

Genet 4 00

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

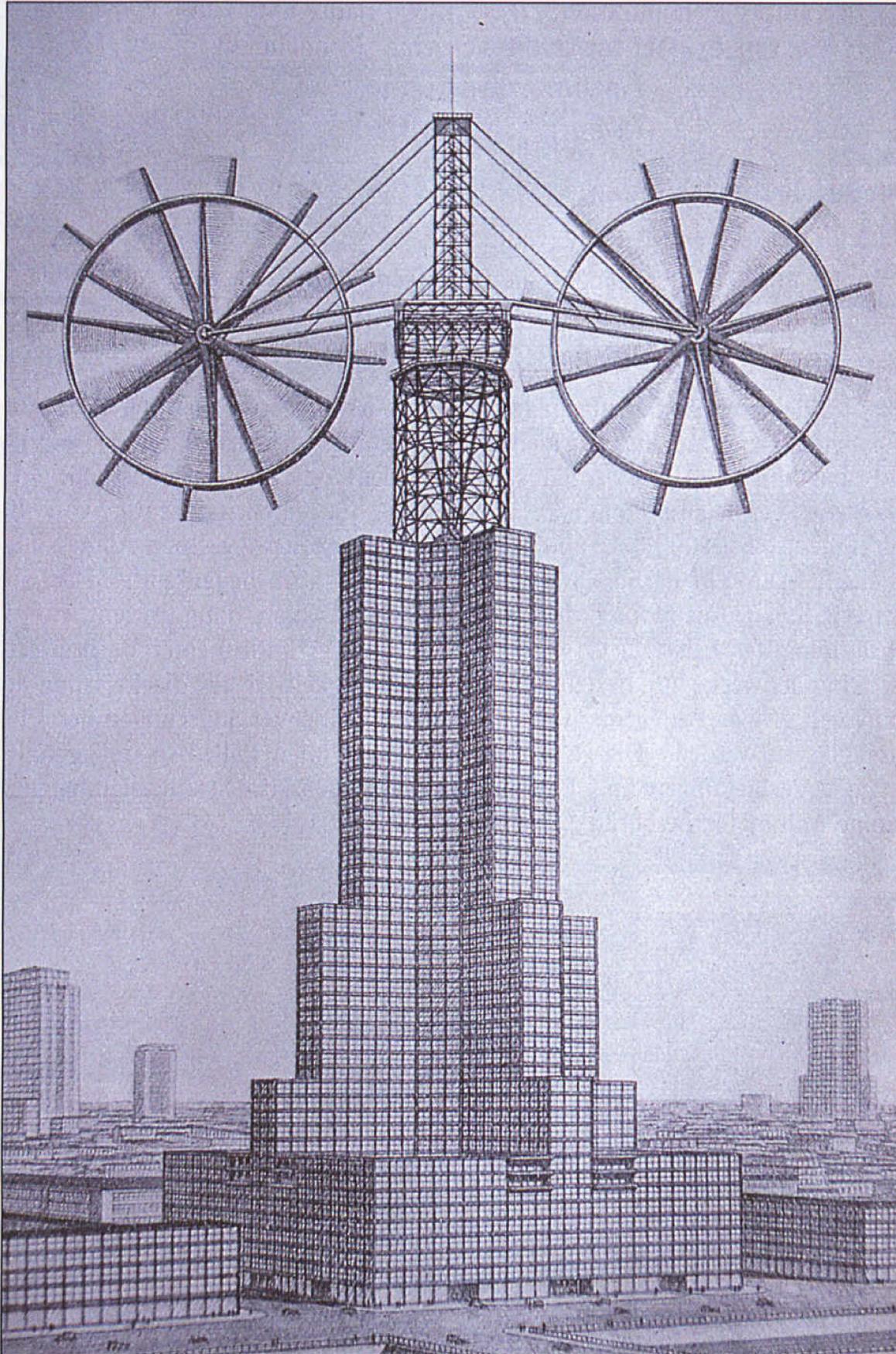
Verlag C. H. Beck, München

3/1994

WINDENERGIE
Alte Mühlen, rasche Rotoren

TH. YOUNG
Wege zur
Wellentheorie
des Lichts

ESSAY
Die Erfindung
von Technik-
Bedürfnissen
um 1900

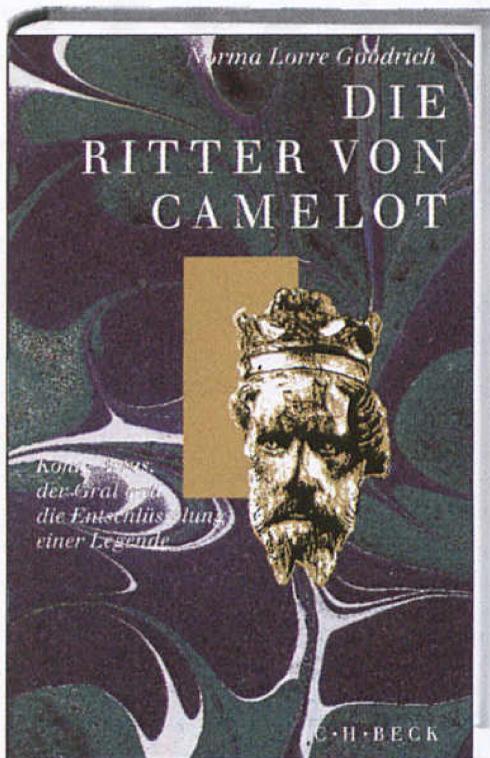


TECHNIK
Industrie-
Spionage
für den
Fortschritt

FORSCHER
Gespräch mit
Wolfgang Paul

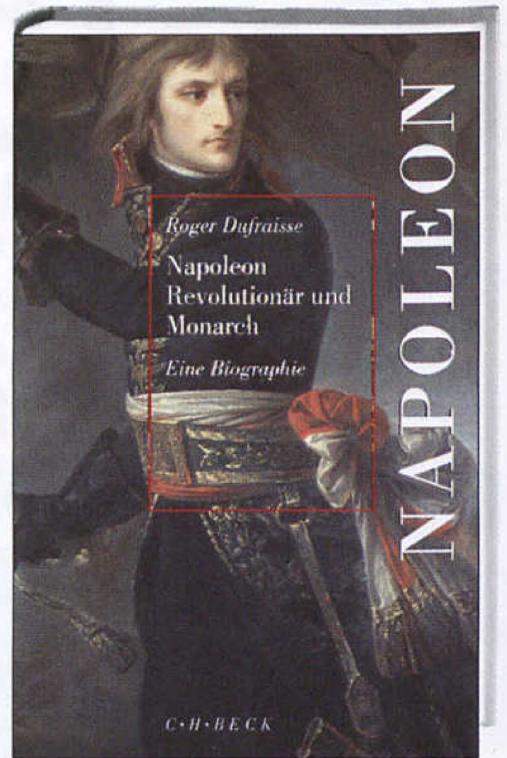


C.H. BECK C.H. BECK C.H. BECK C.H. BECK C.H. BECK

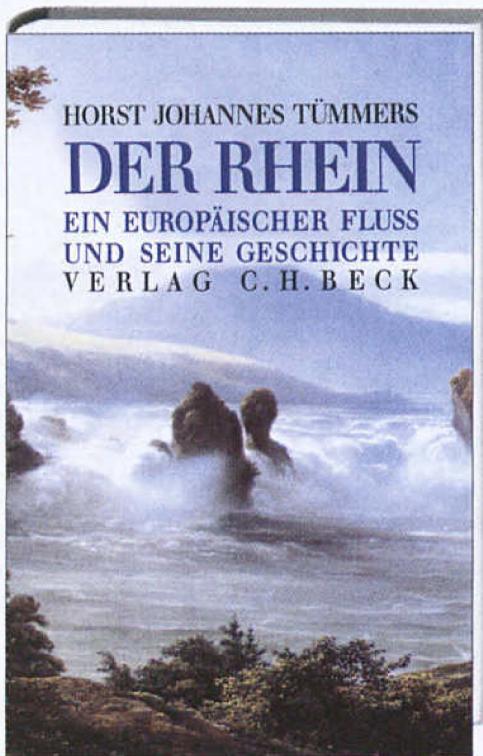


485 S., 10 Abb., 9 Karten, Ln. DM/sFr 58,-/ öS 453,- ISBN 3-406-38171-5

Auswahl aus dem Programm Frühjahr 1994



181 S., 13 Abb. Ln. DM 34,-/sFr 35,-/ öS 265,- ISBN 3-406-38069-7



479 S., 65 Abb. Ln. DM/sFr 58,-/ öS 453,- ISBN 3-406-37972-9



320 S., 14 Abb. Geb. DM/sFr 48,-/ öS 375,- ISBN 3-406-38109-X



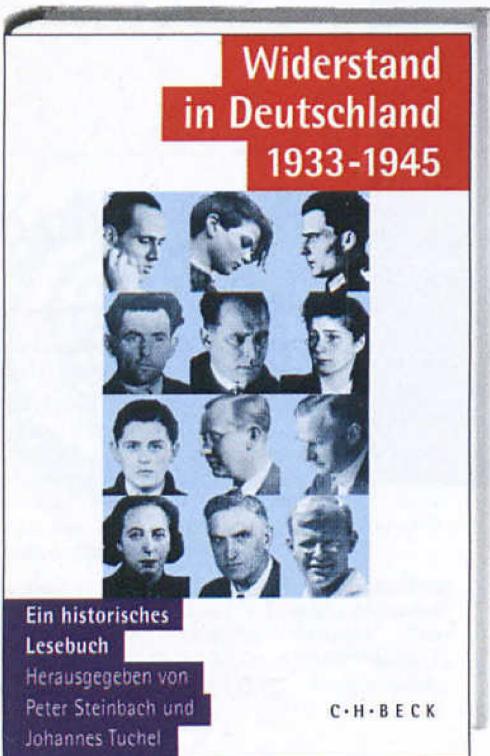
267 S., 8 Abb. Ln. DM/sFr 58,-/ öS 453,- ISBN 3-406-38064-6



388 S., 22 Abb. Ln. DM/sFr 48,-/ öS 389,- ISBN 3-406-37888-9



384 S., 39 Abb., 1 Karte. Ln. DM/sFr 58,-/ öS 453,- ISBN 3-406-38016-6



360 S., 37 Abb. Ln. DM/sFr 39,80/ öS 311,- ISBN 3-406-38193-6

Verlag C. H. Beck

ZUM TITELBILD: HERMANN HONNEFS „WINDKRAFTWERK IM ZENTRUM DES ENERGIEVERBRAUCHS“, 1932

GASTKOMMENTAR	4	MUSEUMSPORTRÄT	40
Wer hat die Bringschuld? Klimawissenschaftler protestieren	<i>Walter Frese</i>	Skarabäus und Char-à-côte Das Museum Achse, Rad und Wagen	<i>Thomas Köppen</i>
KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU	6	WISSENSCHAFTSGESCHICHTE	44
Nachrichten zu Technik und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Wissenschaft und Ätherglaube Thomas Youngs Wellentheorie des Lichts	<i>Andreas Kahlow</i>
BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE	12	KULTURGESCHICHTE	50
Strom-Dinosaurier Die Anfänge der Stromerzeugung	<i>Otto Lührs</i>	„Die Nervosität des Zeitalters“ Die Erfindung von Technikbedürfnissen	<i>Joachim Radkau</i>
WINDENERGIE I	14	GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR	58
Frischer Wind für alte Mühlen Funktionsfähige Windmühlen	<i>Bernd Flessner und Erol Gurian</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfried von Weiher</i>
WINDENERGIE II	22	DEUTSCHES MUSEUM	62
Strom aus der Luft Die Neuentdeckung der Windkraft	<i>Matthias Heymann</i>	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
INTERVIEW	28	SCHLUSSPUNKT	65
„Sie müssen durch die Atomhülle hindurch“ Gespräch mit dem Kernphysiker Wolfgang Paul	<i>Peter Steiner</i>	Mädchen, Männer und Motoren Autowerbung in der Wirtschaftswunderzeit	66
INDUSTRIELLE REVOLUTION	33	VORSCHAU/IMPRESSUM	66
Spione für den Fortschritt Skandinavische Industriespionage 1760–1814	<i>Dan Ch. Christensen</i>		



INDUSTRIESPIONAGE.

Die Industrien Englands, hier das Hüttenwerk in Coalbrookdale, waren um 1800 für die Skandinavier von Interesse. **SEITE 33**

WINDENERGIE.

In Ostfriesland werden wieder funktionsfähige Windmühlen errichtet. **SEITE 14**



KULTURGESCHICHTE.

In der wilhelminischen Ära sollte immer mehr Konsum die zunehmende „Nervosität des Zeitalters“ beschwichtigen. Werbung und Reklame wurden zur „Kulturtat“. **SEITE 50**



WER HAT DIE BRINGSCHULD?

Klimawissenschaftler protestieren

Prognosen bewegen nichts: Auf diesen Nenner bringen Professor Paul Crutzen, Direktor am Mainzer Max-Planck-Institut für Chemie, und Professor Hartmut Graßl, Direktor am Hamburger Max-Planck-Institut für Meteorologie, ihre Erfahrungen aus vielen Jahren Öffentlichkeitsarbeit in Sachen Ozonschicht und Klima. Nun fordern sie neben der Bringschuld der Wissenschaft die Annahmepflicht der Politik.



Professor Paul Crutzen



Professor Hartmut Graßl

Zu den Forschern, die diese Botschaft immer wieder vorgetragen haben, gehören Professor Hartmut Graßl und Professor Paul Crutzen, der als Leiter der Abteilung Luftchemie der Nachfolger Junges ist.

Verständlich deshalb, daß Graßl und Crutzen wie auch vielen ihrer Fachkollegen inzwischen der Gedulds-

faden gerissen ist. Bringschuld? Das Wort bringt Graßl nur noch auf die Palme: „Damit braucht mir keiner mehr zu kommen, das zieht bei mir nicht mehr. Ich habe jahrelang ein Drittel meiner Zeit auf Öffentlichkeitsarbeit verwendet, und ich darf den Ball jetzt zurückspielen: Die da immer Bringschuld einfordern, haben auch eine Annahmepflicht; sie haben zur Kenntnis zu nehmen, was uns ins Haus steht, und haben zu handeln – und zwar aus derselben sozialen Verpflichtung heraus, die sie uns Forschern zuweisen!“

on die Ozonschicht angreift, die „Sonnenbrille“ der Erde. Noch sei dieser Effekt nicht meßbar, so Junge damals. Doch er warnte: „Möglicherweise tickt da oben eine Bombe. Wir sind vielleicht schon in einem kritischen Bereich und haben keine lange Atempause mehr, um Entscheidungen zu treffen.“

Die „FCKW-Bombe“ ging bereits wenige Jahre später und unvermutet heftig hoch: Ein vorher unbekannter Mechanismus, der bei tiefen Temperaturen einsetzt und in einen tatsächlich „explosiven“ Ozon-Abbau mündet, riß das Ozonloch über dem Südpol auf, das 1985 „öffentlich wahrgenommen“ und auch von vorsichtigen Wissenschaftlern als ernstes Warnzeichen anerkannt wurde.

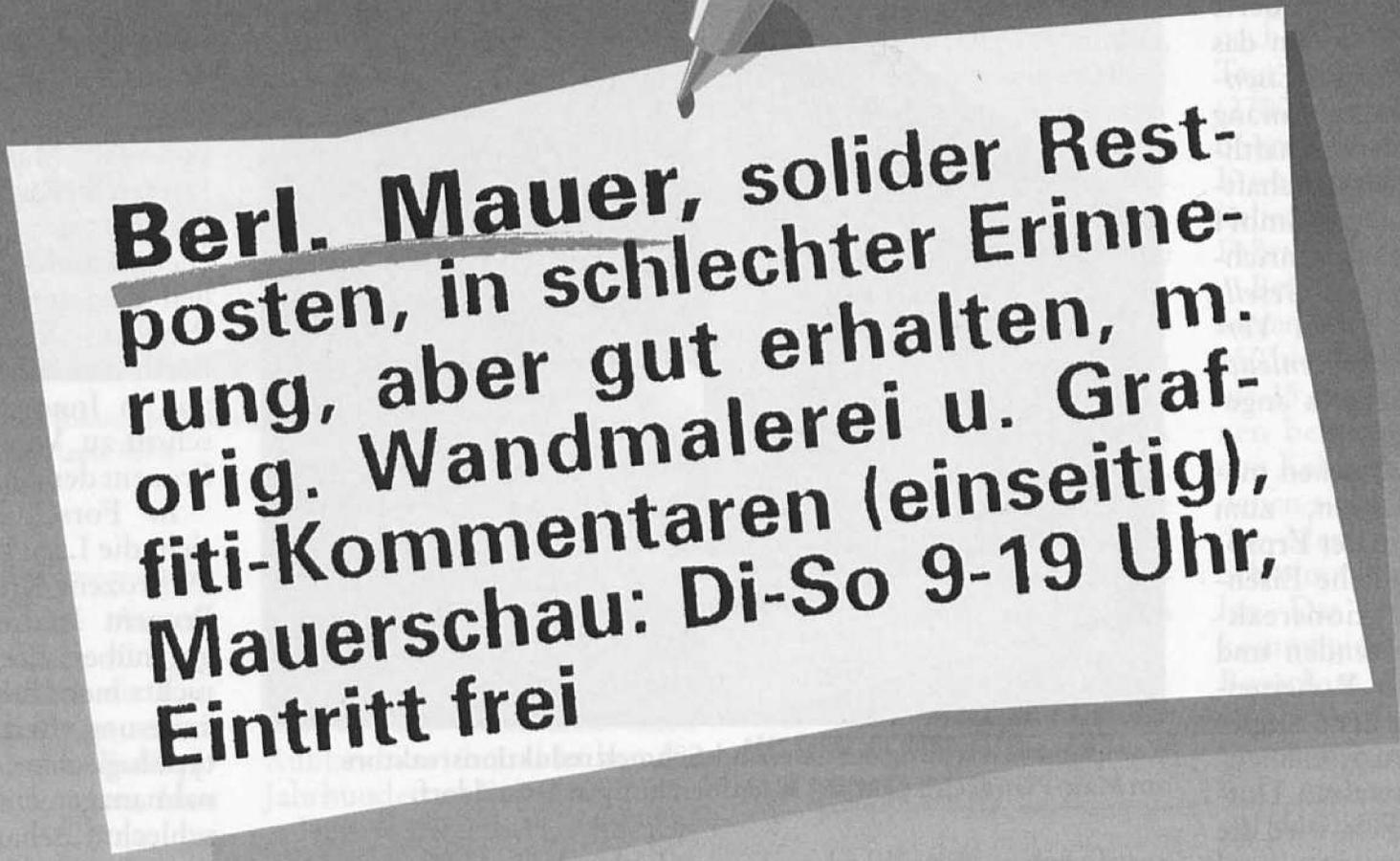
Klimaforscher und Atmosphärenchemiker haben zu diesen Problembereichen von Anfang an beispielhaft Öffentlichkeitsarbeit geleistet. Und sie haben schon früh, noch im Vorfeld aller tiefer dringenden Forschungen, unverzüglich Maßnahmen gegen den weiteren ungehemmten Ausstoß von klima- und ozongefährdenden Spurengasen gefordert. Denn, so ihre zentrale Botschaft: Atmosphäre und Klimasystem sprechen auf Störungen jeweils verzögert an; sind aber erst einmal gewisse Schwellenwerte erreicht und die Weichen zu einem neuen Zustand gestellt, dann nehmen die Dinge unerbittlich ihren Lauf – und Gegenmaßnahmen kommen zu spät.

Junge ist mittlerweile im Ruhestand. Doch ist er heute noch so beunruhigt wie damals: „Es geht nicht mehr nur um uns,“ sagt er, „es geht um viele kommende Generationen, es müssen Gefahren gebannt oder – leider sind wir schon so weit – wenigstens noch vermindert werden: Die Verantwortlichen in Politik und Wirtschaft sind deshalb in ganz anderem Ausmaß als bisher gefordert. Bei ihnen liegt jetzt die Bringschuld – und sie können sich in Zukunft wahrlich nicht damit herausreden, nicht eindringlich gewarnt und nicht gründlich unterrichtet worden zu sein.“

Walter Frese

Von Altbundeskanzler Helmut Schmidt stammt das Wort von der Bringschuld der Wissenschaft. Er lieferte dazu 1975 in einer Rede auf der Hauptversammlung der *Max-Planck-Gesellschaft* einige Kernsätze: „Die Wissenschaftler müssen die Ergebnisse ihres Forschens der Öffentlichkeit verständlich, begreifbar und einsichtig machen.“ Und weiter: „Sie müssen wissen, daß andere die Mittel erarbeiten, die ihnen als Forscher zur Verfügung stehen, und daß ihnen daraus eine soziale Verpflichtung erwächst.“

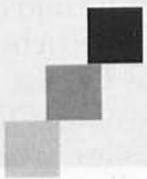
Auf derselben Hauptversammlung, 1975, hielt Professor Christian Junge den Öffentlichen Vortrag. Der damalige Direktor am Mainzer *Max-Planck-Institut für Chemie* sprach zu einem zukunftssträchtigen Thema: über Befunde amerikanischer Wissenschaftler, wonach die in Spraydosen und als Kühlmittel verwendeten Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW) langfristig in die Stratosphäre dringen, dort zerstört werden und Chlor freisetzen – das dann in einer katalytischen Reakti-



Berl. Mauer, solider Restposten, in schlechter Erinnerung, aber gut erhalten, m. orig. Wandmalerei u. Graffiti-Kommentaren (einseitig), Mauerschau: Di-So 9-19 Uhr, Eintritt frei

Original bei uns.

Zu besichtigen seit 15. Juni 1994.



**Haus der Geschichte
der Bundesrepublik Deutschland**

Adenauerallee 250, 53113 Bonn

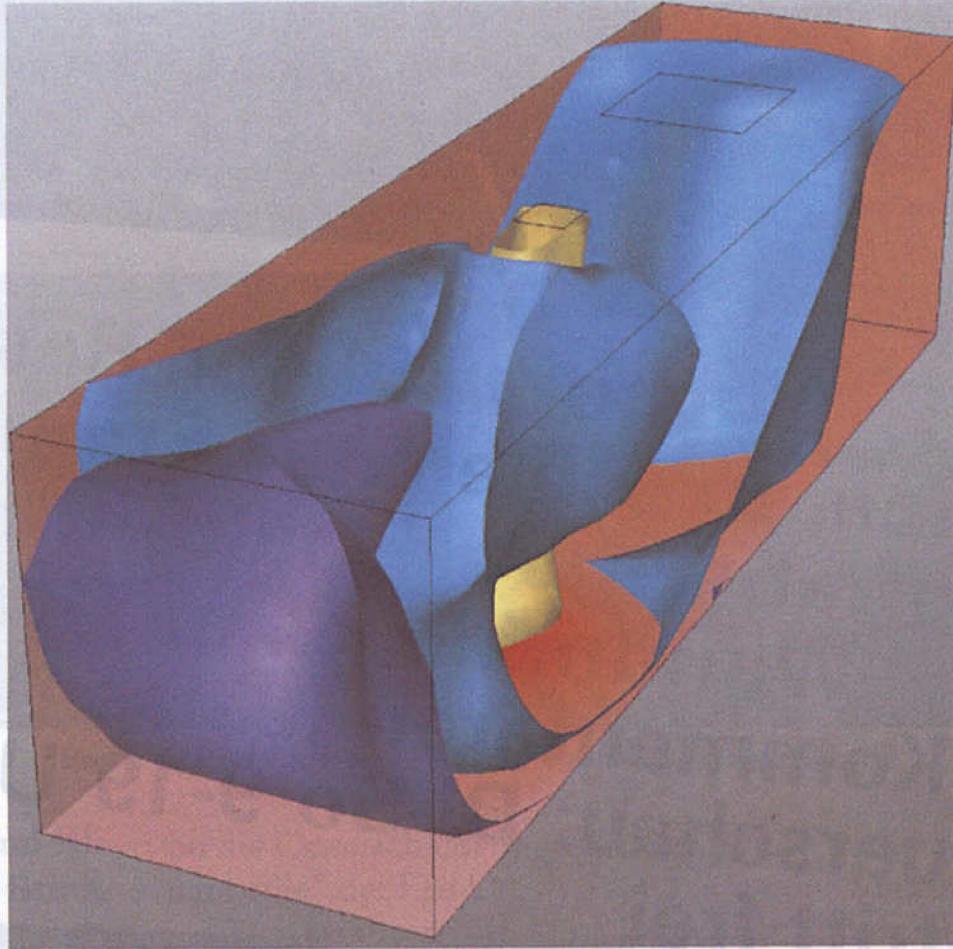
VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

IN DER STAHLKRISE HAT DIE STAHLFORSCHUNG KONJUNKTUR

Die Absatz- und Kostenkrise der Stahlindustrie förderte die Stahlforschung. Allein das *Max-Planck-Institut für Eisenforschung* beschäftigte Anfang 1994 etwa 100 wissenschaftliche und 114 nichtwissenschaftliche Mitarbeiter. Als GmbH und als Gemeinschaftseinrichtung von *Max-Planck-Gesellschaft (MPG)* und dem *Verband Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh)* verwirklicht es angewandte Forschung.

Im Vordergrund stehen metallurgische Verfahren, zum Beispiel der noch in der Erprobungsphase befindliche Eisenbad-Schmelzreduktionsreaktor zur energiesparenden und umweltschonenden Roheisenerzeugung. Durch neue Legierungen und Legierungselemente, derzeit sind etwa ein Dutzend Elemente üblich, wird die Anwendungsbreite der rund 2500 Stahlsorten gegenüber ihren Kunststoffkonkurrenten gesichert. Ziel ist die Abkehr vom einfach herzustellenden Massenstahl hin zum anspruchsvollen und teuren High-Tech-Werkstoff.

Ein gelungenes Beispiel ist der Hardening-Stahl, der bei der Pkw-Fertigung für Außenhautteile eingesetzt wird: Das



Computerdarstellung des Eisenbad-Schmelzreduktionsreaktors am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf.

angelieferte Stahlblech ist zunächst relativ weich – und damit leicht zu verarbeiten – und erhält seine hohe Festigkeit erst in der fertig geformten Karosserie während der Erwärmung zum Aushärten der Karosserielackierung. Mit solchen Produkten hofft die deutsche Stahlindustrie, ihr Überleben zu sichern.

WASSER AUS IRLAND FÜR DIE KANAREN

Die Krise der Wasserversorgung auf den Kanarischen Inseln vor der afrikanischen Westküste zeigt die Anpassungsschwierigkeiten mitteleuropäischer Technik in einem fremden Kulturkreis.

Süßwasser ist auf den Kanaren seit jeher ein knappes Gut. Dem trägt eine jahrhundertealte Wasserwirtschaft Rechnung. Wasserrechte sind in privater Hand, mit ihnen kann gehandelt, gehandelt und Geld verdient werden. Grundstücksbesitzer kaufen keine Wassermenge, sondern Wasserzuflußrechte. Auf La Palma liefert ein solches „Direcho“ pro Minute knapp einen halben Liter Wasser, 24 Stunden am Tag. Die In-

seln sind deshalb von alten Wasserkanälen und heutigen, oberirdisch verlegten Plastikwasserrohren durchzogen, die das kostbare Naß in die eigenen, offenen Tanks zur Zwischenspeicherung weiterleiten.

Die Wasserknappheit hat sich durch die Invasion deutscher Touristen in den letzten 15 Jahren zum Teil dramatisch verschärft; inzwischen bringen Tanker irisches Trinkwasser nach Teneriffa. Die mit EU-Mitteln geförderten Kläranlagen allerdings, die in den letzten Jahren auf den Kanaren gebaut wurden, haben bisher keinen spürbaren Beitrag zur Verminderung der Wasserknappheit geleistet. Nur 15 der bisher 62 gebauten Anlagen funktionieren, auf Teneriffa gar nur 3 von 25. Der Grund ist die Mißachtung der bisherigen „Wasserkultur“.

Die von der kanarischen Regierung initiierten Anlagen gehen nach dem Bau in die kommunale Verwaltung über. Die Städte und Dörfer aber scheuen die Betriebsausgaben; für sie ist das Bypass-Rohr die einfachste Lösung. Ohne ein funktionierendes Gebühren- und Kontrollsystem nützen die schönen Klärwerke wenig.

WENIG SINN FÜR INNOVATIONEN

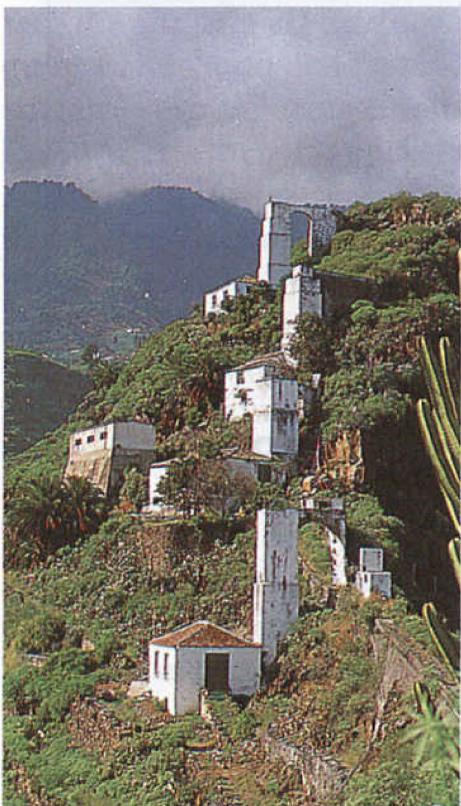
Wie überall, herrschen auch im Management die Innovationsverhinderer, so eine Studie des Düsseldorfer Psychologen und Unternehmensberaters Rolf Berth. Eine Intensivbefragung von 437 Managern auf drei Hierarchieebenen ergab, daß 84 Prozent der Befragten jeglichem Wandel gegenüber feindlich eingestellt seien. Den 16 Prozent Kreativen rechnet Berth den entscheidenden Anteil an Innovation und Fortschritt zu. Von ihnen kämen 72 Prozent der neuen Ideen.

In Forschungsinstitutionen sieht die Lage kaum besser aus: 19 Prozent Kreative stehen 81 Prozent Innovationshemmern gegenüber, die wesensbedingt nichts mehr hassen als die Veränderung. Berth rät zu einem typologisch orientierten Personalmanagement, um so die schlechte Behandlung, ja Ausgrenzung der Innovativen umzukehren.

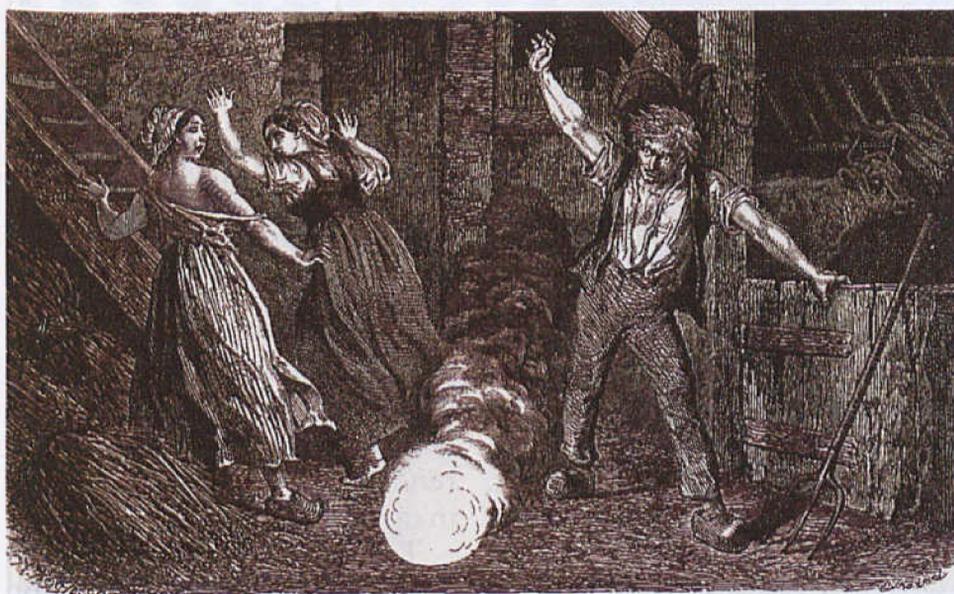
Gelten diese fortschrittsorientierten Ergebnisse auch für die Technik? Der Historiker Joachim Radkau hat die Rationalität von konservativer Beharrung, Sparsamkeit und differenzierter Skepsis gegenüber Innovationen am deutschen Beispiel gezeigt. Die 84 Prozent Innovationsfeinde wären demnach nicht einfach träge Masse, sondern notwendige Bedingung der technisch-industriellen Entwicklung.

CALL FOR PAPERS

Am 2. und 3. März 1995 wird die Technikgeschichtliche Jahrestagung des Vereins Deutscher Ingenieure in Düsseldorf die Thematik „Technische Innovationen in Krisenzeiten“ behandeln. Referatangebote werden umgehend an den Vorsitzenden der Bereichsvertretung Technikgeschichte des Vereins Deutscher Ingenieure erbeten: Prof. Dr. Hans-Joachim Braun, Neuere Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichte, Universität der Bundeswehr Hamburg, 22039 Hamburg. Hier sind auch nähere Auskünfte zu erfragen.



Wasserknappheit durch Touristen: Kanaren-Insel La Palma.



Kugelblitz im Stall. Holzschnitt aus „Eclairs et Tonneres“ von W. de Fouvillie, Paris 1874.

BLITZGESCHEITES VOM KUGELBLITZ

5000 dokumentierte Augenzeugenberichte, aber nur ein Photo belegen bisher die Existenz von Kugelblitzen, superheißen Kugeln, die Fußballgröße erreichen können, blau oder orangerot leuchten, bei Gewittern entstehen und meist über dem Boden schweben.

Ihre Erscheinung ist bisher physikalisch völlig ungeklärt. Der ungarische Kugelblitzforscher György Egely ist sich sicher, „daß wir am Kugelblitz etwas völlig Neues über die Physik lernen werden“. Nach zwei Tagungen in Tokio 1988 und Budapest 1990 trafen sich im September 1993 in Salzburg 30 Meteorologen, Physiker, Soziologen und Psychologen zu einem dritten Kugelblitz-Kolloquium, der *Vizetom '93*. *Vizotum* heißen die Kugelblitze in österreichischen Sagen (von *Vizedomus* = Unterherr).

Ziel der Tagung waren der Austausch und die zentrale Speicherung des gesamten Datenmaterials sowie die Zusammenarbeit in gemeinsamen Feldforschungen.

WIRTSCHAFTSBEZIEHUNGEN ZWISCHEN SCHWABEN UND RUSSEN BIS 1933

Der wirtschaftliche Austausch und Technologietransfer zwischen Deutschland und Rußland im 19. Jahrhundert ist bisher wenig erforscht. Einen ersten Schritt zur Aufhellung der

Geschichte der Wirtschaftsbeziehungen hat Ende 1993 das Württembergische Wirtschaftsarchiv im Schloß Hohenheim getan: Es zeigte eine Ausstellung der Exportbeziehungen der Schwaben nach Rußland im 19. und frühen 20. Jahrhundert an Beispielen.

Der württembergische Export nach Rußland wuchs im 19. Jahrhundert nicht nur im Maschinen- und Fahrzeugbau, in der Feinmechanik und der Chemie. Bis zur Oktoberrevolution 1917 war Rußland auch ein wichtiger Absatzmarkt für württembergische Klaviere, Orgeln und Ziehharmonikas.

Württembergische Unternehmen waren besonders stark im Anlagenbau für Kältemaschinen und Brauereien vertreten. Der Erste Weltkrieg und die Oktoberrevolution erschweren die Wirtschaftskontakte, beendeten sie aber keinesfalls.

Die engen politischen Beziehungen zwischen den Herrscherhäusern förderten den Export: Der württembergische König Wilhelm I. heiratete eine Schwester des deutschfreundlichen Zaren Alexander I. Ebenso förderlich für die Wirtschaft war die politische Zusammenarbeit der Weimarer Republik mit der jungen Sowjetunion. Eine größere, systematische Ausstellung zu den deutsch-russischen Wirtschaftsbeziehungen scheint nach allem überfällig.

MIT DEM CONTAINERSCHIFF AUF GROSSE FAHRT

Mit dem Schiff über den Ozean zu reisen, ist heute ein seltenes Vergnügen. Nach dem nahezu vollständigen Erliegen des transatlantischen Linienverkehrs schien der Übergang vom Stückgut- zum Containerschiff das Ende vieler Cargo-Passenger-Linien zu besiegeln. Doch

inzwischen bieten auch Containerschiffe wieder vermehrt Mitfahrmöglichkeiten an. Für 980 Mark kann man in fünf Tagen von Reykjavik nach Hamburg fahren, von Hamburg nach New York dauert es zwölf Tage (2710,- DM), nach Rio 20 (2700,- DM) und nach Melbourne 33 Tage (3960,- DM). Etwas preiswerter ist es, von italienischen Häfen auf große Fahrt zu gehen.

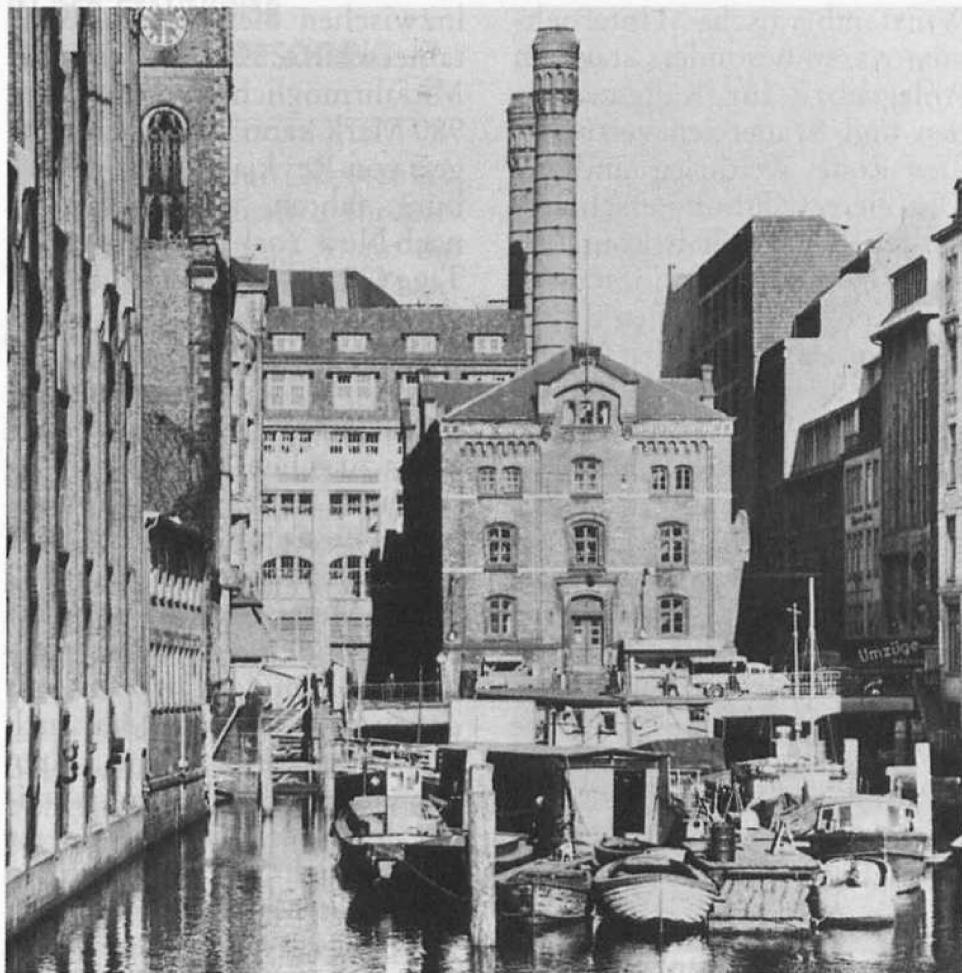
Bei 10 000 bis 50 000 Tonnen bieten die Schiffe Auslauf über 150 bis 250 Meter Länge und 20 bis 35 Meter Breite. Die Kabinen befinden sich meist nahe den Kabinen der Offiziere, mit denen sich die Reisenden auch die Messe und nicht selten Schwimmbad und Sauna teilen. Das technische Interesse kommt nicht zu kurz: Für einen Besuch im Maschinenraum, das Kennenlernen der Lade- und Löscharbeiten, der Navigations- und nautischen Anlagen auf der Brücke und der Arbeit an Bord bieten sich auf einer mehrwöchigen Reise viele Gelegenheiten.

Die wichtigsten Daten von über 40 Fahrtrouten und Passagen vermittelt: *Frachtschiff-Touristik-International*, Marschall 2, 24376 Hasselberg, Tel.: 046 42/66 86.



Die Cargo-Passenger-Seereisen schienen der Vergangenheit anzugehören. Nun bietet die „Frachtschiff-Touristik-International“ Seereisen auch auf Containerschiffen an.

VON CHRISTIAN LIND UND FRANZ-LUDWIG DIETRICH



Erstes Hamburger Heizkraftwerk in der Poststraße.

100 JAHRE FERNWÄRME IN DEUTSCHLAND

Genau vor 100 Jahren wurden die *Hamburger Electricitätswerke* (HEW) gegründet. Sie übernahmen von dem Nürnberger Elektrokonzern *Schuckert & Co.* das erst ein Jahr zuvor errichtete erste deutsche Heizkraftwerk in der Hamburger Poststraße. Neben der Stromerzeugung hatten die HEW damit auch Wärme anzubieten. 30 Jahre lang gab es allerdings nur einen einzigen Kunden: das Rathaus, das durch eine 300 Meter lange Dampfleitung aus der Poststraße versorgt wurde. Die Stadtväter wählten die Fernwärme aus Brandschutzgründen.

Während in den Vereinigten Staaten um die Jahrhundertwende schon mehrere Dutzend Städteheizungen, ja sogar Fernkältesysteme arbeiteten, blieben die Fernwärmenetze in Deutschland selten und klein. Eine Ausnahme machte das im Dezember 1900 eröffnete Dresdener Netz. Erst die Nachkriegszeit brachte einen doppelten Schub für die Fernwärme in beiden deutschen Staaten, wenn auch aus unterschiedlichen Antrieben.

Während im Westen aus ökologischen Gründen in den Innenstädten und in der Nähe von Abwärmeproduzenten neue Netze errichtet wurden, gab es im Osten einen allgemein durchgreifenden Trend zu öffentlichen Versorgungssystemen auf allen Ebenen, also auch bei der Wärme. In den neuen Bundesländern sind heute über 26, in den alten knapp 9 Prozent aller Haushalte an Fernwärmenetze angeschlossen.



In der Bibliothek des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie: Lise Meitner hinten sitzend, Otto Hahn hinten am Regal stehend.

BERLIN-DAHLEM, DAS DEUTSCHE OXFORD

Der von den Wissenschaftshistorikern durchweg als „legendär“ apostrophierte Ministerialdirektor im preußischen Kultusministerium, Friedrich Althoff (1839–1908), hat Begriff und Anspruch des „deutschen Oxford“ geprägt: für Dahlem, die ehemalige Domäne im Berliner Südwesten, unweit der bevorzugten Villenviertel, auf deren Gelände nach der Jahrhundertwende eine Wissenschaftsstadt entstand.

Hochschulinstiute und Museen aus der Berliner City suchten hier Wachstumsraum, die *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft* baute hier ihre ersten Institute, neben denen sich eine Reihe von preußischen und Reichsinstitutionen ansiedelte; so die *Kgl. Materialprüfanstalt*, das *Astronomische Recheninstitut*, Teile des *Reichsgesundheitsamtes* und des *Geheimen Staatsarchivs*.

Nach dem Krieg siedelte und wucherte die Freie Universität zwischen den ehrwürdigen Forschungsinstitutionen. Einen wissenschaftshistorischen Spaziergang durch die Geschichte des deutschen Oxford gibt das Heft 3/1993 der *Berichte und Mitteilungen der Max-Planck-Gesellschaft* (MPG), zu beziehen über die Pressestelle der MPG, Hofgartenstraße 2, 80539 München.

URLAUBSBOOM PER CHARTERFLUG

Nicht angekränkt von der konjunkturellen Krise, meldet die Urlaubsbranche in Deutschland weiter wachsende Umsätze und Gewinne. Die technische Voraussetzung für die zunehmende Sucht nach der Flucht aus dem Wohn- und Arbeitsbereich ist der funktionierende, preiswerte Flugverkehr in die Urlaubsgebiete.

Technische Wendepunkte markieren die Einführung von Jets um 1960, von Großraumflugzeugen um 1970 und der Bau zielnaher Charterflughäfen in den letzten 15 Jahren. Neben den Städtereisen hat das Flugzeug neue Urlaubsgebiete erschlossen: die Türkei, Nordafrika, die Atlantikinseln, die Karibik und Fernost, die den traditionellen Badestränden in Italien und Spanien inzwischen große Umsatzanteile abgenommen haben. Aus dem klassischen dreiwöchigen Familienurlaub nach Italien (im Auto) sind drei einwöchige Stipvisiten geworden.

Der Flugverkehr ist die Voraussetzung, aber nicht die Erklärung für das veränderte Reiseverhalten. Franzosen etwa verreisen weiterhin vorwiegend im eigenen Land und per Auto. Sie leben eine andere technische Kultur.

FÖRDERUNG DER WINDENERGIE: 1000. ANLAGE IN BETRIEB

Das *Bundesministerium für Forschung und Technologie* fördert die Windenergie. Der früher beschrittene Pfad der vorwiegenden Förderung der Windanlagenentwicklung, der sich als Subventionsloch für wenig angepaßte Spitzentechnologie erwies, ist in den vergangenen Jahren verlassen worden.

Seit 1989 werden die Betreiber von Windenergieanlagen im Rahmen des 250-Megawatt-Programms unterstützt. Bisher wurden 110 Megawatt installierte Leistung gefördert, für 140 Megawatt kann folglich noch Unterstützung beantragt



Der Motorsegler „Minair“ von Günter Rochelt ist in extremer Leichtbauweise konstruiert und kann mit einem solargespeisten Elektromotor selbständig starten. Die „Minair“ (im Bild ein Modell 1:2) wiegt nur 90 Kilogramm.

SONNIGE AUSSICHTEN: FLIEGEN MIT SOLARENERGIE

Sie heißen *Solair*, *Musculair*, *Flair* und *Minair* – und haben alle eines gemeinsam: Sie sind Fliegengewichte. Als extrem leichte Flugzeuge können sie, nur mit Sonnen- oder Muskelkraft angetrieben, in die Luft gehen. Ihr Vater, Günter Rochelt, ist Professor für Industrie-Design an der Hochschule für bildende Künste in Hamburg und hat sich auf dem Gebiet der ultraleichten Flugzeugkonstruktionen seit langem einen Namen gemacht. Seine neueste Entwicklung: ein Segler, in extremer Leichtbauweise konstruiert, der durch einen solargespeisten Elektromotor sogar selbständig starten kann.

Rochelt ist der erste Mensch, der mit einem sonnengetriebenen Flugzeug abhob, der *Solair I*. Mit der Kraft von genau 2499 Solarzellen hielt er

sich damit in vielen Flügen über insgesamt 100 Stunden in der Luft. Das war 1983. Ein Jahr später sorgte ein Muskelflugzeug für Schlagzeilen, die *Musculair*. Mit ihr stellte Rochelts Sohn Holger mehrere Weltrekorde auf. Allein durch Tretkraft schraubte er sich in Höhen bis zu 40 Metern. Mit *Flair 30*, einem superleichten Gleiter (36 Kilogramm), schlug der Erfinder schließlich eine Brücke zwischen Segelflug und Drachenflug.

Für seine innovativen Flugzeugkonzepte wurde der Industrie-Designer bereits 1986 mit dem Philip Morris Forschungspreis „Herausforderung Zukunft“ ausgezeichnet. Seit mehr als 15 Jahren beschäftigen er und seine Mitarbeiter sich mit den Prinzipien der High-Tech-Fliegerei. „Wir bemühen uns, die Flugzeuge sowohl in der Konstruktion als auch im Antrieb zu optimieren“, erklärt

Rochelt, „das bedeutet minimales Gewicht, maximale Aerodynamik und Nutzung der Sonnenenergie.“ Die entstandenen Flugzeuge zeigen, wie diese drei Forderungen konstruktiv zu bewältigen sind.

In seiner neuesten Konstruktion, der *Minair*, hat der Konstrukteur nun die Erfahrungen aus all seinen früheren Projekten vereint: Bei einem Gewicht von nur 90 Kilogramm hat der Segler eine Spannweite von zwölf Metern. Künftig ist *Minair* auch als selbststartender Motorsegler zu haben. Als 1:2-Modell existiert dieses Flugzeug bereits und absolviert erfolgreich Probeflüge. Die Leichtkonstruktion, der geringe Preis – mit 30 000 Mark ist der Segler nur etwa halb so teuer wie vergleichbare Modelle – und die „zahmen“ Flugeigenschaften könnten *Minair* zum „Volkswagen“ unter den Flugzeugen machen.

„Wir wollen die dröhnende Privat- und Sportfliegerei revolutionieren und ihr umweltgerechtere Alternativen entgegensetzen“, so beschreibt Rochelt sein Bestreben. *Minair* kann ohne lärmenden Motor und ohne Schlepper in Höhen von 1000 Metern und mehr aufsteigen. Ein lautloser Elektromotor, den Solarzellen mit Energie versorgen, treibt die Maschinen an.

Einige Flugzeugkonstruktionen des Designers sind in der Luftfahrtausstellung des Deutschen Museums in München zu sehen. Rochelt aber experimentiert weiter. Was bis vor kurzem noch als Traum für das nächste Jahrhundert galt, könnte also schon demnächst Wirklichkeit werden: Geräuschloses und umweltfreundliches Fliegen – getragen von der Kraft der Sonne, die den integrierten ultraleichten Solarzellengenerator speist.

werden. Zum Jahreswechsel ging die eintausendste Anlage, ein 200-Kilowatt-Konverter in Neukirch im Westerwald, in Betrieb.

Die bisher geförderten Anlagen können 70 000 Haushalte mit Strom versorgen. Sie leisten etwa 0,06 Prozent der Gesamtstromerzeugung in Deutschland. Wegen des 250-Megawatt-Förderprogramms sind die Auftragsbücher der Windenergieindustrie in Deutschland zur Zeit recht gut gefüllt. Erst wenn das Programm ausgeschöpft sein wird, droht ein konjunktureller Einbruch.

STROMSELBSTVERSORGER DEUTSCHE BAHNEN: GEFANGEN IM EIGENEN NETZ

Seit der Einführung elektrischer Züge benutzen die deutschen Bahnen für die Stromversorgung unabhängige Netze, deren Spannung und Frequenz von den öffentlichen Netzen abweicht. Zudem war und ist die Bahn elektrischer Selbstversorger mit eigenen Kraftwerken. 1912 einigten sich die wichtigsten deutschen Bahnen auf $16\frac{2}{3}$ Hertz und eine Spannung von 15 Kilovolt.

Ein wichtiger Grund für die damalige Entscheidung waren die mit der Frequenz zunehmenden Induktionskräfte, die um 1912 noch nicht beherrschbar waren und bei 50 Hertz leicht zur Zerstörung der Motoren führen konnten. Als die technische Entwicklung der Nachkriegszeit auch einen Betrieb von 50 Hertz problemlos



Windkraftnutzung an der nordfriesischen Eiderschleuse.

möglich machte, entschied sich die Bahn, das eigenständige Netz und die selbständige Stromversorgung dennoch beizubehalten.

Dafür gab es eine Reihe von guten technischen und ökonomischen Gründen, etwa das bisher investierte Sachanlagevermögen, die einphasige Energieversorgung der Lokomotiven (im Gegensatz zum öffentlichen dreiphasigen Drehstrom) und die Notwendigkeit von Umspannstationen bei niedrigeren Spannungen. Noch 1992 wurde ein eigenes neues Wasserkraftwerk für die Stromversorgung eingeweiht.

Andere europäische Bahnen aber haben sich für die öffentliche Energieversorgung entschieden, etwa die französischen oder die schwedischen Bahnen. Vielleicht bricht die privatwirtschaftlich organisierte neue Bahn in Deutschland auch mit der Tradition einer eigenen Stromversorgung. Einheitliche europäische Lösungen jedenfalls wären wünschenswert. Doch noch gibt es

in Europa nicht einmal Abstimmungen von Einstiegshöhen und Bahnsteigkanten oder einheitliche Leerraumprofile im Gütertransport.



Albert Einsteins Sommerhaus in Caputh bei Potsdam.

POTSDAMER EINSTEINFORUM UND „CAPUTHER GESPRÄCHE“

In der brandenburgischen Landeshauptstadt etabliert sich ein ambitioniertes Forum für den Meinungsaustausch von Geistes- und Naturwissenschaftlern, das Einsteinforum. Direktor ist der Amerikaner Dr. Gary Smith.

Fünf Studiengruppen des Forums nahmen im Frühjahr 1994 ihre Arbeit auf. Es geht um das Naturverständnis, um ethische, politische und weltanschauliche Aspekte der Wissenschaft. In den Studiengruppen sollen international bekannte Wissenschaftler in Symposien und Arbeitstagungen mit einer breiteren Öffentlichkeit diskutieren. Ein räumliches Forum wird das kleine Sommerhaus

Albert Einsteins in Caputh an der Havel vor den Toren Potsdams sein, in dem die „Caputher Gespräche“ stattfinden. Noch residiert das Einsteinforum provisorisch in der Potsdamer *Urania*, es wird aber noch in diesem Frühjahr in ein eigenes Gebäude, ein barockes Bürgerhaus am Neuen Markt, umziehen.

VERKEHRSWISSENSCHAFT UND VERKEHRSGESCHICHTE IM GESPRÄCH

Verkehrsplanung ist seit den 1930er Jahren in der Hand einer eigenen Profession, der Verkehrswissenschaft, mit eigenen Studiengängen, Hochschulinstituten und Gesellschaften. Die führende Vereinigung der Verkehrsexperten, die *Deutsche Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft* (DVWG) mit Sitz in Bergisch Gladbach bei Köln, hat vor zwei Jahren zusätzlich einen verkehrshistorischen Arbeitskreis geschaffen.

Unter der Leitung des Münsteraner Sozial- und Wirtschaftshistorikers Professor Hans-Jürgen Teuteberg hat der Arbeitskreis zehn Fachgruppen für einzelne Verkehrssparten eingerichtet und kürzlich in Köln seine zweite größere Tagung veranstaltet. Gastgeber waren die Industrie- und Handelskammer und das Kölner Stadtmuseum.

Im Zentrum der Tagung standen die Geschichte der Binnenschifffahrt, der zivilen Luftfahrt und des motorischen Individualverkehrs in Deutschland. Vielen Referenten gelang der Brückenschlag von der Verkehrsgeschichte zu der aktuellen Verkehrsplanung, etwa den projektierten neuen Schifffahrtswegen nach Berlin.

Während die Erforschung einzelner Verkehrsträger bisher isoliert nebeneinander betrieben wurde, verspricht der Arbeitskreis eine Erweiterung der Verkehrsgeschichte hin zu einer Betrachtung der Konkurrenz und Ergänzung von Verkehrssystemen. Diesen integrativen Blick können die Historiker von den Verkehrswissenschaftlern lernen. □



Das Wasserkraftwerk Vohburg, das Ende 1992 in Betrieb ging.

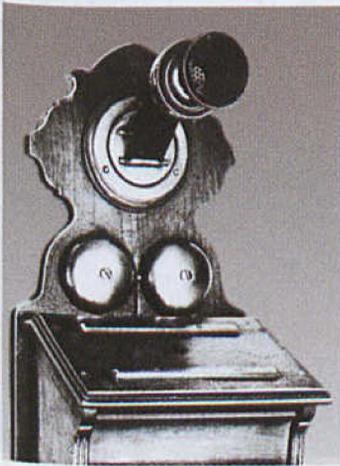
SIEMENS

Hallo, hier Siemens Museum

Technik live erleben, um sie wirklich zu verstehen: Im Siemens Museum läuft die gesamte elektrotechnische Entwicklung der letzten 150 Jahre nochmals für Sie ab. Und alles zum Anfassen und Ausprobieren: egal, ob Sie ein Telefonat von Hand vermitteln wollen, oder ein Ultraschallgerät selbst bedienen möchten.

Das Siemens Museum in München, Prannerstraße 10, Öffnungszeiten: Montag bis Freitag von 9 bis 16 Uhr, Samstag und Sonntag von 10 bis 14 Uhr; jeden 1. Dienstag im Monat bis 21 Uhr. Feiertags geschlossen. Eintritt frei.

SiemensMuseum.
Erlebniswelt der Technik.



Wand-Fernsprecher, 1905, von Siemens entwickelt.



STROM-DINOSAURIER

Warum Generatoren die Höhe von dreistöckigen Häusern hatten

VON OTTO LÜHRS

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts entwickelte sich die Starkstromtechnik aus anfänglich handlichen Apparaturen zum Großmaschinenbau. Nach der Entdeckung des dynamo-elektrischen Prinzips durch Siemens, Varley und Wheatstone im Jahre 1866 wurde noch mehr als ein Jahrzehnt benötigt, um elektrische Maschinen größerer Leistung zu bauen. Noch einmal genausoviel Zeit war nötig, um Aggregate großer Leistung zuverlässig und ökonomisch zu betreiben. Berlin war in dieser Hinsicht ein Standort von besonderer Bedeutung.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts erprobten Wissenschaftler, Techniker und Tüftler unzählige Konstruktionsvarianten, um dauerhaft Starkstrom zu erzeugen. Voraussetzung dafür waren starke Magnetfelder, die zunächst mit Dauermagneten erzeugt wurden. Doch die magnetischen Materialien jener Zeit verloren ihren Magnetismus allmählich und mußten immer wieder nachmagnetisiert werden. Man suchte, die Permanentmagneten durch Elektromagneten zu ersetzen, benötigte dafür aber Batterien oder Akkumulatoren.

Nahezu gleichzeitig kamen Werner Siemens, Samuel Varley und Charles Wheatstone auf die Idee, daß der in jeder Maschine vorhandene Restmagnetismus ausreichen müßte, um zunächst einen schwachen Strom zu erzeugen. Würde dieser der Spule des Feldmagneten zugeführt, müßte er dessen Feld verstärken. Nach einigen Sekunden könnte die Maschine ihren Feldmagneten selbst erzeugen.

Siemens, nicht nur Techniker, sondern auch erfolgreicher Unternehmer, erkannte sehr bald den ökonomischen Vorteil dieser Konstruktion. Seine

Werkstätten hatten die Mittel, um eine kleine Demonstrationmaschine nach dem dynamo-elektrischen Prinzip zu bauen; und sie funktionierte. „Dieser Apparat wird den Grundstein zu einer großen technischen Umwälzung bilden, welche die Elektrizität auf eine neue Stufe der Elementarkräfte erheben wird...“

Bei der weiteren Entwicklung stellten sich aber immer wieder Mängel ein: Die Maschinen wurden zu heiß, Wirkungsgrade mußten verbessert werden; immer neue Ankerformen wurden entwickelt. Es dauerte Jahre, um einen zuverlässig laufenden Generator serienmäßig herstellen zu können.

Auch bei den Verbrauchern gab es zahlreiche technische Probleme. In Europa und Amerika wurde an diversen Lampentypen getüftelt, an Motoren, Akkumulatoren und Transformatoren, Leitungssystemen und Schaltern. In unendlich kleinen Schritten, doch manchmal auch in größeren Schüben formten sich allmählich brauchbare Stromerzeugungs- und Verteilsysteme.

Im Jahre 1881 versammelten sich alle „Elektriker“ auf der ersten Elektrizitätsausstellung in Paris. Einen überragenden Eindruck machte die Glühlampe von Edison. Der 26jährige Oskar von Miller, Abgesandter der Bayerischen Staatsregierung, staunte: „Der Eindruck der Ausstellung war überwältigend... Alles erschien wunderbar und märchenhaft. Das allergrößte Aufsehen aber erregte doch eine Glühlampe von Edison, die man mit einem Schalter anzünden und auslösen konnte, an welcher die Menschen zu Hunderten anstanden, um selbst diesen Schalter einmal bedienen zu können.“

Emil Rathenau, auf der Suche nach profitablen Ideen, schloß mit Edison Lizenzver-

träge ab und gründete 1882 ein Unternehmen, das später als *Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft* (AEG) weltberühmt wurde. Oskar von Miller wurde Technischer Direktor der AEG und blieb es bis zu seiner Rückkehr nach München im Jahre 1890.

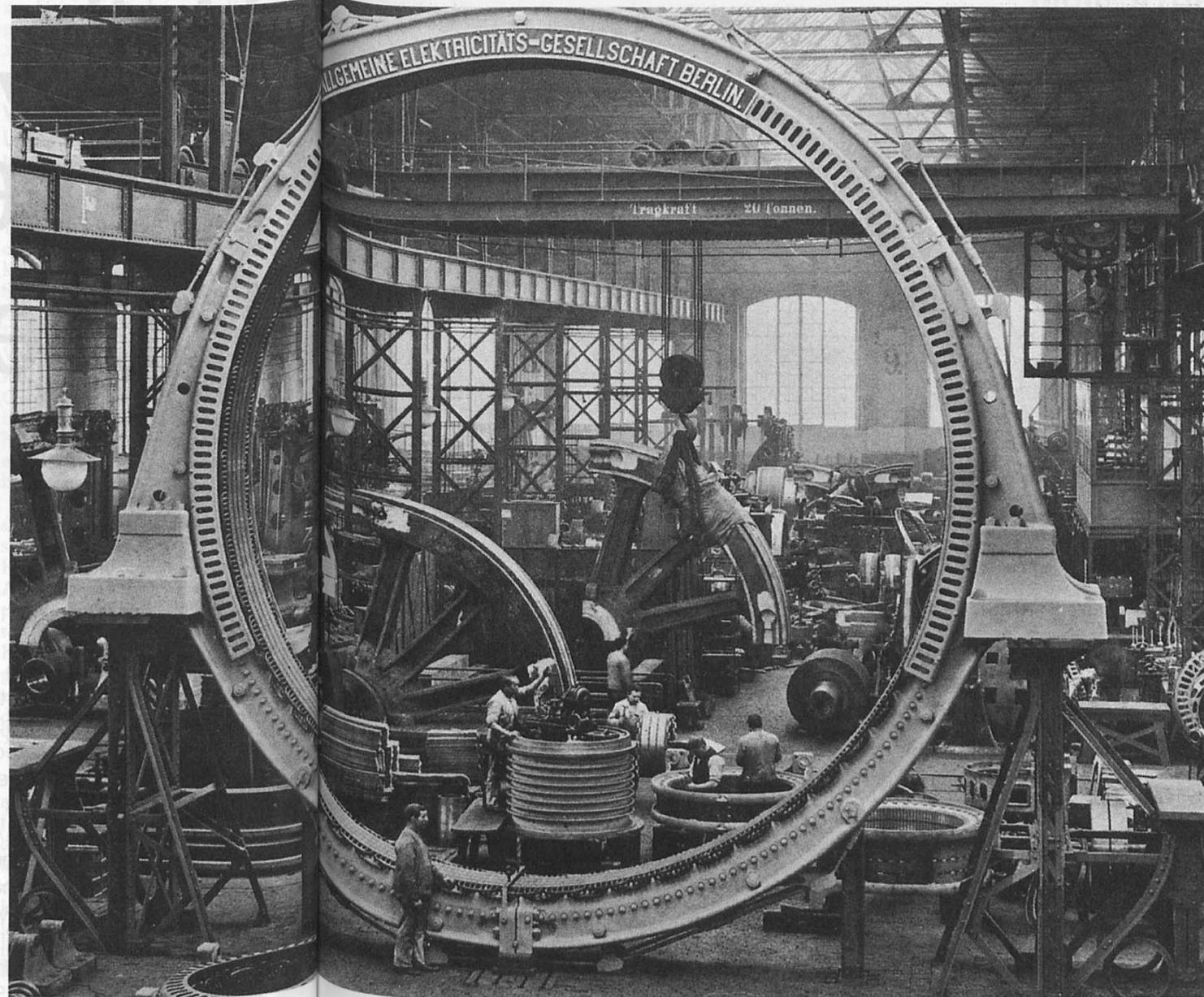
Die neue Firma begann vorsichtig. Der erste Kunde, die *Druckerei W. Büxenstein*, erhielt für Beleuchtungszwecke eine kleine 3-Kilowatt-Anlage. Die etwas später installierte Anlage für den *Union Club* und für die *Ressource* hatte bereits eine Leistung von 25 Kilowatt. Weitere Anlagen folgten, Größe und elektrische Leistung nahmen zu.

Seit dem 13. September 1884 belieferte eine im Keller des Berliner „Kranzler-Ecks“ installierte Anlage von 100 Kilowatt Leistung einen ganzen Häuserblock mit dem *Café Bauer*, angrenzenden Läden und Restaurants.

Allmählich waren Öffentlichkeit und „Offizielle“ hinreichend auf die Versuche mit elektrischen Kraftanlagen aufmerksam geworden. Bereits im Februar 1884 hatte Rathenau mit dem Magistrat von Berlin einen ersten Vertrag geschlossen und war seither in der Lage, Leitungsnetze durch öffentliches Straßenland zu verlegen. Damit war auch die Pflicht verbunden, jeden willigen Kunden mit Strom zu versorgen.

Daraufhin entstand das erste öffentliche Kraftwerk Deutschlands in der Markgrafenstraße am Gendarmenmarkt. Es nahm am 15. August 1885 den Betrieb auf. Sechs stehende Borsig-Kolbendampfmaschinen mit einer Leistung von insgesamt 900 PS trieben 12 Generatoren der Edison'schen Bauart an.

Alle bisherigen Kraftstationen hatten bauliche Gemeinsamkeiten: Der Antrieb erfolgte durch Dampfmaschinen, die



Montagehalle der „Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin“. Den besten Wirkungsgrad erzielten die Generatoren bei neun Metern Durchmesser.

Kopplung zwischen Dampfmaschine und Generator über Riemen. Die Edisonsche Art war äußerlich an den aufragenden, schlanken Feldmagneten zu erkennen. Der Läufer, das zweite wichtige Konstruktionselement eines Generators, war verhältnismäßig klein.

Für eine effektvolle Stromerzeugung gilt der Grundsatz,

daß die relative Geschwindigkeit zwischen den Feldmagneten und dem Läufer möglichst hoch sein muß. Das kann man auf zweierlei Weise erreichen: Entweder man baut kleine Läufer und läßt sie schnell rotieren, oder man verwendet Läufer mit großem Durchmesser, die dann auch bei kleineren Drehzahlen gute Ergebnisse bringen.

Die Generatoren vom Edison-Typ hatten kleine Läufer, die mit Drehzahlen um etwa 1000 Umdrehungen pro Minute am besten arbeiteten. Die für Kolbendampfmaschinen typische Drehzahl aber lag bei 100 Umdrehungen pro Minute. Die Riemenübersetzung betrug also etwa 1:10. Riemenantriebe lassen sich nur bis zu bestimm-

ten Leistungsgrenzen realisieren. So suchte man Dampfmaschine und Generator direkt zu koppeln mit der zwangsläufigen Folge, daß auch der Generator mit niedriger Drehzahl betrieben wurde. Das erste Kraftwerk dieser Bauart ersetzte das alte Kraftwerk in der Markgrafenstraße um 1889. Der Gehäusedurchmesser des

Generators betrug etwa 2,5 Meter.

Die Nachfrage nach elektrischer Energie stieg stetig. Gleichzeitig häuften sich die Beschwerden der Bevölkerung über Rauch-, Ruß- und Lärmbelastung durch die innerstädtischen Kraftanlagen. Inzwischen hatte man allerdings gelernt, die Stromübertragung über große Entfernungen zu gewährleisten. Die Kraftwerke wurden an den Stadtrand oder noch weiter aufs Land hinaus verlegt.

Als um 1900 Aggregate mit über 1000 Kilowatt gebaut wurden, erreichten die Generatorgehäuse Durchmesser von mehr als fünf Metern. Es wurden jetzt liegende Kolbendampfmaschinen eingesetzt, da für diese Leistungsgröße stehende Konstruktionen mechanisch nicht mehr stabil genug waren. Etwa 1904 waren Leistungsstärken von 5000 Kilowatt bei Generatorgehäusen von etwa neun Metern Durchmesser erreicht.

Um 1905 wurden statt der Kolbendampfmaschinen zunehmend Turbinen als Antriebseinheit eingesetzt. Sie liefen, konstruktionsbedingt, hochtourig und erwiesen sich als idealer Antrieb für elektrische Aggregate. Nun konnten die Dimensionen der Generatorgehäuse wieder drastisch reduziert werden.

Die Zeit der Generatoren-Dinosaurier war vorbei; jedenfalls für lange Zeit. Die Säurier kehren zurück! Moderne Windgeneratoren, die mit ähnlicher Umdrehungszahl wie die alten Dampfmaschinen laufen, benötigen für die Kopplung zwischen Windrad und Generator ein Getriebe. Neuerdings greift die Firma *Enercon*, Aurich, wieder auf die Direktkopplung zurück. Der Durchmesser des 500-kW-Generators im Windaggregat E 40 beträgt fünf Meter. □

FRISCHER WIND FÜR ALTE MÜHLEN

Die Erhaltung funktionsfähiger Windmühlen in Ostfriesland

VON BERND FLESSNER UND EROL GURIAN (FOTOS)

Die Erhaltung funktionsfähiger Windmühlen in Ostfriesland ist ein Thema, das in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat. In Ostfriesland sind noch viele alte Windmühlen erhalten, die als wichtige Denkmäler der Region angesehen werden. Die Erhaltung dieser Mühlen ist nicht nur ein kulturelles Anliegen, sondern auch ein wirtschaftliches. Die Mühlen sind oft als Touristenattraktionen genutzt und können so einen wichtigen Beitrag zur lokalen Wirtschaft leisten.

Die Erhaltung dieser Mühlen ist jedoch nicht ohne Schwierigkeiten. Die Mühlen sind oft in schlechtem Zustand und benötigen viel Geld für die Restaurierung. In Ostfriesland sind die Mühlen oft in der Nähe von Küstenorten zu finden, die durch den steigenden Meeresspiegel und die zunehmende Erosion bedroht sind. Die Erhaltung dieser Mühlen ist daher auch ein Kampf gegen die Natur.

Die Erhaltung dieser Mühlen ist ein langwieriges Projekt, das viel Geduld und Engagement erfordert. In Ostfriesland sind die Mühlen oft in der Verantwortung von kleinen Betrieben oder Vereinen. Die Erhaltung dieser Mühlen ist daher auch ein Zeichen für die Verantwortung der Gemeinschaft.

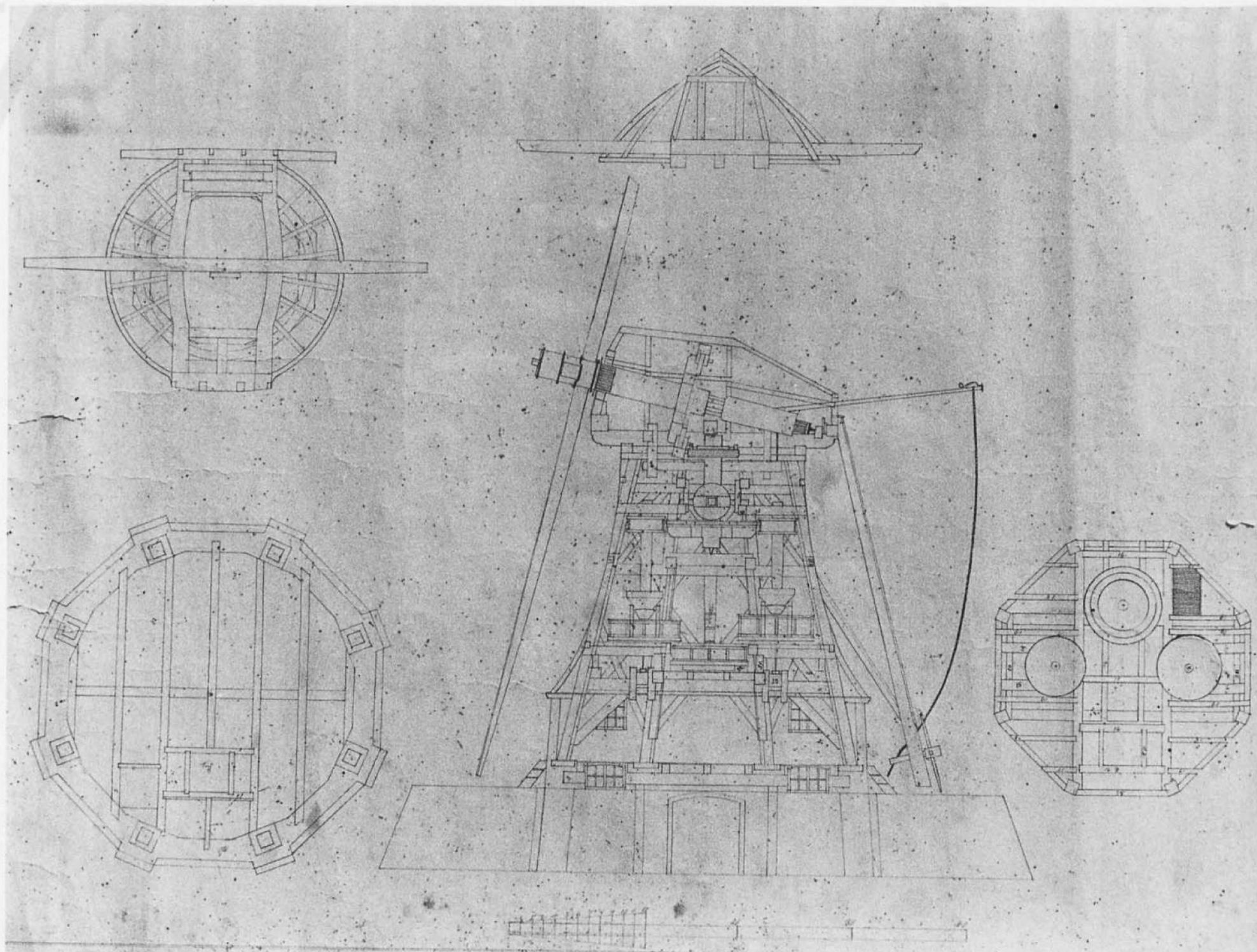


Symbole der vorindustriellen Zeit und der Postmoderne stehen im ostfriesischen Greetsiel in enger Nachbarschaft. Altes wird nicht mehr von Neuem verdrängt.

Bis Mitte der 80er Jahre wurden in Ostfriesland Windmühlen demon- tiert, zu Getreidespeichern umge- baut und lediglich als Fassade ohne gehendes Werk instand gehalten. Im Rahmen von Dorf- und Stadtsa- nierung wurde oft nur das land-

schaftsprägende Äußere restauriert, während das technische Innenleben, seine Funktion und Geschichte weit- gehend vernachlässigt wurden. Seit einigen Jahren jedoch werden Wind- mühlen nach ebenso alten wie neuen Kriterien wiedererrichtet.

Zu den signifikanten Eigenschaften der derzeit vieldiskutierten Epo- che der Postmoderne zählt die Revi- sion von Stilen, Technologien und Tra- ditionen. Ein aktuelles Beispiel für die- sen Wandel sind die Windmühlen und mit ihnen die Nutzung regenerierbarer



Bauzeichnung eines Erdholländers aus der privaten Sammlung des pensionierten Mühlenbauers Heinrich Mönk.

Energiequellen. So wurden mit dem Beginn der Industrialisierung die bis dahin unverzichtbaren Mühlen Zug um Zug stillgelegt und abgerissen. Wind- und standortunabhängige Maschinenmühlen traten an ihre Stelle. Die zum Teil noch aus dem Barock stammenden Mühlen, die Jahrhunderte alten Erfahrungen und Techniken des Mühlenbaus und des Müllerwesens wurden schnell zu Relikten des nunmehr vorindustriell genannten Zeitalters.

Verzeichnete man 1895 noch 18362 Windmühlen in Deutschland, so sank ihre Zahl innerhalb von nur 30 Jahren auf 8170 im Jahre 1925. Im einst so mühlenreichen Niedersachsen wurden 1960 nur noch 784 Windmühlen erfasst und 1989 noch 558, Stümpfe und Ruinen mitgezählt. Nur in einer Handvoll von ihnen wird allerdings tatsächlich mit Windkraft ein gewerblicher Mahlbetrieb aufrechterhalten. Verlässliche

aktuelle Daten für ganz Deutschland liegen nicht vor, doch soll die derzeit laufende Zählung der Mühlenvereine 1994 abgeschlossen sein.

Nach wie vor verfügt Ostfriesland mit rund 70 größtenteils erhaltenen Windmühlen über die meisten und schönsten in Deutschland. Ostfriesland ist auch die einzige Region, in der die Zahl intakter Mühlen derzeit wieder steigt. Diese Entwicklung ist nicht nur engagierten Müllern, Heimat- und Mühlenvereinen zu verdanken, sondern auch einem allgemeinen Bewusstseinswandel. Noch Mitte der 70er Jahre bestanden Pläne der zuständigen lokalen Behörden, allenfalls zehn der ostfriesischen Windmühlen als „Zeugen der Vergangenheit“ zu erhalten. Für den Rest waren Abriß oder Umbau vorgesehen.

Die klassische Moderne, das klassische Industriezeitalter, hatte jegliches Interesse an den Mühlen und ihrer

Technik verloren. Die wenigen verbliebenen Exemplare wurden indes, wie andere vergleichbare Bauwerke auch, zusehends romantisiert und der Beruf des Müllers entsprechend verklärt. Aus den ursprünglich technischen Bauwerken machte die Moderne nostalgische Symbole einer vergangenen, in Wahrheit jedoch keineswegs heilen, geordneten oder gar besseren Welt.

DIE WINDMÜHLEN VERKAMEN ZU BLOSSEN FOTOMOTIVEN

Die Folgen dieser Romantisierung waren ambivalent. So erhob zwar der wachsende Tourismus die Mühlen für manche Dörfer und Gemeinden unversehens zu unverzichtbaren Sehenswürdigkeiten und attraktiven Fotomotiven. Doch konzentrierten sich notwendig gewordene Reparatur- und Restaurationsarbeiten auf das Erschei-

nungsbild der Mühlen, während das technische Innenleben nicht selten exklusiven Wohnungen (Mühle Simonswolde, Aurich, Umbau 1974) oder Gaststätten (Silbermühle, Norden, Umbau 1969) weichen mußte.

Mangels Interesse und Kenntnis wurden diese Restaurationsarbeiten oft von fachfremden Handwerkern unsachgemäß und unter Verwendung ungeeigneter Materialien, mit Weichhölzern oder modernen Metallkonstruktionen ausgeführt, wie der Mühlenexperte Gundolf Scheweling aus Osnabrück zu Recht bedauert. Eine ganze Reihe von äußerlich scheinbar gut erhaltenen ostfriesischen Mühlen befindet sich in einem Zustand, der technischen wie kulturhistorischen Maßstäben in keiner Weise gerecht wird. Fürst Potemkin hätte seine wahre Freude gehabt.

Das Mühlensterben setzte sich bis in die 80er Jahre hinein fort. Als vorerst letzte Mühlen wurden die Ardorfer Mühle bei Wittmund 1984 und die Mühle von Poghausen bei Remels 1985 demontiert.

Nicht zu vergessen die Müller und Mühlenbauer, die, teilweise über Familientraditionen und Erfahrungen vieler Generationen verfügend, kaum noch Existenzgrundlagen besaßen und nach und nach ihre Betriebe aufgeben mußten. Die Mühlenbauer Hermann und Henno Böök aus Dunum und Heinrich Mönk aus Ostgroßefehn, die Müller Theodor und Heyo Steenblock aus Spetzerfehn gelten als die letzten ihrer Zunft. Die Geschichte der ostfriesischen Windmühlen scheint – oder vielmehr schien, wie die gegenwärtige Entwicklung zeigt, am Ende zu sein.

Mitte der 80er Jahre erhielten im Zuge der anhaltenden Energiegewinnungsdiskussion und der Suche nach Alternativen zu den Atom- und Kohlekonzepten regenerierbare Energiequellen immer mehr Befürworter. In der Krummhörn und in Norddeich entstanden einzelne Windkraftanlagen, die mittlerweile zu Windenergieparks ausgebaut worden sind. Die Postmoderne nahm die Tradition der Windenergienutzung, die die Moderne Ende des 19. Jahrhunderts so rigoros abgebrochen hatte, Ende des 20. Jahrhunderts langsam wieder auf.

Der Originalzustand der Mühle in Ostgroßefehn wird wiederhergestellt: Die Stahlträger der Galerie werden durch ein Holzgerüst ersetzt.



Der Traditionsbruch wurde auf erstaunliche Weise überwunden. Spätbarocke Windmühlen und High-Tech-Windenergieanlagen, auf denselben Funktionsprinzipien basierend, stehen heute in unmittelbarer Nachbarschaft nebeneinander und demonstrieren gemeinsam die Defizite der Moderne. Eine Moderne, die den Windmühlen lediglich nostalgische Aspekte abzugewinnen vermochte, ihre Aktualität, ihre Bedeutung für die Geschichte der technischen Kultur jedoch ignorierte.

BEWUSSTSEINSWANDEL IN OSTFRIESLAND: DIE WIEDERHERSTELLUNG GEHENDER MÜHLEN

Einige intakte oder noch restaurierbare Windmühlen profitierten von dem frischen Wind eines im Wandel begriffenen Denkens, das die romantische Verklärung abstreifte und in den Mühlen mehr sah als lediglich fotogene ortstypische Wahrzeichen von touristischem Wert. Durch den nun allorts sichtbaren Wiedereinstieg in die Nutzung der Windkraft wurde der Blick für die Geschichte und Technik der Mühlen und des Mühlenbaus geschärft. In den bestehenden oder gerade erst begründeten lokalen Vereinen, die sich die Erhaltung der Mühlen zur Aufgabe gemacht haben, setzte sich Mitte der 80er Jahre die Ansicht durch, daß die bloße Erhaltung einer Mühlenfassade der Funktion einer Mühle nicht gerecht wird.

Engagierte Mühlenexperten wie Gundolf Scheweling, Geschäftsführer der *Vereinigung zur Erhaltung von Wind- und Wassermühlen in Niedersachsen und Bremen e. V.*, und sein Bruder Torsten, selbst Besitzer eines dreistöckigen Galerieholländers aus dem 18. Jahrhundert in Marienhafen, trugen maßgeblich zu dem Wandel bei. Die von Gundolf Scheweling 1984 gegründete und von ihm redigierte Zeitschrift *Der Mühlstein* wurde in kurzer Zeit zum Sprachrohr eines Erhaltungskonzeptes, das sich mit Fassadenkosmetik nicht mehr begnügt, sondern auf die vollständige Instandsetzung und Wiederinbetriebnahme abzielt. Innerhalb dieses Konzeptes spielt die gesicherte Finanzierung einer Mühlenrestauration durch Vereine, Spenden, Land und Kommunen ebenso eine zentrale Rolle wie die sachgerechte

Wiederherstellung der baulichen Substanz, des gehenden Werkes und der Mahleinrichtungen. Das bedeutete eine Rückkehr zum qualifizierten Handwerk der wenigen noch arbeitenden Mühlenbauer. Zugleich begannen Mühlenvereine, Volkshochschulen (Norden, Aurich) und Mühleninteressierte, das schriftlich kaum fixierte Wissen von Müllern und Mühlenzimmerern zu retten und zu bewahren. „Oral history“ einmal nicht als akademischer Modebegriff, sondern als von vielen getragene kulturgeschichtliche Rettungsmaßnahme.

Eine Maßnahme allerdings, die sich als durchaus schwierig erwiesen hat. Zum einen sind Windmühlen Unikate: Jede hat ihre eigene Geschichte, ihre eigenen architektonischen und betriebstechnischen Merkmale, erfordert andere Handgriffe. Zum anderen lassen sich die oft über Generationen tradierten Erfahrungen und Kenntnisse der Müller und Zimmerer nicht ohne weiteres objektivieren und Laien verfügbar machen. Das Müllerhandwerk erschöpft sich nicht im Mahlen von Getreide, sondern schließt unter anderem das Schärfen oder Auswechseln der Mühlsteine, das Einsetzen von Sturmbrettern oder den Einbau neuer Kämme mit ein. Allein das Schärfen der Mühlsteine mit Mühlpicke, Messerpicke und Kraushammer ist eine Wissenschaft für sich. Wer je einem Müller dabei zugesehen hat, weiß um die Wertlosigkeit musealer Zurschaustellung von altem Werkzeug und Material.

DAS WIEDERERLERNEN VERGESSENER HANDWERKSTRADITIONEN

Getreu dem alten Mühlenspruchwort „Einer Mühle, die steht, schadet es mehr, als wenn sie geht“ ist es derzeit das Ziel vieler Mühlenvereine in Ostfriesland, die von ihnen betreute und restaurierte Mühle auch wieder in Betrieb zu nehmen – und sei es auch nur an Wochenenden und von Hobbymüllern. Die erforderlichen Kenntnisse eignen sich die engagierten und meist ehrenamtlich tätigen Freizeitmüller in gelegentlich von den lokalen Volkshochschulen durchgeführten Seminaren oder in vom Nachbarland Holland angebotenen Hobbymüllerkursen an. Holland ist mit seinen 1000 gut erhaltenen und vielerorts auch noch bewirt-

schafteten Windmühlen das Vorbild für den aktiven Erhalt und Betrieb.

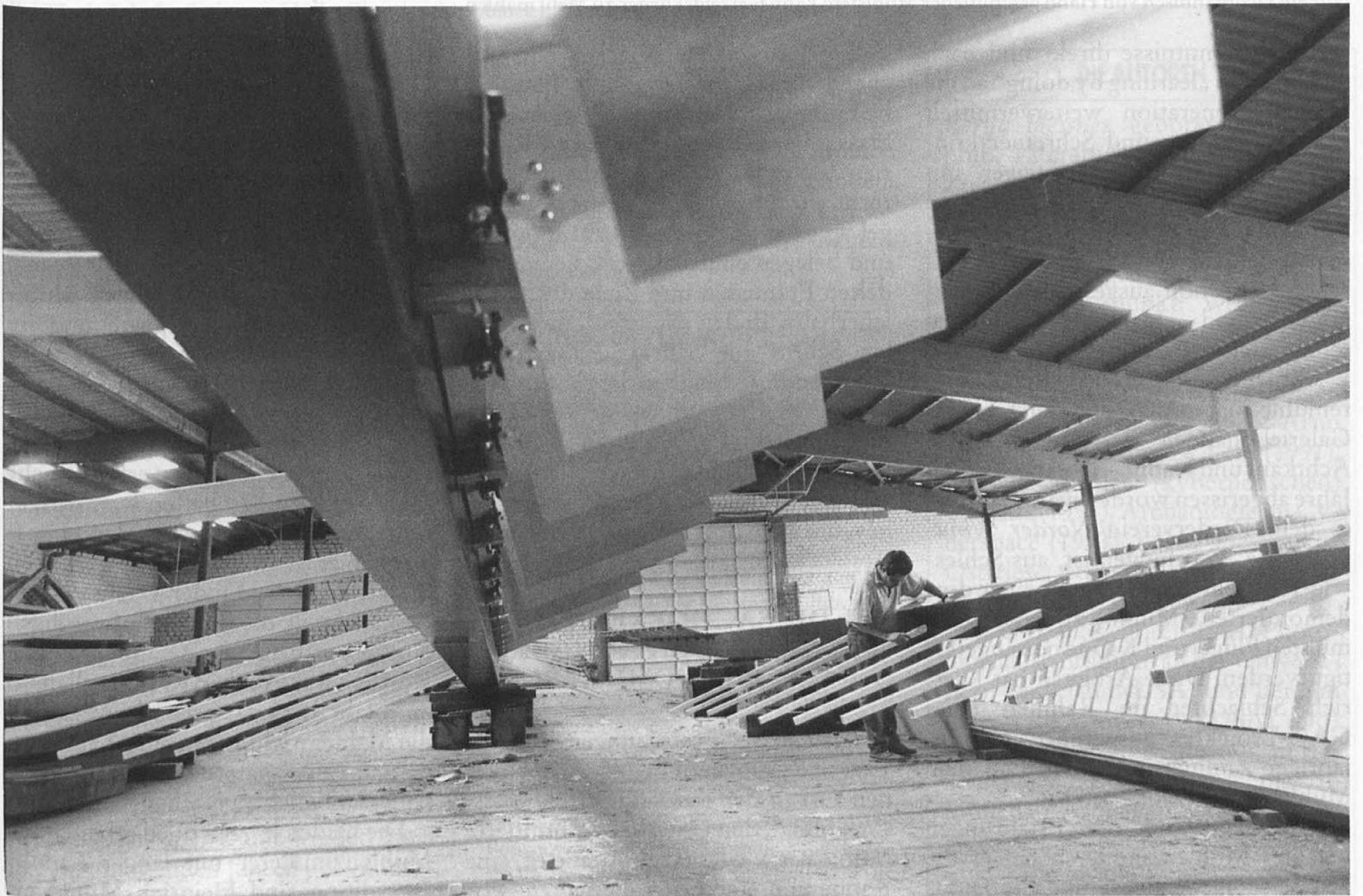
Nach vielen Jahren wurden 1993 erstmals wieder Müller in den wenigen noch arbeitenden Betrieben ausgebildet. Im benachbarten Friesland absolviert Walter Skau beim Müller Peter Egelhoff in Ruttel eine Müllerlehre, um anschließend selbst eine Mühle in Betrieb zu nehmen. Seine Ausbildung schon beendet hat der pensionierte Marineoffizier Dieter Mögling, der die Mühle in Accum (Friesland) nach ihrer vollständigen Restauration 1994 wieder als Gewerbebetrieb anmelden will. Getragen wird die Accumer Mühle von einem Arbeitskreis, der die Wiederinbetriebnahme anstrebt. Und auch die jüngst wiedererrichtete Sägemühle in Wrantepott bei Emden hat in Otto Schnell einen Sägemüller gefunden.

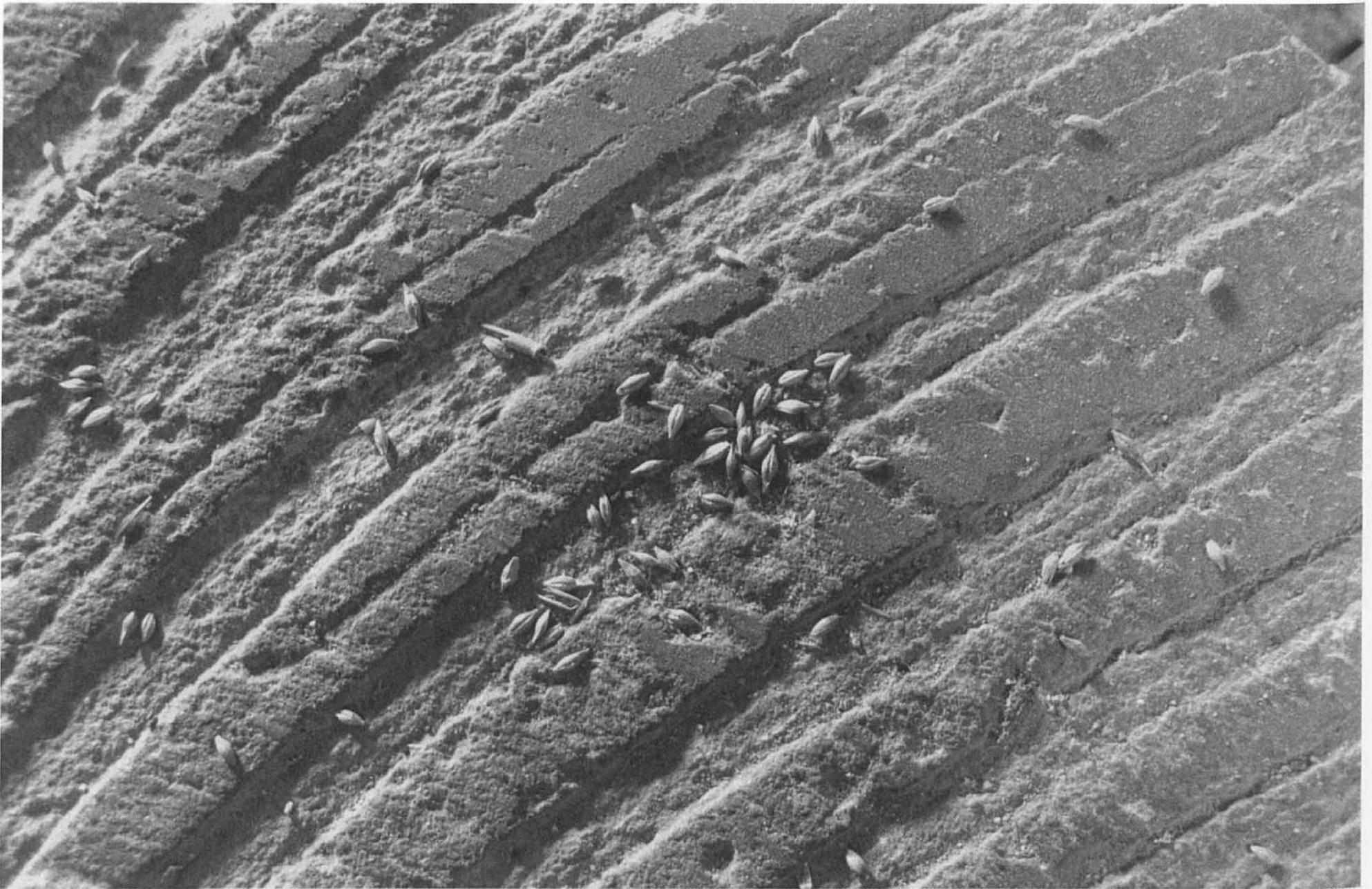
Die einzige Mühle Ostfrieslands, die bis heute voll mit Windkraft arbeitet und Getreide schrotet, ist die Mühle von Müller Theodor Steenblock in Spetzerfehn. Der Fortbestand von Mühle und Handwerk ist vorerst gesichert, denn Sohn Heyo hat beizeiten die Gesellenprüfung abgelegt. In Greetsiel übernahm Frank Schoof die Mühle seines Vaters, die allerdings, trotz gehendem Werk und intakten Mahleinrichtungen, mit Motorkraft betrieben wird.

In der Mühle von Leezdorf, die 1991 mit dem Preis der Niedersächsischen Sparkassenstiftung für hervorragende Denkmalpflege ausgezeichnet worden ist, wird nur zeitweise und zu Vorführzwecken gemahlen. Die Mühle wurde 1986 vom Heimatverein Leezdorf erworben und mit Hilfe von ABM-Maßnahmen und der *Gemeinnützigen Ausbildungsgesellschaft mbH (GAG)* der Kreisvolkshochschule Norden in vorbildlicher Weise bis zur vollständigen Funktionsfähigkeit restauriert. Dabei hat die GAG ein neues und zukunftsweisendes Modell für den Erhalt von Mühlen entwickelt und praktiziert.

Mitfinanziert und unterstützt durch das Arbeitsamt, bringt die GAG Jung- und Althandwerker bei ausgewählten Projekten zusammen, damit Erfahrun-

Oben: Obwohl pensioniert, hilft Heinrich Mönk (rechts), die Ostgroßfehner Mühle funktionsfähig zu restaurieren.
Unten: Die 22 Meter langen Flügel der Mühle werden im Lagerraum einer benachbarten Firma endmontiert.





Nur ein fachmännisch von Hand geschliffener Mühlstein kann Getreidekörner zu Mehl mahlen.

gen und Kenntnisse direkt und nach dem Prinzip „learning by doing“ an die nächste Generation weitervermittelt werden. Tischler und Schreiner können sich hier als „Seiteneinsteiger“ mit fundierten Grundkenntnissen zu Mühlenbauern ausbilden lassen. Dieses Modell zur Bewahrung von inzwischen fast schon ausgestorbenen Verfahren und Handwerkstechniken scheint sich zu bewähren.

Aktuelles Beispiel ist die Gnurremühle in Norden, ein vierstöckiger Galerieholländer, deren Oberteil – Achtkant und Kappe – Anfang der 30er Jahre abgerissen worden war. Während es dem Förderverein *Norder Windmühlen e. V.* gelungen ist, aus Schleswig-Holstein den Achtkant einer dort demontierten Mühle zu erwerben, mußten Flügel und Kappe neu angefertigt werden. Diese Arbeiten hat Dietrich Schlachter im Rahmen eines GAG-Projektes ausgeführt, ein 28-jähriger Zimmermann, der sich dem Mühlenbau verschrieben hat.

Ausgestattet mit den Erfahrungen betagter Mühlenzimmerer, hat er die Kappe samt Windrose und die Jalou-

sieflügel in Handarbeit aus entsprechenden Hölzern hergestellt. Eine Arbeit, die Gundolf Scheweling als erstklassig bezeichnet und die allen Kriterien des traditionellen Mühlenbaus gerecht wird. Achtkant, Kappe und Flügel wurden im Sommer 1993 montiert und belegen eindrucksvoll die gewandelten Prämissen und Ziele des Mülenerhalts. In den nächsten Jahren sollen Schritt für Schritt das gehende Werk und die Mahleinrichtungen eingebaut werden, um wieder eine voll funktionsfähige Mühle zu erhalten. Dietrich Schlachter arbeitet längst an anderen Mühlen, wie der von Norderney, um auch dort für eine sachgemäße Restaurierung zu sorgen.

DIE SACHGERECHTE RESTAURIERUNG ALTER WINDMÜHLEN

Vergleichbare Bestrebungen führten 1993 in Rysum zum Erfolg, einem kleinen Ort in der Krümmhörn. Die erst 1964 bis auf den Unterbau demontierte Mühle hat wieder einen Achtkant, eine Kappe und eine Galerie erhalten, wo-

bei der Achtkant, wie bei der Norder Gnurremühle, aus Schleswig-Holstein stammt. In Schleswig-Holstein werden weiterhin Windmühlen demontiert und abgerissen, deren Teile nun wenigstens bei der Restauration anderer Mühlen Verwendung finden.

Die Interessengemeinschaft Rysum legt beim Wiederaufbau ihrer Mühle größten Wert auf geeignete und im Mühlenbau auch tatsächlich verwendete Materialien. Das abgelagerte und langsam gewachsene Eichenholz für den Steert wurde aus Polen geordert, da in Deutschland das erforderliche Holz nicht zu beschaffen war. Ausgeführt haben die Arbeiten der Hamswehruener Mühlenbauer Wilhelm Swyter und die Emdener Dachdeckerin Petra Schnell, die für den aufwendigen Kupferbeschlag der Kappe verantwortlich war. Auch in Rysum sollen bis zum Jahr 1995 das gehende Werk und die Mahleinrichtungen eingebaut werden, um eine spätere Wiederinbetriebnahme möglich zu machen.

Die beiden letzten noch arbeitenden Mühlenzimmerer mit langer Familientradition sind Heinrich Mönk aus



Bei Windstärke fünf schrotet Müller Theodor Steenblock in Spetzerfehn etwa 40 Zentner Getreide pro Stunde.

Ostgroßfehn, dem ein Nachkomme fehlt, der den Betrieb übernehmen könnte, und Hermann Böök aus Durnum, dessen Sohn Henno im Januar 1993 die Gesellenprüfung als Mühlenbauer bestanden hat und den über 200 Jahre alten Familienbetrieb weiterführen wird. Angesichts des in Ostfriesland zu verzeichnenden Interesses am Erhalt und sogar am Wiederaufbau ganzer Windmühlen scheint seine Zukunft als letzter traditioneller Mühlenbauer gesichert zu sein.

Auch wenn von den Windmühlen nur ein verschwindender Teil des täglich benötigten Mehls gemahlen wird und die Vorherrschaft der Großmühlen kaum mehr zu brechen ist: Es ist mehr als romantisierende Nostalgie, die Henno Böök zum traditionellen Müllerhandwerk zurückkehren läßt.

Doch auch um die Zukunft anderer junger Mühlenbauer und Müller steht es gut in Ostfriesland. Hält der Bewußtseinswandel an, dann war nicht nur 1993 ein erfolgreiches Jahr der Mühlenerhaltung: Dann werden auch in den kommenden Jahren postmoderne Windenergieanlagen auf ihre vor-

modernen Ahnen blicken, die auf die lange Tradition der Windenergienutzung verweisen, in der die High-Tech-Mühlen stehen. Die alten Windmühlen werden mehr denn je erhalten, indem sie betrieben werden, und das keineswegs nur zur Freude von Bio-Bauern und -Bäckern. □

LITERATUR ZUM WEITERLESEN

- Günter Bayerl (Hrsg.): Wind- und Wasserkraft. Die Nutzung regenerierbarer Energiequellen in der Geschichte. Düsseldorf 1979.
- Wolfgang Fröde: Windmühlen, Hamburg 1991.
- Peter Kemper (Hrsg.): ‚Postmoderne‘ oder der Kampf um die Zukunft. Frankfurt am Main 1988.
- Dieter Möhn (Hrsg.): Die Fachsprache der Windmüller und Windmühlenbauer. Ein Bestandteil ostfriesischer Regionalkultur. Aurich 1986.
- Der Mühlstein. Periodikum für Mühlenkunde und Mühlenerhaltung. Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Mühlenkunde und Mühlenerhaltung e. V. (Gundolf Scheweling, Corsicaskamp 33, 49076 Osnabrück).
- Walter Norzel/Hartmut Weßling: Ostfriesisches Mühlenbuch. Hannover 1991.
- Hans-Bernd Rödiger, Ingo Hashagen, Adolf Popken: Windmühlen. Symbole einer Landschaft in Oldenburg, Ostfriesland und im Emsland. Jever 1986.

DIE AUTOREN

Bernd Flessner, geboren 1957, Dr. phil., Literaturwissenschaftler und Zukunftsforscher, Lehrbeauftragter am Institut für Deutsche Sprach- und Literaturwissenschaft der Universität Erlangen-Nürnberg. Forschungsschwerpunkt: Wechselwirkungen zwischen Literatur und Technik; Literatur als Technikgeschichte. Buchveröffentlichungen und Beiträge u. a. über Arno Schmidt und Stanislaw Lem (1991), Die Tücke des (kybernetischen) Objekts (1991), Archäologie im Cyberspace (1993). Bernd Flessner ist Ostfrieser; sein Ururgroßvater war Windmüller in Longwehr.

Erol Gurian, geboren 1964, Photojournalist. Studium an der University of Maryland (USA) und der San Jose State University (USA), Dozent für Photojournalismus an der Deutschen Journalistenschule in München. Arbeitet u. a. für Die Zeit, Stern, Focus, Süddeutsche Zeitung, Microsoft, Siemens.

STROM AUS DER LUFT

Die Wiederentdeckung der Windenergie in den 70er Jahren

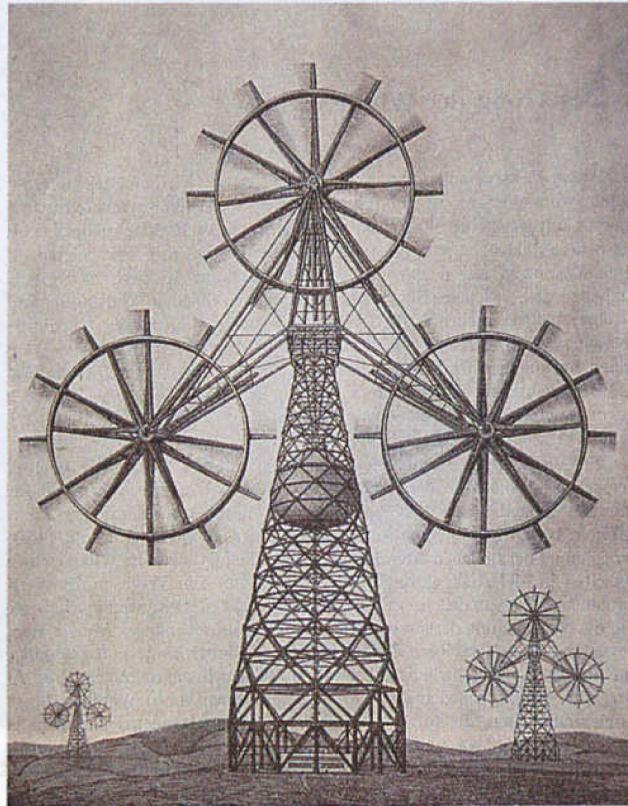
VON MATTHIAS HEYMANN

Vom 15. bis zum 19. Jahrhundert gehörte der Wind zu den wichtigsten Energiequellen in Europa. Er trieb Segelschiffe bis nach Amerika und Indien und versetzte das Mühlenkreuz zahlloser Windmühlen zum Mahlen, Pumpen und Sägen in Rotation. Während sich im 19. Jahrhundert die Dampfmaschine in Europa verbreitete, ging die Zahl der Windmühlen zunächst keineswegs zurück. In den 70er Jahren dieses Jahrhunderts wurde die Windenergie wiederentdeckt.

Die Verbreitung der Windmühlen erreichte in Deutschland um 1880 mit einer Zahl von etwa 20 000 ihren historischen Höhepunkt. Erst zum Ende des 19. Jahrhunderts begann der Niedergang der Windmühle einzusetzen und sich nach der Jahrhundertwende zu einem massenhaften „Windmühlensterben“ auszuweiten. In den 30er Jahren dieses Jahrhunderts waren die Windmühlen als Antriebsmaschinen bereits bedeutungslos.

Die Idee der Windenergienutzung starb jedoch nicht aus und faszinierte weiterhin Mühlenbauer, Bastler, Erfinder, Techniker und Ingenieure. Sollte es nicht möglich sein, auch in Zeiten von Großkraftwerken und zentraler Elektrizitätsversorgung die kostenlose Energie des Windes zu nutzen? Neuartige „Windräder“ und „Windmotoren“, „Windturbinen“ und „Windkraftanlagen“ entstanden und versorgten in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts Gutshöfe, Dörfer und Betriebe mit Energie. Seit den 20er Jahren ging jedoch auch ihre Bedeutung rasch wieder zurück und die Windenergienutzung fand innerhalb weniger Jahre ein Ende.

Trotz des Niedergangs der Windmühlen und Windmotoren gab es wei-



„Ansicht des normalen Einheitswindkraftwerkes“, das Hermann Honnef 1932 in seinem Buch „Windkraftwerke“ vorstellte.

terhin grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. In den 20er Jahren begann die moderne Aerodynamik, die Windmotoren zu revolutionieren. Windkraftanlagen mit aerodynamisch optimierten Flügelprofilen und erheblich verbesserten Wirkungsgraden entstanden, konnten sich aber nicht durchsetzen. Ehrgeizige Pläne und umfangreiche Konzepte für eine systematische Windenergienutzung mit Hilfe gewaltiger Windkraftwerke wurden in den 30er und 40er Jahren im nationalsozialistischen Deutschland, in der Sowjetunion und in den USA entwickelt und diskutiert, aber zum größten Teil nicht verwirklicht. Die einzige in diesem Zeitraum tatsächlich errichtete Großanlage war die 1,25 Megawatt starke Smith-Putnam-Anlage (1941), die etwa 1000 Stunden Strom produzierte und 1945 nach einem Flügelbruch scheiterte. Nach dem Zweiten Weltkrieg häuften sich in vielen Ländern erneut die Entwicklungsar-

beiten zur möglichst effizienten Nutzung der Windkraft.

Der Typus der modernen Windkraftanlage, wie er in den 80er Jahren zum Einsatz kommen sollte, war in den 50er Jahren weitgehend entwickelt und in einzelnen Exemplaren in Großbritannien, Frankreich, Deutschland und Dänemark getestet worden. Zu einer Renaissance der Windenergienutzung vermochten diese Anstrengungen nicht zu führen. Billiges Erdöl und die Verheißungen der Kernenergie ließen Überlegungen zur Windenergienutzung in den späten 50er und 60er Jahren so wirkungsvoll verstummen, daß man in den 70er Jahren von einer „Wiederentdeckung“ der Windenergie sprechen konnte.

Erst die Ölkrisen von 1973 und 1979 und die zu Bewußtsein gekommene Umweltkrise machten die Windenergie in den 70er und 80er Jahren erneut zum Gegenstand öffentlichen Interesses und öffentlicher Auseinandersetzungen. Der Wind versprach saubere und unerschöpfliche Energie für die Stromerzeugung, hatte aber den Makel geringer Leistung und großer Unbeständigkeit. Im Gegensatz zur Sonnenenergie ließ die Windenergie eine kostengünstige Stromerzeugung zu konkurrenzfähigen Preisen erwarten. Die Vorteile und Nachteile der Windenergie und ihre Möglichkeiten und Grenzen führten zu heftigen Kontroversen unter Fachleuten und in der Öffentlichkeit.

Ist die Windenergienutzung wirtschaftlich? Kann sie einen wesentlichen Beitrag zu einer neuen, umweltgerechteren Energiepolitik leisten? Oder ist sie Wunschdenken weltfremder Idealisten und eine Gefahr für die sichere und preisgünstige Energiever-

Windparks an der norddeutschen Küste gehören heute zum Alltagsbild. Rechts die Windkraftkonverter auf der nordfriesischen Rödemis-Hallig.





Fotos: Deutsches Museum (l.); Preußen Elektra, Hannover (r.)

sorgung, für Wirtschaft, Wachstum und Wohlstand?

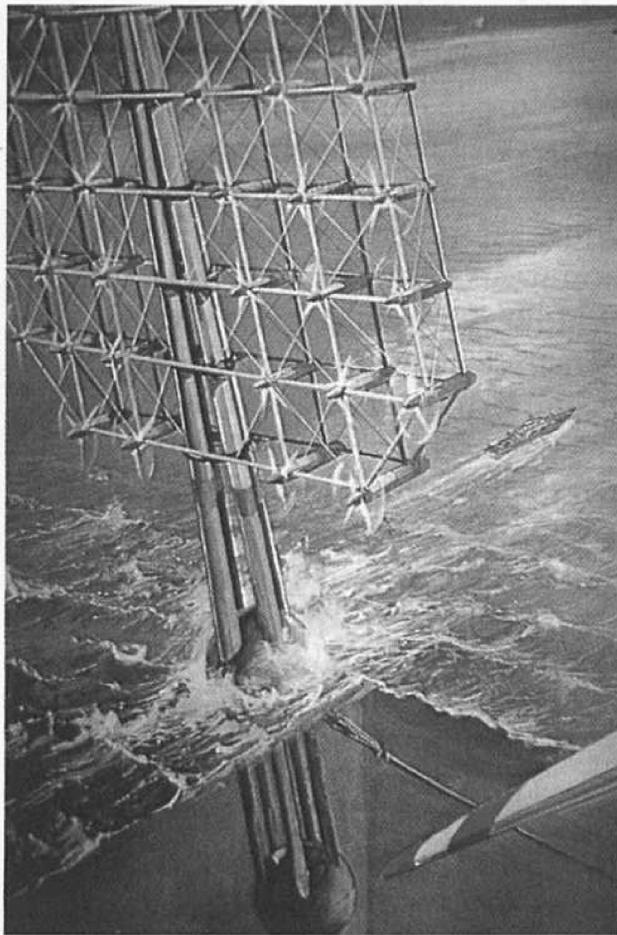
Während Anfang der 80er Jahre die Kritik an der Kernenergienutzung einen Höhepunkt fand und Forderungen nach einer neuen Energiepolitik immer lauter wurden, blieben Energiewirtschaft und -politik in den meisten Ländern lange Zeit unbeeindruckt und beharrten auf der Fortsetzung der eingeschlagenen energiepolitischen Pfade. Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien hatten nur eine geringe Priorität. Ihnen wurde in den meisten Ländern keine wesentliche Bedeutung für die Energieversorgung der Zukunft beigemessen.

Nicht zuletzt als Reaktion auf den wachsenden öffentlichen Druck begannen Mitte der 70er Jahre in vielen Ländern dennoch Forschungsgelder für die Windenergie zu fließen. Doch im Vergleich zu den Ausgaben für Kohle- und Kernenergie nahmen sie nur einen geringen Umfang an und hatten Anfang der 80er Jahre bereits wieder abnehmende Tendenz.

Die Forschungs- und Entwicklungsbemühungen konzentrierten sich in nahezu allen Ländern auf die Entwicklung von Großanlagen mit Leistungen im Megawatt-Bereich. Dies war ein enormer Sprung, verglichen mit den Leistungen der bisher entwickelten Anlagen von maximal 100 bis 200 Kilowatt. Nur mit erheblich vergrößerten Leistungseinheiten glaubte man, Großkraftwerken Konkurrenz machen zu können. Ähnlich wie im herkömmlichen Turbinenbau zielten die Bemühungen auf die Nutzung von Skaleneffekten, durch die man sich eine wesentliche Minderung der spezifischen Kosten versprach. Anders als im Turbinenbau meinten die Fachleute und Politiker allerdings, die Leistung von Windkraftanlagen in einem Schritt verzehn- oder verzwanzigfachen zu können. Diese Einschätzung erwies sich als ein Fehler und führte zu einem Debakel der Großanlagen.

Ein herausragendes Beispiel dafür war der in Deutschland errichtete GROWIAN (GROße WIndkraft-ANlage), der mit 100 Metern Turmhöhe, 100 Metern Rotordurchmesser und drei Megawatt Leistung die größte

Windkraftanlage der Welt war. Die gigantische Größe wurde dem alles in allem 90 Millionen DM teuren GROWIAN zum Verhängnis. In den vier Jahren von der Inbetriebnahme 1983 bis zur Stilllegung 1987 lief GROWIAN nur 420 Stunden, stand also 99 Prozent der Lebenszeit wegen technischer Defekte still. Nicht besser erging es anderen Forschungsprojekten wie der WEC 520 der Firma *Voith*, die so radikal auf maximale Effizienz ausgelegt



„Off-shore“-Windkraftprojekt nach Heronemus, das 1972 für den Golf von Maine vorgeschlagen wurde.

wurde, daß die gertenschlanken, 26 Meter langen Flügel sich als instabil erwiesen und unter Einbuße eines guten Wirkungsgrades um jeweils mehr als fünf Meter gekürzt werden mußten. Die Firma *MBB* verfolgte mit dem Einflügler „*Monopterus*“ ein noch extremeres Konzept, dessen Beherrschung sich als besonders schwierig erwies. Etwa zehn Jahre lange Forschungs- und Testarbeiten waren bis zur Realisierung zuverlässiger Prototypen erforderlich, die sich allerdings als viel zu teuer erwiesen, um auf dem Weltmarkt erfolgreich mithalten zu können.

Ein ähnliches Schicksal traf die in anderen Ländern entwickelten Anlagen, wie die amerikanische *MOD*-Serie oder die dänischen *Nibe*-Anlagen. Viele Anlagen litten unter gravierenden Schwingungsproblemen, unzuverlässigen oder zu unpräzisen Regeleinrich-

tungen sowie unter Verschleißerscheinungen und Materialermüdungen. Die Anlagen liefen instabil, Flügel flatterten und schlingerten, Rotorköpfe gierten und Türme gerieten in heftige Schwingungsresonanzen. Materialrisse entstanden, Lager schlugen aus, Wellen bogen sich und brachen, Generatoren brannten durch. Probleme dieser Art gab es mit Anlagen aller Größenklassen. Doch Großanlagen im Megawatt-Leistungsbereich erwiesen sich als besonders schwer beherrschbar und sind trotz der erheblich investierten Forschungsmittel bis heute gegenüber kleineren Anlagen mit einer Leistung von bis zu 500 Kilowatt nicht konkurrenzfähig.

Obgleich die USA fünfmal soviel wie Deutschland und 25mal soviel wie Dänemark für die Entwicklung moderner Windkraftanlagen ausgaben, standen die Forschungsmittel in keiner direkten Beziehung zum Erfolg der in diesen Ländern entwickelten und eingesetzten Windkraftanlagen. Lediglich im amerikanischen Bundesstaat Kalifornien und in Dänemark vollzog sich in den 80er Jahren ein Windenergieboom, obgleich andere Länder wie Großbritannien oder Deutschland nicht minder windgünstige Regionen besaßen. Ende der 80er Jahre waren in Kalifornien 14100 Windkraftanlagen und in Dänemark 2500 Anlagen installiert, die einen – je nach Sichtweise großen oder kleinen – Anteil von etwa 1,5 Prozent der Elektrizitätserzeugung in diesen Ländern deckten.

VORREITER KALIFORNIEN UND DÄNEMARK

Voraussetzung für die erfolgreiche Nutzung der Windenergie in Kalifornien und Dänemark waren der Windenergienutzung gegenüber sehr aufgeschlossene Regierungen und Verwaltungsbehörden. In beiden Ländern wurden seit Ende der 70er Jahre Subventionen und Steuervorteile für die Aufstellung und Nutzung von Windkraftanlagen gewährt, die in Kalifornien bis zu 50 Prozent, in Dänemark bis zu 30 Prozent der Anschaffungskosten ausmachten. Gleichzeitig konnten die Befürworter der Windenergienutzung eine günstige Regelung der Einspeisebedingungen für den mit Windkraftanlagen erzeugten Strom in die Verbundnetze erreichen.

Windradturbine von Friedrich Köster im holsteinischen Heide, 1908.

Die Windräder mit vielen Lamellen wurden zum Wasserpumpen benutzt.



Gegenüber ehrgeizigen Konstruktionen haben sich die robust gebauten Windkraftanlagen der dänischen Firma „Vestas“ als verlässlicher erwiesen.

Erst die Förderung der Windenergienutzung erlaubte den umfangreichen Einsatz, die Weiterentwicklung, Optimierung und Ausreifung von Windkraftanlagen. Mit Hilfe der Lehrjahre in Kalifornien und Dänemark haben Windkraftanlagen den Durchbruch zur Wirtschaftlichkeit auch nach Auslauf der Vergünstigungen erreicht, sofern die zuständigen Versorgungsunternehmen bereit (oder verpflichtet) sind, den erzeugten Strom für eine ausreichende Vergütung abzunehmen.

Vor allem die überstürzte Entwicklung in Kalifornien führte zunächst zu zahlreichen Rückschlägen, da die Zuverlässigkeit der dort errichteten Windkraftanlagen sich in den ersten Jahren als extrem schlecht erwies. Viele Anlagen fielen Stürmen oder technischen Defekten zum Opfer, bevor sie überhaupt in Routinebetrieb genom-

men werden konnten. Überraschend zuverlässig arbeiteten allein dänische Anlagen. Während 1985 in Kalifornien 98 Prozent der Anlagen aus Dänemark problemlos betrieben werden konnten, arbeiteten nur 38 Prozent aller übrigen Anlagen ohne Ausfälle. So verwundert es nicht, daß dänische Importe 1985 und 1986 einen Anteil von 62 beziehungsweise 71 Prozent aller neu installierten Anlagen in Kalifornien erreichten. Obwohl die Ausgaben für Forschung und Entwicklung in vielen Ländern erheblich größer waren, übernahm Dänemark zu Beginn der 80er Jahre die technische Spitzenreiterrolle in der Windenergienutzung. Dänische Windkraftanlagen waren weltweit die günstigsten und besten. Kein Land konnte auch nur annähernd so viele Windkraftanlagen exportieren wie Dänemark.

Die Erfolge dänischer Windkraftanlagenhersteller in den 80er Jahren lassen sich auf unterschiedliche technische Ansätze und Traditionen in der Windenergietechnik zurückführen. Während die dänischen Hersteller fast ausschließlich einfache und weniger anspruchsvolle technische Lösungen wählten, ließ sich bei amerikanischen und deutschen Herstellern meist ein ausgeprägter Hang zu extrem ehrgeizigen Konzepten beobachten. Dänische Hersteller bevorzugten robuste Dreiflügler mit einfachen, aber zuverlässigen Verfahren zur Drehzahl- und Leistungsregelung. Die amerikanischen und deutschen Entwickler zielten hingegen auf effizientere Zweiflügler mit geringen Gewichten, hohen Drehzahlen und technisch aufwendigen Regelverfahren.

Diese Konstruktionsphilosophien hatten historische Wurzeln. Bereits in den 50er Jahren schufen der Flugzeugingenieur Ulrich Hütter in Deutschland und der Elektrotechniker Johannes Juul in Dänemark die technischen und konzeptionellen Grundlagen der modernen Windenergienutzung. Ihre Entwicklungen hatten stilprägenden Charakter für die Anlagen in den 70er und 80er Jahren. In Deutschland setzte sich die Effizienzphilosophie des ideensprühenden und ehrgeizigen Hütter durch. Extreme Wirkungsgrade und extremer Leichtbau sollten bei geringen Anlagekosten die Stromerzeugung maximieren. Bereits Ende der 50er Jahre hatte Hütter in der damals

sehr fortschrittlichen 100-Kilowatt-Anlage W34 auf der Schwäbischen Alb diese Konstruktionsphilosophie realisiert.

Im Gegensatz zu Hütter verfolgte der ältere, bodenständige Praktiker Juul eine ausgeprägte Sicherheitsphilosophie. Die großen Lasten auf Windkraftanlagen versuchte er nicht, wie Hütter, durch leichte und elastische Konstruktionen zu vermindern, sondern vielmehr durch stärkere und stabilere Bauteile. Juul bevorzugte einfache und robuste Strukturen und sah reichliche Sicherheitsspielräume vor. Schwingungsprobleme und mehrere Flügelbrüche einiger Testanlagen führten Juul auf das Konzept dreiflügleriger Anlagen, die das ruhigste und sicherste Betriebsverhalten zeigten. Juuls letzte und größte Anlage, die 200-Kilowatt-Anlage bei Gedser auf der Insel Fyn, läßt mit ihren massiven Stahlflügeln und den zusätzlichen Verstrebungen deutlich die Unterschiede zum Hütter-schen Konzept erkennen.

ROBUSTE WINDANLAGEN VERSUS EHRGEIZIGE EFFIZIENZPHILOSOPHIE

Deutsche und amerikanische Entwicklungen in den 70er und 80er Jahren orientierten sich an den fortschrittlichen Konzepten von Hütter und versuchten, Leichtbau und Verbesserung der Wirkungsgrade auf die Spitze zu treiben. Einen besonderen Einfluß hatten Ingenieure und Unternehmen, die wie Hütter vor allem Erfahrungen aus dem Flugzeugbau mitbrachten und Leichtbau, technische Effizienz und aufwendige technische Lösungen bevorzugten. Dänische Hersteller konzentrierten sich hingegen frühzeitig auf das bewährte Juulsche Konzept, das sie zunächst fast unverändert nachbauten und nach und nach in kleinen Schritten verbesserten. Die dänischen Pioniere des Windkraftanlagenbaus in den 70er Jahren waren bezeichnenderweise durchweg Handwerker und Techniker ohne akademische Ausbildung, die keine theoretischen Höhenflüge, sondern bodenständige Praxis verfolgten.

Die dänische Strategie war in den 70er und 80er Jahren den amerikanischen und deutschen Ansätzen überlegen. Sie führte schneller zu zuverlässig einsetzbaren Anlagen und verschaffte den Dänen einen wichtigen Marktvor-

sprung. Dänemark hat auch große Anstrengungen unternommen, Windkraftanlagen für die eigene Stromversorgung einzusetzen. Im Jahre 1993 dürften drei Prozent des dänischen Stromverbrauchs und 1,2 Prozent des kalifornischen Stromverbrauchs von Windkraftanlagen gedeckt worden sein.

Mitte der 80er Jahre begannen unter anderen japanische und deutsche Unternehmen, dänische Technik erfolgreich zu kopieren. Angespornt von den Entwicklungen in Kalifornien und Dänemark, begannen Länder wie die Niederlande oder Deutschland die Errichtung von Windkraftanlagen und die Nutzung der Windenergie zu fördern. In Deutschland stellte das 250-Megawatt-Programm des Forschungsministeriums einen wichtigen Schritt für die Windenergienutzung dar. Mit Hilfe dieses Förderprogramms waren 1992 in Deutschland 1211 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 183 Megawatt installiert, die jährlich eine Strommenge von etwa 0,5 Prozent des Elektrizitätsverbrauchs in den fünf Küstenländern produzieren. Auch in den kommenden Jahren ist mit einer

wachsenden Zahl von Windkraftanlagen in Deutschland zu rechnen.

Trotz des zu erwartenden Wachstums wird die Windenergie in den Industrieländern auch in Zukunft nur einen kleinen Prozentsatz des Energiebedarfs decken können. In windgünstigen Ländern wie Dänemark und Schleswig-Holstein wird ein Anteil der Windenergie von zehn Prozent an der gesamten Stromproduktion angestrebt. In Kalifornien dagegen ist die Installation von neuen Windkraftanlagen in den letzten Jahren deutlich rückläufig gewesen. Dies hängt vor allem mit einer weniger günstigen Vergütung des von Windkraftanlagen erzeugten Stromes zusammen, da die Preise für fossile Energieträger seit einigen Jahren zurückgegangen sind.

Eine erheblich größere Bedeutung könnte die Windenergie in Zukunft für Länder der Dritten Welt haben. Der 1987 durch Windparks in Kalifornien produzierte Strom überstieg zum Beispiel die Stromproduktion von Bolivien oder Nicaragua und entsprach der gesamten Stromproduktion von Guatemala oder Angola. Viele Länder, wie China, Indien, Marokko, Argentinien

und Chile, verfügen über ein sehr großes Windpotential. Hier kann der mit Wind erzeugte Strom einen Teil der Energieversorgung übernehmen. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Albert Betz: Windenergie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen. Nachdruck der Ausgabe von 1926. Grebenstein 1982.

Erich Hau: Windkraftanlagen. Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit. Berlin 1988.

Wind Energy in Denmark. Research and Technological Development. Hrsg. vom Dänischen Energieministerium. Kopenhagen 1990.

DER AUTOR

Matthias Heymann, geboren 1961, studierte Physik, Wissenschaftsgeschichte, Technikgeschichte und Philosophie in Hamburg und München. Am Deutschen Museum verfaßte er seine technikhistorische Dissertation „Verfehlt Hoffnungen und verpaßte Chancen. Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990“, die mit dem Rudolf-Kellermann-Preis für Technikgeschichte 1992 ausgezeichnet wurde.

MITDENKEN! VEREINSBANK.

»Mehr Ertrag für mein Geld?«

»Selbst dosieren mit Zins-Plus.«

Vereinsbank Zins-Plus ist eine völlig risikolose Geldanlage mit guter, ja sehr guter Verzinsung. Das Besondere daran: Die Zinsen wachsen mit dem Anlagebetrag – es lohnt sich also, auch größere Summen anzulegen. Daß Sie dabei eine flexible Anlagedauer haben, ist noch ein Grund mehr, bei uns alles Weitere zu erfahren.

Vereinsbank

BAYERISCHE
VEREINSBANK AG



Wolfgang Paul (1913–1993)
hat der Kernphysik
wichtige Impulse gegeben.

„Sie müssen durch die Atomhülle hindurch“

GESPRÄCH MIT DEM KERNPHYSIKER UND NOBELPREISTRÄGER WOLFGANG PAUL

Wolfgang Paul war an den Versuchen mit dem Betatron von Konrad Gund bei Siemens-Reiniger, Erlangen, beteiligt, er hat den Bau des 500-MeV-Elektronen-Synchrotrons an der Universität in Bonn initiiert und die nach ihm benannte elektromagnetische Ionen-Falle für geladene und ungeladene Teilchen entworfen, für die er mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Die drei Apparate sind Exponate des Deutschen Museums Bonn, das „Forschung und Technik in Deutschland seit 1945“ zeigt. Es wird vom Deutschen Museum in München zusammen mit dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft im Wissenschaftszentrum Bonn eingerichtet und im Herbst 1995 eröffnet. Peter Steiner hat mit dem Nobelpreisträger gesprochen.

Steiner: Herr Professor Paul, welche Orte in den Stationen Ihrer Ausbildung und beruflichen Karriere sind für Sie in bleibender Erinnerung?

Paul: Ich habe die ersten vier Semester in München an der Technischen Universität, damals noch Technische Hochschule, studiert. Dann wollte ich mal ein Jahr nach Norden und bin nach Leipzig gegangen. Dort war die Physik gut besetzt, Heisenberg war gerade dort hingekommen. Peter Debye als Experimentalphysiker und Friedrich Hund waren da – im Prinzip war es glänzend besetzt. Ich bin dort hingekommen, aber es hat mir überhaupt nicht gefallen, denn Debye war kurz vorher nach Berlin gegangen, was ich nicht wußte, und theoretische Physik wollte ich nicht machen. Außerdem hat mir der Stil des Institutes nicht gefallen. Ich habe mich wieder exmatrikuliert, habe mein Zimmer aufgegeben und bin weiter gezogen nach Berlin.

Steiner: Haben Sie dort Kopfermann kennengelernt?

Paul: In Berlin bin ich an die TU gegangen, dort war mein Praktikumsassistent Hans Kopfermann. Mit dem habe ich dann von 1934 bis 1952 zusammengearbeitet. Das war sehr erfolgreich.

Steiner: Ihr Weg ging dann von Berlin über Kiel nach Göttingen?

Paul: Ja. Kopfermann wurde 1937 nach Kiel berufen, und er hat mich als – wie man damals sagte – „Hilfsbremser“ mitgenommen. Ich habe meine Doktorarbeit in Kiel gemacht, die Prüfungen aber in Berlin. Dazwischen war ich Soldat für ein Jahr. 1942 wurde Kopfermann nach Göttingen berufen, und ich bin mitgegangen. In Göttingen habe ich mich dann 1944 habilitiert und bin bis 1952 dort geblieben.

Steiner: Hat Sie Kopfermann in die Experimentalphysik eingeführt? Welche Experimente haben Sie damals durchgeführt?

Paul: Meine Diplomarbeit in Berlin hatte zum Ziel, eine Ionenquelle für Bariumionen zu bauen. Ein anderer Mitarbeiter, Herr Walcher (später Professor in Marburg), hatte einen magnetischen Massenspektrometer angefertigt. Dazu hatte ich 1936–37 den Massenseparator gebaut. Das ist interessant, denn die Methode, die ich anwenden sollte, ging schief, und ich war ziemlich niedergeschlagen. Ich habe zwar festgestellt, warum es nicht ging, aber es war nichts. Als Kopfermann mich fragte, ob ich Lust hätte, mit nach Kiel zu gehen, fragte ich: „Warum wollen Sie mich mitnehmen?“ Und er sagte: „Sie haben ’ne schöne Arbeit gemacht und wie Sie arbeiten, gefällt mir.“ Ich sagte: „Aber es ist doch gar nichts dabei ’rausgekommen! Ein Freund von mir, der hat doch eine Arbeit gemacht, bei der alles gelungen ist, warum nehmen Sie den nicht mit?“ Und er hat zu mir gesagt: „Wissen Sie, bei dessen Arbeit war es ganz leicht, da ist alles gegangen, aber bei Ihnen, Sie haben ’rausgefunden, warum es nicht geht, das ist viel mehr wert.“ Das war für mich eine gute

Lehre, das habe ich bei meinen Studenten später auch angewandt – auf diese Weise bin ich übrigens zur Massenspektrometrie gekommen.

Steiner: Als Sie nach Göttingen gekommen sind, war es schon ein berühmter Ort für die Physik.

Paul: Es war schon ein berühmter Ort, aber bereits auf dem absteigenden Ast. Göttingen hat nach 1933 durch die Emigration der jüdischen Wissenschaftler unglaublich verloren. Bis 1933 war es eine Hochburg der Physik, man kann sagen, es war einer der besten Plätze in der Welt, die es gab. Born und Franck sind dann emigriert und mit ihnen die gesamte jüngere Mannschaft.

Steiner: Wie hat man in Göttingen aufgenommen, daß es damals so etwas geben sollte wie die „deutsche Physik“?

Paul: Es gab im Dritten Reich eine kleine Gruppe, die die „deutsche Physik“ erfunden hat. Leute, die sehr nationalsozialistisch waren. Dazu gehörte Philipp Lenard, der in Bonn gewesen ist und 1905 den Nobelpreis bekommen hatte. Der hatte sich schon früh der „Hitlerei“ verschrieben. Der andere war Johannes Stark, der, nachdem er seinen Nobelpreis bekommen hatte, die Physik ziemlich vernachlässigt hatte und erst später wieder zu ihr zurückgekehrt war. Tomasek und Bühl gehörten noch dazu. Die hatten politisch zu verhindern versucht, daß in München Heisenberg der Nachfolger von Sommerfeld würde, und es ist ihnen auch gelungen. Ein Artikel wurde veröffentlicht mit dem Titel „Die weißen Juden in der Physik“. Man wollte mit Gewalt eine Tradition brechen – es hat aber nichts genützt.

Steiner: Gaben die aufregenden Entwicklungen in der Physik in den 20er und 30er Jahren für Sie den Anstoß, Physik zu studieren?

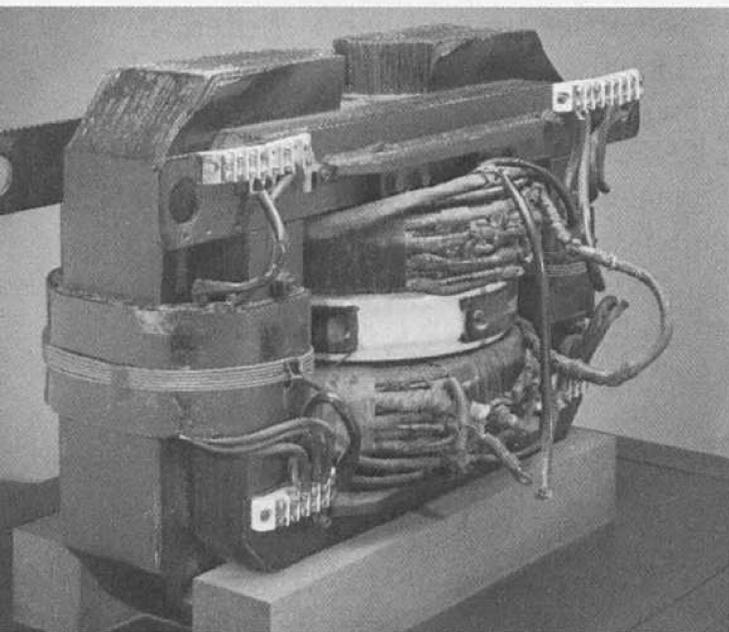
Paul: Nein, dafür war ich noch zu jung. Ich war noch ein Schulbub. Natürlich hat man von Heisenberg gehört, aber der war damals ja auch noch

ein halber Schulbub, der war 26, als er seine Professur in Leipzig bekommen hat. Die deutschen Nobelpreisträger kamen fast alle aus der Chemie.

Steiner: Sie haben Ihren Nobelpreis 1989 bekommen, hat sich da für Sie etwas verändert?

Paul: Na ja, ja und nein. Ich habe ihn bekommen, nachdem ich schon einige Jahre emeritiert war. Da konnte sich in meinem Leben nicht mehr viel ändern. Ich war bereits aus dem Alter raus, wo man glaubt, von nun an müsse man nur noch weltbewegende Sachen machen. Es ist wohl schwierig, wenn man so einen Preis in der Jugend bekommt, und ich hatte es nicht mehr nötig zu strampeln.

Steiner: Zurück zu Ihrer Zeit in Göttingen. Gab es während des Krieges Behinderungen für die Forschung?



6-MeV-Betatron, 1946, von Konrad Gund, ...

Paul: Was heißt Behinderung? Das Leben bestand aus nichts anderem als aus Behinderungen, es war ja Krieg, man kannte gar nichts anderes. Aber daß ich freigestellt war vom Militärdienst, nachdem ich Soldat gewesen war, lag nur daran, daß ich Physiker war und für den *Uranverein* Physik machen sollte. Die Auflage war eine feste Aufgabe. Die Behinderungen waren materiell. Die Gruppe um Kopfermann sollte Isotopentrennung machen. Wenn man eine „Uranmaschine“ bauen will, braucht man getrennte Isotope, man braucht Uran 235. Bei Kopfermann machte man die magnetische Trennung, in München und Hamburg Thermodiffusion. Man mußte auch die Analysegeräte haben, um die Isotope festzustellen. Auf diesem Gebiet war Kopfermann Spezialist. Ich hatte den Auftrag, ein magnetisches Massen-

spektrometer zu bauen, mit dem man die Isotopenanreicherung mit größter Genauigkeit feststellen kann.

Steiner: In dieser Zeit fing auch die Arbeit mit Teilchenbeschleunigern an. Sie hatten zusammen mit Kopfermann Überlegungen zu einem Betatron angestellt.

Paul: Ja. Das kommt auch von der Spektroskopie her. Von Interesse war und ist die Ladungsverteilung in einem Atomkern. Die Elektronen, die zu Lichtemissionen führen, tauchen etwas in den Kern ein. Nun macht sich bemerkbar, wenn der Kern eine endliche Ausdehnung hat, wie die Ladungsverteilung da drin ausschaut. Das sind unglaublich kleine Abweichungen, wenn Sie von einem Isotop zum andern gehen, das ist sehr schwierig zu messen. 1942 erschien in der *Physical Review* ein Artikel von Donald Kerst über einen Elektronenbeschleuniger, den er damals Rheotron nannte, später hieß er Betatron. Zum ersten Mal war es gelungen, Elektronen auf Energien von einigen Millionen Elektronenvolt (MeV) zu beschleunigen – freie Elektronen von hoher Energie. Elektronenvolt ist die Energie, die ein Elektron gewinnt, wenn es die Spannung von einem Volt durchlaufen hat.

Steiner: Wozu muß man die Elektronen auf so hohe Energien bringen?

Paul: Wenn Sie die Elektronen in das Atom hineinschießen wollen, müssen Sie durch die Atomhülle hindurch.

Steiner: Die Einsicht Rutherfords ausnützen, daß das Atom kein Unteilbares ist, sondern aus Kern und Hülle besteht ...

Paul: Sie müssen mit dem Elektron in den Kern, und man mißt dann die Ablenkung der Bahn. Sie brauchen hohe Energien, sonst kommen Sie da gar nicht rein. Kopfermann sah damals sofort die Möglichkeit, daß ich die Ladungsverteilung im Kern austasten kann, wenn ich in den Kern komme.

Steiner: Hohe Energie heißt auch kleine Wellenlänge ...

Paul: ... heißt auch kleine Wellenlänge. Ich kann auf diese Weise feine Strukturen auflösen, und da der Atomkern eine Größenordnung von etwa 10^{-12} Zentimeter hat, brauche ich dementsprechend kleine Wellenlängen. Elektronen haben nun – im Unterschied zum Licht, den Photonen – den Vorteil, daß sie alle die gleiche Energie haben. Die Wechselwirkung von Pho-

tonen ist sehr viel geringer als die von Elektronen.

Steiner: Kann man durch den Aufprall der Elektronen sehr viel mehr über die Kernstruktur lernen?

Paul: Die Physiker reden von Wirkungsquerschnitten, das heißt, wie groß ist die Fläche, die ich treffen mußte, damit ich eine Reaktion erzeuge beziehungsweise daß ein Teilchen abgelenkt wird. Die Wirkungsquerschnitte liegen bei einem Durchmesser von 10^{-12} bis 10^{-24} Quadratcentimetern. Das ist die gängige Einheit. Bei Photonen sind sie 100- bis 1000mal kleiner. Kopfermann gab mir also den Artikel und fragte: „Haben Sie Lust, in das Gebiet einzusteigen? Ich bin zu alt, ich lern’ das nicht mehr.“

Steiner: Wie alt war Kopfermann damals?

Paul: So ungefähr 50.

Steiner: Ist das zu alt?

Paul: Nein – es kommt drauf an. Die Technik war allerdings eine andere, neue. „Wenn der Krieg vorbei ist“, sagte er damals, „muß man das anfangen.“ Wir hörten kurz darauf, daß bei Siemens-Reiniger in Erlangen ein Beschleuniger in der Entwicklung war. Bei Siemens hatte schon in den 30er Jahren Steenbeck einen Beschleuniger entwickelt, der nur im Prinzip gegangen ist. An dem Prinzip der Beschleunigung von Elektronen in einem elektrischen Wirbelfeld ist man aber seit 1923 dran gewesen. Es war niemandem gelungen, eines zu bauen, das geht. Das Vakuum war zwar kein Problem mehr seit 1900, die Beschleuniger waren aber begrenzt auf wenige MeV, weil man die Elektronen mit Hochspannung direkt beschleunigt hat, das gab natürliche Begrenzungen. Der erste, der das durchbrochen hat, war Lawrence mit dem Zyklotron, der die Teilchen nicht nur einmal die Spannung durchlaufen ließ, sondern viele Male. Millionenfach. Das hat zur rasanten Entwicklung bei den Beschleunigern geführt. Das ist mit Protonen wunderbar gegangen.

Das Problem, Elektronen zu beschleunigen, liegt darin, daß sie in ihrer Masse zunehmen, wenn die Energie größer wird, das heißt sie werden nicht schneller, sondern bekommen nur eine höhere Masse. Es wird also immer schwerer, sie auf einer Kreisbahn zu halten und zu beschleunigen. Will ich die Elektronen trotzdem beschleunigen, muß ich laufend das Magnetfeld

verändern, erhöhen, und zwar synchron erhöhen. Synchron zum Massenzuwachs das Magnetfeld erhöhen: Das nennt man dann ein Synchrotron. Die Masse als Funktion der Energie läßt sich ausrechnen, das lehrt uns die Relativitätstheorie. Das Problem ist nur, einen Trick zu finden, damit das automatisch erfüllt ist, daß die Elektronen auf der Kreisbahn bleiben. Dieses Prinzip ist erst 1946 gefunden worden, von MacMillan in den USA und Veksler in Rußland.

Steiner: Dabei tritt aber dann ein anderes Problem auf, die Größe der Magnete...

Paul: Ja, das ist klar, wenn ich das Magnetfeld mit einem Eisenjoch erzeuge, bin ich begrenzt auf zwei Tesla, das ist die größte Stärke, dann ist das Eisen gesättigt, höhere Magnetflüsse im Eisen gibt es nicht. Wenn ich höher gehen will, muß ich entweder zu Supraleitern übergehen, das gibt's erst seit 1965, oder ich vergrößere die Bahn. Denn der Impuls des Teilchens ist gegeben durch das Produkt $P = E \times B \times r$ (Ladung mal Magnetfeld mal Krümmungsradius). Wenn ich den Impuls vergrößern will, dann muß ich, denn die Ladung liegt fest, r anpassen oder B anpassen. Beim Zyklotron habe ich konstantes B , der Radius wird immer größer, bis das Elektron rausgelaufen ist, und beim Synchrotron lasse ich den Radius konstant und vergrößere das Magnetfeld. Beim Betatron ist es genau das Gleiche, nur das elektrische Feld erzeuge ich durch das zeitlich variierende Magnetfeld selbst. Das sich zeitlich verändernde Magnetfeld ist von einem elektrischen Wirbelfeld umgeben, und in diesem werden die Elektronen beschleunigt.

Steiner: Wie kamen Sie an das Betatron von Siemens heran?

Paul: Das Betatron-Labor bei Siemens hat Konrad Gund geleitet, der war ein hervorragender Ingenieur. Als wir davon hörten, war es halb fertig, und wir haben dann gesagt, daß wir sehr daran interessiert sind. Wir wollten es für die physikalische Forschung, während Siemens allein an der Medizin interessiert war. Siemens sah die Möglichkeit, mit Physikern zusammenzuarbeiten; Gund war Elektroingenieur und hatte die Meßmethoden für hochenergetische Strahlung nicht gelernt. Wir haben uns dann darauf geeinigt, daß ich diese neuen Geräte aufbaue, um

die Wirkungsweise des Betatrons zu untersuchen. Ich bin 1944 nach Erlangen gezogen und habe dort die Wirkungsweise des Betatron untersucht.

Steiner: Später hatten Sie das Betatron in Göttingen?

Paul: Dann war Kriegsende, Besatzungszeit. Das Betatron bei Siemens wurde von der Militärregierung beschlagnahmt, es gab eine Anordnung der Militärregierung, das Betatron zu zerstören. Das wurde verhindert mit Hilfe des britischen Kontrolloffiziers, der für die Wissenschaft in der britischen Besatzungszone verantwortlich war und der den Kopfermann von früher kannte. Das war ein Physiker, der früher in Deutschland studiert hatte, Ronald Fraser, er wurde bekannt als Molekularstrahlenphysiker. Er hat uns die Türen geöffnet bei der Militärregierung in München, damit das Betatron nicht zerstört wurde und daß es uns am Schluß sogar zugesprochen wurde. Siemens war natürlich einverstanden.

Steiner: Die Besatzungsregierung machte aber auch Auflagen. Worin bestanden die?

Paul: Es gab Auflagen nach dem Kontrollratsgesetz der Alliierten, die besagten, daß jegliche Art von Kernphysik verboten war. Es gab eine lange Liste von Geräten, die man nicht besitzen durfte, zum Beispiel war der Besitz von Hochohmwiderständen verboten, was in jedem Radio drin war. Der Grund dafür war, daß man solche Widerstände für Geigerzähler brauchte. Daß aber jeder Bleistiftstrich ein wunderbarer Hochohmwiderstand ist, war natürlich nicht berücksichtigt, und in der schlechten Zeit haben wir Bleistiftstriche als solche Widerstände benutzt. Die kann man leicht mit einem Radiergummi variieren, kürzer oder länger.

Steiner: Mit dem Betatron durften Sie aber eigentlich nur Medizin betreiben.

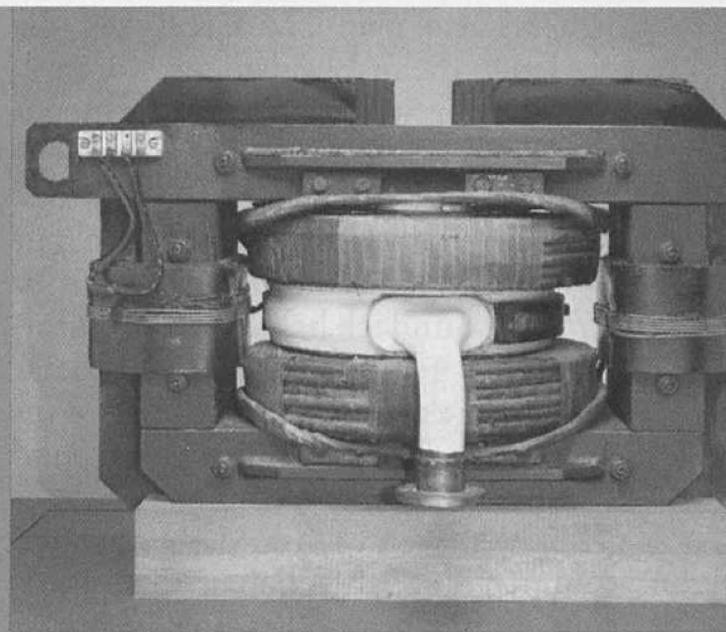
Paul: Also, wir haben das Betatron unter der Bedingung bekommen, Medizin zu betreiben. Das Fernziel war dabei Krebstherapie. Krebstherapie mit Röntgenstrahlung gab es schon 20, 30 Jahre, und wir haben festgestellt, je höher die Energie ist, desto tiefer kommt man rein. Deshalb war ja Siemens daran interessiert.

Steiner: Aber Sie haben auch andere Experimente damit gemacht?

Paul: Ich selber war nicht primär am medizinischen Teil interessiert, son-

dern ich wollte damit Physik machen. Wir wollten über die Ladungsverteilung im Atomkern etwas lernen. Nun hatten wir die Auflage, damit Medizin zu machen. Ein Freund von mir, der an Strahlenbiologie interessiert war, war Oberarzt in der Frauenklinik in Göttingen. Mit dem hab' ich mich zusammengetan, und wir haben gesagt, wir wollen für die Strahlentherapie sehen, inwieweit sie für hohe Energien geeignet ist. Das haben wir freilich nicht bei Menschen gemacht. Wir haben mit den berühmten Taufliegen, der *Drosophila*, angefangen.

Nebenbei wurde aber Physik gemacht. Die Wechselwirkung der Elektronen mit der Materie war allerdings auch wichtig für das andere. Später haben wir Strahlentherapie für Hautkarzinome durchgeführt. Die Elek-



... Hans Kopfermann und Wolfgang Paul.

tronen gehen ungefähr zwei Zentimeter in die Haut hinein, nicht tiefer. Sie können also sehr gezielt bestrahlen. Wir haben damit guten Erfolg gehabt. Später ist es ein Normalverfahren geworden.

1952 bin ich dann nach Bonn berufen worden und habe mit meiner medizinischen, strahlenbiologischen Tätigkeit aufgehört, weil ich dann ein physikalisches Institut zu leiten hatte.

Steiner: Das Betatron haben Sie in Göttingen zurückgelassen?

Paul: Das Betatron habe ich zurückgelassen, denn es mußten noch zwei, drei Doktorarbeiten daran fertiggemacht werden. Dann habe ich es nach Bonn genommen.

Steiner: Wann war das?

Paul: 1954/55. Aber wir haben es nicht mehr in Betrieb genommen, denn wir hatten dann das Synchrotron, und

GESPRÄCH MIT WOLFGANG PAUL

der Energiebereich hat mich dann nicht mehr interessiert.

Steiner: Noch eins zum Betatron, es hatte eine Besonderheit...

Paul: Ach ja, die kleinen Veränderungen... Dieses Betatron war der erste Elektronenbeschleuniger, bei dem es möglich war, die Elektronen in einem gebündelten Strahl aus der Vakuumkammer herauszulassen. Das Verfahren hatte sich Herr Gund ausgedacht. Wir haben es in Göttingen als erste benutzt. Die Elektronenbahnen sind sehr empfindlich auf Magnetfelder. Um einen schönen gebündelten Strahl zu haben, darf man keine wild gerichteten Magnetfelder außerhalb haben. Man muß dafür sorgen, daß das Magnetfeld die richtige Richtung erhält. Das kann man mit Eisenstücken beeinflussen. Um den Strahl zu optimieren, habe ich meinen Schlüsselbund genommen – früher hatte man Hausschlüssel, die alle lange dicke Eisenstücke waren –, und an einer Stelle, an die ich sie hingehalten habe, wurde mein Elektronenstrahl besonders schön.

Steiner: So wurden die Schlüssel zur mobilen Versuchsanordnung.

Paul: Ja, und ich hab' einen Aluminiumwinkel gemacht und an das Betatron drangeklebt, und auf diesen Winkel meinen Schlüsselbund gelegt, und damit ist es schön gegangen. So ist es geblieben. Wenn ich in das Labor gekommen bin, hab' ich mein' Schlüsselbund draufgelegt und es ging los. So hat man damals gearbeitet. Kein Mensch würde das heute mehr machen.

Steiner: Eine Zeit der Improvisation...

Paul: Absolute Improvisation. □

ZUM INTERVIEW

Peter Steiner, geboren 1958, Dr. phil., studierte Philosophie, Psychologie und Geschichte in München. Von 1990–1992 war er Assistent in Tübingen. Nach Lehraufträgen an der Universität Würzburg arbeitet er seit Mai 1993 am Projekt „Deutsches Museum Bonn – im Gespräch mit Wissenschaft und Technik“.

Vor dem Tod von Wolfgang Paul hatte Peter Steiner am 20. Juli 1993 noch die Gelegenheit, das Interview, das hier in gekürzter Form wiedergegeben ist, für den Katalog des neuen Bonner Museums zu führen.

DIE ERWÄHNTEN PERSONEN

Born, Max: 1882 (Breslau) – 1972 (Göttingen), 1933 nach England emigriert, seit 1939 englischer Staatsbürger, erhielt zusammen mit Walter Bothe 1954 den Nobelpreis in Physik für seine Arbeiten zur Quantenmechanik.

Bühl, Alfons: 1900 (Nürnberg), Professor für Physik, Direktor des Physikalischen Instituts.

Debye, Peter: 1884 (Maastricht) – 1966 (New York), niederländisch-amerikanischer Physiker, Sommerfeldschüler, Professor in Zürich, Leipzig u. Berlin, erhielt 1936 den Nobelpreis in Chemie für seine Arbeit über die Dipolmomente, emigrierte 1939 aus Deutschland, ab 1952 Professor an der Cornell University.

Franck, James: 1882 (Hamburg) – 1964 (Göttingen), emigrierte über Dänemark in die USA, war dort an der Entwicklung der Atombombe beteiligt, unterzeichnete aber eine Petition gegen ihren Abwurf, erhielt 1925 zusammen mit Hertz den Nobelpreis in Physik für die experimentelle Bestätigung von Plancks Quantentheorie.

Fraser, Ronald G.J.: englischer Physiker, Offizier bei der englischen Besatzungsregierung.

Gund, Konrad: 1907 (Wien) – 1953 (Göttingen), Physiker und Konstrukteur, begann 1941 mit der Entwicklung des Betatrons für medizinische Bestrahlung bei Siemens-Reiniger in Erlangen.

Heisenberg, Werner: 1901 (Würzburg) – 1976 (München), Sommerfeldschüler, während des Zweiten Weltkriegs in Deutschland mit der Entwicklung der Atombombe betraut, arbeitete ab 1953 an einer einheitlichen Theorie der Materie, erhielt 1932 den Nobelpreis in Physik für die Formulierung der Unschärferelation.

Hund, Friedrich: 1896 (Karlsruhe), Professor für Physik in Leipzig, theoretische Physik, besonders zum Aufbau der Materie und zur Quantenmechanik.

Kerst, Donald: amerikanischer Physiker, 1911 (Golena/Illinois), hat für die Beschleunigung von Elektronen 1940 erstmals ein Betatron erfolgreich eingesetzt.

Kopfermann, Hans: 1895 (Breckenheim/Taunus) – 1963 (Heidelberg), Schüler von Bohr, Haber und Hertz, Direktor des 1. Physikalischen Instituts der Universität Heidelberg, Arbeiten vor allem über experimentelle optische Spektroskopie.

Lawrence, Ernest O.: 1901 (Canton/S.D.)–1958 (Palo Alto/Cal.), amerikan. Physiker, Erfinder des Zyklotrons.

Lenard, Philipp: 1862 (Preßburg) – 1947 (Messelhausen), Untersuchungen zum photoelektrischen Effekt, bekämpfte Einstein aus rassistischen Gründen, Herausgeber der Kampfschrift „Deutsche Physik als Gegenstück zur Jüdischen Physik“, erhielt 1905 den Nobelpreis in Physik für das „Lenardfenster“: eine elektronendurchlässige Folie zur Bestimmung der Eigenschaften von Strahlen.

McMillan, Edwin M.: 1907 (Redondo Beach/Cal.), amerikan. Physiker, Erfinder des Synchro-Zyklotrons, zeitgleich mit Veksler; Entdecker des ersten Transurans „Neptunium“.

Rutherford, Ernest: 1871 (Nelson/Neuseeland)–1937 (Cambridge), Physiker, Entdecker der Atomstruktur.

Sommerfeld, Arnold: 1868 (Königsberg) – 1951 (München), Pionier der theoretischen Atomphysik, Professor in München.

Stark, Johannes: 1874 (Schlickenhof) – 1957 (Traunstein), 1933–39 Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, nahm eine positive Haltung zu Hitler ein, Nobelpreis Physik.

Steenbeck, Max: 1904–1981, Physiker, Vorsitzender des Forschungsrats der DDR.

Tomasek, Rudolf: 1895 (Budweis), Experimentalphysiker, Direktor des Physikalischen Instituts der TH München.

Veksler, Vladimir I.: 1907 (Zhitomir) – 1966 (Moskau), russ. Physiker und Ingenieur, 1944 gleichzeitige Erfindung des Synchro-Zyklotrons mit McMillan.

WOLFGANG PAUL

Professor Dr. Wolfgang Paul wurde am 13. August 1913 in Lorenzkirch/Sachsen geboren und wuchs in München auf. Nach dem Studium an der TH München und dem Physikdiplom in Berlin war er Schüler von Hans Kopfermann in Kiel und Göttingen. Er habilitierte sich in Göttingen 1944. 1952 nahm er einen Ruf als Ordinarius an der Universität Bonn an und wurde zugleich Direktor des Physikalischen Instituts. Er blieb dies bis zu seiner Emeritierung 1980. 1957/58 war er Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bonn, 1958/59 „Visiting Scientist“ bei CERN, 1960–62 Vorsitzender des Vorstands der Kernforschungsanlage Jülich, 1963/64 Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates, 1965–67 Direktor der „Nuclear Physics Division“ bei CERN, 1968/69 Vorsitzender des Komitees für Zählerexperimente bei CERN, 1969 Vorsitzender der Kommission für Forschung des Planungsbeirates für die Entwicklung des Hochschulwesens des Landes Nordrhein-Westfalen, 1971–73 geschäftsführender Direktor des DESY, danach Vorsitzender des Wissenschaftlichen Rates von DESY, von 1979 bis 1989 Präsident der Alexander-von-Humboldt-Stiftung. Als Gastwissenschaftler war Wolfgang Paul in Chicago, Harvard, Rio de Janeiro und Tokio tätig. Unter den vielen Mitgliedschaften und Ehrungen sind zu nennen die Deutsche Akademie der Naturforscher „Leopoldina“ in Halle, der Nobelpreis für Physik 1989 (zusammen mit Hans G. Dehmelt und Norman Ramsey/USA), der Orden „Pour le mérite“. Wolfgang Paul starb am 6. Dezember 1993 in Bonn.

SPIONE FÜR DEN FORTSCHRITT

Skandinavische Industriespionage in England während der Industriellen Revolution

VON DAN CH. CHRISTENSEN/AUS DEM ENGLISCHEN VON SEBASTIAN SCHOLZ

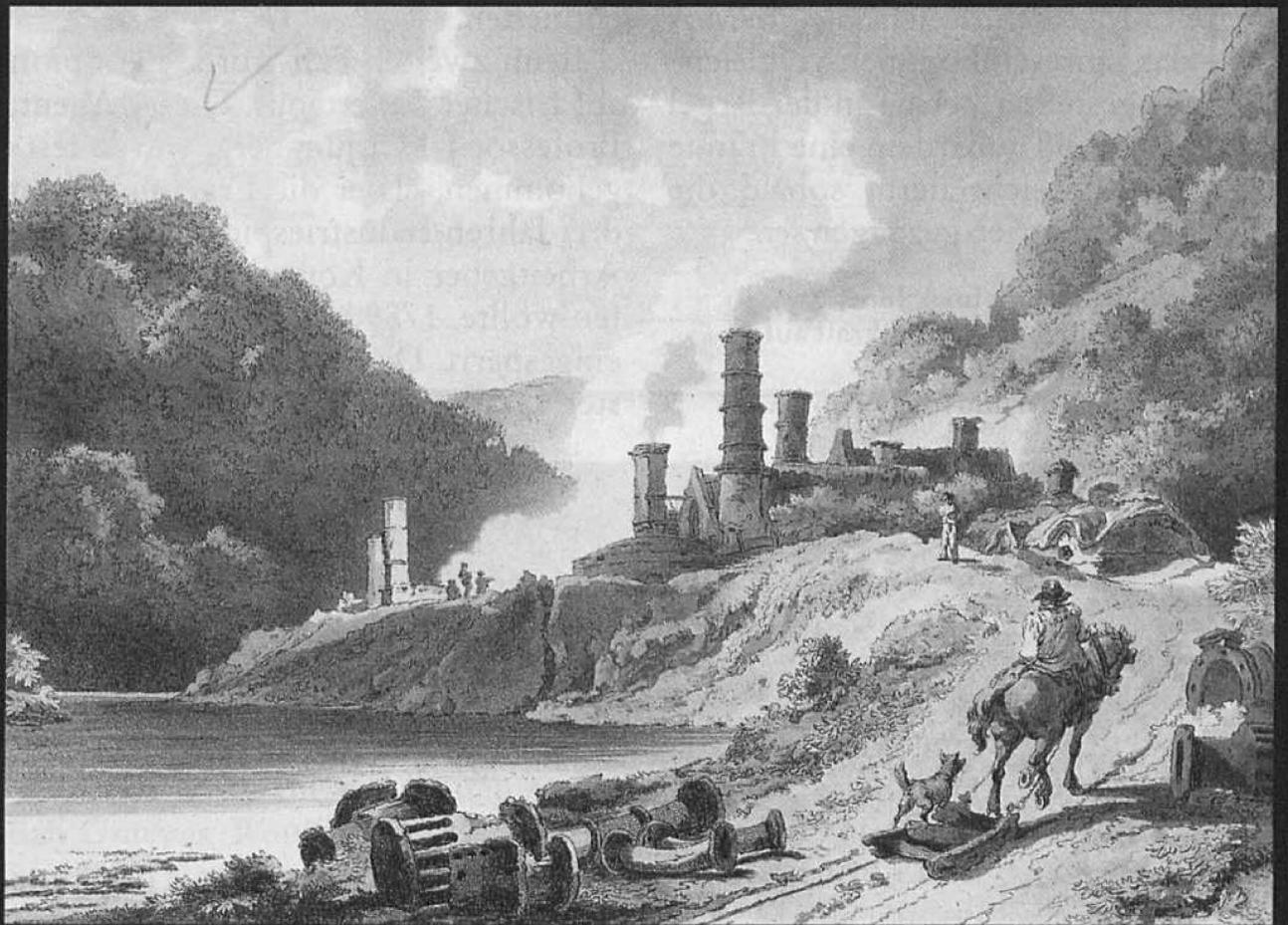
Netzwerke sind nützlich. Man braucht sie, wenn man das überlegene Know-how anderer Länder dem eigenen Land zugute kommen lassen möchte. Für den Zeitraum 1760–1814 ist nachweisbar, daß die damaligen Industriespione nicht nur über ein hohes Bildungsniveau, sondern auch über gute Beziehungen zum Netzwerk der Freimaurerlogen verfügten. Die wollten grenzüberschreitend eine Welt, in der Arbeit human sein würde.

Das Haupthindernis für den Technologietransfer durch dänisch-norwegische Industriespione, die während der Industriellen Revolution in Großbritannien operierten, war nicht, daß er gesetzlich verboten war. Denn die Spionageopfer konnten die Rekrutierung von technologischem Sachverstand oder den Erwerb von Erzeugnissen und Informationen nicht wirksam verhindern. Das ist nicht verwunderlich, denn England war im 18. Jahrhundert in keiner Weise ein Polizeistaat. Selbst während des Kalten Krieges waren die Supermächte mit ihren ausgeklügelten Kontrollsystemen unfähig, potentielle Feindstaaten daran zu hindern, in den Besitz von entscheidenden Informationen zu gelangen. So waren auch die dänisch-norwegischen Agenten, die sich britische Erfindungen in Metallurgie, technischer Chemie, bei Textilmaschinen, wissenschaftlichen Instrumenten und Dampfmaschinen zu verschaffen suchten, höchst erfolgreich.

Leicht gelang der Technologietransfer bei Informationen, die durch Empfehlungsschreiben, Exportinteressen

innovativer Firmen oder, wenn alles andere mißlang, Bestechung und Verführung von Angestellten zugänglich waren. Aber auch internationale Gesellschaften wie die Freimaurerlogen

technologischen Vorsprung sichern sollte, bestand darin, daß Spionage zu einem unausweichlichen Mittel für Staaten wurde, die technologisch ins Hintertreffen geraten waren und An-



Spionageobjekt Hüttenwerke. Hüttenwerk in Coalbrookdale, der „Wiege des Kokshochofens“. Farbige Aquatinta von Philipp Jakob Lutherberg, 1805.

erwiesen sich als nützlich: Sie hatten Verbindungen und sie vertraten eine Ideologie, die zum internationalen Austausch von technischen Informationen ermunterte.

Schwierig hingegen war die Anpassung erworbener Technologien an den eigenen Bedarf. Diese Schwierigkeiten wurden hauptsächlich durch kulturelle Gegensätze verursacht, die zur Natur von Technologietransfers gehören. Der Effekt des Gesetzes (*Tools Act*), das den

schluß zu gewinnen suchten. Der *Tools Act* verbot die Ausfuhr von wichtigen technischen Konstruktionen, Modellen und Zeichnungen, ebenso die Auswanderung von ausgebildeten Arbeitern. Entsprechend ist Spionage als ein Verstoß gegen diese Verbote zu definieren. Drei Beispiele können zeigen, wie leicht der *Tools Act* erfolgreich zu umgehen war.

Im Oktober 1788 wurde Adam Haaber, ein junger dänischer Marineoffizier, von der Admiralität in geheimer Mission nach England entsandt, um einen Mechaniker anzuwerben, der willens und in der Lage wäre, eine Dampf-

INDUSTRIESPIONAGE

maschine zum Schmieden von Ankern zu konstruieren und zu bauen. Haaber hatte kurz zuvor eine englische Dame geheiratet, was ihm einen perfekten Vorwand für seinen dortigen Aufenthalt bot. Es ist anzunehmen, daß er damals einer der wenigen Dänen war, die die englische Sprache beherrschten. Zwar bekam sein erster Kandidat für den Auftrag, ein englischer Mechaniker namens Cool, kalte Füße, doch Haaber gelang es, einen anderen zu überreden: den Schotten Andrew Mitchell, der ein Modell für eine Dampfmaschine baute, einen Zylinder in Originalgröße und das hölzerne Modell für ein Schwungrad, das in Dänemark gegossen werden sollte.

Im Briefwechsel zwischen Haaber und der Admiralität wurde die Identität des Mechanikers erst bei seiner Landung in Elsinore enthüllt. Er verlangte 130 dänische Reichstaler im Monat – das Jahreseinkommen vergleichbarer Angestellter betrug in der Regel 110 Taler – und außerdem eine Prämie von 10000 Reichstalern, sobald die Maschine in Betrieb gegangen sei.

Spionageobjekt Dampfmaschine.
Schachtförderung mit Dampfkraft auf einer britischen Kohlenzeche.
Unbekannter Maler, um das Jahr 1790.

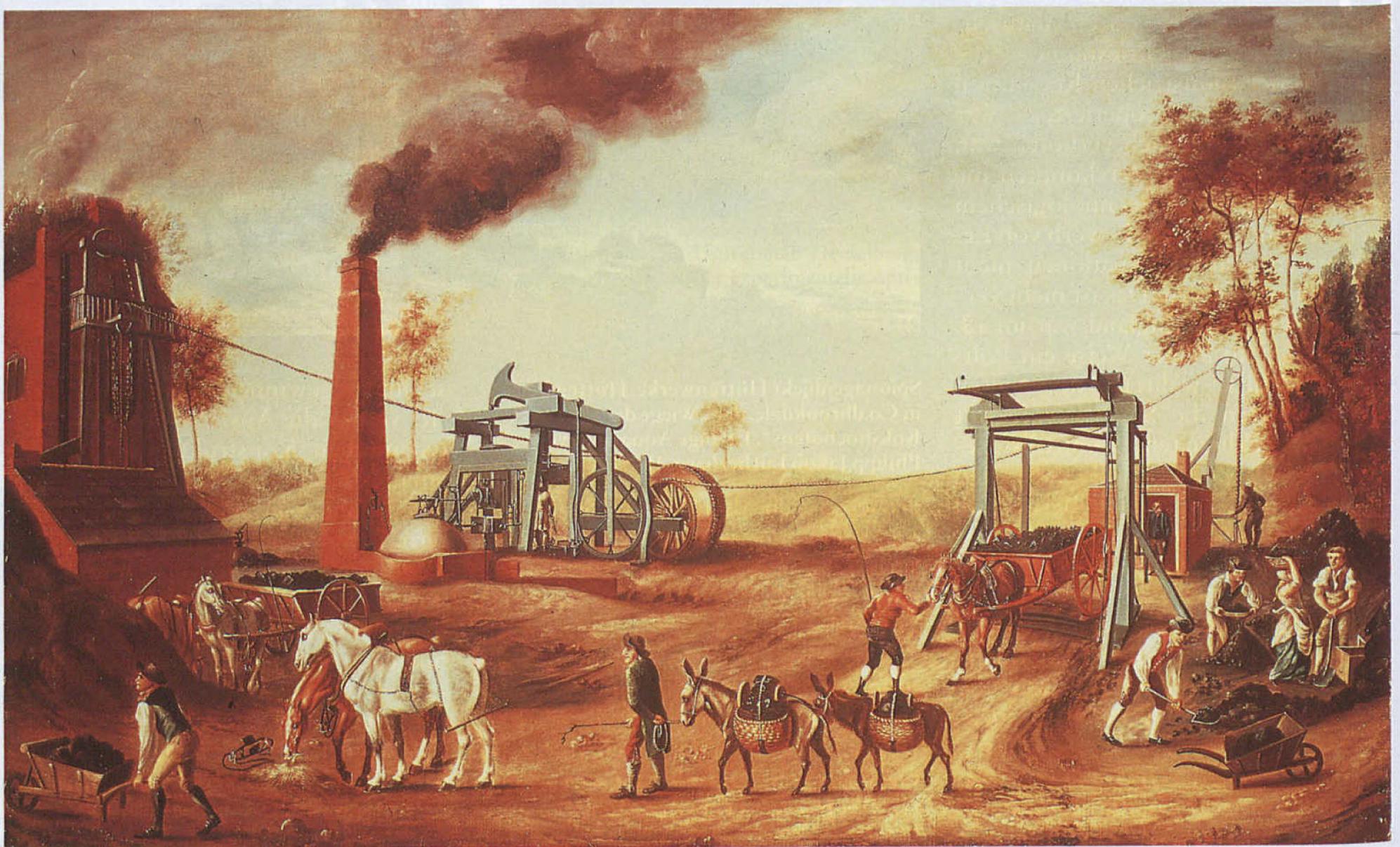
Haaber und Mitchell schifften sich von verschiedenen Häfen in Richtung Dänemark ein. Beide hatten eine Kiste mit Einzelteilen bei sich, deren Verwendungszweck nicht ohne weiteres zu erkennen war. Der Trick, Teile einer Maschine auf mehrere Ladungen mit unterschiedlichen Bestimmungsorten zu verteilen, wurde von Agenten häufiger benützt: So etwa von Bidstrup, der Werkzeugmaschinen für wissenschaftliche Instrumente verschickte; von Nordberg, der Walzen, Schneidemaschinen und Textilmaschinen verschifft; von Matthew Boulton, dem es 1806 kurz vor Kriegsausbruch gelang, die Zollbeamten hinter das Licht zu führen, indem er auf der schwarzen Liste stehende Werkzeugmaschinen auf sieben Sendungen verteilte, die zusammen die Einzelteile von vier Dampfmaschinen und einer Münzprägemaschine enthielten.

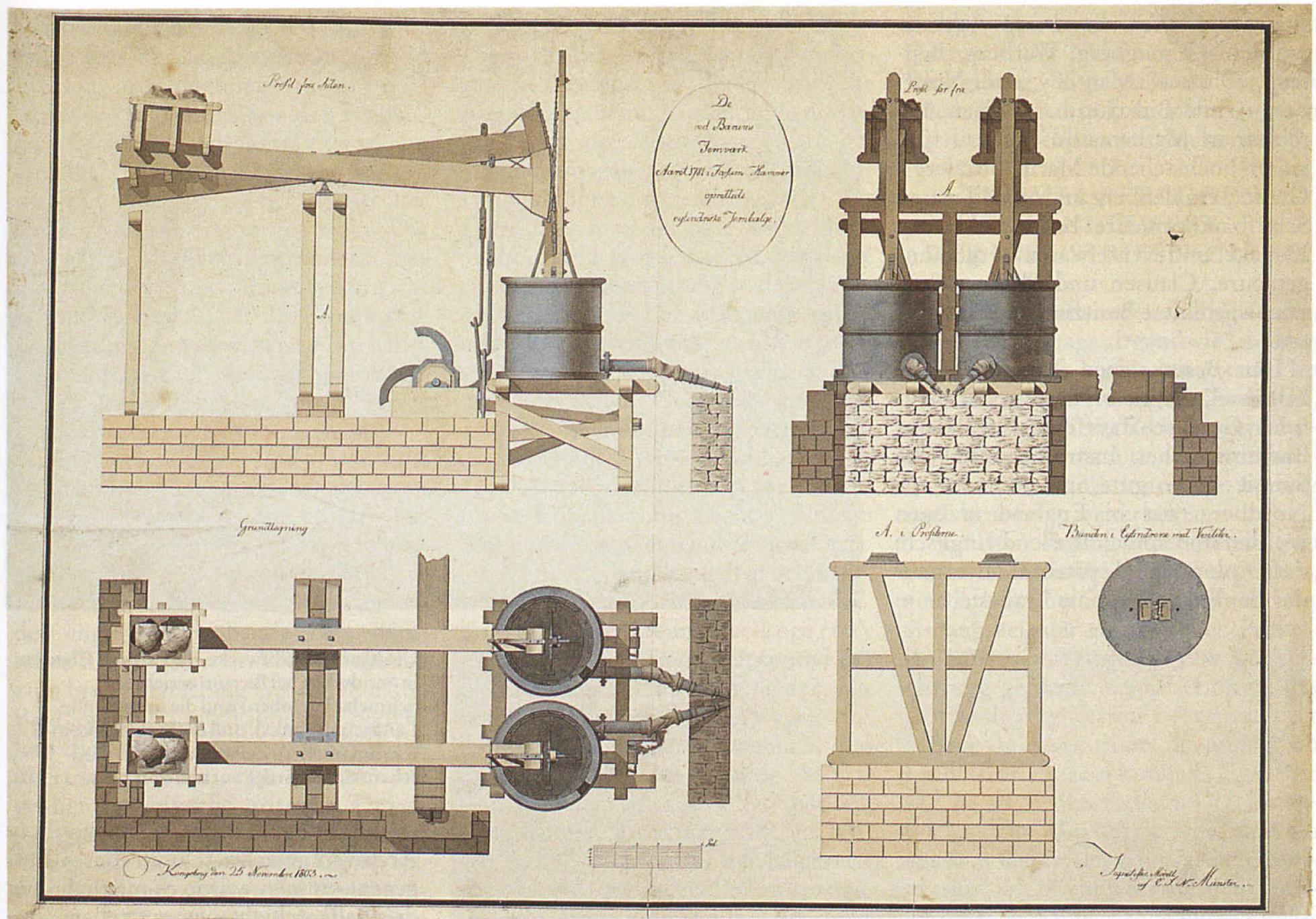
Beim zweiten Fall wurde der Spion auf frischer Tat ertappt. Dieser Agent, Professor J. M. Ljungberg, wurde festgenommen, als er die Ergebnisse von drei Jahren Industriespionage an seine Arbeitgeber in Kopenhagen verschiffen wollte. 1789 wurde er in Newgate eingesperrt. Der dänische Außenminister Graf A. P. Bernstorff wurde ver-

schlüsselt vom Londoner Botschafter benachrichtigt, und es wurde erreicht, daß der Gefangene gegen Kautionsfreigelassen wurde. Die Freiheit nutzte er sofort zur Flucht nach Frankreich. Agenten, die der dänische Konsul instruiert hatte, kauften später Ljungbergs beschlagnahmtes „Gepäck“ bei einer Auktion zurück und schickten es nach.

HALBHERZIGE JAGD AUF SKANDINAVISCHES INDUSTRIESPIONE

Ljungberg hatte in Josiah Wedgwoods Etruria-Fabrik Erfindungen zu Tonerden, Farbstoffen und Brennöfen ausspioniert. Nachdem Wedgwood von seinem Kollegen Byerley in London informiert worden war, rief er seine Töpferkollegen auf, gegen den ruchlosen Spion vorzugehen. Sie beschloßen, die Erlaubnis des Schatzmeisters einzuholen, sich Ljungbergs Notizbücher auszuleihen und Geld für deren Übersetzung zu sammeln, um so herauszufinden, welche weiteren Fabrikanten betroffen waren und gewarnt werden mußten. Außerdem sollte das Fabrikantenkomitee die Regierung unter Druck setzen, das Gesetz zu ver-





schärfen. Doch nach der ersten Erregung unterstützten Wedgwoods Kollegen seine Initiative nicht mehr und steuerten auch nichts zur vorgeschlagenen Übersetzung bei. Ljungbergs Festnahme hatte zwar in der Presse für einigen Wirbel gesorgt, im großen und ganzen aber fühlten sich die britischen Hersteller von ausländischer Spionage nicht über die Maßen beeinträchtigt.

Der britische Auslandsdienst sollte warnen, wenn Industriespione an der britischen Küste landen wollten. 1787 informierte der englische Konsul in Kopenhagen – dies der dritte Fall – seine Vorgesetzten, daß die Besitzer einiger Eisenhütten in der Nähe von Christiania in Norwegen (heute Oslo) vom dänischen König eine Unterstützung von 70000 Reichstalern erhalten hatten, um Werke zur Herstellung von Stahl zu errichten: „Da aber die Kunst, Stahl zu kochen, den Dänen und Norwegern völlig unbekannt ist, haben sie einen Mr. Kaas nach England geschickt, um Leute anzuwerben, die sich auf das Geschäft verstehen, herüber zu kommen und sie zu unterweisen.“

Wäre der Konsul besser informiert gewesen, hätte ihm bekannt sein können, daß Archibald Nimmo und William Stokes, zwei Angestellte von Conrad Clausen, des früheren Besitzers der *Bærum Eisenwerke*, Roheisen in einer durch Industriespionage beschafften Tiegelesse zu Stahl verarbeiteten und daß *Graeves, Woodland & Remington* und John Kenyan, die Fabrikanten von *Sheffield Toy*, Clausens wichtigste Kunden waren. Mr. Kaas war Clausens Nachfolger, und er führte weitere Spionagemissionen in England aus – wie sie geplant worden waren.

Der *Tools Act* machte Industriespionage etwas schwieriger, aber als gesetzliches Instrument reichte er nicht aus, um die Flut einzudämmen.

Verglichen mit dem vom *Bureau de Commerce* organisierten französischen Spionagesystem, waren die dänisch-norwegischen Aktivitäten, wenn überhaupt, weniger koordiniert. Obgleich der dänische Außenminister Graf A. P. Bernstorff von gesellschaftlichen Treffen in Paris her mit D. C. Trudaine, dem Direktor des *Bureau de*

Spionageobjekt Schmelzofen. Zylindrischer Blasebalg, eine britische Erfindung, die Conrad Clausen nach Norwegen brachte, um sie im Eisenwerk Bærum zu verwenden.

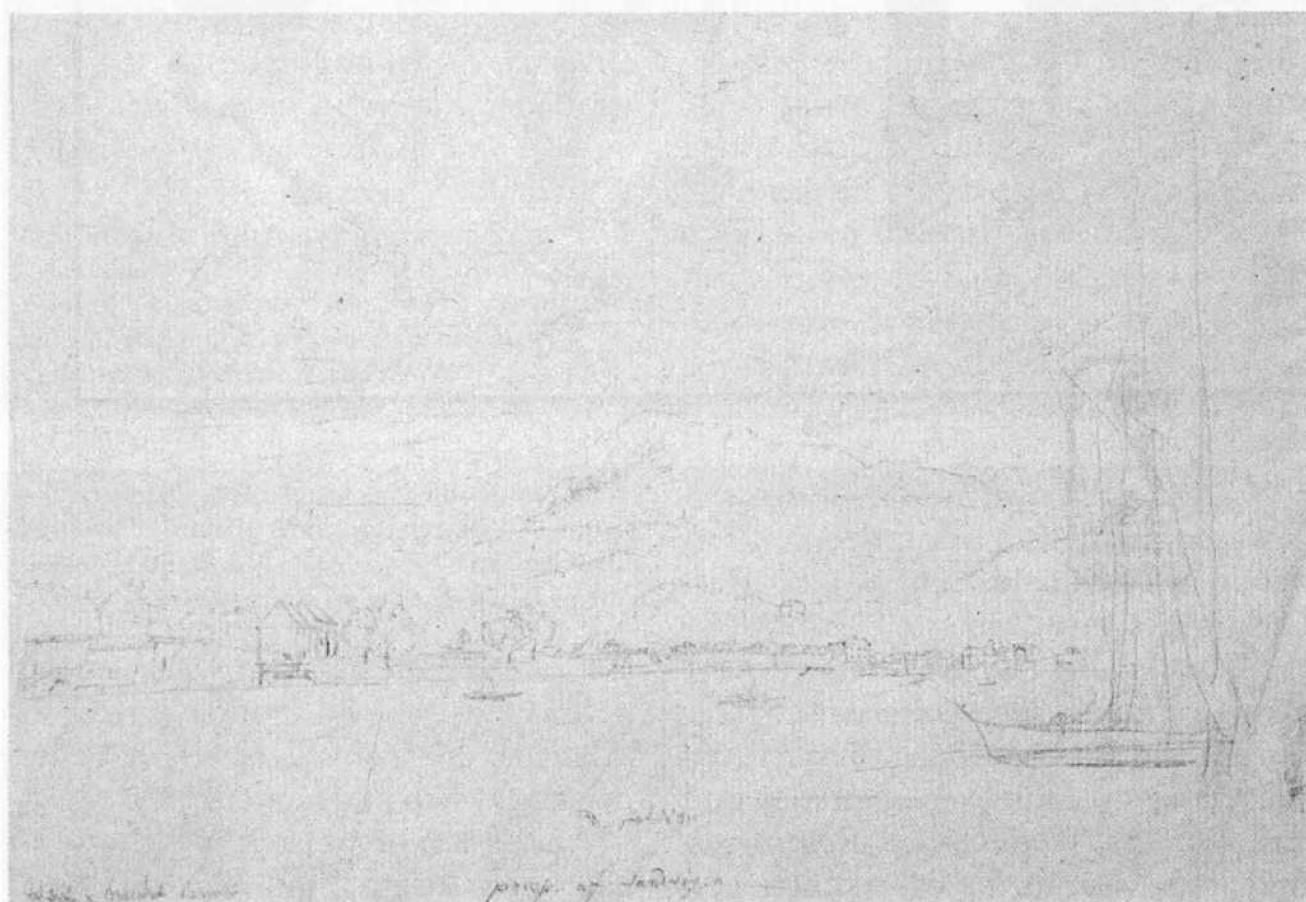
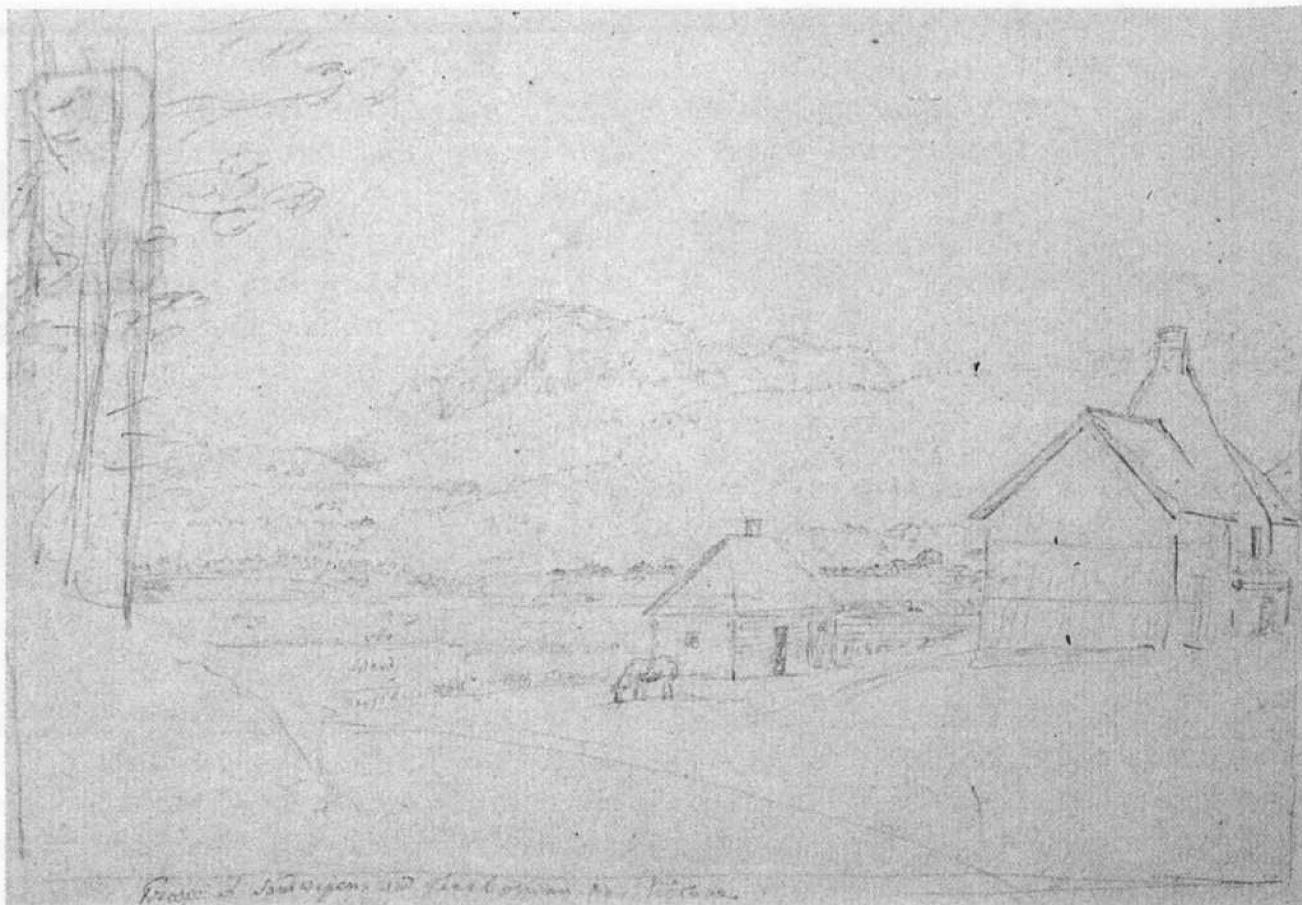
Commerce, gut bekannt war, ließ sich das französische System nicht nachahmen, da die Zentralgewalt in Dänemark schwach und launenhaft war.

Am besten organisiert war die Spionage der Admiralität, bei der große Fahrten einen integralen Bestandteil in der Laufbahn eines Marineoffiziers darstellten. Die Informationsbeschaffung der norwegischen Bergbauakademie in Kongsberg lief ebenfalls reibungslos, vor allem in der Zeit nach 1780, als eine Gruppe von Kandidaten durch Schweden, Sachsen, den Harz, Ungarn und Britannien reiste, um die zuhause bekannten Technologien der Salz- und Glasherstellung, des Kupfer- und Silberbergbaus und die Verarbeitung von Eisen, Stahl und Kobalt zu verbessern.

Alle Spione hatten eines gemeinsam: Sie waren gut ausgebildet. Sechs der wahrscheinlich ziemlich vollständig recherchierten Spione waren Univer-

sitätsprofessoren, bevor sie Agenten wurden – Ljungberg, Warberg, Begtrup, Olufsen, Manthey und Nordberg –, und Bidstrup hatte einen Abschluß in Mathematik. Weitere fünf waren hochstehende Marineoffiziere – Gerner, Hohlenberg und Stibolt waren Schiffbauingenieure bei der Marine. Henckel und Kruse waren Bergbauingenieure, Clausen und Wærn waren gutausgebildete Besitzer von Eisenhütten.

Der Besitz eines Titels war ein Schlüssel, der viele Türen in der britischen Gesellschaft öffnete. Ein anderes unentbehrliches Instrument für die Spione waren gute Sprachkenntnisse. Nordberg war in England erzogen worden und sprach fließend Englisch; der Diplomat und spätere Gouverneur der dänischen Kolonie Tranquebar in



Die Kjørbo-Stahlwerke, die Conrad Clausen in Sandviken bei Bærum errichtete: Schmelzofen (oben) und die umgebende Landschaft (links), und die Stahlwerke in Bærum (rechts). Zeichnungen des dänischen Malers Erik Pauelsen von 1788.

Ostindien, P. Anker, war fünf Jahre lang auf großer Reise in Britannien gewesen und wurde häufig von den Einheimischen für einen waschechten Engländer gehalten.

Ein großer Teil der an Technologieentwicklung und Technologietransfer Beteiligten waren Adepten von Freimaurerlogen. Man wird es vielleicht gar nicht einmal so überraschend finden, daß ein Spion, entsandt auf eine Mission in ein fremdes Land, das ihn im Fall einer Enttarnung wie ein vogelfreies Stück Wild jagen könnte, in einem Netzwerk Schutz sucht. Doch waren die Logen nur ein zweckdienliches Werkzeug für potentielle Krimi-

nelle? Sie waren Treffpunkte einer intellektuellen, internationalen Bruderschaft, die sich der wissenschaftlichen und technologischen Forschung verschrieben hatte und Ideen der Aufklärung kultivierte, wonach Forschung dem universellen Fortschritt der Menschheit diene.

Der Erfolg eines Spions hängt zum Teil von seiner Fähigkeit ab, alle Anhaltspunkte, die seine Aktivitäten verraten könnten, zu beseitigen. Zum anderen waren die Freimaurer durch ein Schweigegelübde gebunden, und sie haben wohl auch sehr streng auf die Einhaltung dieses Gelübdes geachtet. Dennoch hat die Großloge von Ko-

penhagen dem Autor Zugang zu ihren Archiven gewährt. Durch dieses Entgegenkommen wurde es möglich, hier drei Fallgeschichten vorzustellen.

1. Der erwähnte Ljungberg, der festgenommen wurde, aber zum großen Verdruß von Josiah Wedgwood entflohen, war zuvor Professor für Mathematik und Astronomie an der Universität in Kiel gewesen. Er war Freimaurer und lehrte über technologische Themen wie Kanalbau, Befestigung, Mechanik und Metallurgie. Im Anschluß an seine erste Reise nach England im Jahr 1777 brachte er ein Modell der *Spinning Jenny* mit nach Hause, welches er dem schwedischen König Gustav III. anbot. Ljungberg, Schwede von Geburt, regte außerdem an, in Stockholm eine Baumwollspinnerei zu bauen, aber der König lehnte das Angebot ab, da er sich für einen anderen Weg entschieden hatte, der Herausforderung durch die Baumwolle zu begegnen: Auf eine Weise, die Dänen und Norweger gerne für typisch schwedisch halten, verbot der König Baumwolle als extravagante Mode und führte eine aus guter alter schwedischer Wolle hergestellte Nationaltracht ein.

Enttäuscht verließ J.M. Ljungberg Schweden und bot seine *Jenny* dem dänisch-norwegischen König an. Am

Stadtrand von Kopenhagen wurde eine große Baumwollmühle errichtet. Beim Beschuß von Kopenhagen im Jahr 1807 wurde sie schließlich von den Engländern zerstört – aber das ist eine andere Geschichte.

1778 wurde Ljungberg in zweifacher Mission nach London geschickt. Die eine galt der Beschaffung weiterer Details über Textilmaschinen, wozu Graf Schimmelmann, Chef des Kommerz-Kollegiums, den Anstoß gegeben hatte. Das andere Ziel war die *Heredon-Loge*, ein französisch sprechendes Freimaurerkapitel in London, das verdächtigt wurde, versteckt in jesuitisch-jakobitischer Sache zu konspirieren und möglicherweise mit Gustav III. verbündet zu sein. Es sei den Hannoveranern und dem Logen-Großmeister Karl von Hessen feindlich gesonnen, der enge Familienbande zum dänischen König Christian VII. und ebenso zum britischen König Georg III. hatte. Bald jedoch konnte Ljungberg berichten, die Sorge sei aus zwei Gründen übertrieben. Zum einen habe der angeblich jakobitische britische Thronprätendent Prinz Charles Edward nichts mit dem *Heredon-Kapitel* zu tun, und zum anderen sei der Großmeister der Loge kein Jakobit, sondern der Bruder des Königs, der Duke of Cumberland, ein Hannoveraner.

2. Jesper Bidstrup, ein wissenschaftlicher Instrumentenbauer, knüpfte seine – teilweise illegalen – Kontakte über die *Pilger-Loge*, die sich als ein weitaus besseres internationales Netzwerk erwies als die *Royal Society*. Graf Schönborn, der dänisch-norwegische Botschafter, war einer der Gründer der deutschsprachigen Loge. George und Jens Wolff, die dänisch-norwegischen Konsuln am Wellclose Square, gehörten ihr ebenfalls an, und beide hatten enge Verbindungen zu einflußreichen Persönlichkeiten der britischen Oberschicht.

Der Graf von Brüel, der Botschafter Sachsens und darüber hinaus ein angesehenes Amateur-Astronom, war ebenfalls Mitglied der *Pilger-Loge* und sehr hilfreich mit seinen Bemühungen, Bidstrup mit britischen Instrumentenmachern bekannt zu machen. Ebenso lernte der Graf von Hauch, ein dänischer Amateurastronom und Freimaurer, über freimaurerische Verbindungen Friedrich Wilhelm Herschel und Joseph Priestley kennen.

Das *Heredon-Kapitel* und die *Pilger-Loge* – die beiden fremdsprachigen Logen in London, in denen britische Adepten sich mit ausländischen Angehörigen der Freimaurerschaft ein Stelldichein gaben – hielten ihre Zusammenkünfte am gleichen Ort ab, der *Mitre Tavern* an der *Fleet Street*. Swedenborg und Nordenskjöld, die beide eine bedeutende Stellung an der schwedischen Schule für Eisenerzbergbau und Eisengewinnung innehatten – spielten eine wichtige Rolle in der skandinavischen Gemeinde in London, ebenso die norwegischen Holzhändlerfamilien Anker und Collett. In den 90er Jahren fühlte sich der romantische Künstler und Dichter William Blake zu dieser Gemeinde hingezogen.

3. Conrad Clausen, auch er schon erwähnt, war ein norwegischer Eisenfabrikant, der der Freimaurer-Loge *Holy Royal Arch* in England beitrug und um die Erlaubnis bat, die Satzung der englischen Freimaurer in Norwegen einzuführen. In seinem Tagebuch, das heute im Archiv der Großloge in Kopenhagen liegt, ist das Initiationsritual festgehalten. „In seiner anderen Hosentasche“ steckten auf der Rückreise nach Norwegen wertvolle Informationen über Essen zum Stahlkochen, über zylindrische Blasebälge aus Eisen und darüber, wie man Eisen in Formen gießt. Großen Nutzen zog er aus diesen Kenntnissen beim Bau eines mit

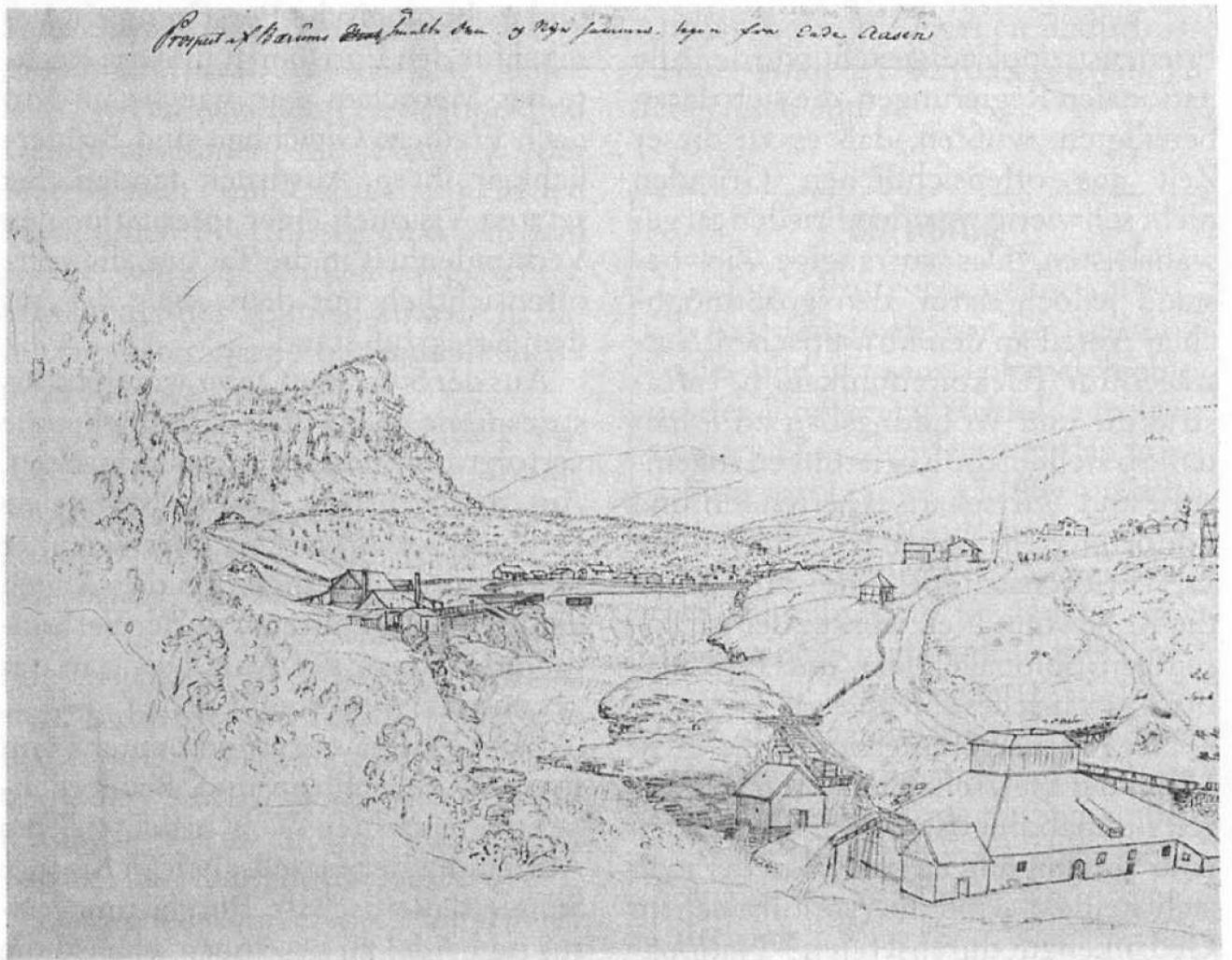
Kohle befeuerten Stahlwerks in Bærum in der Nähe von Oslo, wo es ihm gelang, Tiegelgußstahl so guter Qualität herzustellen, daß er nach Sheffield exportiert werden konnte.

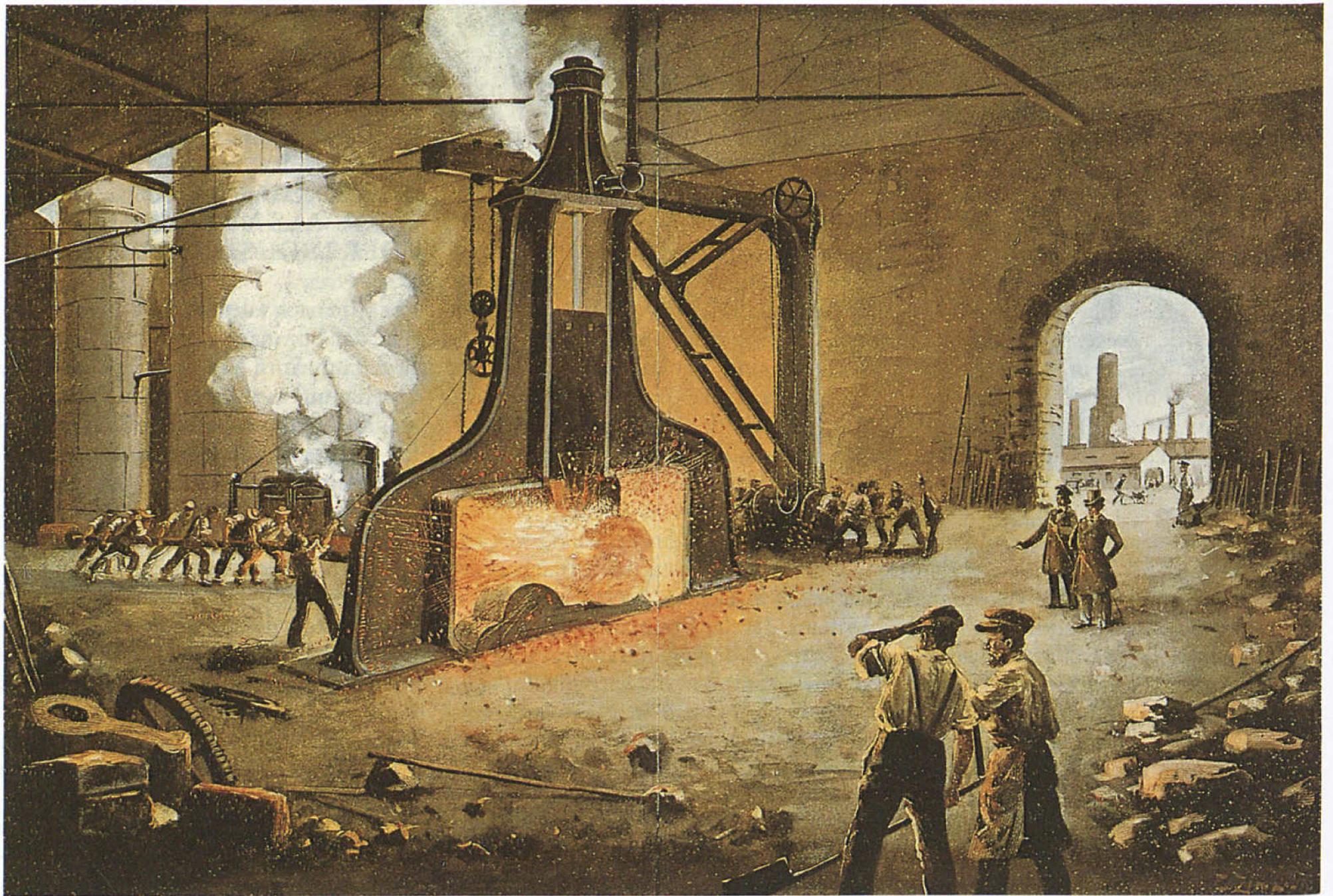
FREIMAURERLOGEN ALS NETZWERK DER INDUSTRIESPIONAGE

Es sollte nach allem deutlich geworden sein, daß Spionage „irgendwie“ mit den Freimaurern in Verbindung stand. Im Quellenmaterial ist nichts enthalten, was die Natur dieser Verbindung erhellen könnte, die auch rein institutioneller Art hätte sein können. Ein Sprung nach heute mag weiterhelfen.

Auf einer Tagung in den Vereinigten Staaten hatte der Autor die Gelegenheit, eine Arbeit über Spionage während der Anfangszeit der europäischen Porzellanindustrie vorzustellen. Etwas in Verwirrung gebracht wurde er durch das Auftauchen zweier äußerst muskulöser Herren im Auditorium, die unmöglich Fachhistoriker sein konnten. Es stellte sich heraus, daß es sich um CIA-Agenten handelte, also um richtige Experten auf dem Gebiet des Autors. Sie erzählten ihm, wie wichtig es nach dem Golfkrieg sei, sich über den Stand des irakischen Wiederaufbaus zu orientieren.

Sie berichteten, daß unmittelbar nach der Besiegung des Irak im Golfkrieg eine multinationale UN-





Trotz aller Industriespionage um 1800, die dem Transfer technischen Wissens galt, blieb die britische Stahlindustrie in der Folgezeit zunächst führend. Erster Dampfhammer, Gemälde von James Nasmyth, 1842, nach einer Darstellung des Erfinders.

Friedenstruppe aufgestellt wurde. Alle nationalen Regierungen, die sich daran beteiligten, wußten, daß es zu dieser Zeit aus offensichtlichen Gründen nicht schwierig war, den Frieden zu gewährleisten. Das vorrangige Ziel bestand jedoch darin, den größtmöglichen Anteil an den kuwaitischen Aufträgen für Telekommunikation, Infrastruktur und Wohnungsbau zu erhalten. So stellten die Regierungen Ingenieure und Wirtschaftsexperten ein und uniformierten sie als Angehörige der UN-Friedenstruppe, die tatsächlich die Rolle eines Netzwerkes der gegenseitigen Spionage oder des Informationsaustausches spielte.

Netzwerke kommen immer gelegen. Unter der Herrschaft des *Tools Act* waren sie unabdingbar. Es war notwendig, eine Vereinigung zu finden, in der man sich keinen – mit merkantilistischem Gedankengut durchsetzten – Nationa-

lismen verbunden fühlen mußte. Freimaurerlogen waren solche Vereinigungen. Aber sie waren mehr als das. Sie verbreiteten die Ideen der Aufklärung, denen zufolge die wissenschaftliche und technologische Forschung ein Vehikel für den Fortschritt und die Rechte des Menschen war, wie sie im Ruf nach Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit ihren Ausdruck fanden. Sie setzten Visionen einer internationalen Verbundenheit in die Tat um, die ganz offensichtlich mit dem *Tools Act* auf dem Kriegsfuß stand.

Aus der Sicht der Opfer waren Industriespione gefährliche Kriminelle, die verfolgt und bestraft werden mußten. Aus der Sicht der Räuber waren sie Helden, die der Werkstatt der Welt ihre Geheimnisse entranen. In den Augen der Freimaurer nützten sie der Verbreitung der Ideen der Aufklärung in der gesamten zivilisierten Welt.

Die Freimaurervision einer von Freiheit, Gleichheit und Brüderlichkeit beherrschten Welt bedeutete, die Aufteilung der Gesellschaft in die vier Stände Bauernschaft, Bürgertum, Klerus und Adel zu beseitigen, ebenso die

spezifische Rolle der Arbeit oder Nicht-Arbeit in diesen vier Ständen. Die Verhältnisse waren in verschiedenen Ländern verschieden. Dank der Technik war England in den Augen der Freimaurer weniger von Standesunterschieden geprägt als andere Länder.

Traditionell hatten die Landbewohner den Stand oder den Beruf, mit dem die meiste Arbeit verbunden war; das war eine Folge der Erbsünde. Die Stadtbürger schufteten nicht mit ihrem Körper, aber sie setzten Geschick und Fertigkeit ein, um Produkte herzustellen.

DIE UNGERECHTE VERTEILUNG DER ARBEIT

Der Klerus leistete weder körperliche noch manuelle Arbeit, sondern vollzog, seinen Geist benützend, spirituelle Handlungen. Der Adel schließlich leistete keine Arbeit in irgendeiner Bedeutung des Wortes. Er war von Gott erschaffen, um sein Leben in Muße zu beschließen. Aber die Gegner dieser sozialen und beruflichen Ordnung fragten: „Als Adam grub und Eva spann, wer war denn da der Edelmann?“

Die Freimaurer wollten eine neue Ordnung bauen, und obgleich sie Christen waren, säkularisierten sie die biblische Unterdrückung der unteren Stände, indem sie alle Menschen für von Natur aus gleich erklärten. Sie fanden es schändlich, menschliche Wesen wie Tiere zu behandeln, und sie wollten die Befreiung der ganzen Menschheit von rein physischer Mühsal. Vor allem sollte die Leibeigenschaft aufgehoben und der Ackerbau zu einer freien wirtschaftlichen Unternehmung werden. Die Erfindung neuer landwirtschaftlicher Geräte verwandelte den Ackerbau von einer ausschließlich körperlichen Plackerei in eine respektable Tätigkeit, die sowohl Fertigkeiten wie Verstand erforderte.

Soldaten, Seeleute und Sträflinge sollten durch technische Konstruktionen – Dampfmaschinen, hydraulische Pumpen, Pferdegöpel oder Bagger – von ihrer Rolle als Zugpferde befreit werden. Man betrachtete es als inhuman, Menschen auf ein bloßes Werkzeug oder Muskelbündel zu reduzieren. Insbesondere galt es als eine Verletzung der Menschenrechte, Negerklaven wie Pferde zu fangen und zu verkaufen. Alle Menschen besäßen Geschick und geistige Fähigkeiten. Antriebsmaschinen oder Tiere könnten die rein physische Arbeit übernehmen, so daß Arbeit fortan für den Menschen bedeuten würde, sich seiner eigenen Fertigkeiten und seines Verstandes zu bedienen. Arbeit in diesem Sinn sei die wahrhaft menschliche Beschäftigung, die dem Menschen seine Würde wiedergeben werde.

Diese neue Vorstellung von menschlicher Arbeit, die sie von körperlicher Mühsal abgrenzte, schrieb die scharfe Unterscheidung zwischen Tier und Mensch fort, die bereits Thomas von Aquin vorgenommen hatte. Während der Aufklärung fand die Ideologie die Unterstützung der Protestanten und danach der Freimaurer, die sich einem kapitalistischen Arbeitsethos verschrieben hatten, das durch Wissenschaft und Technik ermöglicht werden sollte.

Die so humanisierte Arbeit wurde positiv eingeschätzt, und folglich wurde es zu jedermanns Pflicht zu arbeiten. Betteln war keine Tätigkeit, die eines Menschenwesens würdig wäre. Jeder hatte zu arbeiten, um seinen Lebensunterhalt zu verdienen.

Die frühere Einteilung der Tätigkeiten in körperliche Arbeit, Einsatz von Fertigkeiten und Verstand und Vollzug spiritueller Handlungen war nun in dem Konzept der Arbeitsamkeit – Industrie (*Industry*) heißt Fleiß – aufgegangen. Jedermann konnte arbeitsam sein. Waren auch körperliche Kraft, Fertigkeit und Verstand nicht gleichmäßig verteilt, so war dies nach den Gesetzen der Natur nicht anders möglich. Aber in einer aufgeklärten Gesellschaft sollte jeder die Möglichkeit haben, sein Los durch Arbeitsamkeit zu verbessern.

ZUR GLEICHHEIT DER MENSCHEN DURCH DEN WISSENSTRANSFER

Diese Haltung wurde in den Maurerlogen demonstriert, in denen prinzipiell ein Großmeister dritten Grades ein Schuhmacher oder ein Lehrling sein konnten. Der neu Initiierte – und wäre es auch der Präsident der Vereinigten Staaten gewesen – wäre zunächst in den ersten Grad gekommen. Wissenschaft und Technik waren die Vehikel des sozialen und menschlichen Fortschritts. Nichts anderes zählte.

In den 90er Jahren des 18. Jahrhunderts wurde in Dänemark-Norwegen der Sklavenhandel von Schimmelmann verboten, der selber ein Freimaurer war. Freilich füllte er noch eilig seine eigenen Plantagen in Westindien mit afrikanischen Sklaven auf, bevor das Gesetz in Kraft trat. Auf der königlichen Schiffswerft machten Pferdegöpel und Dampfmaschinen die Plackerei der Matrosen an Pumpenzügen und in den Treitmühlen überflüssig, und auf dem Lande wurden Schulen eingerichtet, um Kinder das Spinnen zu lehren, damit sie später ihren Lohn entsprechend ihrer Arbeit verdienten.

Britische Vertreter solcher Ideen waren Adam Smith und Arthur Young. Sie waren die Idole der dänisch-norwegischen Freimaurer und Spione, und die *Society for the Encouragement of Arts, Manufacture and Commerce* (Gesellschaft zur Förderung von Künsten, Industrie und Handel) wurde in Dänemark nachgeahmt. Arthur Young und John Sinclair wurden zu Ehrenmitgliedern ernannt, und ihre Bücher wurden ins Dänische übersetzt.

Dänische Freimaurer setzten sich für die Gründung einer neuen Fakultät für

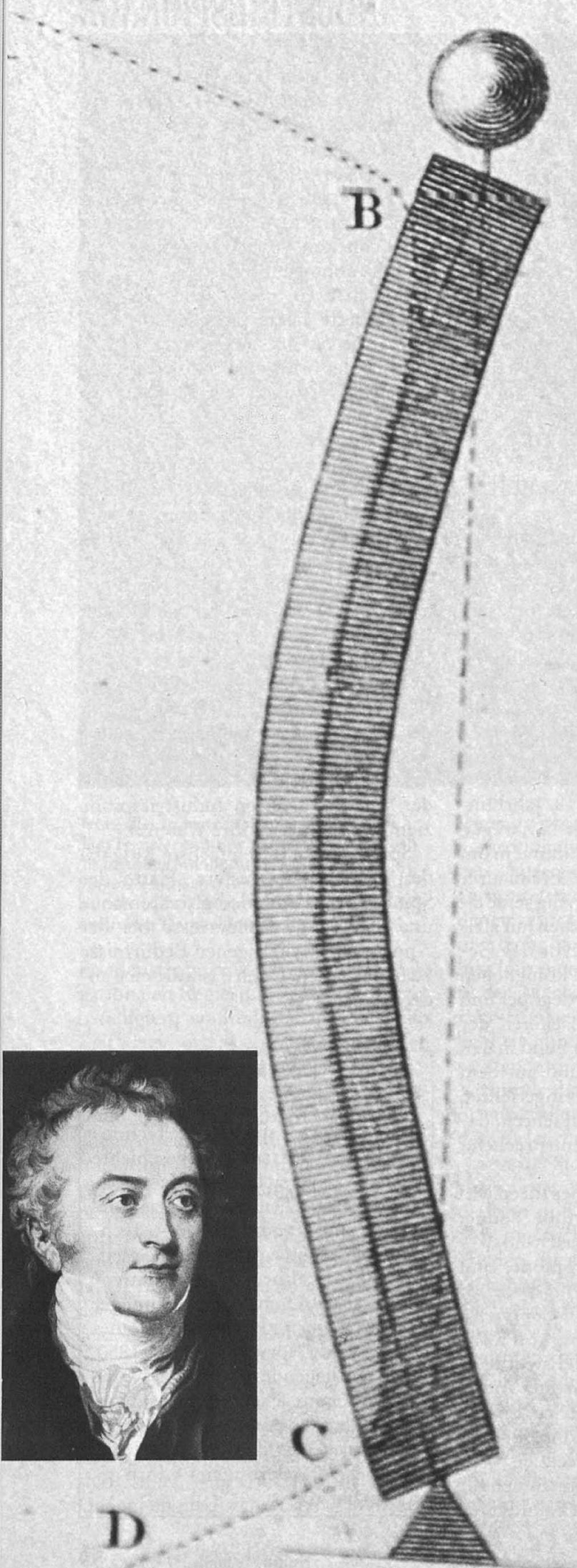
Wissenschaft und Technik an der Universität von Kopenhagen ein. Sie wollten weiter die Bergbau-Akademie in Kongsberg in eine eigenständige norwegische Universität umgewandelt sehen. Die vorgeschlagene Fakultät sollte die Universität auch den niedrigeren Ständen öffnen, da deren Aufstiegsmöglichkeiten von Wissenschaft und Technik abhingen.

Will man ein Fazit ziehen, so sind vier Punkte herauszustellen. Erstens war der *Tools Act* zum Schutz der Interessen der britischen Industrie ungeeignet; er versuchte den Transfer von Schlüsseltechnologien zu verhindern, machte ihn aber lediglich etwas schwieriger. Zweitens ist deutlich geworden, daß Freimaurerlogen ein nützliches Mittel zur Hilfe und Unterstützung von Industriespionen bei der Verfolgung ihrer Ziele gewesen sind – vielleicht, weil der *Tools Act* der grundsätzlichen Forderung der Freimaurer nach freiem internationalen Austausch von Ideen widersprach. Drittens gaben freimaurerische Ideale Adepten ein Motiv, Technologien weiterzutragen, denen insgesamt eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der menschlichen Gesellschaft zugewiesen wurde. Viertens lieferten Industriespione ziemlich erfolgreich ihre Waren ab.

Spionage war die einfachste Aufgabe des Technologietransfers. Hatte der Spion seine Arbeit erledigt, waren hohe und schwierige Hindernisse bei der Anpassung an die eigenen Bedürfnisse zu überwinden. Doch das wäre eine andere Geschichte. □

DER AUTOR

Dan Ch. Christensen, geboren 1941, ist Assistenzprofessor für Technologie- und Wissenschaftsgeschichte an der Universität Roskilde in Dänemark. Zur Zeit leitet er das Forschungsprogramm „TISK – Technologie, Innovation und Gesellschaft in kultureller Perspektive“ und schreibt eine Geschichte der Technologie und Kultur in Dänemark und Norwegen 1750–1850. Der vorliegende Beitrag ist eine überarbeitete Fassung eines Vortrags, den der Autor im September 1993 auf der Konferenz über Technologie-Veränderung in Oxford gehalten hat.



WISSENSCHAFT UND ÄTHERGLAUBE

Der Elastizitäts-Modul von Thomas Young und seine Wellentheorie des Lichts

VON ANDREAS KAHLOW ✓

Thomas Young (1773–1829), nach Lawrence gemalt von M. B. Briggs (kleines Bild). Bei der Berechnung der Elastizität berücksichtigte Young eine Druck- und eine Zugzone im verformten Material, wobei die neutrale Linie zwischen beiden unverändert bleibt (großes Bild).

Der Verlauf des 19. Jahrhunderts machte klar, welche enorme Bedeutung die Wissenschaft für die industrielle Entwicklung gewinnen sollte. Der Stoff, aus dem das Säkulum gemacht war, hieß Eisen, und die Herrschaft über die anderen Wissenschaften trat die Mechanik an. Für die Entwicklung der technischen Wissenschaften wurde es von entscheidender Bedeutung, wie die neuen Konstruktionsmaterialien Eisen und Stahl in die Begriffswelt der Mechanik einzuführen waren. Mit der Formulierung des Elastizitätsmoduls durch Thomas Young (1773–1829) in seinen „Lectures on Natural Philosophy“ wurde im Jahre 1807 die entscheidende Grundlage dafür gelegt.

Die Definition des Elastizitätsmoduls, dieses für die technische Mechanik zentralen Begriffes, hängt eng mit der Entdeckung der Welleneigenschaften des Lichtes zusammen; das wird in Darstellungen zur Industriellen Revolution und zur Entwicklung der technischen Wissenschaften meist nicht erwähnt. Gerade an seiner Entstehungsgeschichte zeigt sich jedoch die Spanne, die zwischen Wissenschaft und Technik in jener Zeit zu überbrücken war und hohe Anforderungen an die Vorstellungskraft stellte.

Vordergründig läßt sich die Formulierung des Elastizitätsmoduls mathematikgeschichtlich darstellen. Schon seit den Zeiten Jakob Bernoullis (1655–1705) war das Gebiet der „Elastica“ in der Mechanik, das aus praktischen Problemstellungen der Festigkeit von Balken hervorging, zu einer „Spielwiese“ der Mathematik, insbesondere der Differentialgeometrie geworden. Aus dem Problem des sich verformenden und ab einer bestimmten Belastung schließlich brechenden Holzbalkens wurde das der „elastischen Linie“.

Im Jahre 1776 hatte Leonhard Euler (1707–1783) die Frage nach einem Elastizitätsmodul gestellt und auch das wichtigste Problem bei dessen Formulierung gelöst: die Schaffung einer Vorschrift, nach der die Elastizität eines Materials als Konstante unabhängig von den Größenverhältnissen des jeweiligen elastischen Körpers ermittelt werden kann. Die technische Bedeutung eines Elastizitätsmaßes, das die Festigkeit eines Bauteils aus dem Zusammenhang zwischen angreifender Kraft und daraus resultierender Verformung berechenbar macht, war ihm zweifellos klar: Er schrieb die Arbeit zu einem Zeitpunkt, als er in St. Petersburg als Leiter einer Akademiekommission den Belastungstest des Modells einer weitgespannten Holzbrücke über die Nawa zu beurteilen hatte.

Der Modul wird von Euler anhand eines Gedankenexperiments definiert: Eine Säule aus einem bestimmten Material wird durch ein angehängtes Gewicht so weit gezogen, bis sie das Dop-

pelte ihrer Ausgangslänge erreicht. Besteht dieses Gewicht aus einem „Modul“ – einem „Modell“-Gewicht –, der den gleichen Querschnitt wie die gezogene Säule hat, so ist die Höhe des Moduls, die zur Längenverdoppelung führt, bei gleichem Material immer gleich. Durch diesen Prozeß wird der Modul, unabhängig von der Bauteilform, zum Maß der Elastizität.

Young gibt in seinen *Lectures* von 1807 den Eulerschen Gedankengang wieder, ohne ihn an dieser Stelle zu zitieren. Erst in seiner umfangreichen Literaturübersicht im Anhang seines Werkes führt er die entsprechende Eulersche Arbeit auf. Hatte Young damit „abgeschrieben“ und lediglich den Grundgedanken aktualisiert? Wenn auch die Originalität der Youngschen Gedanken von einigen Wissenschaftshistorikern bezweifelt wird, so kann doch gezeigt werden, daß in der Modellierung des Elastizitätsbegriffes von 1807 grundsätzlich neue Überlegungen stecken.

Die interessante Frage, ob die Zuordnung von „Erstentdeckungen“ zu bestimmten Personen nicht durch spätere Interpretationen erst möglich wird, spielt, wie bei so vielen Prioritätsdiskussionen, auch bei diesem Fall eine Rolle. Sie soll anhand der Darstellung der Unterschiede in den Denkweisen von Leonhard Euler und Thomas Young beantwortet werden.

Mit der Verwendung von Koks bei der Verhüttung von Eisenerz und dem von Henry Cort 1784 eingeführten Puddelverfahren stieg die Eisenproduktion vor allen Dingen in Großbri-

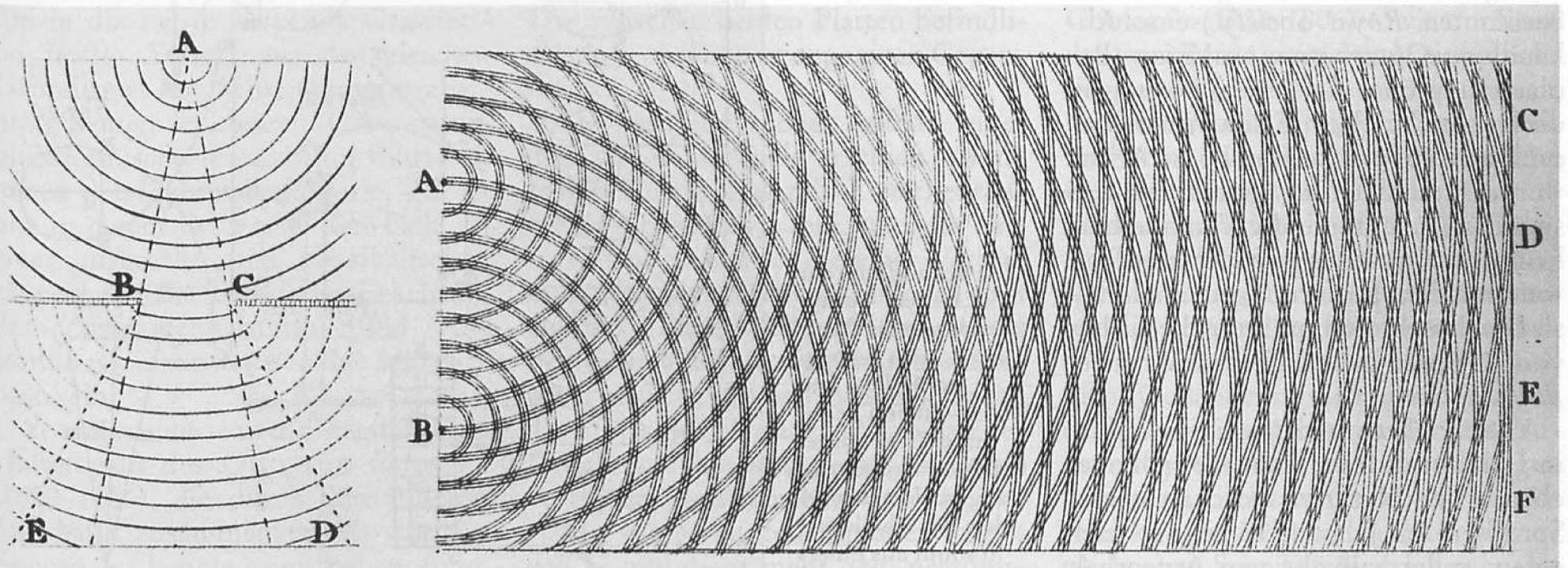
tannien am Ende des 18. Jahrhunderts stark an. Das neue Einsatzgebiet des nun billig gewordenen Materials war insbesondere der Brückenbau, bei dem völlig unbekannte, gewagte Konstruktionsprinzipien ausprobiert wurden; die berühmte Coalbrookdale-Brücke von 1779 oder die nach 1800 aufkommenden Hängebrücken sind Beispiele dafür.

Das bisher mit den Werkstoffen Stein und Holz gegebene alte Problem der Materialfestigkeit erschien damit in neuen Zusammenhängen: Es war unklar, ob der Werkstoff Eisen ebenso wie das Holz aus elastischen Fasern bestehend gedacht werden sollte und entsprechend durch das Zerreißen seiner Fasern zerstört wurde, oder ob es eher sprödem Steinmaterial ähnelte, wie es um 1800 noch in einer der umfassendsten Abhandlungen jener Zeit über Materialfestigkeit dargestellt wird.

Die entsprechenden Annahmen hatten verschiedene Konsequenzen. Im ersten Fall konnten Kraft-Verformungs-Modelle benutzt werden, mit denen der Bruch als Grenzfall einer elastischen Deformation angesehen werden konnte. Im zweiten Fall war über die Kräfte im belasteten Körper keine Aussage möglich; nur die Bestimmung der Bruchfestigkeit im Modellexperiment konnte für die Berechnung der Eisenkonstruktionen Anhaltspunkte geben.

Vor allem in Großbritannien häufte sich die technische Literatur zu den praktischen Problemen der Festigkeit von guß- oder schmiedeeisernen Konstruktionselementen. Diese Werke waren zumeist von Ingenieuren verfaßt,

Abb.: The British Museum, London (l. u.); aus: Th. Young: A Course of Lectures on Natural Philosophy, London 1807 (2)



Interferenzerscheinungen des Lichts ließen Young an Huygens' Wellentheorie des Lichts anknüpfen, die im Gegensatz zu Newtons Korpustheorie stand. Die Wellentheorie erforderte einen Schwingungen weiterleitenden Äther.

THOMAS YOUNG

die außerordentlich wenig von der relativ weit gediehenen Entwicklung der mathematischen Behandlung elastischer Verformungen wußten. Bestand Thomas Youngs wissenschaftliche Leistung nun in der Vernetzung der Theorietradition von Bernoulli bis Euler mit den praktischen Problemen des englischen Ingenieurwesens, die vor allem seit dem Bau von Eisenbrücken auftraten?

Diese Frage ist sicher zu bejahen – allerdings bleibt zu erklären, mit welchen Forschungsinteressen Young seine Leistung verbunden hat: Er war weder ein Mathematiker, dem an der Weiterentwicklung der Prinzipien der Mechanik gelegen war, noch ein Ingenieur, dem es um technische Berechnungsverfahren ging.

Thomas Youngs Wirkungsbereich war breit. Während sein Name für den Physiker und Techniker mit dem „Youngschen Modul“ der Elastizität verknüpft ist, denken Sprachwissenschaftler zunächst an die Entzifferung der Hieroglyphen, die er zu Beginn des Jahrhunderts unabhängig von dem Franzosen Jean François Champollion vornahm. Thomas Young studierte jedoch zunächst Medizin und verstand sich lange Zeit in erster Linie als Arzt. Entsprechend waren seine wissenschaftlichen Ziele in seiner Jugend an diesem Berufsbild ausgerichtet: Er widmete sich dem Vorgang des Hörens und Sehens beim Menschen.

Sein Medizinstudium begann Young 1792 in London. Schon bald darauf hatte er eines der Themen gefunden, das ihn Zeit seines Lebens nicht mehr loslassen sollte: 1792 konnte er der berühmten *Royal Society* seine Abhandlung *Observation on Vision* (Beobachtung über das Sehen) vortragen, die im gleichen Jahr in den *Philosophical Transactions* erschien. Diese Arbeit war der Entdeckung gewidmet, daß sich das Auge durch die Veränderbarkeit der Krümmung der Augenlinse wechselnden Entfernungen anpaßt – sie brachte ihm schon im frühen Alter von 21 Jahren die Mitgliedschaft in der *Royal Society*.

Young setzte sein Medizinstudium in Edinburgh fort, widmete sich aber ebenso den Naturwissenschaften und Sprachen. Im Jahre 1797 ging er nach einem anderthalbjährigem Aufenthalt in Deutschland, den er mit einer Promotion in Göttingen abschloß, nach

Cambridge, um dort sein Studium der Medizin zu beenden.

Thomas Young hatte durch seine Reisen die Arbeiten der französischen und deutschen Physiker und Mathematiker genauer kennengelernt und war insbesondere durch das Studium der Eulerschen Arbeiten über akustische Probleme beeinflusst worden. Euler hatte in einer Arbeit von 1746 die Analogie von Licht- und Schallfortleitung behauptet und die Meinung vertreten, daß die Fortpflanzung des Lichtes auf Schwingungen eines Äthers beruhe, wie jene des Schalls auf denen der Luft.

Im Januar des Jahres 1800 reichte Young eine für die Weiterentwicklung der Optik folgenreiche Arbeit bei der *Royal Society* ein: *Outlines of Experiments and Inquiries Respecting Sound and Light* (Abriss von Experimenten und Untersuchungen zu Schall und Licht). Mit dieser Arbeit wurde erneut die Huygenssche Lichtwellentheorie zur Diskussion gestellt, die durch die Newtonsche Theorie der Emission von Lichtkorpuskeln im 18. Jahrhundert verdrängt worden war.

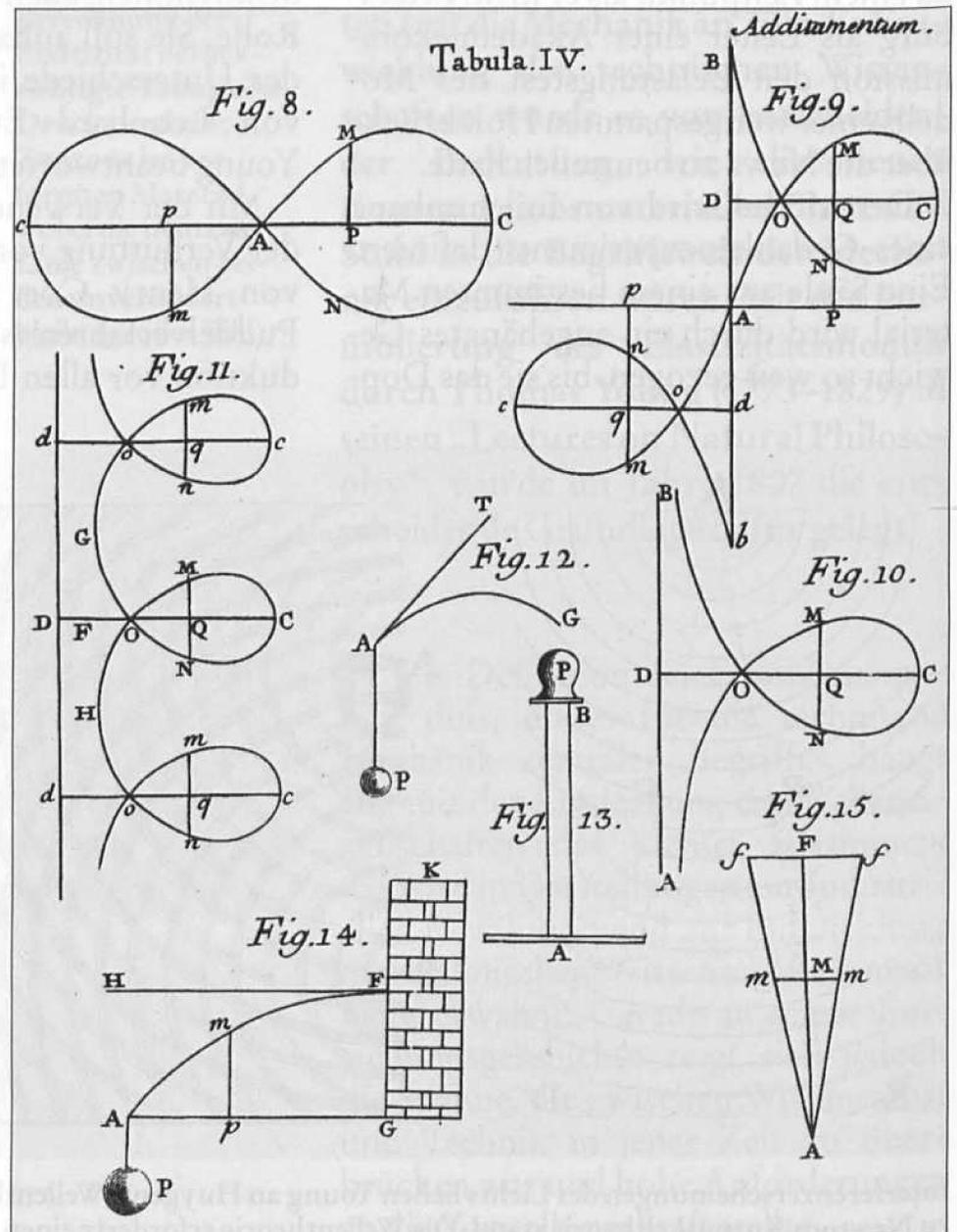
Young geht von den lange bekannten Schwierigkeiten der Emissionstheorie

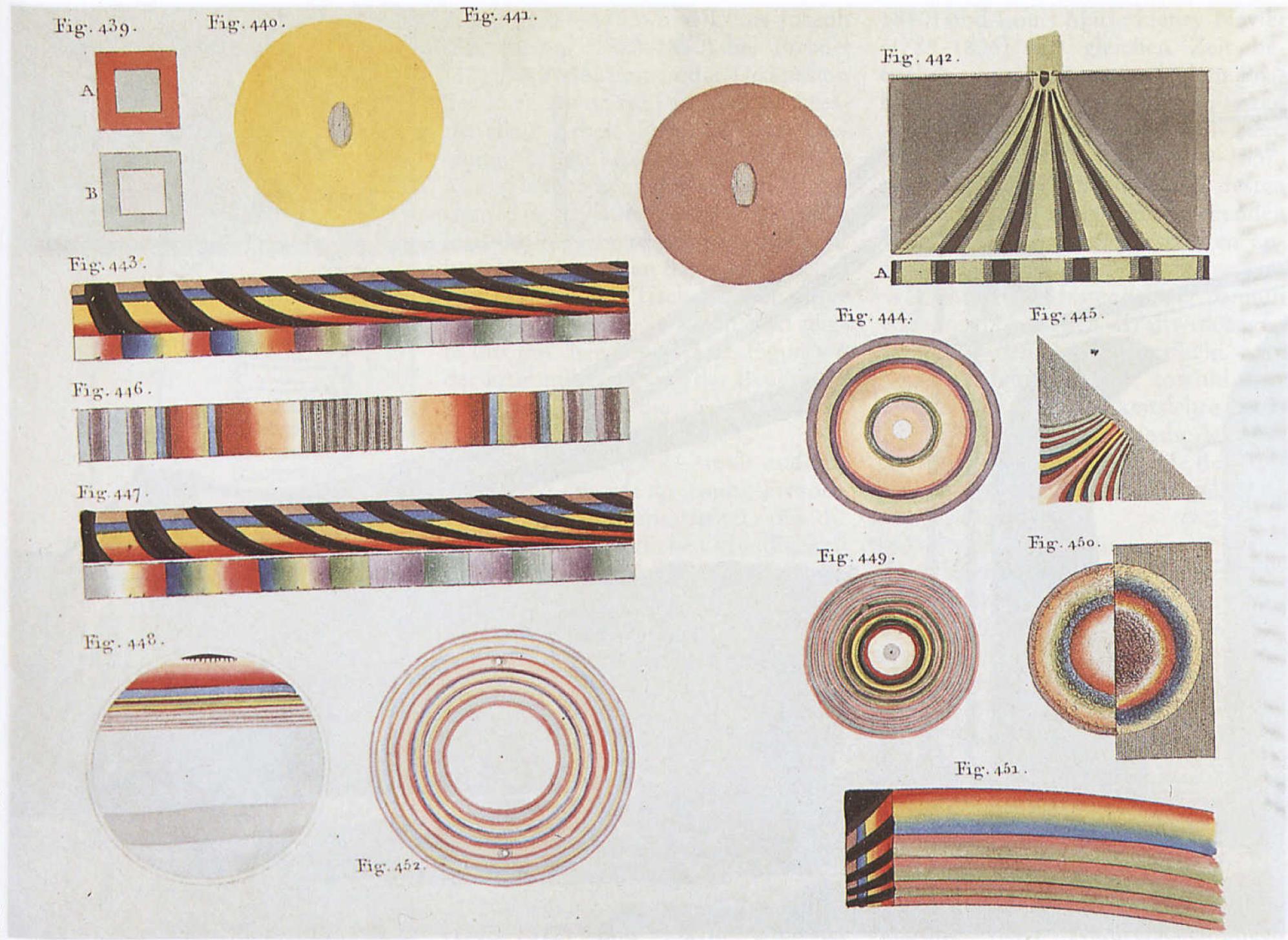
aus, die vor allem in der gleichen Lichtgeschwindigkeit in gleichen Medien, unabhängig von der Herkunft des Lichtes, und in der Teilreflexion beim Übergang zu dichteren Medien bestanden. Beide Fragen wurden durch Young mit dem Wellencharakter des Lichtes erklärt, der einen Äther voraussetzte. Da dessen Existenz bei elektrischen Erscheinungen nicht zu leugnen sei, so schrieb er, könne ein solcher auch für die Lichtfortleitung angenommen werden.

Im Mai 1801 entdeckte Young, wie er selbst berichtet, beim Durchdenken der von Newton durchgeführten Versuche zu Farberscheinungen an durchsichtigen Substanzen die Interferenz von Lichtwellen. Den entsprechenden experimentellen Nachweis beschreibt er im November 1801, und er gibt die feinen, auf Glas eingravierten Linien von „Mr. Coventry's exquisite micrometers“ als Mittel an, mit dem Interferenzerscheinungen des Lichtes zu erzeugen seien.

Thomas Young steckte sich das Ziel, den Äther nicht nur als ein Medium anzunehmen, in dem sich Lichtschwingungen fortpflanzen könnten. Ebenso wie für das Licht nahm er auch eine

Die Behandlung der „Elastica“ – unter anderem die elastischen Linien gebogener Balken und Ruten – ist von Leonhard Euler ausgebaut und weitgehend abgeschlossen worden. Die Abbildung stammt aus Eulers „Methodus inveniendi“, die 1744 in Genf erschien.





Abbildungen aus Thomas Youngs „A Course of Lectures on Natural Philosophy“, die sich auf Beugungserscheinungen des Lichts beziehen. Young erklärte die dargestellten Phänomene durch die Welleneigenschaften des Lichts.

Abb. aus: Leonhard Euler: Methodus inventiendi, Genf 1744; aus: Th. Young: A Course of Lectures on Natural Philosophy, London 1807 (o.)

Wellenausbreitung der Hitze an, die durch den Äther vermittelt werden sollte. Die Elektrizität, den Magnetismus, die Kohäsion zwischen den Körperpartikeln und sogar die nach Newton in die Ferne wirkende Gravitation hoffte Young, auf der gleichen Grundlage als Schwingungserscheinung deuten zu können. Diese naturphilosophische Konzeption führte er, neben der Lichtwellentheorie, jedoch nur in einem der genannten Fälle zu einer ausgearbeiteten physikalischen Hypothese: Sie betraf die Erklärung der Zusammenhaftungs- und Abstoßungskräfte zwischen den Materiepartikeln.

Young erinnerte an die Magdeburger Halbkugeln des Otto von Guericke (1602–1686), die durch den äußeren Luftdruck zusammengepreßt wurden. Ebenso, so lautete seine Behauptung, haften selbst im Vakuum zwei Glasplatten durch den Druck des umgeben-

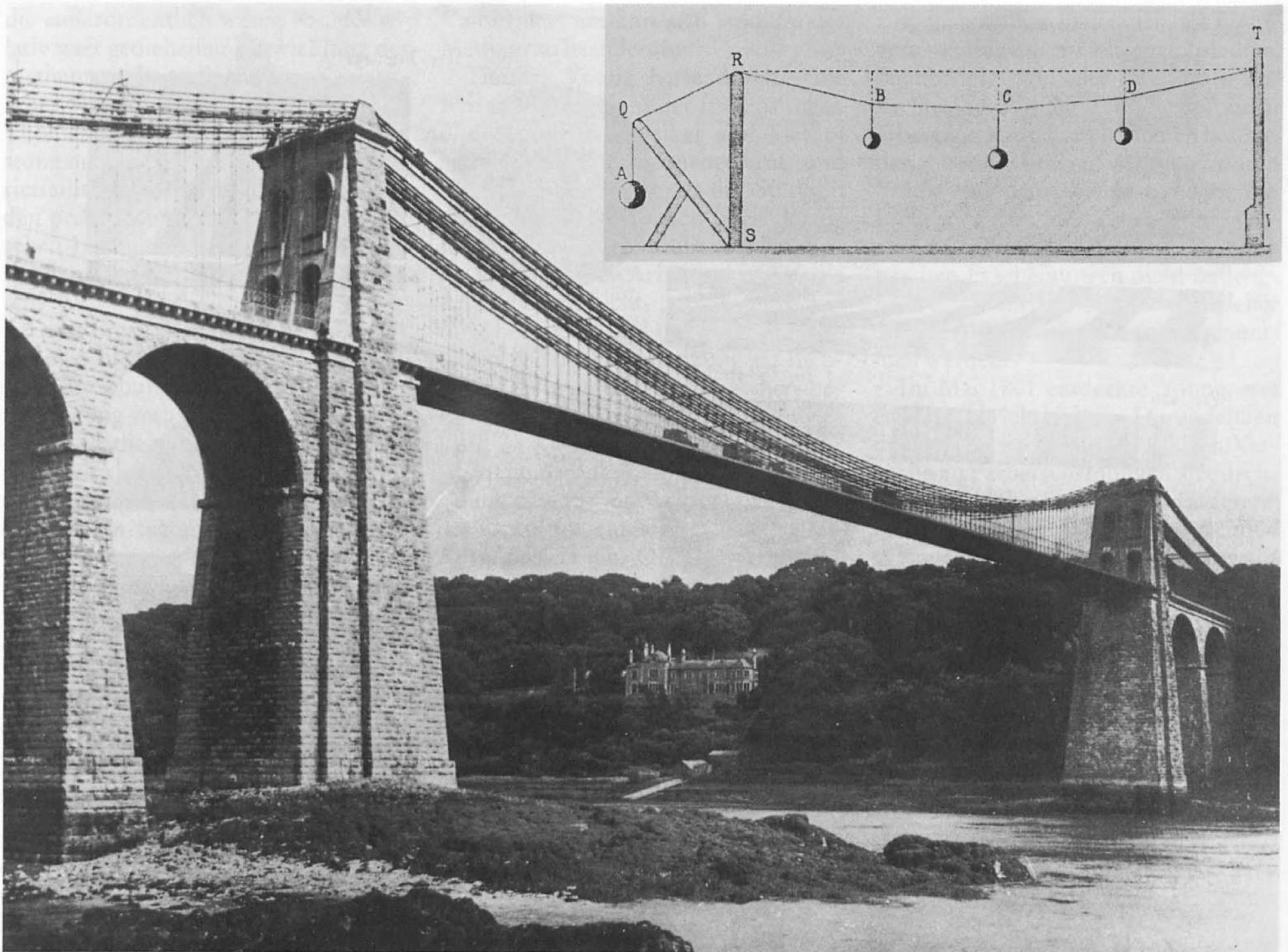
den Äthers zusammen. Hätten die Platten jedoch einen gewissen Abstand voneinander, so wäre der zum Zusammenpressen nötige große Druck ebenso aus der Ätherwirkung zu erklären: Die zwischen beiden Platten befindliche Ätherschicht erzeuge einen Gegen-
druck.

Der grundsätzliche Aufbau eines elastischen Materials erschien Young damit körnig und mit Zwischenräumen durchsetzt zu sein, und die entsprechenden Kräfte, die einer Verformung entgegenwirkten, schienen ihm aus der „Pufferwirkung“ des Äthers hervorzugehen. Young beanspruchte ausdrücklich, mit diesem Denkmodell das Hookesche Gesetz auf den Fall der Druckelastizität ausgedehnt und damit verallgemeinert zu haben.

Aus dieser Auffassung aber folgte, daß es nun nicht mehr dem persönlichen Geschmack eines Mathematikers anheimgestellt war, ob in einem sich

durchbiegenden Balken ein Zug-Druck-Bereich und eine neutrale Faser angenommen werden sollte oder nicht. Obwohl schon der französische Physiker und Ingenieur Charles Augustin Coulomb (1736-1806) – wie auch andere vor ihm – ganz richtig eine solche neutrale Faser angenommen hatten, wurde erstmals mit der Äthervorstellung eine *physikalische* Begründung des Auftretens von Anziehungs- und Abstoßungskräften in einem Konstruktionsmaterial gegeben.

Euler hatte, wie die meisten Geometer, die sich mit den mathematisch anspruchsvollen „Elastica“ abgaben, seinem Gedankenmodell die Dehnung des faserig aufgebauten Holzes zugrundegelegt. Youngs Ansatz dagegen war atomistisch: Er ging von den Kräftewirkungen zwischen den Körperpartikeln aus. Sein Denkmodell war das Eisen. Hatte Young auch zweimal bei Euler Anleihen aufgenommen – beim



Das neue Baumaterial Eisen und die ungewohnten Spannweiten beim Bau von Eisenbrücken, hier die von Telford 1819–1826 an der Menai-Meerenge errichtete erste große Hängebrücke, erforderten neue Berechnungen der Elastizität und Festigkeit.

Modulgedanken und bei der Wellenhypothese –, so war deren Verknüpfung jedoch neu. Allerdings auch sehr gewagt.

Der Widerstand gegen die Annahme eines Äthers, auf die sich die Youngsche wie schon vorher die Huygensche Lichtwellenhypothese gründete, ist nicht allein auf die außerordentlich hohe Autorität der Werke Newtons um 1800 zurückzuführen, die als eindeutiges Bekenntnis zum Licht als einem Strom von Korpuskeln aufgefaßt wurden. Es waren darüber hinaus die weltanschaulichen Standpunkte der Common-Sense-Philosophie, die mit der Annahme eines Äthers schlecht vereinbar waren.

Entstanden in Schottland in Auseinandersetzung mit der erkenntniskritischen Haltung David Humes (1711–1776), bekämpften ihre Anhänger jeden Eingriff der Naturwissenschaft in theologische Fragestellungen.

Konfrontationspunkte waren dabei insbesondere Hypothesen wie jene von David Hartley (1705–1757), der die Wirkung Gottes auf den Menschen mit einem Äther als Vermittlungsmedium mechanisch zu erklären vorschlug.

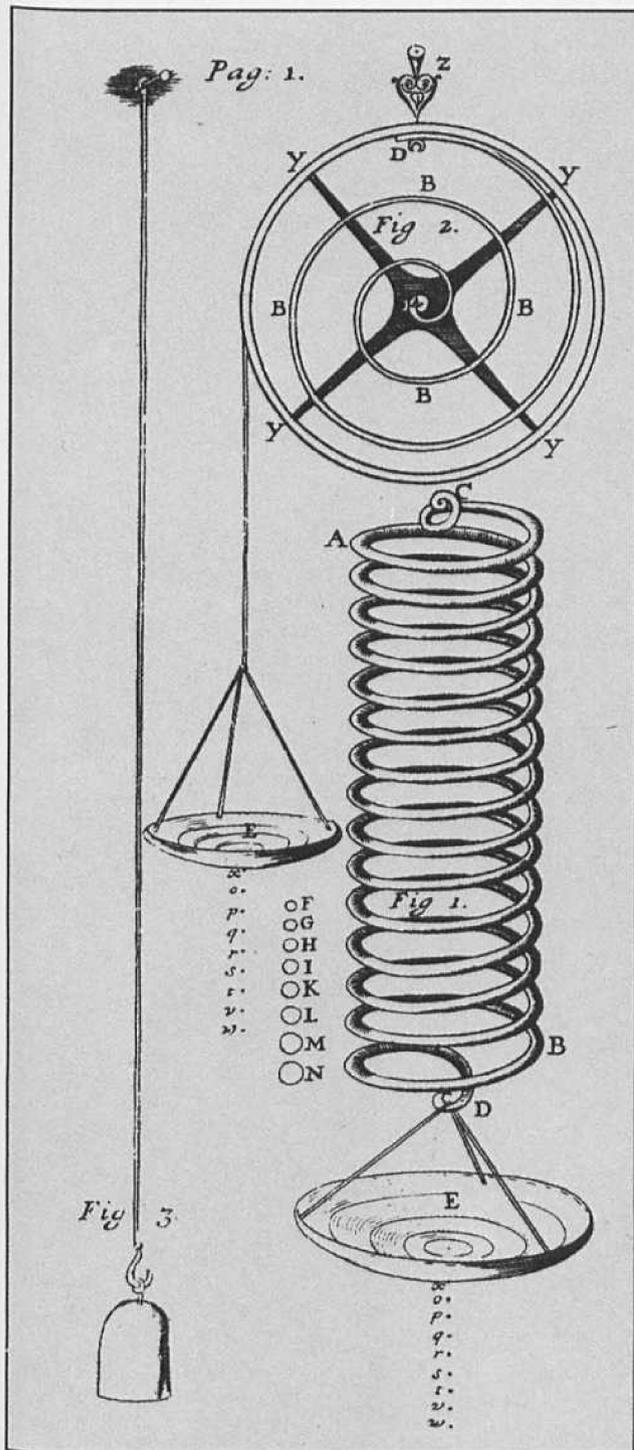
Zum Kreis der eine solche Art von Fragestellungen ablehnenden Common-Sense-Anhänger gehörte auch Henry Brougham (1779–1868), der Young mit zielsicheren Gegenargumenten Schritt um Schritt zur Relativierung seines ehrgeizigen naturphilosophischen Ätherprogramms zwang. Sowohl Beugung als auch Streuung des Lichtes ließen sich mit der Emissionsauffassung ebenso wie mit der Wellenhypothese erklären.

Eines der schwerwiegendsten Argumente gegen einen Äther war jedoch das, daß er die Planetenbewegung verhindere, was schon zu Newtons Zeit diskutiert worden war. Young mußte sich schließlich anhand von Nachrech-

nungen überzeugen, daß der Äther, um die Kohäsion von Eisen zu bewirken, eine Dichte haben mußte, die eine freie Planetenbewegung im Weltraum nicht mehr zuließ.

Thomas Young ließ nun die Annahme eines sich zwischen den Poren der Körperpartikel befindenden Äthers generell fallen und wagte einen Sprung nach vorne: Um seine Lichtwellenhypothese zu retten, in die er schon einiges Ansehen investiert hatte – er hatte ihr mehrere Artikel in den *Philosophical Transactions* gewidmet – „verdünnte“ er seinen Äther nun radikal und machte ihn so fein, daß er das Universum durchdringt „wie Wind, der durch die Bäume fährt“.

Damit war er zwar zur Erklärung von Haft- und Abstoßungskräften unbrauchbar geworden, was Young jedoch offensichtlich als ein kleineres Übel erschien, als in unlösbaren Widersprüchen zu verharren.



Robert Hooke (1635–1703) berechnete die Elastizität mit Federexperimenten.

Zu Hilfe kam ihm dabei, daß die Annahme von Abstoßungs- und Anziehungskräften im Gegensatz zur Lichtwellenhypothese keinem Begründungszwang unterlag, da sie in die physikalische Literatur ohnehin zunehmend Eingang fand. Dies hängt zum einen mit der Rezeption des Punktatomismus von R. Boscovic (1711–1787) – zum Beispiel durch John Robison in Großbritannien, aber auch durch Laplace in Frankreich – zusammen, andererseits mit den naturphilosophischen Strömungen, die von der Kantschen Auffassung einer Polarität der Naturkräfte ausgingen.

Unabhängig von Young kommt der französische Ingenieur Augustin Fresnel (1788–1827) um 1816 zur gleichen Auffassung, die Lichtausbreitung als Wellenerscheinung zu verstehen. Daß die Youngschen Auffassungen etwa 15 Jahre lang relativ unbekannt geblieben waren, zeigt der Besuch von Franz

Arago (1786–1853) und Louis Joseph Gay-Lussac (1778–1850) bei Fresnel im Jahre 1816. Erst in der Diskussion der kurz zuvor veröffentlichten Fresnelschen Arbeit über die Lichtbrechung erfuhr Arago von den von Young lange zuvor angestellten Versuchen. Im Verlaufe dieser Diskussion legte Youngs Frau, wie Arago später berichtet, den ersten Band der *Lectures* von 1807 auf den Tisch, „schlug, ohne ein Wort zu sagen, S. 787 auf, und zeigte uns mit dem Finger eine Figur, wo der krummlinige Gang der Beugungsstreifen, welchem die Diskussion galt, theoretisch festgestellt ist“.

Nur von wenigen – unter anderen von Arago – wurde die Young-Fresnelsche Auffassung unterstützt. Für die weite wissenschaftliche Öffentlichkeit blieb die Korpuskularauffassung des Lichtes bestimmend. In der Absicht, die Wellenauffassung zu Fall zu bringen, wurde schließlich der Preis der Pariser Akademie für das Jahr 1818 auf die Erklärung von Beugungserscheinungen des Lichtes ausgesetzt. Die von Fresnel eingereichte Arbeit leitete jedoch durch seine gleichzeitige experimentelle Überprüfung der Aussagen in der Folgezeit einen Meinungsumschwung ein.

Durch den von Étienne Louis Malus (1775–1812) und David Brewster (1781–1868) geführten experimentellen Nachweis von Polarisationserscheinungen bei der Brechung des Lichts traten neue Erklärungsschwierigkeiten auf. Fresnel bewältigte sie schließlich 1821 durch einen wagemutigen Schritt: Er löste sich von der Analogie von Schall- und Lichtwellen und ging von der bisher zugrundegelegten Ausbreitung durch Longitudinalwellen – beim Schall die Verdichtungsschwingungen der Luft, beim Licht jene des Äthers – zu einer Transversalwelle als Erklärungsmodell über. Dies hatte zur Folge, daß der Äther nun nicht mehr als feine Flüssigkeit, sondern als fester Körper angesehen werden mußte. Die wellentheoretische Interpretation des Lichtes wurde damit zu einem fachübergreifenden Forschungsprogramm.

Die von dem Phänomen der Chladnischen Klangfiguren ausgehenden mathematischen-mechanischen Untersuchungen zu schwingenden Platten, wie sie von Sophie Germain (1775–1831), Denis Poisson (1781–

1840) und Louis Marie Henry Navier (1785–1836) zur gleichen Zeit betrieben wurden, waren mit dem Problem der Schwingungen eines festen Äthers verkoppelt worden. Vor allem Augustin-Louis Cauchy (1789–1857) ließ sich vom Fresnelschen festen Lichtäther zu seinen grundlegenden elastizitätstheoretischen Arbeiten anregen.

Die Mechanik fester Körper, die nun von angenommenen Kraftwirkungen zwischen den Körperpartikeln ausging, umfaßte damit sowohl die Grundlagen der Festigkeitslehre in der technischen Mechanik wie die der Wellenoptik in der Physik. Beide Bereiche gingen später in der Maxwellschen Elektrodynamik auf.

Das sich an die atomistische Interpretation des Lichtäthers als auch der Konstruktionsmaterialien Eisen und Stahl als linear-elastische feste Körper anschließende Forschungsprogramm der Elastizitätstheorie sollte für beide Gebiete außerordentlich fruchtbar sein. Erst die berühmten Michelson-Experimente am Ende des 19. Jahrhunderts, die die Existenz eines „Ätherwindes“ verneinten, eröffneten ein neues Kapitel in der Geschichte der Physik, die fortan auf den Äther als Grundlage der mechanischen Erklärung vieler Naturerscheinungen verzichten konnte. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

- Leonhard Euler: *Determinatio onerum, quae columnae gestare valent*. In: Leonhardi Euleri Opera Omnia. Ser. sec., Vol. 17. Bern 1982.
- La Rosa: *Der Äther. Geschichte einer Hypothese*. Leipzig 1912.
- E. Whittaker: *A History of the Theories of Aether and Electricity*. London 1951.
- Thomas Young: *A Course of Lectures on Natural Philosophy*. Teil I und II. London 1807.
- Thomas Young: *Outlines of Experiments and Inquiries Respecting Sound and Light*. In: G. Peacock (Hrsg.): *Miscellaneous Works of the late Thomas Young*. Vol. I, London 1855; S. 64–98.

DER AUTOR

Andreas Kahlow, geboren 1952, Dr. phil., Dipl.-Ing., studierte Schiffstechnik/Maschinenbau in Rostock. Seit Oktober 1992 ist er Professor für Theorie und Geschichte der Konstruktion an der Fachhochschule in Potsdam.



Frühe Zeugen des Wagenbaus:
Modell eines skythischen
Planwagens, 2. bis
1. vorchristliches Jahrtausend.

SKARABÄUS UND CHAR-À-CÔTE

Das Museum Achse, Rad und Wagen in Wiehl

VON THOMAS KÖPPEN

Vor mehr als 40 Jahren entstand in Wiehl, einem kleinen Ort etwa 50 Kilometer östlich von Köln, das Werksmuseum der Firma „Bergische Achsenfabrik Fr. Kotz & Söhne“. Im Gegensatz zu anderen Werksmuseen beschränkt sich sein Ausstellungskonzept nicht auf die Darstellung der eigenen Unternehmens- und Produktgeschichte. Vielmehr soll dem Besucher die rund 5000jährige Kultur- und Technikgeschichte des gezogenen Wagens vermittelt werden.

Die *Bergische Patentachsenfabrik GmbH*, kurz BPW, wurde 1898 gegründet. Als Zulieferer der damaligen Fahrzeugindustrie stellte das Unternehmen Eisenachsen für Fuhrwerke und Kutschen her. Bereits in den 20er Jahren begann die Fertigung von Anhängerachsen, die auch heute noch mit großem Erfolg produziert werden. Wäre diese Entwicklung an sich schon ein interessantes Ausstellungsthema, so wurde frühzeitig versucht, die eigene Firmengeschichte in einen kultur- und technikhistorischen Kontext zu stellen. Achsen gibt es seit über 5000 Jahren, die BPW ist dagegen noch nicht einmal 100 Jahre jung.

Die Anfänge des Museums waren eher bescheiden. Auf einem kleinen Dachboden wurde 1952 die erste Aus-

stellung gezeigt. Allerdings blieb der Museumsbesuch in dieser Zeit nur Fachleuten und Gästen des Unternehmens vorbehalten. Bei der Präsentation einer neuen Dauerausstellung konnte der Historiker Wilhelm Treue 1965 sein Buch *Achse, Rad und Wagen. Fünftausend Jahre Kultur- und Tech-*



Das Museum „Achse, Rad und Wagen“ ist harmonisch in die Landschaft eingebunden.

nikgeschichte vorstellen. Schnell zählte diese Publikation zu den Standardwerken der Wagenhistorie.

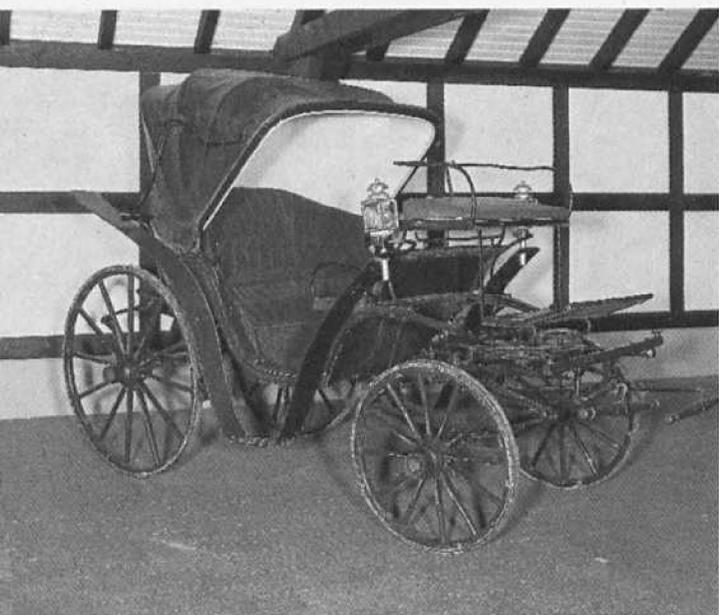
Sechs Jahre danach wurde das Museum der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dem Zuspruch des Publikums Rechnung tragend, wurde die Ausstellungsfläche in den 70er Jahren zweimal erweitert. Unter anderem erhielt das Museum eine betriebsfähige Schmiede,

die auch heute bei Vorführungen ein Besuchermagnet ist. 1986 kam es zu jenem kompletten Umbau, dem das Museum sein jetziges Aussehen verdankt. Gleichzeitig erschien ein neues Fachbuch mit demselben Titel, an dem neben Treue zahlreiche Wissenschaftler mitgearbeitet hatten.

Neben seinen 1000 Quadratmetern Ausstellungsfläche besitzt das *Museum Achse, Rad und Wagen* ein umfangreiches Archiv und eine Bibliothek mit mehr als 2000 Titeln. Seit 1991 publiziert es eine eigene Fachzeitschrift: *Achse, Rad und Wagen. Beiträge zur Geschichte der Landfahrzeuge*. Sie bietet Archäologen, Volkskundlern, Kunst- und Technikhistorikern die Möglichkeit, ihre neuesten Forschungsergebnisse zur Geschichte des gezogenen Wagens, seiner Herstellung und seines Gebrauchs vorzustellen.

Die verschiedenen Ausstellungssektionen widmen sich der Entwicklung vom Steinzeitwagen über die Kutsche bis hin zum modernen LKW-Anhänger. Ferner wird die Handwerks-geschichte der Fahrzeugbaugewerbe dokumentiert.

Lange wurde der Ursprungsort des Wagens im Zweistromland zwischen Euphrat und Tigris lokalisiert. Inzwischen beweisen archäologische Funde,



Selbstfahrer waren im 19. Jahrhundert ein beliebter Kutschentyp.

daß es etwa zeitgleich auch Wagen in Mittel- und Nordeuropa sowie im nordpontischem Raum gegeben hat. So zeigt das *Museum Achse, Rad und Wagen* neben Kopien sumerischer Tontäfelchen auch den rekonstruierten Abguß einer steinzeitlichen Holzachse und zweier Scheibenräder aus einem Moor bei Aurich. Während die 5000 Jahre alten Wagenzeugnisse nur



Selbstfahrer, Gala-, Stadt- und Gesellschaftskutschen Ende des 19. Jahrhunderts.

Nachbildungen sind, handelt es sich bei den 3000 bis 4000 Jahre alten Tonmodellen der Plan- und Streitwagen aus Syrien und dem Schwarzmeergebiet um Originale. Ihre ursprüngliche Funktion ist heute unbekannt. Wahrscheinlich waren sie jedoch kein Kinderspielzeug, sondern Votivgaben.

Vor etwas mehr als 3000 Jahren erlangte der Wagen in Ägypten und etwas später auch in China eine größere Bedeutung. Bekannt sind die unzähligen Reliefs, die ägyptische Pharaonen mit ihren Streitwagen bei der Jagd oder im Krieg zeigen. Die wohl kleinsten derartigen Darstellungen findet man auf Skarabäen. Mit dieser Motivwahl sollten die Herrscher glorifiziert werden. Demgegenüber ist die Szene eines anderen Reliefs eher ungewöhnlich. Es zeigt die einzige bekannte Wiedergabe einer ägyptischen Wagenremise.

Ebenfalls glorifizierenden Charakter besaßen die Darstellungen von Triumphwagen auf phönizischen, griechischen und römischen Münzen, die den Rundgang durch die Sektion der Antike abschließen.

Im Mittelalter verlor der Wagen seine Bedeutung als Statussymbol. Nur wer krank oder gebrechlich war, reiste im Wagen oder in der Sänfte. Neue Geschirre optimierten die Zugleistung der

Pferde. Hiervon profitierte nicht nur die Landwirtschaft, sondern auch der Verkehr. Mit der Ablösung der Subsistenzwirtschaft wurden Kasten-, Rungen- und Leiterwagen auch von Fuhr- und Kaufleuten benutzt. Aufgrund der nur geringen Veränderungen dieser Fuhrwerke läßt sich dieser Teil der Fahrzeuggeschichte am Beispiel von Ackerwagen aus dem ausgehenden 19. Jahrhundert zeigen.

Wichtige Impulse erhielt der Wagenbau in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Abgeleitet aus dem Planwagen, kam der Kobelwagen als spezieller Frauenwagen in Gebrauch. Um den Komfort zu steigern, wurde der tonnenförmige Wagenkasten des Kobelwagens mehr schaukelnd als federnd an Ketten oder Lederriemen aufgehängt. Dieser erste Kutschentyp wurde im 16. Jahrhundert von der Karosse ersetzt; ihr trapezförmiger Wagenkasten hing ebenfalls an vier Lederriemen. Seit dem 18. Jahrhundert spielte mit der Berline ein neuer Kutschentyp eine immer größere Rolle als Reise- und Galawagen. Anhand von Modellen läßt sich der Wandel des Fahrzeugbaus über mehrere Jahrhunderte hinweg im Museum verfolgen.

Hatte der Wagenbau seine künstlerische Blüte im 18. Jahrhundert, so lag

die verkehrstechnische im 19. Jahrhundert. Zahlreiche Kutschenvarianten mit selbsttragenden Wagenkästen belebten die Straßen, eine Theoretisierung des Fahrzeugbaus setzte ein, mit Fiaker beziehungsweise Droschke und Pferdeomnibus etablierten sich öffentliche Verkehrsmittel in den größeren Städten, und schließlich entstanden sogar Wagenfabriken.

Historische Graphiken informieren über die Fortschritte im Kutschenbau seit dem 17. Jahrhundert und den Arbeitsalltag der Wagenbauer. Holzschnitte, Kupferstiche und Lithographien zeigen die Handwerkstechniken der Stellmacher oder Wagner, Sattler, Schmiede, Schlosser, Gürtler und Lackierer.

Neben einer voll funktionsfähigen Schmiede besitzt das Museum eine umfangreiche Sammlung von Stellmacher- und Sattlerwerkzeugen aus dem frühen 20. Jahrhundert. Den beginnenden Maschineneinsatz verkörpern eine Bandsäge, zwei Nähmaschinen, eine Stauch- und eine Universal-Radmaschine. Mit ihren Werkzeugen bauten die Handwerker nicht nur große Kutschen, sondern auch Kinderkutschen. Daneben fertigten sie Schaumodelle für ihre Verkaufsräume und für private Sammler. Stellvertretend zeigt das Mu-

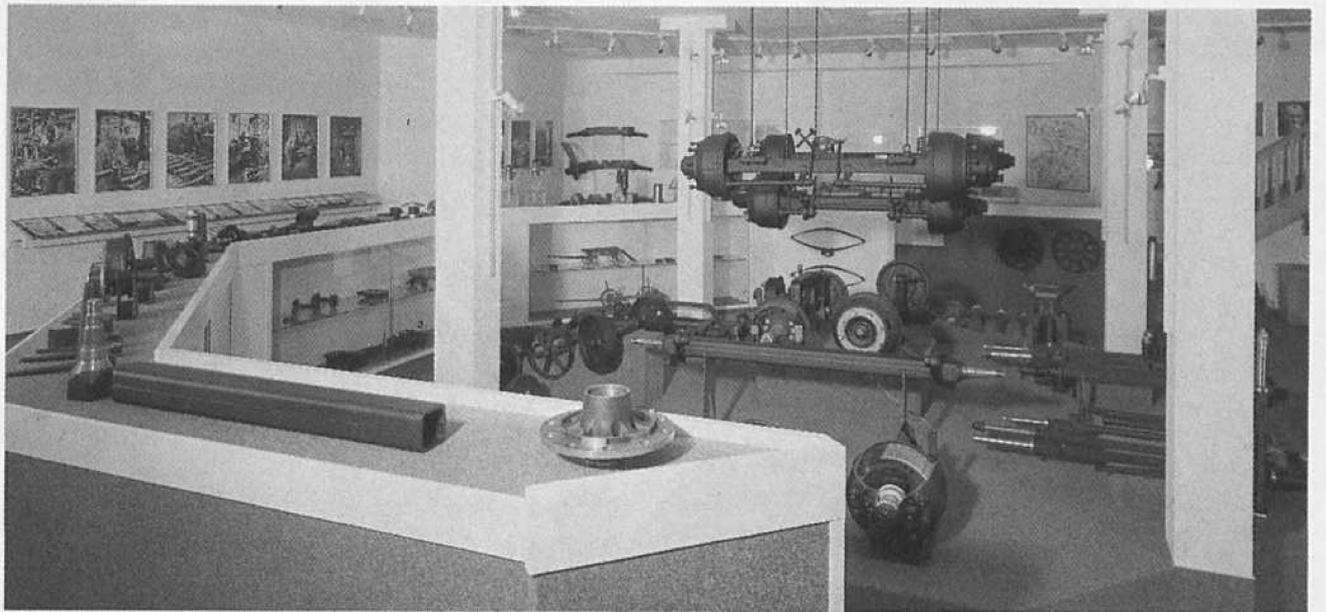
seum eine Kollektion kleiner Modelle und Kinderkutschen aus dem 18. und 19. Jahrhundert.

Lastfuhrwerke und Kutschen aus dem späten 19. und frühen 20. Jahrhundert sind im Original-Maßstab zu sehen. Typische Stadtfahrzeuge, wie Coupé, Viktoria oder Landauer, sind ebenso zu finden wie ein einspänniges Dog-cart des niederländischen Hof-Wagenlieferanten *Hermans & Co* aus

Hof-Wagenfabrikanten Ed. Kühlstein läßt hingegen eher die Eleganz jener Tage erkennen.

Raritäten sind eine Char-à-côte aus der Schweiz, deren quer eingebauter Wagenkasten den ungehinderten Blick auf das Bergpanorama erlaubte, und eine der sehr seltenen Kutschen mit Achsschenkellenkung.

Wer sich über die Entwicklung von der einfachen Kutschenschmierachse



Eine Sektion zeigt die fast 100jährige Firmen- und Produktgeschichte der BPW.

Den Haag. Ein vollgummibereifter Galawagen des Wiener Hof-Wagenfabrikanten E. Schmid, vormals Brandmeyer, präsentiert sich in schlichtem Schwarz. Die Mail-Coach des Berliner

bis hin zum modernen Achsaggregat informieren will, kann dies in der Sektion der Firmen- und Produktgeschichte der *Bergischen Patentachsenfabrik* tun. □



Handwerksvorführungen vermitteln die Arbeitstechniken von Schmied und Stellmacher.

DAS MUSEUM

Öffnungszeiten: Samstags 14.30–17.30 Uhr, Eintritt frei. Montags bis sonntags kostenlose Gruppenführungen nach telefonischer Vereinbarung.

Adresse: Bergische Achsenfabrik Fr. Kotz & Söhne, Ohlerhammer, 51674 Wiehl.

Telefon: 022 62/9 81-2 80

Anreise: Pkw: Autobahn A4 bis Ausfahrt Nr.25 (Gummersbach). Bahn: ab Hauptbahnhof Köln mit der City-Bahn nach Gummersbach, von dort Busverbindung.

DER AUTOR

Thomas Köppen, geboren 1961, M. A., studierte Technikgeschichte an der TU Berlin. Nach einem wissenschaftlichen Volontariat am Museum für Verkehr und Technik in Berlin ist er seit 1993 Leiter des Museums Achse, Rad und Wagen.



Titelbild der „Jugend“ Nr. 25/1896 von Josef Maria Auchentaller, Lithographie.

„Die Nervosität des Zeitalters“

Die Erfindung von Technikbedürfnissen um die Jahrhundertwende

VON JOACHIM RADKAU

Mit dem Aufbruch in die Moderne konnten nicht nur große Entfernungen immer rascher überwunden werden, sondern auch die Zeit schien schneller zu laufen. Hatte die Menschen zuvor fehlende Beständigkeit nervös gemacht, so war es nun eher fehlende Abwechslung. Die „Erfindung von Bedürfnissen“, die dem Wunsch nach Abwechslung genügten, war ein sozialer Prozeß, der sich über die Wechselwirkung zwischen technischer Entwicklung, Konsumentenerfahrung und publizistischen Trends vollzog.

Die Jahrhundertwende war eine Zeit, in der Werbestrategien um sich griffen wie noch nie. Die Voraussetzung dafür war, daß es neue Angebote gab, die sich beliebig steigern ließen, und daß der Lebensstil breiter Massen etwas war, das nicht mehr durch die Gewohnheit festgelegt wurde, sondern das sich verändern ließ, und zwar nicht nur unter dem Zwang der Not, sondern auch unter dem Antrieb neuartiger lustvoller Erfahrungen.

Dieser Wandel der Dinge wirkte nicht auf alle Zeitgenossen in jeder Hinsicht erfreulich. Ein oft und kritisch kommentiertes Thema war der immer raschere Wechsel der Moden, und zwar nicht nur bei der Frauenkleidung der oberen Schichten, sondern bei vielen Gegenständen, selbst bei den Möbeln, die einst von Generation zu Generation vererbt

worden waren. Daß die Industrialisierung dorthin führen würde, war nicht von Anfang an klar erkennbar gewesen, da die industrielle Massenproduktion zunächst einen Trend zur Gleichförmigkeit und zur Schmucklosigkeit aufwies. Noch Karl Marx schrieb – und zwar unter Berufung auf ein Zitat aus dem Jahre 1699 –, daß die „Flatterlaunen der Mode“ dem System der großen Industrie nicht angemessen seien. Aber Werner Sombart, der das Marxsche Kapitalismusbild gemäß neueren Erkenntnissen revidieren wollte, hob die immer raschere Abfolge der Moden als charakteristische Tendenz des modernen Kapitalismus hervor. Er erblickt in diesem beschleunigten Wechsel eine Wirkung der modernen Technik, mehr noch aber des unter der Suggestivkraft der rasanten technischen Entwicklung erfolgten Wandels in der menschlichen Mentalität.

Er schreibt, „mit der Veränderung der Technik und der äußeren Lebensbedingungen“ sei „ein neues Geschlecht von Menschen herangewachsen“, das für ihn durch Hetze und zugleich durch Härte charakterisiert ist. Es seien „Menschen, die die Rastlosigkeit und Unstetigkeit ihres inneren Wesens auch in der äußeren Gestaltung ihres Daseins zum Ausdruck zu bringen trachten“. Manchmal scheint er sich selber dazuzurechnen; in der Tat empfanden andere Sombart als einen ruhelosen und kalten Menschen.

Während die ältere Generation durch den raschen Wandel nervös gemacht worden war, war die Nervosität – Sombart zufolge – bei den Jüngeren umgeschlagen: „Es macht uns nervös, wenn wir ewig ein und dasselbe Kleidungsstück an uns oder unserer Umgebung sehen sollten.“ Ja, selbst die Älteren hat der neue Geist schon ergriffen: „Ein Ehepaar richtet sein Haus kaltlächelnd zur silbernen Hochzeit von



Fahrradboom: Ein Stück Freiheit für Frauen.

oben bis unten neu ein, als ob die 25 Jahre gemeinsamer Nutzung nicht tausend Fäden zwischen den Bewohnern und ihren Möbeln gesponnen hätten, die zu zerreißen empfindsamen Naturen als eine Barbarei erscheint.“

In vielen Fällen vollziehe sich der ewige Wechsel der Gebrauchsgegenstände unter gesellschaftlichem Gruppendruck. „Der Wechsel ist aus einer individuellen eine soziale Tatsache geworden, und damit gewinnt er erst jene weittragende Bedeutung, die ihm heute innewohnt.“ Soweit Sombart im Jahr 1902.

Man kann aus den Worten schon jene konservative Kulturkritik heraushören, der Sombart sich später anschloß. Aber 1902 stand er noch der Sozialdemokratie nahe. Und kein Geringerer als August Bebel wütete in seinem Bestseller *Die Frau und der Sozialismus* gegen die „Modetorheiten“ und „Modenarrheiten“. Es geschieht in diesem Zusammenhang – merkwürdigerweise nicht im Zusammenhang der Arbeitswelt –, daß er die damals gängige These von der Nervosität der Jetztzeit aufnimmt.

Abb.: K&T (l.); aus: Max J. B. Rauck u. a.: Mit dem Rad durch zwei Jahrhunderte, Stuttgart 1979 (o.)

Er klagt: „In diesem Hetzen und Jagen von einer Mode zur anderen und von einem Stil zum anderen spiegelt sich die Nervosität des Zeitalters am prägnantesten wider.“ Der Sozialismus dagegen werde „wieder eine größere Stabilität in die Lebensgewohnheiten der Gesellschaft bringen“. „Als dann wird die Nervosität, diese Geißel unseres Zeitalters, verschwinden.“ Sombart war 23 Jahre jünger als Bebel; er konnte sich schon vorstellen, daß eine neue Generation ihre Befriedigung im ewigen Wechsel findet und gerade durch mangelnde Abwechslung nervös gemacht wird! In der Folge erwies sich Sombart selber als ungemein wandlungsfähig.

In den Jahrzehnten um die Jahrhundertwende entstand der moderne Stil der Reklame, der mit optischen Effekten und unterschwelligem Suggestivwirkungen arbeitet. Das paßt ganz zu dem bezeichneten Trend. Man ist versucht, eine Querverbindung zu der Hypnose herzustellen, die in den 1890er Jahren in Medizinerkreisen zu einer regelrechten Bewegung wurde.

Zu den prominentesten Kritikern der neuen Werbetechnik gehörte wieder Werner Sombart, der 1908 eine öffentliche Kontroverse über die Reklame auslöste. Seine Kritiker suchten darzulegen, daß die Reklame gar kein neues Phänomen sei, sondern bis in die Antike zurückreiche; aber Sombart hatte zweifellos recht, wenn er das völlig Neuartige dieses Werbestils betonte. Darüber hinaus aber suchte er die effekthascherische Reklame als ökonomisch irrational hinzustellen. Es lohnte sich, nachzuprüfen, ob er nicht vielleicht sogar in diesem Punkt hier und da recht hatte.

DAS WECKEN NEUER BEDÜRFNISSE ALS KULTURTAT DER REKLAME

Ein Kritiker aber hob hervor, daß die Reklame im Zeitalter der Massenproduktion eine wirtschaftliche Notwendigkeit sei. Ja mehr noch, die Reklame sei eine Kulturtat, eine Tat der Hygiene. In Anspielung auf die *Odol*-Reklame, die vom Strom der Hygienebewegung getragen wurde, erklärte der Sombart-Kritiker: „Ich rechne es zu den Kulturtaten der Reklame, daß sie dazu beiträgt, neue Bedürfnisse zu erwecken. Die Reklame für Mundwasser



Geschwindigkeitsrausch als Nervenkitzel der neuen Zeit. Werbung für Bosch-Zündungen von Lucian Bernhard, 1911, Offset, 115 × 81 cm.

Zeitschriftenwerbung für ein Haarpflegemittel. Aus: „Mode und Haus“, 27. Jahrgang, Berlin 1910.

z. B. hat viel dazu beigetragen, daß ... Menschen, die im Gebrauch von Mundwasser einen Luxus sehen, immer seltener werden.“

Wie man sieht, hat „Luxus“ immer noch einen schlechten Klang, offiziell zumindest.

Drei charakteristische Bereiche lassen sich hervorheben, in denen sich um die Jahrhundertwende der neue, suggestive Stil der Reklame besonders exzessiv entfaltete; in allen drei Fällen handelte es sich um neue Produkte des technischen Zeitalters. Zuallererst die neuen Produkte der Elektrotechnik, die mit ihren Lichteffekten nicht nur Thema, sondern auch technischer Bestandteil der neuen Reklame war.

Den deutschen Besuchern der Pariser Weltausstellung von 1900 fiel bei den Dachreklamen der Seine metropole die Benutzung der Elektrizität „zu malarischen Illuminationskünsten“ auf. Thomas P. Hughes hat als die bahnbrechende Leistung von Edison als *system builder* hervorgehoben, daß er nicht nur elektrotechnische Innovationen, sondern wirkungsvolle Verwendungszusammenhänge miterfand. Seit der Zeit Edisons besaß die Elektrobranche

einen propagandistischen Geist; sie mußte sich ihren Bedarf schaffen, da die neue Elektrotechnik erst durch das große Netz rentabel wurde.

An zweiter Stelle sind die neuen Produkte der privatisierten Verkehrstechnik, Fahrrad und Auto, zu nennen. Allein von der Produktionstechnik her läßt sich der neue Stil der Werbung nicht erklären; denn während die Fahrradindustrie schon zu Methoden der Massenproduktion überging, dominierte in der Autobranche noch die Kleinserienfertigung. Es war vor allem die spezifische Attraktivität des Produktes, der damit verbundene Bewegungs- und Geschwindigkeitsrausch, der innovatorische Werbemethoden inspirierte.

Weniger geläufig, aber gleichwohl bedeutungsvoll ist der dritte Bereich von neuen Produkten, die in einem neuen Stil vermarktet wurden: Es ist der Bereich der Gesundheit und dessen, was man vor 100 Jahren unter „Hygiene“ verstand. Nicht zufällig tauchte in der Sombart-Kontroverse die *Odol*-Werbung als Beispiel auf. Nicht nur die Elektroausstellungen und die Fahrrad- und Autorennen,

sondern auch die Hygieneausstellungen sind ein charakteristisches Novum jener Zeit. Der Ausstellungskatalog der Dresdner Hygiene-Ausstellung von 1911 enthält einen dickleibigen Reklame-Anhang.

Claude C. Hopkins, einer der bekanntesten amerikanischen Reklame-Experten jener Zeit, schrieb später, um die Jahrhundertwende habe die Heilmittel-Reklame dem Werbefachmann die größten Chancen geboten. „Hier konnte er am besten seine Befähigung zeigen. Heilmittel waren so lange wertlose Handelsartikel, bis eine Nachfrage dafür geschaffen war ... Alles stützte sich eben auf die Propaganda.“ Ein per se evidenter Gebrauchswert bestand ja nicht. „Aus diesem Grunde sind die bedeutendsten Propagandafachleute meiner Zeit aus der Schule der Heilmittelpropaganda hervorgegangen.“ Aus der Rückschau gesteht er allerdings, daß er die Heilmittel-Reklame inzwischen ablehne und nichts mehr damit zu tun haben wolle.

Der Heilmittel-Boom jener Zeit ist ein merkwürdiges Phänomen; denn er korrelierte keineswegs mit entsprechenden Fortschritten der pharmazeu-

tischen Industrie. Auch die Medizin jener Zeit scheint zu den Pharma-Produzenten generell noch kein besonders gutes Verhältnis gehabt zu haben; nicht selten trifft man die Auffassung, daß der medizinische Fortschritt weg von den Pillen führe. Mit Grund hatte die Heilmittelschwemme jener Zeit eine schlechte Presse.

DIE WELTAUSSTELLUNGEN UND DER AUFSTIEG DES SCHAUFENSTERS

Der Glaube an neue Erfindungen zum Wohle der Gesundheit muß sehr populär gewesen sein, damit die Heilmittelreklame dennoch Erfolg hatte. Hygiene und neue Technik hingen um 1900 im allgemeinen Bewußtsein eng zusammen.

In die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts fällt der Aufstieg des Schaufensters. Bis dahin waren, wie Eugen Diesel schreibt, die Auslagen der Geschäfte „spärlich und bescheiden“ gewesen. Im späten 19. Jahrhundert kamen die palastartigen Warenhäuser hinzu. Diesel glaubt, diese Entwicklungen seien durch die Weltausstellungen vorangetrieben worden: Was waren diese, meint er, „anderes als die pompöse Übersteigerung der Idee des Schaufensters, des Warenhauses, des Jahrmarktes und der altehrwürdigen Messe?“

Man könnte es merkwürdig finden, daß die große Zeit der Weltausstellungen nach 1900 vorbei war. Aber vielleicht ist gerade die wachsende Verbreitung des neuen Reklamestils ein Grund dafür: Die Reklame hatte sich von den Ausstellungen emanzipiert.

Theoretisch betrachtet, ist die systematische Schaffung neuer Bedürfnisse seit dem späten 19. Jahrhundert nichts weiter als die logische Konsequenz längst bestehender Trends und Verhältnisse:

1. Das Wesen des Geldes besteht darin, daß es nicht zur Befriedigung bestimmter, sondern beliebiger Bedürfnisse fungiert. Das unstete Schwanken zwischen verschiedenen Bedürfnissen und das Aufkommen immer neuer Bedürfnisse liegen insofern in der Logik der Entfaltung der Geldwirtschaft – vorausgesetzt, es trifft zu, daß das menschliche Wesen tatsächlich zunehmend vom Geld bestimmt wird.

2. Wenn man in der Durchrationalisierung der Wirtschaft einen aus inne-

rer Notwendigkeit fortschreitenden Prozeß erblickt, dann ist es logisch, daß der innovatorischen Durchrationalisierung der Produktion früher oder später ein ähnlicher Prozeß im Absatz folgen muß, damit kein Engpaß entsteht.

3. Wenn man die Technik für im Wesen innovatorisch, die menschliche Natur im Vergleich dazu für träger hält, dann folgt, daß die technische Entwicklung irgendwann auf die gezielte Weckung neuer Bedürfnisse beim Menschen angewiesen ist, um nicht ihre ökonomische Basis zu verlieren.

Aber all diese Trends sind eben an bestimmte Voraussetzungen geknüpft, die wohl im großen und ganzen, aber doch nicht ständig und unter allen Bedingungen zutreffen. Außerdem treffen sie auf das Trägheitsgesetz und auf Gegenkräfte. Daraus folgt, daß sich die systematische Schaffung neuer Bedürfnisse in bestimmten historischen Konstellationen doch schubartig und ereignishaft vollziehen kann.

In die Jahrzehnte um die Jahrhundertwende fiel ganz offensichtlich ein solcher Schub. Das erklärt sich nicht zuletzt daraus, daß in jener Zeit – teilweise zufällig – mehreres zusammenkam und einen synergetischen Effekt auslöste. Es gab eine ganze Serie neuer Produkte, die die Phantasie anreizten und der Werbung ein ideales Objekt boten. Die neuen synthetischen Farben und die Jugendstilkunst, im Verein mit dem elektrischen Licht, trafen sich in einzigartiger Weise mit dem Streben nach neuen Reklameeffekten. Während im Bürgertum des 19. Jahrhunderts noch lange eine sparsame und puritanische Einstellung dominiert hatte, begann am Jahrhundertende eine genießerische, auf Prestigekonsum erpichte Lebenshaltung weitere Kreise zu ziehen: auch dies eine Bedingung für den neuen Marketing-Stil.

Die Massenförderung von Steinkohle vermittelte in Deutschland seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das Grundgefühl, daß Energie im Prinzip beliebig steigerbar sei: Das gab ein anderes Lebensgefühl als das Bewußtsein der Begrenztheit der Ressourcen, das im „hölzernen Zeitalter“ selbstverständlich gewesen war. Mehr denn je wurde jetzt bei breiten Bevölkerungsschichten ein suchartiges Verhalten möglich, gestützt auf das Bewußtsein, daß es im Prinzip möglich

Der Stolz des Weibes



JAVOL
 schafft langes volles, üppiges, weiches
 seidiges, duftiges Haar. Beseitigt
 Haarausfall und Kopfschuppen
 Seit vielen Jahren stets bewährt

Haarpflege
Schuppen, wenn noch wenig, überkrusten die Kopfhaut, erstickt die Haarschaft, und das Haar fällt aus. Beseitigen Sie die Schuppen und Schieren mit der „Eta-Haarkeule“. „Eta-Haarkeule“ fördert das Wachstum, und die prächtige, volle Haarwuchs entwickelt sich.
Preis mit Vorschiff M. 2,50

Haarfärbung
„Eta-Haarfärbelotion“ färbt jedes Haar allmählich braun, dunkelbraun oder schwarz. Ob in 6-17 Tagen d. gewachsenen Haartons. Preis kompl. M. 2,50

Reinweißer Teint
Die „Eta-Maske“, welche des Nachts angelegt werden kann, beseitigt gründlich durch Sauerstoffwirkung Sommersprossen, Hautunreinigkeiten, gelbe Haut und erzeugt jeden beliebigen ersehnten Teint.
Preis M. 4,-

Muttermal
„Eta-Tätowiermittel“ beseitigt in 8 Tagen alle Tätowierungen, Muttermale, Leberflecke und Wunden glatt. Kein Mittel kommt den „Eta-Tätowiermittel“ an Wirkung gleich.
Preis M. 4,-

Schöne Augen
„Eta-Augenbad“ stärkt die Augenmuskeln; matte Augen erhalten strahlende Frische, werden größer; der Blick anziehend und keuschen.
Preis mit „Eta-Wasser“ M. 2,50

Lästige Haare
„Eta-Haarströmungsblende“ blüht und sanft die Haare, so daß sie vollständig farblos und dünn werden und wie Flaumhaare nicht sichtbar sind.
Preis kompl. M. 5,-

Schneeweiße Zähne
„Eta-Whitening“ löst alle gelben Anläufe und Zahnstein ausmündlich. Gereinigte weiße Zähne sind es, welche jeden stärkt, anziehenden Blick geben.
Preis M. 2,-

Übermäßiger Fettansatz
Doppelt, starker Leib und Hüften, dicke Waden beseitigt „Eta-Fettwachs“ (örtliche Einreibung).
Preis M. 4,-

Sonnenverbrannter Teint
erzählt man sofort durch „Eta-Sonnenbräunung“ (Gänge abtrocknen).
Preis M. 2,-

Lästiger Schweiß
Wer an heißen Fuß-, Hand- oder Achselhöhlen, dicke Waden beseitigt „Eta-Fußlöschung“. Die Füße und Achselhöhlen bleiben sofort garantiert trocken und vollständig geruchlos. (Abgabe der Schwelldrüsen). Ärztlich mit Würde empfohlen.
Preis mit Verteiler und Zubehör M. 2,50

„Eta-Artikel“ sind patentamtlich geschützt gemäß Gesetz vom 12. Mai 1894. Von zahlreichen Ärzten und Chemikern ausprobiert und glänzend begutachtet. Täglich eingehende Dankschreiben, selbst aus den entferntesten Ländern der Erde.

Versand unentgeltlich per Nachnahme oder gegen Vorauszahlung auf Postcheckkonto Berlin 43634. Porto extra.
Bei Bestellung von drei verschied. Artikeln od. mehr porto- u. spendenfrei.

Obige Grundpreise sind mit der Reichsindexziffer zu multiplizieren.

Laboratorium „Eta“ G. m. b. H., Berlin W206, Potsdamer Straße 32

ist, von angenehmen Dingen immer noch mehr zu bekommen.

Ein technikbegeistertes *Buch der Neuesten Erfindungen* von 1906 enthält sehr abschätzige Bemerkungen über die „moderne Schnellfahrerei“. Der Verfasser zweifelt, „ob in der Geschwindigkeit allein das Heil einer Steigerung und Hebung des Verkehrs zu suchen“ sei, und meint, „ein effektives Bedürfnis im Interesse des Verkehrs“ liege „für die immense Steigerung der Fahrgeschwindigkeit nicht vor“. „Die unsere Blitzzüge benutzenden Fahrgäste haben es zumeist nicht nötig, mit der Zeit zu geizen, für sie ist die Schnellfahrerei ein Sport, bei dem sie recht unnötigerweise ihre Haut zu Markte tragen und vielleicht gerade im Bewußtsein der Gefahr eine Abwechslung für ihre durch Genüsse aller Art verdorbenen Nerven finden.“

Man bemerke, daß der Verfasser zwischen einem legitimen und einem illegitimen Bedürfnis unterscheidet: zwischen dem Bedürfnis des Verkehrs und dem Bedürfnis von Müßiggängern mit verdorbenen Nerven. Wie Sombart setzt er voraus, daß es mittlerweile einen Menschentypus gibt, den nicht mehr das Tempo, sondern die Langsamkeit nervös macht; er bekundet stärkste Aversion gegen diesen Typus.

Überhaupt dieser Nervendiskurs: Er ist sehr typisch für die Zeit zwischen den 1880er Jahren und dem Ersten Weltkrieg, und er wirft ein Licht auf den mentalen Wandel, der mit dem ra-

piden Wachstum der Konsumbedürfnisse einherging. Nicht zuletzt weist er darauf hin, daß diese Entwicklung zwar durchaus mit der Technikgeschichte zusammenhängt, aber nicht zu simpel monokausal aus der Technik abgeleitet werden darf.

Die medizinische Literatur vermittelt nur ein fragmentarisches Bild; denn sie erfaßt vornehmlich die „Neurasthenie“ als therapiebedürftigen Zustand. Viele Quellen lassen aber deutlich erkennen, daß es sich bei dieser Neurasthenie lediglich um den leidvollen Teil einer viel weiter verbreiteten „Nervosität“ handelte, die durchaus auch ihre lustbetonten Seiten besaß. Ein Wiener Nervenarzt glaubte um 1890 feststellen zu können, daß die Nervenschwäche „mit Vorliebe verweichlichte Personen“ befallt, „die

Im Dienste des neuen Hygienebewußtseins: Zeitschriftenwerbung für Zahn-Creme und Mundwasser von „Kalodont“. Aus: „Illustrierte Zeitung“, 143. Band, 1914.

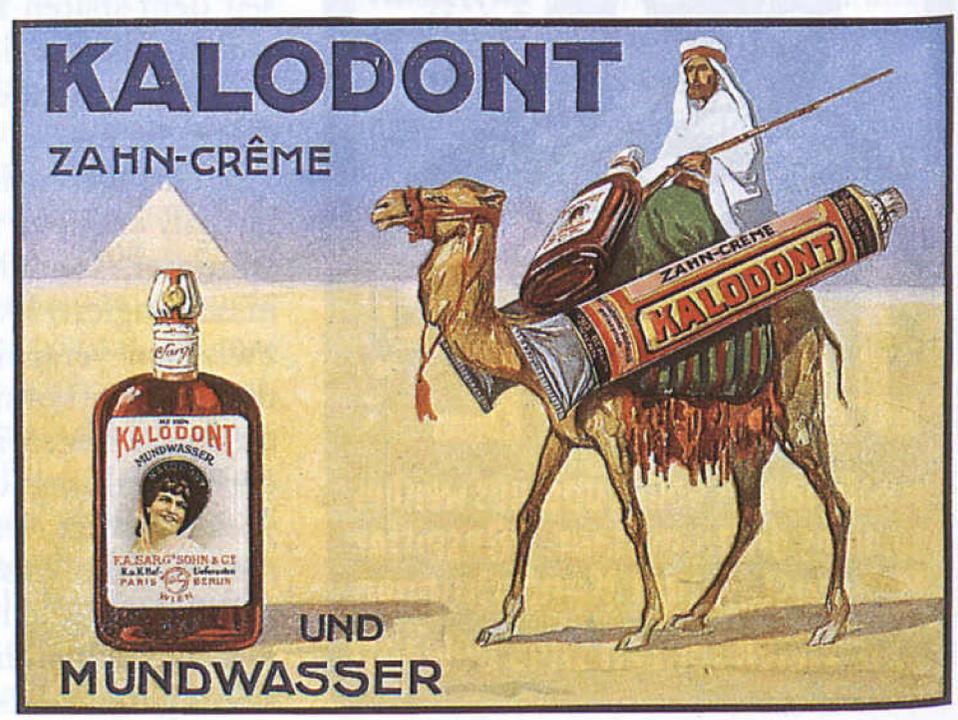
große Ansprüche an das Leben stellen“, aber jene fliehe, „die ihre Bedürfnisse fast auf Null reduziert haben und sich selbst genügen“. Aber diese neue Nervosität *resultierte* nicht nur aus der Vielfalt von Bedürfnissen, sondern *erzeugte* auch selber Bedürfnisse; sie war Bestandteil eines neuen Verhaltenssystems, zu dem die wachsenden Konsummöglichkeiten gehörten.

„Nervenschwäche“ wird als verbreitetes Phänomen schon zur Goethezeit erwähnt; aber damals dominierte dabei das depressive Element der Stumpfheit und Lethargie. Demgegenüber besaß die wilhelminische Neurasthenie ein viel ausgeprägteres Element von Überreiztheit und zugleich ewiger Reizsuche: Es war ein sich selbst reproduzierender Zustand, der deutlich mit der allgemeinen Zeitatmosphäre zusammenhing.

Die Ärzte erlebten die Neurastheniker gewöhnlich in ihrer depressiven Phase; aber die Patientengeschichten zeigen, daß leicht-manische Zustände zum Gesamtprozeß dieser psychischen Verfassung oftmals dazugehörten; eine solche Manie äußerte sich üblicherweise im Kaufrausch, in der Reiselust und in unternehmerischer Überaktivität und Risikofreude.

Gewiß gab es den Wechsel von Euphorie zur Melancholie – „himmelhoch jauchzend, zu Tode betrübt“ – schon früher; das Neue bestand am Ende des 19. Jahrhunderts in der Art, in der nunmehr breitere Bevölkerungsschichten manische Zustände zu stimulieren und auszuleben vermochten und den Wechsel leicht-manischer und leicht-depressiver Zustände bis zu einem gewissen Grad als Lebensform zu stabilisieren verstanden. Eine neue Art

Zeitschriftenwerbung für Produkte des Laboratoriums „Eta“ in Berlin gegen lästigen Schweiß, sonnenverbrannten Teint, übermäßigen Fettansatz. Aus: „Reigen. Blätter für geplante Kunst“, Nr. 11/1923.



Fotos: Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin (2)

von Ruhe – oder doch leidlicher Ruhe – in der ständigen Bewegung zu finden: Das war das anthropologische Novum jener Zeit.

Die neuen Reismöglichkeiten und die in Massen wie noch nie verfügbaren Reizmittel Alkohol, Nikotin und Koffein spielten dabei eine große Rolle.

Kräften zu übernehmen. Auf jeden Fall bescherte das Fahrrad in seiner Frühzeit, als es noch nicht mit dem Auto konkurrierte, ein berauschendes Geschwindigkeitserlebnis, und darauf konnte die Fahrradwerbung anspielen.

Aber mehr noch: Emile Zola rühmte das Radfahren in seinem Paris-Roman

Großstadtlebens nicht kannte. Sie begreifen nicht, warum man's heute anders treibt, als sie es in ihrer fernen Jugend getrieben haben, betrachten dieses Drängen und Jagen fast als eine Ver-sündigung gegen die menschliche Natur und prophezeien den Untergang der Rasse, die ihre Nerven im rastlosen



Erwachendes Mobilitätsbewußtsein: Plakat der Internationalen Ausstellung für Reise- und Fremdenverkehr Berlin, 1911, von Hans Rudi Erdt.

Aber auch die Begeisterung für das Fahrrad, das Auto und sogar den Zepelin ist vor dem Hintergrund des Nervendiskurses zu verstehen, der eben nicht nur eine literarische Wortkaskade, sondern auch ein Reflex tatsächlicher Selbsterfahrung war.

Das Fahrrad vermittelte eine ganz neue Art von Körpererfahrung, und man konnte darüber spekulieren, was diese Erfahrung bedeutete. Anfangs waren die Meinungen durchaus geteilt darüber, ob Radfahren gesund oder ungesund sei, zumal gerade Radfahr-Neulinge dazu neigen, sich mit ihren

von 1898 als eine „Schulung des Willens“, insbesondere für junge Mädchen! Die Willensschulung war nach 1900 der neue Trend in der Nerventherapie, als man an der Heilkraft der Ruhe und der warmen Bäder zu zweifeln begann.

Eduard Bertz schreibt in seiner 1900 erschienenen *Philosophie des Fahrrades*: „Gute, bequeme Leute, deren heftigste Leidenschaft die Ruhe ist, meinen wohl, es habe sich besser leben lassen in jenen gemütlichen Tagen, als man noch Zeit in Fülle hatte und die atemlose Hetzjagd des modernen

Daseinskampf zerreibt.“ Also wieder diese Anspielung auf den Nervositätsdiskurs!

Bertz gibt diesen Bedenken nicht einmal ganz unrecht, fährt jedoch fort – und vermutlich können wir ihm da zustimmen: „Aber das Rad wenigstens sollten sie nicht schmähen, das doch ... viel mehr berufen ist, die Ermatteten wieder aufzurichten, als den Niedergang zu fördern.“ Gewiß scheine das englische Sprichwort *time is money* „im Veloziped seine Verkörperung erlangt zu haben“. Aber nicht nur negativ: „Denen, die es erprobt haben,

TECHNIKBEDÜRFNISSE

stärkt sein Dasein die Zuversicht, daß diese schaffens- und kampffreudige Zeit auch Heilung findet für die Wunden, die sie schlägt.“

So weit, so gut; seltsamerweise glaubten manche Auto-Enthusiasten, auch dem Automobil eine nervenheilende Wirkung zuschreiben zu können! Vielleicht kann man sagen, daß das Auto die Nervosität gleichsam externalisierte: Der Automobilist hatte für seine Person das Selbstgefühl gewonnen, das moderne Tempo nicht mehr passiv zu erleiden, sondern selber zu steuern; aber er störte dafür die Ruhe anderer Menschen und erbaute sich nicht selten sogar daran!

Die größte kollektive Begeisterung der wilhelminischen Deutschen vor den Augusttagen von 1914 war der ungeheure Enthusiasmus für den Zeppelin – den Mann und sein Luftschiff –, der sich ab 1906 schlagartig ausbreitete,

nachdem Graf Zeppelin bis dahin nach außen keine sehr glückliche Figur gemacht hatte. Es war vor allem die majestätische Ruhe des an eine Riesenzigarre erinnernden Luftschiffs, die eine magische Wirkung ausübte – zu einer Zeit, als die Begeisterung für die unruhig vibrierenden Motorflugzeuge in Deutschland noch vergleichsweise gering war.

Ein Zeitgenosse stellt in der Erinnerung den Bezug zu dem damaligen Nervositätsdiskurs her und glaubt, Zeppelin sei damals im Bewußtsein der Deutschen zur Gegen-Autorität gegen Wilhelm II. geworden, der für viele der Inbegriff des Neurasthenikers war: Die impulsive und sprunghafte Art des Kaisers sei dem deutschen Volk „auf die Nerven“ gegangen. „Demgegenüber erschien die zielbewußte, ruhige und feste Persönlichkeit des alten Luftschiffkonstruktors, des ehemaligen

Kavalleriegenerals, als das Ideal eines verehrungswürdigen Führers.“

Vor allem aber hatte der rasch expandierende Gesundheits- und Hygienemarkt viel mit dem zeitgenössischen Nervendiskurs zu tun. Die Empfindung, „nervös“ oder „neurasthenisch“ zu sein, rief damals in charakteristischen Fällen einen diffusen und unerfüllbaren Medikalierungsbedarf hervor: Neurastheniker, die es sich leisten konnten, liefen von einem Arzt zum anderen und probierten unermüdlich neue Therapien aus. Sie waren bereit – was keineswegs nur negativ zu werten ist –, mit dem eigenen Körper und der eigenen Lebensweise immer neue Experimente anzustellen, verschiedene Heilmittel und Diät-Methoden zu erproben und dazu warme und kalte Bäder, Massage und Hypnose, Ruhe und Gymnastik-Apparaturen, verschiedene Arten von Elektrotherapie und Nacktkultur.

Die Erfahrung der Neurasthenie brach eingefahrene Lebensgewohnheiten auf; mit wechselnden Kuren und Therapien baute man sich eine Lebensgeschichte und einen Lebenssinn neuer Art auf – nicht umsonst waren Neurastheniker bei ihrer Lebens- und Leidensgeschichte ungemein erzählfreudig. Das deutsche System der Krankenversicherung trug dazu bei, Therapiebedürfnisse hervorzubringen; denn man wollte ja von seinen Versicherungsbeiträgen etwas haben.

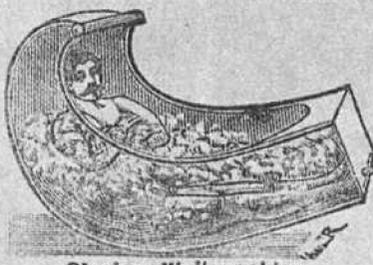
Auch die Hygienebewegung trug zur Entstehung immer neuer Technik- und Therapiebedürfnisse bei. Kanalisation und Elektrifizierung galten als die Großtaten der kommunalen Hygiene; um die Jahrhundertwende hatten Hygiene und Technik viel miteinander zu tun. Dieser Umstand trug wesentlich dazu bei, daß sich der Glaube verbreitete, der technische Fortschritt werde auf die Dauer die durch die frühe industrielle Technik verursachten Mißstände großenteils beheben.

Der technische Fortschritt entwickelte sich in der wilhelminischen Ära zu einer wesentlichen Konsens-Perspektive; der Glaube an ihn erfüllte nicht mehr nur die ökonomisch orientierten Liberalen, sondern reichte nunmehr vom Kaiserhof bis zur Sozialdemokratie. Dadurch konnte auch die Reklame für technische Innovationen einen neuen visionären Schwung bekommen, der bis in die Waschmittel-

Zeitschriftenreklame von 1896: Mehrzweckbadewanne für wassertherapeutische Anwendungen in der eigenen Wohnung.

Bade zu Hause

in Dittmann's Wellenbadschaukel
D. R. P. 51766
(Man hüte sich vor wertlosen Nachahmungen in anderer Form; hygienisch richtig ist nur das Schaukel in Längsrichtung des Körpers).



Starker Wellenschlag.



Vollbad.



Kinderbad.



Sitzbad.



Dampfschwitzbad.

Von den verschiedenen Badeapparaten hat noch keiner einen grösseren Beifall gefunden, wie Dittmann's Wellenbadschaukel. Durch die sinnreiche, ganz der Körperform angepasste Bauart wurde jeder überflüssige Raum vermieden und ein Apparat geschaffen, der selbst in beschränktem Raum untergebracht werden kann und mit wenig Wasser ein erfrischendes nervenstärkendes Wellenbad, sowie ein Voll-, Halb-, Kumpf-, Kinder- und bequemes, verstellbares Sitzbad bietet. — Ein Wellenbad in Dittmann's Wellenbadschaukel ist das angenehmste Bad, welches existiert. Es ist in keiner Weise mit einem sogenannten Wiegenbad in einem Sarg- oder Bocktrog ähnlichen Apparat zu vergleichen. Das Wiegen ist der Gesundheit schädlich; es betäubt die Nerven und bewirkt dadurch das Einschlummern der Kinder. In noch weit höherem Maasse aber schadet das Seitwärtswiegen im Wasser. — Ein Holzuntersatz gehört zur Wellenbadschaukel, um dieselbe zu verstellen. Der Apparat ist fast unverwüßlich und kann ein Menschenalter hindurch dienen.

Größenmasse und Preise der Wellenbadschaukel. Gr. 1, ganze Länge 130 cm, passend für eine Körperlänge bis 175 cm. Preis 40 Mk. Gr. 2, ganze Länge 142 cm, passend für eine Körperlänge bis 187 cm. Preis 44 Mk. Gr. 3, ganze Länge 150 cm, passend für noch grössere Körperlänge, Preis 46 Mk. (Verpackung in Lattengestell per Stück 2 Mk. Wird die gewünschte Grösse nicht ausdrücklich vorgeschrieben so senden immer Gr. 1. — Dampferzeuger mit Spiritusheizung 10 Mk., Dampfmantel von dampfdichtem Ledertuch inkl. Eisenschiene und Hülse zum Einfügen an der Wellenbad-Schaukel, 18 Mk. extra.

Moosdorf & Hochhäusler
Berlin Kommandantenstrasse 60.

werbung – eines der aufsehenerregendsten Reklame-Genres überhaupt – zu spüren ist.

„Erfindung von Bedürfnissen“ soll nicht heißen, daß es einen einzelnen Erfinder gäbe und der gesamte Vorgang nur auf Manipulation beruhe: Im Gegenteil sollte gezeigt werden, daß so simple Kausalvorstellungen an der Wirklichkeit vorbeigehen. Von der großen Zeit der Hypnosebewegung bis hin zu Habermas und seinen Jüngern sind die Möglichkeiten der Manipulation offenbar ganz gewaltig überschätzt worden.

Die Erfindung von Bedürfnissen war in Wirklichkeit offensichtlich ein sozialer Prozeß, der sich über Wechselwirkungen zwischen technischer Entwicklung, Konsumentenerfahrung und publizistischen Trends vollzog: Dieser Prozeß ist keineswegs im Bausch und Bogen negativ zu bewerten, auch wenn er Gefahren enthalten kann. Hier ist noch sehr viel zu erforschen; zu lange war der kritische Zugang durch Denkschablonen verstellt.

DIE GRENZEN DER ERFINDUNG NEUER SENSATIONEN

So etwa die auffallend rasche Ausbreitung der Röntgentechnik in den letzten Jahren des 19. Jahrhunderts: Röntgens eigenes Werk war diese rapide Expansion ganz gewiß nicht – er war an der Kommerzialisierung seiner Erfindung geradezu auffallend desinteressiert. Der Vorgang wirkt zunächst vollkommen rätselhaft; denn schon sehr rasch konnte man zumindest ahnen, daß diese unsichtbaren Strahlen keineswegs harmlos waren, sondern den Mann unter anderem an einer besonders empfindlichen Stelle: der Zeugungskraft trafen. Wieso dennoch diese allgemeine Versessenheit auf die Röntgengeräte, während das harmlose Stethoskop zwei Generationen davor Jahrzehnte zu seiner Durchsetzung gebraucht hatte?

Sicherlich spielt das innovationsfreudige Zeitklima der Jahrhundertwende eine Rolle, gewiß aber auch eine durch den Aufstieg der Anatomie bewirkte Versessenheit vieler Mediziner auf menschliche Transparenz um jeden Preis. So könnte man sich ein Modell der Entstehung von Bedürfnissen vorstellen.

„Die besten Mittel zur Schönheits- und Körperpflege sind die Formosa-Präparate.“
Werbung von A. Kratz, 1905.



Seit der 68er Polemik gegen den „Konsumterror“ und der danach aufkommenden Umweltbewegung besteht die Tendenz, die alte Unterscheidung zwischen naturgemäßen und unnatürlichen = überflüssigen Bedürfnissen wiederzubeleben. Ohne Geschichtskennntnis konnte sogar die naive Vorstellung kursieren, diese Unterscheidung sei ziemlich einfach. Der Historiker, der sich an die Wandelbarkeit dessen erinnert, was zu verschiedenen Zeiten als „natürlich“ gilt, hat es da schwerer.

Die „Natur“ des Menschen, die dabei angesprochen wird, ist keine überzeitliche Konstante. Allerdings kann sie auch nicht beliebig und ebensowenig in kurzen Zeiträumen verändert werden. Vielleicht kann der historische Zugang dabei helfen, aus dem Dilemma des bisherigen Rasonnierens über den Bedürfnisbegriff hinauszuführen.

Das heißt nicht, daß man dabei in eine völlige Beliebigkeit des Bedürfnisbegriffs hineingerät. Denn auch das zeigt die Geschichte: Neue menschliche Bedürfnisse können nicht willkürlich erfunden werden. Das Erlebnis der ersten Eisenbahnen, der ersten Fahrräder, Autos und Flugzeuge waren keine Erfahrungen, die sich mit neuen technischen Innovationen beliebig wiederholen lassen, sondern sie besitzen etwas historisch Einzigartiges und Unwiederholbares. Denn das menschliche Dasein vollzieht sich stets in den gleichen Dimensionen, und das technisierte Geschwindigkeitserlebnis, die schnelle Überwindung des Raumes, der Aufstieg in die Luft können nicht durch die Eroberung immer neuer Dimensionen übertrumpft werden.

Die unaufhaltsame Ausbreitung des Telefons, das schriftliche durch mündliche Kommunikation ersetzte und daher eine sinnliche Attraktivität besaß, ist kein Beweis, daß künftige neue Kommunikationssysteme einen ähnlichen Erfolg haben werden; denn der sinnliche Reiz des Telefons ist nicht so leicht durch die Erfindung ähnlich fundamentaler Attraktionen zu übertrumpfen.

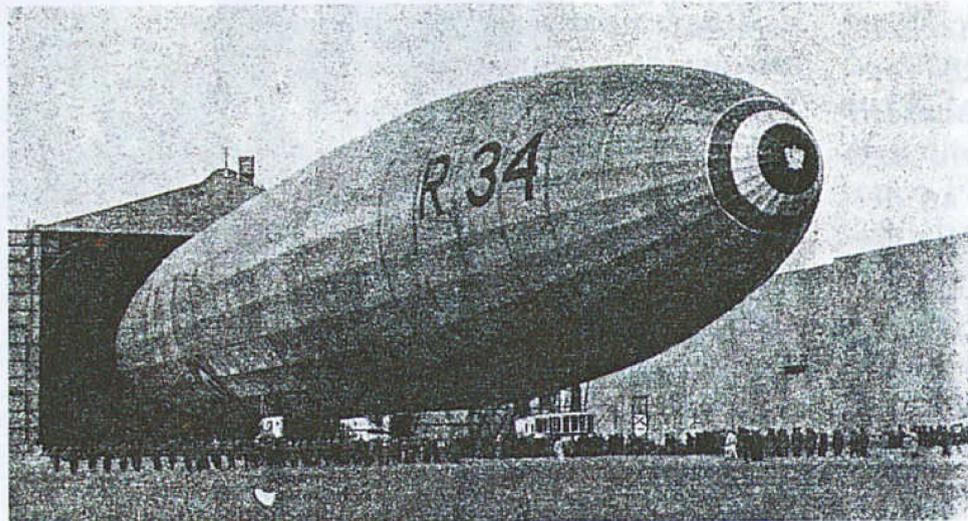
Die Analyse der Erfindung neuer Bedürfnisse um die Jahrhundertwende kann nach guter alter geschichtswissenschaftlicher Art das Singuläre und Zeitgebundene dieses Vorganges herausarbeiten: Vielleicht bewahrt das vor allzu großen Erwartungen gegenüber der Jahrtausendwende. □

DER AUTOR

Joachim Radkau, geboren 1943, Dr. phil., lehrt als Professor Neuere Geschichte mit besonderer Berücksichtigung der Technikgeschichte an der Universität Bielefeld. Bekannt wurde er vor allem durch „Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft“ (1983) und durch sein 1989 in der Edition Suhrkamp erschienenes Buch „Technik in Deutschland“. Dem hier veröffentlichten Beitrag liegt ein für Kultur & Technik bearbeiteter Vortrag Joachim Radkaus auf der Jahresversammlung 1993 der „Gesellschaft für Technikgeschichte“ zugrunde.

2.7.1919

Das britische Luftschiff „R 34“ unter Führung von Major G. H. Scott startet in Schottland zur Fahrt über den Nordatlantik. Mit 196 Metern Länge und 56 000 Kubikmetern Rauminhalt war es ein Nachbau des Zeppelins „L 33“. Mit 22 000 Litern Benzin überwand es unter sehr ungünstigen meteorologischen Bedingungen die Distanz über den Ozean von 5670 Kilometern in 4 1/2 Tagen und 22 Minuten und landete glücklich in Mineola auf Long Island. Von den politischen Ereignissen überschattet, ist diese Pionierleistung, auch angesichts späterer spektakulärer Flug- und Luftschifffahrten nach der Neuen Welt, zu Unrecht fast in Vergessenheit geraten.



Das erste ozeanüberquerende Luftschiff „R 34“, 1919.

3.7.1769

Richard Arkwright, ehemaliger Barbier, dann Baumwollfabrikant und Mechaniker, nimmt das britische Patent 931 auf seine mit Wasserkraft betriebene Spinnmaschine. 1771 gründete er in Cromford, Grafschaft Derbyshire, die erste Spinnmaschinen-Fabrik; seine Erfindung entwickelte er ständig weiter. Arkwrights Priorität war zeitweilig umstritten, doch der geschäftliche Erfolg war und blieb auf seiner Seite. 1786 wurde er in den britischen Ritterstand erhoben.



Die Spinnmaschine von Richard Arkwright von 1769.

5.7.1969

Der Industrie-Architekt Walter Gropius stirbt 87jährig in Boston, Massachusetts, USA. Der gebürtige Berliner war nach seinem Studium Mitarbei-



Walter Gropius (1883–1969).

ter von Peter Behrens. 1913/14 schuf er mit seinem Fabrikgebäude der *Faguswerke* in Alfeld die Basis für den modernen Industriebau. 1918 gründete er in Weimar das *Bauhaus*, das 1926 nach Dessau verlegt wurde und dem er bis 1928 vorstand. Dann wirkte er in Berlin, wanderte 1934 nach England und 1937 weiter nach den USA aus, um an der Harvard University einen Lehrstuhl zu übernehmen. Auf eine verbesserte Lebensqualität in der modernen Industrielwelt hatte Gropius einen maßgeblichen Einfluß genommen.

6.7.1819

Sophie Blanchard, die Witwe des französischen Luftschiffers Jean Pierre Blanchard (1752–1809), unternimmt ihren 67. Ballonaufstieg im Tivoliarten

in Paris. Bei dem Versuch, eine Flammenkrone mit bengalischem Feuer vom Ballon abzuwerfen, entzündet sich das Wasserstoffgas der Ballonfüllung, und Sophie Blanchard stürzt tödlich auf ein Hausdach ab. Sie war das erste weibliche Todesopfer des Ballonsports.

7.7.1894

In Gödöllő, Ungarn, wird Dionys von Mihaly als Arztsohn geboren. Nach seinem Ingenieurstudium an der TH in Budapest war er zunächst in Wien, ab 1919 in Budapest an der Telefonfabrik als Konstrukteur tätig. Hier entwickelte er sein als *Telehor* bezeichnetes Fernsehsystem, das er, mit Unterstützung E. Nespers, 1923 in einem Buch vorstellte. Daneben beschäftigten ihn

Tonfilmgeräte und Schmalfilmgeräte für Heimkinos. Seit 1924 in Berlin lebend, gelangen ihm 1928 sehr beachtete praktische Fernsehversuche auf der Deutschen Funkausstellung. Walter Bruch, der spätere deutsche Pionier des Farbfernsehens, war um 1933 Mihalys Assistent.

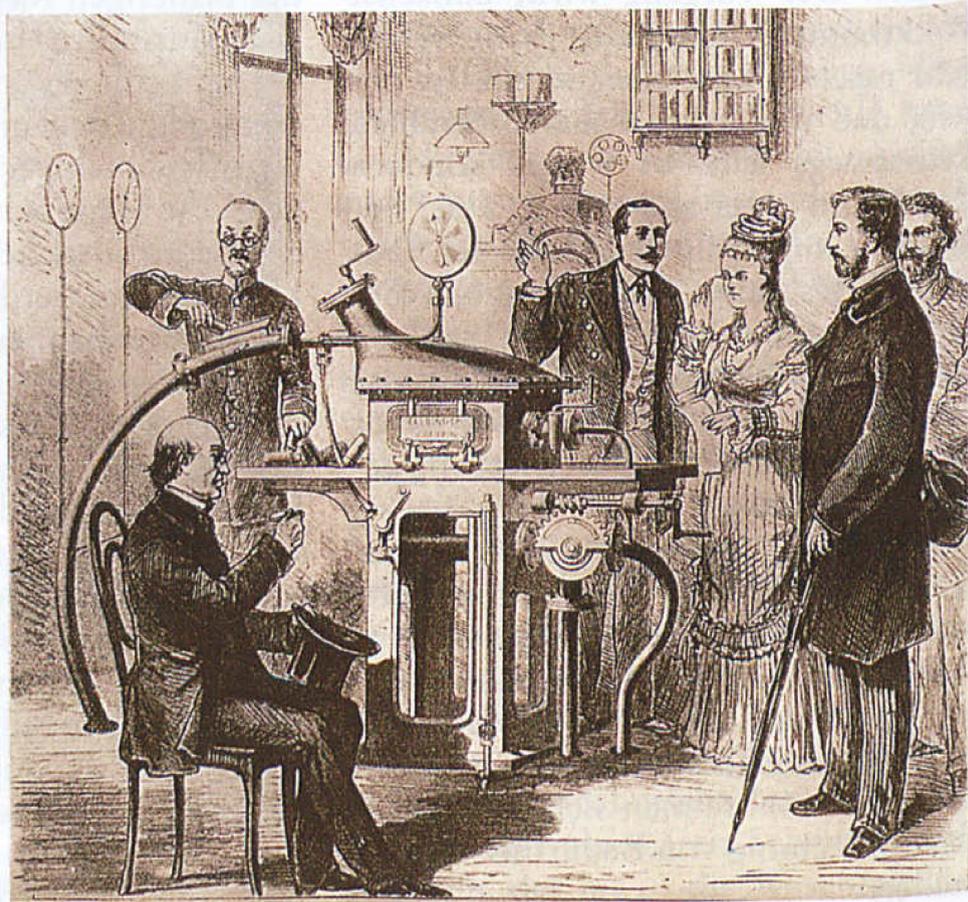
8.7.1844

Der Chemiker und Kattundrucker John Mercer (1791–1866) erhält ein britisches Patent auf sein Verfahren der *Mercerisation der Baumwolle*, das heißt, der Behandlung mit Natronlauge, um die Faser fester, dicker und durchsichtiger zu machen.

8.7.1844

In Hainburg, Nieder-Österreich, wird Franz Ritter von Felbinger geboren. Er wurde Kunstmaler und Ingenieur. Konstruktiv und gleichermaßen unternehmerisch hatte er sich auf dem Gebiet der *pneumatischen Postbeförderung* grundlegende Verdienste erworben. Um 1875 hatte er in Wien, Paris und Berlin städtische *Rohrpostnetze* geschaffen, die sich ausgezeichnet bewährten.

Die Rohrpost von Franz Ritter von Felbinger, Berlin 1876.





US-Briefmarke zur ersten Landung von Menschen auf dem Mond, einer der Höhepunkte des US-Raumfahrtprogramms.

9.7.1819

In Spencer in Massachusetts, USA, wird **Elias Howe** geboren. 1845 hatte er eine **Nähmaschine** konstruiert, die ihm im folgenden Jahr patentiert wurde. Die Maschine arbeitete mit einem Schiffchen und einer Nadel, bei der das Ohr sich nahe der Spitze befand. Unvollkommen war zunächst noch der Stofftransport, aber nach Jahren und längeren Patentprozessen war die Konstruktion schließlich ausgereift. Mit einigen weiteren Verbesserungen brachte **Isaac M. Singer** 1851 diese Nähmaschine auf den Markt. Ihr großer geschäftlicher Erfolg wirkte sich auch auf Howe aus, der an Singers Gewinnen beteiligt war.

12.7.1869

An der Bahnstation Semmering in Österreich wird für den Erbauer der **Semmering-Bahn** (1848–1854) ein Denkmal enthüllt. Es erinnert an **Karl Ritter von Ghega**, den Schöpfer dieser **ersten alpenüberquerenden Bahnstrecke**, der 1860 mit 58 Jahren starb.

15.7.1869

Der französische Chemiker **Hypolite Mège-Mouriés** (1817–1880) erhält ein Patent auf sein **Margarin** genanntes, butterähnliches, preiswertes Ersatz-Fett. Er hatte es im Auftrag Kaiser Napoleons III. experimentell entwickelt, und 1871 entstand in Paris die **erste Margarine-Fabrik**.

21.7.1969

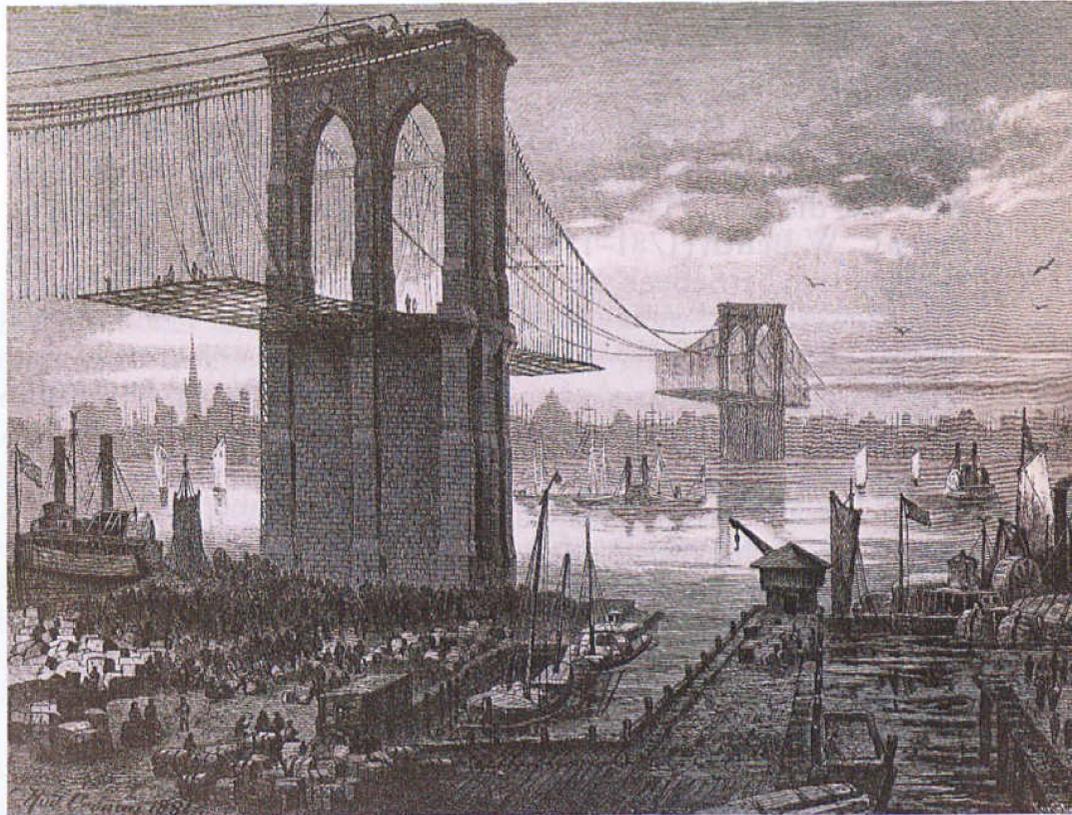
Das amerikanische Raumfahrt-Programm erlebt seinen Höhepunkt. Das 111 Meter lange **Raumschiff Apollo XI**, von Cap Kennedy (Canaveral) am 16. Juli gestartet, **erreicht den Mond**. Drei Astronauten sind an Bord. Von ihnen betritt **Neil Armstrong** als erster Mensch den Mond, exakt um 3 Uhr 56 Minuten MEZ. Er formuliert seinen Eindruck dieses Augenblicks mit den Worten: „One small step for a man – one giant leap for mankind.“ Gefolgt von Edwin Aldrin bleibt er mehrere Stunden auf dem Mond, wo beide das Sternenbanner hissen. An Bord des Mutterschiffs regelt Michael Collins die Ab- und Ankoppelung der Landefähre. Am 24. Juli landet das Raumschiff wohlbehalten am vorberechneten Platz im Pazifik.

22.7.1869

In Brooklyn in New York, USA, stirbt 63jährig der Brückenbau-Ingenieur **John August Röbling**. Der geborene Thüringer und ehemalige Berliner Student war früh nach Amerika ausgewandert und betätigte sich äußerst kreativ als Brückenbauer. Spezialisiert hatte er sich seit 1852/55 auf den **Drahtseil-Hängebrückenbau**, den er zunächst über den Niagara überzeugend präsentierte. Seine bedeutsamste Leistung wurde der Bau der Brooklyn-Brücke, die er mit seinem Sohn, Oberst Washing-

ton Röbling, berechnet und noch begonnen hätte. Bei den Vermessungsarbeiten erlitt er eine tödliche Verletzung. Der Sohn und die technisch gebildete Schwiegertochter vollendeten 1883 die auch heute noch bestehende **East-River-Bridge**. Sie hat die für damalige Zeiten beachtliche Spannweite von fast 487 Metern.

Die East-River-Bridge von John August Röbling in New York im Bauzustand 1881. Röbling selbst erlebte die Fertigstellung nicht mehr.



22.7.1894

Zwischen Paris und Rouen (126 Kilometer) findet das **erste Automobilrennen der Welt** statt. Von den 102 teilnehmenden Fahrzeugen, die in der Mehrzahl Verbrennungsmotorwagen waren, daneben aber auch Fahrzeuge mit Dampf-, Wasserdampf-, Pressluft-Antrieb und sogar Tretmechanismus, bleiben 87 auf der Strecke liegen. Nur elf Kraftwagen erreichen das Ziel. Sieger wurde ein französischer **Daimler-Wagen** von Levassor mit durchschnittlich 20,47 Kilometern pro Stunde.

27.7.1844

In Manchester verstirbt 78-jährig **John Dalton**. Der Sohn eines Wollwebers hatte sich weitgehend autodidaktisch ein Wissen erworben, das ihn zu

hohen naturwissenschaftlichen Forschungsarbeiten befähigte. Seine 1802/1808 aufgestellte **chemische Atomtheorie** hat seinen Namen in der Wissenschaftsgeschichte festgeschrieben.

2.8.1869

J. Suriray nimmt das französische Patent 86680 auf das von ihm konstruierte **erste Fahrrad-Kugellager**. Die rings um die Welle angeordneten Kugeln liegen in einem gußeisernen Ring und sind durch die Nabe nach außen abgeschlossen. Be-

reits 75 Jahre zuvor, am 12. August 1794, hatte **Philipp Vaughan** das britische Patent Nr. 2006 auf ein **Kugellager für Wagenräder** genommen.

11.8.1919

In Stockbridge in Massachusetts, USA, stirbt im 84. Lebensjahr der Industrielle **Andrew Carnegie**. 13jährig war er mit den Eltern von Schottland in die Neue Welt gekommen, und früh erwarb er sich praktische Kenntnisse im Eisenbahn- und Telegrafendienst. 1867 lernte er bei einem Aufenthalt in England das neue **Bessemer-Stahlverhüttungsverfahren** kennen, das seine künftige Lebensarbeit bestimmte. In Pittsburgh in Pennsylvania, USA, errichtete er nun große, technisch und wirtschaftlich sehr

Abb.: Deutsches Museum (ganz links); Sammlung von Weither (5)

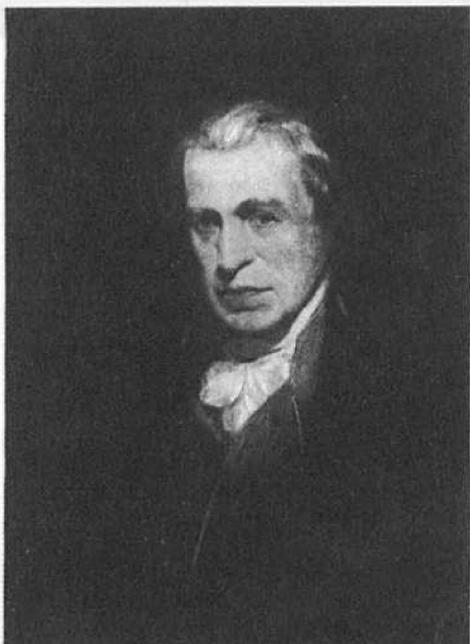
effektive Stahlwerke, mit denen er sich ein großes Vermögen erwarb. Als Sponsor von hoch dotierten Stiftungen, insbesondere von **Forschungs- und Kulturinstituten**, ist Carnegie bis heute bekannt.

15.8.1844

Im Berliner Zeughaus wird die **erste Allgemeine Deutsche Gewerbe-Ausstellung** eröffnet. Über 3000 Aussteller aus allen Teilen des Deutschen Zollvereins präsentierten hier ihre Erzeugnisse meist noch junger Industriezweige. Die besten Objekte wurden mit 69 Goldmedaillen ausgezeichnet. Berlins Vorsprung mit 21 Goldmedaillen und 685 Ausstellern war unverkennbar. Man wertete es als einen Beweis, daß die seit 25 Jahren von **Peter C. W. Beuth** (1781–1853) systematisch betriebene staatliche Gewerbeförderung beste Erfolge gezeitigt habe.

15.8.1869

Die Wasser des Mittelmeeres und des Roten Meeres werden durch die technische Vervollendung des von **Ferdinand de Lesseps** erbauten **Suezkanals** vereinigt. Die feierliche Eröffnung findet ein Vierteljahr später statt.



James Watt (1736–1819).

19.8.1819

In Heathfield bei Birmingham stirbt im 84. Lebensjahr **James Watt**, der Schöpfer der Betriebsdampfmaschine. Gelehrter Mechaniker, hatte er sich

früh sowohl technisch als auch theoretisch mit der Dampfkraft beschäftigt und 1769 auf seine Verbesserungen der atmosphärischen Dampfmaschine (Trennung von Zylinder und Kondensator) das britische Patent Nr. 913 erhalten. Aus der ursprünglichen Pumpmaschine mit hin- und hergehender Bewegung wurde um 1785 die in der Firma **Boulton & Watt** in Soho konstruierte **Betriebsdampfmaschine** mit Drehbewegung für vielseitige Nutzanwendungen.

23.8.1769

In Kleve am Niederrhein wird **Karl Georg Maassen** geboren. Nach juristischem Studium trat er in den preußischen Verwaltungsdienst ein und wurde 1816 Generaldirektor für die Verwaltung von Gewerbe und Handel in Berlin. Als Initiator der preußischen Zollreform 1818 war er 1834 auch der **Schöpfer des Deutschen Zollvereins**, der den Boden bereitete für die fortschreitende wirtschaftspolitische Einigung Deutschlands und die Entwicklung der Industrie.

26.8.1819

Auf Schloß Rosenau bei Coburg wird **Albert Prinz von Sachsen-Coburg-Gotha** geboren. 1840 wurde er der Gatte der britischen Königin Victoria. Bewußt hielt er sich öffentlich von politischen Fragen fern. Für Naturwissenschaft und Technik stets aufgeschlossen, gehörte er 1851 zu den Initiatoren der **ersten Weltindustrie-Ausstellung** in London.

29.8.1619

In Reims, Frankreich, wird **Jean Baptiste Colbert** geboren. Unter Louis XIV. wurde er 1660 Frankreichs Finanzminister. 1662 übernahm er die Teppichfabrik des Färbers **Gobelin** und machte sie zum Staatsbetrieb; 1665 gründete er das große **Glaswerk Saint Gobain**. 1666 schuf er die Pariser **Académie des Sciences**, in der von Anfang an reine und angewandte Naturwissenschaften gepflegt wurden. Im selben Jahr entwarf er den Languedoc-Kanal zur



Jean Baptiste Colbert (1619–1683)

Verbindung der Biscaya mit dem Mittelmeer. Das von ihm entwickelte **Merkantilsystem**, nach dem möglichst alles im eigenen Lande erzeugt und Einfuhren mit hohen Zöllen belegt werden sollen, hat sich danach in ganz Europa ausgebreitet.

29.8.1794

Nachdem die erste große **optische Telegrafienlinie Frankreichs** zur Verbindung zwischen Paris und Lille im Norden mit 22 Stationen dem praktischen Betrieb übergeben wurde, war es eine Sensation, als die Meldung von der militärischen Befreiung der Stadt Condé in kürzester Frist in Paris ankam. Ebenso rasch war die Rückmeldung, der Konvent habe verfügt, daß die Stadt künftig „Nordlibre“ heißen solle. Der reitende Kurier kam erst 20 Stunden später an sein Ziel.

30.8.1794

Beginn des Baues der ersten **gußeisernen Brücke** über das Striegauer Wasser bei Laasan in **Schlesien**. Die einzelnen Teile wurden auf der Königl. Eisenhütte in Malapane bei Oppeln hergestellt, jedoch erst 1796 von dem aus England zugezogenen Mechaniker John Baidon zusammengebaut. Die Spannweite betrug 12,5 Meter.

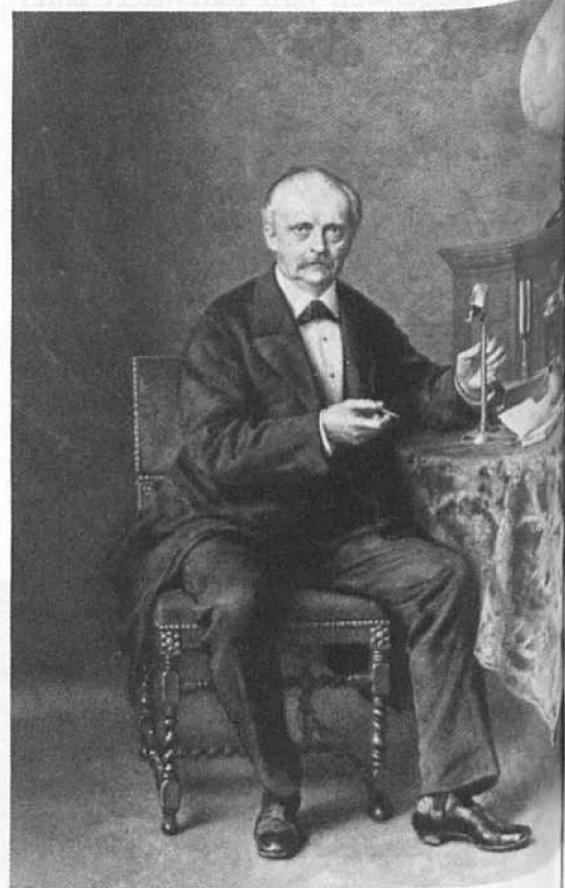
30.8.1869

In Groß-Gorschütz bei Ratibor kommt **Georg Wilhelm von Arco** zur Welt. Als Schüler und Assistent von Professor Slaby an der Charlottenburger TH fand er früh den Weg zur **Hochfrequenztechnik**. Als 1903 die **Telefunken-Gesellschaft** entstand, übernahm Arco die technische Leitung, die er bis 1931 innehatte. Um

den Aufbau der Großfunkstation Nauen im Nordwesten Berlins wie auch um die Entwicklung des deutschen Übersee-Funknetzes hat er sich besondere Verdienste erworben.

8.9.1894

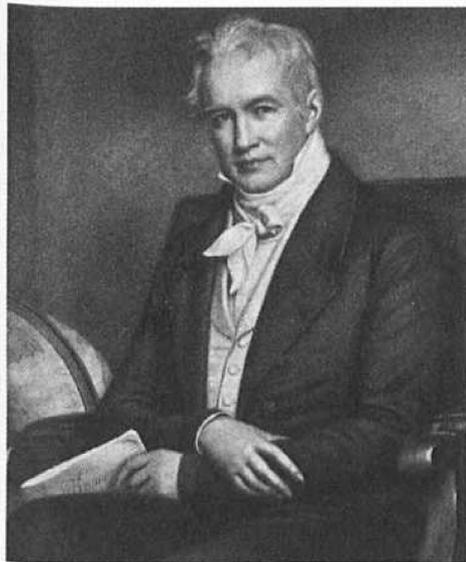
In Charlottenburg stirbt im 74. Lebensjahr **Hermann von Helmholtz**. Anfänglich Mediziner und Physiologe, gelang ihm 1851 die Erfindung des **Augenspiegels**. Vermutlich ohne Kenntnis der Mayerschen Publikation von 1842 hielt er 1847 in Berlin einen Vortrag über das Prinzip der **Erhaltung der Kraft**. Seit 1871 wirkte er in Berlin als Professor der Physik, und er wurde einer der bedeutendsten Fachmänner seiner Zeit. 1887 wurde er der erste Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.



Hermann von Helmholtz (1821–1894).

14.9.1769

In Tegel bei Berlin wird **Alexander von Humboldt** geboren. Er zählt zu den Großen der Wissenschaft und hat sein Lebenswerk besonders der Erforschung und Beschreibung der Natur gewidmet. Nach Jahrzehnten kehrte er 1827 wieder in die Heimat zurück und bemühte sich fortan, **Berlin** zu einer **Pflanzstätte der Natur-**



A. von Humboldt (1769–1859).

wissenschaft zu machen. Auch technische Beiträge leistete Humboldt: 1795 konstruierte er eine Maske für Grubenarbeiter mit Frischluftzuführung, später auch ein sicheres Geleucht für Bergleute.

18.9.1819

In Paris wird **Léon Foucault** geboren. Der Buchhändlersohn wurde 1845 wissenschaftlicher Zeitschriftenredakteur, 1862 Astronom und später auch Mitglied der Akademie. 1844 hatte er auf dem Place de la Concorde einen Versuch mit **elektrischem Bogenlicht** unternommen. 1850 lieferte er den Beweis für die Erddrehung durch seinen **Pendelversuch im Pantheon**. Er untersuchte auch die Lichtfortpflanzung unter Wasser und die von Arago entdeckten Wirbelströme in Metallen.

25.9.1644

In Aarhus auf der Halbinsel Jütland wird **Olaf Roemer** geboren. 1671 kam er nach Paris

und wurde Mitglied der *Académie des Sciences*. 1681 kehrte er nach Kopenhagen zurück, wo er Direktor der Sternwarte und Bürgermeister wurde. Aus der Verfinsternung des ersten Jupitermondes leitete er 1676 die **Lichtgeschwindigkeit** ab. 1689 erfand er das Passage-Instrument der Astronomen.

29.9.1894

In Bar-le-Duc, Frankreich, wird den Konstrukteuren des tretkurbelgetriebenen Velocipedes, **Pierre und Ernest Michaux**, ein Denkmal gesetzt. Sie hatten um 1868 in Paris mit ihrer Neuerung die **Fahrrad-Industrie** begründet.

Denkmal für Pierre und Ernest Michaux, Bar-le-Duc, 1894.



In eigener Sache – Fehler unter der Lupe

Fehler in seriösen Druckwerken sind unverzeihlich – das sei vorab festgestellt. Wenn man aber davon ausgeht, daß historische Daten und Angaben im Bereich der Zeit, der Örtlichkeit oder der Rechtschreibung schwankend sind, dann bekommt der Begriff „Fehler“ eine andere Dimension. Mitunter ist es eine Ermessensfrage, welche Information man gelten läßt, besonders dann, wenn man in der Fachliteratur auf widersprüchliche Angaben stößt.

Bei den „Gedenktagen technischer Kultur“, die nun bereits im 12. Jahr erscheinen, haben sich in letzter Zeit leider mehrere Pannen ergeben, die den oben skizzierten Sachverhalt exemplarisch illustrieren und die wir hier bei der Berichtigung einmal etwas genauer betrachten.

Heft 4/1993 brachte unter dem 26. 11. 1943 die Erinnerung an den Brand des ersten Berliner Fernseh-Senders. Unsere Notiz gab Veranlassung, in einer funktechnischen Fachkorrespondenz etwas ausführlicher betrachtet zu werden. Der heute 87jährige Bearbeiter der umfassenden Monographie „Fernsehen in Deutschland bis

1945“ (in: „Archiv für das Post- und Fernmeldewesen“, 5. Jahrgang, 1953), Gerhart Goebel, ein anerkannter Fachmann der Rundfunkgeschichte, teilte nun mit, daß er seinerzeit fälschlich den 26. statt den richtigen 23. November für dieses Ereignis angegeben habe und daß sich seither in der gesamten Fachliteratur, so auch im Staatslexikon des Verlags Herder, dieser Fehler fortgepflanzt habe. Das Datum in den Gedenktagen ist also richtigzustellen!

Im selben Heft 4/1993 wurde unter dem 22. 12. 1868 der Fallschirm-Springerin und -Fabrikantin Käthchen Paulus gedacht. Ihr Geburtsort findet sich in Fachbüchern und Nachschlagewerken mal als Frankfurt/Main, mal als Berlin angegeben. Jetzt teilte uns ein Leser mit, daß Käthchens Wiege in Zellhausen am Main stand. Wir haben uns nochmals von der Richtigkeit dieser Angabe vergewissert, auch einen guten biographischen Artikel in der „Offenbach Post“ vom 28. 8. 1993 nachgelesen. Zellhausen ist der Geburtsort.

Heft 1/1994 berichtet beim Datum 23. 3. 1819 von dem Schiffsdock-Konstrukteur Thomas Morton, der in Leith lebte. Das war richtig. Falsch war aber der Zusatz England.

Ein britischer Leser bemängelte dies und ergänzte, daß Leith ein Stadtteil Edinburghs sei, also der schottischen Hauptstadt. Zu jener Zeit aber, vor 175 Jahren, war Leith eine selbständige Gemeinde; sie wurde erst – wie wir in einem britischen Lexikon recherchierten – 1920 in die Stadt Edinburgh eingemeindet.

Schließlich erscheint eine Berichtigung für Heft 2/1994 angezeigt, wo unter dem 24. 5. 1544 vom Leibarzt der Queen Elizabeth I., dem als Physiker weltbekannt gewordenen William Gilbert, die Rede ist. Sein im Jahre 1600 erschienenes Werk *De Magnete* wurde zur fundamentalen, ersten Darstellung der elektrischen und magnetischen Kräfte. Im Titelblatt ist eindeutig der Name Gilbert mit dem „t“ am Ende gedruckt. Jetzt teilte uns die *Newcomen Society* London, (die führende Gesellschaft aller technikgeschichtlichen Aktivitäten in Großbritannien) mit, neuere Forschungen hätten ergeben, daß Gilbert seinen Namen am Ende mit „d“ geschrieben habe! Wir sind im Zweifel, ob man diese Korrektur nach 400 Jahren vornehmen soll, wobei zu berücksichtigen wäre, daß die „Rechtschreibung“ von Eigennamen einst relativ willkürlich

war. Aus unserem deutschen Kulturkreis ist bekannt, daß Goethe sich mitunter auch als Göthe schriftlich verewigte.

In über 55jähriger, quellenkritischer Beschäftigung mit der Geschichte der Technik hat der Bearbeiter dieser Rubrik gelernt, immer wieder auf unerwartete, neue Erkenntnisse gefaßt zu sein. Die Historie ist kein fixiertes, unveränderliches Stück unseres Kulturgutes, sie ist lebendig und aus sich ständig wandelnder Perspektive und Quellenlage in ständiger Bewegung.

Professor Wilhelm Treue (1909–1992) hat einmal gesagt, daß er keines seiner vielen Bücher zur Kultur- und Technikgeschichte leichten Herzens in Druck gegeben hätte, aber sich immer bewußt war, daß sie Fehler enthalten, die er in Kauf nahm, um seine Forschungsergebnisse herauszugeben. In vergleichbarem Sinn bin ich auch bemüht, nicht nur wichtige, sondern auch weniger bekannte technische Jubiläen herauszustellen, um sie der interessierten Leserschaft zur Kenntnis und womöglich zur Weiterforschung anzubieten. Wo Fehler bekannt werden, will ich sie auch fernerhin in gebotener Kürze berichtigen.

Dr. Sigfrid von Weiher

VON ROLF GUTMANN

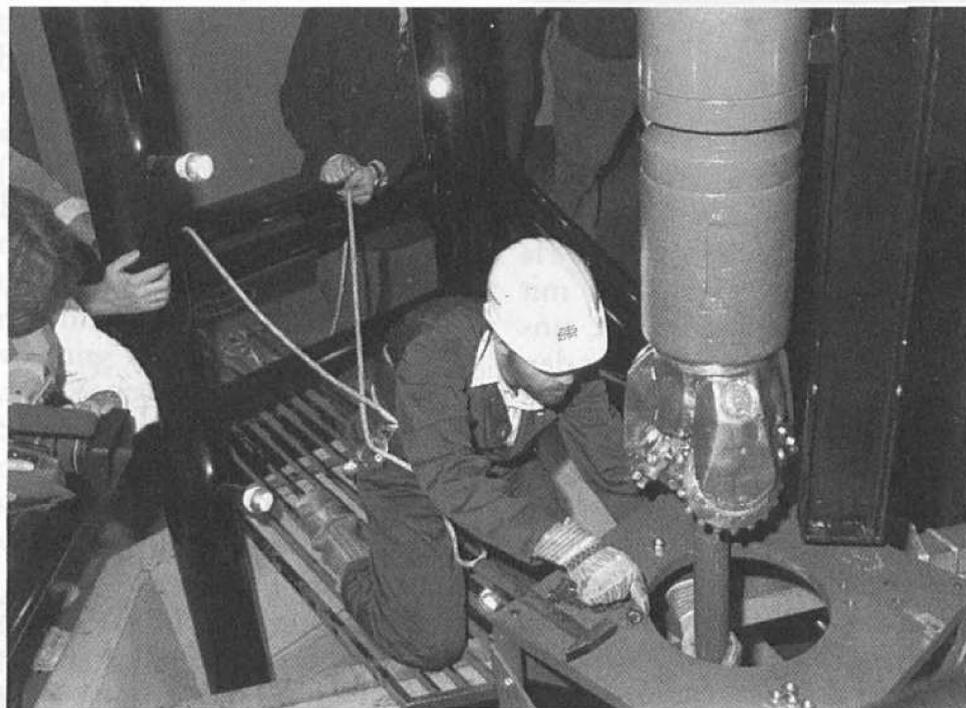
DAS ZWEIGMUSEUM DES DEUTSCHEN MUSEUMS IN BONN

Im Herbst 1995 wird im Bonner Wissenschaftszentrum das *Deutsche Museum Bonn – im Gespräch mit Wissenschaft und Technik* eröffnet. Im Mittelpunkt stehen bedeutende wissenschaftliche Leistungen, die Forschung und Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland nach dem Zweiten Weltkrieg geprägt haben. Das schließt die praktische Anwendung von Forschung und Entwicklung mit ein.

Aus der Vielzahl der erworbenen Exponate, die stellvertretend für herausragende Leistungen in Wissenschaft und Technik stehen, wurden etwa 80 ausgewählt. In der Regel werden sie zunächst nach München gebracht und inventarisiert. Mit einer Ausnahme: Das Vertikalbohrsystem des Kontinentalen Tiefbohrprogramms (KTB) von Windischeschenbach wurde direkt nach Bonn transportiert und am 15. April 1994 im Treppenhaus des Wissenschaftszentrums Bonn eingebaut.

Seit 1987 läuft in Windischeschenbach in der Oberpfalz unter der Projektleitung des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung das Kontinentale Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland. Das Projekt wird ausschließlich vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) finanziert und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) wissenschaftlich begleitet. Ziel des Tiefbohrprogramms ist es, mit dem Bohrer die Temperatur von 300 Grad Celsius zu erreichen, die in einer Tiefe von 10 000 Metern bei einem Druck von rund 3000 Bar vermutet wird. Bis jetzt ist eine Tiefe von knapp 9000 Metern erreicht.

Das dafür benötigte Vertikalbohrsystem wurde von der Firma *Baker Hughes INTEQ* in Celle in enger Zusammenarbeit mit der KTB-Projektleitung entwickelt und gebaut. Die Vertikalbohrer, die inzwischen auch bei der Suche nach Öl in der Nordsee eingesetzt werden,



Das erste Exponat des Deutschen Museums Bonn: Der Bohrkopf des Kontinentalen Tiefbohrprogramms in Windischeschenbach.



Hohe Gäste bei der Übergabe des Exponats: Doris Walch-Paul im Gespräch mit dem Physiker Gerhard Knop (Bildmitte).

haben ein kompliziertes technisches Innenleben. Damit können die unvermeidlich auftretenden Abweichungen von der Lotrechten selbsttätig korrigiert werden.

Einen ihrer Bohrköpfe hat die Firma dem Deutschen Museum für die Dauerausstellung in Bonn gestiftet. Er wurde abwechselnd mit vier baugleichen Maschinen in Windischeschenbach eingesetzt und erreichte eine Tiefe von rund 7500 Metern. Die Abweichung von der Lotrechten betrug bei dieser Tiefe nur etwa zehn Meter.

Die Besonderheit des Stahlbohrkopfes ist seine Spitze, die mit Noppen aus Wolframcarbid

besetzt ist. Nach einer Bohrstrecke von 100 Metern werden die Geräte ausgetauscht und generalüberholt. Auch der Bohrkopf für Bonn wurde neu hergerichtet: Er wurde gereinigt und mit einem gelbblauen Anstrich versehen. In seine Außenhülle wurden Fenster geschnitten, die einen Einblick in die Technik gestatten – und auf Knopfdruck bewegt sie sich.

Um den Einbau im Wissenschaftszentrum zu bewerkstelligen, hievte ein Kran das 13,5 Meter lange Bohrelement durch eine 1,20 Meter breite Dachlücke. Vershen mit Funkinstruktionen aus dem Gebäudeinneren, senkte der Kranführer das

erste Exponat des Deutschen Museums Bonn ins Treppenhaus – und dort in die Halterung für das Gerät.

In der zweiten Jahreshälfte 1994 wird im Wissenschaftszentrum Bonn eine Sonderausstellung zu sehen sein, die über das Kontinentale Tiefbohrprogramm in Windischeschenbach informiert. Als Eröffnungstermin für das *Deutsche Museum Bonn – im Gespräch mit Wissenschaft und Technik* ist der 15. November 1995 vorgesehen.

A. L. LAVOISIER: BERÜHMTER CHEMIKER IN REVOLUTIONÄRER ZEIT

Vor 200 Jahren, am 8. Mai 1794, fiel der Kopf des wohl bedeutendsten Chemikers seiner Zeit unter dem Fallbeil der Guillotine. Antoine Laurent de Lavoisier, geboren 1743, wurde Opfer der Französischen Revolution. Seine Zugehörigkeit zum Adel, seine Ämter als Generalsteuerpächter, als Direktor der staatlichen Pulverregie sowie als Direktor der Wechselbank, seine glänzende Lebensführung, sein außerordentlicher Reichtum, aber insbesondere die auf seine Veranlassung errichtete Zollmauer rund um Paris hatten ihn äußerst unbeliebt werden lassen.

Am 4. Mai verhaftete das Revolutionstribunal alle „Fermiers“. Am Vormittag des 8. Mai fand der Prozeß statt. Bereits am Nachmittag desselben Tages erfolgte die Hinrichtung. In Erinnerung an diese Begebenheit veranstaltet das Deutsche Museum eine Sonderausstellung im Vorraum der Abteilung Chemie, die seit 7. Mai 1994 bis zum 8. Januar 1995, täglich von 9 bis 17 Uhr, geöffnet ist.

Die Chemie, die heute Lavoisiers großen Ruhm ausmacht, pflegte er lediglich als private Passion, als eine Art Hobby. Angeregt durch Joseph Priestley, erhitzte er Quecksilberoxid und erhielt metallisches Quecksilber und ein die Verbrennung unterhaltendes Gas, das er „Oxygène“ – Sauerstoff – nannte. Beim Erhitzen von Quecksilber mit Sauerstoff gewann er wieder Quecksilberoxid. Mit diesen Ergebnissen widerlegte

er die Phlogiston-Theorie. Eine Verbrennung oder Oxidation ist nicht die Abgabe von Phlogiston, sondern eine Vereinigung mit Sauerstoff. Die Reduktion definierte er als Abgabe von Sauerstoff.

Am 24. Juni 1783 leitete Lavoisier Sauerstoff und Wasserstoff in ein durch Quecksilber abgesperrtes Gefäß. Er zündete das Gasgemisch. Nach der explosionsartigen Verbrennung schlug sich auf der Oberfläche des Quecksilbers reines Wasser nieder. Bei einem Gasverhältnis von einem Teil Sauerstoff und zwei Teilen Wasserstoff verschwanden die Gase völlig. Damit hatte Lavoisier Wasser synthetisiert.

1785 fand Lavoisier die bis heute gültige Methode der organischen Elementaranalyse. Bei der Verbrennung von organisch-chemischen Verbindungen, die nur aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff bestehen, entstehen als Verbrennungsprodukte Kohlendioxid und Wasser. Aus deren Menge läßt sich die Summenformel der eingesetzten Verbindung berechnen.

Zusammen mit Pierre Simon de Laplace (1749–1827) begründete Lavoisier die Thermochemie. Sie maßen als erste Reaktionswärmen. Sie stellten fest, daß bei der Entstehung von einer Unze Kohlendioxid $26\frac{1}{2}$ Unzen Eisschmelzen.

Zusammen mit Antoine François Fourcroy (1755–

1809), Claude Louis Berthollet (1748–1822) und Guyton de Morveaus (1737–1816) schuf Lavoisier 1787 die „binäre“ Nomenklatur der anorganischen Chemie. Seitdem ist es üblich, daß etwa im Namen des Salzes sowohl das zugrundeliegende Metall als auch die jeweilige Säure genannt werden, zum Beispiel „Bleisulfat“.

DAS DEUTSCHE MUSEUM AUF DER „EXEMPLA“

Erstmals in seiner Geschichte war das Deutsche Museum als Aussteller auf der internationalen Handwerksmesse in München vertreten. Die Handwerkskammer für München und Oberbayern, die unter dem Titel „Exempla“ seit Jahren auf jeder Handwerksmesse eine Sonderausstellung organisiert, war an das Deutsche Museum herangetreten.

Das diesjährige Thema der „Exempla“ war „Rekonstruktionen“. Die Münchner Handwerkskammer wollte die „wohl weltweit erste Adresse für Rekonstruktionen“ anlässlich dieser Sonderschau gewinnen.

Blickfang des Ausstellungsstandes war der 1:1-Nachbau eines Baukrans nach Elias Holl, in dessen Tretrad sich unter Anleitung von Zimmerern aus der Münchner Innung zahllose Besucher und auch einige Prominente versuchten. In Vitrinen wurden Rekonstruktionen von historisch-technischem Gerät



Die Ausstellung des Deutschen Museums auf der „Exempla“.

Juli · August · September 1994

Sonderausstellungen

6. Mai bis 16. Oktober Eurotunnel
Tunnelbau, EG Informationen anlässlich der Eröffnung des Tunnels unter dem Ärmelkanal zwischen Frankreich und Großbritannien

7. Mai bis 8. Jan. 1995 Antoine Laurent de Lavoisier, ein berühmter Chemiker in einer revolutionären Zeit
Vorraum Chemie Überblick über die chemischen Leistungen Lavoisiers mit Blick auf das Zeitgeschehen

neu:

30. Mai bis 31. Juli 100 Jahre Hermann Oberth
Abt. Raumfahrt Streiflichter aus seinem Leben und Wirken anhand von Zeichnungen, Texten und Zitaten

neu:

15. Juli bis 25. Sept. Ansichten und Einblicke
Vorraum Bibliothek Elf junge Photographen sehen Wissenschaft. Sonderausstellung zum Thema »Wissenschaftsphotographie« der Volkswagen-Stiftung

Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18, D-85764 Oberschleißheim
Telefon (089) 3157 14-0, Telefax (089) 3157 14 50

16. Juni bis 29. Juli Unter uns
Erinnerung und Schwinden der Erinnerung an die verheerenden Auswirkungen der Luftkriege werden künstlerisch dargestellt. Bilder zerstörter Städte, ausgelegt am Boden der Flugwerft, verblissen durch die darüberschreitenden Besucher.

3. Juli
Lilienthal-Saal

4. Internationaler Papierflieger-Wettbewerb

Kolloquiumsvorträge

16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau (freier Eintritt)

18. Juli Imagined Geographies: Princeton, Stanford and the Spatial Dimensions of Knowledge in Postwar America
Prof. Dr. Robert Kargon, The Johns Hopkins University, Baltimore, USA

1. August The Emergence of Theoretical Physics in the Second Half of the 19th Century
Dr. Fabio Bevilacqua, Universität Pavia, Italien

Wintervorträge

Ehrensaal, Beginn 19 Uhr, Einlaß 18.30 Uhr (freier Eintritt)

21. Sept. Geburtenkontrolle im Jahr 2001
Prof. Dr. Carl Djerassi, Stanford University, San Francisco, USA

22. Sept. Dichtung und Wahrheit im literarischen Werk von Carl Djerassi
Der Miterfinder der Antibabypille spricht über seinen neuesten Roman.
Mitveranstalter: Kulturzentrum der israelitischen Kultusgemeinde München

Deutsches Museum

Museumsinsel 1, D-80358 München, Telefon (089) 217 91

Wintervorträge im Deutschen Museum: Professor Carl Djerassi die »Mutter« der Antibabypille

Professor Carl Djerassi, Erfinder der Antibabypille und bekannter Roman-Autor, wird am 21. und 22. September 1994 im Deutschen Museum zwei Vorträge über sein Lebenswerk halten. Am 21. September wird der weltbekannte Chemiker über das Thema »Geburtenkontrolle im Jahr 2001« sprechen. In diesem Vortrag wird es vor allem um die politischen und psychologischen Konsequenzen gehen, die mit der Erfindung der Antibabypille einhergingen, wobei der Blickwinkel der Frauen besondere Berücksichtigung findet. Zugleich werden zwei neue Methoden der Geburtenkontrolle diskutiert, die im kommenden Jahrhundert eine Rolle spielen werden, wie zum Beispiel die Pille für den Mann oder die Spritze zur Empfängnisverhütung. Der Vortrag wird mit sehr persönlichen, autobiographischen Stellungnahmen Carl Djerassis enden.

Der zweite Vortrag am 22. September stellt den Roman-Autor Carl Djerassi vor. Djerassi hat eine neue Literaturgattung geschaffen, die er »Science-in-fiction« nennt. Mit Hilfe dieses literarischen Genres will Carl Djerassi dem Laien Einblicke geben in das oft sehr korrupte Verhalten von Wissenschaftlern, die, von Karrierestreben getrieben, allzu oft in die Fallstricke von Wirtschaft und Politik geraten.

Nach dem großen Erfolg, den sein Roman »Cantors Dilemma« weltweit erzielte, stellt er im Deutschen Museum seinen neuesten Roman »Menachems Samen« vor. Darin geht es um die Sexualbiologie des Mannes und abermals um die Verstrickung von Naturwissenschaftlern in die internationale Politik.

Am 21. und 22. September 1994, jeweils um 19 Uhr,
im Ehrensaal

Deutsches Museum

ausgestellt, zum Beispiel eine Feilenhaumaschine, eine Kohlenbogenlampe, eine Rennspindel.

Attraktion des Standes war jedoch eine kleine lebende Modellbauerwerkstätte, in der ganztags an dem Weiterbau eines großen Stahlwerkmodells für die neue Abteilung Hüttenwesen gearbeitet wurde. Fasziniert von der Fingerfertigkeit und der Präzision der dort ge-

zeigten Arbeit blieben manche Besucher stundenlang stehen und interessierten sich für Fertigungsdetails und das Berufsbild eines Modellbauers am Deutschen Museum. Die Fragen wurden von dem Leiter der Modellbauerwerkstätte und seinen Kollegen gerne beantwortet, dokumentierten sie doch ein lebhaftes Interesse an ihrem Beruf und am Deutschen Museum.

Stephan Dietrich

WINTERVORTRÄGE IM DEUTSCHEN MUSEUM

Im Herbst letzten Jahres nahm das Deutsche Museum die Tradition der Wintervorträge wieder auf. Diese populärwissenschaftliche Darstellung von Naturwissenschaft und Technik war ursprünglich von Professor Herrmann Auer ins Leben gerufen worden. Die Vorträge fanden in ihrer Blütezeit im Kongressaal des Deutschen Museums statt, der mit damals rund 2500 Sitzplätzen regelmäßig ausverkauft war.

Im Dezember 1993 machte Chemienobelpreisträger Professor Dr. Roald Hoffmann mit dem Vortrag »Chemie und Poesie« den Anfang. Ihm folgten im Januar 1994 der Erfinder Professor Dr. Artur Fischer mit dem Thema »Aus Liebe zur Technik im Wandel der Zeit«, im Februar Professor Dr.-Ing. Klaus Schnädlebach von der Technischen Universität München mit einem Vortrag über die Vermes-

sungstechniken »Von Samos bis zum Eurotunnel« und im März Professor Dr. Rudolf Kippenhahn mit dem Thema »Auf der Suche nach dem extraterrestrischen Leben«.

Die Vorträge vom September 1994 bis März 1995 finden jeweils um 19 Uhr (Einlaß ab 18.30 Uhr) im Ehrensaal des Deutschen Museums im Sammlungsbau statt. Den Anfang der Wintervorträge 1994/95 macht Professor Dr. Carl Djerassi am 21. und 22. September mit Vorträgen zu den Themen »Geburtenkontrolle im Jahr 2001« und »Science-in-fiction ist nicht Science-fiction: Ist es Autobiographie?« Der in den USA lebende Forscher hatte wesentlichen Anteil an der Erfindung der Antibabypille und hat auch einen Namen als Buchautor und Kunstsammler. Nachstehend das Programm.

Stephan Dietrich

21. 9. 1994 Prof. Dr. Carl Djerassi, Stanford University, San Francisco: Geburtenkontrolle im Jahr 2001.

22. 9. 1994 Prof. Dr. Carl Djerassi: Science-in-fiction ist nicht Science-fiction.

26. 10. 1994 Ulli Köster, Chaos-Gruppe der Technischen Universität München: Chaos und Strukturbildung. Experimentalvortrag.

23. 11. 1994 Prof. Dr. Herbert Walther, Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching: Photonen, Atome, Wellen – Laserexperimente zur Quantenphysik.

7. 12. 1994 Prof. Dr. Georg Schwedt, TU Clausthal, Institut für Anorganische und Analytische Chemie: Janusköpfe der Schwermetalle. Von Paracelsus zur wirkstoffbezogenen Spurenanalyse.

25. 1. 1995 Dr. Peter Fischer, Konstanz: Die Nachtseite der Wissenschaft – Irrationales und Irritierendes in Geschichte und Gegenwart.

22. 2. 1995 Prof. Dr. Wolfgang Bürger, Universität Karlsruhe, Institut für Theoretische Mechanik: Denken, Spielen, Spekulieren mit physikalischem Spielzeug.

29. 3. 1995 Prof. Dr. H. W. Roesky, Universität Göttingen, Institut für Anorganische Chemie: Chemische Kabinettstücke. Experimentalvortrag.

MÄDCHEN, MÄNNER UND MOTOREN

Auto-Werbefilme aus der Wirtschaftswunderzeit

Es war die Zeit von Nierentisch und Nylonhemden, von Presley und von Petticoats, von Kreppschuhsohlen und von Chromkarossen. Über ein Jahr lang hat ein Filmteam bei Autofirmen, Sammlern und Autofans herumgestöbert, um nach Werbefilmen für Traumautos und Kleinwagen der Wirtschaftswunderzeit zu fahnden, in der c-Werte, Sparsamkeit bei Spritverbrauch und Abgaswerte noch unbekannte Größen waren. Daraus entstand der Videofilm „ChromVeteranen“, aus dem die folgenden Zitate stammen.

Der BMW-Film „Mädchen, Männer und Motoren“ zieht anzügliche Vergleiche zwischen Frauen und Fahrzeugen: „Mädchen und Automobile haben mancherlei gemeinsam. Ihr Temperament . . . manchmal auch ihre Launen. Sie bedürfen sachgemäßer Pflege und werden noch bei weitem attraktiver, wenn sie gut hergerichtet und frisiert sind. Die Männer schwärmen jeweils für das jüngste Modell, bewundern schnittige Karossen.“

*

„Tja, einen Wagen müßte man haben!“, sagt sich der regentriefende Mann an der Bushaltestelle. „Vati im eigenen Wagen – das wär’s!“ Und schwupp! Schon sitzt er beschwingt pfeifend in einem VW Käfer: „Wendig, synchronisiert und zuverlässig!“ Neidische Nachbarn schauen dem Käferfahrer hinterher: „Ha, die dachten ich könnte mir keinen leisten! Dabei kann es ihm niemand ansehen, daß ich nur eine kleine Anzahlung machen mußte.“ Der Wunsch nach einem eigenen Auto war in den 50er Jahren für viele noch ein Wunschtraum. Das Rennen machten zunächst die Kleinwagen. Wie der Kleinschnittger, das „rasende Kuchenblech“ ohne Rückwärtsgang. Oder der Messerschmidt mit seiner



Opel Olympia, gebaut von 1950 bis 1952.



Ford 17 M Cabrio (Deutsch), 1957 bis 1960.



Der legendäre Porsche 356, 1955 bis 1959.

Käseglocke aus Plexiglas. Goggo bediente sich eines herzig gestalteten Puppenfilms: „So kommt ihr schneller ans Ziel, benutzt ihr das Goggomobil!“ Denn: „Der Preis ist klein, der Vorteil groß, ein Goggo ist so anspruchslos!“

*

Für keinen Wagen wurden mehr Werbefilme produziert als für den „Badewannen-Taunus“ von 1960. Der begeisterte Nachbar wird zu einer Probefahrt im neuen Ford Taunus 17 M eingeladen. Neugierig fragt er den überglücklichen Fahrer: „Haben Sie den 1,7-Liter-Motor?“ Antwort: „Nein, den 1,5-Liter. Der macht auch seine 130!“ – „Und der Verbrauch?“ – „Überraschend wenig. Durch die windschnittige Form!“

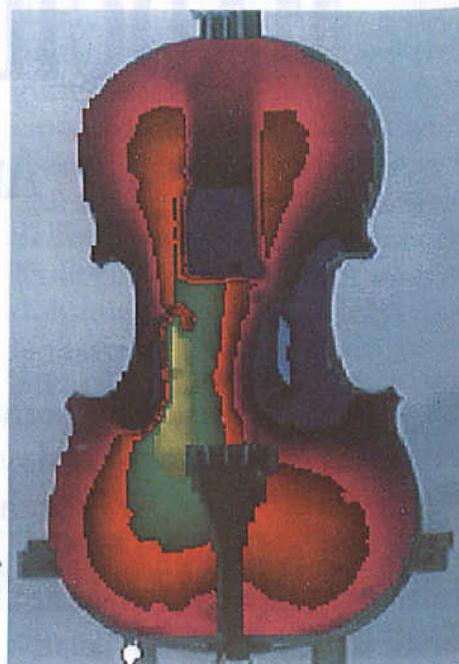
*

Schauspieler Peter Moßbacher unterzieht sich einer schwierigen Rechenaufgabe: „Eins, zwei, drei, vier – mit Mutti sind wir fünf. Ob wir alle bequem Platz haben?“ Und wieder kommt der damals so beliebte „Stopptrick“ zu Ehren: Eins, zwei, drei – schon sitzen alle im Opel Rekord und beweisen, daß im Auto der 50er Jahre eigentlich mehr Platz ist als in der bescheidenen Etagenwohnung. Die Probefahrt gerät zum reinen Familienfest: „Joi, ist das eine Beschleunigung!“, prahlt der Junior, und Mutti schwärmt derweil von der „herrlichen Aussicht“ dank der „Vollsicht-Panorama-Windschutzscheibe – 92 % Rund-um-Sicht!“

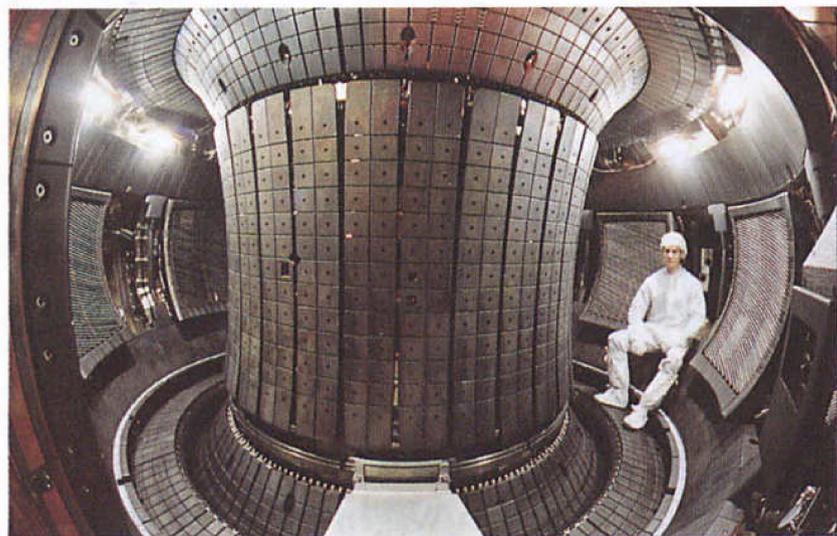
Neue Pathos Film: ChromVeteranen – Traumautos und Kleinwagen der Wirtschaftswunderzeit in Original-Werbefilmen und Wochenschau-Aufnahmen von 1950–1968. VHS, Farbe und Schwarzweiß, 75 min, 44,- DM zuzüglich 6,- DM Versandkosten. Zu beziehen bei: Tacker Film, Ehrenstraße 102, 50672 Köln.

Als im Mai dieses Jahres die Ausstellung Musik im Deutschen Museum wiedereröffnet wurde, war zu den Instrumenten der Bereich Akustik hinzugekommen.

Kultur & Technik berichtet über erstaunliche Klangphänomene. □ Nachdem die Kernspaltungsreaktoren mancherorts ins Gerede gekommen sind, arbeiten Forscher in aller Welt in verstärktem Maße daran, eine technische Lösung für Fusion

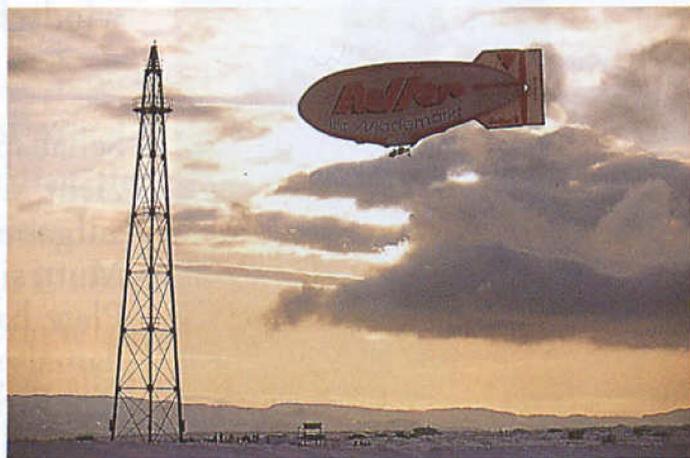


Die Falschfarbenaufnahme, mit einem Laser-Vibrometer aufgenommen, zeigt die momentane Schwingungsauslenkung für jeden Punkt der Geigendecke.



Blick in das Plasmagefäß des Fusionsexperimentes ASDEX Upgrade am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching, einem der Zentren der Fusionsforschung.

reaktoren zu finden. Was ist heute der Stand der Forschung? Welche Risiken birgt die Kernfusion? □ Beim diesjährigen Festival „Arctic Sky“ im nordnorwegischen Kirkenes war auch ein Luftschiff dabei – auf den Spuren der Zeppelinflüge vor über 30 Jahren. □



Die „Adler“ am historischen Ankermast in Vadsö bei Kirkenes, an dem die großen Luftschiffe der Zeppelinära bei ihren Polarexpeditionen anlegten.

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 18. Jahrgang

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

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) 38 189-331 oder -414. Telefax: (089) 38 189-402.

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-80801 München/Postfach 400340, D-80703 München, Telefon: (089) 38 189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38 189-3 98, Postgirokonto: München 6229-802.

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Jobst Broelmann, Dr. Hans-Liudger Dienel, Rolf Gutmann, Prof. Dr. Otto P. Krätz, Dr. Hartmut Petzold, Prof. Dr. Jürgen Teichmann, Dr. Helmuth Trischler.

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-80802 München
Layout: Jorge Schmidt.

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

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

Anzeigen: Fritz Leberherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-60323 Frankfurt, Postanschrift: Postf. 110241, D-60037 Frankfurt, Telefon: (069) 756091-71 und 72, Telefax: (069) 748683. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10. Anzeigen-schluss: 6 Wochen vor Erscheinen.

Satz und Druck: Appl, Senefelderstr. 3-11, D-86650 Wemding.

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1994: Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 68,-, Schüler und Studenten DM 40,-). Erwerb der Mitgliedschaft im Deutschen Museum: Museumsinsel 1, D-80538 München/Postfach: D-80306 München.

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

Adressenänderungen: Bei Adressenänderungen wird gebeten, 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: Die Ausgabe enthält folgende Beilagen: „Historische Kostbarkeiten aus Kunst und Literatur“, Musarion Verlags AG, Zug; „Weltkunst – Aktuelle Zeitschrift für Kunst und Antiquitäten“, Weltkunst Verlag, München. Wir bitten um freundliche Beachtung.

ISSN 0344-5690

Fotos: MPI für Plasmaphysik, Garching (l. o.); Deutsches Museum (r. o.); © Gero Breloer (u.)