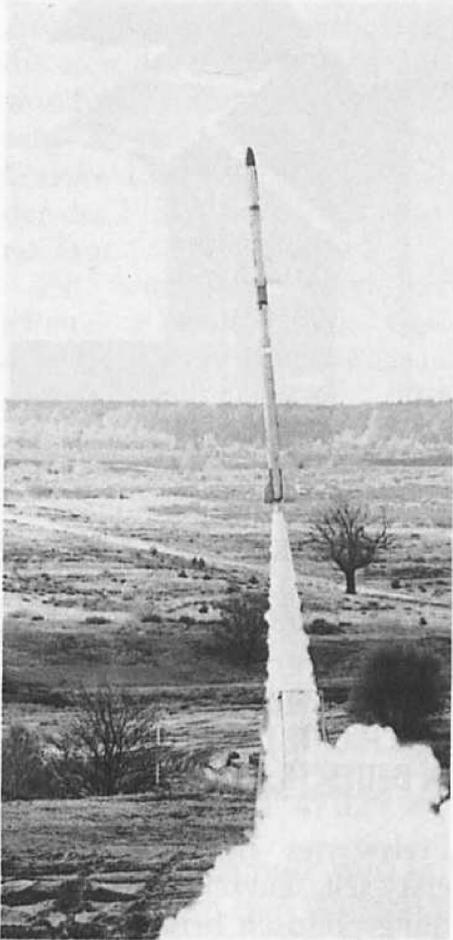
HÖHENFLÜGE UNTER DAMPF: WASSER ALS TREIBSTOFF

Im April 1996 stürzte eine wasserdampfbetriebene Rakete des Instituts für Luft- und Raumfahrt der TU Berlin nach 200 Höhenmetern ab, weil ein Scharnier zur Lösung der ersten Stufe versagte. Dieser Defekt, der an die frühen Europa-Raketen erinnert, hat das aus zwölf Studenten bestehende Team um Harry Adirim aber nicht entmutigt. Denn die Wasserraketen haben nach Meinung der Studierenden und ihres wissenschaftlichen Mentors, Professor Lo, eine große Zukunft für den Transport von Sonden und Meßgeräten bis in Höhen von einigen Kilometern. Im Prinzip sind Flughöhen von 20 Kilometern erreichbar.

Das Prinzip ist denkbar einfach: Die Rakete ist wenig mehr als ein druckfester Wassertank. Sie wird leer zum

Startplatz transportiert, dort mit Wasser befüllt, das mit Heizstäben auf über 250 Grad erhitzt wird. Beim Öffnen der Düse tritt das unter Druck stehende Wasser als Dampfstrahl aus und treibt die Rakete nach oben.

Gegenüber ihren großen Schwestern aus der Raumfahrt haben Heißwasserraketen erhebliche Vorteile. Sie emittieren nur Wasserdampf und sind im Vergleich zu hochexplosiven Brennstofftanks relativ ungefährlich. Neben den ökologischen Vorteilen ist der Bau und Betrieb zudem wesentlich billiger. Noch in diesem Jahr soll der nächste Start erfolgen.



Von Studenten an der TU Berlin gebaute Wasserdampf Rakete.

PHOTOVOLTAIK: KONTROVERSE UM GREENPEACE-AKTION

Deutsche Unternehmen sind international Marktführer in der Photovoltaik. Doch die Fertigung der Solarzellen haben sie längst in die USA verlegt, zuletzt Ende 1995 die Firma ASE (Angewandte Solarenergie) in Wedel bei Hamburg. *Greenpeace* hatte deshalb Ende 1995 eine Kampagne zum Aufbau einer neuen Modulfertigung in Deutsch-

land gestartet. Die Organisation sammelte verbindliche Kaufabsichtserklärungen für ein 2 KW-Photovoltaiksystem von 18 Quadratmetern Größe, das inklusive Installation nur 22 000 Mark kosten sollte, 40 Prozent unter dem damaligen Marktpreis. Innerhalb weniger Monate fanden sich über 4000 potentielle Käufer für eine solche Anlage.

Die deutschen Solarverbände und ihre Mitgliedsfirmen standen Kopf. Bei ihnen gingen die Bestellungen um bis zu 80 Prozent zurück. „Falsche Hoffnungen“, so die Sonnenexperten, würden die Zukunft der Photovoltaiksysteme eher gefährden. Der Preis sei nicht zu realisieren. Ende März 1996 nahm *Greenpeace* das Versprechen einer eigenen Fertigung von Zellen denn auch zurück, verwies aber auf der anderen Seite auf die Existenz einer Reihe von Modulherstellern, die zu den *Greenpeace*-Konditionen arbeiten würden. Die Kaufinteressenten wurden auf diese Hersteller aufmerksam gemacht. Inzwischen wollen auch wieder Zellenhersteller, zum Beispiel die Erfurter ER-SOL, zu den *Greenpeace*-Konditionen mitmachen.

Bisher allerdings gibt es Überkapazitäten bei den Herstellern von Solarzellen. „Nur die Dritte Welt kann auf Dauer und langfristig die Auftragsbücher der Photovoltaik-Systeme-Industrie füllen“, so Eberhard Biermann von der *Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)* in Eschborn. Gernot Oswald, Geschäftsführer der *Siemens Solar*, sieht dagegen die größten Expansionsmöglichkeiten in den schnellwachsenden asiatischen Volkswirtschaften, und zwar in den Regionen ohne gut ausgebautes Stromnetz.

Die Zukunft der Solarenergie sieht heute in Deutschland durch das Stromeinspeisungsgesetz wesentlich günstiger aus als vor einigen Jahren, weil die öffentlichen Stromversorger den umweltfreundlich erzeugten Strom zum Gestehungspreis abnehmen müssen.

Er begann als Jünger von Marx und Freund von Engels – und wurde zum zentralen Haßobjekt für alle Marxisten, von Rosa Luxemburg bis Erich Honecker. Denn er unternahm es, die Marx'sche Utopie zu revidieren und das bedeutet: sie kraft besserer Einsicht zu verändern. Der Kapitalismus wird nicht zusammenbrechen, lehrte Bernstein, der Sozialismus ist keine Wissenschaft, sondern ein moralischer Impuls; nicht durch Revolution, nur durch Reformen läßt das Leid auf Erden sich vermindern. Da heulten die Marxisten auf, in der DDR galt Bernstein bis zuletzt als „opportunistischer Reaktionär“. Aber er hat gesiegt: 1959 gab sich die SPD das Godesberger Programm in Bernsteins Geist, und 1991 zerbrach das Imperium, das sich auf die Marx'sche Utopie berief.

Vorbilder



Eduard Bernstein (1850-1932)

Visionen müssen sein, selbst Utopien sind willkommen – vorausgesetzt, daß da einer ist, der sie kritisch prüft und sie mit Augenmaß auf das Machbare zurückführt. Das ist auch unser Prinzip. Ohne Visionen läßt sich auf Erden nichts bewegen; Visionen ohne Revisionen aber führen ins Nichts. Auf den Überschwang des ersten Einfalls muß Schritt um Schritt die Arbeit folgen, die große Idee mit dem Alltag zu versöhnen. Kühn denken – kühl revidieren – dann handeln: Das ist unser Motto.

Innovative Informationssysteme

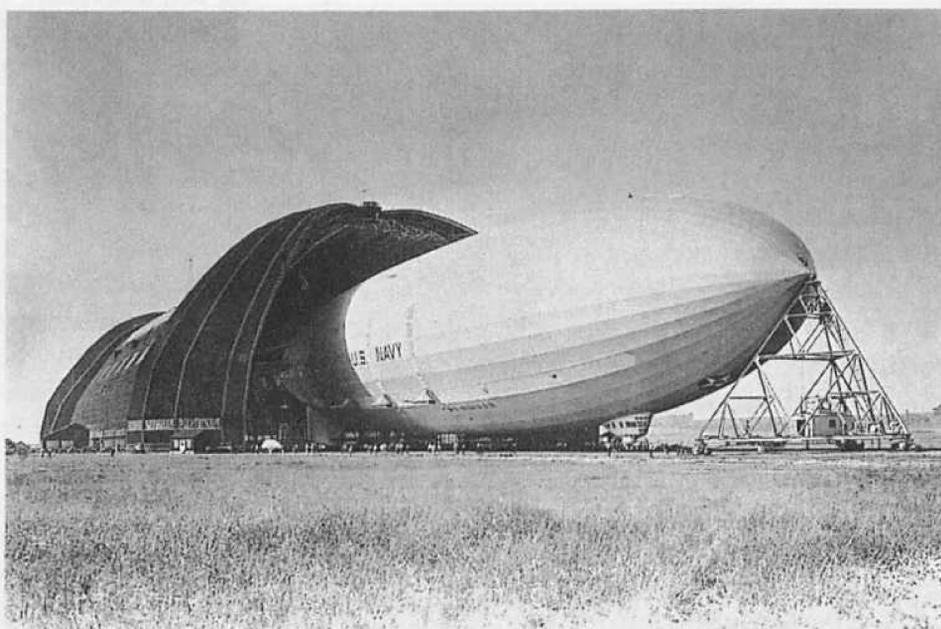
s d & m
software design & management

Hamburg
Düsseldorf
Frankfurt
München

EIN HALBES LUFTSCHIFF AUF DER ERDE: DIE ZEPPELINHALLE IN AKRON/OHIO

Sie erhebt sich mehr als 65 Meter in die Höhe und ist fast 400 Meter lang, die Luftschiffhalle, die der amerikanische Zeppelin-Lizenznehmer *Goodyear* 1929 errichten ließ, um dort die beiden weltgrößten Zeppelin-Luftschiffe, die *Akron* und die *Macon*, bauen zu lassen. Und es gibt sie noch: Die Halle steht voll funktionsfähig im Werksgelände in Akron, Ohio. Eine Besichtigung ist daher nur über die Werksleitung möglich. Wen es nach Akron treibt, um die Zeppelinhalle zu sehen, der sollte bei der Gelegenheit gleich auch die „National Inventors Hall of Fame“ besuchen, die im Sommer 1995 in der Stadt ihre Tore geöffnet hat.

Bis 1987 gehörte das Zeppelin-Werk zum *Goodyear*-Konzern, der immer wieder einmal an den Bau von Zeppelinlinen dachte, zuletzt 1986, als ein Vertrag zum Bau eines Radarüberwachungszeppelins



Die 1929 erbaute Luftschiffhalle in Akron, Ohio, USA.

für die US Navy scheiterte. 1987 verkaufte *Goodyear* das Werk an die *Loral Defense Systems*. Seither wird die Halle als Lagerhalle genutzt, ist dabei aber in gutem Zustand. Auch über 60 Jahre nach der Einweihung sind die Fahrstühle zum First und die gigantischen Tore betriebsfähig.

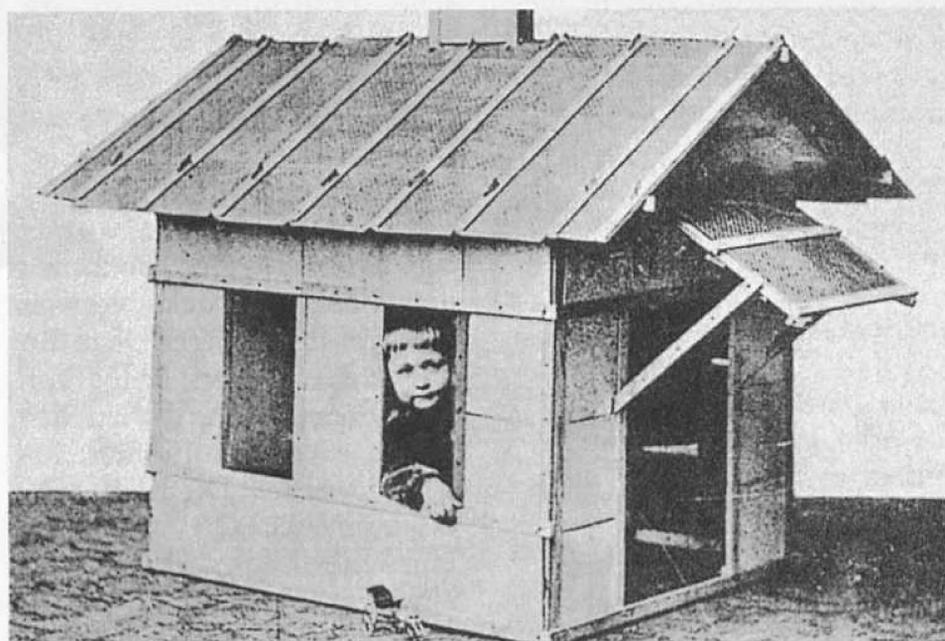
Die Halle ist konstruiert wie die obere Hälfte eines Zeppelins. Karl Arnstein, der Architekt, war auch der Chefkonstrukteur der beiden Luftschiffe *Akron* und *Macon*. Er kam 1924 vom Zeppelin-Luftschiffbau in Friedrichshafen in die USA, um die *Goodyear*-Zeppelin Werke aufzubauen. In den 30er Jahren erkannte Arnstein, daß das Zeitalter der Zeppeline zu Ende war und initiierte bei *Goodyear* den Bau von Hochgeschwindigkeitszügen und später den Raketebau. Heute werden in Akron vor allem Flugsimulatoren für Kampfflugzeuge hergestellt.

FINNISCHE HOLZINDUSTRIE AUF ERFOLGSKURS

Das neue EU-Mitglied Finnland hat eine der höchsten Arbeitslosigkeitsraten Europas. Aber nicht High-Tech im klassischen Sinne verspricht einen Ausweg. Im Gegenteil erscheint gerade die Holzindustrie, eine „alte“ Industrie, als vielversprechendster Weg ins 21. Jahrhundert. Jeder fünfte

se und Grundlage der finnischen Industrie. Von den 5000 finnischen Sägewerken sind zwar nur 130 im Export aktiv. Doch sie machen den Löwenanteil des Umsatzes und beliefern auch die 20 Zellstoff-, 30 Papier- und 23 Sperrholzfabriken Finnlands.

Der Anstieg der Papierpreise im letzten Jahr hat die Position der finnischen Holzindustrie sehr gefestigt. Die dadurch erzielten höheren Gewinne konnten in den Ausbau der Industrie und in die Forschung investiert werden.



Baukasten „Kinderhaus“ von Gustav Lilienthal, vorgestellt im Jahr 1888.

EIN HAUS FÜR ALLE? EINE GESCHICHTE DER FERTIGHÄUSER IN DEUTSCHLAND

Preiswertes Bauen ist nicht erst seit kurzem ein wohnungspolitisch brisantes Thema. Seit 150 Jahren ist die Vorfertigung von Häusern einer der wichtigsten technischen Beiträge zur Senkung der Baukosten. Kurt Jungmann hat ein wunderschönes, reich illustriertes Buch über die Bemühungen geschrieben, den Hausbau in die Fabrik zu verlagern. Er beschränkt sich leider auf die ersten 100 Jahre der Vorfertigung bis 1933.

Den Schwerpunkt bilden die schöpferischen 1920er Jahre mit Martin Wagner, Otto Haesler, Konrad Wachsmann, Walter Gropius, Hans Scharoun und Ernst May. Jung-

Finne verdient schon heute sein Brot direkt oder indirekt in der holzverarbeitenden Industrie, dem wichtigsten finnischen Exportgewerbe.

Der nachwachsende Rohstoff Holz ist en vogue, die Verwendung von Tropenhölzern in Europa dagegen out. Zwei Drittel Finnlands sind bewaldet. 4,5 Hektar Wald pro Einwohner stehen einem Durchschnittswert von 0,3 Hektar pro Einwohner in Westeuropa gegenüber. Die 20 Millionen Hektar Wald bilden den einzigen bemerkenswerten Naturreichtum Finnlands. Rund 45 Prozent der Bäume sind Kiefern, 35 Prozent Fichten und 15 Prozent Birken. Kiefern werden zu Brettern, Leisten und Balken verarbeitet, Birkenholz eignet sich für Möbel und Fußböden, Fichte dient vor allem zur Papierherstellung.

Der Wald ist ein Bestandteil der finnischen Lebenswei-



Finnlands viele Wasserwege erleichtern den Holztransport.

hanns schreibt also eine Vorgeschichte, denn ihren Siegeszug trat die Vorfertigung erst in der Nachkriegszeit an. Die Berliner Sommerschau von 1932, die bis dahin weltgrößte Ausstellung vorgefertigter Häuser, bildet den Abschluß seines Buches.

Die Vorgeschichte bestätigt es: Das Fertighaus stammt von der Baracke ab. Die wichtigsten Baumaterialien waren einerseits Holz, andererseits Glas und Eisen. Doch es gab auch die interessantesten und erstaunlichsten Sonderformen und bereits vor dem ersten Weltkrieg die „schwere Vorfertigung“ in Beton, die in den 20er Jahren stark zunahm. Ein großer Teil der innovativen Architekten und Ingenieure, die sich der Vorfertigung zuwandten, hatten sozialpolitische Motive und Ziele, von Gustav Lilienthal, dem Bruder des Flugpioniers, bis Bruno Taut.

Zu wünschen wäre ein zweiter Band über die Ge-

schichte vorgefertigter Häuser nach 1945.

Kurt Junghanns: *Das Haus für alle. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland.* Berlin 1994, DM 86,-.

FÄHRMANN, HOL ÜBER!

Eine Sonderausstellung über Flußföhren bot den Rahmen für das neunte deutsche Föhrleutetreffen im April 1996 in Bremerhaven. Auf dem Treffen regten die Föhrleute an, das *Deutsche Schiffahrtsmuseum* in den Rang einer Zentralstelle für das Föhrwesen in Deutschland zu erheben.

Technikmuseen haben und Chance, mit technischen Berufsverbänden gemeinsam die Geschichte einzelner technischer Disziplinen aufzuarbeiten und zu bewahren. In Bremerhaven hat der frühere Direktor des niedersächsischen Energieversorgers HASTRA den Kontakt zwischen Museum und den Föhrleuten geschlossen und gehalten.

ZIEGEL FÜR DIE GROSSSTADT: MARKISCHES ZIEGELEIMUSEUM

Wenn vor 80 Jahren der Ausflugsdampfer von Potsdam auf den Havelseen Richtung Werder fuhr, ragten am südlichen Ufer, in Glindow, zahlreiche markante Schornsteine in die Luft. Hier wurden seit Anfang des 19. Jahrhunderts die Ziegel für die rasch wachsende Metropole Berlin gebrannt. Schon Theodor Fontane beschrieb diese Ringöfen als Torten, in deren Mitte eine Flasche gestellt wird.

Zwei dieser Ringöfen aus dem Jahr 1868 sind heute im Märkischen Ziegeleimuseum Glindow zu sehen. Einer davon ist voll in Betrieb: Es werden Ziegel und Formsteine für die Denkmalpflege hergestellt. In der Glindower Ziegelei wurden unter anderem Ziegel zur Restaurierung des Lübecker Doms, des Potsdamer Holländischen Viertels und des Danziger Rathauses gebrannt.

Diese Fertigung ist einerseits durch viel Handarbeit möglich, andererseits durch den Einsatz des historischen Ringofens. Anfang des 19. Jahrhunderts von Friedrich Eduard Hoffmann erfunden, revolutionierte er die Ziegelherstellung. Während vorher für jeden Ziegelbrand ein Meiler errichtet beziehungsweise ein einzelner Ofen befüllt wurde, der aufwendig vorgeheizt, auf die hohe Brenntemperatur gebracht und dann wieder abgekühlt werden mußte, macht der Ringofen einen kontinuierlichen Fertigungsprozeß möglich.

Zwölf oder mehr Brennkammern sind kreisförmig um einen einzigen Schornstein angeordnet. Jeden Tag wird eine neue Brennkammer befeuert. Ihre Abwärme dient der Vorheizung und Zündung der nächsten Brennkammer. So kann im Ringofen gleichzeitig in einer Kammer gebrannt werden, zwei bis drei folgende werden vorgeheizt, die dahin-

Umweltaudit

**Normen,
Hinweise
und Erläuterungen**

Neue Chancen
für die Wirtschaft

Von Regierungsdirektor Günter Haurand
und Dr. Peter Pulte

1996. 280 Seiten. DM 59,
ISBN 3 482 47821 X

Umweltschutz wird aufgrund der Diskussion um den Wirtschaftsstandort Deutschland einerseits kritisch gesehen. Andererseits nutzen immer mehr Unternehmen die Möglichkeit, die eigenen Bemühungen um Umweltschutz der Öffentlichkeit und den Mitarbeitern mit dem Ziel einer Imageverbesserung vorzustellen. Außerdem bedeutet Umweltschutz neue Chancen für die Wirtschaft.

Im Rahmen einer proaktiven Umweltpolitik spielt die Umweltaudit-Verordnung der EG eine Rolle. Hierbei handelt es sich um Umwelt-Betriebsprüfungen, denen sich die Unternehmen auf freiwilliger Basis unterziehen können. Ende 1995 hat die Bundesrepublik Deutschland die EG-Umweltaudit-Verordnung mit nationalen Vorschriften ausgefüllt.

Ziel des Öko-Audit ist es, durch vorbeugenden integrierten Umweltschutz alle Potentiale der Ressourcen- und Energieeinsparung zu nutzen und eine Reduzierung des Abfallaufkommens bzw. der Schadstoffimmissionen zu erreichen. Ein Unternehmen, das am Umwelt-Audit teilgenommen hat, gewinnt deutliche Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitbewerbern. Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Umweltschreibungsprüfung erhält das Unternehmen ein Gütezeichen.

Diese neue Broschüre beschreibt zunächst die Vorteile und danach die Durchführung der Ökobetriebsprüfung. Im Anschluß sind die einschlägige EG-Verordnung mit ihren Anhängen sowie ergänzende nationale EG-Vorschriften abgedruckt. Enthalten sind auch Muster der deutschen Akkreditierungs- und Zulassungsgesellschaft für Umweltgutachter, die erst vor einigen Wochen ihre Arbeit in Bonn aufgenommen hat.

Diese Neuerscheinung sollte jeder Unternehmer lesen, um in Sachen Umweltschutz die Weichen zukunftsweisend zu stellen.

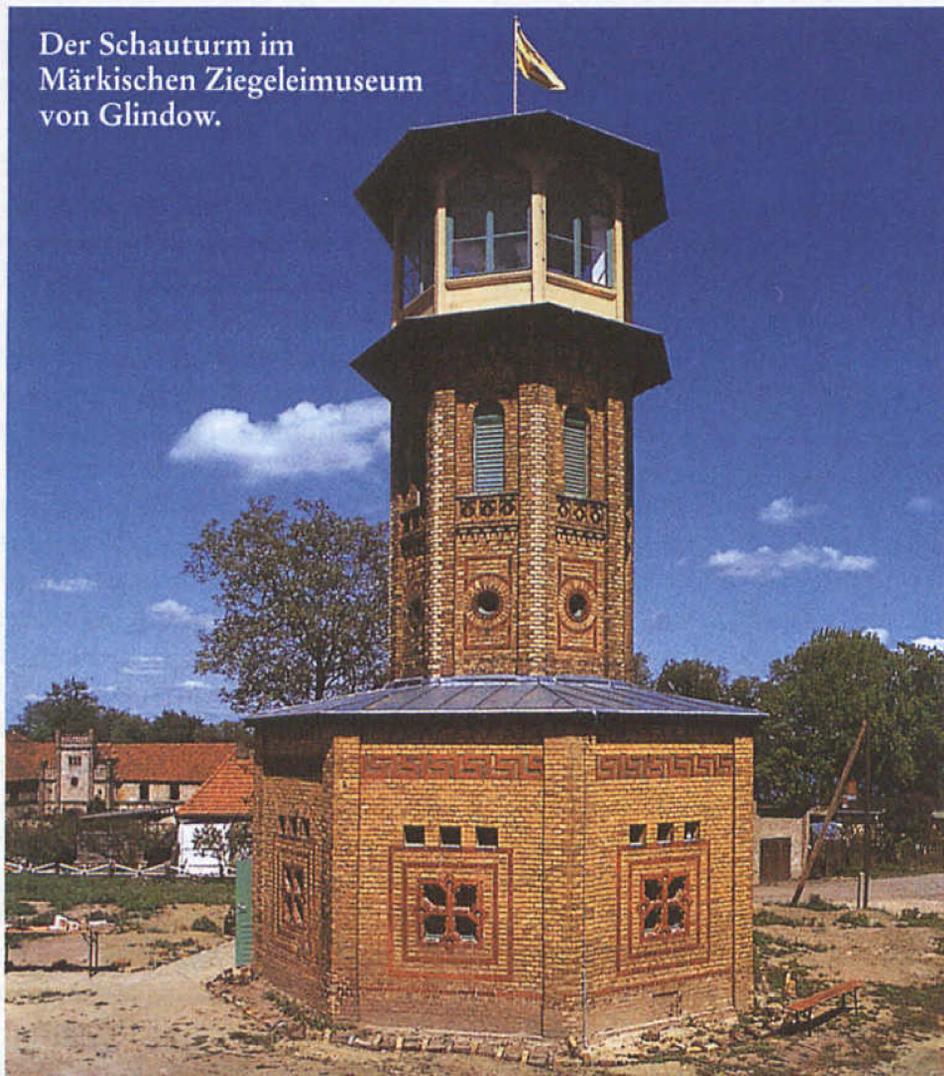


Bitte bestellen Sie bei
Ihrer Buchhandlung!

nwb

VERLAG NEUE
WIRTSCHAFTS-BRIEFE
44621 HERNE

Der Schauturm im Märkischen Ziegeleimuseum von Glindow.



ter liegenden Kammern kühlen langsam ab, während die bereits kühlen Kammern geleert, gereinigt und neu befüllt werden.

In Glindow erwartet den Besucher eine faszinierende, fachkundige Führung durch die Anlage von der Ziegelformung bis zum Brennen. Der arbeitende Ringofen kann von innen und außen besichtigt werden. In einem zu Werbezwecken um 1890 errichteten Ziegeleiturm ist darüber hinaus eine Ausstellung zur Ziegeleigeschichte zu sehen.

Märkisches Ziegeleimuseum Glindow, Alpenstraße 47, D-14542 Glindow, Tel. (03327) 2661 und 2662. Öffnungszeiten: März bis Oktober von Mittwoch bis Sonntag 10-16 Uhr und nach Vereinbarung.

AUSBILDUNG VON FUHRUNGSKRAFTEN

Spitzenführungskräfte erfolgreicher Unternehmen haben häufig mehrere Ausbildungsrichtungen miteinander kombiniert, sind also weder reine Techniker noch reine Kaufleute, sondern multidiszipli-

när vorgebildet. Das ist das Ergebnis einer Studie des *Instituts für Innovationsforschung und Technologiemanagement* an der Universität München unter der Leitung von Professor Stephan Schrader. Die Untersuchung der Lebensläufe der 1000 größten US-amerikanischen Unternehmen an der Universität München kommt zu eindeutigen Erkenntnissen und Empfehlungen.

Eine rein wirtschaftswissenschaftliche Ausbildung beschleunigt in der Regel die Karriere der Führungskraft, senkt aber statistisch den Unternehmenserfolg.

Noch schlimmer: Je länger eine nur wirtschaftswissenschaftlich ausgebildete Spitzenführungskraft im Unternehmen tätig ist, desto niedriger ist der Erfolg des Unternehmens. Dies gilt für beide in Schraders Studie unterschiedenen Unternehmenstypen, die innovativen, marktorientierten „Prospektor-Unternehmen“ und die um die Verbesserung der internen Effizienz in vertrauten Bereichen bemühten „Verteidiger-

Unternehmen“. Der Vorstand des *Instituts für Innovationsforschung und Technologiemanagement* rät deshalb, daß Spitzenführungskräfte großer Unternehmen möglichst nicht über eine einseitige Ausbildung – sei diese wirtschaftswissenschaftlicher oder technischer Natur – verfügen, sondern mehrere Disziplinen studiert haben sollten. Es sei, so Schrader, dabei gerade das Spannungsverhältnis von ökonomischen und technischen Inhalten, das besonders befruchtend wirke. Deshalb rät der Innovationsforscher von einem Studiengang ab, der die unterschiedlichen Sichtweisen kombiniert und so das Bild eines angeblich einheitlichen Faches vortäuscht.

Stephan Schrader: *Spitzenführungskräfte, Unternehmensstrategie und Unternehmenserfolg*. Tübingen 1996.

ZUKUNFT ALS EREIGNIS: ZENTRALER THEMENPARK DER EXPO 2000 IN HANNOVER

Am 1. Juni 2000, also in knapp vier Jahren, wird in Hannover zum ersten Mal eine Weltausstellung in Deutschland eröffnet. Herzstück der Expo 2000 ist der Themenpark. 100 000 Quadratmeter groß, soll er täglich 100 000 Besucher anziehen und die drängenden globalen Fragen der Expo-Themen aufnehmen: Mensch – Natur – Technik. Er soll Lösungen anbieten und das Vertrauen der Besucher in die Zukunft wecken. Damit ist der Themenpark weltweit einmalig in Größe, Besuchererwartungen und globalem thematischen Anspruch.

Seit der Direktor des Dresdener Hygienemuseums, Dr. Martin Roth, Ende des letzten Jahres zum Beauftragten für den zentralen Themenpark ernannt wurde, haben sich die anfangs diffusen Vorstellungen konkretisiert. Das neue Themenparkkonzept beginnt mit einer Teilausstellung über den Menschen, seinen Einfluß auf die Umwelt und deren Einfluß auf seine Gesundheit. Dieser Einstieg soll zeigen,

daß es nicht um abstrakte Themen geht, sondern daß jeder betroffen ist.

Kern des Themenparks sind sechs Bereiche, die sich mit der Lebenspraxis des Men-



schen beschäftigen und jeweils einen Körperteil als Leitsymbol haben: Die Zukunft der Arbeit (die Hand); der Mensch in Bewegung (der Fuß); Bildung, Information und Kommunikation (Gehirn, Auge und Ohr); Ernährung (der Mund); Bedürfnisse (die Haut) und die Energie (die Muskeln). Am Ende des Themenparks steht der andere Mensch, das Gegenüber, und die Frage des Zusammenlebens.

Die sechs Bereiche des Themenparks werden von sechs sogenannten Systemführern organisiert und inszeniert. Die Expo 2000 lädt grundsätzlich jeden Verband, jede Einzelperson, Institution und jedes Unternehmen ein, Aussteller im Themenpark zu werden. Informationen und Antragsunterlagen gibt es bei Dietmar Schaberg, Expo 2000 Hannover GmbH, 30510 Hannover, Tel (0511) 8404122.

ERRATUM

Im Beitrag „Höhenflug“ von Matthias Knopp, *Kultur & Technik* 3/ 1996, Seite 37, ist durch ein technisches Versehen eine falsche Bildunterschrift eingesetzt worden. Die gezeigte Stufe der EUROPA-Rakete ist nicht die deutsche 3. Stufe, sondern die englische 1. Stufe *Blue Streak*.

GISELA PIETSCH
(14. MAI 1917 – 5. JUNI 1996)

Am 5. Juni 1996 verstarb nach schwerer Krankheit Dr. Gisela Pietsch im Alter von 79 Jahren. Sie war dem Deutschen Museum mehr als 40 Jahre eng verbunden. Ihr und ihrem Mann, Professor Dr. Erich Pietsch (1902-1979), dem langjährigen Leiter des Gmelin-Instituts in Frankfurt, ist die Existenz der Altamira-Höhle im Museum zu verdanken. Die einzelnen Schritte der Realisierung dieser Nachbildung einer steinzeitlichen Dec11...kenmalerei sind in verschiedenen Publikationen, zuletzt in *Kultur & Technik* 3/1995, nachzulesen. Doch kommt in allen Veröffentlichungen über die Nachbildung die Leistung, die Gisela Pietsch dabei erbracht hat, kaum zur Sprache.

Erst bei der Neugestaltung der Altamira-Höhle 1995 wurde deutlich, daß sie eine der treibenden Kräfte war und den sprichwörtlich „langen

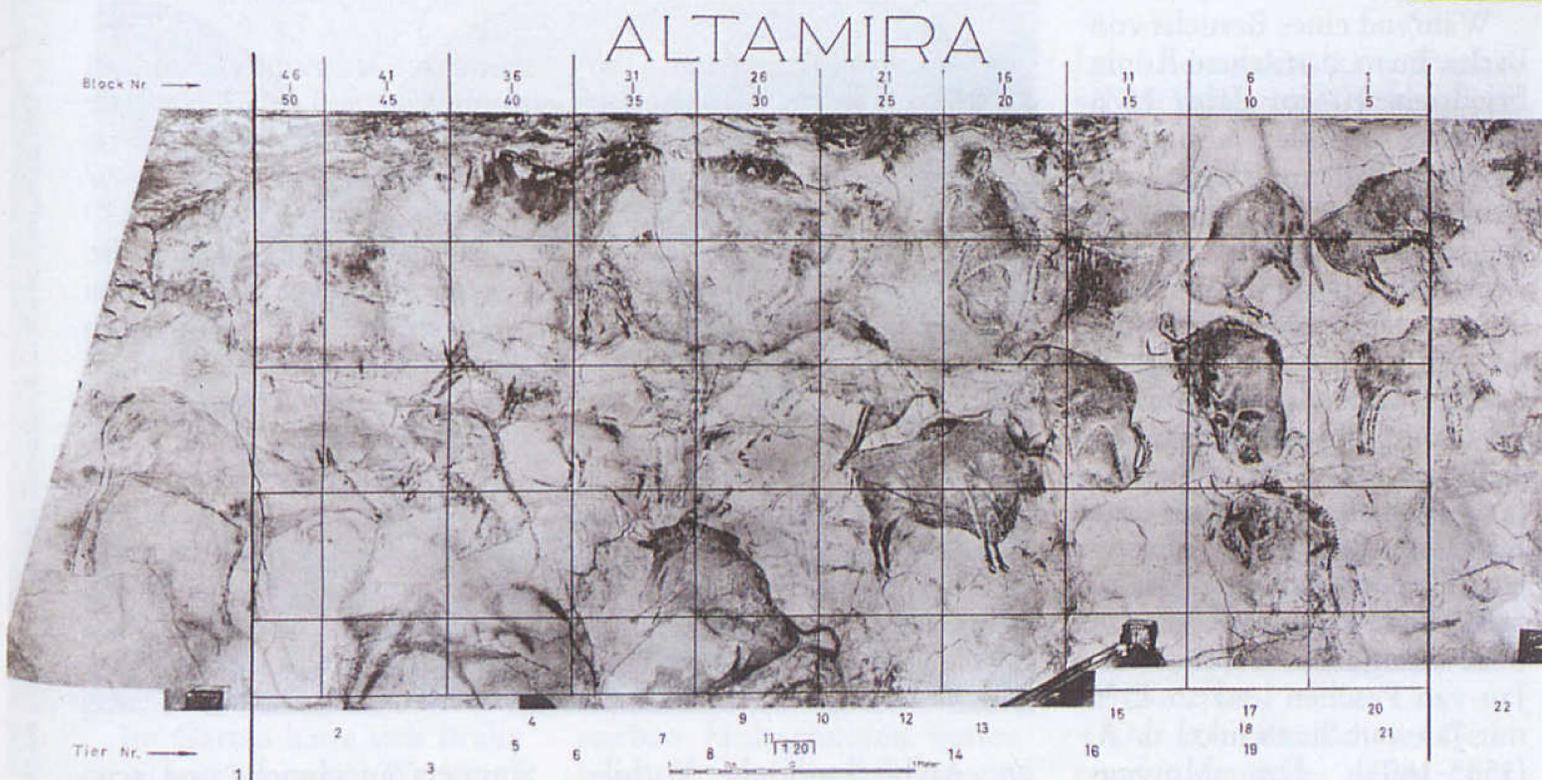
auch bis in den letzten Winkel des Kriechganges von Altamira gewagt. Sie hat in langen Stunden zu Hause das Bildmaterial geordnet, beschriftet, aufgelistet, kommentiert und damit für spätere Benutzer verfügbar gemacht. Sie hat die Literatur durchgearbeitet, ins Deutsche übersetzt und die entsprechenden Passagen mit dem neugewonnenen Material zusammengeschlossen.

Der Wert dieser Arbeit „im Hintergrund“ wurde besonders deutlich, als bei den Vorbereitungen zur Neugestaltung der Altamira-Höhle im Deutschen Museum immer wieder Fragen nach Details auftauchten, die mit den im Museum vorhandenen Unterlagen nicht zu klären waren. Aufgrund ihrer sorgfältigen Dokumentation konnte Gisela Pietsch diese Fragen auch nach mehr als 30 Jahren genauestens beantworten. Sie hatte zu Hause in aller Stille gründlichste „Museumsarbeit“ geleistet, hat dann dem Deutschen Museum die Ergeb-

1995. Diesen Teil ihres Lebens haben sie und ihr Mann dem Deutschen Museum geschenkt. Beide sind zum Dank dafür mit der Oskar-von-Miller-Medaille in Gold ausgezeichnet worden, Erich Pietsch 1965 nach der Eröffnung der Altamira-Höhle im Deutschen Museum, Gisela Pietsch am 10. Mai 1996 nach der Wiedereröffnung der neugestalteten Höhle, die erst die historische Bedeutung dieser Pionierleistung und den musealen Wert der mit ihr verbundenen Dokumentation gezeigt hat.



Gisela Pietsch beim Festvortrag zur Wiedereröffnung der Altamira-Höhle im Deutschen Museum am 22. Juni 1995 und die Vermessungszeichnung des spanischen Originals.



Atem“ hatte, den dieses anspruchsvolle Pionierprojekt mit seinen vielen unerwarteten Schwierigkeiten über ein Jahrzehnt hinweg erforderte.

Gisela Pietsch war von Anfang an nicht nur begleitend dabei, auf allen Reisen – in den Sommerferien der Kinder –, bei Ausgrabungskursen und archäologischen Untersuchungen, sondern hat aktiv mitgewirkt. Sie hat in den Höhlen fotografiert und sich

nisse ihrer Arbeit, ihr gesamtes Bild- und Dokumentationsmaterial, zur Verfügung gestellt und nach der Wiedereröffnung der Altamira-Höhle 1995 schließlich gestiftet, was die Bedeutung dieses Ausstellungsjuwels noch einmal gesteigert hat.

Altamira sei zu einem Teil ihres Lebens geworden, sagte Gisela Pietsch in ihrem Festvortrag zur Wiedereröffnung der Höhle am 22. Juni

Es trifft schmerzlich, daß Gisela Pietsch so bald nach dieser Auszeichnung und kaum ein Jahr nach ihren letzten Tätigkeiten für das Deutsche Museum sterben mußte. Doch mit der Altamira-Höhle, dem Lebenswerk ihres Mannes und ihrer selbst, und mit der wertvollen Dokumentation werden beide über den Tod hinaus gegenwärtig sein und weiterwirken.
Margareta Benz-Zauner

ALL-WISSEN

Tycho Brahes Sternwarte Uraniborg

VON GUDRUN WOLFSCHMIDT

Tycho Brahes Meßgeräte waren ein großer Fortschritt in der Entwicklung astronomischer Instrumente und Meßtechniken. Sie bildeten die Grundlage für den weiteren Fortschritt der Positions-astronomie. Das Modell von Tychos „Uraniborg“, der ersten Sternwarte Europas, mit der detailgetreuen Nachbildung seiner instrumentellen Ausstattung nimmt einen wichtigen Platz in der Ausstellung Astronomie ein.

Im Deutschen Museum dienen Dioramen zur Veranschaulichung. Dies geht auf Oskar von Miller zurück, der ein passionierter Sammler von Weihnachtskrippen war und diese Form der Darstellung auf Technik und Naturwissenschaft übertrug.

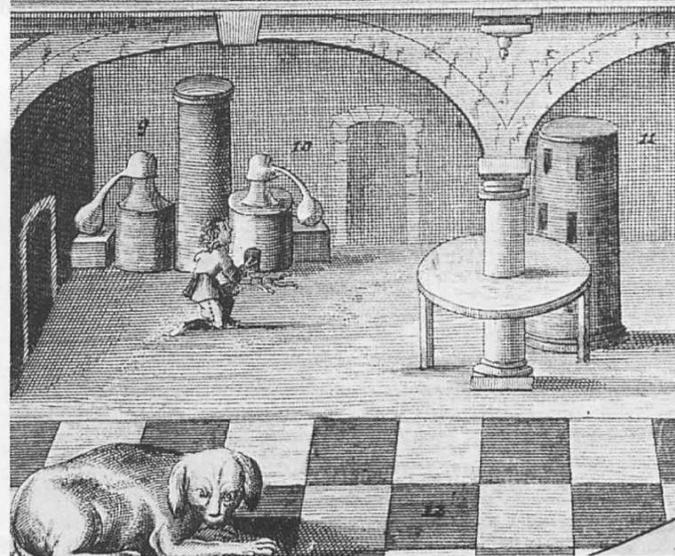
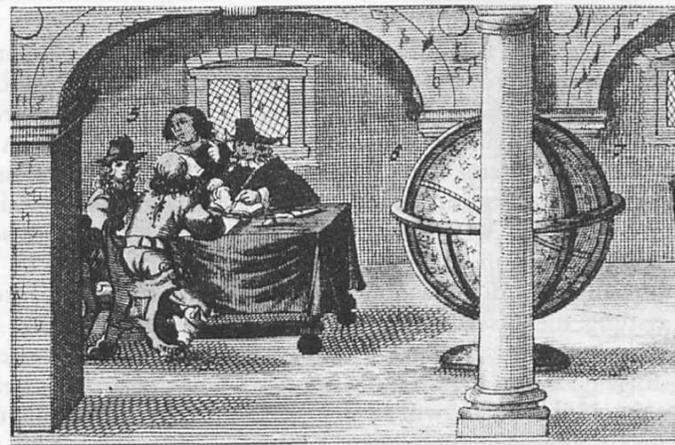
In der 1992 eröffneten Abteilung Astronomie geben die folgenden Dioramen und Modelle einen guten Überblick über die Entwicklung der Observatorien: Stonehenge (Steinzeit), „Uraniborg“ von Tycho Brahe (16. Jahrhundert), Sternwarte von Johannes Hevelius in Danzig (Mitte 17. Jahrhundert), Sternwarte von Olaf Römer in Kopenhagen (um 1690), Wilhelm und Caroline Herschel (um 1800), Sternwarte Straßburg (19. Jahrhundert), das Sonnenobservatorium Einstein-Turm in Potsdam (1924), das 100-Meter-Radioteleskop Effelsberg des *Max-Planck-Instituts für Radioastronomie* in Bonn (1971) und schließlich das Observatorium zur Messung der solaren Neutrinos tief unter dem Gran Sasso-Gebirge (1992).

Tycho Brahe (1546-1601), vor 450 Jahren in Knudstrup

in Dänemark geboren, entstammte einer reichen Adelsfamilie. Als sehr impulsiver Mensch geriet er immer wieder in Streit und verlor bei einem Duell seine Nase, die er durch eine goldene Prothese ersetzte. Statt sich seinem Jura-Studium zu widmen, begann er bald mit astronomischen Beobachtungen und alchemistischen Versuchen. Die Entdeckung eines „neuen Sterns“ – heute Tychos Supernova genannt – machte ihn schlagartig in Astronomenkreisen bekannt. In unserem Jahrtausend sind erst drei Supernovas in unserer Milchstraße beobachtet worden!

Während eines Besuchs von Brahe beim dänischen König Friedrich II. im Jahr 1576 schenkte ihm der König die Insel Hven (heute schwedisch Ven) im Öresund und eine Rente von 500 Talern jährlich. Brahe ließ sich 1576 einen burgartigen Herrschaftssitz, das Observatorium „Uraniborg“ (Himmelsburg), im Stil der flämischen Renaissance errichten. Der 1580 vollendete Ziegelbau mit Sand- und Kalksteinrahmen um Fenster und Türen entstand in Zusammenarbeit Tycho Brahes mit dem königlichen Architekten Jan van Paschen und ab 1578 mit Jan van Stenwinkel d. Ä. (1545-1601). Die Morgenfrühe des 8. August 1576, als die Sonne gleichzeitig mit Jupiter und Regulus aufging, bestimmte Brahe zum Zeitpunkt der Grundsteinlegung.

Der streng symmetrische, zweigeschossige Bau besitzt einen quadratischen Zentralraum von 16 Metern Seitenlänge, bekrönt von einem 19 Meter hohen Turm. Daran schließen sich nördlich und südlich apsisartig Rundtürme



an. Architektonische Vorbilder für Uraniborg waren vielleicht die symmetrische Anlage von Schloß Chambord an der Loire (1539) oder die Bauten des italienischen Renaissance-Architekten Andrea Palladio (1508-1580). Zum ersten Mal wurde hier ein Gebäude bewußt für astronomische Beobachtungen geplant.

Ein großer Mauerquadrant von zwei Metern Radius war an der Wand des Südwest-

zimmers angebracht und seit 1582 in Gebrauch. Neben den Wohn- und Repräsentationsräumen gab es im Südturm die Bibliothek mit dem großen Himmelsglobus, im zugehörigen Kellergeschoß ein chemisches Laboratorium, im Nordturm die Küche mit einem Brunnen. Das Observatorium war von einem quadratischen Garten von fast 80 Metern Seitenlänge umschlossen, dessen Ecken nach den

Fotos: Gudrun Wolfschmidt (2); Holzschnitt links aus J. Blaeu: *Geographia Blaviana* – Atlas Major, Amsterdam 1662

Himmelsrichtungen orientiert waren. Diesen Garten umgab ein knapp sechs Meter hoher Wall. Tore markierten die Ost- und Westecke, im Südeck befand sich die Druckerei, im Nordeck waren die Wohnungen der Dienerschaft zu finden, und im Keller lag das Gefängnis – eine ungewöhnliche Zutat für eine Sternwarte! Auf der Insel befand sich auch Brahes Papiermühle. Die Instrumente standen auf Pfeilern auf einem umlaufenden Balkon. Vor Wind und Wetter wurden sie durch Kegeldächer geschützt.

Im Garten hatte sich Brahe eine mechanische Werkstatt zur Instrumentenherstellung eingerichtet. Er verwendete nicht die im Mittelalter üblichen Instrumente wie noch Nicolaus Copernicus (1473-1543), sondern eigene Neuentwicklungen wie Sextanten zur Winkelmessung zwischen Planeten und Sternen, einen großen Quadranten zur Höhenmessung der Sonne, Armillaren zur Bestimmung der Sternkoordinaten am Him-

mel. Tychos Steigerung der Meßgenauigkeit bei Planeten- und Sternpositionen ist einerseits auf verbesserte Instrumente, andererseits jedoch auf neue Beobachtungsverfahren zurückzuführen.

Das Uraniborg-Modell im Deutschen Museum mit den Nachbildungen der astronomischen Instrumente und mit sechs Figuren wurde 1958 von den Museums-Werkstätten im Maßstab 1:25 hergestellt. Eine genaue Vorstellung von Tycho Brahes Sternwarte und ihrer neuzeitlichen instrumentellen Ausstattung ist der mit zahlreichen Holzschnitten versehenen Beschreibung in seinem Werk *Astronomiae instauratae mechanica* (*Weltmodell der erneuerten Astronomie*; Wandsbek 1598, Nürnberg 1602) zu verdanken.

Eine weitere ausführliche Darstellung geht auf einen Schüler Tycho Brahes zurück: Willem Janszoon Blaeu (1571-1638) gründete in Amsterdam eine Druckerei und wurde der Begründer eines in Holland fast ein Jahrhundert

lang führenden kartographischen Verlags, der neben dem Druck von Landkarten auch Erd- und Himmelsgloben anfertigte. Die 1635 erschienene Erstausgabe des zusammen mit seinem Sohn Johann Blaeu (1598-1673) herausgegebenen *Le théâtre du monde ou nouvel Atlas* (*Theatrum orbis terrarum/Welttheater oder neuer Atlas*) wuchs später zu den insgesamt elf Bänden der lateinischen *Geographia Blaviana* – *Atlas Major* (Amsterdam 1662) und zu den zwölf Bänden des *Le Grand Atlas* (Amsterdam 1663) heran.

Der erste Band dieser *Geographia* enthält neben der kosmographischen Einleitung und einer Übersicht über die verschiedenen Weltssysteme eine ausführliche Beschreibung der Observatorien Brahes. Auf weiteren acht Seiten befinden sich die Abbildungen der ausführlich beschriebenen astronomischen Instrumente.

Auf Hven konnte Brahe über 20 Jahre lang seinen Studien nachgehen. Uraniborg wurde zum astronomi-

Blick ins Innere von Uraniborg mit dem großen Himmelsglobus im Erdgeschoß und Brahes Laboratorium im Keller (links) sowie Teilansicht des Modells in der Astronomie-Ausstellung des Deutschen Museums.

schen Ausbildungszentrum; Brahe hatte gleichzeitig bis zu zwölf Schüler und Assistenten und benötigte daher mehr Instrumente zur Beobachtung.

Wegen des starken Windes auf der Insel bekam er allerdings bei seinen exakten Positionsmessungen Probleme. Deshalb ließ er schon 1584 etwa 80 Meter südöstlich von Uraniborg noch ein zweites, kleineres Observatorium „Stellaeburgum“ (Sternenburg) für seine wertvollen Instrumente bauen. Die Anlage mit den – um den Zentralraum gruppierten – fünf Rundtürmen verschiedenen Durchmessers kommt dem Aussehen der späteren Sternwarten näher.

Die wissenschaftliche Leistung Brahes liegt weniger in seinem „Tychonischen Weltsystem“, bei dem er versuchte, einen Ausgleich zwischen ptolemäischem und copernicanischen System herzustellen, sondern vielmehr in der Präzision und Kontinuität seiner Beobachtungen. Sein Fixstern-Katalog übertraf in der Meßgenauigkeit seine Vorgänger um einen Faktor zehn.

Vor der Erfindung des Fernrohrs (1609) war Brahe der wichtigste beobachtende Astronom. Johannes Kepler (1571-1630), Tychos Assistent und Nachfolger 1601 in Prag, nannte ihn daher den „Hipparch des 16. Jahrhunderts“.

Kepler vollendete Brahes Lebenswerk, indem er dessen reiches Beobachtungsmaterial – besonders zur Mars-Bewegung – auswertete, was ihm die Grundlage zur Ableitung der Gesetze der Planetenbewegung lieferte.

So erfüllte sich durch Kepler Brahes Wunsch, er möge nicht umsonst gelebt haben (*ne frustra vixisse videar*). □

MIT DEM SCHIFF DURCH DIE WÜSTE

Interessenlagen beim Bau und
Betrieb des Suezkanals

VON UWE BURGHARDT



Zu Beginn wurde der Suezkanal in Handarbeit gebaut. Auch die Loren der Feldbahn wurden durch menschliche Körperkraft bewegt.

Der Isthmus von Suez war seit der frühen Antike ein begehrter Geländestreifen. Die Landenge erlaubte die Sicherung des Herrschaftsraumes im fruchtbaren Nildelta nach Osten, die Überwachung und Gestaltung des Landverkehrs von Nordafrika in den Vorderen Orient und nach Kleinasien sowie – seit der Öffnung eines Wasserweges vom Nil zum Roten Meer – der Küstenschifffahrt im östlichen Mittelmeer, nach Ostafrika, Persien und Indien.

Seit der Umsegelung des Kaps der Guten Hoffnung und der ersten direkten Passage auf dem östlichen Seeweg nach Indien durch Vasco da Gama im Jahr 1498 veränderte sich das Spannungsfeld wirtschaftlicher, geo- und machtpolitischer Interessen. Nun begann der Wettlauf der europäischen Staaten um Niederlassungen in Indien und damit um Relaisstationen an der afrikanischen Küste auf dem Wege dorthin.

„Sicherlich bildet das Mittelmeer“, so der französische Historiker Fernand Braudel, „seit ... 1650 nicht mehr den Mittelpunkt der Welt. Fremde beginnen in seiner Sphäre Handel zu treiben, tragen ihre Kriege hier aus“. Die Seesiege über Holland und Spanien seit 1652, die Einnahme von Gibraltar (1704) und die Besetzung der Insel Malta (1800) stellten die wichtigsten Meilensteine der Etablierung einer *pax britannica* im Mittelmeer dar. Sie flankierte das britische Schifffahrtsmonopol um das Kap der Guten Hoffnung, das bestand, seit nach der Schlacht von Plassey (1757) die Vorherrschaft auf dem indischen Subkontinent erlangt war.

Im Mittelmeer entwickelte sich mit der immer stärker werdenden britischen Präsenz ein kolonialer Dualismus zwischen Frankreich und Großbritannien. Am Vorabend der französischen Revolution bereits sprach sich die französische Regierung nachdrücklich dafür aus, den von Frankreich seit zwei Jahrhunderten in Ägypten erworbenen kulturellen und wirtschaftlichen Einfluß geltend zu machen. Der ägyptische Feldzug des Napoléon Bonaparte in den Jahren 1798/99 zielte darauf ab, das türkisch-arabische Osmanische Reich zu teilen und durch Öffnung einer Pas-

SUEZKANAL

sage nach Indien Großbritannien und seiner kolonialen Expansion Grenzen zu setzen. Es war der letzte Versuch, das Entstehen eines geschlossenen britischen Kolonialreiches zu verhindern.

1830 eroberte Frankreich Algier und begann damit, die südwestliche Mittelmeerküste und große Teile von Westafrika zu kolonialisieren. Vom anderen Ende her begann Großbritannien, die Indienroute über Ägypten in seine Überlegungen einzubeziehen.

ZUNÄCHST KEIN ZUSÄTZLICHER SEEWEG NACH INDIEN

Nach der Kartierung des Roten Meeres (1830-1834) und der Einrichtung eines Postkurses von Alexandria über Kairo nach Suez (1835) besetzte Großbritannien zahlreiche strategisch wichtige Punkte. Vor allem Aden, das 1838 erobert wurde, erlaubte die Kontrolle der Schiffsbewegungen durch die Straße von Bab-el-Mandab am Süden des Roten Meeres. 1854 wurde zusätzlich die Insel Perim in dieser nur 26 Kilometer breiten Meeresstraße besetzt und befestigt.

Für die britische Kolonialpolitik ging es dabei zunächst um die Kontrolle des mittelöstlichen Handels und die Sicherung einer schnellen Nachrichtenverbindung, nicht um eine zusätzliche Verbindung nach Indien. Denn für die Indienklipper war das Rote Meer mit seinen Untiefen und Flauten ein schwieriges Gewässer, und die Kaproute war unter britischer Kontrolle; ein Seekanal bei Suez hätte sich vor der Dampfschiffära nicht gelohnt.

Während der napoleonischen Kampagne war erstmals der Gedanke einer Erneuerung der antiken Verbindung zwischen dem Roten und dem Mittelmeer aufgetaucht. Eine Vermessungsexpedition unter Lepère hatte Geländeformen und Bodenbeschaffenheit des Isthmus von Suez untersucht und war dabei zu dem irigen Resultat einer Niveaudifferenz zwischen Rotem und Mittelmeer von knapp zehn Metern gelangt. Damit wäre nur ein Schleusenkanal möglich gewesen. Die sogleich geäußerte Kritik namhafter Naturwissenschaftler wurde durch britische, ägyptische

und französische Messungen zwischen 1830 und 1843 bestätigt und eine annähernde Niveaugleichheit der beiden Meere nachgewiesen.

Auf Grundlage dieser Geländekenntnisse versammelte Prosper Enfantin, der seit 1833 die Idee eines Suezkanals verfolgte, 1846 in Paris alle damaligen Kanalbau-Interessenten, unter ihnen der Trentiner Ingenieur Luigi Negrelli und der Brite Robert Stephenson. Gemeinsam wurde die *Société d'Études de l'Isthme de Suez* mit 150 000 Francs Gesellschaftskapital gegründet. Es wurden drei Interessengruppen gebildet, von denen jede eine Machbarkeitsstudie erstellen sollte.

Die Vermessung des Geländes durch die französische Expedition unter Bourdaloue, zu deren Umkreis auch Ferdinand de Lesseps gehörte, bestätigte die neueren Meßergebnisse. Die Geländeaufnahmen und Bodenuntersuchungen der von Negrelli geleiteten deutsch-österreichischen Studiengruppe wurden in konkrete Baupläne und Trassenvorschläge umgesetzt, die später gemeinsam mit den Vorschlägen der französischen Ingenieure in ägyptischen Regierungskreisen, Linant de Bellefonds und Mougel, Grundlage des Kanalbaus werden sollten. Stephenson's britische Gruppe unterbreitete lediglich eine Zusammenfassung des zeitgenössischen Forschungsstandes.

Durch die revolutionären Ereignisse vom Februar und März 1848 wurde die Tätigkeit der Studiengesellschaft beendet. Ihr britisches Mitglied Robert Stephenson übernahm danach die Ausführung der – formell osmanischen – Eisenbahn- und Telegraphenlinie Kairo-Suez (1851-1854). Der britische Bedarf an Kommunikation über die Suezenge hinweg war damit vorerst gedeckt. Nachrichten, eilige Post und Reisende konnten nun rasch mit wechselnden Verkehrsmitteln nach Indien, Ostafrika und in den Pazifik gelangen. Auch auf der Kaproute blieben fremde Handels- und Kriegsschiffe fern, denn sie hätten wegen weitgehend fehlender Stützpunkte Unmengen von Trinkwasser und Proviant mitschleppen müssen.

Nachdem Napoléon III. als Kaiser der Franzosen Ende 1852 den Thron bestiegen hatte, meldete sich Frank-

reich als Prätendent auf eine Führungsrolle im Mittelmeer zurück. Seit November 1853 herrschte Kriegszustand zwischen Rußland und der Türkei; Großbritannien und Frankreich ließen sich die Gelegenheit nicht entgehen, dem schwachen Hüter des Bosphorus unter die Arme zu greifen, den russischen Expansionsgelüsten in das morsche Osmanische Reich hinein Einhalt zu gebieten und die in diesem Moment stärkste Kontinentalmacht nachhaltig zu schwächen. Die Waffenbrüderschaft der beiden kolonialen Konkurrenten im Krimkrieg stellte nun vorübergehend ein dämpfendes Moment für die Auseinandersetzungen im Mittelmeerraum dar.

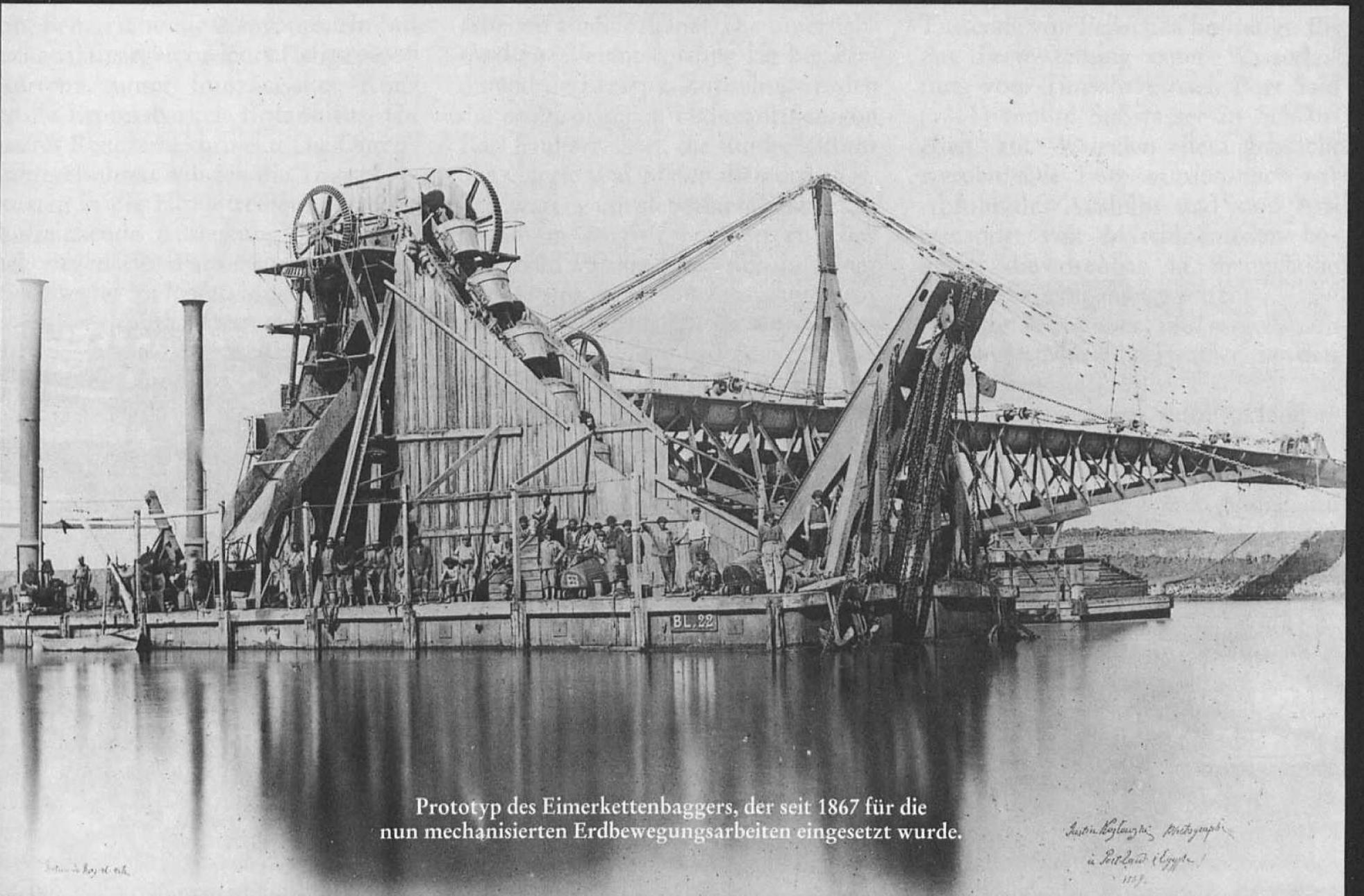
In dieser Situation starb im Spätsommer 1854 der Khedive, das heißt der Vizekönig von Ägypten, Abbas Pascha. Die Nachfolge trat sein Sohn Saïd an, zu dem Ferdinand de Lesseps seit seinem Aufenthalt in Alexandria als französischer Konsul (1832-1837) ein freundschaftliches Verhältnis pflegte. Lesseps nutzte die Gunst der Stunde, erbat und erhielt von dem neuen Herrscher bereits im November 1854 eine erste Konzession zum Bau eines Seekanals durch den Isthmus von Suez. Alle Elemente für die Realisierung des Projektes waren nun vorhanden.

GÜNSTIGE UMSTÄNDE VOR BAUBEGINN

Die für den Bau des Suezkanals günstigen Voraussetzungen waren: ein tatkräftiger Unternehmer, nämlich Lesseps, realistische Machbarkeitsstudien von Negrelli und Linant de Bellefonds, durch Saïd Pascha verbürgtes politisches Wohlwollen Ägyptens, investitionsfreudige Banken – mit dem *Crédit Immobilier de France* und dem *Crédit Foncier de France* waren gerade zwei Großbanken gegründet worden –, ein starkes und expansionsfreudiges Frankreich, zu dessen Herrscher Lesseps über seine Cousine, Kaiserin Eugénie, persönlichen Zugang besaß, ein während des gemeinsamen Waffenganges auf der Krim zurückhaltendes Großbritannien und wachsendes Interesse der britischen Ostindienreedereien – in England war zwei Jahre zuvor das erste kohlebeheizte, hochseefähige



In diesem Bauabschnitt wurde der Kanal von den Rändern her ausgehoben, dann von einer Fahrrinne aus die Sohlenmitte freigebagert, die andere für Transportzwecke genutzt.



Prototyp des Eimerkettenbagger, der seit 1867 für die nun mechanisierten Erdbewegungsarbeiten eingesetzt wurde.

*Austin-Hoylaug's Photograph
in Port Said (Egypt)
1872*



Zwei Eimerkettenbagger beim Aushub des Kanals auf die Endausbautiefe von acht Metern im nördlichen Abschnitt beim Mensalehsee. Im Vordergrund eine Dampfbarkasse der Bauaufsicht.



Dampfschlepperflotte auf dem Süßwasserkanal Zagazig-Ismaïlia, die zum Schleppen von Baumaterialkähnen eingesetzt wurde.

Dampfschiff vom Stapel gelaufen, und im Sommer 1854 war das erste Ganzmetallschiff an die *Cunard-Line* ausgeliefert worden.

Lesseps setzte nun alles in Bewegung, um diese Elemente zusammenzufügen, eröffnete Agitationskampagnen in den deutschen Staaten und Großbritannien, sorgte für das Zusammentreten einer internationalen Ingenieurkommission, die sich im Juni 1856 für die von Linant de Bellefonds, Mougel und Negrelli vorgeschlagene Bauausführung entschied. Die offizielle Konzessionsurkunde des Khediven vom 5. Januar 1856 und einen durch renommierte Wasserbauingenieure abgesegneten Bauplan in Händen, ging Lesseps mit Hilfe der französischen Großbanken an die Gründung einer Suezkanal-Gesellschaft – gegen die erneut einsetzende heftige Opposition Großbritanniens.

Besonders Lord Palmerston, seit 1855 Premierminister, tat alles, um über den britischen Einfluß bei der Hohen Pforte die osmanische Zustimmung zu den Konzessionen des ägyptischen Vizekönigs zu hintertreiben. England, so seine Argumentation, beherrsche die Kaproute; ein Suezkanal dagegen bedeute lästige Konkurrenz, unter französischer Kontrolle Erpressbarkeit Britanniens, ein teures Renommierprojekt: Die Durchfahrtgebühren würden die Transportkosten in die Höhe treiben, und eine hinreichende Auslastung des Kanals sei wegen der Fahrensprobleme für Großsegler im Roten Meer unsicher.

Die britische Opposition wurde in den folgenden Jahren schwächer. Zum einen war 1857 in Indien der Sepoy-Aufstand ausgebrochen, und trotz der Fertigstellung des Unterwasserkabels Dover-Calais und damit einer durchgehenden Telegraphenverbindung von London nach Marseille, trotz der seit 1854 existierenden Verbindung Alexandria-Suez benötigte die Nachricht mehrere Wochen, bis sie nach London gelangte; die Entsendung von Hilfstruppen um das Kap nahm Monate in Anspruch. Zum anderen hatte der britische Schiffsverkehr um das Kap in den Jahren 1852 bis 1857 Jahr für Jahr um mehr als eine Viertel Million metrische Tonnen zugenommen, und – so gering die absolute Anzahl zunächst

auch noch sein mochte – der Anteil an Dampfschiffen war jährlich gewachsen.

Insbesondere diesen Schiffen würde ein Kanal durch die Suezenge erhebliche Frachtkostenvorteile bringen. Die mit spitzem Bleistift rechnenden britischen Reeder wollten sich solchen Kostenaspekten nicht länger verschließen.

Die wirtschaftlichen Aussichten entwickelten sich also zugunsten des Kanalbaus. So gelang es bis Ende November 1858, 75 Prozent des Aktienkapitals der Kanalgesellschaft unterzubringen – den größten Teil davon in Frankreich –; den Rest übernahm auf Drängen Lesseps' der Khedive. Am 15. Dezember 1858 konnte die *Compagnie Universelle du Canal maritime de Suez* als ägyptische Gesellschaft (mit Sitz in Alexandria) in der Form einer französischen *Société Anonyme* (mit Verwaltungssitz in Paris) gegründet werden.

MIT 25000 LEIBEIGENEN ERFOLGTEN DIE ERSTEN SPATENSTICHE

Am 25. April 1859 begannen die Bauarbeiten am Suezkanal. Die unternehmerische Verantwortung lag bei Ferdinand de Lesseps. Zunächst wurden die provisorischen Hafenanlagen von Port Saïd errichtet, die für die Zufuhr der Geräte und Materialien erforderlich waren, um den eigentlichen Kanalbau in Angriff nehmen zu können. Saïd Pascha hatte sich in seiner Konzession von 1856 verpflichtet, für die Bauarbeiten 25000 leibeigene Fellachen zu stellen, die von der Suezkanal-Gesellschaft lediglich zu verpflegen waren. Die zunächst ins Auge gefaßte Übertragung der Arbeiten an ein Bauunternehmen wurde daher nicht weiter verfolgt, sondern die Bauausführung geschah in eigener Regie. Leiter des Kanalbaus war der französische Chefingenieur Voisin.

Neben den Arbeitskräften wurden der Kanalgesellschaft die Grundflächen übereignet, die für den Kanal selbst, seine Neben- und Hafenanlagen, die später anzulegende kanalparallele Eisenbahnstrecke, den begleitenden Süßwasserkanal – für die Trinkwasserversorgung und die Lebensmittel- und Materialzufuhr –, die Unterbringung der Arbeiter, die La-

gerung der Materialien sowie künftige Erweiterungen erforderlich waren. Auch der bereits 1857/58 gebaute Kanal von Zazasig zum Timsahsee ging auf die Kanalgesellschaft über. Die Konzessionsdauer sollte 100 Jahre ab Fertigstellung des Kanals betragen.

Die Kanaltrasse führte am Rande des flachen Mensalehsees entlang und durch den Balahsee (Dattelsee) vor das bis zu 16 Meter hohe Plateau von El Gisir, das auf 15 Kilometer Länge durchbrochen werden mußte. Sie durchschnitt dann den Timsahsee, wo sie mit dem bereits ausgeführten Nilwasser-Kanal zusammentreffen sollte. Südlich davon war auf 10 Kilometer die zweite bedeutende Geländeerhebung zu bewältigen, die erneut bis zu 16 Meter hohe Schwelle von Serapeum. Im weiteren Verlauf konnte die unter dem Meeresspiegel liegende und zur Bauzeit fast völlig trocken liegende Bitterseesenke genutzt werden, an die sich flaches Sandgelände bis Suez anschloß.

Der erste Bauabschnitt entlang den brackigen Seen am Rande des Nildeltas und die Herstellung einer Verbindung durch das El-Gisir-Plateau wurde fast völlig in Handarbeit durch Tausende von Fellachen bewältigt. Bis zur Fertigstellung einer Wasserleitung vom Timsahsee nach Port Saïd (1861) mußte Süßwasser in Schläuchen auf Kamelen herangebracht werden. Die Tiere wurden auch zur Abfuhr des Aushubs und zum Antransport von Maschinenteilen benutzt, die drehbar in mannshohe Holzreifen eingehängt waren.

Mitte November 1862 ergoß sich das erste Mittelmeerwasser in den Timsahsee.

In dieser ersten, durch Handarbeit geprägten Phase des Kanalbaus beeindruckten vor allem die von den französischen Ingenieuren aufgebaute Arbeitsorganisation und die logistischen Leistungen sowohl bei der Materialzuführung und den Erdbewegungsarbeiten als auch bei der Versorgung der vielen tausend Arbeiter. Die präventive und akute Gesundheitsbetreuung war vorbildlich. Gleiches konnte von den sanitären Anlagen behauptet werden. Die Abbildung auf den Seiten 14/15 zeigt den massenhaften Einsatz von Arbeitern bei Erdbewegungsarbeiten – vermutlich südlich der Bitterseen, die später

durch diesen Abschnitt geflutet wurden. Wegen der zu erwartenden starken Strömung und des erforderlichen großen Querschnittes mußte in diesem Bereich das Kanalbett von vornherein auf Endmaße ausgehoben werden.

Im Januar 1863 starb der Khedive Saïd Pascha, Freund und Förderer de Lesseps'. Die Nachfolge trat sein Neffe Ismaïl an. Auf britischen Druck intervenierte nun der osmanische Sultan und veranlaßte seinen neuen ägyptischen Statthalter, die von Saïd vertragsgemäß gestellten Zwangsarbeiter abzuziehen. Außerdem wurden der Suezkanal-Gesellschaft alle nicht unmittelbar für den Kanalbau selbst erforderlichen Grundstücke sowie die Hilfsbauwerke entzogen, darunter die Häfen und der Kanal von Zazasig zum Timsahsee.

Obwohl die Bauarbeiten nun eingeschränkt und zunächst auf den Fortbau des Süßwasserkanals nach Suez sowie der Telegraphenleitung konzentriert wurden, mußten 6000 freie europäische Lohnarbeiter angeworben werden. Für die Fertigstellung des Kanals war es jetzt erforderlich, zu maschineller Arbeit überzugehen. Dafür aber war mehr Kapital nötig, als der Kanalgesellschaft zur Verfügung stand.

Nur ein offizielles Eingreifen Frankreichs konnte das Unternehmen jetzt noch retten. Lesseps persönlich bat Napoleon III., sich zugunsten der Kanalgesellschaft einzuschalten und Entschädigungen für die entfallene Gestellung von Arbeitskräften und den Entzug des größten Teils der anfangs überlassenen Ländereien durchzusetzen.

Ein solcher Schritt bedeutete eine Konfrontation mit Großbritannien auf höchster Ebene. Geschickt und diplomatisch tarnte Lesseps den Eingriff als Schlichtung.

Der „Schiedsspruch“ des französischen Kaisers verlangte von Ägypten eine Entschädigung von 84 Millionen Francs. Tatsächlich verpflichtete sich die ägyptische Regierung, gegen osmanischen und britischen Widerstand, zur Zahlung dieses Schadenersatzes. Offenbar wurden in Kairo die fiskalischen Vorteile des künftigen Kanals und der Zugewinn an Eigenständigkeit gegenüber Konstantinopel inzwischen doch gewichtiger ein-

geschätzt als das Risiko einer osmanischen oder britischen Intervention. Auch Bestechungszahlungen und der Druck der in Frankreich aufgelaufenen Schulden dürften wirksam gewesen sein.

Mit diesem Coup war die Finanzierung des Maschineneinsatzes gesichert. Noch 1863 wurde die Firma *Couvreux* beigezogen, um die schwierigen Abtragungsarbeiten durch das Plateau von El Gisir zu bewerkstelligen, und Anfang 1864 wurde ein Vertrag über die Ausbaggerung großer Abschnitte der Kanalstrecke geschlossen. Erst die zweite Bauphase ab 1864, nach der Änderung der Konzessionsbedingungen durch Ismaïl Pascha, war durch den massiven Übergang zu modernster zeitgenössischer Technik gekennzeichnet, als Dampfbagger in großer Zahl zur Herstellung des vollständigen Kanalbettes eingesetzt wurden.

Die Bagger waren von französischen Firmen für den Einsatz beim Bau des Suezkanals völlig neu entwickelt worden. Angetrieben wurden sie durch Dampfmaschinen. Ihre hölzerne Konstruktion ruhte auf einem Ponton, der aus einem eisernen Traggerüst mit hölzerner Verschalung bestand. An zwei Endlosketten umlaufende Eimer förderten Sand, Schlamm und Geröll aus dem Kanalbett in einen Übergabetrichter. Dieser entleerte auf ein durch Stahlseile verstärktes Juteband, mit dem der Aushub auf das Ufer oder in bereitstehende Schuten transportiert wurde. Das auf eisernen Rollen geführte Förderband war auf einen in Gitterbauweise ausgeführten hölzernen Ausleger montiert.

ZUR ERÖFFNUNG DES SUEZKANALS VERDIS OPER „AIDA“

Ständig mußten die Kessel der Dampfbagger mit Kohlen versorgt, in den Abschnitten mit Hochufern die mit Aushub gefüllten Schuten abgezogen werden. Für diese Transportaufgaben wurden Dampfschlepper eingesetzt. Ein ganzes System von Kohlelagern war notwendig, um die ständige Versorgung der vielen Dampfmaschinen mit Brennmaterial sicherzustellen. In den Bauabschnitten in flachem Gelände und untiefen

Bereichen der durchschnittlichen Senken und Seen, in denen zunächst eine schmale Fahrrinne zu Transportzwecken hergestellt worden war, wurde eine parallele zweite Fahrrinne angelegt, die mit Hilfe der Eimerkettenbagger ausgehoben wurde, während die ältere Fahrrinne weiter dem Baustellenverkehr diente. In einem dritten Schritt wurde dann die Mitte des endgültigen Kanalbettes ausgehoben. In der letzten Bauphase mußte der Kanal überall auf die vorgesehene Tiefe von 7,9 Metern gebracht werden; die Böschungen wurden gleichmäßig abgeflacht.

Am 19. März 1866 bestätigte der Sultan des Osmanischen Reiches endlich die Konzession des ägyptischen Khediven und legalisierte damit die bis dahin getätigten Bauarbeiten. Großbritannien hatte angesichts latenter Kräfteverschiebungen auf dem Kontinent zu Ungunsten Frankreichs seinen Widerstand bei der Hohen Pforte gegen das Projekt eingestellt – es war die Zeit, als Preußen erstarkte. Dafür hatten auch die absehbare Vollendung des Kanalbauwerks und die wachsende Befürwortung des Projekts durch die englischen Seehandelsgesellschaften gesprochen. Und die seit etwa 1860 verstärkt eingesetzte Compoundmaschine hatte dem Bau von Dampfschiffen einen weiteren Schub gegeben.

Am 17. November 1869 konnte der Kanal eingeweiht werden. Giuseppe Verdi (1813-1901) hatte dafür die „Aida“ komponiert, die 1871 in Kairo uraufgeführt wurde.

Bereits im April des Jahres war der Schuldenstand Ägyptens beziehungsweise des Khediven – der Unterschied ist schwer auszumachen, behandelte Ismaïl Pascha den Staat doch wie sein Eigentum – so stark angewachsen, daß die fünfprozentigen Zinsscheine für die ägyptischen Aktien zur Finanzierung eines Kredits auf den Khediven für 25 Jahre an die Kanalgesellschaft hatten abgegeben werden müssen. Obwohl noch im Besitz der Aktien, sah es sehr danach aus, als würde Ägypten mittelfristig keinen großen Nutzen aus dem Kanal ziehen können. Auch Frankreich sollte nicht die Ergebnisse erzielen, die es sich durch den Kanalbau erhofft hatte.

In die Reihen der Eröffnungflotte, die den Suezkanal feierlich durchfuhr,

schmuggelte sich, irgendwo am Ende des Konvois, ein Kabelleger. Es war das erste Handelsschiff, das den Suezkanal passierte – ein britisches!

Schon bald kam Großbritannien in den Genuß der wesentlichen politischen und wirtschaftlichen Vorteile, die mit dem von Frankreich gewollten, betriebenen und errichteten Bauwerk verbunden waren. Kein Jahr nach Eröffnung des Suezkanals wurde der lästige koloniale Konkurrent durch die Niederlage gegen das im globalen Maßstab bedeutungslose

Preußen-Deutschland entscheidend geschwächt. Großbritannien hatte Bismarck schadensfroh Neutralität signalisiert.

Wenn 1870 erst 486 Schiffe mit 436 609 Nettoregistertonnen (NRT) den Kanal durchfuhren, so stiegen die Passagezahlen doch bald an, so daß die Kanalgebühren erhöht werden konnten. Lagen die Aktien der Kanalgesellschaft 1871 noch unter Pari, stieg der Kurs in den folgenden Jahren langsam etwas über den Ausgabekurs. Doch die erwarteten großen

Spekulationsgewinne stellten sich – zunächst – nicht ein.

Bis 1875 hatte Ismaïl Pascha durch Mißwirtschaft und horrenden persönlichen Verschwendung den Staatshaushalt so hoch mit Schulden belastet, daß die Regierung die Kapitalanteile Ägyptens an der Kanalgesellschaft veräußern mußte. Zunächst wurden die Aktien Frankreich angeboten, das jedoch zu diesem Zeitpunkt wegen der Reparationsleistungen aus dem deutsch-französischen Krieg nicht zahlungskräftig war. Der britische Premierminister Benjamin Disraeli hingegen griff zu und erwarb die knapp 45 Prozent des Aktienkapitals der *Compagnie Universelle du Canal maritime de Suez* für weniger als 4 Millionen englische Pfund – bis 1932 sollte sich der britische Dividendenanteil auf mehr als 43 Millionen Pfund Sterling belaufen. Die 176 602 ägyptischen Suezkanal-Aktien wurden dem Vertreter der britischen Regierung am 26. September 1875 in Kairo ausgehändigt. Wenig später traten drei Vertreter der britischen Regierung für den neuen Großaktionär in den Verwaltungsrat der Kanalgesellschaft ein.

DIE BRITISIERUNG DES SUEZKANALS

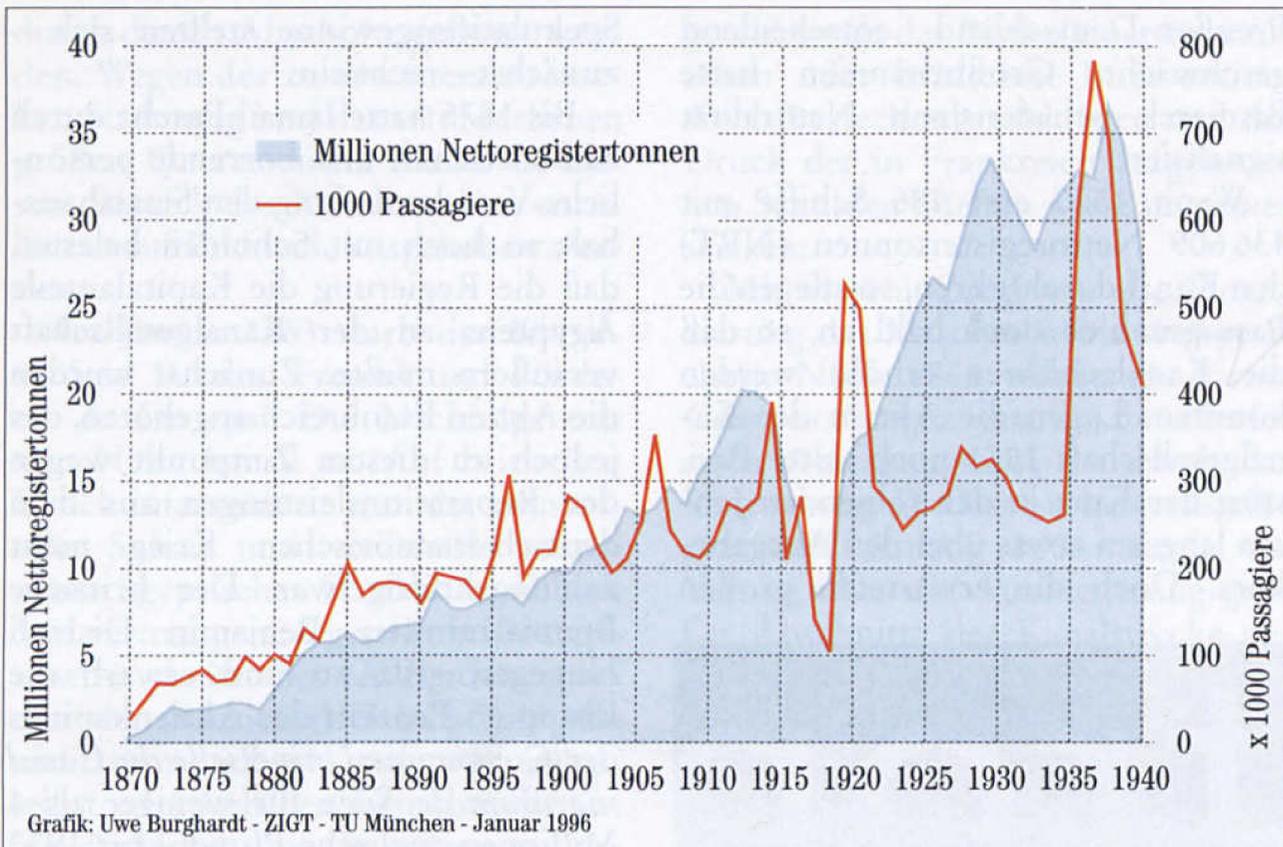
Trotz des Aktienverkaufs stiegen die Schulden Ägyptens wegen der Geldverschwendung des Khediven weiter. Daher verlangten und erreichten Frankreich und Großbritannien 1879 die Absetzung Ismaïls durch den Sultan des Osmanischen Reiches. Nachfolger wurde Tewfik Pascha. Zur Schuldentilgung überließ die ägyptische Regierung dem *Crédit Foncier de France* 1880 ihren 15prozentigen Gewinnanteil am Suezkanal.

1878 hatte Großbritannien die Insel Cypern in Besitz genommen, um seine Position im Mittelmeer weiter auszubauen. Als 1881 gegen das fortwährend korrupte Regiment des Khediven ein Aufstand unter Arabi Pascha losbrach, einem Oberst der ägyptischen Armee, der die unfähige Regierung hinwegfegte, mußte die Hohe Pforte die Loslösung Ägyptens befürchten. Unter diesen Umständen war es den Briten ein Leichtes, aus Konstantinopel einen offiziellen Hilferuf zur Niederschlagung der ägyptischen

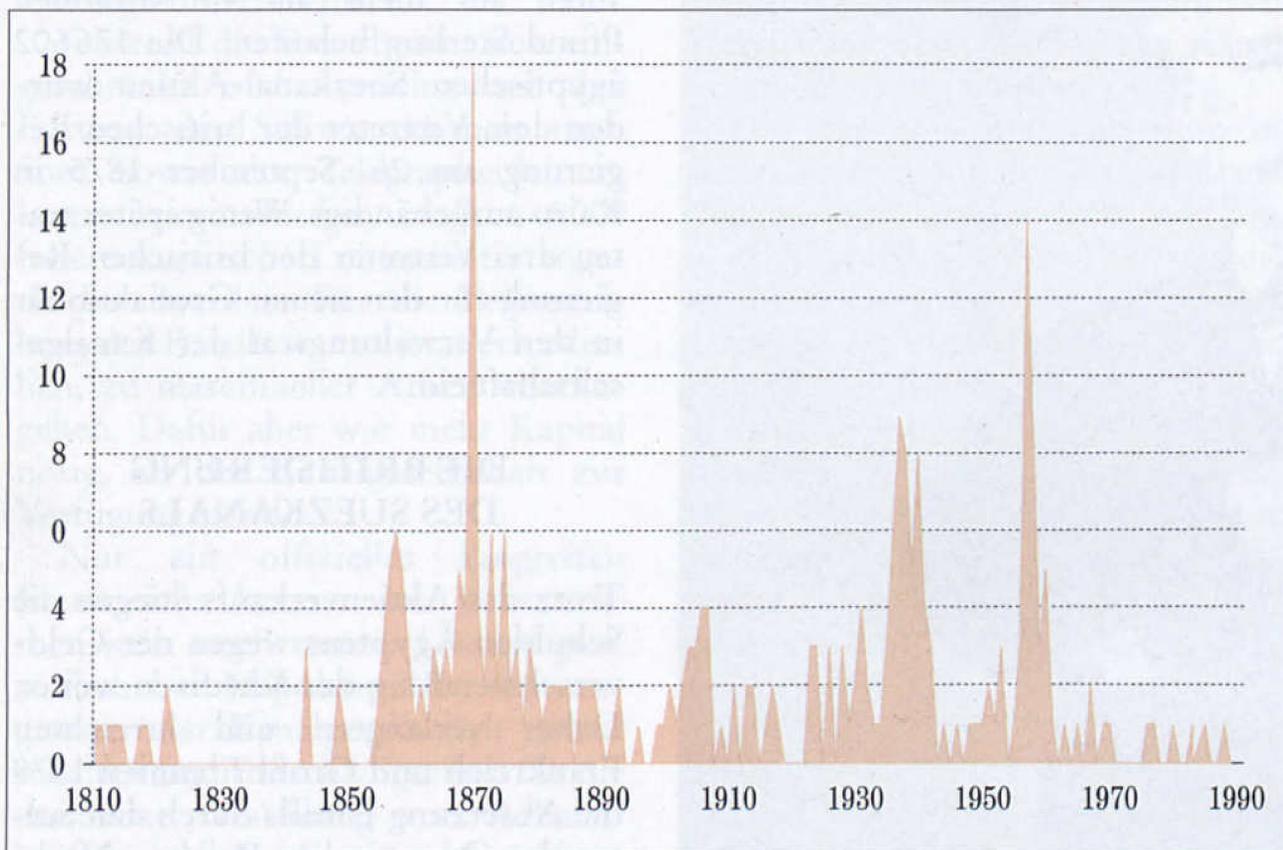


Ferdinand de Lesseps,
geboren am 19. November 1805 in Versailles,
gestorben am 14. Dezember 1894 in Chenaie.

SUEZKANAL



Die Entwicklung des Passagier- und Frachtaufkommens in den Jahren 1870-1940.



Anzahl der jährlichen Neuveröffentlichungen über den Suezkanal.

tischen Nationalisten zu erreichen. Zunächst war die Beteiligung auch Frankreichs vorgesehen, dessen Fregatten bereits mit den britischen vor Alexandria lagen, doch durchkreuzten innenpolitische Auseinandersetzungen in Paris ein gemeinsames Vorgehen. So besetzte Großbritannien 1882 Unterägypten und einen Korridor entlang des Suezkanals allein.

Ein Jahr später wurde infolgedessen der Verwaltungsrat der Suezkanal-Gesellschaft um sieben britische Mitglieder erweitert, die jedoch nicht von der Regierung, sondern von wirtschaftlichen Interessenverbänden zu benennen waren.

Mit der Britisierung des Suezkanals wuchs auch sein kommerzieller Erfolg; sowohl die Frachtmengen als auch die Zahl der Passagiere verdoppelten sich von 1880 bis 1885. Bis zum Zweiten Weltkrieg weitete sich der Passagiertransit kaum noch aus. Auffällige Spitzen wurden zwischenzeitlich lediglich durch außergewöhnliche Truppentransporte verursacht. 1936 etwa wurden große Kontingente italienischer Truppen durch den Suezkanal nach Äthiopien transportiert.

Die Frachtmenge hingegen vervielfachte sich bis 1938 auf 36 Millionen Nettoregistertonnen. Seit den 30er

Jahren nahm dabei der Anteil von Rohöl am Frachtaufkommen zu. 1965 betrug er 50 Prozent. Auch wenn die mit nahöstlichem Öl beladenen Supertanker heute den Suezkanal nicht durchfahren können, bleibt er eine der wichtigsten Adern, durch die kanalgängige Tanker Europa mit dem immer noch dominierenden Energierohstoff versorgen.

Bis 1956 blieben die britischen Truppen in Ägypten. Bis zur Offiziersrevolte der ägyptischen Nationalisten unter General Nagib im Jahr 1952, die den letzten ägyptischen König von britischen Gnaden, Faruk, absetzte, war die Staatlichkeit Ägyptens „ein verwickeltes Geflecht“, so der amerikanische Historiker S. C. Burchell, „britischer Militärregierungen, Protektorate, Marionettenregierungen und verschiedenster anglo-ägyptischer Verträge. Nach außen regierten weiterhin die Vizekönige das Land, in Wirklichkeit aber war der jeweilige britische Generalkonsul der ungekrönte Herrscher“.

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

- Bonin, Hubert:* Suez – du canal à la finance. Paris 1987.
- Burchell, S.C.:* Straße zum Orient – Der Bau des Suez-Kanals. Bearbeitet und herausgegeben von Heinrich Pleticha. Reutlingen 1967.
- Fahmy-Abdou, Antoun:* La nazionalizzazione della società del canale di Suez. Cairo 1962.
- Kienitz, Ernesto:* Der Suezkanal. Berlin 1957.
- Lesseps, Ferdinand von:* Entstehung des Suezkanals. Reprint, Düsseldorf 1984.
- Mehrlin, Georges:* Der Suezkanal als Konjunkturanzeiger der Weltwirtschaft. Zürich 1945.

DER AUTOR

Uwe Burghardt, geboren 1950, Dr. phil., studierte Geschichte, Physik und romanische Literatur. Er arbeitete über „Die Mechanisierung des Ruhrbergbaus 1890-1930“ und ist Mitarbeiter am Zentralinstitut für Geschichte der Technik der TU München, zuletzt im Forschungsprojekt „Das Ende der Expansion – Industrien auf dem Rückzug: Forschungsprojekt zur Technikgeschichte stagnierender Industrien in Westeuropa“. Zahlreiche Veröffentlichungen zur Wirtschafts- und Technikgeschichte der Bereiche Bergbau, Energie und Verkehr.

Automobil

Fähre Motorboot

Deutsches Museum

Modem Telefon

Motorrad Fahrrad Dreirad

Skateboard Rollschuhe

Elektronen

Magnetschwebebahn

Lastkraftwagen Ski

Diesellok E-Lok

Flugzeug

Sessellift

alles was uns bewegt ...

ein Verkehrsmuseum für München

Fördern Sie das neue
Verkehrsmuseum
durch Anwerben eines
neuen Mitglieds

Pferd

U-Boot

Inline-Skater

U-Bahn Seilbahn Dampfwalze

Fallschirm Flugdrachen

Straßenbahn

Sommerfeld und der „Wackeltisch“

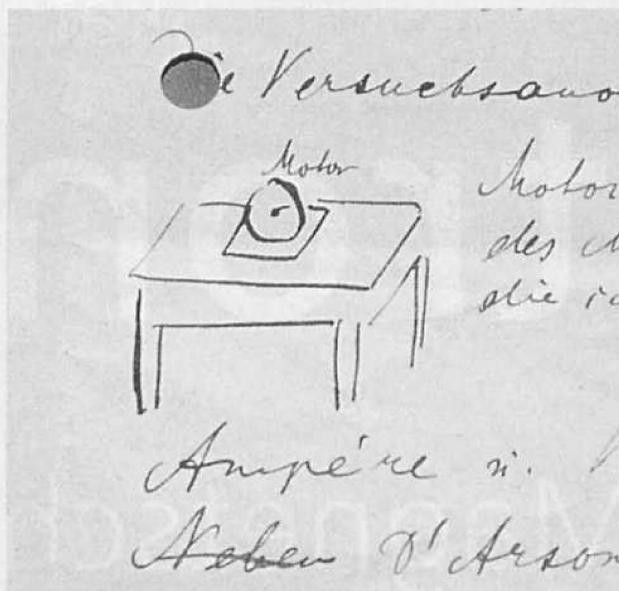
Zum Verhältnis von Wissenschaft und Technik um 1900

VON MICHAEL ECKERT

Die Wechselbeziehungen von Wissenschaft und Technik gehören zu den nie gelösten und immer aufs Neue aufgeworfenen Fragen der Industriekultur. Auf allgemeine Antworten zu hoffen, erscheint illusorisch, aber am Beispiel konkreter Einzelfälle können interessante Erkenntnisse dazu gewonnen werden. Das folgende Beispiel aus der Geschichte der theoretischen Physik zeigt Arnold Sommerfelds Beschäftigung mit Problemen der Praxis.

Arnold Sommerfeld (1868-1951), bekannt als Pionier der modernen Atomphysik (Sommerfeldsche Feinstrukturkonstante), Lehrbuchautor (*Atombau und Spektrallinien*) und charismatischer Mittelpunkt eines der ersten Zentren der modernen theoretischen Physik (Sommerfeldschule), wirkte von 1900 bis 1906 als Professor der Mechanik an der Technischen Hochschule in Aachen, wo er sein theoretisches Können an so praktischen Dingen wie Schmiermittelreibung und Eisenbahnbremsen unter Beweis stellte. An Hand der Sommerfeldschen Korrespondenz, die gegenwärtig in einem Editionsprojekt am Deutschen Museum bearbeitet wird, können die historischen Umstände rekonstruiert werden, die schon um die Jahrhundertwende den Brückenschlag zwischen Theorie und Praxis zu einem durchaus problematischen Unternehmen machten.

Wie kam es, daß Sommerfeld sich zunächst auf dem Gebiet der Technik einen Namen machte? Sommerfeld hatte seine Karriere als Mathematiker begonnen: Nach einer mathematischen Dissertation an der Universität Königsberg und einer mathematischen Habilitationsarbeit bei Felix Klein (1849-1925) in Göttingen, des-



„Wackeltisch“-Zeichnung im Brief Wirtingers an Sommerfeld, 1901.

sen Assistent er von 1894 bis 1896 war, erhielt er 1897 einen Ruf als Professor der Mathematik an die Bergakademie Clausthal. Seine mathematische Profilierung hatte durch Felix Klein Richtung und Form erhalten. Aber auch in Kleins Lehrerpersönlichkeit und seinen organisatorischen Bestrebungen erblickte er Eigenschaften, denen er nacheifern wollte.

Klein wollte der Mathematik als einem universalen Kulturgut zur Anerkennung verhelfen. In diesem Sinn sorgte er sich um die Lehrerausbildung und um Unterrichtsreformen; er entfaltete auch eine rege publizistische Aktivität, indem er das mathematische Zeitschriftenwesen reformierte und neuen Unternehmungen wie der *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften* seinen Stempel aufdrückte.

Ein weiteres Augenmerk galt dem gespannten Verhältnis zwischen den Universitäten und den um Gleichberechtigung ringenden Technischen Hochschulen; der Unmut einiger Techniker begann sich schon in Gestalt einer „antimathematischen Bewegung“ Luft zu machen, die der Universitätsmathematik pauschal die

Qualifikation absprechen wollte, eine den Bedürfnissen der Technik angemessene mathematische Lehre an Technischen Hochschulen durchführen zu können. Entsprechend versuchte Klein beim *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) Mißtrauen abzubauen; er ergriff auf lokaler Ebene in Göttingen die Initiative, wo er neue anwendungsorientierte Organisationen und Einrichtungen gründete, und er machte beim preußischen Kultusministerium seinen Einfluß geltend, um der „antimathematischen Bewegung“ bei Berufungsfragen und Lehrplanreformen das Wasser abzugra- ben.

Sommerfeld war als Assistent Kleins in vielfacher Weise in dessen Bestrebungen eingespannt. Klein vertraute ihm als erstes mit der Herausgabe seiner Vorlesung über die Theorie des Kreisels, die ursprünglich als Festschrift für die Landesorganisation der Gymnasiallehrer gedacht war. Im Sommer 1897 erschien „Heft 1“, ein Jahr später „Heft 2“, dann nach längeren Pausen 1903 und 1910 zwei weitere „Hefte“. Alles in allem hatte Sommerfeld aus Kleins Vorlesung ein knapp 1000seitiges Lehrbuch der Kreiseltheorie gemacht, das von den mathematischen Grundlagen bis zu den technischen Anwendungen den Kreisel als Füllhorn interessanter Mathematik präsentierte.

EIN MATHEMATIKER WIRD TECHNIKPROFESSOR

Ob das Werk in der technologischen Praxis von Nutzen war, darf bezweifelt werden, denn dazu wurden die in der Technik wesentlichen Fragen nicht in ausreichendem Detail behandelt; doch die Spannweite der Mathematik, ausgehend von Fragen mit vorwiegend theoretischem Interesse



Arnold Sommerfeld (1868-1951),
Begründer der Theoretischen
Physik in München, die als
Sommerfeldschule berühmt wurde.



Arnold Sommerfeld in seinem
Göttinger Arbeitszimmer, etwa 1895.

bis hin zu technischen Anwendungen, etwa in der Ballistik (Geschosßdrall), wurde darin sehr eindringlich demonstriert – und eine solche Demonstration war angesichts der weitverbreiteten Mathematikfeindlichkeit ein Hauptzweck des Unternehmens.

Als sich zum Beispiel 1898 ein Marineingenieur, der über den Steuermechanismus von Torpedos arbeitete, mit Fragen über Kreiselwirkungen an Sommerfeld wandte, meldete der sogleich erfreut seinem Mentor, daß „diese Correspondenz Anlass zu einem schönen § über ‚Anwendungen der Theorie in der Technik‘“ geben werde.

Wie eng Sommerfeld in die Interessen Kleins einbezogen wurde, zeigt sich auch am Beispiel der *Enzyklopädie der mathematischen Wissenschaften*. Klein hatte ihm die Redaktion der Physikbände dieses Mammutwerkes anvertraut, eine Tätigkeit, die Sommerfeld noch wesentlich stärker als das Kreiselbuch in Beschlag nahm. Auf gemeinsamen Reisen mit Klein erhielt Sommerfeld einen unmittelbaren Eindruck des Kleinschen Sendungsbewußtseins und der missionarischen Aufgabe, als welche das En-

zyklopädieprojekt betrachtet wurde. Umgekehrt lernte freilich auch Sommerfeld sehr rasch, sich der Gunst Kleins für sein eigenes Vorwärtskommen zu bedienen.

Als er erfuhr, daß er für die Berufung nach Aachen in Betracht gezogen wurde, schrieb er sofort an Klein – und zwar in englisch, um seine Sprachkenntnisse für eine bevorstehende gemeinsame Reise in Sachen Enzyklopädie unter Beweis zu stellen: „I find a letter arrived from my secret special correspondent at Aachen“ („Ich erhielt einen Brief von meinem geheimen Spezial-Korrespondenten in Aachen“), begann er, um dann zu berichten, daß man ihn auf den dritten Platz der Berufungsliste gesetzt habe. „I write you that, to begg you, if you have any occasion, to do anything for me in Berlin“ („Ich schreibe Ihnen dies mit der Bitte, wenn Sie die Gelegenheit dazu haben, etwas für mich in Berlin zu tun“), fuhr er fort, und erinnerte an seine Dienste für Klein: „... because, as German people says, ‚eine Liebe‘ [Kreisel + Encyclop.] ‚der anderen wert ist‘ (Aachen-recommendation)“.

Aus den Akten des preußischen Kultusministeriums geht nicht her-

vor, inwieweit Klein tatsächlich den Fortgang der Berufsangelegenheit beeinflusst hat. Sicher ist aber, daß die Techniker in Aachen lieber einen Mann der Praxis als einen Universitätsmathematiker auf dem Lehrstuhl für Mechanik gesehen hätten, während die Fakultät für allgemeine Wissenschaften, zu der die Mathematik und auch die Mechanik zählten, mehr Wert auf eine gute theoretische Qualifikation legten. Im Ministerium entschied man sich letztendlich gegen die Mehrheit der Techniker und im Sinn der Mathematiker an der TH Aachen.

Für Sommerfeld, wie auch für seine Mathematikerkollegen an anderen Universitäten und Technischen Hochschulen war jedenfalls klar, daß dieser Berufung auch eine Art Schlüsselrolle für das künftige Verhältnis von Mathematik und Technik zukam. Der Mathematiker Sebastian Finsterwalder (1862-1931) von der TH München zum Beispiel sprach Sommerfeld Mut zu und schrieb: „Sie werden sicher dazu beitragen, den Respekt der Techniker vor der Theorie zu erhöhen und damit den Ausgleich trauriger Gegensätze anbahnen helfen. Sie haben ein prächtiges Arbeitsfeld vor

sich und kaum einen überlegenen Konkurrenten. Also Glückauf ...“

In Aachen erwartete Sommerfeld also keine leichte Aufgabe. Jetzt wurden für ihn die früher mit der Kreiselmethode angebahnten Beziehungen zu Praktikern wie dem Torpedoingenieur Carl Diegel wichtig. Sommerfeld bat Diegel zum Beispiel aus Anlaß eines Vortrages vor seinen Technikerkollegen um genauere Auskünfte über die Torpedosteuerung und um die Erlaubnis, das ihm seinerzeit überlassene Modell eines Steuerkreises der Aachener TH-Sammlung schenken zu dürfen.

Der Torpedoingenieur seinerseits war glücklich, sich bei Sommerfeld revanchieren zu können: „Es freut mich, daß Sie sich mit dem Torpedo noch weiter beschäftigen und im fernen Westen sich um die Marine verdient machen ... Das Gyroskop können Sie gerne dort behalten.“ Man kann sich unschwer vorstellen, wie Sommerfeld, solchermaßen gerüstet, seinen theoretischen Ausführungen die nötige praktische Würze zu geben suchte.

Darüber und über seine sonstigen Bemühungen um die Gunst der Techniker, berichtete er auch an Klein nach Göttingen: „Ich habe kürzlich in einer allgemeinen Sitzung ... energisch gegen das Misstrauen gegen Ihre Bestrebungen gesprochen ... In unserem Docentenverein habe ich vor einiger Zeit den ja jetzt sehr aktuellen Geradlaufapparat des Hn. Diegel und Walkers rotierende Steine demonstriert. Es war sozusagen eine Probevorlesung vor den technischen Collegen, die grossen Beifall fand. Mangoldt meinte, es wäre ein Schritt zur Verständigung zwischen mir und den Aachenern und zwischen den Universitäten und technischen Hochschulen gewesen.“

Klein war darüber höchst erfreut: „Was sie mir über Anfreundung mit den Technikern sagen, ist mir natürlich sehr wichtig. Die Herren sind gegen uns so thöricht argwöhnisch, weil sie die Universität gar nicht kennen.“

Sommerfeld antwortete mit weiteren Vor-Ort-Berichten: „Die meisten Techniker haben von physikalischer Forschung ebenso wenig eine Idee wie von mathematischer“, klagte er zum Beispiel nach einer solchen

Schilderung, was auf ein weiterhin gespanntes Verhältnis zwischen Wissenschaft und Technik schließen läßt. Doch er ließ sich nicht entmutigen. An den Physiker Willy Wien schrieb er, daß er „die Thätigkeit als technischer Mechaniker sehr interessant“ fände und „meine Bestrebungen, den technischen Collegen mich nützlich zu erweisen, von Erfolg gekrönt scheinen u. von ihnen dankbar anerkannt werden ... Überhaupt finde ich, dass mit den Technikern solange trefflich auszukommen“ sei, „als sie nicht auf unserer Seite Universitäts-hochmut wittern. In den meisten Fällen haben sie ja mit dieser Witterung recht, sowie auch mit ihrem Ärger darüber“.

DER „WACKELTISCH“

Tatsächlich gab es in der technischen Mechanik eine ganze Reihe von Fragen, die auch aus der Perspektive eines Theoretikers interessant waren. Zum Beispiel die vielfältigen Resonanzerscheinungen, die bei Schiffs-

und einem Bauingenieur der TH Aachen zur Bearbeitung vorgelegt worden war: „Denken wir uns ein Gebäude, welches auf Trägern stehen muß, weil darunter die Eisenbahn durchgeführt werden soll. In dem Gebäude ist eine Dampfmaschine aufgestellt – bei dem mir vorgelegten Falle beiläufig bemerkt in 10 m über dem Erdboden. Während sich die in der Maschine sonst thätigen Kräfte, Dampfdruck, Arbeitswiderstände im ganzen aufheben, und das Gebäude nicht in Mitleidenschaft setzen, teilen sich die Massenwirkungen, d.h. die Trägheitskräfte der hin- und hergehenden Massen, dem Gebäude mit ... Wie stark müssen nun – das war die Frage, vor die wir uns gestellt sahen, die Träger gewählt werden, damit die Schwankungen des Gebäudes unterhalb einer gewissen Grenze, sagen wir etwa unterhalb 1/2 mm bleiben?“

Sommerfeld demonstrierte das Phänomen mit einem auf einen Tisch festgeschraubten Motor. Am Schwungrad des Motors hatte er eine kleine Unwucht angebracht. Durch Erhöhen

Arnold Sommerfeld (links) im Herbst 1899 in England. Neben ihm Bryan, vorne links dessen Mutter; rechts neben ihr (vorne) Felix Klein. Die Namen der anderen Personen sind nicht mehr bekannt.



maschinen, Lokomotiven, Turbinen und Motoren aller Art auftreten konnten – und die, wie Sommerfeld 1901 in einem Vortrag vor dem Aachener Bezirksverein des VDI urteilte, „in den technischen Wissenschaften noch nicht diejenige Beachtung“ fanden, die sie „zweifelloos verdienen“.

Um seine Zuhörer nicht im unklaren über die praktische Bedeutung dieser Phänomene zu lassen, präsentierte er ihnen ein konkretes Beispiel, das ihm von einem Maschinenbauer

der Antriebsspannung des Motors konnte er die Drehzahl erhöhen und damit die Hin- und Herbewegung der Unwucht in die Nähe der Eigenschwingung des Tisches bringen, so daß der Tisch in heftige Resonanzschwingungen geriet. Erhöhte er jetzt die Antriebsspannung des Motors noch weiter, so bewirkte dies keine schnellere Motorumdrehung, sondern die ganze Energie wanderte in die Tischschwingungen. „Der Fabrikant verbrennt also seine teuren Kohlen“, so übertrug er die Verhältnisse seiner

Demonstration auf die Praxis, „nicht um seine Maschine zu bewegen, sondern um sein Fundament zu lockern!“

Sommerfelds „Wackeltisch“ hat den Zeitgenossen mächtig imponiert. Der Versuch wurde vielerorts wiederholt und in der internationalen Lehrbuchliteratur der technischen Schwingungslehre als „Sommerfelds Experiment“ verewigt. Der „Sommerfeld-Effekt“, wie das merkwürdige Wechselspiel von Schwingung und Rotation bei diesem Resonanzphänomen auch genannt wird, ruft auch

die Schwingungen erregten u. ich möchte dies daher hier noch nachtragen. Bei der üblichen Art des Massenausgleichs bei den Lokomotiven (durch Anbringen eines ‚Gegengewichts‘) werden nämlich die horizontalen Kräfte ziemlich ausgeglichen, natürlich aber auf Kosten des Massenausgleichs in senkrechter Richtung. Der Raddruck der Lokomotive auf der Brücke ist daher (abgesehen von einem constanten Gliede) nach einer Sinusschwingung veränderlich und ein Vergleich der Zeiten, soweit er auf

Bruchbelastung betrug, ohne dass die angeführten wissenschaftlich auf der höchsten Stufe stehenden Ingenieure einen hinreichenden Grund dafür anzugeben vermöchten“.

Die Szenerie des Unglücksorts bot ein Bild des Schreckens. Der mit Ausflüglern voll besetzte und von zwei Dampflokomotiven gezogene Zug hatte die Brücke in dem Augenblick zum Einsturz gebracht, als die erste Lokomotive bereits am anderen Brückende angelangt war. „Die beiden Lokomotiven und die sieben darauffolgenden Wagen stürzten mit der Brücke hinunter, wurden von der gewaltigen lebendigen Kraft des Zuges übereinander geschoben und in den Fluthen der ziemlich hoch angeschwollenen Birs begraben ... Beim Einsturz wurde in der Umgebung ein fürchterliches Getöse und ein markerschütternder Aufschrei der sterbenden Opfer gehört, dann war alles still und ein grauenerregendes Bild der Zerstörung bot sich dem Auge dar“, berichtete die *Schweizerische Bauzeitung*.

Bei allem Rätselraten über die Ursache des Brückeneinsturzes konnte man aus den Augenzeugenberichten von Überlebenden doch einen Hinweis darauf erhalten, daß es sich tatsächlich um ein Resonanzphänomen gehandelt habe: „Der Bruch selbst ist nach übereinstimmenden Berichten, nach welchen einzelne Passagiere Zeit fanden, durch die Fenster zu entkommen, nicht plötzlich, sondern nach mehrfachem Wogen, Auf- und Abschwanken der Brücke erfolgt“, hieß es.

Sommerfeld hatte mit seinem Vortragsthema und der Demonstration des Wackeltisches also einen empfindlichen Nerv der Technik seiner Zeit getroffen. Ein Mathematikerkollege aus Innsbruck, Wilhelm Wirtinger (1865-1945), schrieb ihm: „Wir haben also Ihren Wackeltisch wirklich zu neuem Leben erweckt und er hat alle Leute, denen ich denselben vorführte sehr interessirt. Ich habe auch von unsern Technikern allerlei interessantes darüber erfahren, so dass man ähnliches bei Lokomotiven mit den Schlingern beobachtet habe ...“

Das Eisenbahnwesen jener Jahre war aus dem Blickwinkel der technischen Mechanik ein Tummelplatz von Problemen, die auch für Mathe-



Eisenbahnunglück bei Mönchenstein in der Schweiz im Jahr 1891, bei dem 73 Menschen getötet wurden. Es wurde vermutlich durch das Resonanzverhalten der Brücke ausgelöst.

heute wieder Neugier und Staunen hervor, da an diesem Beispiel sonderbare Chaosphänomene zutage treten.

Für Sommerfelds Zeitgenossen war dieser Effekt jedoch weniger Gegenstand amüsierten Staunens als vielmehr todernste Realität: „Meiner Meinung nach ist nämlich der Brückeneinsturz in Mönchenstein, der s. Zt. so vielen Menschen das Leben kostete, in erster Linie durch eine Resonanzwirkung von derselben Art, wie Sie sie besprachen, zu erklären“, schrieb August Föppl (1854-1924), Professor für Mechanik an der Technischen Hochschule München, an Sommerfeld. „Die Mönchensteiner Brücke hatte eine Construction, bei der gewisse freie Schwingungen von verhältnißmäßig sehr großer Schwingungsdauer möglich waren. Die Annahme, daß eine Resonanz(wirkung) den Unfall verschuldet habe, lag daher von vornherein sehr nahe. Erst nach dem Druck des Ihnen zugesandten Aufsatzes ist mir indessen ganz klar geworden, worin die Anstöße bestanden haben müssen, die

Grund der mir bekannten Daten möglich war, zeigte, daß in der That eine Resonanz zwischen dieser erregenden Schwingung u. der freien Schwingung der Obergurts bestand. Ich bin daher nachträglich noch mehr, als zur Zeit der Abfassung des Aufsatzes in der Meinung bestärkt worden, daß die Resonanzwirkung die Hauptursache für den Einsturz gebildet hat.“

Föppl erinnerte damit an eine Katastrophe aus dem Jahr 1891, bei der 73 Menschen getötet und 131 zum Teil schwer verletzt wurden. Das Unglück wurde überdies als rätselhaft empfunden, da es mit dem Sachverstand der Brückenbautechnik jener Jahre nicht zu erklären war. „Wir stehen demnach vor der Thatsache“, so hatte es Föppl damals in der *Schweizerischen Bauzeitung* formuliert, „dass eine eiserne Balkenbrücke von einfachster Art, deren Berechnung zu den leichtesten Aufgaben der Statik gezählt wird, unter der Belastung zusammengebrochen ist, welche vielleicht $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ der rechnungsmässigen

matiker oder theoretische Physiker eine Herausforderung darstellten. Zudem gab es kaum Lehrbücher, die das Gebiet vor dem Hintergrund der aktuellen Erkenntnisse überschaubar darstellten. Für das Gebiet der Lokomotivschwingungen zum Beispiel verwies man gewöhnlich auf Redtenbachers Werk *Die Gesetze des Lokomotiv-Baues* aus dem Jahr 1855, wo die von Sommerfeld, Föppl und Wirtinger diskutierten Schwingungsphänomene zwar angesprochen aber falsch gedeutet worden waren.

1904 trug der *Verein Deutscher Maschinen-Ingenieure* diesem Maniko mit einem Preisausschreiben Rechnung, das für ein „Lehrbuch über Lokomotivenbau, theoretische Behandlung der Grundverhältnisse“ nicht weniger als 6000 Mark anbot. Es fehle „an einer einheitlichen und erschöpfenden theoretischen Darstellung“, hieß es zur Begründung.

Wenig später erhielt Sommerfeld von dem Lokomotivenkonstrukteur August von Borries (1852-1906) einen Brief mit der Anfrage, ob er sich als dessen Koautor an dem Lehrbuch-Preisausschreiben beteiligen wolle. „Ich denke dabei besonders an den mechanisch-theoreti-

schen Theil“, setzte von Borries hinzu. Sommerfeld scheint nicht abgeneigt gewesen zu sein, daran mitzuwirken, denn von Borries bat Sommerfeld in einem zweiten Brief, sich „Ihrer Zusage gemäß“ mit einem ersten Teilkapitel des Lehrbuchs zu befassen. Vermutlich wurde die Ausführung des gemeinsamen Lokomotiven-Lehrbuchs dann durch eine schwere Erkrankung von Borries' im Jahre 1905 verhindert, an deren Folgen er Anfang 1906 starb.

ENTTÄUSCHTE ERWARTUNGEN?

Das Beispiel des Lokomotivenkonstruktors zeigt, daß auf Seiten der Praxis durchaus der Kontakt zur Theorie gesucht wurde – trotz aller Theoriefeindlichkeit und „antimathe-matischen Bewegung“ unter den Technikern. In ganz ähnlicher Weise wandten sich auch die Schiffbauingenieure Otto Schlick (1840-1913) und Ludwig Gümbel (1874-1923) mit Fragen über die stabilisierende Wirkung von Schiffskreiseln beziehungsweise über Schiffsschwingungen an Sommerfeld. Über den Austausch von Briefen hinaus kam es aber nicht zu

einer weitergehenden Zusammenarbeit, obwohl Gümbel unmittelbar Probleme ansprach, die sich auf Sommerfelds Aachener „Wackeltisch“-Vortrag bezogen, und Schlicks Fragen dem von Sommerfeld ohnehin zu bearbeitenden Komplex der Theorie des Kreisels entstammten.

Es ist auch bemerkenswert, daß Sommerfeld nicht als Techniker Karriere machte, obwohl ihm dies durch Berufungen an die Technische Hochschule nach Delft, an die Bergakademie Berlin und an die Technische Hochschule in Charlottenburg möglich gewesen wäre. Statt dessen wurde er der Begründer einer „Pflanzstätte der theoretischen Physik“ in München – wie er selbst gerne die unter Theoretikern vielgepriesene „Sommerfeldschule“ nannte. Ein Verehrer Sommerfelds aus den Kreisen der Techniker empfand 1906 anlässlich der Berufung Sommerfelds nach München ein „wehmütiges Gefühl“ und fürchtete, „daß Ihre neue Tätigkeit Sie ganz und gar fesseln und Ihnen kaum Zeit lassen wird, technische Probleme zu lösen“. Und er erinnerte sich: „Sie haben mir ja selbst einmal gesagt: ‚Ich bin ja eigentlich kein technischer Professor, ich bin Physiker!‘“



„Der Privatdozenten-Tisch“ in Göttingen, wo Arnold Sommerfeld (Zweiter von links, vorne) in den Jahren 1894-1897 mit Felix Klein zusammenarbeitete.

Daß Sommerfeld trotzdem an der Technik interessiert blieb, stellte er mit einer Reihe weiterer Arbeiten unter Beweis: Er publizierte über Eisenbahnbremsen, Schmiermittelreibung, die Knickfestigkeit von Eisenträgern, das „Pendeln“ von parallelgeschalteten Dynamos, den Wechselstromwiderstand von Spulen und anderes mehr. In der Regel galt sein Interesse dabei aber mehr der Ausarbeitung von Grundlagen als der ingenieurmäßigen Berücksichtigung spezieller technischer Ausführungen.

Dennoch bestand von seiten der Ingenieurwissenschaften auch an solcher Art von wissenschaftlicher Technikdurchdringung durchaus Interes-

se. Der Schiffbauingenieur Gumbel zum Beispiel zeigte sich keineswegs enttäuscht, daß Sommerfeld seinen brieflichen Anregungen keine weiteren Taten hatte folgen lassen; als er 1910 auf einen Lehrstuhl für Schiffsmaschinenbau an die Technische Hochschule Charlottenburg berufen worden war und 1912 an seiner Abteilung ein Ordinariat für Mechanik eingerichtet werden sollte, fragte er Sommerfeld, ob er diese Stelle annehmen würde. „Ich habe neulich nach der Senatssitzung in kleinerem Kreise Ihren Namen genannt und dabei bin ich derartig begeisterter Zustimmung begegnet, dass ich überzeugt bin, dass auch ausserhalb unserer Abteilung die Technische Hochschule Charlottenburg stolz sein würde, Sie unter den Mitarbeitern zu zählen.“ Offensichtlich empfanden die Techniker den zum theoretischen Physiker konvertierten Professor in München sechs Jahre nach seinem Wechsel immer noch als einen geeigneten Kandidaten.

Andererseits erhielt in diesen Jahren die theoretische Physik einen immer eigenständigeren disziplinären Status, so daß Sommerfeld ein Zurückwechseln in die Technik kaum noch als eine ernsthafte Alternative gewertet haben dürfte. Einige Jahre später wäre er wohl auch von seiten der Techniker nicht mehr in Betracht gezogen worden, da nun durch die immer stärkere Spezialisierung in den Technikwissenschaften und das Aufkommen neuer Teildisziplinen – wie zum Beispiel die „technische Physik“ – der Wechsel eines Theoretikers zwischen Mathematik, Physik und Technik ungleich schwieriger wurde.

Welches Fazit läßt sich daraus für die bis heute aktuell gebliebene Diskussion über den „Transfer“ zwischen Wissenschaft und Technik ziehen? Am Beispiel Sommerfelds zeigt sich jedenfalls, daß erst die Berücksichtigung einer Vielzahl von zeitbedingten Faktoren – Verhältnis von Universität und technischer Hochschule, „antimathematische Bewegung“, Kleins Bestrebungen, Status der Disziplinen und so weiter – die Möglichkeiten und Grenzen eines „Wissenschaftstransfers“ zeigt.

Skepsis ist insbesondere gegenüber Studien angebracht, die ohne Rücksicht auf die jeweiligen Zeitumstände Beispiele für Technologietransfer un-

terschiedlicher Epochen und Kulturen nebeneinandersetzen, um daraus auf gesetzmäßige Tendenzen zu schließen. Das Verhältnis zwischen den Vertretern von Wissenschaft und Technik scheint meist eher gespannt als harmonisch gewesen zu sein – doch wo die Barrieren zwischen beiden Sphären jeweils verliefen und wie sie überwunden wurden (wenn überhaupt), kann nur der genauere Blick auf den Einzelfall enthüllen. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

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

Eckert, Michael: Die Atomphysiker. Eine Geschichte der theoretischen Physik am Beispiel der Sommerfeldschule, Braunschweig/Wiesbaden 1993.

Hensel, Susan; Ihmig, Karl Norbert; Otte, Michael: Mathematik und Technik im 19. Jahrhundert in Deutschland. Göttingen 1989.

Hermann, Armin: Sommerfeld und die Technik. In: Technikgeschichte, 34/1967, S.311-322.

Klein, Felix und Arnold Sommerfeld: Über die Theorie des Kreisels. 4 Hefte. I: Einführung in Kinematik und Kinetik des Kreisels. II: Durchführung der Theorie im Falle des schweren symmetrischen Kreisels. III: Die störenden Einflüsse. Astronomische und geophysikalische Anwendungen. IV: Die technischen Anwendungen der Kreiseltorie. Leipzig 1897/1898/1903/1910 (Nachdruck 1965).

Manegold, Karl-Heinz: Universität, Technische Hochschule und Industrie: Ein Beitrag zur Emanzipation der Technik im 19. Jahrhundert unter besonderer Berücksichtigung der Bestrebungen Felix Kleins. Berlin 1970.

Sommerfeld, Arnold: Beiträge über den dynamischen Ausbau der Festigkeitslehre. In: Physikalische Zeitschrift, 3/1902, S. 266-271 (enthält Beschreibung des „Wackeltisch“-Experiments).

Verschiedene Autoren über das Eisenbahnunglück bei Mönchenstein. In: Schweizerische Bauzeitung, Bd. 17, 20. Juni 1891, S. 155ff; 27. Juni 1891, S. 161ff; Bd. 18, 18. Juli 1891, S. 15ff; 25. Juli 1891, S. 21ff.

PROJEKT SOMMERFELD-EDITION

Seit April 1995 wird am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität München ein Projekt zur Erfassung der noch erhaltenen Sommerfeld-Korrespondenz durchgeführt. Eine Auswahl besonders wichtiger Briefe von und an Sommerfeld wird als zweibändige Edition publiziert. Der Gesamtbestand aller aufgefundenen Sommerfeldbriefe wird durch Scannen elektronisch archiviert; die wichtigsten Daten eines jeden Briefes werden in einer Datenbank gespeichert. Die Datenbank soll der physikhistorischen Forschung durch das Internet und CD-ROM zugänglich gemacht werden.

Das Projekt wird von der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* finanziert und im Deutschen Museum, wo auch der Nachlaß Sommerfelds aufbewahrt wird, organisatorisch betreut (Abteilung Programme, Leitung: Prof. Dr. Jürgen Teichmann). Das Projekt hofft auf die Mithilfe der Leser von *Kultur & Technik* beim Aufspüren weiterer Sommerfeldbriefe, die sich möglicherweise noch in Privatarchiven befinden.

Mitteilungen werden erbeten an: Dr. Michael Eckert, Dipl.-Phys. Karl Märker, Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität München, Postfach, D-80306 München. Telefon: 089/2179-486. E-mail: ug301an@sunmail.lrz-muenchen.de.

DER AUTOR

Michael Eckert, geboren 1949, Dr. rer. nat., ist Physiker und Wissenschaftshistoriker. Arbeitsschwerpunkte: Geschichte der theoretischen Physik; wissenschaftliche Briefedition. Dem vorliegenden Beitrag liegt das im Kasten erwähnte Editionsprojekt über die wissenschaftliche Korrespondenz Arnold Sommerfelds zugrunde.



Location: http://www.lrz-muenchen.de/DT-MUSEUM/

KULTUR AM KABEL

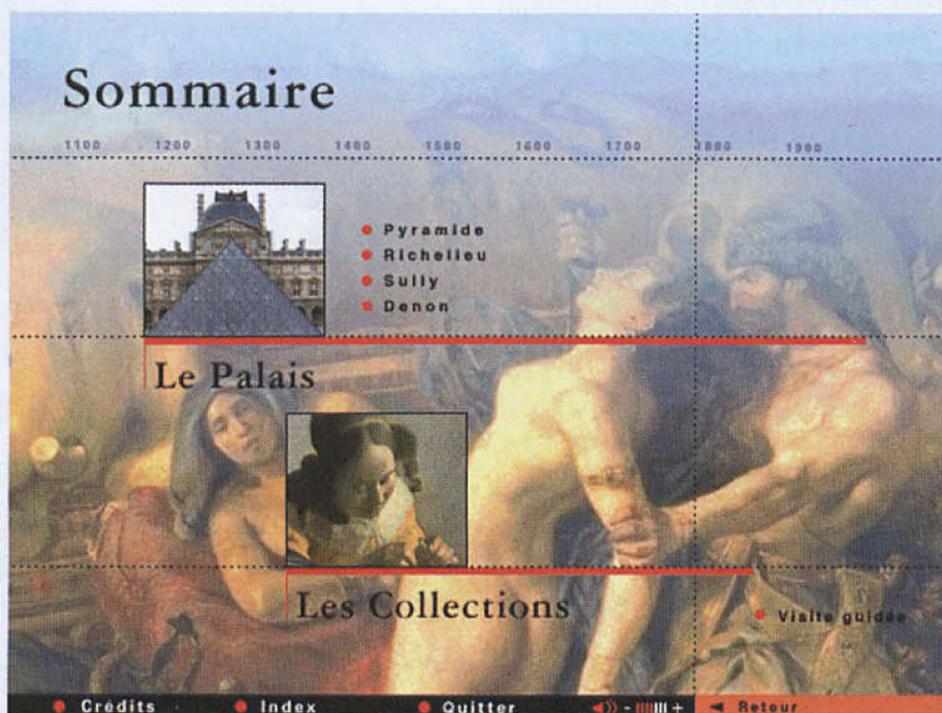
Museen in der neuen Medienlandschaft

VON MATTHIAS KNOPP

Gegenwärtig findet der Übergang von der Industrie- zur Informationsgesellschaft statt. Politiker proklamieren neue nationale Prioritäten. In den USA herrscht seit der Initiative des Vizepräsidenten Al Gore zum Datenhighway Aufbruchstimmung. Im Februar 1995 haben in Brüssel die Minister der G7-Länder darüber beraten, wie der Übergang zur Informationsgesellschaft am besten zu bewältigen sei und welche Projekte am förderungswürdigsten erscheinen. Wie verhalten sich in diesem tiefgreifenden Umbruch die klassischen Vermittler von Kultur und Bildung, die Museen?

High Speed Modems, Online-Dienste, Internet, Datenautobahn, Edutainment, Infotainment und das Wort des Jahres 1995 „Multimedia“: Das sind Schlagwörter, die immer häufiger begegnen.

In Kaufhäusern und Buchhandlungen tauchen vermehrt in den Regalen, die den Fachbüchern und mehrbändigen Lexika vorbehalten sind,



Die Kunstschatze des Louvre in Paris sind auf CD-ROM zugänglich.

die kleinen silberfarbenen Scheiben auf. Nachdem die CD oder Compact Disc mittlerweile komplett den Musikmarkt beherrscht, schickt sie sich an, vielen etablierten Buch- und Filmprodukten Konkurrenz zu machen.

Museen haben zwei Möglichkeiten, ihre Arbeit nach außen zu dokumentieren: durch Ausstellungen und durch Publikationen. Beide erfordern eine unterschiedliche Auseinandersetzung mit neuen Medien und Informationstechniken.

Die Anwendung neuer Medien in Museumsausstellungen variiert stark

mit ihrem Charakter. In klassischen Kunstausstellungen und in Kunstmuseen ist die Anwendung neuer Mediensysteme relativ selten zu finden. Das ist leicht verständlich. Das Kunstobjekt soll für jeden Betrachter im Vordergrund stehen. Die Umgebung des Kunstwerks sollte möglichst unauffällig sein und nicht vom Objekt ablenken.

Trotzdem gibt es vorbildliche Beispiele für den Einsatz neuer Mediensysteme, so in der *National Gallery of Art* in Washington. Die Besucher finden hier im Eingangsbereich des Museums einzelne Computerarbeitsplätze; ein technisch und grafisch perfektes System bietet neben einer qualitativ sehr hochwertigen Bilddarstellung viele weiteren Informationen über die ausgestellten Gemälde an.

In Kunstmuseen, die sich mit neueren Techniken der modernen Kunst auseinandersetzen, zum Teil mit den neuen Mediensystemen selbst, dienen neue Medientechniken der Bild- und Tonwiedergabe oft als neue gestalterische Mittel, um künstlerische Ideen in Kunstwerke umzusetzen. Zeitgeschichtliche Museen wollen mit ihrem Kulturgut einen Einblick in

historische Zeitepochen vermitteln. Der Umgebung des ausgestellten Objekts kommt hier verstärkte Bedeutung zu. Die Ausstellung einer römischen Goldmünze kann isoliert betrachtet nur wenig über das Handelssystem der Römer aussagen. Neue Medien bieten dem Ausstellungsmacher vielfache Möglichkeiten, Bildungs- und Erlebniswert der Ausstellung erheblich zu steigern. Wichtig dabei ist, daß eine für den Besucher vollkommene Symbiose aus Objekt und Umgebung entsteht, die eine eigene Atmosphäre schafft und einen nachhaltigen persönlichen Eindruck hinterläßt.

In Deutschland sind mittlerweile Museen zu finden, die das ganze Spektrum der neuen Ausstellungstechniken abdecken: vom klassischen Freiluftmuseum bis zum modernen zeithistorischen Museum, wie etwa dem *Haus der Geschichte* in Bonn. Dieses wird auch von Kritikern als positives Beispiel eines erlebnisreichen und spannenden Museums mit gezieltem Einsatz neuer Medientechniken genannt. Die beträchtlichen Besucherzahlen des erst 1994 eröffneten Museums sprechen für sich.

Technische Museen sehen ihren Schwerpunkt in der Vermittlung von Sachverhalten aus Naturwissenschaft, Technik und Handwerk der Vergangenheit und Gegenwart. Stand bei vielen um die Jahrhundertwende entstandenen Museen die Technik selbst und ihr Funktionieren im Vordergrund, ist heute ein Trend zur Auseinandersetzung mit den gesellschaftlichen Auswirkungen zu verzeichnen. Der Besucher möchte sowohl den technischen Aspekt eines Exponats, als auch seinen geschichtlichen und sozialen Kontext verstehen. Dem müssen Mediensysteme in den Ausstellungen technischer Museen Rech-

nung tragen. Auch das Deutsche Museum versucht dieser Besuchereinstellung gerecht zu werden, so zum Beispiel in der neuen Abteilung Drucktechnik.

Ein Multimediasystem gibt bei besonders wichtigen Exponaten zusätzliche Informationen in Wort und Bild. Die revolutionierende Erfindung des Buchdrucks wird erst dann in ihrer Tragweite verständlich, wenn der Besucher sowohl die charakteristischen Stärken dieser neuen Technik als auch ihre gravierenden Auswirkungen auf die Verbreitung von Wissen und damit auf die Gesellschaft erkennt.

In Deutschland ist die gesamte Bandbreite vom klassischen hand-

Inwieweit sich der Ausstellungsmacher neuer Medientechniken bedienen darf, entscheidet letztlich der Besucher. Museen wie das *Museum of American History* in Washington, zeigen Besuchern lange vor der Eröffnung Varianten von Ausstellungsteilen, Inszenierungen, Demonstrationen und Multimediaeinrichtungen. Durch Besucherbefragungen wird festgestellt, welche Variante am meisten geschätzt wird und daher am erfolgversprechendsten ist.

Kleinere Museen, die nicht von der öffentlichen Hand finanziert werden, sind hier in der Regel überfordert. Um so wichtiger ist die Bringpflicht großer Museen, mit Publikationen und Zusammenarbeit Hilfestellung zu geben.

Während die Entwicklung neuer Medientechniken für die Gestaltung von Ausstellungen eher mäßig rasch vorankommt, ist bei Publikationen auf CD-ROM ein zunehmender Trend zu beobachten. Museen sind hier für die Hersteller von Software und die Anbieter von Online-Diensten besonders attraktive Plattformen. Dementsprechend groß ist die Aktivität von Firmen, die sich – beson-

ders bei den großen Museen – Marktanteile sichern wollen.

Die Wortneuschöpfung *Edutainment*, entstanden aus *education* (Erziehung, Bildung) und *entertainment* (Unterhaltung), ist im Zusammenhang mit neuen Lernprogrammen geprägt worden. Lernsoftware ist nicht neu. Seitdem die PCs über eine Rechnerleistung verfügen, mit der Bild und Ton in akzeptabler Qualität reproduzierbar sind, boomt die Branche. Kennzeichnend dabei ist der Spaßfaktor. Er soll durch die geschickte Kombination von Text, Bild, Video und Ton spielerisch Wissen vermitteln und die Kreativität anregen. Nicht zufällig verschiebt sich die



Homepage des Deutschen Museums, das seit 1995 im Internet präsent ist.

werklichen Museum bis zum modernen, von Medientechniken dominierten Industriemuseum zu finden. Bei der Anwendung neuer Medientechniken müssen die Ausstellungsgestalter besondere Umsicht walten lassen, verführt doch die Flexibilität von multimedialen Computerstationen zu ihrem übermäßigen Einsatz. Damit würde die spannungsvolle Erlebnisatmosphäre verspielt, die den Museumsbesucher anzieht. Und bleiben die Besucher aus, müssen sich die Ausstellungsmacher eingestehen, daß sie etwas falsch gemacht haben.

Zielgruppenorientierung immer stärker zu jüngeren Käuferschichten.

Die Ansichten über Sinn und Unsinn dieser Art von Lernprogrammen sind gespalten. Die Befürworter sehen in ihnen eine sinnvolle, produktive Ergänzung zu den klassischen Methoden der Vermittlung von Wissen und Bildung. Komplexe Sachverhalte können auf anschaulichere Weise dargestellt werden. Die Gegner sehen den generellen Lernprozeß im sozialen Kontext in Gefahr. Von Kreativitätsverlust, Reizüberflutung, Verlust der spontanen Entscheidungsfreudigkeit und Realitätsverlust ist die Rede.

Es gibt unzählige Veröffentlichungen, die diese Problematik im Detail beleuchten. Es kristallisieren sich aber deutlich einige Fakten heraus:

- An den neuen Medien kann niemand mehr vorbei.
- Eine Konfrontation in möglichst frühem Alter vermeidet spätere Berührungängste und Probleme im Umgang.
- Phantasielose Programme sind „out“.
- Software-Produkte müssen so angelegt sein, daß der Benutzer agieren kann und nicht nur reagiert.
- Kinder und Jugendliche müssen den Umgang mit dem Medium Computer in der Schule lernen.

Museen in Deutschland fangen gerade an, auf dem Gebiet von Edutainment erste Gehversuche zu machen. Wer ein Projekt angeht, stellt schnell fest: Ausgewiesene Fachleute und Fachkompetenz sind rar. In jedem größeren Museum gibt es genügend Fachwissen, um einen Ausstellungskatalog zu gestalten oder ein Fachbuch zu schreiben. Für multimediale Produkte fehlt vergleichbares Wissen. Das wird in zunehmendem Maße erkannt. Es gibt überregionale Initiativen, so innerhalb des *Deutschen Mu-*

seumsbundes, die sich mit der Problematik von multimedialen Anwendungen in Ausstellungen und Publikationen beschäftigen. Dadurch haben auch kleinere Museen die Chance, sich professionelles Fachwissen anzueignen.

Bei den Hütern und den Erforschern von gesammeltem Kulturgut, bei den Museumskonservatoren, zeichnet sich langsam eine Änderung ihres Arbeitsprofils ab. Genügte es bisher, einen geschriebenen Text – beispielsweise für eine Ausstellung oder für einen Katalog – fachlich und didaktisch richtig auszuarbeiten, stellen multimediale Produkte weitaus höhere Anforderungen. Der Konservator als Verantwortlicher für einen

Noch rasanter als die CD-ROM-Publikationen entwickelt sich das Informationsangebot über Datennetze und Online-Dienste. Galt der Austausch von Informationen und Forschungsergebnissen im universitären Bereich in Deutschland schon vor 15 Jahren als Selbstverständlichkeit, so machen Museen hier erst Gehversuche. Vielfach herrschte oder herrscht noch der Gedanke vor, daß Museen zwar wertvolles Kulturgut erhalten und sammeln, aber ihre Schätze nicht ohne weiteres der allgemeinen Öffentlichkeit und Forschung zugänglich machen sollen.

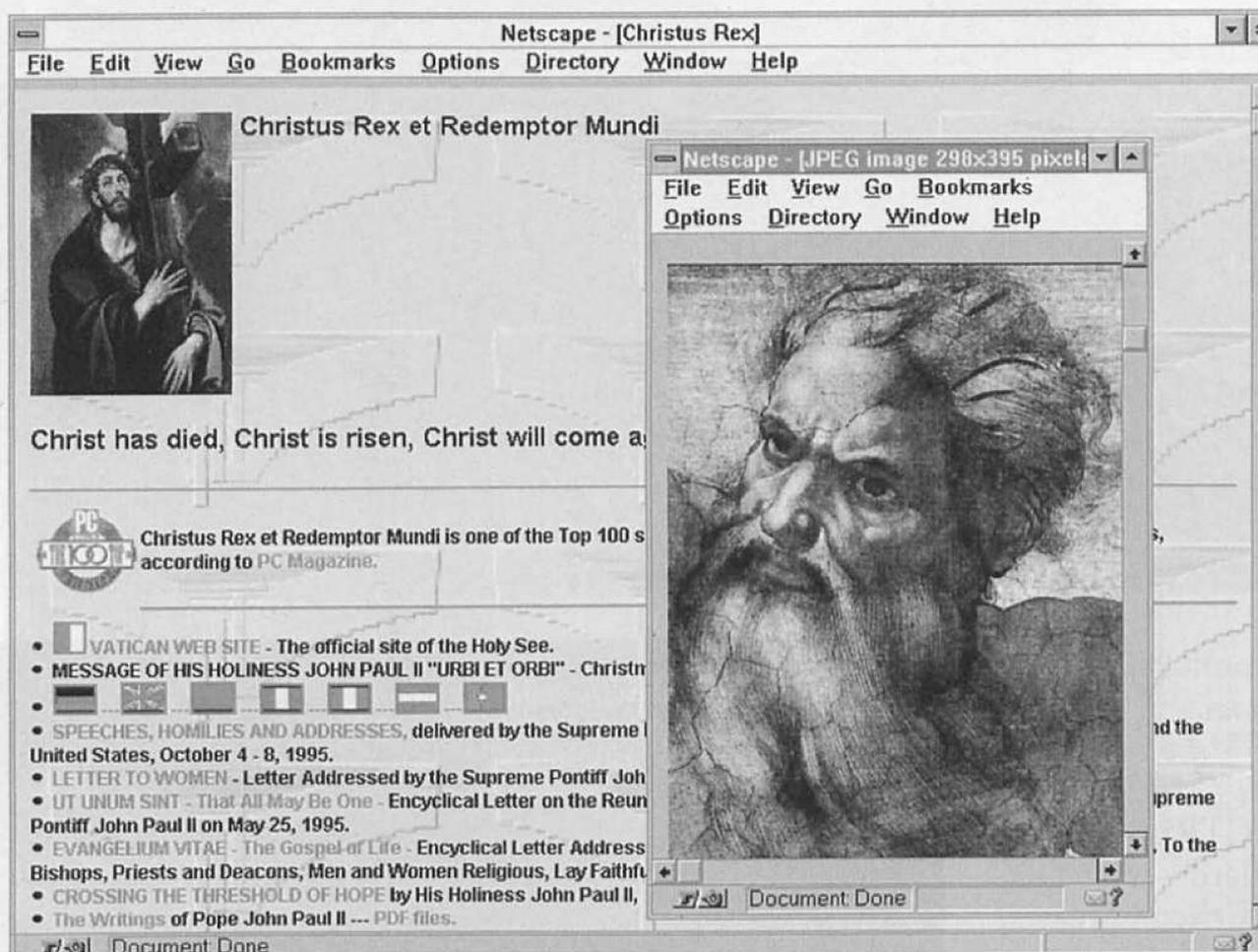
Im Ausland gibt es schon seit längerem beispielhafte Anstrengungen, nationales Kulturgut mittels EDV zu

erfassen, zu vernetzen und einem möglichst großen Kreis von Interessenten zugänglich zu machen.

Das *Canadian Heritage Information Network* (CHIN, Informationssystem kanadischer Kulturgüter), eine Einrichtung der kanadischen Regierung, ist hier mit an erster Stelle zu nennen. Über 25 Millionen Kulturobjekte und über 80 000 bedeutende archäologische Fundstätten sind bisher erfaßt. Das

CHIN betreibt außerdem das *Conservation Information Network* in Zusammenarbeit mit dem *Getty Trusts' Conservation Institute* und dem *Smithsonian Analytical Laboratory*. Hier können Museen Informationen über verschiedenste, bei restauratorischen Problemen auftauchende Fragen erhalten.

Die *Datenbank Schweizerischer Kulturgüter* (DSK) ist ein Institut der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften und realisiert ein Informationssystem für schweizerische Kulturgüter. Die DSK bietet zur Zeit Informationen über Werke der bildenden Kunst sowie einen Führer über alle schweizeri-



Die Bildersammlung aus der Sixtinischen Kapelle im Vatikan.

Ausstellungsbereich wird mehr und mehr lernen müssen, sich multimedialer Ausdrucksformen zu bedienen. Leider gibt es in Deutschland erst wenige Hochschulen, die dem mit museumsspezifischen Studienangeboten und einem qualifizierenden Abschluß Rechnung tragen.

Einen Streifzug durch die digitale Lernwelt zeigt das Deutsche Museum seit Juli 1996 in seiner großen Sonderausstellung „Digitale Welten“, in der die Besucher zahlreiche Edutainment-Programme ausprobieren können (siehe Bild auf Seite 34).



Blick in die Sonderausstellung
„Digitale Welten“
des Deutschen Museums.

schon Museen, Sammlungen und Wechselausstellungen an.

In England hat die *Museum Documentation Association* (MDA) unter dem Stichwort SPECTRUM einen Dokumentationsstandard erarbeitet, der von allen englischen Museen übernommen werden und die spätere Vernetzung erleichtern soll.

Die Vernetzung von Beständen verschiedener Museen in Deutschland ist noch weitgehend Utopie. Neben vielen infrastrukturellen Problemen erschwert die Kulturhoheit der Länder überregionale Aktivitäten. Die Notwendigkeit EDV-erfasster Bestände wird in deutschen Museen zwar nicht mehr ernsthaft in Frage gestellt; darauf aufbauende öffentlich zugängliche Informationssysteme haben aber oft noch keine Priorität in den Planungen der Museen.

Doch es gibt schon Pionierversuche: Das *Digitale Informationssystem für Kunst und Sozialgeschichte* (DISKUS) versucht, mittels digitaler Da-

Hochleistungs-Glasfaserkabel
der Deutschen Telekom
für die „Datenautobahn“.



ten Erfassung Museumsbestände elektronisch zu verwalten und miteinander zu vernetzen. Basis ist das *Marburger Informations-, Dokumentations- und Administrationssystem* (MIDAS), ein wissenschaftlich anerkanntes Bildarchivierungs- und Dokumentationssystem, welches auch ein Regelwerk zur Erfassung und Strukturierung von kunsthistorischen Daten und das zugehörige Datenbanksystem HIDA beinhaltet. Teilnehmer sind unter anderen die Staatlichen Museen in Berlin, das Kölner Wallraf-Richartz-Museum, die Museen in Hamburg und das Germanische Nationalmuseum in Nürnberg. Die Berliner Museen sind außerdem Partner im europäischen RAMA-Programm.

Die Europäische Gemeinschaft unterstützt schon seit langem multimediale Bemühungen auf kulturellem Gebiet. Das DG III (Directorate General/Industry) der EU hat seit 1985 zwei größere Projekte gefördert:

- VASARI (*Visual Arts Systems Archiving Retrieval Images*) zur hochauflösenden digitalen Aufnahme von Bildern. Teilnehmende Institutionen waren die *National Gallery* in London und das *Dörner-Institut* in München.

- MUSA (*Use of Multimedia for Protecting Europe's Cultural Heritage*) ebenfalls ein Projekt zur Förderung multimedialer Produkte im Bereich der Kunstmuseen.

Das DG XIII (Direktorat für Telekommunikation und den gesamten Informationsbereich) hat innerhalb des RACE-Programms von 1987 bis 1996 mit einem Fördervolumen von rund zwei Milliarden D-Mark hauptsächlich anwendungsorientierte Projekte gefördert:

- EMN (*European Museum Network*) dient der Entwicklung eines interaktiven, international vernetzten Multimedia-Systems in Zusammenar-

beit mit verschiedenen Partnermuseen.

- RAMA (*Remote Access to Museum Archives*) hat die Entwicklung eines übergeordneten Systems zur interaktiven Recherche von Archivsystemen verschiedener Museen zum Ziel. Partner sind das *Musée d'Orsay*, die Staatlichen Museen in Berlin, das *Ashmolean Museum*, das *Goulandris Museum of Cycladic Art* und das *Museo Arqueologico Nacional* in Madrid.

- IMPACT (*Information Market Policy Actions*) dient der Entwicklung von Infrastrukturen für den kommerziellen europäischen Informationsmarkt. Innerhalb dieses Programms wurden 22 verschiedene CD-Produktionen verschiedener Museen ge-

die Einbindung außereuropäischer Partner, vor allem in den G7-Ländern USA und Japan.

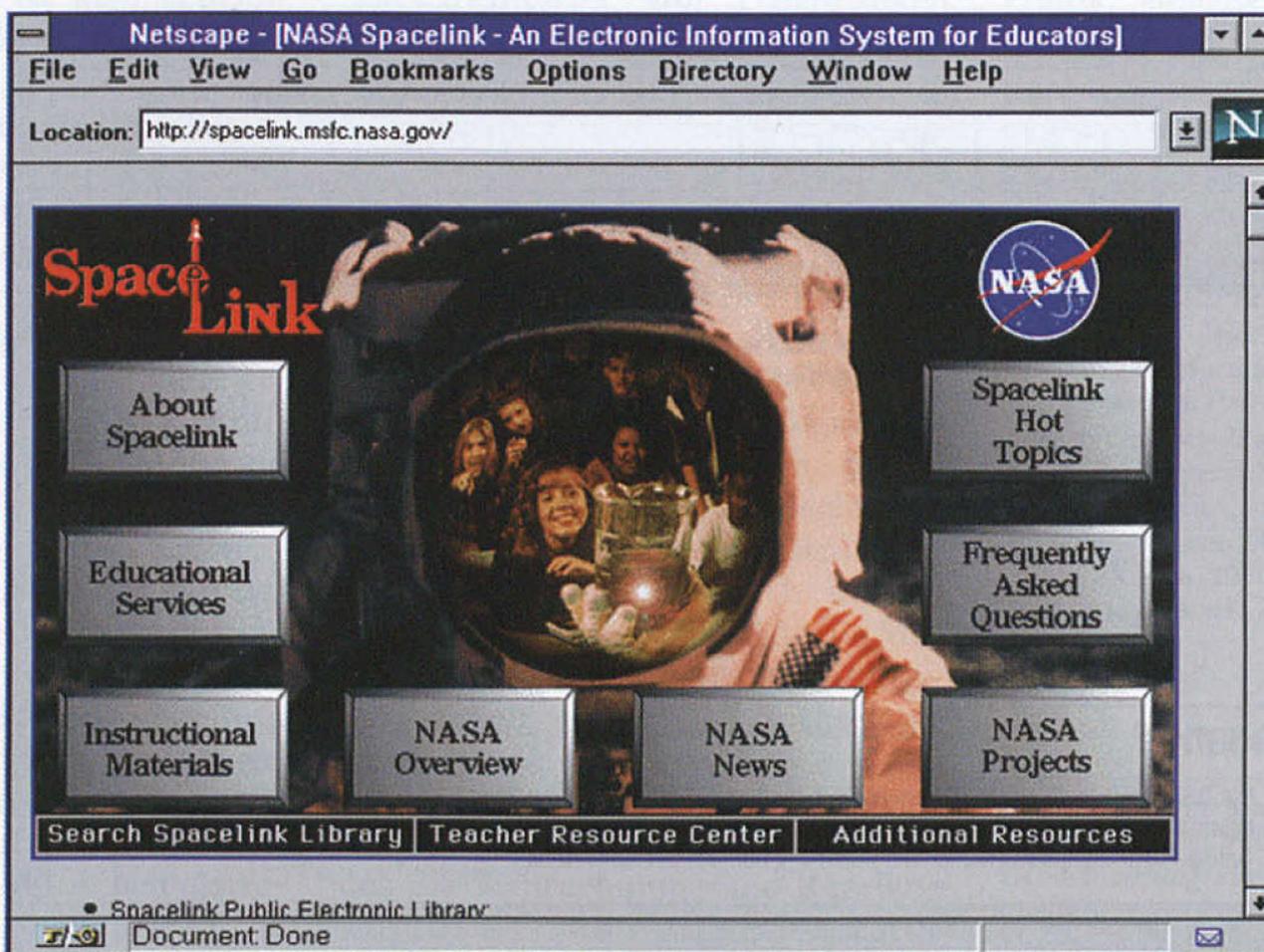
Wegbereiter für die zukünftigen europäischen Förderaktivitäten sind der Bericht des deutschen EG-Kommissars Manfred Bangemann von 1994 „Europa auf dem Weg in die Informationsgesellschaft“ sowie der Artikel 128 des Maastricht-Vertrages, der die europäische Gemeinschaft zur gegenseitigen Respektierung nationaler kultureller Eigenheiten unter gleichzeitiger Hervorhebung gemeinsamer Kulturgüter verpflichtet. Roland Hübner, Direktor des für ACTS verantwortlichen Direktorats DG XIII B, betont die Wichtigkeit der Einbindung von Benutzern in die

Programme. Es werden nur solche Projekte gefördert, bei denen tatsächlich auch der Endverbraucher mit eingebunden wird. Gerade dies bietet Museen eine gute Chance auf Förderung, da sie ja klassische Vermittler von Wissen und Kultur an die Öffentlichkeit sind.

Für viele Museen besonders interessant sind die zwei von der EU geförderten Programme SOCRA-TES und LEO-

NARDO DA VINCI, die sich ebenfalls mit Edutainment-Projekten befassen. Sie sollen in Zukunft eine stimulierende Schlüsselrolle für qualitativ hochwertige Edutainment-Produkte spielen. Für die Periode von 1995-1999 sind dafür zusammen über eine Milliarde ECU vorgesehen. Allen Programmen liegt die Anwendung neuer Informationstechnologien zugrunde.

Ganz dem Erhalt und der verbesserten Zugänglichkeit von Kulturgut für die Öffentlichkeit ist das Förderprogramm RAPHAËL gewidmet. Das dafür zuständige Direktorat DG X der EU betont, daß die Förderung nicht nur architektonische Denk-



Die Nasa bietet im Internet Informationen speziell für Lehrer an.

fördert, zum Beispiel: „Gothic Cathedrals of Europe“ aus der Reihe *Monumenta*, eine Gemeinschaftsprojekt zur Erfassung europäischer architektonischer Kulturgüter in Zusammenarbeit von *British Museum*, *Musée National des Thermes de Cluny* und *Museo Nacional d'Arte Catalan*.

Das nun auslaufende RACE-Programm wurde in das EU-Programm ACTS (*Advanced Communications Technologies and Services*) überführt. Einer der wesentlichsten Punkte gegenüber früheren Programmen ist

mäler und archäologische Funde betrifft sondern besonders auch Museen, Sammlungen und Archive. Unter Einbeziehung vieler Fachleute wurde ein detailliertes Programm ausgearbeitet und dem Europarat und dem europäischen Parlament zur Beratung vorgelegt.

Das neueste EU-Programm, INFO 2000, ist ein „mehrjähriges Gemeinschaftsprogramm zur Anregung der Entwicklung einer europäischen Industrie für Multimedia-Inhalte und zur Förderung der Benutzung von Multimedia-Inhalten in der entstehenden Informationsgesellschaft“, wie es in der Ausschreibung heißt.

Gemeinsam ist diesen beiden Programmen die erstrebte Wechselwirkung zwischen dem Einsatz von Multimedia für die Erschließung des Kulturguts und die Schaffung eines einfacheren und damit kostengünstigeren Zugangs zum Kulturerbe im Rahmen der Kulturpolitik einerseits (RAPHAËL) und andererseits der Nutzung von Kulturgütern für die Entwicklung einer Industrie für multimedial präsentierbare Inhalte (INFO 2000). Aber die beiden Programme unterscheiden sich in der allgemeinen politischen Zielsetzung, in den abgedeckten Bereichen und im Umfang der vorgeschlagenen Maßnahmen. In einem begrenzten Teilbereich sind sie jedoch komplementär: bei der Nutzung des kulturellen Erbes Europas mit Hilfe von Multimedia.

Im Rahmen des INFO-2000-Programms gibt es maximal eine Million ECU für die Förderung eines Einzelprojekts. Will man in den Genuß einer solchen Förderung kommen, ist allerdings ein Dickicht von schwer verständlichen Bedingungen, Bestimmungen und Vertragsentwürfen zu

durchforsten. Die Abfassung eines Antrags stellt für viele eine unüberwindliche Hürde dar. Um so wichtiger ist es daher, gerade für Museen, kompetente Partner zu suchen, um diese Schwierigkeiten zu meistern.

Neben den europäischen gibt es nationale Förderprogramme. Erwähnt sei die Initiative des Freistaates Bayern: Am 21. Juli 1994 gab der bayerische Ministerpräsident Stoiber in einer Regierungserklärung bekannt, daß über 100 Millionen D-Mark zur Verfügung gestellt werden, um den breiten Einsatz modernster Kommunikationstechniken auf verschiedenen Gebieten zu unterstützen. Das Programm hat den Namen „Bayern Online“ bekommen. Es sieht den

ermöglichen oder eigens zusammengestellte Informationsangebote zu verbreiten. Das World Wide Web (WWW) – das „Weltweite Netz“ – bietet eine standardisierte Plattform, in der unabhängig von der verwendeten Computerhardware fast alle EDV-Informationen wie Text, Grafik, Bild, Ton, Datenbankrecherche und so weiter ausgetauscht werden können. Potentielle Teilnehmer sind alle Personen, die Zugang zum INTERNET haben; man schätzt die Zahl auf über 50 Millionen.

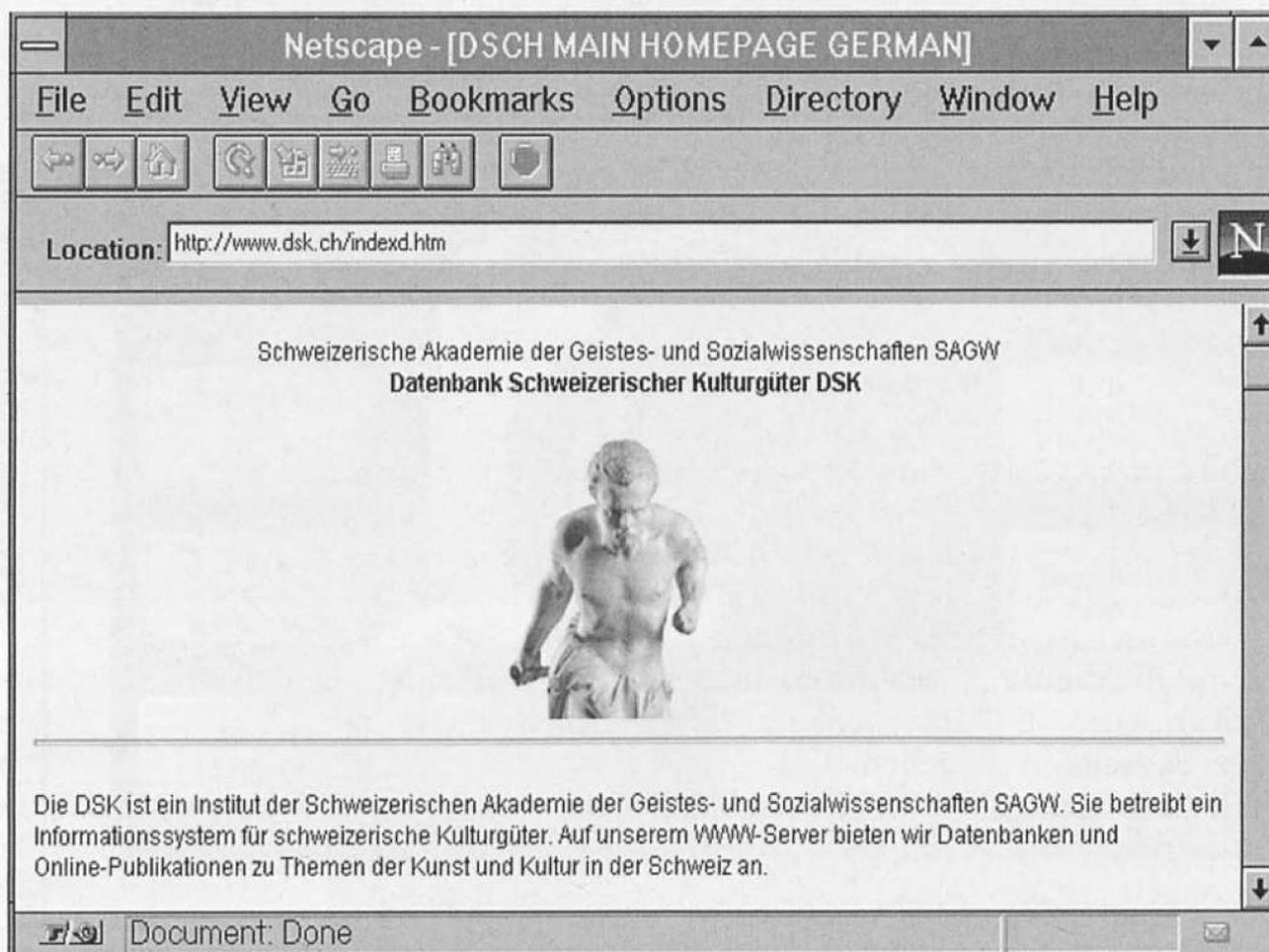
Das explosionsartige Anwachsen des INTERNET ist zum größten Teil auf die Öffnung des Netzes für kommerzielle Anbieter Anfang der 90er Jahre zurückzuführen. Deutschland

wurde von dieser Entwicklung mehr oder weniger überrollt. Das führte dazu, daß heute kaum ausreichende Leitungskapazitäten für einen schnellen Datentransfer, vor allem ins Ausland, zur Verfügung stehen. Professor Rudolf Bayer von der *Arbeitsgemeinschaft Bayerischer Forschungsverbände* spricht von mehr als einer Technikgeneration, die in Sachen Datennetze Deutschland den USA hinter-

herhinkt. Hier besteht ein großer Nachholbedarf.

England zum Beispiel hat schon frühzeitig ein schnelles Netzwerk, das Joint Academic Network (JANET), für die akademischen Einrichtungen aufgebaut. Entsprechend groß sind auch die Aktivitäten englischer Museen. In Deutschland ist die „Datenautobahn“ vor allem für die privaten Anwender noch weitgehend eine „Landstraße“. Eine Verbesserung der Situation in Deutschland ist aber in Sicht.

Der *Verein Deutsches Forschungsnetz* (DFN) hat mit der *Deutschen Telekom* den Aufbau eines neuen Hochgeschwindigkeitsnetzes für die



Homepage der Schweizerischen Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften.

Aufbau eines Datenhochgeschwindigkeitsnetzes und die Installierung neuer Kommunikationstechnologie in Bayern vor. Besonders soll auch der Zugang von Privatpersonen, klein- und mittelständischen Betrieben zu internationalen Datennetzen erleichtert werden.

Unabhängig von großen Investitionen oder Förderprogrammen haben Museen schon heute die Möglichkeit, über die internationalen Datennetze und vor allem das INTERNET Datenbankrecherchen in den eigenen, EDV-erfaßten Beständen zu

Vernetzung der Universitäten vereinbart. Dieses Netz ermöglicht zunächst Datentransferraten von 34 Megabit pro Sekunde (Mbit/sec.), später von 155 Mbit/sec. Seit dem Frühjahr 1996 ist das B-WIN (Breitband-Wissenschaftsnetz) in Betrieb. In Bayern wird die Netzstruktur außerhalb der universitären Ebene zusätzlich durch das Programm „Bayern Online“ verbessert.

Zwei große Museen in Deutschland haben im August 1995 erstmalig und fast gleichzeitig ein umfangreiches Informationsangebot im INTERNET gestartet: das *Deutsche Historische Museum* in Berlin und das *Deutsche Museum* in München. Der Schriftzug <http://www.lrz-muenchen.de/DT-MUSEUM/> ist kein geheimnisvoller Code, sondern die INTERNET-Adresse des Deutschen Museums, unter der ein Informationsangebot im *World Wide Web* (WWW) abrufbar ist. „http“ ist die Abkürzung für *hypertext transfer protocol*, ein weltweit standardisiertes Verfahren für die Übermittlung von Informationen im WWW. Die durch Punkte getrennten Buchstabengruppen identifizieren einen von etwa fünf Millionen Computern im INTERNET.

Mit Unterstützung des *Leibniz-Rechenzentrums* (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften hat das Deutsche Museum im August 1995 über 150 Bildschirmseiten in englischer und deutscher Sprache installiert. Dieses neue Medienangebot unterscheidet sich grundsätzlich von anderen museumsspezifischen Angeboten durch

- hohe Aktualität,
- schnelle Korrektur- und Erweiterungsmöglichkeiten,
- Rund-um-die-Uhr-Verfügbarkeit,
- Verbreitung im In- und Ausland,
- geringe Kosten,
- Attraktivität des Informationsangebots,
- direkte Reaktion des Benutzers durch E-Mail,
- genaue Statistik-Daten über Seitenaufrufe, das heißt über die Benutzung.

Die Akzeptanz überraschte: Im ersten Vierteljahr wurden fast 10 000 individuelle Anrufer registriert. Die Tendenz ist steigend. Die potentiellen Möglichkeiten werden erst nach und nach erkannt. Das *National Museum of Science and Industry* in London,

das größte Technikmuseum in England, ist schon einen Schritt weiter gegangen und hat die erste Technik-Konsensus-Konferenz per INTERNET abgehalten.

Ein Grund für den schnellen Erfolg des WWW ist die hohe Akzeptanz beim Endbenutzer, sei er Forscher oder Privatperson. Sämtliche Angebote, gleich ob Datenbankrecherche oder nur Lesen von Bildschirmseiten, werden mit dem standardisierten Hypertextverfahren bewältigt. Der Benutzer muß sich nicht mehr mit verschiedenen Hard- und Software-Problemen abmühen, sondern bewältigt alle notwendigen funktionellen Tätigkeiten mit ein und demselben Programm. Professionelle Softwareanbieter von Datenbanken und Textprogrammen gehen dazu über, ihre Produkte mit kompatiblen Schnittstellen und Filtern für die WWW-Sprache HTML (Hypertext Markup Language) auszustatten.

Natürlich entstehen mit verstärkter Aktivität von Museen auf diesem Gebiet auch neue Probleme – hauptsächlich im Zusammenhang mit dem Urheberrecht bei der Digitalisierung von Text und Bildern. Hinzu kommen unterschiedliche Rechtsauffassungen in den europäischen Ländern und den USA. Doch können sich in Zukunft auch Vorteile für Museen durch die bessere Vermarktungsmöglichkeit von eigenen Rechten ergeben.

In Deutschland gibt es Verwertungsgesellschaften, die für ihre Kunden die Wahrnehmung und Regelung von Urheberrechtsansprüchen regeln. Immer mehr deutsche Museen, kleine und große, nehmen die Möglichkeiten der neuen Medien wahr.

Auf dem internationalen Symposium „Museum Collections and the Information Superhighway“ im Londoner *Science-Museum* diskutierten im Mai 1995 über 200 Museumsfachleute aus aller Welt über die Bedeutung vernetzter Systeme für Museen. Aus Deutschland war aber nur ein Teilnehmer dabei, nicht typisch für die Situation in Deutschland, aber doch bedenkenswert.

Einer der Gründe für die heutige Situation ist sicher die Überforderung vieler Museen und ihres leitenden Personals. Gerade etablierten Museen fehlt mit ihren über Jahrzehnte ge-

wachsenen Strukturen oft die Flexibilität, um die notwendigen infrastrukturellen Rahmenbedingungen für ihre in Zukunft stärker werdende Rolle als Informationsanbieter zu schaffen. Die intellektuelle Leistung des Konservators in seinem ursprünglichen Metier als Bewahrer und Erforscher von Kulturgut bekommt somit neue Bedeutung. Mehr denn je können Museen, neben ihren klassischen Forschungsaktivitäten und Ausstellungen, die Arbeitsleistungen ihrer Wissenschaftler durch die neuen Medien an die Öffentlichkeit transferieren.

Wollen Museen dabei erfolgreich sein, müssen sie strategische Allianzen mit anderen Museen und Partnern aus Forschung, Industrie und Politik eingehen: So ergeben sich Chancen, im Dschungel unzähliger Förderprogramme und Kollaborationen wirksam an Projekten zu partizipieren. □

QUELLEN UND HINWEISE

Archives and Museum Informatics: Cultural Heritage Informatics Quarterly, published in Pittsburgh PA, USA.

Bayern Online – Das Konzept. Herausgegeben von der Bayerischen Staatskanzlei, Öffentlichkeitsarbeit.

Mitteilungen des DFN. Herausgegeben vom DFN-Verein, 10707 Berlin.

Förderprogramme der EU: Direktorat DG XIII.

INTERNET-ADRESSEN

Deutsches Museum Online: <http://WWW.LRZ-MUENCHEN.DE/DT-MUSEUM/>
EU-Förderprogramme: <http://WWW.ECHO.LU/>

Bayern Online: <http://WWW.BAYERN.DE/>
 Deutsches Forschungsnetz: <http://WWW.DFN.DE/>

Canadian Heritage Information Network: <http://WWW.CHIN.GC.CA/>

Datenbank Schweizerischer Kulturgüter: <http://WWW.DSK.CH/>

DER AUTOR

Matthias Knopp, geboren 1955, Dr. rer.nat., studierte Physik in Bonn. Nach Forschungstätigkeiten in Straßburg, Bonn, Köln und München kam er 1990 als zuständiger Konservator der Abteilung Raumfahrt ins Deutsche Museum. Seit Mitte 1995 baut er das Informationssystem „Deutsches Museum-Online“ auf.



Großer Buddha in Kamakura, Japan;
Bronzeguß aus dem Jahr 1252.

AUS EINEM GUSS

Von der Gußtechnik im Altertum zur Werkstoff-Forschung im Weltraum

VON HANS M. TENSI, JOHANN HÖGERL
UND THOMAS MACK

Die Selbstverständlichkeit, mit der heute gegossene Teile benutzt werden, läßt leicht vergessen, in welcher Blüte die handwerkliche Kunst, Kultur- und Gebrauchsgegenstände zu gießen, im Altertum stand. Aber auch heute noch bereitet es häufig genug Schwierigkeiten, Gußteile mit ganz bestimmten Eigenschaften herzustellen.

Als Gebrauchs- und Kultgegenstände waren in China bereits 600 vor Christus Metallspiegel weit verbreitet. Diese Spiegel geben ein hervorragendes Zeugnis von der damals beherrschten Feingußtechnik, die es erlaubt, mit höchster Konturentreue Gußteile zu erzeugen, und die auch heute noch bei nicht korrodierten Spiegeln auf ihrer reliefgeschmückten Rückseite zu bewundern ist (Bild rechts oben). Die sogenannten TLV-Spiegel aus der Han-Zeit (25-220 nach Christus) tragen zusätzlich die im Gesamtdesign völlig fremdartigen Geometrieformen „T“, „L“ und „V“, deren Bedeutung unbekannt ist.

Der im Zentrum befindliche Knauf mit angegossenem Loch, durch das eine Halteschleife gezogen wurde, ist von einem in Parallellinie ausgeführten Quadrat umgeben, welches nach dem hanzeitlichen Weltbild vermutlich China, das Reich der Mitte, symbolisiert. Alle Formen, Figuren und Darstellungen auf der Dekorationsfläche des Spiegels haben symbolischen Charakter und geben die hanzeitliche Weltauffassung wieder.



Chinesischer
Metallspiegel aus
der Hanzeit im
Völkerkunde-
museum in
München.



Bruchstück eines
chinesischen Metallspiegels.

Chemische Analysen vom Bruchstück eines Spiegels (Bild oben) ergaben, daß es sich bei der verwendeten Legierung um eine sehr gering verunreinigte, ternäre Kupfer-Zinn-Blei-Bronze mit 24 Gewichtsprozent Zinn und 5 Gewichtsprozent Blei handelt. Der daraus gegossene Spiegel blieb nach dem Abguß ohne anschließende Wärmebehandlung. Das metallographische Gefüge zeigt einen dreiphasigen Zustand, wobei unter Phase et-

was Räumliches, nämlich ein Volumen mit einheitlicher Kristallstruktur und nahezu einheitlicher Zusammensetzung zu verstehen ist; ein dreiphasiges Gefüge besteht demnach aus drei Kristallarten mit unterschiedlicher Zusammensetzung. Bei dem Spiegelbruchstück sind es ein zinnarmer Kupfer-Mischkristall – mit kubisch-flächenzentrierter Gitterstruktur –, eine intermetallische Phase mit der Zusammensetzung $Cu_{31}Sn_8$ und Phasen aus nahezu reinem Blei. Das Gemenge aus solch unterschiedlichen Kristallarten ist hart und kratzfest, Eigenschaften, die an einem Spiegel besonders geschätzt werden.

Der Bleigehalt von fünf Gewichtsprozent, der in keine metallkundliche Wechselwirkung mit dem Grundgefüge tritt, bringt drei Vorteile: Das Gußstück ist weniger porös, es läßt sich sehr glatt und gut spiegelnd polieren, und das auf der Oberfläche fein „verschmierte“ Blei schützt vor Korrosion. Zwar ist Blei deutlich unedler als Kupfer und nur geringfügig edler als Zinn, doch wird durch die Bildung von Bleioxiden eine extrem dünne, aber korrosionsbeständige Schutzschicht erzeugt, die sogenannte Passivierungsschicht.

Das Spiegelbruchstück ist ein deutlicher Beweis dafür, daß bereits in frühester Zeit Werkstoffe mit technisch äußerst komplexen Eigenschaften erzeugt wurden, und zwar ohne daß bekannt war, welche Auswirkungen Legierungszusätze auf die Feingußeigenschaften oder das Polier-, Reflexions- und Passivierungsverhalten haben.

Ein historisches Beispiel für die frühe Beherrschung der Gußtechnik auch in größeren Ausmaßen stellt der bronzene Buddha von Kamakura – Diabutsu von Kamakura – dar (Bild Seite 38). Hier wurden insgesamt 120 Tonnen einer Kupfer-Zinn-Bronze vergossen, mit einem Zinnanteil von neun Gewichtsprozent, dafür aber mit einem erhöhten Zusatz von 20 Gewichtsprozent Blei. Die etwa 13 Meter hohe Figur konnte selbstverständlich nur in mehreren Einzelstücken gegossen werden. Die Teile wurden anschließend zusammengefügt.

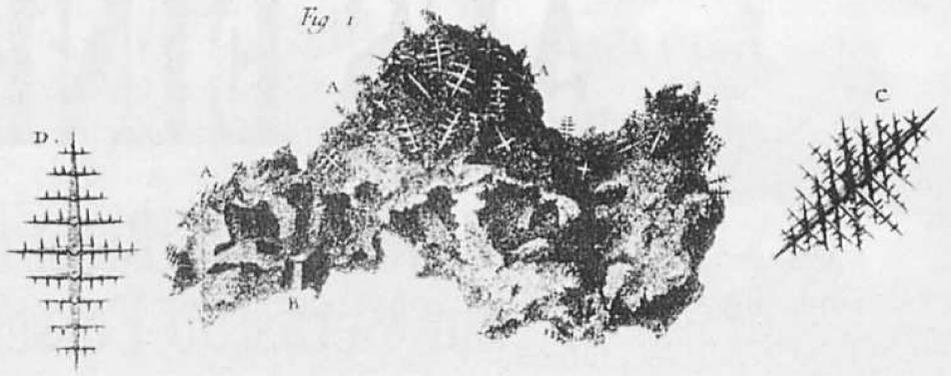
Über die dabei angewandte Füge-technik gehen die Meinungen auseinander: Einmal wird angenommen, daß horizontal getrennte Gußteile mit angegossenen, ineinander greifenden Verbindungselementen produziert wurden, wobei die Formschale des aktuellen Gußsegmentes grundsätzlich auf das darunterliegende, bereits fertiggestellte Gußsegmentstück aufgebaut wurde. Man stellt sich vor, daß – ähnlich wie bei einer „verzogenen Schalung“ im Betonbau – die einzelnen Gußstücke aufeinander geschichtet, nacheinander gegossen wurden. Aufgrund der damals noch wenig entwickelten Schweißtechnik ist diese Annahme wahrscheinlich.

Andere nehmen an, daß die einzelnen Gußsegmente mit einer Hartlötverschweißung an den Nahtstellen verbunden wurden und daß dazu in das Innere der hohlen Figur ragende, angegossene Verbreiterungen als zusätzliche Verankerungen genutzt wurden.

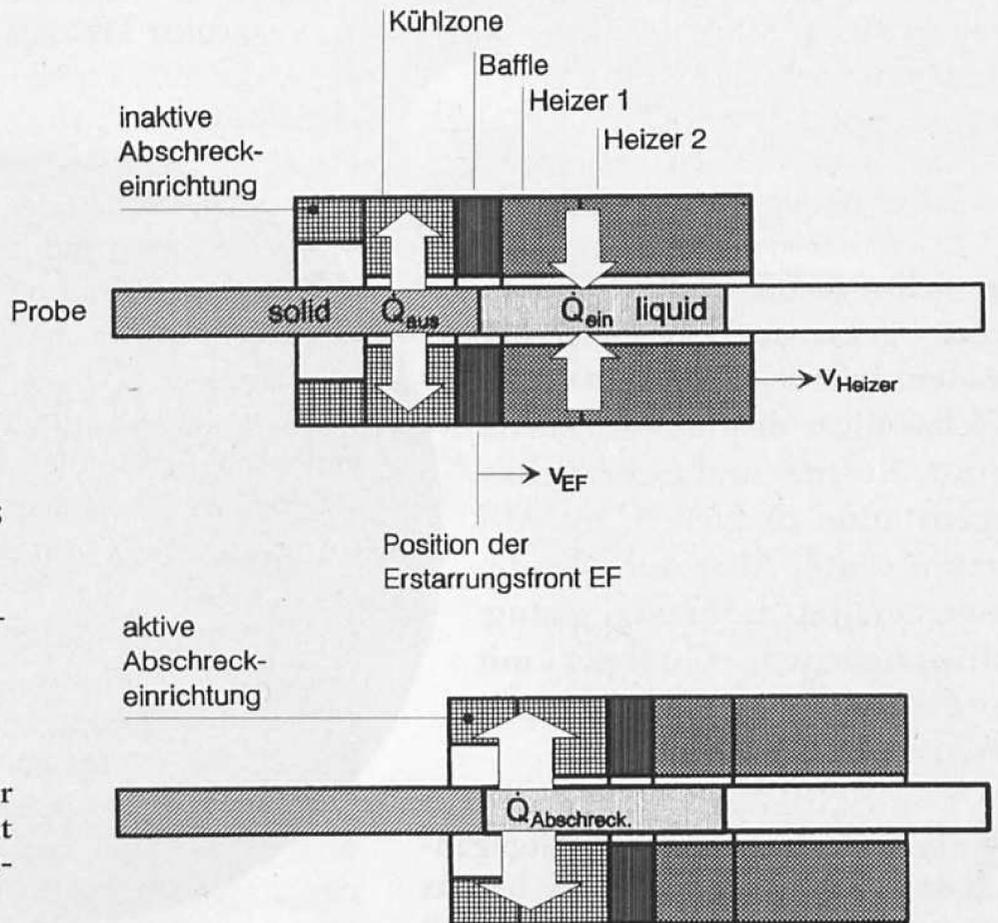
Die Technologie bei der Verbindung dieser Gußteile – ob nun nacheinander angegossen oder durch Hartlöten verbunden – muß heute als Wunderleistung erscheinen. Sicherlich wurden anschließend die Außenflächen der Gußteile mechanisch angeglichen. Die Qualität der Fügung bis heute ist um so erstaunlicher, wenn berücksichtigt wird, daß die Figur eine über 700jährige starke Korrosion überstanden hat: Der Buddha steht einige 100 Meter von der Pazifikküste entfernt im Freien, nachdem sein hölzerner Tempel kurz nach der Fertigstellung abbrannte.

Im Laufe der Zeit wurde die Bedeutung der Legierungen auf Kup-

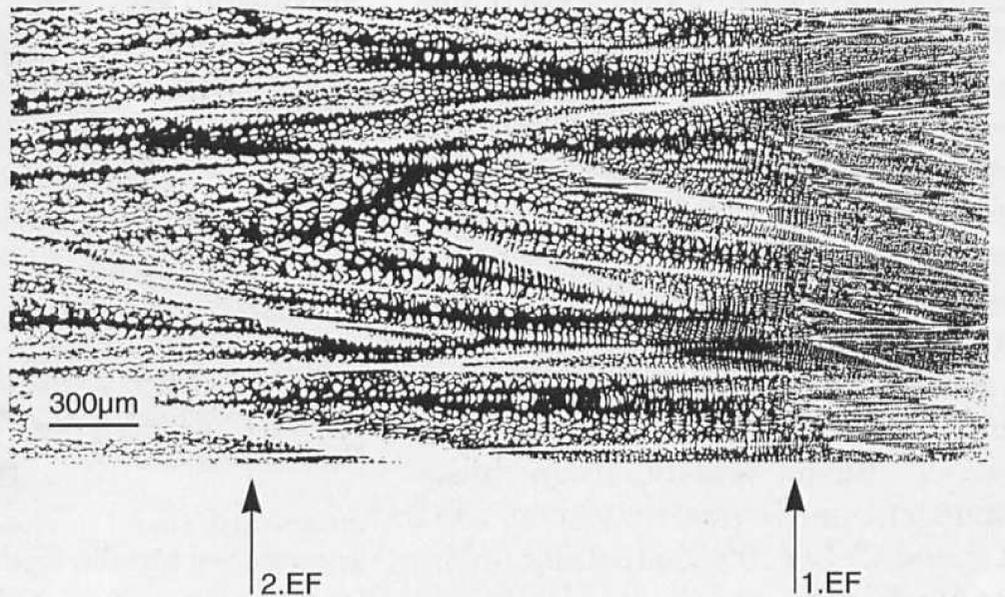
Eisendendriten nach Girgon, der sie schon im 18. Jahrhundert beschrieb.



Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus im GFQ (= Gradientenofen mit Abschreckeinrichtung).
 Oben: Zustand des GFQ während der gerichteten Erstarrung (V_{HEIZER} = Ofengeschwindigkeit; V_{EF} = Geschwindigkeit der Erstarrungsfront EF).
 Unten: Zustand des GFQ während des Abschreckens der Erstarrungsfront und des Schmelzvolumens.



Längsschliff im Bereich der abgeschreckten dendritischen Erstarrungsfront einer im Weltraum unter Mikrogravitation erstarrten AlSi₇-Probe.



ferbasis von dem zu Beginn des 19. Jahrhunderts entdeckten Aluminium übertroffen.

Bei allen Gußwerkstoffen beeinflusst die dem eigentlichen Gießvorgang folgende Kristallisation der Schmelze die mechanischen Eigenschaften des Gußstückes sehr stark. Das bei der Erstarrung entstehende Gußgefüge war erstmals im 18. Jahrhundert Gegenstand metallkundli-

cher Forschungen. Insbesondere die primär erstarrenden Kristalle, die „Dendriten“ (Bild ganz oben), fanden große Beachtung und festigten die damals noch keinesfalls gesicherte Annahme, daß die Metalle eine kristalline Struktur besitzen müßten.

Mit der Entwicklung der metallographischen Untersuchungsmethoden, die im ausgehenden 19. Jahrhundert mit den Arbeiten von Sir

Robert Austen und Adolf Martens ihren Anfang nahmen, wurden erstmals die metallischen Gefüge beschrieben, sehr bald Gefügemerkmale definiert und später auch quantifiziert.

Die Eigenschaften eines Gußstücks sind im wesentlichen von zwei Voraussetzungen abhängig: erstens von der Zusammensetzung der Schmelze und zweitens von den Erstarrungs- oder Kristallisationsbedingungen. Der Einfluß der Zusammensetzung der Schmelze (die Legierung) ist seit langem bekannt.

Neu sind jedoch Forschungen über die Auswirkungen unterschiedlicher Erstarrungsbedingungen auf die Gefügeausbildung und ihren Einfluß auf die mechanischen Eigenschaften eines Gußbauteiles. Die Erkenntnisse darüber konnten jetzt durch Kristallisationsexperimente im Weltraum in wesentlichen Punkten erweitert werden.

NEUE ERKENNTNISSE DURCH EXPERIMENTE IM WELTRAUM

Mit den „Mikrogravitations-Experimenten“ gelang es erstmalig, den Einfluß der schwerkraftgetriebenen Konvektion auf den Erstarrungsprozeß zu studieren. Die Schwerkraft einer Masse auf der Erdoberfläche entsteht durch die Erdbeschleunigung $1g$ ($= 9,81 \text{ m/s}^2$); in einem Raumschiff, das in einer Höhe von etwa 300 Kilometern über der Erdoberfläche die Erde in etwa 90 Minuten umrundet, wird diese Beschleunigung auf theoretisch 0 m/s^2 reduziert.

Da aber auch in dieser Höhe noch Störungen durch geringste Reibung und vor allem durch Steuerbeschleunigungen des Raumschiffes entstehen, wird bei Weltraumexperimenten als Mittelwert eine Restbeschleunigung von etwa $10^{-4} g$ angenommen, die sogenannte Mikrogravitation (μg). Die Kräfte auf die Massenteile in einem Volumen erniedrigen sich damit entsprechend der Newtonschen Gleichung „Kraft = Masse x Beschleunigung“ gegenüber den Verhältnissen auf der Erde ebenfalls um den Faktor 10^{-4} .

Eine wichtige Ursache für das unzureichende Verstehen der Kristallisationsabläufe liegt darin, daß auf der

Erde nicht festzustellen ist, welche Anteile des Stofftransportes in der Schmelze im Nahbereich einer Erstarrungsfront der *Diffusion* und welche der *Konvektion* zuzuschreiben sind. Diffusion ist der temperaturgesteuerte atomare Massentransport, der sowohl in der kristallinen als auch in der schmelzflüssigen Phase stattfindet.

In der Schmelze findet in der Regel zusätzlicher Massentransport durch Konvektion statt, die bei $g \neq 0$ durch die äußeren Kräfte bewirkt wird. Solchermaßen „erzwungene“ Konvektion kann zum Beispiel durch unterschiedliche Dichten in der Metallschmelze aufgrund ungleichmäßiger Temperaturverteilung oder auch nur durch einfaches Umrühren erzeugt werden.

Die einzige Möglichkeit, die Erstarrungskinetik in allen Einzelheiten zu erforschen, bilden Kristallisationsexperimente, die unter möglichst gleichen thermischen Bedingungen einmal unter μg -Beschleunigung (im Weltraum) und zum anderen unter $1g$ -Beschleunigung (auf der Erde) ablaufen. Im erstgenannten Fall wird die schwerkraftgetriebene Konvektion ausgeschaltet, die einen Hauptteil des Stofftransportes in der Schmelze verursachen kann, so daß nur noch Diffusion und sogenannte Mikrokonvektion im Nahbereich der Erstarrungsfront für den Stofftransport verantwortlich sind.

Im Gegensatz dazu kann unter $1g$ -Bedingungen der Diffusionseinfluß in seiner Auswirkung auf den Kristal-

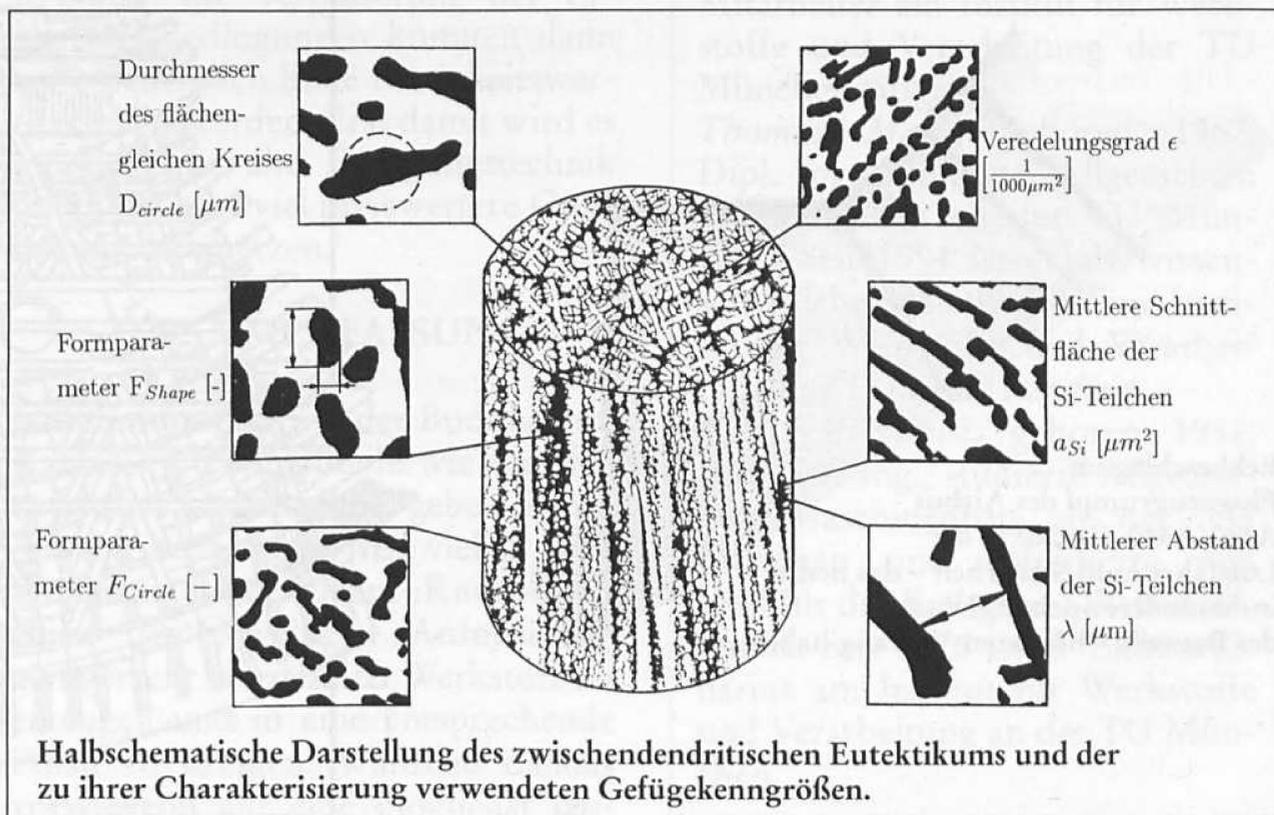
isationsablauf so stark gemindert werden, daß die Zufälligkeiten des konvektiv bedingten Stofftransportes eine Erforschung der Kristallisation extrem erschweren.

Für die Kristallisationsexperimente unter μg - und $1g$ -Bedingungen wurde der *Gradient Furnance with Quenching Device* (GFQ; Gradientenofen mit Abschreckeinrichtung) entwickelt, der bereits bei den Weltraum-Missionen D1 (1985) und D2 (1993) erfolgreich zum Einsatz kam. Im GFQ sind zylindrische Metallproben aufzuschmelzen, die durch die Verschiebung des Ofens gegenüber der Probe gerichtet erstarren können.

Der GFQ (Graphiken linke Seite Mitte) besteht aus einer zweigeteilten Heizzone, einer Isolationsschicht (*Baffle*) und einer Kühlzone mit anschließender Abschreckvorrichtung. Während der gerichteten Erstarrung befindet sich die ebene Erstarrungsfront im Bereich der Isolationszone.

Ist ein genügend großes Volumen gerichtet erstarrt, wird die Ofeneinheit gegenüber der Probe mit hoher Geschwindigkeit so versetzt, daß die Erstarrungsfront in den Bereich der zum gleichen Zeitpunkt aktivierten Abschreckeinheit zu liegen kommt. Dadurch wird die Erstarrungsfront „eingefroren“, und man erhält gewissermaßen eine „Momentaufnahme“ der Erstarrungsfront im Zustand der gerichteten Erstarrung.

Die untere Abbildung auf der linken Seite zeigt das lichtmikroskopische Gefüge einer metallographisch



bearbeiteten Längsschliff-Fläche durch eine Aluminium-Silizium-Probe, die im Weltraum gerichtet erstarrte. Hervorzuheben ist, daß dabei *zwei* Erstarrungsfronten wirksam sind: Die erste Erstarrungsfront (1.EF), der Beginn des Phasenüberganges flüssig-fest bei einer Temperatur von etwa 618°C, ist gekennzeichnet durch den Ort der Dendritenspitzen. Rechts davon ist das abgeschreckte Volumen der ehemaligen Schmelze zu finden. Zwischen den Dendriten befindet sich – ebenfalls abgeschreckte – Restschmelze.

Im linken Teil des Bildes befindet sich die zweite Erstarrungsfront (2. EF) mit einer Temperatur von etwa 577°C: Sie grenzt das Zweiphasengebiet flüssig-fest von dem vollständig gerichtet erstarrten Volumen (linke

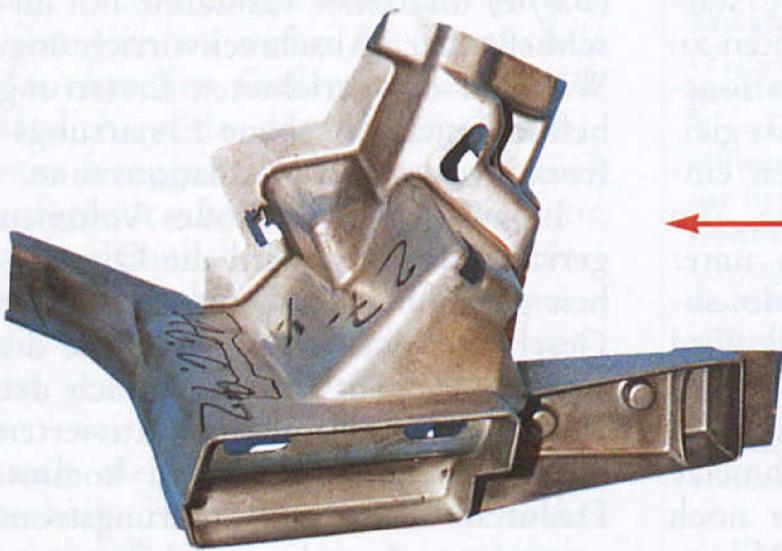
Bildseite) ab. Ab hier ist das zwi-schendendritische Volumen strukturiert und somit auch als Eutektikum, das heißt als regelmäßig angeordnetes Phasengemenge, erkennbar. Mit solchen Bildern lassen sich die Kristallisationsabläufe im Bereich der Dendritenspitzen, also der ersten Erstarrungsfront, im Bereich zwischen erster und zweiter Erstarrungsfront mit der Vergrößerung der Dendriten und am Ort der zweiten Erstarrungsfront bei der Erstarrung des Eutektikums exakt untersuchen.

Die Untersuchungen wurden ohne und mit Schwerekonvektion – also im Weltraum und auf der Erde – durchgeführt, wobei für die jeweils zu vergleichenden Experimente alle thermischen Erstarrungskenngrößen gleich gehalten werden. Die Graphik auf

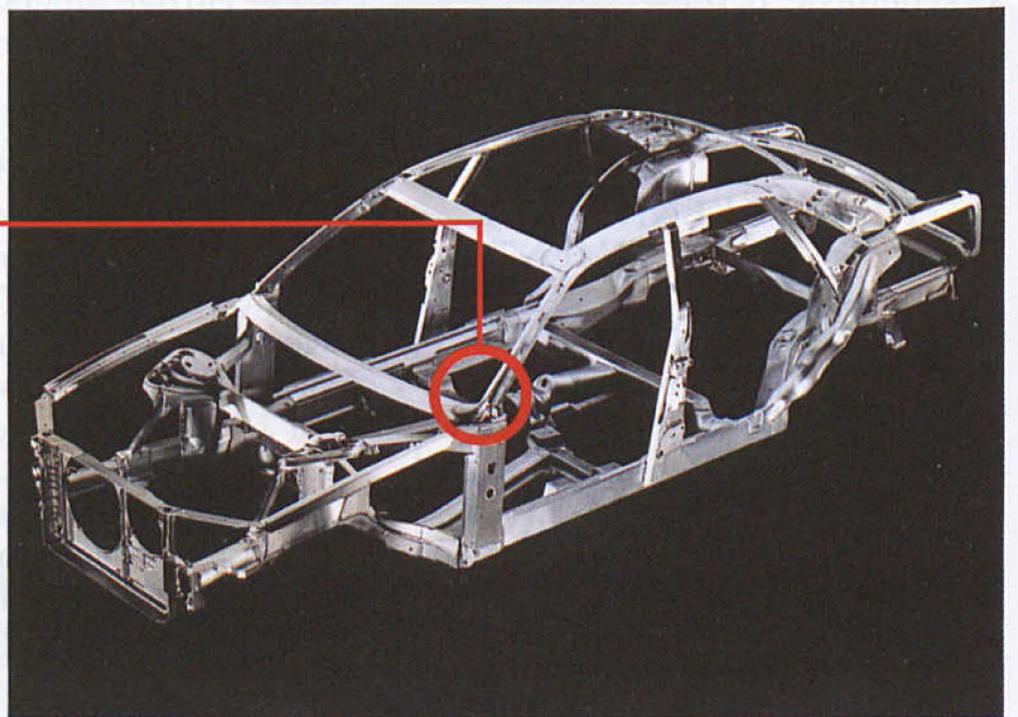
Seite 41 zeigt das Aussehen der Dendriten und des Eutektikums.

Die quantitative Gefügeauswertung von Aluminium-Silizium-Legierungen mit unterschiedlichen Siliziumgehalten (7 und 11 Gewichtsprozent) zeigt, daß bei beiden Legierungen die mittleren Abstände λ zwischen den Siliziumphasen mit zunehmender Abkühlungsgeschwindigkeit \dot{T} kleiner werden und daß in den Eutektika zwischen den Dendriten unter μg -Bedingungen grundsätzlich kleinere Phasenabstände λ zu beobachten sind als unter 1g-Bedingungen.

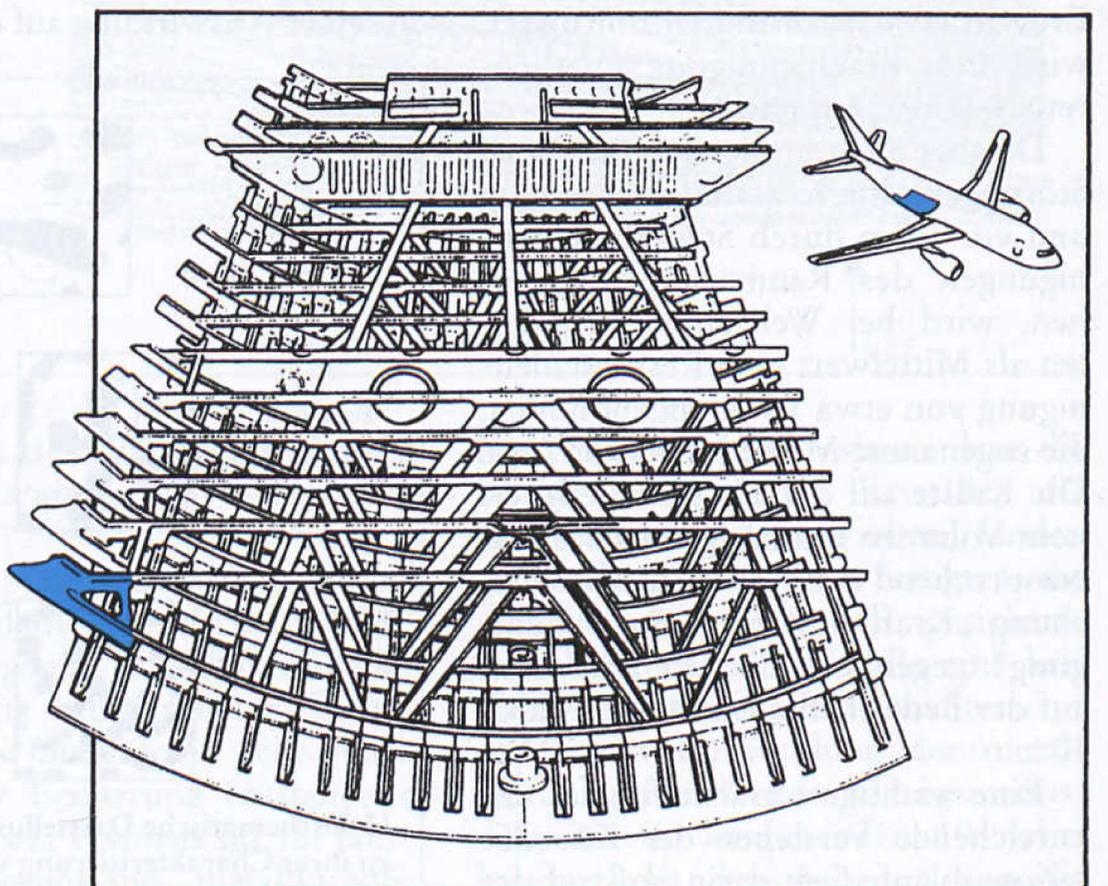
Mit diesen Untersuchungen wurde erstmals dargestellt, welche Grenzbedingungen für die Gefügeausbildung existieren. Für die praktische Gefügebeeinflussung ist diese Feststellung von größter Wichtigkeit.



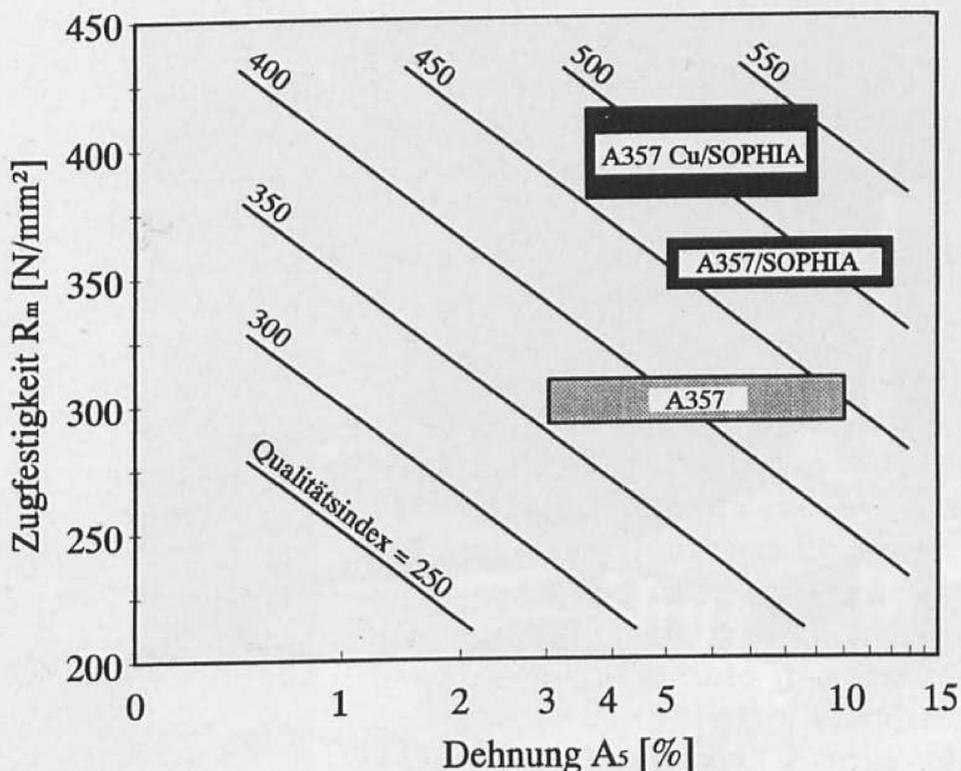
AUDI „Space Frame“ mit Druckgußknoten als hoch belastungsfähige Verbindungsbauteile der Rahmenstruktur.



Eckbeschlag im Flugzeugrumpf des Airbus A330/A340. Gerade in der Luftfahrt muß Sicherheit – das heißt insbesondere auch Stabilität der Bauteile – höchsten Vorrang haben.



Qualitätsindex einer Legierung im Standard-Feingußverfahren, nach dem Sophia-Feingußverfahren (mit dem der Eckbeschlag des Airbus gegossen wird) und mit geringfügigem Kupferzusatz bei diesem Verfahren. Die Abbildung zeigt in % die verbesserte Belastbarkeit der Legierungsvarianten.



DIE TECHNISCHEN ANWENDUNGEN

Mit den Erkenntnissen, die bei solchen Weltraumexperimenten gewonnen wurden, sind technische Großbauteile erheblich zu verbessern – so zum Beispiel der Druckgußknoten der A 8-Limousine von Audi oder die Eckbeschläge für den Airbus A 330/A 340.

Die Druckgußknoten des Space Frame im Audi A 8 (linke Seite oben) unterliegen extremen qualitativen Sicherheitsanforderungen. Alle Teile des Gußkörpers müssen eine hohe Festigkeit und Verformbarkeit besitzen, damit im Falle eines Aufpralls möglichst viel Verformungsenergie aufgenommen werden kann. Die Druckgußknoten sollen sich verformen, statt zu zersplittern und so den Rahmen auseinanderbrechen zu lassen.

Dieser Anforderung wird das Bauteil um so besser gerecht, je kleiner der Abstand der Siliziumphasen λ und der Abstand der Dendritenarme ist – beide werden mit wachsender Abkühlgeschwindigkeit kleiner.

Da das Gußteil aus konstruktiven Gründen verschiedene Wandstärken besitzen muß, spielt die sorgfältige Kombination von Legierungszusammensetzung und Kristallisationsbedingungen eine wichtige Rolle: Nur so kann auch in dickwandigen Bereichen ein ausreichend feines Gefüge erreicht werden.

Das zweite Beispiel ist der Eckbeschlag für den Airbus A 330/A 340,

der bisher aus dem Vollen gefräst werden mußte. Nach der Verbesserung der Gußgefügestruktur und damit auch der mechanischen Eigenschaften kann dieses Bauteil (linke Seite unten) gegossen werden, was einen erheblichen Preis- und Qualitätsvorteil darstellt.

Bei den μ g-Experimenten wurde erkannt, daß das Eutektikum durch Minimierung der Konvektion im zwi-schendendritischen Schmelzvolumen erheblich zu verfeinern ist. Da das Bauteil nur langsame Erstarrungsgeschwindigkeiten zuließ, waren die Legierungszusammensetzung und die Erstarrungsbedingungen so zu wählen, daß während der Kristallisation möglichst geringe Konvektion in der Schmelze herrscht.

Durch die Verbesserung der Erstarrungsbedingungen konnten dann außerordentlich hohe Festigkeitswerte erreicht werden. Erst damit wird es möglich, die alte Fertigungstechnik durch die sehr viel preiswertere Gußtechnik zu ersetzen.

ZUSAMMENFASSUNG

Gußmonumente wie der Buddha von Kamakura, Feingußteile wie die chinesischen Metallspiegel geben Zeugnis von dem bereits vor vielen Jahrhunderten bestehenden Know-how, einen den jeweiligen Anforderungen gerecht werdenden Werkstoff zu erzeugen und in eine entsprechende Form zu bringen. Während damals vorwiegend auf eine möglichst lan-

ge Lebensdauer der in der Regel nur sehr gering beanspruchten „Gußbauteile“ geachtet wurde, sind heute industriell einsetzbare Gußteile mit sehr guten mechanischen Eigenschaften gefordert.

Erst durch die Aufklärung der Vorgänge bei der Kristallisation von Metallen und Metall-Legierungen, insbesondere durch Experimente im Weltraum unter μ g-Bedingungen, ist es heute möglich, weniger durch Empirie als durch den vermehrten Einsatz von grundlegenden Kenntnissen über die Kristallisationskinetik, die Gußwerkstoffe an die Grenzen ihrer mechanischen Beanspruchbarkeit heranzuführen. □

REFERENZEN

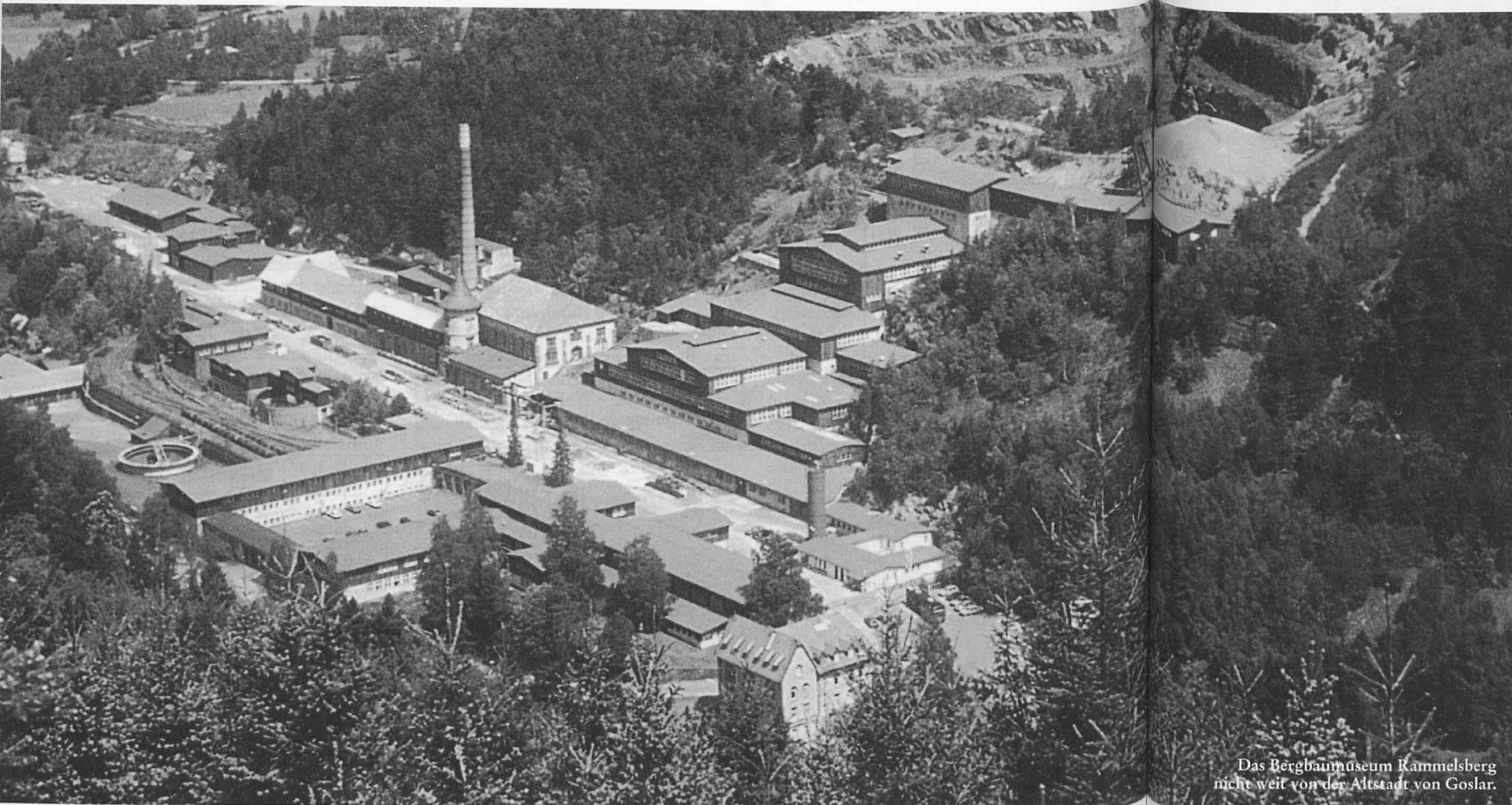
Die Experimente wurden während der deutschen Spacelab-Missionen D1 und D2 durchgeführt. Gefördert wurden die Experimente durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT), die Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA). *Alu-suisse Lonza* in der Schweiz stellte das Material zur Verfügung.

DIE AUTOREN

Johann Högerl, geboren 1964, Dipl.-Ing., studierte Fertigungs- und Betriebstechnik an der Technischen Universität München. Seit 1991 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe und Verarbeitung der TU München tätig.

Thomas Mack, geboren 1967, Dipl.-Ing., studierte Allgemeinen Maschinenbau an der TU München. Seit 1994 ist er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe und Verarbeitung der TU München tätig.

Hans M. Tensi, geboren 1932, Prof. Dr.-Ing., studierte Allgemeinen Maschinenbau an der TU München und habilitierte sich 1971 für das Fachgebiet Werkstoffkunde. Seit 1976 ist er Ordinarius am Institut für Werkstoffe und Verarbeitung an der TU München.



Das Bergbaumuseum Rammelsberg nicht weit von der Altstadt von Goslar.

DAS WELTKULTURERBE VON GOSLAR

1000 Jahre Bergbau: Das Rammelsberger Bergbaumuseum

VON PETER EICHHORN

Das Erzbergwerk Rammelsberg in Goslar, in dem seit 1990 ein Museum besteht, wurde 1992 von der Unesco in die Liste des Kulturerbes der Menschheit aufgenommen. Es war das erste Denkmal der Technik und Industrie in Deutschland, das diese Auszeichnung erhielt. Am Rammelsberg wurden über mehr als 1000 Jahre hinweg Silber, Kupfer, Blei und Zink gewonnen.

Der Bergbau am Rammelsberg war schon um die Jahrtausendwende gut entwickelt, und Schlackenhalde, die in den letzten Jahren im Harz gefunden wurden, belegen, daß die Rammelsberger Erze seit der ersten Hälfte des zweiten Jahrtausends auch verhüttet wurden. Erst 1988 wurde die Förderung eingestellt. Die Bergbaudenkmale über und unter Tage befinden sich am Stadtrand Goslars auf einem Areal von

wenigen 100 Metern Länge und Breite. Sie sind fast unverändert in dem gleichen Zustand wie bei der Stilllegung des Bergwerks erhalten. Es gibt Denkmale aus allen Betriebsperioden, doch die meisten stammen aus den letzten 60 Jahren, so die Erzaufbereitung, die Werkstätten, die Verwaltungs- und Sozialgebäude. Das große Dampfmaschinenhaus und ein weiteres Verwaltungsgebäude wurden kurz vor dem Ersten Weltkrieg gebaut.

ein Wasserrad für den Antrieb von Pumpen. Drei weitere „Radstuben“ kamen im 16., vier im 18. und 19. Jahrhundert hinzu. Die technischen Einbauten in Stollen, Strecken, Abbaueitungen und Schächten geben Einblick in den Bergbau der letzten beiden Jahrhunderte.

Für Besucher des Museums sind unter Tage bislang zwei Bereiche zugänglich: Ein etwa 200 Jahre altes Stollensystem mit drei von ehemals vier Wasserrädern, die als Antrieb für die Erzförderung und die Wasserpumpen dienten, und ein Stollen- und Schachtsystem, das zwischen 1910 und 1970 entstand und in dem eine Grubenbahn die Besucher befördert. Beide Bereiche werden Schritt für Schritt erweitert, bis sie voll erschlossen sind. Wo Rekonstruktionen notwendig sind, wird darauf geachtet, daß sie nicht mit authentischen Objekten verwechselt werden können, denn das Museum hat vor allem die Aufgabe, den Originalzustand zu bewahren und zu präsentieren.

Genau das ist in jenem Teil der Grube nicht möglich, in dem in neuerer Zeit Erze abgebaut wurden: Sie werden vom wieder ansteigenden Grundwasser geflutet. Um dennoch Erzabbauverfahren vorführen zu können, werden im trockenen Teil der Grube Versuchsabbauörter gezeigt, in denen in den 50er Jahren verschiedene Bohrerarten getestet wurden. Dort sind Maschinen in Betrieb, die tatsächlich im Erzabbau Verwendung fanden. Auch bei der Besucherbahn mußte ein Kompromiß eingegangen werden: Sie fährt auf den Gleisen für den früheren Materialtransport, da die Sohlen, in denen die Mannschaft in Zügen befördert wurde, zum gefluteten Teil der Grube gehören.

Beim „Feuersetzen“ war kein Kompromiß möglich: Dieses spektakuläre Verfahren, bei dem Feuer eingesetzt wird, um Erze aus dem Gebirge zu lösen, kann aus Sicherheitsgründen nicht betriebsnah gezeigt werden. Hier hilft Theater-technik.

In den trocken bleibenden Teilen wird die Gerätegeneration gleisloser Dieselfahrzeuge zu sehen sein, die bis zur Schließung der Grube verwendet wurden: Frontschaufellader, Bohr-, Spreng- und Servicefahrzeuge. Hier befinden sich unter anderem auch der Hauptgrubenlüfter und eine Berge-

Brechanlage. Für Besucher, denen körperliche Anstrengung, Enge und schmutzige Wege nichts ausmachen, bereitet das Museum eine Reise in den mittelalterlichen Bergbau vor.

Über Tage ist die Bergwerksanlage der letzten Produktionsphase glücklicherweise erhalten geblieben. An die Kaut, das Wasch- und Umkleidegebäude der Bergleute, schließt sich die imposant gestaltete Vorhalle an, die das Entree für die Beschäftigten war und in der sie ihren Wochenlohn erhielten (die ehemaligen Lohnschalter werden im Museum zu Eintrittskassen).

Dominant stellt sich die große Aufbereitungsanlage aus dem Jahr 1936 dar, die ab Ende 1997 zugänglich sein soll. Ab 1998 werden die Besucher mit einem Schrägaufzug, der auch vor der Stilllegung der Grube für die Personenbeförderung zugelassen war, von der Werkstraße zum höchsten Punkt der Aufbereitungsanlage fahren können. Sie folgen dann dem Weg, den früher das Erz nahm, vorbei an Labor-, Büro- und Werkstatträumen, in denen Ausstellungen eingerichtet werden.

Die Energiezentrale – das ehemalige Dampfmaschinenhaus von 1910 – hat eine beeindruckende Haupthalle mit Kompressoren aus den 50er Jahren. Sie wird, ebenso wie die Räume des Wasserturms und die Werkstätten, nach Sicherungs- und Sanierungsarbeiten musealen Nutzungen dienen und für Ausstellungen zur Verfügung stehen.

Bis zum Jahr 2000 soll das technische Weltkulturerbe Rammelsberg weitgehend erschlossen und gesichert sein. Es wird dann nicht nur für regionale kulturelle Veranstaltungen von Bedeutung, sondern auch dezentraler Standort der Weltausstellung Expo 2000 in Hannover sein. □

DER AUTOR

Peter Eichhorn, geboren 1959, Dr. phil., Dipl.-Ing., studierte Bergbautechnik und Technikgeschichte. Er ist Geschäftsführer und wissenschaftlicher Leiter des Rammelsberger Bergbaumuseums Goslar GmbH und hat zur Bergbaugeschichte von Rüdersdorf und des Rammelsbergs publiziert.

Foto: Rammelsberger Bergbaumuseum Goslar

üller

waaren-
d
essen-
lung.

Hiesige
und
fremde
Biere.
Roth- & Weiss-
Weine.

sel,
hofstr. 31.



neke in Halle
mieden 9.

ldwig.

andlung

Lakritz.

Ahrens

eln,
rasse 5.

Ehrendiplom
Cöln

Chocolade

Frän
Wien 1873, D
Teplitz 1884,
Berlin

Chocoladett.

Cacao-
massen.

Bonbons
etc.

Hartwig

Casi

früher fürstl. von H
Königsstr

EISEN



Hirsch-Apothek
A. HA
VON

„Diese Dütenmaschine dient zur Herstellung von Düten“

Der Beginn der Spitztüten- und Papierbeutel-Industrie in Deutschland

VON HEINZ SCHMIDT-BACHEM

Nur wenige Industrie- und Wirtschaftsbereiche können das Datum ihres Entstehens auf den Tag genau festlegen. Die papierverarbeitende Industrie Deutschlands zählt zu diesen Ausnahmen. Am 18. August 1996 bestand sie seit 143 Jahren. In den Jahrzehnten nach dem Beginn erlebte der Industriezweig seine Ausbreitung über das gesamte damalige Reichsgebiet.

Wer heute seine Waren“, schrieb Heinrich Thümmes, Fabrikdirektor a. D., in seinem 1928 erschienenen Buch *Tüten-, Beutel- und Papiersack-Fabrikation*, „in geschmackvolle, vielfach künstlerisch ausgeführte Umhüllungen aller Art gepackt erhält, denkt wohl kaum daran, welche Unsumme geistiger und mechanischer Arbeit notwendig war, um diese Umhüllungen auf den heutigen Höhepunkt zu bringen.“

Der Beginn der Verpackungsindustrie ist weltweit erstmalig 1853 in Allendorf zu finden, als dort die *Dütenfabrik Georg Bodenheim & Co.* gegründet wurde. Noch in den 1850er Jahren wurde daraus die *Papierwaaren-Fabrik Bodenheim & Co.* Ab den 1860er Jahren nahm die Zahl der einschlägigen Firmengründungen ständig zu.

Über den Einsatz von Maschinen vor dem Jahr 1853 gibt es nur ungenaue Berichte, deren Angaben sich

teilweise sogar als falsch herausstellten.

Üblicherweise wurden Tüten zunächst in Handarbeit gefertigt. Die Herstellerbetriebe verfügten allenfalls über selbstentwickelte Hilfsapparate wie Falz- oder Papierschneide-Geräte. Nur sehr vereinzelt ist von „Maschinen“ die Rede. Was dies für Maschinen waren, ist nirgends vermerkt. Vermutet werden können amerikanische Entwicklungen wie die von Francis Wolle, französische oder englische wie die von *Harris & Fletcher* in Manchester. Sie alle verfügten jedoch nur über sehr beschränkte Funktionen, die sie erfüllen konnten.

Der Konstrukteur Hermann Hölscher konnte 1877 in seiner Patentschrift 130 „Dütenmaschine“ nur „einige wenig verbreitete Apparate“ ausmachen, welche *eine* Aufgabe oder *mehrere* Funktionen erfüllten. Vier Jahre zuvor hatte Benjamin Bodenheim festgehalten: „Die Herstellung von Düten (spitze Form) und Papierbeuteln (viereckige Form) geschieht teils durch Maschinen (ähnlich den Couvert-Maschinen), teils und zwar vorzugsweise durch Hand.“ Die erste Briefumschlag-Maschine war 1840 von dem Engländer Edwin Warren Hill gebaut worden. 1849 hatte Martin Rommeler in Jülich die erste deutsche Couvert-Fabrik gegründet.

Der deutsche Maschinenbau für die fabrikmäßige Papierverarbeitung – insbesondere für die Tüten- und Papierbeutel-Produktion – begann in den Jahren 1872/73 mit Hermann Hölschers Konstruktion einer „Dütenmaschine“.

Hölscher wurde 1842 in Lengerich, Westfalen, als Sohn eines Unternehmers geboren und schloß eine Lehre als Gold- und Silberarbeiter ab. Er hatte die besondere Begabung, Mechaniker, Techniker und Konstrukteur in einem, kurz „Tüftler“ zu sein. Anfang der 1860er Jahre hatte er eine Vorrichtung konstruiert, mit der Falzkapseln für Apothekenpulver angefertigt werden konnten.

In der Firmenschrift zum 100jährigen Bestehen von *Windmüller & Hölscher* im Jahr 1969 ist über Hermann Hölscher zu lesen: „Als ... der Bau einer Spitztüten-Maschine Gestalt annahm, kehrte er 1869 nach Lengerich mit dem Ziel zurück, ein eigenes ‚Etablissement‘ zu errichten. Da ihm das nötige Kapital fehlte, verband er sich mit dem Kaufmann Gottfried Windmüller zur gemeinsamen Firma für Papierverarbeitung zu Tüten und Beuteln.“ In der Firmengeschichte des Hauses wird Hölscher als „technischer Kopf“ des Unternehmens vorgestellt. Er starb 1913.

Gottfried Windmüller (1841-1897) war der Sohn eines Lengericher Eisen- und Produkthändlers. Er ließ sich zum Kaufmann ausbilden und hielt sich danach mehrere Jahre in England auf. Das spätere Maschinenbau-

Einige der „Düten“, die von *Windmüller & Hölscher* hergestellt wurden, sind in der Sammlung des Autors erhalten.

Unternehmen *Windmüller & Hölscher* wurde 1869 als *Mechanische Papierwaaren- und Dütenfabrik* gegründet. Mechanisch gefertigte Tüten konnten jedoch in der Anfangsphase mit eigenen Maschinen noch nicht hergestellt werden. Generell standen die ersten Jahre des Unternehmens unter keinem sehr günstigen Stern.

„Erst 1878“, vermerkt die Firmenschrift zum 100jährigen Bestehen, „lag eine ausgereifte Konstruktion der Spitzdütenmaschine vor, mit Leistungsmerkmalen, welche die bisherige Handarbeit zwangsläufig ablösen mußte.“ Das war neun Jahre nach der Firmengründung. Zwar war die erste Spitzdütenmaschine – und damit die erste deutsche Tütenmaschine – vom Unternehmen schon 1872/73 gebaut worden, doch ausgereift war die Erfindung zu diesem Zeitpunkt noch nicht.

20 Jahre zuvor, 1852, hatte Francis Wolle in den USA die erste Papierbeutelmaschine vorgestellt. Etwa zur gleichen Zeit wie Windmüller und Hölscher, Mitte der 1870er Jahre, hatten die Konstrukteure Charles Harris und Joseph Fletcher in Manchester eine technisch sehr viel anspruchsvollere Maschine zur Herstellung von Papierbeuteln mit viereckigem Boden entwickelt, die 1877 das Deutsche Reichspatent Nr. 1612 erhielt.

Von der ältesten W&H-Maschine ist nur noch bekannt, daß sie auf drei Füßen aufgeständert war. Weitere Einzelheiten sind nicht überliefert, Unterlagen oder Abbildungen nicht mehr erhalten; auch eine Typenbezeichnung fehlt. Der verbesserte

Nachfolgetyp, auch er ohne genauere Einzelbezeichnung, wurde ab 1875/76 gebaut. Er konnte mit oder ohne Druckvorrichtung arbeiten und 40 Tüten pro Minute mit Höhen zwischen 12 und 40 Zentimetern herstellen.

Diese zweite Maschine erhielt vom Kaiserlichen Patentamt am 4. Juli 1877 die Patentnummer 130. In der Patentschrift heißt es:

Diese Dütenmaschine dient zur Herstellung von Düten, und zwar zur Umwandlung eines ihr gebotenen endlosen Papierstreifens in fertige Düten jeder beliebigen Größe unter gleichzeitigem Drucken gewünschter Firmenzeichen aller Art. – Maschinen, welche sich dieselbe Aufgabe stellen, existieren, wenn man von einigen wenig verbreiteten Apparaten, welche nur einen oder mehrere der bei der in Rede stehenden Fabrikation notwendig werdenden Arbeitsprozesse vollführen, absieht, noch nicht. Die Hauptoperationen der Maschine sind folgende:

1. *Die periodisch erfolgende Zufuhr des Papiers resp. Abwicklung desselben von der Vorratsrolle;*
2. *Das Bedrucken des Papiers mit dem Firmenstempel, mit Geschäftsanzeigen und dergl.;*
3. *Das Auftragen des Klebestoffs auf einer Seite des Papiers;*
4. *Das Falzen des Papiers parallel auf eine Seite;*
5. *Das Abschneiden des zu einer Düte gehörenden Papierstückes nach der Linie;*
6. *Erzeugung der Bruchlinie;*
7. *Zusammenkleben der Kanten sowie*

geregelt Abführung der erzeugten fertigen Düten.

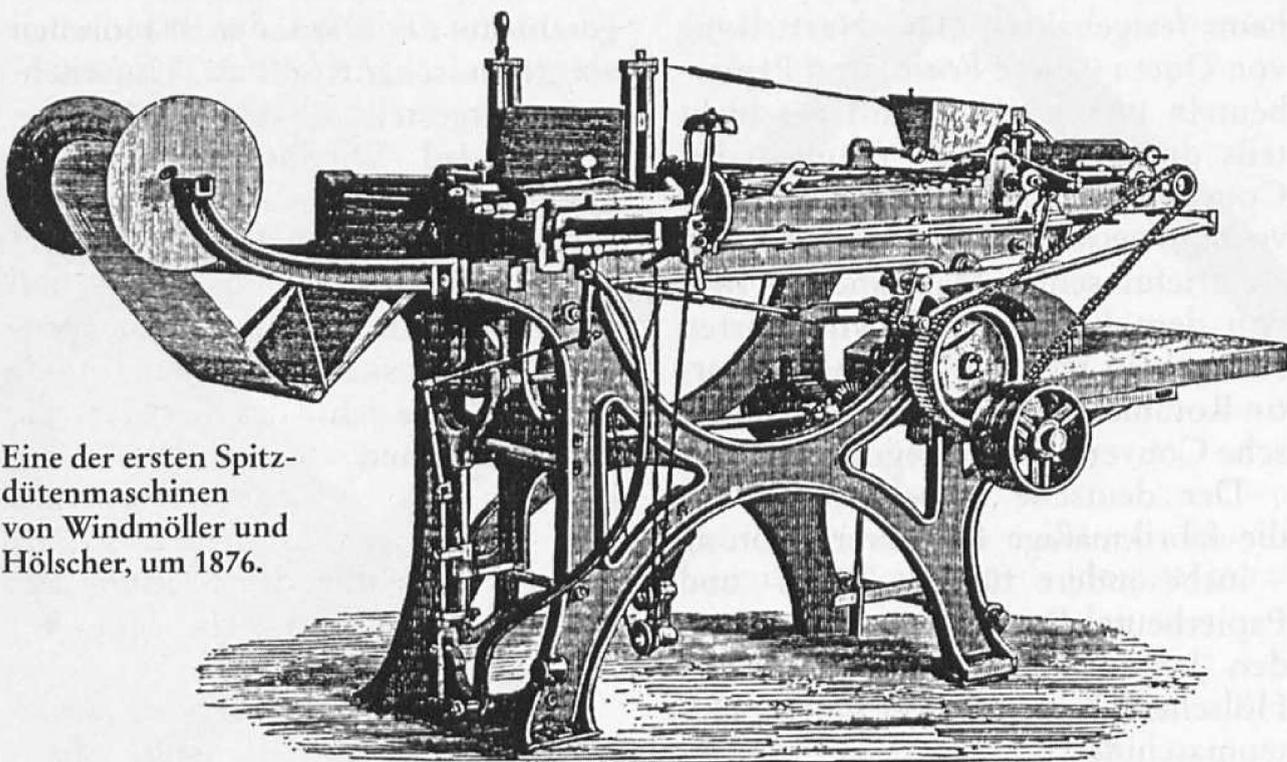
Eine dritte Maschinenausführung, die 1875/76 gebaut wurde und die für Tüthenhöhen zwischen 12 und 19 Zentimetern eingerichtet war, waren bei den Arbeitern nicht beliebt. Sie hatte keine Ablage, die Tüten fielen zwischen den Riffelwalzen hindurch und mußten mit der Hand eingesammelt werden.

1878 fiel die Entscheidung, nicht nur für die eigene Papierverarbeitung Maschinen zu bauen, sondern mit ihnen auf den Markt zu gehen. Nach den kärglichen Anfangsjahren wurde *Windmüller & Hölscher* neun Jahre nach der Firmengründung auch zum Maschinenlieferanten. Die erste Maschine wurde von der Firma *Braun & Leisten* in Görlitz gekauft. Die damalige Leistung von 40 Tüten pro Minute wurde durch beständige Verbesserungen bis zur Mitte der 20er Jahre auf 200 bis 300 Tüten pro Minute gesteigert.

Trotz der Konzentration auf den Maschinenbau blieb die Firma ein papierverarbeitender Betrieb. Noch 1892 stammten zwei Drittel des Gesamtumsatzes aus der Herstellung von Tüten und Apotheker-Falzkapseln. Die Tütenfertigung wurde zu Demonstrationszwecken bis 1913 aufrechterhalten, die Produktion der Falzkapseln lief erst Mitte der 50er Jahre aus.

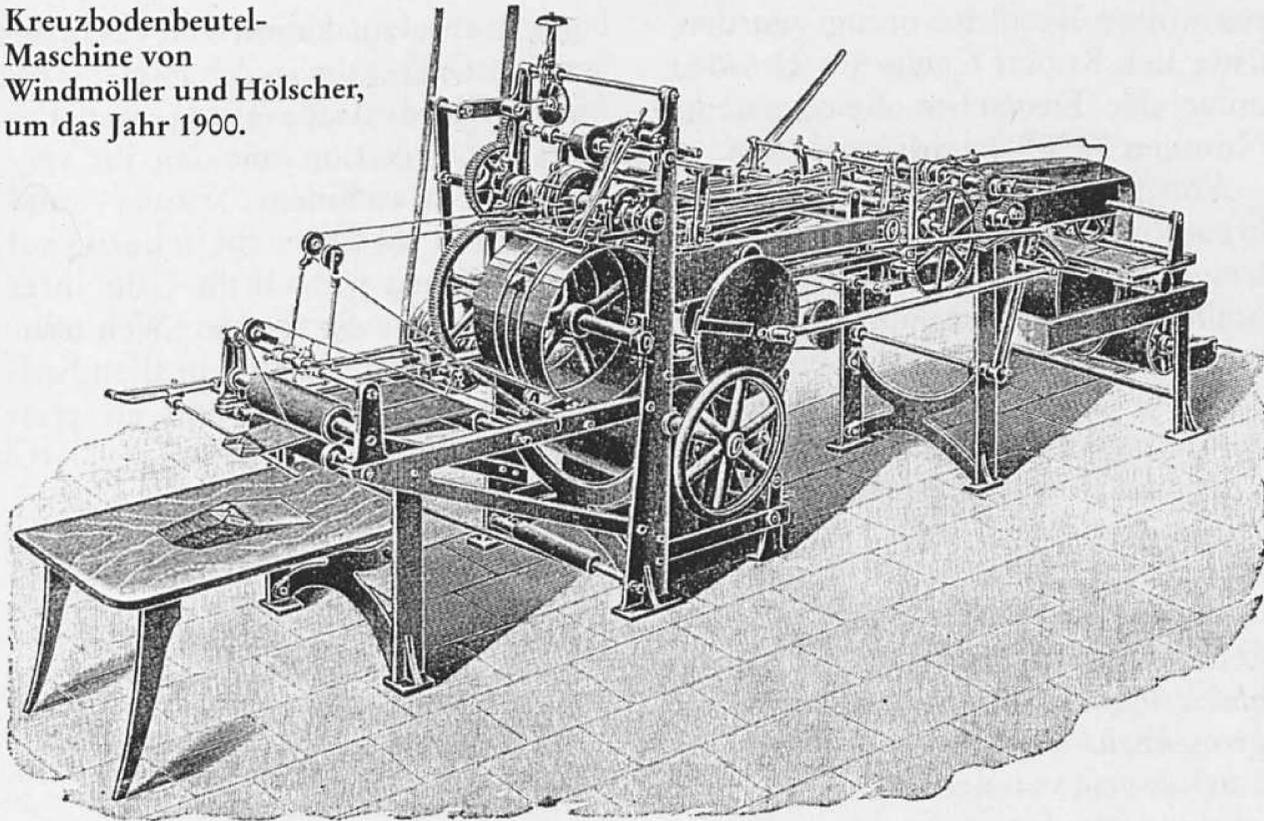
Neben *Windmüller & Hölscher* versuchten auch andere Firmen und Erfinder, Lösungen für die maschinelle Verarbeitung von Papier zu Tüten und Beuteln zu finden. So ließ sich Jul. Th. Möller in Burtscheid bei Aachen 1878 vom Kaiserlichen Patentamt unter der Nummer 3698 eine „Schnellkleistermaschine für Spitzdüten“ schützen. Da nicht überliefert ist, wie erfolgreich Möllers Erfindung war, kann angenommen werden, daß sie in der Praxis keine große Rolle gespielt hat. Das gleiche gilt für die „Maschine zur Herstellung von Papier-Spitzdüten“ des Münchners Heinrich Baumann, die 1893 ein schweizerisches Patent erhielt und mit der zuvor bedruckte und zugeschnittene Blätter verarbeitet werden konnten.

Fritz Bornkessel in Vieda i. H. erhielt 1895 vom Kaiserlichen Patentamt in Berlin Erfinderschutz für sei-



Eine der ersten Spitzdütenmaschinen von Windmüller und Hölscher, um 1876.

Kreuzbodenbeutel-Maschine von Windmüller und Hölscher, um das Jahr 1900.



ne „Maschine zur Herstellung von Spitz- und Beuteldüten“. Es ist, laut Patentschrift, „eine Maschine, welche das ihr in einem Behälter aufgegebene Blatt Papier oder dergl. selbständig mit Klebstoff versieht, hierauf falzt und nach stattgefundener Klebung als fertige Düte abliefert“.

Im Ausland war von vornherein die viereckige Form des Papierbeutels bevorzugt worden, weil er standfest ist. Erfinder oder Firmen waren *Harris & Fletcher* in Manchester, *Myron Nathaniel Stanley* in Paris, *Charles C. Randell*, *New Bedford* und *William C. Cross* in Bosten sowie *James Bibby*, *John Baron* und *Job Duerden* im englischen Burnley. Den Bedarf für Papierbeutel sahen auch Windmüller und Hölscher. Im Jahr 1878 – das Jahr, in dem sie mit funktionsfähigen Tütenmaschinen auf den Markt gingen –, begann der Bau der ersten Papiersackmaschine A 1, mit und ohne Stempeldruckwerk.

Der Flachbeutel wurde aus zwei Bahnen gebildet und hatte daher zwei Nähte. Francis Wölle war schon zu Beginn der 1860er Jahre mit einer Bahn und einer Klebnaht in der Mitte ausgekommen. Der Boden wurde eingefalzt. Eine Maschine, die sowohl kleben als auch falzen konnte, kam in den 1880er Jahren nach Deutschland und trug die Bezeichnung *Union Bag*.

Für *Windmüller & Hölscher* aber blieb der Renner die „Schnellläufer“-Spitztütenmaschine, die ab 1883 gebaut wurde. 1897, knapp 30 Jahre nach der Gründung, hatte das Unter-

nehmen Kunden von Nord- bis Südeuropa, in England, Weißrußland und sogar in den USA. Da war es dann möglich, in die Lieferverträge zu schreiben: „Auf Verlangen senden wir zum Aufstellen und Inbetriebsetzung der Maschinen einen Monteur. Der Auftraggeber hat sämtliche Kosten für Wohnung und Beköstigung in anständigem Hause zu tragen, sowie für jeden Wochentag der Abwesenheit, wobei der Tag der Abreise und Zurückkunft voll verrechnet werden, 6 Mark zu vergüten.“

Die Firmenschrift zum 100jährigen Bestehen des Unternehmens legt dar, daß in den ersten zehn Jahren nach der Gründung „infolge einer nahezu ständigen Wirtschaftsdepression fast ausschließlich Apotheker-Falzkapseln hergestellt [wurden]. Die maschinelle Düten-Fertigung blieb bei mangelnder Nachfrage noch lange im argen.“ Die Wende in den Gewinnbereich kann sich jedoch nicht allein aufgrund der Veränderung wirtschaftlicher Daten und Rahmenbedingungen vollzogen haben.

Das Allendorfer Papierverarbeitungs-Unternehmen *G. Bodenheim* konnte um 1875 von einer hervorragenden Betriebsentwicklung berichten. Für das zögerliche Vorankommen der maschinellen Tüten- und Beutelfertigung während der 1870er Jahre ist wohl eher ein ganzes Bündel von technologischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Betracht zu ziehen. Zunächst einmal mußten die Konstruktionen so ausge-

reift sein – und das bedeutete jahrelange Entwicklungsarbeit –, daß sie Papier billiger als Arbeiter verarbeiten konnten. Solange es keinen Kostenunterschied zwischen Hand- und Maschinenarbeit gab, gab es auch keinen Grund, Maschinen einzusetzen. Die technischen Verbesserungen der Maschinen hätten allerdings wohl auch nicht ausgereicht, einen Markt zu schaffen, wenn es einerseits keine Lieferanten gab, deren Papier maschinell zu verarbeiten war, und andererseits keine Nachfrage nach Papiertüten und -beuteln.

Mit anderen Worten: Zulieferbetriebe mußten in einer Art Koevolution entstehen, Märkte für maschinell gefertigte Tüten und Beutel mußten geschaffen werden. Beide sind bei einer Innovation oft noch nicht vorhanden.

Die W&H-Maschinen arbeiteten von der Rolle. Es konnte nicht ausbleiben, daß es erhebliche Schwierigkeiten gab, geeignete Rollenpapiere zu beschaffen. Die Papierfabriken waren bis dahin nur auf die Herstellung von Formatpapieren eingerichtet. Von den Tütenpapieren wurden nun neben der Rolleneignung zusätzliche Eigenschaften verlangt, die Festigkeit, Leimung, gleichmäßige Materialeigenschaft, gute Wicklung und Feuchtigkeitsverträglichkeit betrafen. Nachdem die österreichische Firma *C. H. Bischof* 1872 eine Papierrollenschneide- und Wickelmaschine erfunden hatte, nahm auch W&H in den 1890er Jahren eine „Rollen-Längsschneide-Maschine“ ins Programm.

Ein weiterer Faktor waren die Klebstoffe. Die bei der Handarbeit verwendeten Mehl- und Stärkekleister waren für eine rationelle Maschinennutzung kaum brauchbar, da bei ihnen Klümpchen und Verkrustungen entstanden. Um 1890 bot W&H eine „Kleistemühle für Hand- und Riemenbetrieb“ an. Der Firmenprospekt erläuterte: „Die Kleistemühle soll durch Mahlen des Kleisters die Knoten aus demselben entfernen. Bei Düten ist es ein Hauptfordernis, daß der Kleister knotenfrei ist, da sonst der Ausfluß des Kleisters aus dem Kleisterkasten leicht gehindert wird.“

Für die Maschinennutzung waren letztlich chemisch hergestellte Pflan-

zen- und Kaltleime erforderlich. In Deutschland entstand die entsprechende Industrie in den 1870er Jahren.

Für den anfangs nur zögerlichen Einsatz von Maschinen bei der Tüten- und Beutelfabrikation ist nicht zuletzt der Mangel an Fachpersonal zu nennen, das die Maschinen bedienen konnte. Erst im Laufe einiger Jahre konnte dieser Mangel behoben werden. Von *Fischer & Krecke* in Bielefeld (gegründet 1880) wurde den Kunden Schulung angeboten: „Zu unserer Herren Abnehmer Sicherheit geben wir auf Wunsch einen seit Jahren mit diesen Maschinen vertrauten Maschinenmeister gegen mäßige Bezahlung auf mehrere Wochen mit; derselbe lernt das Personal an und macht es in jeder Weise mit der Handhabung der Maschine vertraut.“

Max Schubert, der Fabrikdirektor und Professor an der Königlichen Hochschule zu Dresden gewesen war, informiert in seinem 1901 erschienenen Werk *Die Papierverarbeitung* über den Stand der Entwicklungen: „Verdient gemacht um die Dütenbranche haben sich durch Verbesserungen an einzelnen Dütenmaschinen z.B. Julius Th. Möller in Burtscheid bei Aachen, der (bereits 1878) eine Schnellkleistermaschine für Spitzdüten konstruierte, ferner Heinrich Baumann und Jos. Haberl in München, die Spitzdütenmaschinen angaben, und Fritz Bornkessel in Vieda a. H., der unter Nummer 89805 eine Maschine für Spitzdüten und Beuteldüten geschützt erhielt.“ Eine vom Blatt arbeitende Maschine, die für viereckige, kreisrunde und ovale Böden einzurichten war, konnte sich Louis Hauff aus Darmstadt unter der Nummer 26102 patentieren lassen.

Als eine der ältesten Papierbeutelmaschinen gibt Schubert die von Alfred Crienitz aus Winschendorf bei Vieda an. Sie erhielt die Patentnummer 1714 und hatte fünf Hauptfunktionen: Herstellung eines forlaufenden Papierschlauhes, Abschneiden, Einfalzen des Bodens, Bedrucken und schließlich „das Trocknen des fertigen Fabrikates mittels Dampfes“; zusätzlich verfügte die Maschine über einen Zählapparat. Eine „Vorrichtung zur Herstellung von Faltenbeuteln mit Falten auf drei Seiten“, die vor allem bei der Versendung von „Mu-

stern ohne Wert“ bevorzugt wurden, hatte sich Robert Camis aus Dresden unter der Deutschen Reichspatent-Nummer 72089 patentieren lassen.

Von Papierbeuteln fanden die mit kreuzförmig gefalzten Böden die weiteste Verbreitung. Sie waren am praktischsten, da sie aufrecht stehen konnten. Dieser Beutel ist eine französische Entwicklung gegen Ende des letzten Jahrhunderts. Bevor der Engländer Job Duerden die erste Maschine für diesen Typ konstruierte, wurde er ausschließlich von Hand gefertigt. In Deutschland wurde Duerdens Maschine zuerst von der Bielefelder Firma *Gundlach & Co.* bezogen. 1893 wurde eine verbesserte Ausführung von der 1880 in Bielefeld gegründeten Firma *Fischer & Krecke* gebaut. Sie arbeitete von der Rolle und fertigte Beutel mit gezackter Oberkante in Größen bis zu acht Pfund. Für den Antrieb wurden „etwa $\frac{1}{4}$ Pferdekraft“ benötigt.

Die maschinengefertigten Kreuzbodenbeutel fanden bei den Verbrauchern zunächst wenig Gegenliebe. Sie mißtrauten ihrer Haltbarkeit, da sie handgefertigte Ausführungen mit glatter Oberkante gewohnt waren. Als Hermann Hölscher 1894 die erste DH-Kreuzbodenbeutel-Maschine konstruierte, kehrte er zur glatten Oberkante zurück, damit die Beutel mehr den handgeklebten glichen.

Die Konstruktion einer Maschine für Klotzbodenbeutel mit viereckigem Boden ist bereits eine Erfindung des 20. Jahrhunderts. Der Konstrukteur Max Cleff brachte sie mit, als er 1901 bei *Windmüller & Hölscher* eintrat.

Um die Jahrhundertwende war die maschinelle Fertigung von „Spitzdüten“ und Papierbeuteln im industriellen Maßstab möglich geworden. Der Prozeß hatte außerhalb Deutschlands um die Mitte des letzten Jahrhunderts begonnen, und deutsche Erfinder – zunächst vor allem die Firma *Windmüller & Hölscher* – schlossen sich der Entwicklung ab den 1870er Jahren an. Im ersten Viertel des 20. Jahrhunderts beschäftigten sich in Deutschland rund ein Dutzend Maschinenfabriken mit dem Anlagenbau für die Herstellung von Tüten und Papierbeuteln.

1926 schrieb Heinrich Thümmes, Fachbuchautor, Fachlehrer für die

Papierwarenfabrikation und ehemaliger Fabrikdirektor in der *Papier-Zeitung*: „Die deutsche Tüten- und Papiersackfabrikation mit den ihr verwandten Maschinen-, Papier- und Klebstoff-Fabriken steht in bezug auf ihren Umfang wie auf die Güte ihrer Waren an der Spitze der Weltindustrie, ihre Fabrikate sind in allen Kulturen verbreitet und als erstklassig bekannt.“ □

ZITIERT UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Bodenheim, Benjamin: Die Bedeutung und Ausbreitung der Papierwaren-Branche und deren Nutzen in nationalökonomischer Beziehung. Original-Handschrift vom März 1873, Sammlung und Archiv PORTABLE ART Schmidt-Bachem.

Hess, Walter: Die Praxis der Papier-Verarbeitung. Praktisches Handbuch für das gesamte Gebiet der Papier verarbeitenden Industrie. Berlin 1930.

Sander, Rolf: 100 Jahre Papiersackmaschinen und Papiersäcke. Herausgeber: Wilhelmsthal Werke GmbH, 1988.

Schubert Max: Die Papierverarbeitung. Band 2: Die Buntpapier-, Tapeten-, Briefumschlag-, Tüten- oder Papiersack-, Papierwäsche und photographische Papier-Fabrikation. Berlin 1901.

Sporhan-Krempel, Lore: Vom Papier und seiner Verarbeitung in alter und neuer Zeit. Herausgegeben anlässlich des zehnjährigen Bestehens der Abteilung Papiertechnik am Oskar-von-Miller-Polytechnikum München. Papiertechnische Stiftung, München 1959.

Thümmes, Heinrich: Tüten-, Beutel- und Papiersack-Fabrikation sowie ihre Nebenfächer. Band 1, Berlin 1928.

Weiß, Wiso: Zeittafel zur Papiergeschichte. Leipzig 1976.

Windmüller & Hölscher: Verpackte Märkte. Herausgegeben anlässlich des 100jährigen Bestehens. Lengerich 1969.

DER AUTOR

Heinz Schmidt-Bachem, geboren 1940, war Papierwareneinzelhändler und entwickelte dabei sein Interesse für „Düten“ und Papierbeutel. In den 70er Jahren legte er eine Plastik-Tragetaschen-Sammlung an, die er um Tüten, Papierbeutel und -tragetaschen erweiterte. Die Sammlung bietet inzwischen einen lückenlosen Überblick über die Geschichte der Papier- und Folienverarbeitung. Ein umfangreiches Archiv wurde angelegt, das zur Grundlage seiner Dissertation über „Düten“ wurde.

Ich weiß nicht was soll das bedeuten?
Anteil haben alles ungeziefer
 Königl. privil.
RATHS-APOTHEKE
Töslin
 J. BLOCK.

Eine kleine Auswahl
 aus der Beutel-
 Sammlung des Autors
 vor 1900.

Cakes & Biscuits.
Gustav Meyer
HANNOVER
 Bödeckerstrasse 95, Ecke Volgersweg.

MARGARIN & MARGARINEFABRIKEN

HCH. LANG & SÖHNE

Specialitäten:

Centrifugen-Süßrahm-Margarine
 gesalzen: Marke „SEJNWEIER“ (Deckelbrand)
 geschmolzen: Marke „STEDTWÄPPE“ (Deckelbrand)

käuflich bei:

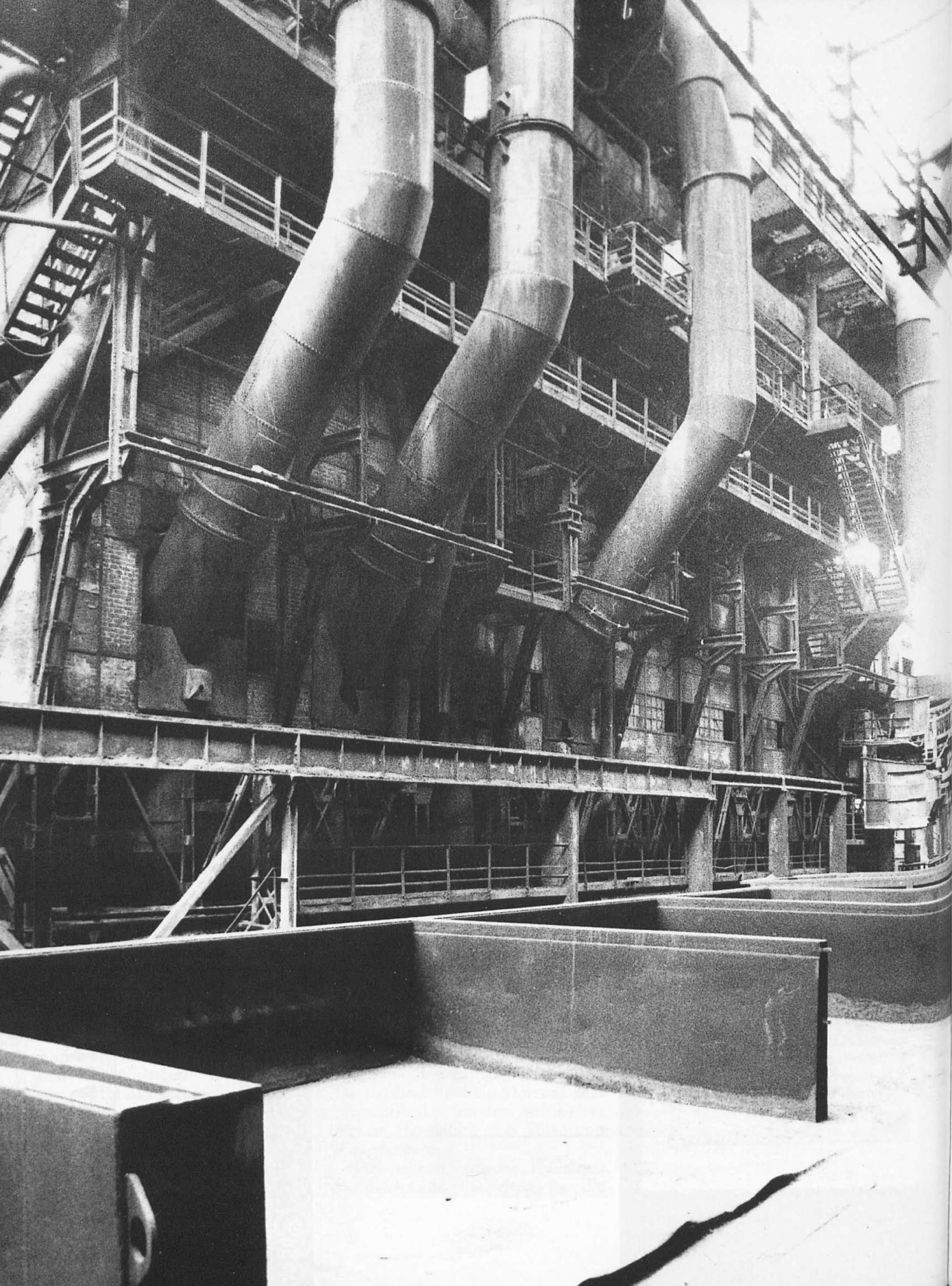


Oscar Naupert

Riesa a. d. Elbe.



NÜRNBERG & WIEN



DIE MUSEALE ÄSTHETIK DES ZERFALLS

DIE VÖKLINGER HÜTTE: MONOLITH EINER VERGANGENEN INDUSTRIEPOCHE

TEXT UND FOTOS VON GERHARD ULLMANN

Wo einst Ruß und Rauch die Arbeit und das Leben einer Kleinstadt bestimmten, kommt später Ruhm für die stilleren Tage. Die Völklinger Hütte ist neben der Erzaufbereitungsanlage Rammelsberg bei Goslar (siehe Seite 44/45) das zweite Industriedenkmal in der Bundesrepublik, das in die Nobelliste der Weltkulturdenkmäler der UNESCO aufgenommen wurde. Knapp zehn Jahre nach Stilllegung der Hütte eine späte Auszeichnung für ein einzigartiges, höchst heterogenes Industrieensemble, das den Wachstumsprozeß einer über 100jährigen Geschichte der Eisenverhüttung auf geradezu exemplarische Weise dokumentiert.

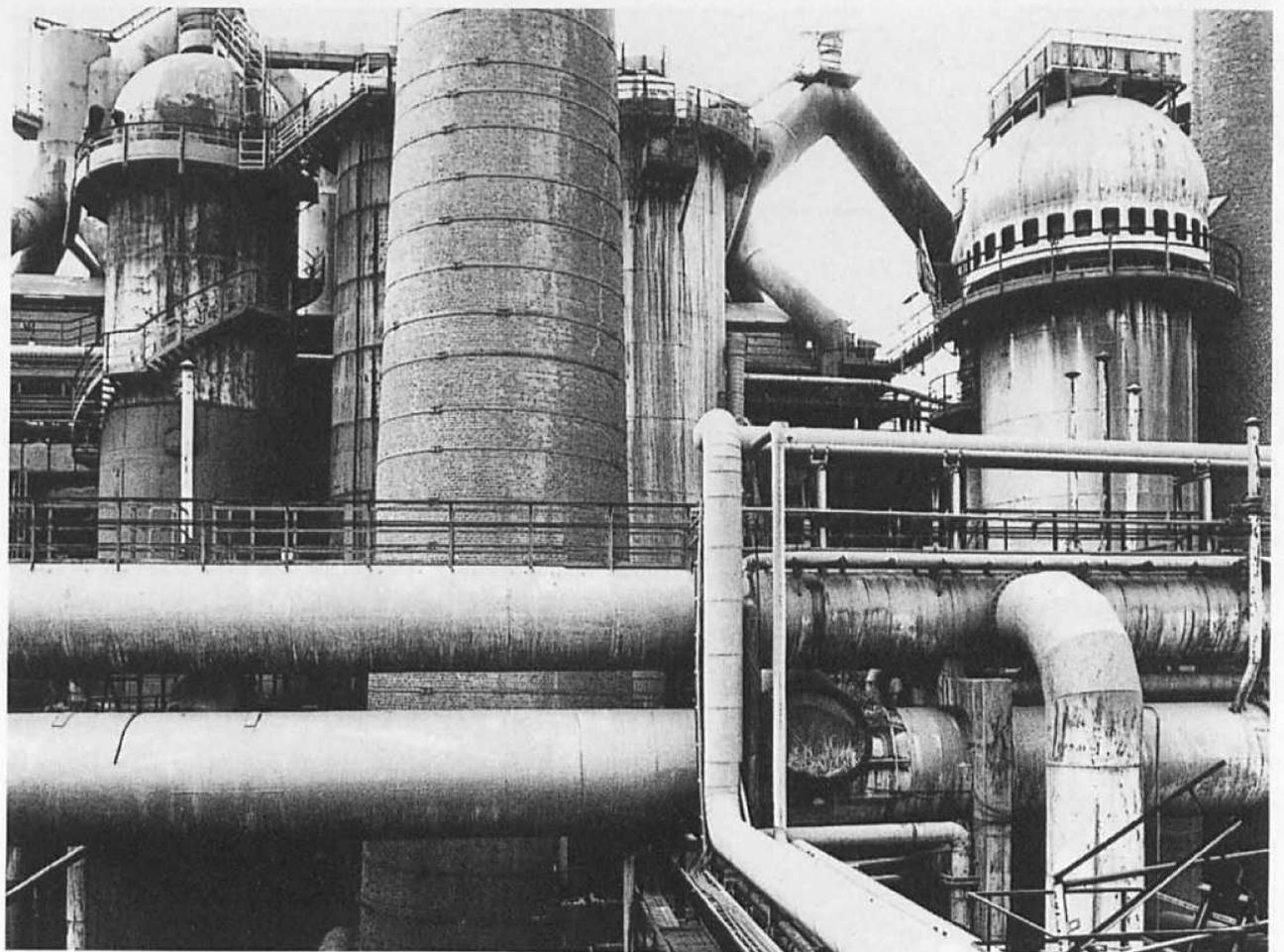
Sechs Hochöfen mit Winderhitzern, Schrägaufzug und Trockengasreinigung sowie eine Kokerei, Kohletürme, Sinteranlage, Wasserturm und Pump haus stehen neben dem Schmuckstück – eine gut erhaltene Gebläsehalle – unter Denkmalschutz: ein rostbraunes Ensemble aus Maschinen, Röhren und Schloten, das nach Ansicht der Denkmalschützer einmal ein museumspädagogisches Demonstrationsobjekt für die Verflechtung von Wirtschaft, Technik und Sozialgeschichte werden könnte. Für die Gegner ist dieser Koloß jedoch ein 40 000 Tonnen schweres Schrottbilde, das kapitalkräftigen Investoren den Zugang versperrt.

Hochofenblock (linke Seite)
und der Winderhitzer
bei der Hochofengruppe (rechts).

Ein klassischer Konfliktfall für die Denkmalspflege in einem von Strukturkrisen gebeutelten Land, das einerseits Gewerbeflächen für Investoren offenhalten will, aber andererseits nicht über die finanziellen Mittel verfügt, um ein schlüssiges Gesamtkonzept vorzulegen. Eine Sisyphusarbeit in einem Labyrinth vernetzter Räume, die unter dem Druck des Marktes in Teilbereiche aufzusplittern drohen.

Der frische Ruhm brachte der Stadt Völklingen zwar weltweit Anerkennung, aber nicht den notwendigen wirtschaftlichen Aufschwung. Ein müdes Grau liegt über den Dächern und Straßen der 46 000 Einwohner umfassenden Gemeinde; die ehemals beherrschende Stellung der Hütte ist

in der Innenstadt noch immer präsent. Stillgelegte Industriegiganten unterliegen einem progressiven Alterungsprozeß. Der Entzug von Arbeit verändert nicht nur das Binnenklima, die Halbwertzeiten des Verfalls wecken bei Malern, Schriftstellern und Fotografen auch verborgene Obsessionen, jede Phase des Niedergangs mit archäologischer Akribie festzuhalten. So ist die Völklinger Hütte zu einem bevorzugten Ort von Technikfreaks und Wissenschaftshistorikern avanciert, die den vergangenen Mythos der Arbeit zu einem nicht minder mythenträchtigen Bild einer archäologischen Industrielandschaft umstilisieren: ein gewagter Schritt, der jedoch neue Perspektiven eröffnet. Denn mit der Um-



VÖLKLINGER HÜTTE

wandlung der technischen Großbauten in ästhetische Objekte wird die Bindung an den Produktionsprozeß vollends gelöst und das Fenster zur Vergangenheit weit geöffnet.

Die glatten, stereometrischen Körper der Hochöfen und Winderhitzer wirken durch die Abwesenheit von Menschen seltsam zeitlos, ihre ungewohnte Ruhe ist befremdlich; ein musealer Zustand, der dazu auffordert, die Leistungen einer zu Ende gehenden Industrieepoche zu bilanzieren.

Die Gründung der Völklinger Hütte im Jahre 1873 war ein Fehlstart. Zwar besaß der Kölner Hütteningenieur Julius Buch genügend unternehmerischen Weitblick, die wirtschaftlichen Vorteile günstiger Verkehrsverbindungen richtig einzuschätzen, doch mit dem Wegfall der Schutzzölle auf Eisenprodukte sowie durch den Vertrieb von Bessemerstahl traten Absatzschwierigkeiten auf, die den Unternehmer schon nach sechs Jahren zwangen, das Werk zu schließen.

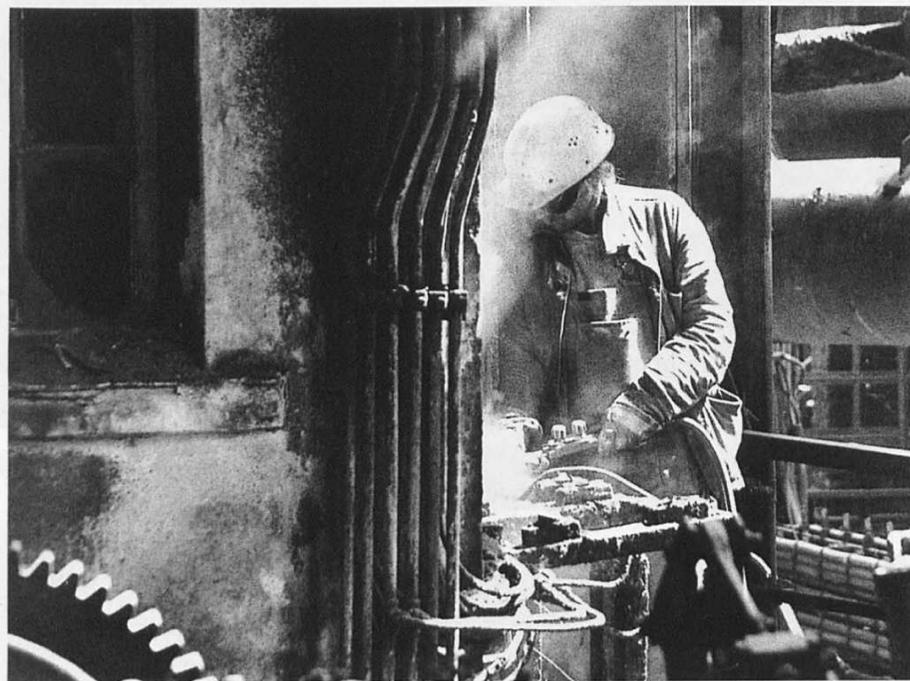
Der Aufschwung begann mit den Gebrütern Röchling, die 1881 die Völklinger Hütte übernahmen. Die Facharbeiter kamen aus den nahegelegenen Hüttenwerken, aus Lothringen und Belgien. Kernstück der Anlage bilden noch immer sechs Hochöfen. Sie entstanden in unmittelbarer Folge zwischen 1883 und 1903, so daß eine schnelle Produktionssteigerung von Eisenträgern möglich wurde. Bereits

1890 galt die Völklinger Hütte als größter Eisenhersteller, der bis zum Ersten Weltkrieg seine unangefochtene Spitzenstellung im Deutschen Reich behauptete.

Mit der Steigerung der Stahlproduktion und dem Ausbau einer breiten Produktpalette, die Stabeisen, Draht und andere Materialien für die Bauindustrie umfaßte, verflochten sich technische Erfindungen und bauliche Anlagen zu einem immer dichter werdenden Industriekomplex und legten damit den Grundriß für eine labyrinthische Gesamtanlage. So ist es nicht nur für Laien, sondern auch für Fachleute bisweilen schwierig, inmitten von Röhren, Hochöfen und Winderhitzer eine räumlich klare Vorstellung vom Produktionshergang zu gewinnen – auch deshalb, weil die Wucht der Maschinen den Besucher fast körperlich bedrängt und jeder neu gewonnene Eindruck die mühselige Balance zwischen Funktionsablauf und technischem Gehäuse gefährdet.

Tote Industrieanlagen entwickeln ihre eigene Ikonographie, die man gleichsam schichtenweise abtragen muß, um die Nahtstellen zwischen menschlicher Tätigkeit und technischem Erfindungsgeist mit all den sozialen Widersprüchen offenzulegen.

Der Schweizer Soziologe Lucius Burkhardt, der bereits wenige Jahre nach Schließung der Hütte bedauerte, daß mit deren Stilllegung die zwi-



Die mächtigen Gichtgasrohre (oben) und notwendige Reparaturarbeiten (links). Läßt sich das Kulturerbe erhalten?

schenschlichen Bezüge – die Inschriften und Anschläge – zuerst verschwanden, definierte damit zugleich einen allgemeinen Zerfallsprozeß. Es ist das Auslöschen von persönlichen Erinnerungen, die befremdliche Atmosphäre der Arbeitsräume, verbunden mit einer ungewohnten Stille, welche Produktionsstätten allmählich in ein museales Areal verwandeln. Der Energiestrom ist unterbrochen, das weitverzweigte Netzwerk der Schwach-

stromtechnik nur noch über Schaltpläne zu lesen – und *last not least* leitet die Vegetation mit Moos und Gras den entscheidenden Zeitschnitt zur Gegenwart ein.

Lesen sich die Produktionsdaten der Völklinger Eisenhütte wie ein gleichmäßiges Fortschreiben von technischer Innovation und fortschrittlichem Unternehmertum, wenn man zum Beispiel den mächtigen Block der renovierten Hochöfen, die gigantischen Maschinen im Gasgebläsehaus oder die große Sinteranlage von 1928 betrachtet, so existiert doch neben den im-

ponierenden Fakten der Technikgeschichte auch das dunkle Kapitel der Völklinger Waffenschmiede. Denn auch dies gehört zur Werkbiographie: Die Spitzenstellung in der Kriegsproduktion während des Zweiten Weltkrieges und die damit verbundene Mitverantwortung für die Verbrechen an Kriegsgefangenen und Zwangsarbeitern brachten dem damaligen Inhaber Hermann Röchling zehn Jahre Gefängnis.

Als die Familie Röchling 1956 wieder die Leitung ihres Industrieunternehmens übernahm, hatte sich der in-

nerbetriebliche Aufbau durch die Eingliederung in die Montanunion entscheidend verändert. Das starre patriarchalische System das mit seinen sozialen Einrichtungen die Arbeiter in eine Art Lebensgemeinschaft mit der Hütte band und sogar das soziale Leben Völklingens bis weit in die Nachkriegszeit bestimmte, war damit endgültig beseitigt.

Mit über 17000 Arbeitern erreichte das Werk 1965 seinen höchsten Belegschaftsstand, zehn Jahre später sorgte die Stahlkrise für eine Umstrukturierung, doch der Verlust an Arbeitsplät-

zen war trotz Modernisierungsmaßnahmen nicht mehr aufzuhalten. Die Stilllegung der Hochöfen und der Kokereianlagen brachte 1986 das endgültige Aus des Werkes.

Technikgeschichte ohne Sozialgeschichte mag zwar den Fachmann befriedigen, doch sind es gerade die Erfahrungen und die mündlichen Berichte aus der Arbeitswelt, die solch eine gigantische Maschinerie am Leben erhalten. Lärm, Hitze und Gestank, aber auch Unfälle und ganz normale Arbeitstage, sie sind unverzichtbare Essentials in jeder Werkbiographie, die einer musealen Regression entgegenwirken.

Produktionsstätten, die sich im Laufe der Zeit zu einem Agglomerat unterschiedlicher Gebäude verdichten,

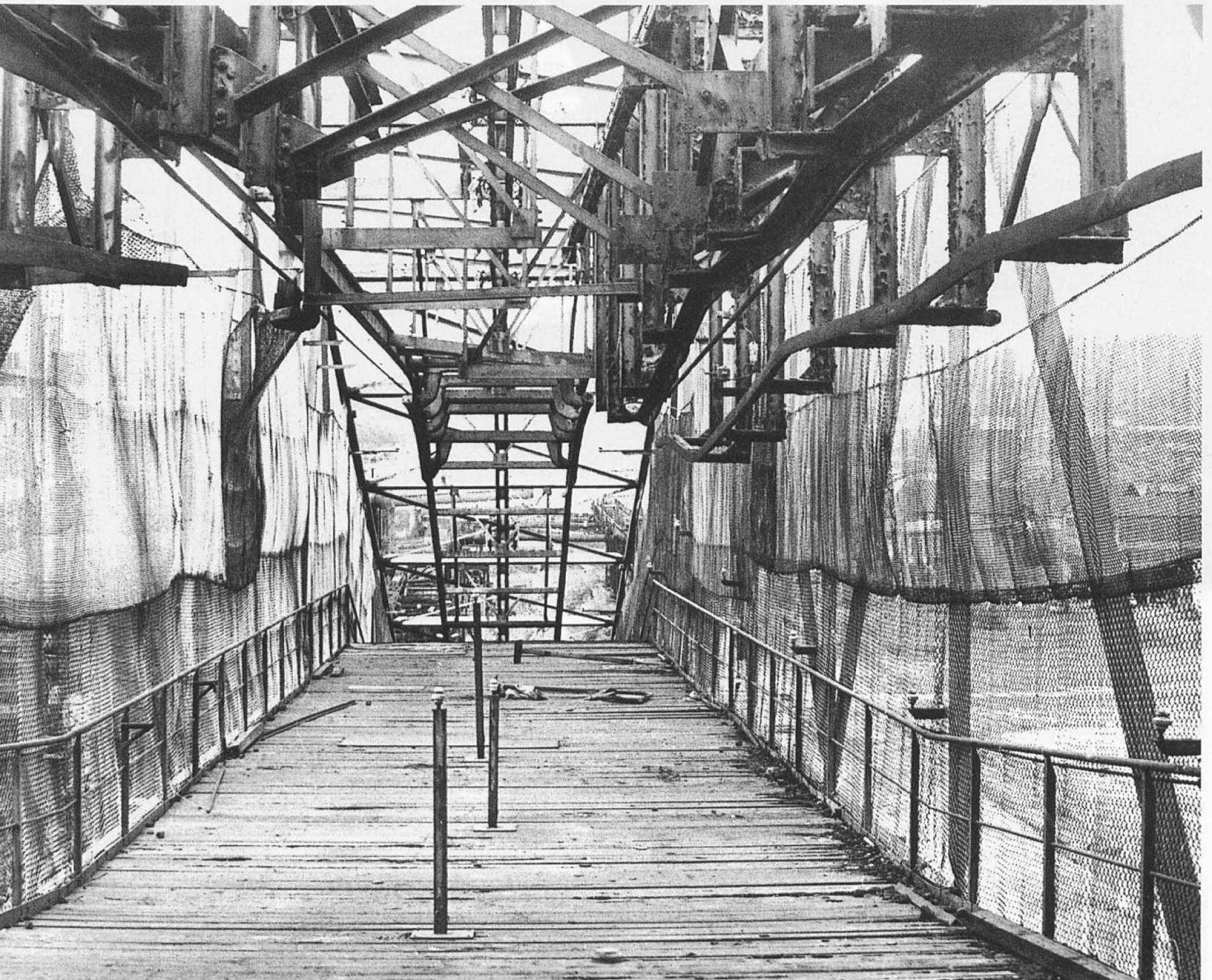
zwingen den Besucher, analytisch vorzugehen. Dafür bietet ein Initiativkreis zum Erhalt der Hütte mit einem „Hüttengeschichtlichen Rundgang“ und einer fachlich übersichtlichen Informationsbroschüre zum internen „Museumsweg“ eine hervorragende Grundlage.

Die Notwendigkeit für diese beiden Broschüren ergibt sich nicht zuletzt aus der verwirrenden räumlichen Anlage des sechs Hektar großen Werksgeländes. Wie in einer Collage wurden technische Erfindungen und bauliche Erweiterungen zusammengefügt, so daß dieser „Ariadnefaden“ in mehrfacher Weise nützlich ist.

Herzstück der Anlage bilden nach wie vor die sechs Hochöfen, deren Tagesausstoß in den Spitzenzeiten

1000 Tonnen Roheisen betrug. Das Kühlwasser für dicke Stahlmantelung kam aus dem Wasserturm, der heiße Wind für das Schmelzfeuer aus den riesigen Maschinen des Gebläses. Von der hoch gelegenen Gichtbühne wurden die Hochöfen mit Koks und mit Möller über ein ausgeklügeltes Transportsystem versorgt, dessen lange Wegstrecke aus einer kombinierten Seil- und Hängebahn noch heute zu bewundern ist. Das anfallende Gichtgas wurde wiederum der Grob- und Trockengasreinigung zugeführt und als Brennstoff für die Gebläsemaschinen gespeichert.

Technik- und Produktionsgeschichte können auf verschiedene Weise interpretiert werden. Entscheidend jedoch ist, Produktionsvorgänge an-





Transportwege für die Zulieferung von Rohstoffen (links) und eine Führung durch das Museum Vöklinger Hütte (oben).

schaulich zu machen, um so dem Besucher einen plausiblen Einstieg in das Gewirr von Röhren und Maschinen zu vermitteln.

Eine der zentralen Schaltstellen in diesem unübersichtlichen Zirkulationssystem ist die gut erhaltene Gebläsehalle, ein architektonisches Kuriosum mit einer Sprossenfenster-Fassade, deren zurückhaltende Eleganz sich wohltuend von den Industrietitanen abhebt. Wer bildhafte Vergleiche liebt, könnte hier ergänzend zu der Hochofenanlage von der „Lunge“ sprechen, deren riesige Schwungräder die Verbrennungsluft für den Verhüttungsprozess lieferten. Und obwohl bereits um die Jahrhundertwende durch die Dampfturbine bedrängt, dienten die Gasmaschinen auch weiterhin der Stromgewinnung und Wasserförderung, ein Anachronismus, der bei der Größe des Industriearcals nicht einmal ungewöhnlich ist.

Dominiert einerseits die monumentale Großform der Maschinen und ihre zeichenhafte Ästhetik wie ein Fossil alle Innovationsschübe der Hütte, so wirkt andererseits die in der Form gefesselte Kraft als attraktive Kulturkulisse. Tanztheater und Fernsehveranstaltungen haben der einst ölverschmierten Gebläsehalle ein jugendliches Make-up aufgetragen, ein prächtiges

Vorzeigeobjekt für Denkmalspfleger, das unter postmoderner Pflege, vom Hüttengelände abgeschnitten, sich nun selbst fremd geworden ist.

Freilich entwickeln funktionslos gewordene Räume ihren eigenen Reiz. Die Monumente der Technik, abgelöst von der Produktion, erhalten durch ein zielloses Altern eine neue historische Dimension. Gleich archäologischen Zeichen, deren Funktion erloschen und die sich ins Ästhetische wandeln, demonstrieren sie einen Verfallsprozess, der einem inszenierten Kunstverfall gleicht.

Wer freilich – wie der Bielefelder Professor Wolfgang Selle – für solch einen radikalen ästhetischen Umwandlungsprozess plädiert, der muß auf das Archivieren von Gebrauchsspuren verzichten. Den Takt des Verfalls bestimmt dann die Zeit. Überlegungen dieser Art können als Denkspiele für die Kunst anregend sein, für die Arbeit und die Ziele der Denkmalspflege sind sie ohne Belang.

Industriedenkmäler dieser Art haben eine lange Produktionsgeschichte, und wenn sie herausragend sind, widmet man ihnen einen kurzen Nachruf. Auch geschützte Denkmäler leiden unter Erinnerungsverlust, unterliegen fragwürdigen Nutzungskonzepten, werden partiell gebraucht und oft für obskure Zwecke mißbraucht. Dies trifft in Teilbereichen auch auf die Vöklinger Hütte zu, deren technische

Pionierleistungen in der Frühzeit der Roheisenerzeugung ebenso unbestritten sind wie ihr dokumentarischer Wert, der sich allein schon auf die nahezu vollständige Anlage und ihre herausragende Stellung in der Eisenbranche stützt. So ist das Generalkonzept des Landeskonservators Johann Peter Lüth durchaus einsichtig und stimmig, wenn er bei der Erhaltung dieser kompakten Industrieanlage vor allem Wert auf den Ensembleschutz legt.

Doch erst mit der Auflistung der einzelnen Gebäudeteile ist etwas von den Schwierigkeiten und der Größe der Aufgabe zu ahnen. Denn Erzbunker und Sinteranlage, Hängebahn und Hochofenblock, Cowpern und Beschickungsbühne, Kokerei, Pumpenhaus, Wasserturm und Gebläsehalle: Dies verstreute, heterogene Ensemble muß zu einem Arbeitszyklus verbunden und nicht nur durch ein Funktionsdiagramm verständlich werden. Denn dem Landeskonservator geht es dabei nicht primär um Erhalt und um Pflegekonzepte, sondern auch um die Formulierung von Zukunftsaufgaben: Industrieraum und Forschungsstätte, Umweltwerkstatt und aktiv genutztes Museum. Also ein Jahrhundertkonzept für einen profanen, doch industriegeschichtlich bedeutsamen Jahrhundertbau?

Noch liegt der rostige Riese wie ein Zyklop vor den Toren Vöklingens. Jeder weitergreifende Diskurs über die Zukunft der Hütte wird mit der Frage nach dem schmalen Budget konfrontiert. Bislang macht Johann Peter Lüth aus dem Finanznotstand eine Tugend. Sein Plan: Sanierung in Schüben. Sein Kapital: der *Genius Loci*.

Eine immense Aufgabe der Denkmalspflege – und eine kleine Chance: einen Baustein für ein wichtiges Kapitel deutscher Industriegeschichte zu legen. □

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 Lebensraum und Sozialgeschichte.

VON SIGFRID VON WEIHER

4.10.1821

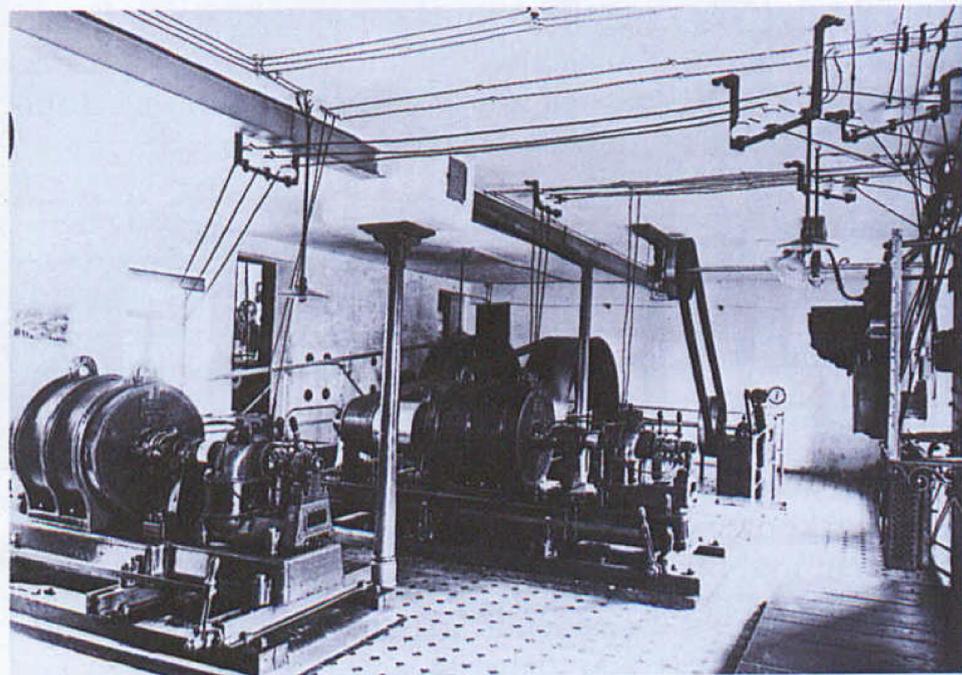
In London stirbt im 61. Lebensjahr der schottische Mechaniker **John Rennie**. Als junger Bursche war er bei Meikle, dem Erfinder einer Dreschmaschine, in die Lehre gegangen. 1784 trat er in Soho in die Dienste der Firma *Boulton & Watt*, für die er die Einrichtung der *Albion-Dampfmaschine* übernahm und diese zu betriebstechnischem Erfolg führte. Ab 1790 wandte Rennie sich wasserbautechnischen Arbeiten zu, **Kanal- und Brückenbauten** sowie Entwässerungen. 1798 wurde er zum Mitglied der *Royal Society* ernannt.

6.10.1846

In Central Bridge, New York, USA, wird **George Westinghouse** geboren. 22jährig präsentierte er seine ausgezeichnete **Druckluftbremse** für Eisenbahnen, mit der sein Name früh weltbekannt wurde. 1869 entstand in Pittsburgh, Pennsylvania, die *Westinghouse Airbrake Co.*, die dann weitere Eisenbahnsignal- und Sicherungstechniken bearbeitete, sich schließlich auch erfolgreich der jungen Starkstromtechnik zuwandte. Spitzenleistung waren seine schnellen Generatorantriebe.

7.10.1946

In Aue im Erzgebirge stirbt 87jährig der Physiker **Johannes Görges**. Seit 1884 bei *Siemens & Halske* in Berlin mit



Das Drehstrom-Kraftwerk im oberbayerischen Erding, 1892.



Die Stufenbahn auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahr 1896 war eine große Attraktion.

starkstromtechnischen Aufgaben befaßt, hatte er 1892 als Leiter des Konstruktionsbüros das erste kommunale **Drehstrom-Kraftwerk** in Deutschland, in **Erding** in Oberbayern, errichtet. 1901 wurde er Professor und Leiter des Instituts für Starkstromtechnik an der Technischen Hochschule in Dresden.

8.10.1846

William Farthing erhält auf seine Maschine zum Blasen von Glaskörpern das britische Patent Nr. 11397. Er verdich-

tete die zum Aufblasen der gewünschten Form nötige Luft durch Druckpumpen bis auf den erforderlichen Grad und stellte sie dem Glasbläser zur Verfügung. Die Glashütten in Clichy gehörten zu den ersten Anwendern des Verfahrens.

14.10.1871

Der preußische Handelsminister **Graf von Itzenplitz** empfiehlt die Festlegung der **Normalien für den Bau von Eisenbahnwagen**, um die Leistungsfähigkeit der einschlägigen Fabriken zu erhöhen und die Produktionskosten durch Serienfertigung zu senken. Es ist dies ein relativ früher Beitrag zur **Industrienormung in Deutschland**.

15.10.1896

Im Treptower Park schließt die große **Berliner Gewerbeausstellung** nach über fünfmonatiger Dauer ihre Tore. Unter den technischen Ausstellungsobjekten bewiesen die neue Volkssternwarte mit dem großen **Archenhold-Refraktor** und die von Wilhelm und **Heinrich Rettig** erstellte **Stufenbahn** durch das Vergnügungsviertel sehr große Anziehungskraft: In drei verschiede-

nen, von langsam auf schnell sich steigenden Geschwindigkeiten konnten die Besucher fortbewegt werden und den Blick auf die Ausstellung im Vorbeifahren genießen.

18.10.1846

In Nürnberg wird **Sigmund Schuckert** geboren. Nach Wanderschaft als junger Mechaniker, die ihn auch zu Siemens und Edison geführt hatte, gründete er in seiner Heimatstadt 1873 eine Werkstatt für **elektromechanische Arbeiten** zum Bau und zur Installation von Maschinen und Apparaten. 1885 nahm er auch die Herstellung von **Parabolspiegelscheinwerfern** auf, die seiner Firma internationalen Ruf eintrugen. Nach seinem Tod 1895 führte **Alexander Wacker** (1846-1922) das Unternehmen fort, das schließlich in der *Siemens AG* aufging.

19.10.1971

Die Stadt **München** nimmt die erste Linie ihrer **U-Bahn** vom Goetheplatz bis Kieferngarten (10,5 Kilometer) in Betrieb. Auf Betreiben des Oberbürgermeisters **Hans Jochen Vogel** war der Bau zum Termin der **Münchner Olym-**

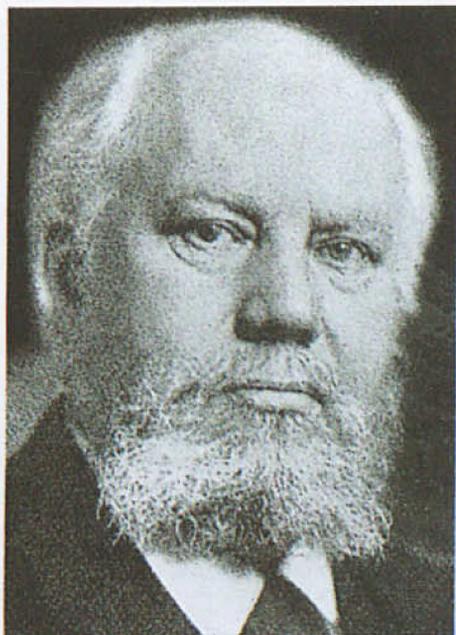
pischen Spiele 1972 zügig vorangetrieben worden. Mittlerweile bemißt sich das U-Bahnnetz auf 77,5 Kilometer und bedient 78 Stationen.

21.10.1971

Im **Kernkraftwerk Würgassen** wird die erste sich selbst erhaltende Kettenreaktion im Siedewasser-Reaktor eingeleitet. 1995 beschließt die Betreiberin **PreußenElektra**, dieses Kraftwerk mit einer Bruttoleistung von 670 MW wegen der zu hohen Nachrüstungskosten stillzulegen.

22.10.1946

In Borkheide, Mark Brandenburg, stirbt 67jährig **Hans Grade**. Neben **August Euler** (1868-1957) gehörte er zu den Pionieren des deutschen **Motor-Flugzeugbaues**. 1908 begann er in Magdeburg seine



Adolf Martens
(1850-1914)

25.10.1896

In Karlsruhe findet die erste Sitzung des **Deutschen Verbandes für Materialprüfungen der Technik (DVM)** statt. Herausgewachsen aus der Kgl.



Der Flugpionier **Hans Grade** (1879-1946).

Flugversuche mit einem Dreidecker und 1909 nahm er kommerziell den Flugzeugbau auf. 1912 betrieb er monatelang eine nichtamtliche **Flugpost** zwischen Bork und Brück als Versuch.

23.10.1921

In Dublin stirbt im 82. Lebensjahr **John Boyd Dunlop**. 1888 hatte er das Fahrrad seines Sohnes mit einer selbstgefertigten **Luftbereifung** ausgestattet; schon 1889 entstand daraus in Dublin die erste **Reifen-Fabrik** der Erde.

Mechanischen Versuchsanstalt in Berlin, die seit 1871 bestand und im Zusammenwirken mit Fachgelehrten aus allen deutschen Ländern, hat dieser Verband für die **Materialforschung, Sicherheit und Normierung** hervorragende Arbeit geleistet. Erster Verbands-Direktor war **Adolf Martens** (1850-1914), der sich bereits 1898 mit seinem *Handbuch der Materialkunde* ein literarisches Denkmal gesetzt hatte. Am 16. Oktober 1996 begeht der DVM in Berlin seine 100. Geburtstagfeier.

31.10.1846

In Gemmingen, Württemberg, wird **Carl Reuther** geboren. Nach Ausbildung zum Mechaniker gründete er mit **Carl Bopp** im Jahre 1872 in Mannheim eine Fabrik zur Herstellung von **Rohrleitungsarmaturen**, die unter der Firma **Bopp und Reuther** noch heute Weltruf genießt.

1.11.1821

In Berlin nimmt die von **Peter Christian Beuth** (1781-1853) gegründete Technische Schule, die spätere **Gewerbeakademie**, ihren Unterrichtsbetrieb auf. Die an ihr entwickelten, an der Praxis von Technik und Wirtschaft orientierten Methoden haben entscheidend dazu beigetragen, den industriellen Fortschritt an der Spree und in Preußen kräftig zu fördern.

1.11.1896

Nachdem 1885 der erste bremische Fischdampfer *Sagitta* erfolgreich seinen Dienst aufgenommen hatte, wird nun auch der großzügig errichtete **Fischereihafen in Bremerhaven** in Betrieb genommen. Fischfang und Fischvertrieb werden nun zum wesentlichen Gewerbe Bremerhavens.

3.11.1921

In Düsseldorf stirbt im 84. Lebensjahr **Carl Poensgen**. Nach hüttenmännischen Studien in Freiberg und Leoben unternahm er mit F. Gisbers in der Eifel Versuche mit dem **Bessemer-Stahlverfahren**, den wohl ersten in Deutschland. 1864 wurde der Betrieb nach Düsseldorf verlegt, und hier gelang es, aus englischem Roheisen hochwertigen Stahl zu erzeugen. 1871 wurde Poensgen Teilhaber des Röhrenwalzwerkes, das sich unter Hinzunahme eines Puddelwerks zum **Düsseldorfer Röhren- und Eisenwalzwerk** erweiterte.

6.11.1771

In Prag wird **Alois Johann Senefelder** geboren. Bald kam er mit den Eltern nach München, wo er Schule und Universität besuchte. Nach dem Tod des Vaters versuchte er sich in der

Schriftstellerei, und aus Not versuchte er, seine Dramen nach einem eigenen Verfahren selbst zu vervielfältigen. So fand er um 1796/97 ein **Flachdruckverfahren** auf porösen Solnhofener Kalkschieferplatten nach dem Prinzip der gegenseitigen Abstoßung von Wasser und Fett. Um 1809 war die **Lithographie** perfekt und 1817 schrieb ihr Erfinder dazu das erste Lehrbuch.

Senefelders Stangenpresse von 1796 im Deutschen Museum.



8.11.1721

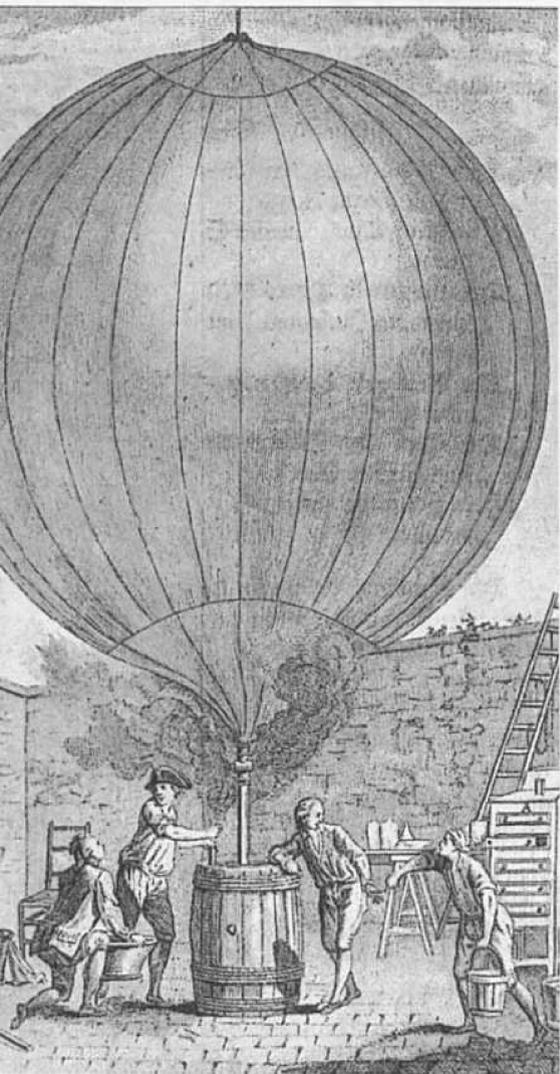
John Piper und **Matthes Tindale** in London nehmen das erste Patent auf **Kunst-Dünger**. Er besteht aus Kalk und Seewasser.

8.11.1871

Nachdem 1865 die erste Berliner Pferdebahn eingerichtet worden war, entsteht nun die **Berliner Pferdeisenbahn Aktiengesellschaft**, die das Streckennetz rasch wachsen läßt. Gegen Ende des Jahrhunderts, ab 1895, geht die Gesellschaft über zur Einrichtung **elektrischer Straßenbahnen** auf der Grundlage der Versuche von **Siemens & Halske** seit 1881 und nun unter Verwendung des **Bügelstromabnehmers**.

12.11.1746

Jaques A. C. Charles wird in Beaugency, Loiret, Frankreich, geboren. Ausgebildeter und amtierender Finanzbeamter, wurde er aus Liebhaberei Physiker und schließlich Physikprofessor in Paris. Als er von den Warmluft-Ballon-Experimenten der Brüder Montgolfier erfuhr, verwendete er für die Ballonfüllung erstmals Wasserstoffgas. Im Dezember 1783 unternahm er mit **M. N. Robert** den ersten menschentragenden **Ballonaufstieg** über Paris. Seinen Ballontyp nannte man nach ihm **Charlière**.



Füllen der ersten „Charlière“ mit Wasserstoff, 1783.

16.11.1721

In Aschersleben wird **Johann Esaias Silberschlag** geboren. Er wurde Pfarrer und wirkte gleichzeitig auch als Direktor der Berliner Realschule. Für diese Lehranstalt brachte er eine umfangreiche **Sammlung von Apparaten und Maschinen** zusammen, die 1776 etwa 300 Objekte umfaßte und einen wertvollen Beitrag für den Unterricht im eigenen „Maschinensaal“ lieferte.

16.11.1896

Am Niagara-Wasserfallkraftwerk, das seit 1879 unter Leitung von **Jacob F. Schoellkopf** (1819-1899) zur Nutzung elektrischer Energie eingerichtet worden war, wird eine **Drehstrom-Fernleitung nach Buffalo** (42 Kilometer Distanz) erfolgreich in Betrieb genommen. Die Generatorspannung von 2200 V wird mit Transformatoren auf 11 kV umgewandelt. Schoellkopf stammte aus Württemberg; er und seine Kinder und Enkel haben den Kraftbetrieb am Niagarafall als Pionierleistung durch Jahrzehnte entwickelt.

26.11.1921

Unter Beteiligung von **Edouard Branly** (1844-1940), dem Vater des französischen Funkwesens, findet die erste **Rundfunkübertragung vom Eiffelturm** in das Hotel *Lutetia* in Paris statt. Eine Sängerin der Opéra Comique singt Arien und auch die Marseillaise.

30.11.1846

In Kufstein, Tirol, beendet in seinem 58. Lebensjahr der deutsche Volkswirt und Publizist **Friedrich List** sein Leben. Maßgeblich hatte er durch unermüdliche Aktivität in Wort und Schrift dazu beigetragen, daß ein wirtschaftlich ausgerichtetes **Eisenbahnnetz** und ab 1834 ein **einheitliches Zollgebiet in Deutschland** herantreiben. Aber die Entwicklung in dem politisch noch ungeeinigten Vaterland verlief ihm zu langsam, und er befürchtete sogar, daß die Reformen sich nicht durchsetzen würden. Aus Gram setzte er daher seinem Leben ein Ende.

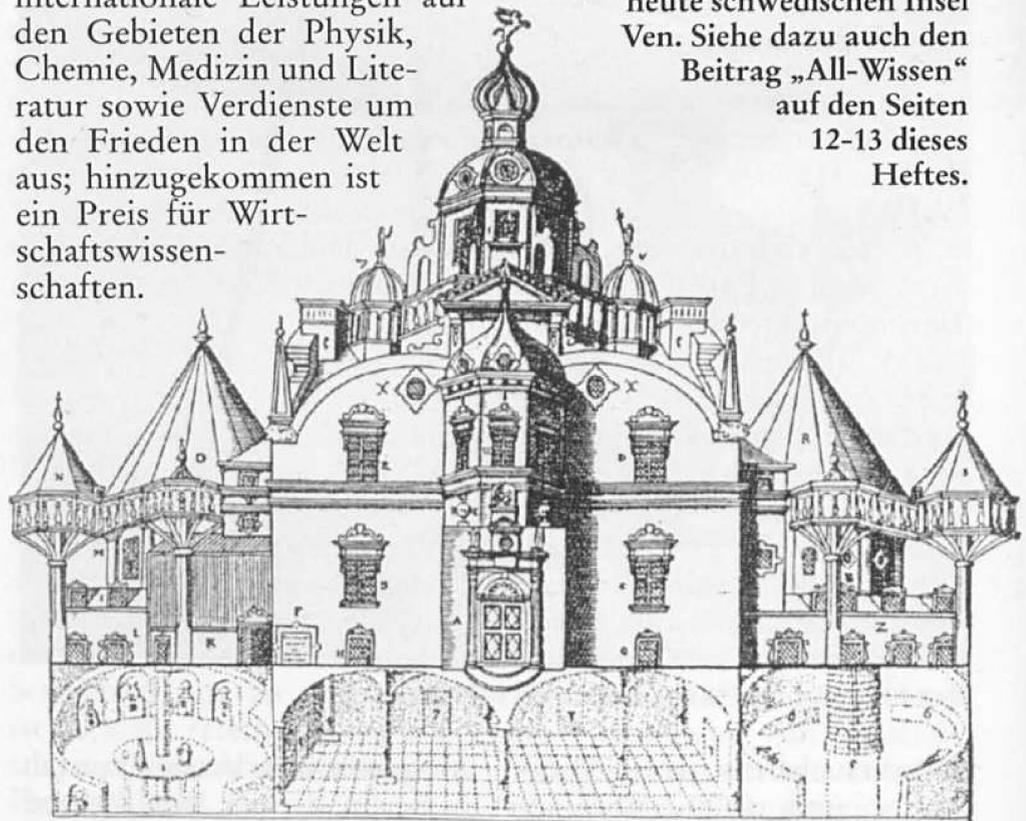
10.12.1896

In San Remo, Italien, stirbt im 64. Lebensjahr der schwedische Ingenieur und Industrielle **Alfred Nobel**. 1867 konnte er nach jahrelanger Entwicklungsarbeit den aus Nitroglycerin und Kieselgur gewonnenen **Dynamit-Sprengstoff** patentieren und anschließend großtechnisch herstellen lassen. Bei weiteren sprengtechnischen Arbeiten legte er den



Alfred Nobel (1833-1896)

Grund zur Erzeugung **rauchlosen Pulvers**. – Fünf Jahre nach seinem Tod wurde der von ihm gestiftete **Nobel-Preis** erstmals verliehen. Die zunächst fünf Klassen des jährlich fälligen Preises zeichnen internationale Leistungen auf den Gebieten der Physik, Chemie, Medizin und Literatur sowie Verdienste um den Frieden in der Welt aus; hinzugekommen ist ein Preis für Wirtschaftswissenschaften.



13.12.1546

In Knudstrup bei Helsingborg, Dänemark, wird **Tycho Brahe** geboren. Nach juristischem Studium in Leipzig wandte er sich aus eigenem Antrieb astronomischen Beobachtungen zu. Nach jahrelangem Aufenthalt im Ausland, insbesondere in Deutschland, kehrte er nach Dänemark zurück und lenkte das Interesse des Königs auf seine astronomischen Forschungen. Der König überließ Brahe die kleine Insel Hven im Sund, wo 1576 die „**Uraniborg**“, die **erste wissenschaftliche Sternwarte** Europas, entstand. 1599 folgte Brahe dem Rufe Kaiser Rudolfs II. nach Prag, wo er Wissen und Erfahrungen an den jungen **Johannes Kepler** weitergab und 1601 verstarb.

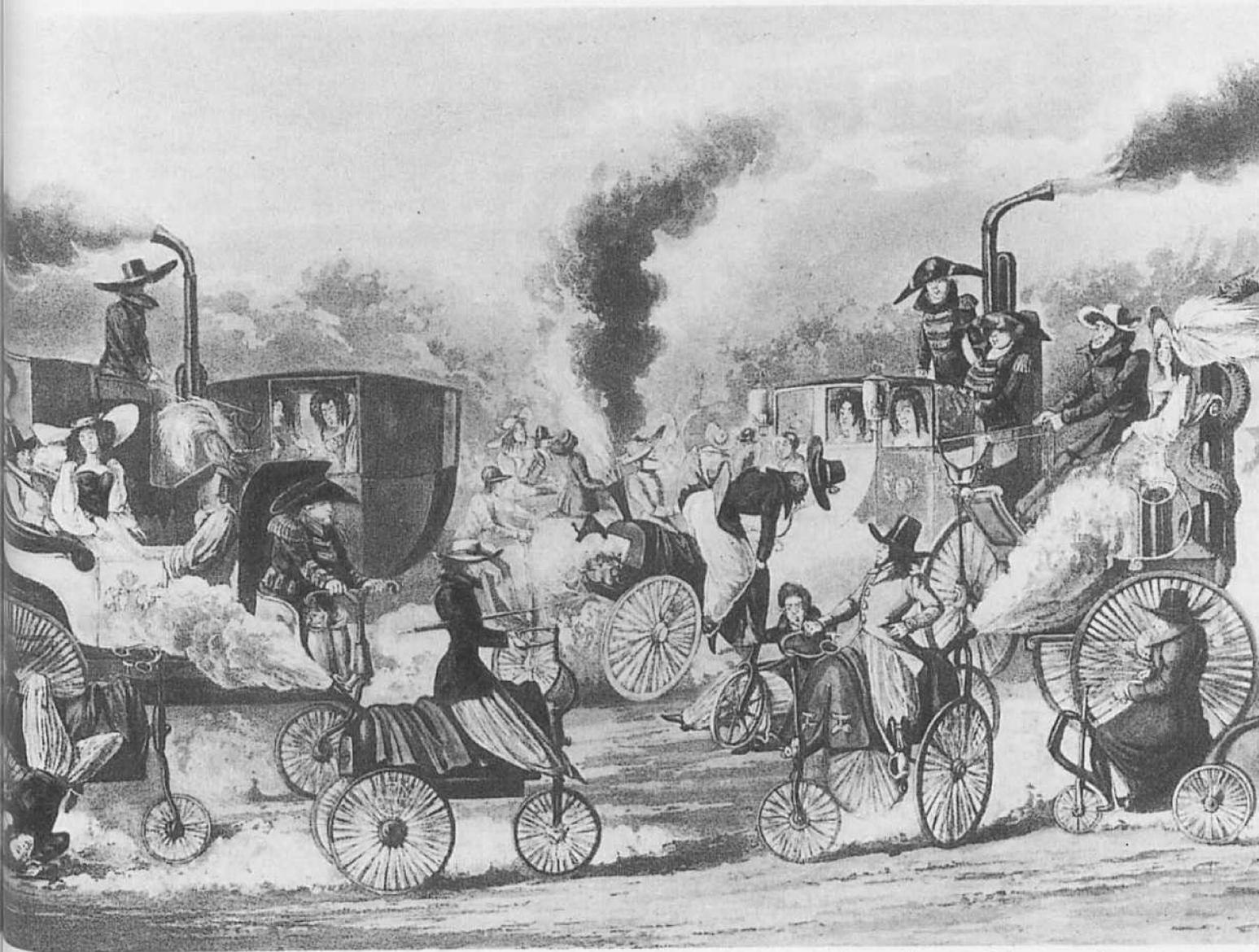
Tycho Brahes Sternwarte „Uraniborg“, 1576, auf der heute schwedischen Insel Ven. Siehe dazu auch den Beitrag „All-Wissen“ auf den Seiten 12-13 dieses Heftes.

11.12.1871

In Jungingen, Hohenzollern, wird **Friedrich Deckel** geboren. Nach Ausbildung zum Feinmechaniker zog er nach München, wo er 1903 eine Fabrik für **Präzisionsmechanik** gründete, die später auch Teile des Maschinenbaues in ihr Arbeitsgebiet aufnahm. Für seine kreativen Arbeiten und Verdienste erhielt Deckel die Würde eines Doktor Ingenieur ehrenhalber zuerkannt.

15.12.1871

In Davenham, England, stirbt im 59. Lebensjahr der Ingenieur **Thomas Dunn**. Auf den Gebieten **Eisenbahnwesen und Hochbau** hatte er interessante Erfindungsgedanken zusammengetragen, die er sich 1862 in einem dreibändigen Werk mit 104 großen Zeichnungen patentrechtlich schützen ließ. Es war das **umfangreichste Patent** seiner Zeit.



Satire auf den Straßenverkehr in London, sollte er wider Erwarten (dampf)motorisiert werden, 1828.

19.12.1946

In seiner Geburtsstadt Paris stirbt 74-jährig **Paul Langevin**. Als hervorragender Physiker, Schüler und später Mitarbeiter Pierre Curies hatte er dessen Elektronentheorie verallgemeinernd zum **Paramagnetismus** weiterentwickelt. Auf den Gebieten der Thermodynamik und besonders der **Ultraschallforschung** gelangen ihm wichtige Erkenntnisse.

20.12.1796

In Berlin stirbt im 68. Lebensjahr der Arzt und Enzyklopädist **Johann Georg Krünitz**. Das Erscheinen der großen französischen Encyclopaedie von Diderot und d'Alembert hatte ihn zu einer entsprechenden deutschen Arbeit angeregt. So entstand, 1773 bis 1858, in 242 Bänden ein lexikographisches Werk, das Krünitz selbst bis Band 73 (1796) redigierte. Ab Band 33 erhielt das bis dahin besonders die Kameralwissenschaften berücksichtigende Werk den Titel *Oekonomisch-technische En-*

cyclopädie. Das Gesamtwerk ist für die Technikgeschichte eine wertvolle Quelle.

20.12.1821

Julius Griffith aus der englischen Grafschaft Middlesex erhält das britische Patent Nr. 4630 auf **Dampf-Strassenwagen**, mit denen man „Kaufmannswaren als auch Passagiere ohne Pferde auf den gewöhnlichen Wegen weiterbringen kann“, so berichtet in *Dinglers Polytechnischem Journal* für deutsche Leser. Eine Lithographie von **H. Alken** vom Jahr 1828 zeigt eine satirische Vision auf die zu erwartenden chaotischen Zustände in der City von London, wenn die Dampfmaschinen weiterhin ungehindert das Verkehrsbild bereichern sollten.

26.12.1896

In Berlin stirbt im 79. Lebensjahr der Physiologe **Emil du Bois-Reymond**. Zunächst naturwissenschaftliche Studien in Bonn betreibend, ging er 1838 nach Berlin, wo er mit **Johan-**

nes Müller Probleme der Physiologie und der tierischen Elektrizität erforschte; 1858 übernahm er Müllers Lehrstuhl an der Berliner Universität, und 1867 wurde er zum ständigen Sekretär der Berliner Akademie der Wissenschaften bestellt. Berühmt waren seine naturwissenschaftlichen Vorträge. Sein 1872 geprägtes Wort „Ignorabimus“ bezüglich der Grenzen des Naturerkennens fand in Büchmanns *Geflügelten Worten* Aufnahme.

27.12.1571

In Weil der Stadt, Schwaben, wird **Johannes Kepler** geboren. Nach theologischem Studium in Tübingen wandte er sich mathematisch-astronomischen Problemen zu, die sein Lebenswerk bestimmen sollten. Tycho Brahe las Keplers erste astronomische Arbeit und berief ihn nach Prag, wo er 1601 sein Nachfolger als Hofastronom wurde. So wurde die Erforschung der **Gesetze der Planetenbewegungen**,

die er in drei Gesetzen formulierte, sein Hauptwerk. Seine gesamten Studien, die er bis 1619 erarbeitet hatte, wurden durch die sogenannten Rudolphinischen Tafeln ergänzt und 1627 herausgegeben.

29.12.1796

In Hamburg wird **Johann Christian Poggendorff** geboren. Er erlernte seit 1812 die Pharmazie, studierte in Berlin und wurde dort außerordentlicher Professor. Seit 1824 redigierte er die *Annalen der Physik und Chemie*. 1821 hatte er ein Galvanometer, 1826 die Spiegelablesung an sich drehenden Meßinstrumenten angegeben und 1842 das Chromsäure-Element eingeführt. Sein 1857/63 herausgegebenes *Biographisch-Literarisches Handwörterbuch zur Geschichte der exakten Wissenschaften* wurde in sieben Auflagen fortgeschrieben und ist als naturwissenschaftliches Nachschlagewerk, als „**Der Poggendorff**“, in der gesamten wissenschaftlichen Welt ein unentbehrliches Forschungsmittel.

30.12.1921

Der Konzessionsvertrag über die Erstellung der **Großschiffahrtsstraße** vom Main bei Aschaffenburg über Bamberg-Nürnberg-Regensburg bis Engelhartzell unterhalb von Passau wird zwischen dem Lande Bayern und dem Deutschen Reich geschlossen. Die praktische Durchführung übernimmt die **Rhein-Main-Donau Aktiengesellschaft**.



Johannes Kepler (1571-1630)

Oktober · November · Dezember 1996

Sonderausstellungen

- bis 7. Okt. **Photovoltaic Installation 96**
von Peter Weiersmüller
- bis 31. Mai 1997 **»Klebstoff verbindet...«**
Industrieverband Klebstoffe e. V.
- bis Ende Dez. **Digitale Welten**
Technik und Wissenschaft spielend leicht gemacht?
(in Zusammenarbeit mit der »Stiftung Lernen«)
- 3. bis 20. Okt. **Strom statt Lärm! Schallschutzwände als Stromlieferanten**
Integrierter Photovoltaik-Lärmschutz
Veranstalter: TNC Energie Consulting GmbH
gefördert u. a. von Bayernwerk AG

Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18, D-85764 Oberschleißheim, Tel. (089) 31 57 14-0

- bis 29. Nov. **Die Amerikaner in Schleißheim**
Veranstalter: Bayerische-Flugzeug-Historiker e. V.

Kolloquiumsvorträge

16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt

- 4. Nov. **Deutsch-Estnische Wissenschaftsbeziehungen 1800 – 1940**
Dr. Hein Tankler, Tartu (Estland)
- 18. Nov. **Lavoisier: The cult of the founder-hero of modern Chemistry in France, 1789 – 1889**
Bernadette Bensaude-Vincent, Paris
- 2. Dez. **Die Wunderkammer im Haus Salomonis. Eine Besichtigung barocker Weltbilder und Projekte**
Prof. Dr. Hans Holländer, Aachen
- 16. Dez. **Baumringe – die astronomischen und biologischen Zahnräder (Arbeitstitel)**
Prof. Dr. Fritz Hans Schweingruber, Birmensdorf (Schweiz)

Orgelkonzerte und Sonntagsmatineen

Musikinstrumentensammlung, 1. OG.

- 12. Okt. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solistin:* Margareta Hürholz
- 13. Okt. **Matinee: Werke für Orgel und Oboe**
11 Uhr *Michael Eberth und Angelika Radowitz*
- 16. Okt. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solistin:* Ruth Spitzenberger
- 9. Nov. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solist:* Klemens Schnorr
- 10. Nov. **Matinee: Werke für Violine und Gitarre**
11 Uhr *Katrin Ambrosius-Baldus und Susanne Schöppe*
- 13. Nov. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solisten:* Studenten der Meisterklasse Prof. Edgar Krapp
- 7. Dez. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solist:* Bernhard Gillitzer
- 8. Dez. **Matinee: Musik des Barock**
11 Uhr *Lucy Hallman Russell und NN*
- 10. Dez. **Orgelkonzert**
14.30 Uhr *Solist:* Heiko Hansjosten

Wissenschaft für jedermann / Wintervorträge
(siehe separates Programm)

Frauen führen Frauen (siehe separates Programm)

Märchen im Deutschen Museum
(siehe separater Artikel)

Deutsches Museum

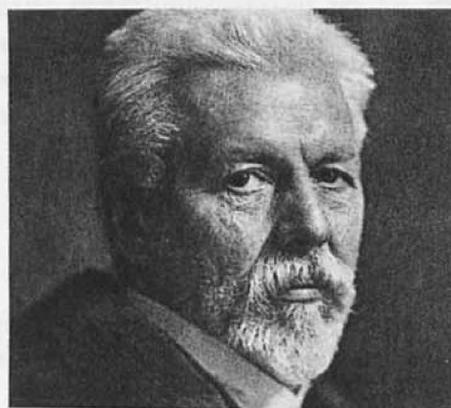
Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (089) 21 79-1

ZUSAMMENGESTELLT VON ROLF GUTMANN

**HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH:
20 JAHRE
KERSCHENSTEINER KOLLEG**

Das Kerschensteiner Kolleg ist nicht eine Fortbildungsinstitution mit beliebiger Thematik, es definiert sich und seine Aufgabe dadurch, daß Bildung und Lehre im Deutschen Museum wesentliches Grundmerkmal jeder Museumsaktivität sind. So wollten es die Museumsgründer, so formulierte es Georg Kerschensteiner 1925 zur Eröffnung des Sammlungsbaus:

„Weil „Bildung ein Wert“ ist, „soll ein Museum kraft seiner inneren Gestaltung diesem Werte dienen, ihn nicht bloß in jenen wieder aufleben lassen, die schon von ihm erfüllt sind, sondern ihn möglichst vielen zugänglich machen ... Die Organisation eines Museums, das durch Erkennen bilden will, ist nichts anderes als eine Lehrplan-Konstruktion, nur daß hier die Konstruktion nicht wie in den Schulen mit dem Schatten der



Georg Kerschensteiner (1854-1932)

Dinge, nämlich mit den Worten, sondern mit den Dingen selbst arbeitet ...“

Seit seiner Gründung vor 20 Jahren vermittelt das Kolleg diese „Dinge“ an „Multiplikatoren“ aus Schulen, Betrieben, Fortbildungszentren, Universitäten und Museen. In Wochenkursen lernen die Teilnehmer Geschichte, moderne Wissenschaft und Technik kennen. Übergreifende Themen stehen im Vordergrund. Der Erfolg war und ist groß. Lehrergruppen kommen nicht nur aus Deutschland, sondern aus ganz Europa.

Neue Ideen bringen im Jubiläumsjahr neue Zielgruppen: „Schnupper“-Bildung am Wochenende und technikgeschichtliche Informationen für Museumsspezialisten. Indessen läßt das wachsende Interesse schon jetzt Grenzen der personellen Kapazität erkennen.



**WINTERVORTRÄGE:
WISSENSCHAFT FÜR
JEDERMANN**

Die Vorträge finden im Ehrensaal des Deutschen Museums statt. Sie beginnen jeweils um 19.00 Uhr, Einlaß ab 18.30 Uhr. Der Eintritt ist frei.

Mittwoch, 9.10.1996
Prof. Dr. Hans-Peter Dürr, Max-Planck-Institut für Physik, Werner-Heisenberg-Institut: „Weltbilder im Umbruch – Was können wir wirklich wissen?“

Mittwoch, 30.10.1996
Prof. Dr. Herbert Walter Roesky, Institut für Anorganische Chemie, Universität Göttingen: „Chemische Kabinettsstücke“ – Experimentalvortrag.

Mittwoch, 27.11.1996
Prof. Dr. Klaus Kornwachs, Lehrstuhl für Technikphilosophie, Technische Universität Cottbus: „Zukunft des Wissens – Wissen für die Zukunft“.

Mittwoch, 18.12.1996
Dr. Wolfgang Send, Institut für Aeroelastik DLR, Göttingen: „Physik des Fliegens – Vom Vogelflug zum Flugzeugflattern“ – Experimentalvortrag.



tüüt-tüüt

Deutsches Museum

tsch-tsch-tsch-tsch-

ta-tü

Werben Sie ein neues Mitglied und gewinnen Sie ... die Mitfahrt in einem historischen BMW bei der Mille Miglia 1997, dem bekanntesten Ereignis im historischen Motorsport, von Brescia nach Rom und zurück, einschließlich Hotelübernachtung. Den Preis stiftet die BMW AG, vertreten durch die BMW Mobile Tradition.

alles was uns bewegt ...

ein Verkehrsmuseum für München

Fördern Sie das neue Verkehrsmuseum mit einem Förderbetrag nach Ihrem Wunsch

Unsere Bankverbindung lautet
Bayerische Vereinsbank
BLZ 700 202 70
Konto 7 505 000

roaaaaar

Fördern Sie das neue Verkehrsmuseum durch eine Mitgliedschaft im Deutschen Museum

Wir bieten Ihnen ein Jahr lang freien Eintritt mit einer Begleitperson und zwei Kindern

- ins Deutsche Museum
- in die Flugwerft Schleißheim
- ins Deutsche Museum Bonn

- plus vier mal »Kultur & Technik«, unser Magazin zu aktuellen Themen aus der Wissenschaft

Bitte rufen Sie uns an
Telefon 089·2179·310
oder schreiben Sie uns
Deutsches Museum,
80306 München

ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä-ä

klick-klack-klick-

Frauen führen Frauen

Für Gruppen sind andere Termine möglich.

Anmeldung erwünscht, Telefon (089) 2179-252 mit Ausweis für Schülerinnen und Studentinnen DM 4,- sonst DM 10,- Flugwerft Schleißheim DM 3,- sonst DM 5,-

mittwochs 10 Uhr

- 16. 10. *Vom Bergwerk zur Sternwarte* Ausgewählte Objekte im Deutschen Museum
- 23. 10. *Digitale Welten* Technik und Wissenschaft – spielend leicht gemacht?!
- 30. 10. *Wir haben nur diese Erde* Zur Ökologie unseres Planeten
- 6. 11. *Den Spurengasen auf der Spur* Erkundung der Erdatmosphäre
- 13. 11. *Energiespirale ohne Ende?* Wie läßt sich unser Energiebedarf zukünftig decken?
- 27. 11. *Genuß ohne Reue?* Energie aus Wind, Wasser, Erdwärme und Biomasse
- 4. 12. *Solarstrom bei Nacht?* Wie Energie gespeichert wird
- 11. 12. *Energie aus dem Sternfeuer* Kernfusionsforschung
- 18. 12. *Jungen bauen, Mädchen schauen?* Zur Geschichte des Baukastens
- 8. 1. *Verborgene Schätze* Sondersammlungen u. Archive des Deutschen Museums*
- 15. 1. *Bücher ohne sieben Siegel* Bibliotheksführung*
- 22. 1. *Vom Hebel bis zum Röntgenbild* Physik im Alltag
- 29. 1. *Vom Stoff, aus dem der Zucker ist* 250 Jahre nach Entdeckung des Rübenzuckers

mittwochs 14.30 Uhr

- 5. 2. *Altamira* Höhlenmalerei der Eiszeit
- 12. 2. *Vom Fliegerhorst zum Luftfahrtmuseum* Die Flugwerft Schleißheim
- 19. 2. *Licht und Sehen* Rundgang durch die Optik-Ausstellung
- 26. 2. *Bits und Bytes* Die Entwicklung digitaler Rechenarten
- 5. 3. *»Milch und Brot macht Wangen rot«* Nahrung im Wandel
- 12. 3. *Kochen mit Sonnenenergie* Technik, Erfolge, Hindernisse
- 19. 3. *»Dein Wunsch war immer - fliegen«* Entwicklung der Luftfahrt
- 26. 3. *Muskeln, Wasser, Wind und Wärme* Aus der Geschichte der Kraftmaschinen
- 2. 4. *Der gestirnte Himmel* Entwicklung der Astronomie
- 9. 4. *Vom Kristall zum Chip* Mikroelektronik
- 16. 4. *Frauenarbeit vor 100 Jahren* Die Auswirkungen der Industriellen Revolution
- 23. 4. *Von der Idee zum Modell* Bildhauer-, Maler- und Modellbauwerkstätten*
- 30. 4. *Berühmte Frauen in Naturwissenschaft und Technik*
Zu den Bedingungen von weiblichem Erfolg

* Treffpunkt Eingangshalle im Bibliotheksgebäude

Alle Führungen finden im Deutschen Museum statt, außer am 12. 2. 1997 in der Flugwerft Schleißheim, Effnerstraße 18, Linie S 1, Haltestelle Oberschleißheim

Deutsches Museum

FRAUEN FÜHREN FRAUEN

Am 16. Oktober 1996 geht das Programm „Frauen führen Frauen“ in die achte Runde. Bis zum 30. April 1997 laden Technikerinnen und Wissenschaftlerinnen des Deutschen Museums wieder alle Frauen ein, die über Naturwissenschaften und Technik Bescheid wissen wollen. Daß sich Frauen durchaus für Technik interessieren, hat der Erfolg der Reihe gezeigt.

Neben den bereits bekannten Führungen, etwa durch die Abteilungen Umwelt, Physik, Luftfahrt, Kraftmaschinen oder Astronomie, werden auch neue Themen angeboten, so zum Beispiel eine Führung durch die Sonderausstellung „Digitale Welten“. Insgesamt stehen 26 verschiedene Themen auf dem Programm.

Die Führungen finden bis einschließlich 29. Januar 1997 wie bisher am Mittwochvormittag statt. Um einem möglichst großen Kreis von Frauen – und auch Schülerinnen – die Teilnahme zu ermöglichen, findet der zweite Teil des Programms, ab 5. Februar, jeweils am Mittwochnachmittag um 14.30 Uhr statt. Die Termine im Überblick sind in nebenstehendem Kasten zu finden.

FÜR KINDER: MÄRCHEN UND GESCHICHTEN IM DEUTSCHEN MUSEUM

Ein besonderes Schmankerl bietet das Deutsche Museum für seine allerjüngsten Besucher: An den vier Adventswochenenden jeweils um 14, 15 und 16 Uhr erzählen Schauspieler und Märchenerzähler in verschiedenen Ausstellungen passende Sagen, Mythen, Geschichten oder Märchen.

Sei es an Bord des alten Fischewers, in der steinzeitlichen Altamirahöhle, vor der großen Turmuhr in der Uhrenaussstellung, unter dem Sternenhimmel des Planetariums, bei den Musikautomaten, in der Alchemistenküche oder auf dem Feuerwehrauto:

Überall ist Spannendes für die kleinen Besucher des Museums vorbereitet.

Keine Sonderpreise, keine Voranmeldung! Weitere Informationen sind unter (089) 2179-462 erhältlich.

STROM STATT LÄRM: EINE SONDERAUSSTELLUNG IM DEUTSCHEN MUSEUM

Strom aus Solarzellen ist umweltfreundlich, aber im Moment noch teurer als Strom aus herkömmlichen Kraftwerken. Ein nicht unerheblicher Teil der Kosten wird durch die Aufständigung (Halterungen) der Solarzellen verursacht. Die Integration von Solarzellen in Lärmschutzwänden hat zwei Vorteile:

- die Anlagekosten für Photovoltaik-Systeme sinken;
- für die Aufstellung der Solarzellen werden keine zusätzlichen Flächen benötigt.

Einer neuen Studie zufolge kann die Nachrüstung der in Deutschland bereits vorhandenen Lärmschutzwände mit Solarzellen den Strombedarf einer Stadt mit 80000 Einwohnern decken. Würden die in den nächsten Jahren geplanten Lärmschutzwände mit Solarzellen bestückt werden, entspräche dies einer installierten Leistung von etwa 115 MW – dies ist das 1,5fache der derzeitigen jährlichen Weltproduktion an Solarzellen.

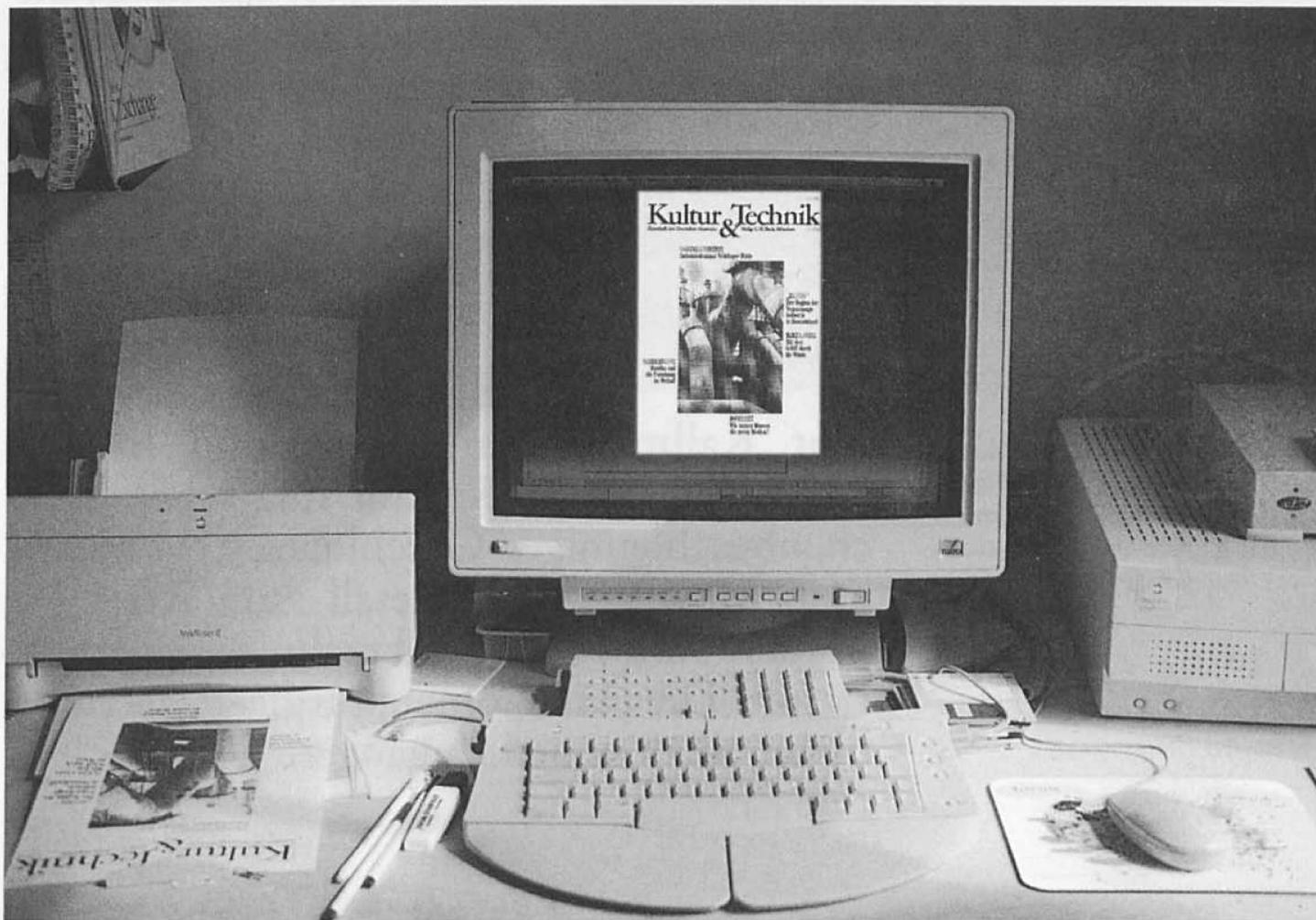
In Deutschland nimmt das erste Testfeld an der Autobahn zwischen Inning und Etersschlag am Ammersee noch in diesem Jahr den Betrieb auf. Gefördert wird dieses Projekt durch die Bayernwerke AG, die den photovoltaisch erzeugten Strom ins Netz einspeisen wird.

Die Sonderausstellung im Deutschen Museum zeigt – neben einer allgemeinen Darstellung des Themas – sechs prämierte Konzepte eines Ideenwettbewerbs, zum größten Teil als Modelle im Maßstab 1:1. Zu sehen ist die Ausstellung in der Bibliothek des Deutschen Museums vom 3. bis 20. Oktober. *Kultur & Technik* wird berichten.

DIE EFFEKTIV VERSCHACHELTE FÜR-SCHLEIFE

ISDN-Erfahrungen zwischen Termindruck und Drucktermin

„Ein mehrdimensionales Datenfeld können Sie effizient mit verschachtelten Für-Schleifen bearbeiten. Im folgenden Beispiel initialisieren die Anweisungen jedes Element in MatrixA mit einem Wert, der von der relativen Position im Datenfeld abhängt: Dim I als Ganz; J als Ganz – Statisch MatrixA (1 Bis 10; 1 Bis 10) Als Doppelt – Für I = 1 Bis 10 – Für J = 1 Bis 10 – MatrixA(I; J) = I * 10 + J – Nächste J – Nächste I.“ Die effiziente Eleganz der verschachtelten Für-Schleife kann jeden PC- und Mac-User nur hoch entzücken.



Die geheime „Schnittstelle“, die das Entstehen von *Kultur & Technik* trotz aller Widrigkeiten möglich macht.

Angefangen hatte das alles ganz harmlos mit einem Mac und *QuarkXPress*, einem Programm, das sowohl schreiben wie layouts kann. Da ein Redakteur ohnehin Druckfahnen korrigieren muß – so war die Überlegung –, kann er dies auch am Bildschirm tun und so die endgültige Druckfassung herstellen, statt die Korrekturen in die Druckerei zu geben mit der Folge, daß ein zweites (und gegebenenfalls ein drittes und viertes Mal) nachgeprüft werden muß, ob die Korrekturen richtig ausgeführt wurden.

Nun scheint es ein Naturgesetz zu sein, daß Redakteure immer mit den Schlußterminen kämpfen, gleichgültig ob es sich um eine Tageszeitung oder eine Vierteljahrszeitschrift handelt. Da nahte als Rettung ISDN, das datenautobahngängige Kontaktprogramm für einsame Rechner: Da mit einem ISDN-Anschluß fertige Beiträge – „Dokumente“ in neuhochdeutsch – nicht mehr auf Datenträger kopiert und an die Druckerei

versandt werden müssen, sondern dem Partner-Rechner sozusagen mit Lichtgeschwindigkeit zugespielt werden können, kann man viel Zeit sparen (was natürlich nicht heißt, daß das erwähnte Naturgesetz ungültig würde, sondern nur, daß der Termindruck näher an den Drucktermin herangerückt wird).

Hurra, der ISDN-Anschluß ist da! *Telecom* hatte bei der Bestellung wohl zwar darüber informiert, daß der zweite Telefonanschluß überflüssig sei, weil mit ISDN drei Nummern zur Verfügung stehen – etwa für Telefon, Telefax und Computer –, aber nicht darüber, daß es nur zwei Anschlußbuchsen für die drei Geräte gibt. Ein rechnerisches Rätsel.

Das Rätsel löst sich, wenn man viel Zeit für Recherchen (es gibt bei den entsprechenden Shops sehr wenig in-

formierte Menschen, und die Auskunftszahl ist wohl nicht zufällig ununterbrochen belegt) und 700 Mark investiert: Soviel nämlich kostet eine sogenannte „Anlage“. Mit ihr können vier ISDN-Geräte und ebenfalls vier Analoggeräte angeschlossen werden.

Wunderbar! Auf 700 Mark, zumal bei der Einführung gesponsert, soll es nicht ankommen! Indessen: Die alten Telefone und das Fax schwiegen sich aus, nachdem sie in die Analoganschlüsse eingeklinkt wurden. Nein, auch darüber hatte niemand informiert, daß nur „tonwahlfähige Geräte“ der ISDN-Segnungen teilhaftig werden können. Warum das so ist, ist sicher so leicht verständlich wie die „effizient verschachtelte Für-Schleife“.

Welch andere Wahl blieb als die, neue Geräte anzuschaffen? Früher war es möglich,

nach dem Anschluß eines Telefongerätes zu telefonieren. Das geht bei der *Telekommunikationsanlage Eumex 306* und dem ISDN-Telefon *Euro-pa 10* nicht mehr so einfach: Bevor man den Hörer abnimmt, müssen insgesamt 140 Seiten Begleithandbuch durchgeackert sein.

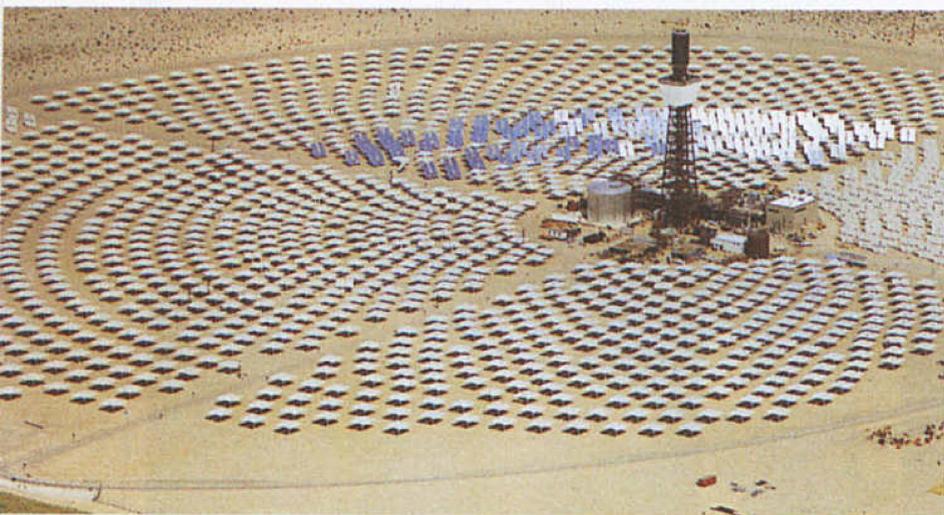
Wehe, man übersieht dabei den Hinweis, daß bei den an die „Anlage“ angeschlossenen Analoggeräten eine „0“ vorgewählt werden muß: Dann gibt es keine Chance, ins Netz zu kommen – ebensowenig wie die Chance, einen Service-Dienst der *Telecom* zu erreichen (Tip: Fax schicken; wurde in meinem Fall schon nach vier Wochen beantwortet).

Jetzt helfe ich mir immer selbst. Aber um den Tip zur Selbsthilfe im Vorspann zu verstehen, muß ich wohl noch weiter leiden. *Dieter Beisel*

Sonnenenergie hat Leben entstehen lassen, und die Menschen haben sie direkt und mittelbar genutzt – so in Form von Windenergie und Wasserkraftwerken. Nachdem sich der Einsatz fossiler Energieträger als problematisch erwiesen hat, könnte in einem zweiten Solarzeitalter die moderne Technik dazu verhelfen, Sonnenenergie zur nachhaltig nutzbaren Energiequelle der Zukunft werden zu lassen. □ Chemie-nobelpreisträger Fritz Haber schrieb zusammen mit seinem Assistenten Hart-

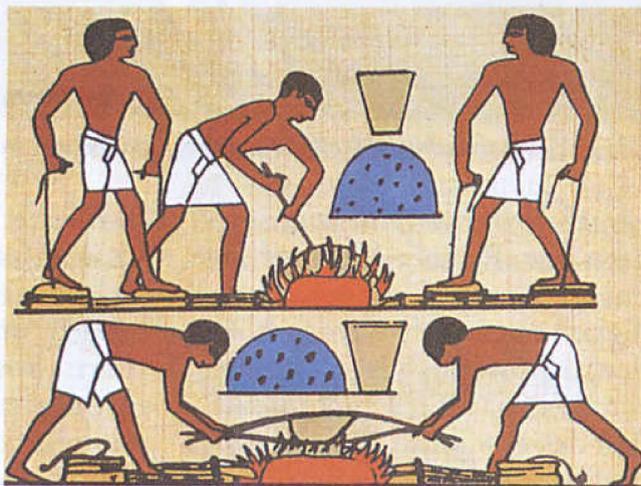


Der Chemienobelpreisträger Fritz Haber (1868-1934, Bild) hat mit Hartmut Kallman (1896-1978) auch Grundlagen-Forschung zur Teilchen-Beschleunigung betrieben.



Das 10-Megawatt-Solkraftwerk Solar One in der kalifornischen Mojave-Wüste ist das größte Demonstrations-Kraftwerk seiner Art.

mut Kallmann ein frühes und bislang kaum bekanntes Kapitel deutscher Teilchenbeschleuniger-Geschichte. □ Vom Erz zum Metall – vom Metall zum Artefakt: Metalle sind ein Spiegel technischer Zivilisation. Die Archäometallurgie-Forschung bietet einen neuen Zugang zu alten Kulturen. □



Die Arbeit altägyptischer Metallgießer um 1450 v. Chr. ist im Grabmal des Wesirs Rechmiër in der Nähe von Luxor dargestellt.

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums
20. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-80538 München / Postfach: D-80306 München. Telefon (089) 2179-1.

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg. Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 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. 12. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

Satz und Repro: Scanlith, Lörenskogstraße 3 (am Rathaus), D-85748 Garching.

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

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg, D-85551 Kirchheim bei München.

Bezugspreis 1996: Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 68,-, Schüler und Studenten DM 40,-). Erwerb der Mitgliedschaft im Deutschen Museum: Museumsinsel 1, D-80538 München/Postfach: D-80306 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 enthalten. Informationen bei der GAG-Geschäftsstelle: Am Bergbaumuseum 28, D-44791 Bochum, Telefon (0234) 5877140.

Bestellungen 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 und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

Beilagenhinweis. Diese Ausgabe enthält folgende Beilagen: „Erlesene Geschenke aus vergangenen Zeiten“, PAST TIMES, Oxford; „Nutzfahrzeugarchiv“, Archiv-Verlag, Braunschweig. Wir bitten um freundliche Beachtung.

ISSN 0344-5690

