

# Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

1/1994

ZB 7361

Gerch. 400

## FOTOGRAFIE

### Entdeckung der Welt unter Wasser



## BALLISTIK

### Von Tartaglia bis Torricelli

## ZEPPELINE

### Technik im Dienst der Politik

## GEODÄSIE

### Die Erdfigur und ihre schwierige Bestimmung

## BAUKUNST

### Holzwege in die Eisenzeit



**SIEMENS**

# OIKOS

Zeitreisen zwischen  
Feuerstelle  
und Mikrowelle



Haushalt und Wohnen in Geschichte,  
Gegenwart und Zukunft

Vom 2.12.1993 - 30.4.1994

München, Prannerstr. 10  
Montag bis Freitag 9-16 Uhr,  
Samstag, Sonntag 10-14 Uhr,  
Feiertags geschlossen.

Jeden 1. Dienstag im Monat  
bis 21 Uhr geöffnet.  
Eintritt frei.

Sonntagvormittag-Führungen:  
"Von der Feuerstelle zur Mikrowelle";  
geführter Rundgang durch die Ausstellung.

Termine: jeder 2. und 4. Sonntag im Monat;  
Beginn 11.00 Uhr.

Begleitveranstaltungen zu verschiedenen  
Aspekten des Themas.

Nähere Informationen und Auskünfte (Titel,  
Termine u.ä.) erfahren Sie aus der Tages-  
presse oder unter Tel. 0 89/ 2 34-26 60

Eine Ausstellung im  
SiemensMuseum

# INHALT

ZUM TITELBILD: UNTERWASSERFOTOGRAF BEI SCHWÄMMEN. FOTO: ARMANDO F. JENIK/THE IMAGE BANK

<b>EDITORIAL</b>	<b>4</b>	<b>BIOGRAPHIE</b>	<b>41</b>
Nobelpreisträger im Deutschen Museum	<i>Wolf Peter Fehlhammer</i>	„Ein junger Mann aus Ostfriesland“ Der Astronom John Lewis Tiarks	<i>Kurt-R. Biermann</i>
<b>KULTUR &amp; TECHNIK RUNDSCHAU</b>	<b>6</b>	<b>WASSERKRAFT</b>	<b>46</b>
Nachrichten zu Kultur, Technik und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Strom aus dem Kunstwerk Das Wasserkraftwerk Heimbach	<i>Achim Uhlenhut</i>
<b>LUFTSCHIFFE</b>	<b>10</b>	<b>GEODÄSIE</b>	<b>50</b>
Im Bann eines „Fehlgriffs“ Wechselwirkungen zwischen Technik und Politik	<i>Henry Cord Meyer</i>	Die Erde ist keineswegs rund Zur Erdfigur und ihrer Bestimmung	<i>Rudolf Sigl</i>
<b>BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE</b>	<b>20</b>	<b>GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR</b>	<b>58</b>
Die Vogelorgel Ein Musikinstrument für Singvögel	<i>Hubert Henkel</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfrid von Weiher</i>
<b>UNTERWASSERFOTOGRAFIE</b>	<b>22</b>	<b>DEUTSCHES MUSEUM</b>	<b>62</b>
Tiefenschärfe Unterwasserbilder seit 100 Jahren	<i>Werner Fiedler</i>	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
<b>BALLISTIK</b>	<b>30</b>	<b>SCHLUSSPUNKT</b>	<b>65</b>
Schuß – und kein Treffer Von Tartaglia bis Torricelli	<i>Michael Segre</i>	Eis aus dem Backofen Ein Kurzschluß in Sachen Ökologie	<i>D. B.</i>
<b>INGENIEURBAUKUNST</b>	<b>34</b>	<b>VORSCHAU / IMPRESSUM</b>	<b>66</b>
Holzwege in die Eisenzeit Hallenkonstruktion im 19. Jahrhundert	<i>Jean Louis</i>		



**LUFTSCHIFFE.** Die Geschichte der „Zeppeline“ in neuer Sicht. **SEITE 10**

**FOTOGRAFIE.** Heute sind Unterwasserbilder selbstverständlich. Ihre Geschichte begann vor 100 Jahren. **SEITE 22**



**GEODÄSIE.** Zu den Aufgaben dieser Wissenschaft gehört nicht nur die Kartenherstellung, sondern auch die Bestimmung der Erdfigur. **SEITE 50**



Liebe Leserin, Lieber Leser,

Französische Regionalzeitungen jubeln: Museen, Ausstellungen aller Art, „Tage der Offenen Tür“ in Forschungszentren und Industrie-Laboratorien haben Hochkonjunktur. Ob es das Gezeiten-Kraftwerk bei Saint-Malo in der Bretagne ist, das Musée des Télécoms von Pleumeur-Bodou oder das Futuroscope in Poitiers, kein Wunder, die hochmobile Freizeitgesellschaft will adäquat unterhalten sein. Auch eine vom Institut für Museumskunde, Staatliche Museen Preussischer Kulturbesitz, herausgegebene Studie spricht von Jahr für Jahr steigenden Besucherzahlen, führt dies aber im wesentlichen auf die zahlreichen Museumsneugründungen und die vielen spektakulären Sonderausstellungen zurück. Hier machen die Kunstmuseen ihren großen Schnitt.

Bei genauerem Hinsehen sind es jedoch eher die sogenannten Science Centers mit ihren aktuellen Bezügen und Themen, die Zulauf haben, und neuerdings schießen allorts Ökomuseen sprichwörtlich „ins Kraut“, natürlich: Alle Welt redet schließlich über Energie und Ozon. Techniktourismus (tourisme techno) ist in. Einen Boom erleben auch sämtliche alternativen Museums-Konzepte, das Kleinste, das Außergewöhnliche, das Musäum, verrückte Kindermuseen, in denen alles erlaubt ist, natürlich auch an Disneyland orientierte Parks. Die klassischen, die etablierten, die Traditionsmuseen – und das Deutsche Museum ist da keine Ausnahme – klagen dagegen unisono über Besucherrückgang. Sind sie out?

Dabei macht das Deutsche Museum durchaus noch immer Furore, erfährt weltweit begeisterte Zustimmung. Augenblicklich „entdecken“ es gerade die Italiener („Una scienza da toccare“, Il Giornale, 27. 10. 93) und die Fernsehanstalten. Die „Meisterwerke“, die vom Besucher selbst in Gang zu setzenden Experimente, die Dioramen, ja selbst die „Ruheshalle“ finden nach wie vor ihre Liebhaber, ist nur einmal die Schwellenangst überwunden. Trotzdem sind heute den Technikmuseen über die Darstellung der geschichtlichen Entwicklung von Naturwissenschaft und Technik hinaus, so wichtig und aufschlußreich diese für das Verständnis unserer Zivilisation auch sein mag, neue Aufgaben zugewachsen: Sie haben der veränderten Befindlichkeit der Gesellschaft Rechnung zu tragen, die dabei ist, sich von ihren technisch-industriellen Lebensgrundlagen emotionell zu distanzieren, ja zu verabschieden – ohne klare Alternative.

Ich sprach in diesem Zusammenhang des öfteren von „Überwindung der Sprachlosigkeit“ zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit und zwischen den beiden Kulturen, die das Museum besser und auf breiterer Basis leisten kann als Schule und Hochschule, und von einem „Forum der Aussöhnung“ zwischen dämonisierter Technik und zutiefst verunsichertem Bürger, das das Museum sein könnte und sollte. Für mich ist der angesprochene expansive Techniktourismus neben dem legitimen *infotainment* auch Zeichen für das starke Bedürfnis, das Ominöse, das Bedrohliche einmal aus nächster Nähe zu erfahren, zu begreifen, zu erleben – und vielleicht auch zu verstehen. Da werden dann plötzlich die Dimensionen zurechtgerückt, ein Ansatz und eine Wirkung,

die ich mir für unsere Ausstellung wünsche. Was können wir dazu tun?

Um mit dem Besucher ins Gespräch zu kommen, vor allem eines: wirklich *aktuelle* Technik mit ihren *aktuellen* Problemen aufzeigen, *aktuelle* Lösungen diskutieren, die Forschungsergebnisse von *heute* ausstellen – und die von *morgen* (!), wie sie heute bereits in den Forschungslaboratorien entstehen. Diesen längst überfälligen Aktualisierungsschub inszenierte das Deutsche Museum in den letzten Monaten auf die wohl überzeugendste Art, wobei ihm das Glück (der Zufall) hold war: Am 5. Oktober kamen in einer kleinen Feier Georg Bednorz' Hochtemperatur-Supraleitungs-Demonstrationen und Gerd Binnigs Rastertunnelmikroskop – beides Arbeiten, die im IBM-Labor in Rüschlikon bei Zürich entstanden sind und mit den Physiknobelpreisen der Jahre 1987 beziehungsweise 1986 dekoriert wurden – ins Haus und sind nun in der Physik, Abteilung Tieftemperatur beziehungsweise Optik, zu bewundern.

Ebenfalls in der Physik, aber auch in der Astronomie und in der Chemie konnte man sich bereits einen Monat nach der Stockholmer Entscheidung vom 10. Oktober über die '93er-Nobelpreise informieren. Namhafte Biochemiker der FU Berlin und der Münchner Universität hatten in Windeseile allgemeinverständliche Texte zu den „vier halben Biochemie-Preisen“ geliefert, und selbst ein PCR-Gerät zur DNA-Replikation war nach einer knappen Woche zur Stelle. Nur die museumseigenen, mit gewohnter Perfektion ausgeführten Arbeiten ließen etwas länger auf sich warten. Jetzt sind wir klüger: Nächstes Mal wird's nicht ganz so perfekt, dafür stehen die Displays in einer Woche.

Fast zum Jahresende dann noch ein Paukenschlag: Roald Hoffmann – total! Der Chemie-Professor und -Nobelpreisträger 1981 war für einen hochwissenschaftlichen Vortrag vor der Chemischen Gesellschaft, für einen mehr populärwissenschaftlichen über die „Schönheit von Molekülen“ im Apollo-Saal des Forums der Technik und für die Eröffnung der Ausstellung „Chemie – Malerei – Poesie“ mit Collagen von Vivian Torrence zu eigenen Gedichten im Foyer der Museumsbibliothek gewonnen worden. Ein Gedicht ist überschrieben „The 1986 Nobel Prize in Physics“ und handelt von Binnigs und Rohrsers wundervoller Erfindung, die erstmals Atome sichtbar macht! Es ist überwältigend, aber „wir kannten Atome schon vorher“ und „wir müssen nicht erst sehen, um zu erkennen“.

Drei Tage lang „Museum, wie es sein soll“. Oder wie Carl Sagan in seinem Vorwort zum Buch R. Hoffmann und V. Torrence, *Chemistry Imagined* schreibt: „It's very much the sort of thing we need more of.“

Herzlich Ihr



Prof. Dr. Wolf Peter Fehlhammer

# Tradition fasziniert

STILKONZEPT VON HANS-JÜRGEN DIBBELT



BMW 328 Mille Miglia von 1940, BMW 507 von 1958, BMW 325i Cabrio von 1993.

Die Tradition von BMW fasziniert. Man spürt sie in einem 328 Mille Miglia der 40er Jahre, in einem 507 der 50er Jahre genauso wie im neuen 325i Cabrio.

Die hohe Wertschätzung, die BMW weltweit genießt, basiert auch auf der Reife von Form und Linie, die jedes BMW Fahrzeug auszeichnen. Gestern wie heute.

## BMW AG



VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL



Siemens-Martin-Ofen im Stahl- und Walzwerk Brandenburg, das stillgelegt werden soll.

## WENN KOHLE UND STAHL MUSEUMSREIF WERDEN

Was die Kumpel im Westen noch kaum verkraftet haben, trifft ihre Kollegen im Osten Deutschlands mit voller Wucht: das Ende der alten Industrien. Ein Konzept der „Rettung industrieller Kerne“ kann nicht verhindern, daß schon jetzt weit mehr als die Hälfte aller industriellen Arbeitsplätze in den neuen Bundesländern verlorengegangen sind.

Die Stadt Brandenburg an der Havel war zu DDR-Zeiten einer der bedeutendsten Stahlstandorte. Heute hat hier zwar der italienische Riva-Konzern einige Produktionsstätten übernommen, aber der Treuhand-Betrieb *Stahl- und Walzwerk Brandenburg*, ehemals größter Stahlproduzent der DDR, fand keinen Käufer. Bis 1994 gibt es noch eine Genehmigung für den „Auslaufbetrieb“, danach ist Schluß.

Diese Übergangszeit wollen engagierte ABM-Kräfte nutzen, um eine umfassende Sammlung über Technik, Arbeits- und Lebensbedingungen der Arbeiter im Stahlwerk herzustellen. Ziel ist ein Industriemuseum Brandenburg. Bis jetzt

wurden schon über 2000 Gegenstände registriert und gesammelt; 20 Dokumentarfilme, 4000 Negativ-Filme, 6000 Photos und 2000 Bücher füllen das Archiv.

In der Havelstadt arbeiten die letzten fünf (von vormals zwölf) funktionsfähigen *Siemens-Martin*-Öfen Westeuropas, die viele Besucher anlocken. Doch das Museumsprojekt hat seinen Finanzier noch nicht gefunden.

## ARCHIV FÜR ORAL HISTORY

In Lüdenscheid ist das Institut für Geschichte und Biographie *Deutsches Gedächtnis* als Teil der Fernuniversität Hagen gegründet worden. Die Leitung hat Alexander von Plato. In einem eigenen Archiv werden lebensgeschichtliche Interviews, Tagebücher, Briefe, Fotoalben und ähnliche Erinnerungsgenstände gesammelt und archivisch aufbereitet. Das Institut möchte damit historische Studien zur Alltagskultur anregen. Viele Studien zur industriellen Arbeit werden sich in den nächsten Jahren auf Lüdenscheider Material stützen.

Einsitziger Solarmobil-Prototyp „Cheetah“ aus der Schweiz.

## ENERGIE AUS SALZWASSER UND WÜSTENWIND

Aus heißer Wüstenluft, großen Mengen von Salzwasser und riesigen Schornsteinen wollen 20 Forscher der Technischen Universität Haifa Energie gewinnen. Das geheime Projekt wurde erst vor wenigen Monaten durch den Staat Israel freigegeben. Leiter des Projektes ist Dan Zaslavsky, Professor in der Abteilung Agraringenieurwesen am Technion Haifa.

Meereswasser soll an die Spitze von Schornsteinen mit einer Höhe von bis zu 900 Metern – dreimal so hoch wie der Eiffelturm – und einer Breite

von 400 Metern gepumpt werden. Während das Wasser von oben wie Regen herunterfällt und sich dabei abkühlt, wird von unten her heiße Wüstenluft in den Schornstein geleitet, die in ihm nach oben steigt. Die entstehende Luftbewegung soll Turbinen antreiben.

Professor Zaslavsky verspricht sich pro Schornstein eine Stromerzeugung von 2,5 Millionen Kilowatt stündlich, zehn Prozent des derzeitigen israelischen Stromverbrauchs. Luftverschmutzung werde vermieden, flüssige Treibstoffe würden nicht benötigt und es werde als Nebeneffekt Meerwasser entsalzt.

Der Professor will mit solchen Schornsteinen in der Arava und im Negev den gesamten Strombedarf Israels und Jordaniens decken. Technische Einzelheiten über diese Art der Energiegewinnung hat er jedoch bisher noch nicht bekanntgegeben.

## SOLARMOBIL 1994

Seit 1990 organisiert der *Verein zur Förderung der Solarenergie in Verkehr und Sport e. V. (VFS)* Solarmobil-Veranstaltungen, bei denen Solarmobile verschiedenen Prüfungen unterzogen und dem Publikum vorgestellt werden. 1993 fand die Show in Berlin statt; 1994 wird vom 7.–15. April eine Sternfahrt Bonn-Brüssel-Amsterdam veranstaltet. Nähere Informationen sind unter der Telefonnummer 030/6 93 88 34 erhältlich.



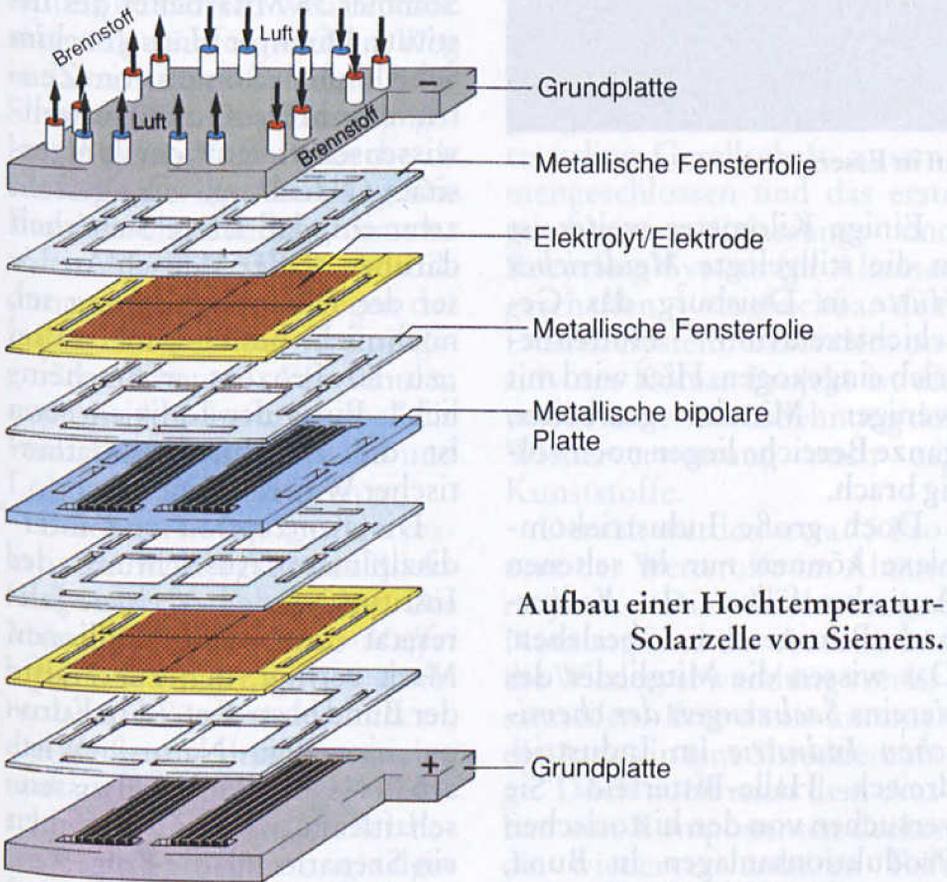
Fotos: Brigitte Jetzschmann/Industriemuseum Brandenburg (l. o.); VFS, Berlin (l. u.)

**KRAFTWERKE DER ZUKUNFT:  
HEISSE ZEITEN  
FÜR BRENNSTOFFZELLEN**

Brennstoffzellen wandeln chemisch gebundene Energie direkt in elektrische um, während in konventionellen Kraftwerken Elektrizität erst über einen verlustreichen Umwandschritt gewonnen wird. Das Prinzip der Brennstoffzellen ist das der „umgekehrten“ Elektrolyse: Während die Zufuhr

von Strom Wasser in die Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, entsteht bei der „Verbrennung“ von Wasserstoff zu Wasser Elektrizität.

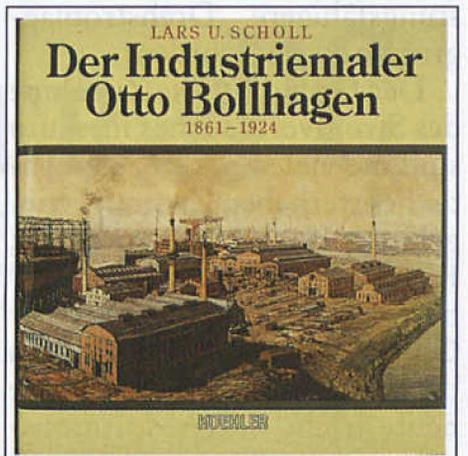
Bisher sind ausschließlich Niedertemperaturbrennstoffzellen in Marktnischen mit kleinem Energiebedarf eingesetzt worden. Ihre Betriebstemperatur liegt bei 60 bis 90 Grad Celsius, als Brenngase dienen teurer Reinwasserstoff und -sauerstoff.



Seit 1991 wird in Deutschland die Entwicklung von Hochtemperaturbrennstoffzellen besonders gefördert, die neben dem reinen Wasserstoff auch den Erdgaswasserstoff direkt zu Strom wandeln können. Ein Entwicklungsprogramm des Bundesministerium für Forschung und Technologie – 1991 in Zusammenarbeit mit Dornier, Siemens und ABB gestartet – läuft Ende 1993 aus. Dann wird entschieden, welche der drei zur Zeit geförderten oxidkeramischen Hochtemperaturzellen in Zukunft weiterentwickelt werden soll.

**40 MILLIONEN  
ELEKTRIZITÄTSWERKE**

Fast unbemerkt von der intensiven Diskussion über die Zukunft der Energieerzeugung in Deutschland hat die elektrische Leistung der Kraftfahrzeuge in den letzten Jahren stetig zugenommen. Alle Kraftfahrzeuge zusammen verfügen heute etwa über 60 bis 70 Millionen Kilowatt. Das sind mehr als 50 Prozent der gesamten installierten Leistung aller deutschen Kraftwerke. Die Autofahrer besitzen damit die zweitgrößte Stromerzeugungskapazität im Land. Die Energie für den Antrieb der Lichtmaschine kostet ins-



**DAS BOLLHAGEN-BUCH**

Beim Beitrag „Das ideale Bild der Fabrik“ von Otto Krätz in Kultur & Technik 4/1993 ist durch ein Versehen der Hinweis auf die hier abgebildete Bollhagen-Monographie entfallen. Lars U. Scholl: Der Industriemaler Otto Bollhagen 1861-1924, Koehler Verlag, Herford 1992. Wir tragen den Hinweis gerne nach.

gesamt rund fünf Prozent des Treibstoffverbrauchs. Den größten Bedarf haben die Scheinwerfer mit teilweise über 200 Watt, während die Zündung nur ein Fünftel dieser Energiemenge benötigt. Wegen des elektrischen Energiehungers der Autos sind die alten Gleichstromlichtmaschinen schon vor Jahren durch lei-

**EINE GESELLSCHAFT  
PACKT EIN**

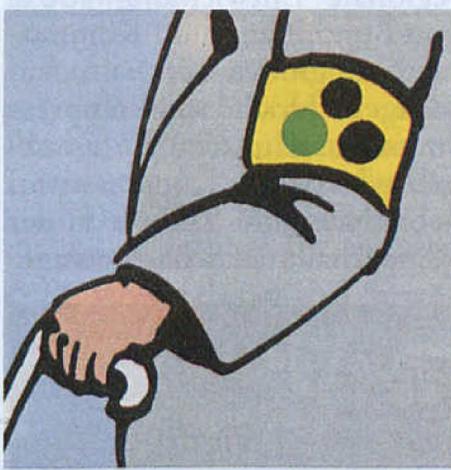
Selbst die Natur kommt nicht ohne Verpackung aus: Der Einsiedlerkrebs schützt seinen weichen Hinterleib durch ein leeres Schneckengehäuse, Nüsse haben harte Schalen, Bananen weiche. Schon der prähistorische Mensch verpackte seine Güter in Holzkästen, Fellschläuche, Tongefäße und später gläserne Phiolen – sie sind indessen alle Mehrwegverpackungen.

Erst das Industriezeitalter erfand die Einwegverpackung und schuf damit eine neue Qualität anorganischen Mülls. Anfang des 19. Jahrhunderts trat die Weißblechkonserve ihren Siegeszug an. Im Jahre 1891 meldete Albert L. Johns in New

York Wellpappe zum Patent an. Damit begann die industrielle Produktion von Verpackungskartonagen. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts werden Aluminiumdosen, -tuben und -folien verwendet. Kunststoffe werden seit den 50er Jahren für Verpackungen entdeckt.

Die Müllberge sind – darauf verweist die Verpackungsindustrie – lediglich proportional zum Bruttosozialprodukt gewachsen. Aber die Veränderung der Haushalte und Konsumgewohnheiten verstärkt den Trend zu viel Verpackung um wenig Ware.

Die Zahl der Haushalte in der Bundesrepublik Deutschland hat sich von knapp 17 Millionen im Jahre 1950 auf fast 28 Millionen im Jahre 1989 vermehrt, die Zahl der Ein-



personenhaushalte hat sich verdreifacht, die der Zweipersonenhaushalte verdoppelt, während Haushalte mit fünf und mehr Personen auf die Hälfte zurückgingen. Der Haushalt kann schneller „erledigt“ werden, das Warenangebot in den Supermärkten ist entsaisonalisiert – Obst und

Gemüse aus aller Herren Länder werden, verpackt, zu allen Jahreszeiten importiert.

Selbstbedienungsläden schützen die Waren durch Verpackung vor dem Betasten, Verpackung macht die Waren lagergeeignet und optisch konkurrenzfähig. Konsequente Müllvermeidung ist daher gesellschaftlich schwer durchzusetzen, würde sie doch das Alltagsleben nachhaltig verändern, während Abfalltrennung und Recycling liebgeordnete Konsumgewohnheiten nicht tangieren.

Die Verpackungstechnik ist in sämtlichen Industrienationen hochentwickelt. Könnte mit dem in Industrienationen vorhandenen Know-how nicht auch eine Entpackungstechnik entwickelt werden?

Abb.: Siemens, Erlangen (M.I.); Dr. Lars U. Scholl (r.o.); Frank Nikol (u.)

VON CRISTIANE UND HANS-LUDGER DIENEL

stungsfähigere Drehstromaggregate ersetzt worden.

Der Grund für die Zunahme des Stromverbrauches im Auto sind die vielen neuen Aggregate: Fensterheber, Zentralverriegelung, Heckscheibenwischer, Katalysator, elektrisch verstellbarer Fahrersitz, automatischer Gurtstraffer – und vor allem die Klimaanlage. Diese könnte heute leicht mit Absorptionsanlagen betrieben werden, welche die Auspuffwärme nutzen. Doch ein zusätzliches Bauteil im Auspuff ist den Autoherstellern zu heikel.

## DIE BISLANG GRÖSSTEN GLASMONOLITHEN DIENEN DEM BLICK INS ALL

Der Bau der Europäischen Südsternwarte in den chilenischen Anden ist ohne Frage das ehrgeizigste astronomische Projekt der letzten Jahre. Bis zur Jahrtausendwende werden vier Spiegelteleskope mit je acht Metern Durchmesser auf dem 2600 Meter hohen Cerro Paranal installiert sein. Die neue Sternwarte macht Himmelsobjekte sichtbar, die mehr als 100 Millionen Mal schwächer leuchten als die schwächsten mit dem Auge bei dunklem Himmel gerade noch wahrnehmbaren Sterne.

Das Projekt beschäftigt in Deutschland mehrere Universitäts- und Landessternwarten. Aber auch die deutschen Instrumentenbauer profitieren von dem ambitionierten Teleskop. Die Glasfirma Schott in Mainz goß die bislang größten Glasmonolithen der Welt, die



Die Schachtanlage der Zeche Zollverein in Essen.

Präzisionsschleifmaschinen kamen von *Schiess* in Düsseldorf, und die Elektronik wurde von *Siemens* entwickelt.

## NEUE NUTZUNG FÜR ALTE FABRIKEN

Im Ruhrgebiet und in den neuen Bundesländern sind in den letzten Jahren Initiativkreise entstanden, die sich für den Erhalt historischer Fabriken stark machen.

Die *Zeche Zollverein* gehört zu den Anlagen, die erfolgreich als Industriedenkmal umgenutzt wurden. Das Geld kam vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung sowie von Bund, Land und Kommune. Nun gibt es Büros im ehemaligen Hochdruckkompressorenhaus, Kunst im Werkstattgebäude West, Kongresse im Schalthaus und Theater in der Wipperhalle der Schachtanlage.

Einige Kilometer weiter ist in die stillgelegte *Meidericher Hütte* in Duisburg das Geschichtszentrum Hüttenbetrieb eingezogen. Hier wird mit weniger Mitteln gearbeitet, ganze Bereiche liegen noch völlig brach.

Doch große Industriekomplexe können nur in seltenen Ausnahmefällen als Kultur- und Bürozentren überleben. Das wissen die Mitglieder des Vereins *Sachzeugen der chemischen Industrie* im Industriedreieck Halle-Bitterfeld. Sie versuchen von den historischen Produktionsanlagen in Buna, Leuna, Bitterfeld, Wolfen und Böhlen ausgewählte Stücke zu erhalten und betreiben die Gründung eines Chemiemuseums in Merseburg.

Die Anschriften: Bauhütte Zollverein, Schacht XII GmbH, Gelsenkirchener Str. 181, 45309 Essen – Geschichtszentrum Hüttenbetrieb, Emischerstr. 71, 47137 Duisburg – Sachzeugen der chemischen Industrie e. V., Prof. Dr. Klaus Krug (Vorsitzender), Fachhochschule Merseburg, 06271 Merseburg.

## DIE FOLGEN DER KLIMAVÄNDERUNG WERDEN ERFORSCHT

Der heiße Frühling und Sommer 1993 haben wieder einmal Spekulationen geweckt, ob Hitze und Trockenheit noch im Rahmen der üblichen Varianz

liegen oder schon erste Zeichen einer globalen, von Menschen ausgelösten Klimaänderung sind. Weltweit forschen zahlreiche Wissenschaftler nach den Ursachen der Klimaveränderung.

Nun ist in Potsdam – auf Empfehlung des Wissenschaftsrates – das erste Institut für Klimafolgenforschung gegründet worden. Nicht nach den Ursachen, sondern nach den Auswirkungen der Klimaveränderung fragen seit dem Sommer 38 Mitarbeiter des Instituts. Direktor Hans-Joachim Schellnhuber kommt vom Zentrum für Meeres- und Umweltwissenschaften an der Universität Oldenburg. Er gesteht zwar ein, daß letzte Sicherheit darüber, ob der Mensch Auslöser der Klimaveränderung sei, noch nicht bestehe, aber es sei „zu 80 Prozent wahrscheinlich“. Eines der Indizien etwa ist die Zunahme nordatlantischer Wirbelstürme.

Die Konzeption und interdisziplinäre Ausrichtung des Instituts, das über einen Jahresetat von acht Millionen Mark verfügt, den zur Hälfte der Bund bestreitet, ist in Europa einmalig: Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler entwickeln zusammen ein Szenario für die Folgen eines feuchteren, wärmeren und stürmischeren Wetters, mit dem die Menschheit voraussichtlich in den nächsten Jahrzehnten leben müssen. Sektorspezifisch sollen die Folgen der Klimaveränderung für Land- und Forstwirtschaft, Energie, Tourismus und Verkehr beschrieben, mögliche Präventionsmaßnahmen entwickelt und die volkswirtschaftlichen Kosten der verschiedenen Modelle quantifiziert werden.

Die Aufgabe des Instituts ist also weniger die Grundlagenforschung als vielmehr die Suche nach langfristigen Umweltmanagement-Strategien zur Politikberatung. Die Forschungen werden sich zunächst auf die norddeutsche Küstenregion und die Alpen konzentrieren, weil diese Gegenden auf Klimaänderungen besonders sensibel reagieren.



Guß der größten Glasmonolithen der Welt bei „Schott“.

## RÜSTUNGSKONVERSION: VON PANZER- ZU LKW-SIMULATOREN

LKW-Fahrsimulatoren könnten die Ausbildung der Fahrschüler verbessern und so auch zur Vermeidung etwa von Tanklastzugunfällen beitragen, weil gefährliche Situationen wirklichkeitsnah trainiert werden können. Seit über 20 Jahren entwirft, baut und liefert *Krauss-Maffei* Fahrsimulatoren für Panzer. Die entsprechende Abteilung im Bereich Wehrtechnik arbeitet nun erfolgreich am Weg in das zivile Geschäft der LKW-Simulatoren. Der Einstieg gelang *Krauss-Maffei* über die alten Kontakte der Abteilung: Die Bundeswehr überlegt, Simulatoren für ihre LKW-Ausbildung anzuschaffen. Wegen der hohen Kosten der Trainingsgeräte scheuen Fahrschulen noch die Anschaffung, doch die Firma bietet auch U-Bahn und Lokomotiv-Simulatoren an.

Besonders wichtig ist die realistische Wiedergabe des Blickfeldes aus der Fahrkabine. Die Münchner Firma *Krauss-Maffei* bietet seit einiger Zeit einen Simulator in Fünfkanaltechnik an, das heißt mit drei Frontsicht- und zwei „Rückspiegel“-Bildschirmen. Der Fahrschüler befindet sich in einer originalgetreuen Nachbildung des Fahrerstandes mit allen Bedieneinrichtungen, auch die Betätigungskräfte und Geräusche, Brems- und Beschleunigungsbewegungen werden simuliert. Die Simulatorentwicklung ist eines der wenigen Beispiele für die erfolg-

reiche Neuorientierung wehrtechnischer Arbeitsgruppen. Denn zumeist werden die alten Strukturen der wehrtechnischen Abteilungen aufgelöst und die Mitarbeiter betriebsintern einzeln in neue Abteilungen versetzt. Neue zivile Aufgaben für die alten Abteilungen werden selten gesucht, weil ihnen keine markt- und preisbewußte Arbeit zugetraut wird.

## ALTAUTOS AUF DEN GRÜNEN PUNKT GEBRACHT

In Köln haben sich Autohändler, Autoverwerter und Entsorgungsfirmen zu einer Autorecycling-Gesellschaft zusammengeschlossen und das erste geschlossene Erfassungs- und Recycling-System für Altagautos geschaffen – vergleichbar dem Dualen System. Besonders positiv am Kölner Projekt ist die versuchsweise Ausdehnung der Wiederverwertung auch auf Kunststoffe.

Derzeit werden etwa 75 Prozent der Wertstoffe im Altagauto recycelt. Die hochwertigste Nutzung sind der Ausbau und die Wiederverwendung von Ersatzteilen. Erst dann kommen die Autos in eine Shredderanlage. Doch auch nach dem Ausbau von Komponenten decken die wiederverwertbaren Teile und der Rohstoffgewinn aus dem umweltgerechten Recycling eines Autowracks nicht die Kosten von rund 250 DM pro Auto. Die Recyclingkosten muß der Altagautobesitzer tragen. 2,5 Millionen Altagautos gibt es hierzulande pro Jahr.

Im *Krauss-Maffei*-Fahrsimulator orientiert sich der Fahrschüler an einem realitätsnahen Computersichtsystem. Außer LKW-Fahrern können mit dem Gerät auch U-Bahn- und Lokomotivführer trainiert und geschult werden. Ein gutes Beispiel für den möglichen Umstieg der Rüstungsindustrie auf zivile Produkte.



Foto: Krauss-Maffei

# PFARRER & PC

Das interkonfessionelle Fachmagazin für den Computereinsatz im kirchlichen und missionarischen Bereich

Verlag Wort im Bild - 6. Jahrgang Nr. I/1993 - Einzelpreis: 10,00 DM - D 9652 F

"Das trifft sich gut, dass Du nochmals weggehst, bring mir bitte das neue Pfarrer & PC Heft mit!"



Cover einer „Pfarrer & PC“-Ausgabe mit Kaufbekenntnis.

## COMPUTERGESTÜTZTE FRÖMMIGKEIT

Bisher setzte vermutlich weniger als ein Zehntel aller Pfarrämter in Deutschland Computer für ihre Aufgaben ein. Die 650 Mitglieder des ökumenischen Vereins *Pfarrer & PC* wollen das ändern. Sie geben seit fünf Jahren vierteljährlich ein „interkonfessionelles Fachmagazin für den Computereinsatz im kirchlichen und missionarischen Bereich“ heraus und veranstalten jedes Jahr die Computermesse *CredoBit* in Friedberg im Taunus.

Das selbstverständliche Einsatzgebiet des Computers in der Pfarrei ist die standardmäßige Text- und Dateiverarbeitung. Bei der Verwaltung von Kindergarten- oder Mitgliedsbeiträgen helfen Vereinsprogramme säkularer Träger.

Nach fünf Jahren Entwicklungszeit haben fünf evangelische Landeskirchen und zwei katholische Diözesen das eigene Programm *DaviP* eingeführt.

Das Programm *Miniplan* erstellt einen Ministrantenplan und berücksichtigt dabei den unterschiedlichen Kenntnisstand und die Terminprobleme aller Ministranten. Ebenso gibt es Programme für Spendenquittungen und Gottesdienstpläne. *Pfarrer & PC*-Mitglied Gerhard Bergius plant die Herausgabe einer Diskettenversion mit Eingangsgebeten und Fürbitten, passend zu den Predigttexten und Wochensprüchen der sechs Perikopenreihen. Die Pastoralblätter aus dem *Kreuz Verlag* werden schon jetzt jeden Monat mit Predigten, Gebeten und Kurzandachten auch auf Diskette herausgegeben. □

# Im Bann eines „technologischen Fehlgriffs“

## Luftschiffe – oder: Wechselwirkungen zwischen Technik und Politik

VON HENRY CORD MEYER

Starre Luftschiffe, die ersten Flugzeuge, die fähig waren, mit einer beachtlichen Anzahl von Passagieren und mit größeren Mengen an Fracht den Atlantik zu überqueren, fanden von Beginn an ein begeistertes Publikum. Sie erregten aber auch die Aufmerksamkeit jener, die sie eigenen Zwecken dienstbar machen wollten – seien sie persönlicher, politischer, militärischer oder wirtschaftlicher Art. Ihre Ära dauerte ein halbes Jahrhundert, von 1890 bis 1940.

Das starre Luftschiff ist ein bemerkenswertes Beispiel für die enge Wechselbeziehung zwischen Technik und Kultur in der Moderne. Sowohl in gesellschaftlicher wie in technologischer Hinsicht hat dieses Phänomen seinen Ursprung in der ungewöhnlichen Persönlichkeit und in der Leistung des Grafen Ferdinand Zeppelin (1837–1917); die späteren Konstruktionsverbesserungen durch den Schiffbauingenieur Johann Schütte (1873–1940) steigerten seine Bedeutung. Das fand rasch in einer neuen Symbiose zwischen Luftfahrt und Industrie seinen Ausdruck, besonders auffallend in der Stadt Friedrichshafen am Bodensee, die sich innerhalb eines halben Jahrhunderts von einem verschlafenen Seeort zu einem bedeutenden Industriezentrum entwickelte.

Schon früh erlangte das starre Luftschiff politische Bedeutung, zunächst wegen seines Zerstörungspotentials im Ersten Weltkrieg, in der Nachkriegszeit dadurch, daß es in Deutschland, England und in den Vereinigten Staaten zur politischen Beeinflussung der öffentlichen Meinung verwendet wurde.

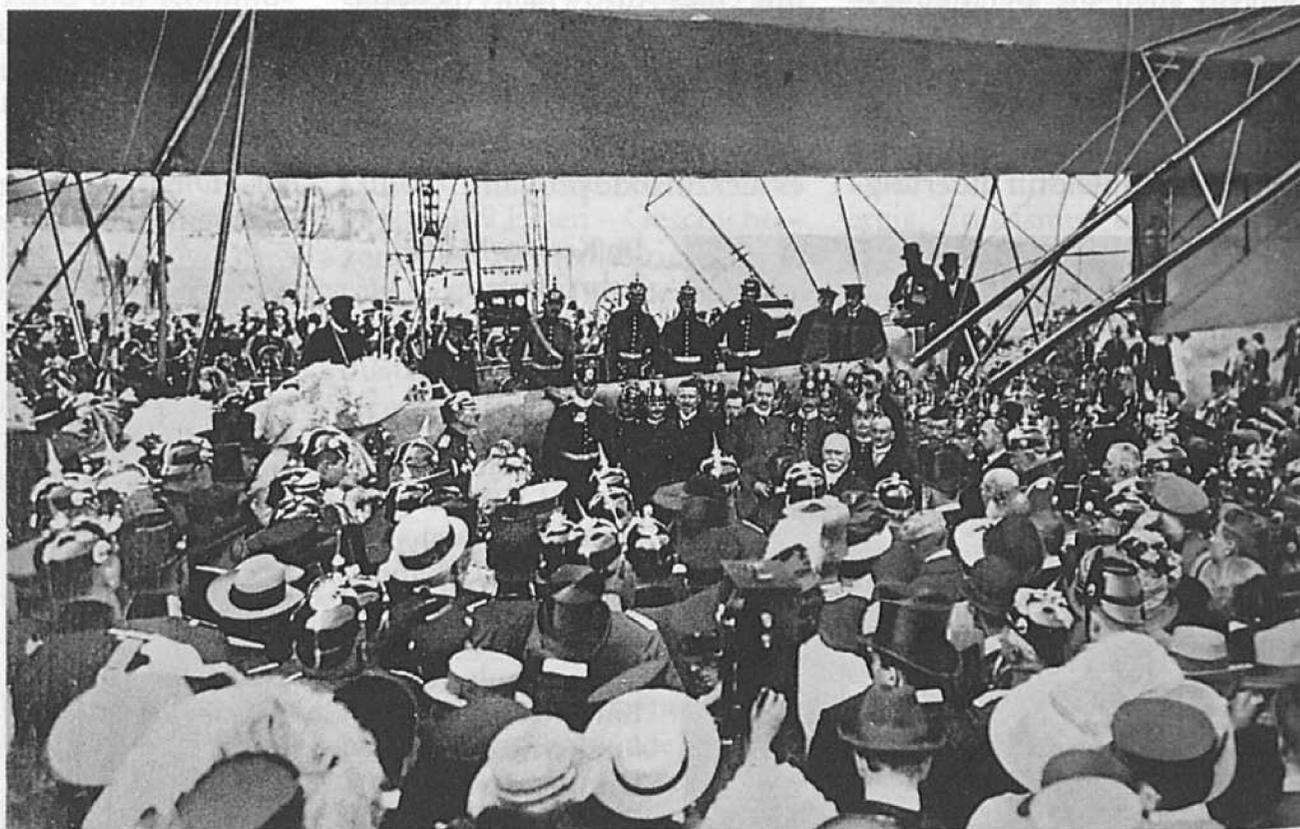
Zwischen den Weltkriegen war es für den transatlantischen Verkehr besonders vielversprechend, doch es hat nur in den USA als Aufklärungsflugzeug der Kriegsmarine überlebt.

Zweifellos ist die Zeit des starren Luftschiffs vorbei. Es mag, wie Theodor Heuss es ausdrückte, „ein technologischer Fehlgriff“ gewesen sein. Sicher aber bleibt es ein historisches Beispiel für die enge Verflechtung von Technik und Kultur in den westlichen Industrienationen.

Einzigartig war der psychologische Einfluß des starren Luftschiffs auf einzelne Personen und auf die Massen. Um die Jahrhundertwende wirkte sich die Technik in verschiedener Form auf das Gefühl und das Verhalten der Menschen aus: schnelle Eisenbahnen, die Geschwindigkeitswettbewerbe der großen Linienschiffe auf der Nordatlantikroute, gewaltige Kriegsschiffe, schnelle Autos. Das starre Luftschiff

jedoch führte zu ganz neuen Dimensionen menschlichen Wahrnehmens und Verhaltens. Es stand am Anfang des Aufstiegs des Menschen in den Himmel, ein großes Gefährt, das sich gelassen durch die Wolken bewegte und als Erfüllung eines Wunschtraums die Massen erregte. Seine wuchtige Gestalt und seine dröhnenden Motoren riefen Erstaunen, Ehrfurcht und Gefühlsausbrüche bei den Zuschauern auf der Erde hervor. Sigmund Freud behauptete sogar, daß es sexuelle Vorstellungen anregte.

Luftschiffen kam aber auch die zweifelhafte Ehre zu, die moderne Bombardierung der Zivilbevölkerung eingeleitet zu haben, so daß es in Frankreich und England vorübergehend ein negatives Image hatte, während die kommerziellen Zwecken dienenden Luftschiffe Hugo Eckeners in der Nachkriegszeit Triumphe feierten. So rangierte das aufmerksamkeits-



Graf Zeppelins Ankunft mit der LZ 6 am 29. August 1909 in Berlin.

Fotos: Northrup University/Lee Payne (l.); Sammlung Henry C. Meyer (r.)



Politischer  
Propagandaflug  
der LZ 127  
über Nürnberg  
beim NSDAP-  
Treffen im  
September 1933.





Gemälde von Alfred „Chief“ Johnson, Sanders Associates, Inc.: Die LZ 130 im Jahr 1939 bei einem Spionageflug mit elektronischem Gerät. Der „Spion“ wird an einem Seil tief hinuntergelassen.

heischende starre Luftschiff auf der Skala zwischen Begeisterung und Schrecken. Es führte zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten zu unterschiedlichen Bestrebungen, diese Technik für politische Ziele auszu-schlachten, die mit ihrem ursprünglichen Zweck nur wenig zu tun hatten.

Graf Zeppelin trug und gebar sein Kind, das starre Luftschiff, unter außergewöhnlichen psychologischen Bedingungen. Üblicherweise wird er als ein Mann dargestellt, der so sehr im Banne seiner Vision stand, daß er mit 52 Jahren seine vielversprechende militärische Laufbahn aufgab, um sich ganz seinem Traum vom Fliegen zu widmen. Diese vereinfachende Erklärung bedarf einer Korrektur.

Im Einklang mit dem militärischen Konservatismus seiner Zeit war Zeppelin ein Adliger mit scharfem Intellekt und tief verwurzelt Patriotismus. Als er aus dem gefühlsbetonen

Württemberg in die rigide Atmosphäre des wilhelminischen Berlin kam, prallte seine eher kameradschaftliche Einstellung zu seiner Truppe mit der typisch preußischen Vorstellung des „Kadavergehorsams“ zusammen. Die diesem deutschen Nord-Süd-Konflikt innewohnende Spannung eskalierte, als er dem deutschen Kaiser den Protest des württembergischen Königs dagegen überbrachte, daß Berlin gegen das verfassungsgemäße Militärabkommen von 1871 verstoße. Der Bote wurde für die Nachricht bestraft, Zeppelins militärische Karriere wegen angeblicher Unfähigkeit beim Kaisermanöver 1890 abrupt beendet. Sein ganzes Leben änderte sich dadurch – und mit ihm die weitere Entwicklung der deutschen Luftfahrt.

Das Verständnis des psychologischen Drucks, der sich daraus für den Grafen ergab und sich auf seine Beweggründe auswirkte, wurde durch ge-

sellschaftliche Tabus des kaiserlichen Deutschland verdeckt, die gelegentlich noch bis heute fort dauern. Schon vor einem halben Jahrhundert hatte indes- sen Hugo Eckener Auszüge aus dem Tagebuch des Grafen veröffentlicht. Sie wiesen auf den großen psychischen Schock durch die Ereignisse hin, die ihn zur Aufgabe einer Laufbahn zwangen, der er sich völlig verschrieben hatte; die seine Ehre in Zweifel zogen und ihn in die Bedeutungslosigkeit zurückverwiesen.

Doch über den preußischen Machenschaften wurde der starke Charakter des Grafen übersehen, seine unerschütterliche Haltung, seine hartnäckige Beharrlichkeit, die klare Schärfe seines Geistes und sein tief verwurzelt Ehrgefühl. In einer gesellschaftlichen und psychischen Extremsituation verband Zeppelin seine Bemühung, sich beruflich und persönlich zu rehabilitieren, mit dem tatkräftigen Einsatz für ein Luftschiff, das majestätisch über sein geliebtes Deutschland hinschweben, seine Gegner im Inland demütigen und die Feinde des Kaiserreichs im Ausland besiegen sollte.

Die technischen, gesellschaftlichen und finanziellen Schwierigkeiten, denen er sich gegenüber sah, waren beträchtlich. Doch er genoß die verlässliche Unterstützung durch den König von Württemberg, und er nutzte seine gesellschaftlichen Kontakte als Angehöriger der Aristokratie, wobei er sogar mit dem Kaiser persönlich in Verbindung kommen konnte.

Das Militärgeschichtliche Forschungsamt in Freiburg veröffentlichte 1965/66 drei Bände, die die Militärfliegerei in Deutschland bis 1914 analysieren und dokumentieren. Sie enthalten lange Abschnitte über Zeppelin, Schütte und ihre Luftschiffe. Die Abfolge der Dokumente gibt sehr genau wieder, was der Graf über die von ihm erzielten technischen Fortschritte und seinen Glauben an die überlegenen militärischen Vorzüge seiner Erfindung mitteilte. Als Zeppelin nach der Luftschiff-Katastrophe von Echterdingen im Jahre 1908 eine nationale Gabe von sechs Millionen Mark zur Verfügung stand, folgten die Mitteilungen rascher aufeinander, doch noch oft mit negativen Ergebnissen.

Ein Auszug aus einem Dokument von 1911 (Militärluftfahrt, II, Doku-

ment Nr. 35, Seiten 70–72) belegt, wie gefühlsintensiv die Korrespondenz des Grafen mit dem Kaiser war:

„Mit den geschilderten Leistungen und Eigenschaften vorhandener oder in kürzester Zeit zu erbauender Luftschiffe ist deren Verwendbarkeit im Kriege die vielseitige und bedeutsame geworden, wie diese von Anfang an gedacht und angestrebt war. . . .

Muß es einem Manne, dem das Vaterland über Alles geht, nicht das Herz abdrücken, daß jene Erkenntnis in den maßgebenden Kreisen bis heute durchaus fehlte, und daß deshalb das sich aus ihr ergebende pflichtmäßige Handeln versäumt worden ist.

Meine Voraussagen, Erklärungen, Warnungen und Bitten waren in den Wind geredet; ich werde verlacht, bemitleidet, in verschiedenen Richtungen verdächtigt – ganz wie in früheren Zeiten –. Vom Generalstabe und von den Lehrern der Kriegsakademie ist die Ansicht der Verkehrstruppen über den Kriegswert meiner Luftschiffe ohne ernstliche eigene Prüfung übernommen. . . .

Das Traurigste aber ist, daß jetzt, wo doch ein Luftschiff von großer Leistung besteht, noch gar nicht darüber nachgedacht zu werden scheint, ob die Kriegsverwendung eine so bedeutende sein könne, wie ich sie in meinem Vortrage in der Kriegsakademie geschildert habe. Wenn man auch anderer Ansicht ist, so sollte es sich doch geziemen, mit dem Manne darüber zu sprechen, der allein die genaue Kenntnis der Leistungen seiner Fahrzeuge mit höherer Schulung in den Kriegswissenschaften und mit reicher Kriegserfahrung verbindet. Wenn ich sterben sollte, bevor mir Gelegenheit geworden, Schule zu machen, so würde das ein großer Verlust für Deutschland sein. . . .

Sollte ein Krieg ausbrechen, so lange ich noch irgend tauglich bin, so wird mir hoffentlich gestattet werden, das Beste der vorhandenen Luftschiffe selbst zu führen, um aus diesem allen Nutzen herauszuholen, den es unserer Kriegsmacht bringen kann.“

Tatsächlich war Zeppelin, wie aus dem Schreiben hervorgeht, schon zu einem nationalen Volkshelden geworden. Die im Volk weit verbreitete Begeisterung für ihn und seine Erfindung bestätigte den starken Einfluß, den das Luftschiff auf die menschliche Psyche ausübte – nicht zuletzt auf die des Kai-

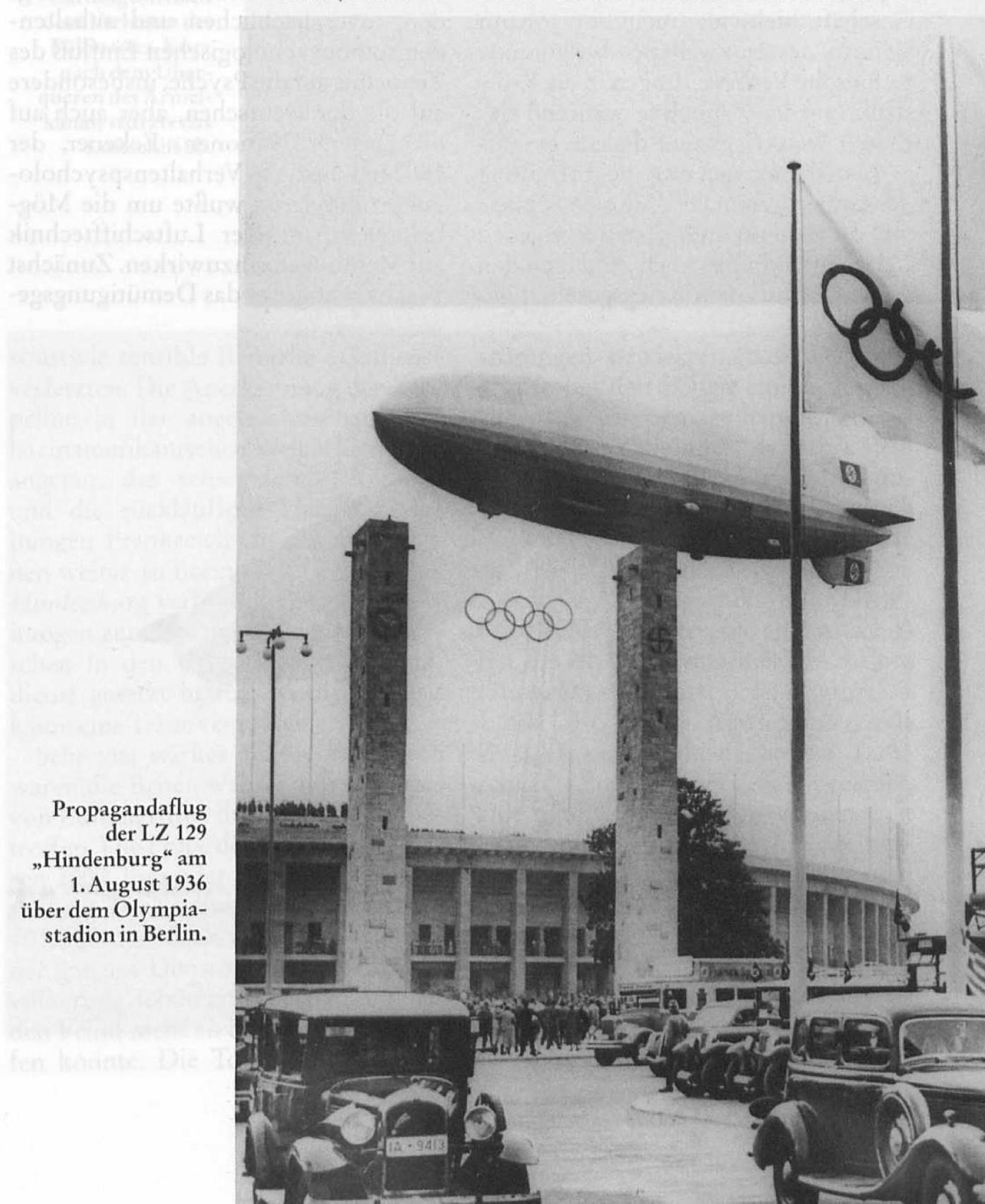
sers selbst, der schon 1908 nach Manzell reiste, um dem Grafen die höchste deutsche Auszeichnung zu überreichen und ihn bald danach wieder zu den jährlichen Kaisermanövern einzuberufen. Durch den eingeschlagenen Weg der Luftschiff-Technologie hatte der Graf seine berufliche Integrität bewiesen, seine Ehre war wieder hergestellt, und er schenkte Deutschland seine Erfindung, die sich hervorragend als Superwaffe zu eignen schien.

Gleichermaßen beeindruckend waren die Erfolge bei zivilen Unternehmen. Die nationale Gabe war ein Garant für das erste Luftschiffbau-Werk Deutschlands in Friedrichshafen. Hier gewann der Graf den fähigen Commerzienrat Alfred Colsman (1873–1955) für die Aufgabe, eine moderne Unternehmensorganisation aufzubauen. Colsman war es, der zur Gründung der *Deutschen Luftschiffahrt AG* (DELAG) drängte, eines kommerziellen Reiseunternehmens, das Luftschiffe kaufen und betreiben sollte, als mi-

litärische Aufträge aus Berlin ausblieben – ein Vorhaben, dem sich der Graf energisch widersetzte, weil er befürchtete, die militärische Aura seiner Arbeit für die deutsche Nation werde dadurch profanisiert.

Colsman nahm auch die sozialen Belange der Arbeiter wahr, indem er 1911, zusammen mit dem Grafen, die *Zeppelin Wohlfahrt* ins Leben rief. Dieses bemerkenswerte Projekt sorgte während des Booms der Kriegsjahre für Tausende von Mitarbeitern für Wohnungen, Lebensmittelproduktion und -verteilung, ärztliche Versorgung, Sportmöglichkeiten und Freizeiterholung; in der wirtschaftlichen Not der Nachkriegsjahre half es in der ganzen Stadt.

Schließlich war es Colsman, der in späteren Jahren die nur an einem einzigen Produkt orientierte *Luftschiffbau Zeppelin GmbH* in eine breit gefächerte Mischfirma umwandelte, die eine Vielzahl technischer Produkte für den zivilen Gebrauch herstellte. Eine neue Serie von Luftschiffen für kommerziel-



Propagandaflug  
der LZ 129  
„Hindenburg“ am  
1. August 1936  
über dem Olympia-  
stadion in Berlin.

# LUFTSCHIFFE

le Zwecke war für ihn nur noch ein Produkt unter anderen. Colsmans Gespür für eine innovative Unternehmensentwicklung, die mit der *Luftschiffbau Zeppelin* begann und das Rüstungsfieber zweier Weltkriege überlebte, legte den entscheidenden Grundstein für die Industriekultur in der Stadt Friedrichshafen von heute.

Colsmann holte 1909 den Feuilletonisten Hugo Eckener (1868–1954) von Hamburg an den Bodensee zurück und machte ihn zum Public-Relations-Direktor der DELAG. Diese Stellung veranlaßte Eckener, selbst Zeppelin-Pilot zu werden – und er wurde in der Folgezeit einer der bekanntesten Luftschiffer der Welt. Zeit seines Lebens fühlte sich Eckener dem Lebenswerk des Grafen und der Gabe der deutschen Nation im Jahre 1908 verpflichtet. Seine Begabung und sein unbeirrbares Aufgehen in dieser Verantwortung führten zu verhängnisvollen Konflikten sowohl mit Colsmann, der den Luftschiffbau nach 1920 für ein schlechtes Geschäft hielt, als auch mit Johann Schütte, dessen zweifellos bedeutende technische Verbesserungen in die Konstruktion der Zeppeline während des Ersten Weltkriegs und danach eingingen; weil Eckener nur die Erfindung des Grafen gelten ließ, sah sich Schütte um die Anerkennung seiner eigenen Leistung und um seinen Anteil an den Gewinnen aus dem Kriegsgeschäft be-

trogen. Eckener duldete keine Abstriche an seiner Vision des Zeppelin und seiner Verantwortung für ihn.

Obwohl Schütte den langen gerichtlichen „Patentstreit“ (1919–1924) mit Eckener gewann, lief der Luftschiffer dem Konstrukteur mit dem Bau der LZ 126 und mit seinem spektakulären Flug nach Amerika im Jahre 1924 den Rang ab. In gleicher Weise war der Weltflug der LZ 127 im Jahre 1929 das Totengeläut für Colsmans Karriere in Friedrichshafen. Beide Männer hatten bei der Entwicklung des Luftschiffes eine wichtige Rolle gespielt – Schütte aufgrund seiner technischen Verbesserungen, Colsmann mit seiner weitsichtigen Unternehmensführung. Beide unterlagen Eckeners Selbstverpflichtung für den Zeppelin, die er erbarmungslos einlöste.

## ZEPPELINE: DROGE FÜR DIE PSYCHE

Was hier beschrieben wurde, belegt den unvergleichlichen und anhaltenden soziopsychologischen Einfluß des Zeppelins auf die Psyche, insbesondere auf die der Deutschen, aber auch auf die anderer Nationen. Eckener, der 1892 in Leipzig in Verhaltenspsychologie promovierte, wußte um die Möglichkeiten, mit der Luftschifftechnik auf Meinungen einzuwirken. Zunächst beschwichtigte er das Demütigungsge-

fühl der Deutschen nach der Niederlage von 1918 dadurch, daß er an die Erfolge deutscher Technologie anknüpfte und die Deutschen auf ihre weltumrundenden Luftschiffe stolz sein ließ. Außerhalb Deutschlands setzte Eckener den Zeppelin ganz bewußt in Szene: Im Jahr 1929 stimmte er die Geschwindigkeit der *Graf Zeppelin* darauf ab, daß das Luftschiff das Golden Gate von San Francisco kurz vor Sonnenuntergang erreichte – es war eine Sensation in Amerika.

In den Jahren 1931 bis 1937 brachte der regelmäßige Zeppelin-Flugdienst nach Südamerika französische Diplomaten zur Verzweiflung, weil ihr politisches Prestige geschwächt wurde und die Handelsbeziehungen an Bedeutung verloren. Die Luftschiffe erlebten eine Blütezeit, bevor Flugboote und andere Flugzeuge den für Transatlantikflüge notwendigen Entwicklungsstand erreicht hatten.

Während die Regierungsstellen in der Weimarer Republik wenig Interesse daran zeigten, die wirtschaftlichen und sonstigen Möglichkeiten der Nachkriegs-Zeppeline zu erweitern, erkannten später die Nazis sofort den großen psychologischen Wert der Zeppeline für die politische Propaganda. Goebbels ordnete das Erscheinen der *Graf Zeppelin* über der 1. Mai-Feier des Jahres 1933 in Berlin an, die erste von zahlreichen Gelegenheiten bis Ende August 1939, bei denen die Zeppelin-Technologie zur politischen Beeinflussung eingesetzt wurde.

Schon zu Beginn des Jahres 1934 legte das Außenpolitische Amt der NSDAP auf Veranlassung der SS ein streng geheimes Memorandum vor – es gab nur fünf Ausfertigungen! –, welches das weltweite Monopol Deutschlands beim Einsatz von Luftschiffen betonte und forderte, daß dieser Vorteil mit aller Entschiedenheit zur Stärkung der Nazi-Bewegung im In- und Ausland ausgenutzt werden sollte. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde darauf gedrungen, Eckener, der gegen die Nazis eingestellt war, aus der Öffentlichkeit zu verdrängen und Friedrichshafen und die DELAG als Symbol des Nationalsozialismus zu vereinnahmen.

1935 ging die DELAG in der *Deutschen Zeppelin-Reederei* auf, Eckener wurde nach Friedrichshafen verbannt, um den Bau der Zeppeline zu überwachen, und Frankfurt am Main wurde



Die britische R 100 im August 1930 in St. Hubert, Kanada.

zur neuen Operationsbasis für den transatlantischen Flugdienst. Das Seitenleitwerk jeden Luftschiffs wurde mit großen Hakenkreuzen „geschmückt“, wodurch den von Ehrfurcht befallenen Massen unten auf der Erde in glänzender Weise deutlich gemacht wurde, daß an der technischen Leistung und der rassistischen Überlegenheit des Dritten Reiches nicht zu zweifeln war.

So eindrucksvoll der Zeppelin in der Vor-Nazizeit weltweit wirkte: In Frankreich war das genaue Gegenteil der Fall. Hier waren Feindseligkeiten vorherrschend, die noch aus der Zeit vor dem Kriege stammten. Westlich des Rheins, wo Graf Zeppelins Leistung und der national motivierte Beifall der Deutschen als teutonische Megalomanie bei der Eroberung des Himmels angesehen wurden, fanden die Luftschiffe keine Anerkennung. Frankreich spielte sogar seine anfänglichen Erfolge bei nicht-starren Luftschiffen herunter und konzentrierte sich ganz auf die Entwicklung von Flugzeugen schwerer als Luft. Die Zeppelin-Luftangriffe auf Paris während des Krieges bestärkten die Ablehnung der Zeppeline und versahen sie mit dem Odium des Terrors.

Frankreich hatte in der Zeit nach dem Kriege aber auch einen Befürworter des starren Luftschiffs. Mit der LZ 114 *Dixmunde* als Kriegsbeute versuchte Kommandeur Jean du Plessis de Grenédan, Luftschiffe als Aufklärungsflugzeuge in die Strategie der französischen Kriegsmarine einzubringen. Obwohl er mit seinem Luftschiff gegen Ende 1923 verunglückte, so daß die mit Luftschiffen verbundenen Erwartungen keinen Fürsprecher mehr hatten, blieb Frankreich künftiger Ärger mit Zeppelin nicht erspart. Der Widerstand Frankreichs gegen den Bau der LZ 126 für die USA blieb ohne Erfolg, ebenso der gegen die spätere Revision des Versailler Vertrages, wonach der Bau von Zeppelin und ihr Flug innerhalb Deutschlands wieder erlaubt werden sollten.

Seit 1928 überquerte fast jeder transatlantische Zeppelin-Flug französisches Hoheitsgebiet, meist entlang dem Rhônetal. Die Pariser Regierungen erreichten nicht endenwollende Beschwerden französischer Bürger, denen zufolge die Zeppeline angeblich militärische Spionage betrieben oder

Die britische R 101 im Frühjahr 1930 in Cardington nach dem Verlassen des Füllmastes. Kurz nach dem Überqueren des Ärmelkanals stürzte das Luftschiff ab.



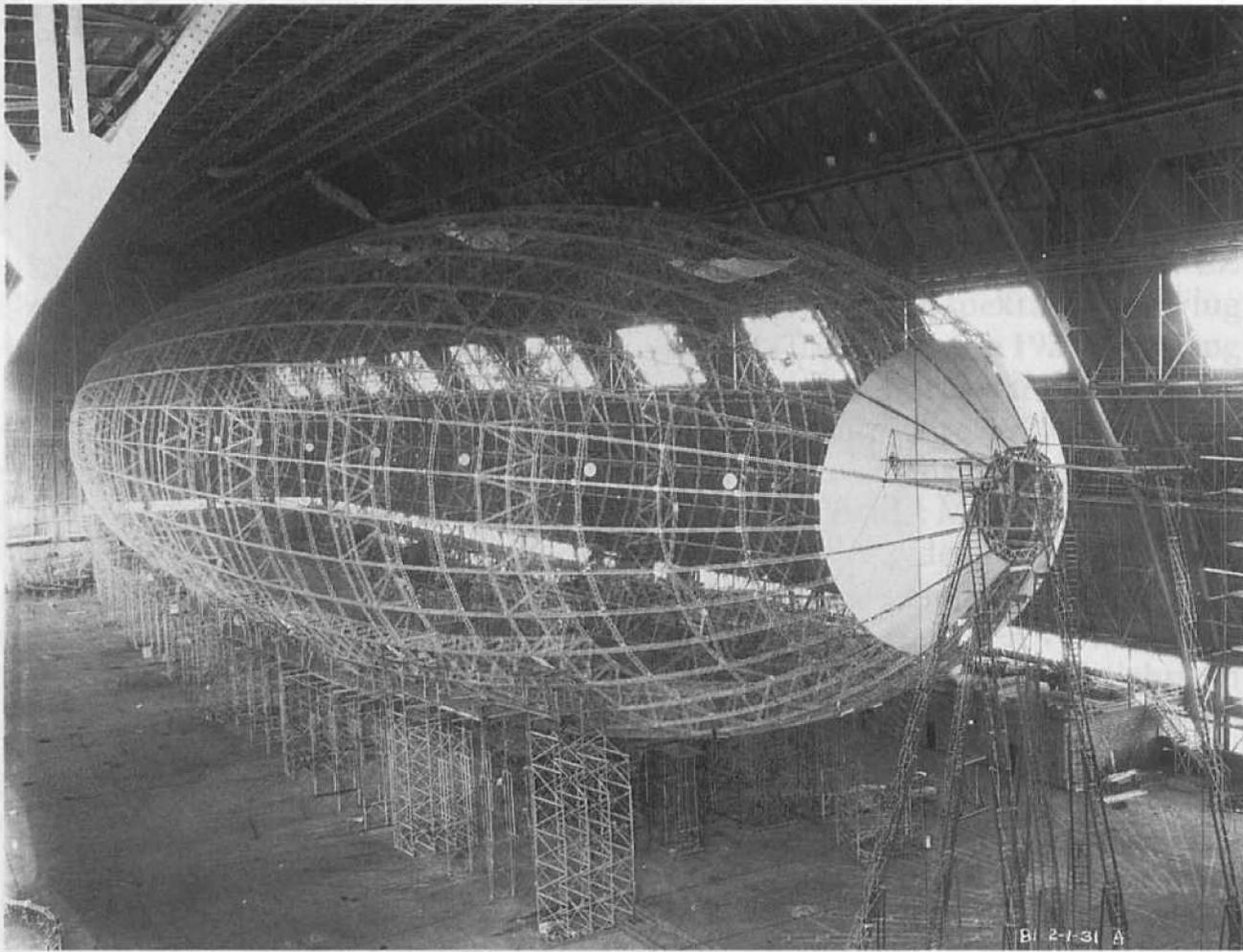
sonstwie sensible Bereiche „Galliens“ verletzen. Die Anerkennung der Zeppeline in der angelsächsischen oder lateinamerikanischen Welt schien dazu angetan, das schwindende Ansehen und die rückläufigen Handelsbeziehungen Frankreichs in diesen Regionen weiter zu beeinträchtigen. Als die *Hindenburg* verbrannte und die Hoffnungen zunichte machte, die die Deutschen in den transatlantischen Flugdienst gesetzt hatten, wurde in Paris kaum eine Träne vergossen.

Sehr viel stärker als die Franzosen waren die Briten während des Krieges von Luftangriffen durch Zeppeline betroffen. Die Folge der Luftangriffe waren 2000 Tote oder Verletzte, die Zerstörung von Sachwerten in Höhe von 40 Millionen Mark, die Blockierung einer ganzen Division, die die Zivilbevölkerung schützen mußte und daher den Feind nicht an der Front bekämpfen konnte. Die Toten und die Zer-

störungen bewirkten, daß die Luftschiffe bei den Briten ein ausgesprochenes Negativ-Image hatten. Die sogenannten „Babykiller“ der Jahre 1915 und 1916 blieben den Londonern unauslöschlich in Erinnerung. Dennoch bauten die Briten seit 1916 Luftschiffe nach dem Vorbild der Zeppeline.

Kurz nach Kriegsende verlor Großbritannien das Interesse an Luftschiffen für die Kriegsmarine. Ein halbes Dutzend verspätet fertiggestellter Luftschiffe wurde für kommerzielle Zwecke umgewidmet. Solche Luftschiffe schienen vorzüglich geeignet, eine schnelle Verbindung zu den weit entfernten Kolonien des Empire herzustellen und gute Reisemöglichkeiten in die USA zu bieten.

Beim Versailler Friedensvertrag hatte London darauf bestanden, daß Deutschland weder für militärische noch für zivile Zwecke über Luftschiffe verfügen dürfe. Das Verbot ziviler



Die ZRS 4 „Akron“ wurde 1931/32 gebaut. Mit ihr verunglückte Admiral Moffet.

Luftschiffe zielte darauf ab, eine eventuelle deutsche Konkurrenz für die künftigen Handelsluftschiffe Großbritanniens auszuschließen. Der Weg, den Himmel zu beherrschen, schien für Großbritannien gebnet, wie es schon die Meere beherrschte. Auf die Zukunft bezogen hatten die britischen Luftschiffe ein positives Image – das Gegengewicht zu dem negativen Image deutscher Luftschiffe in der jüngsten Vergangenheit.

Im Juli 1919 begann die neue Luftschiff-Ära Großbritanniens mit der Rundflugreise der R 34 nach Amerika, eine Leistung, die von späteren deutschen Luftschiff-Enthusiasten zuweilen übersehen wird. Die weiteren Erfahrungen, die die Briten mit Luftschiffen machten, waren weniger glücklich. Ihre Schiffe neigten dazu, zu versagen oder schmachvoll abzustürzen. Die britische Meteorologie steckte noch in den Kinderschuhen, und den britischen Crews fehlten offensichtlich die Erfahrung und das Geschick, welche die Deutschen seit 1908 entwickelt hatten. Es gab lange, ergebnislose Diskussionen, wie die britische Regierung kommerzielle Luftfahrt-Unternehmen fördern könnte. London stellte den Bau von Luftschiffen ein, mit Ausnahme der R 38, die die Grundkonzeption der Deutschen noch aufgriff und für den Verkauf nach Amerika bestimmt war. Sie explodierte auf ihrem letzten

Testflug im August 1921; die Besatzung kam dabei ums Leben.

Die Bestürzung der Briten über das fortwährende Versagen ihrer Luftschiffe, das fälschlicherweise angeblichen Mängeln der deutschen Technologie zugeschrieben wurde, führte dazu, zum Entwurf und Bau von Luftschiffen einen theoretisch und praktisch völlig neuen Zugang zu suchen. Das Ergebnis dieser Pläne war das *Imperial Airship Scheme* (Empire-Luftschiff-Programm) von 1924 bis 1930. Zwei Versuchs-Luftschiffe sollten nach neuesten Erkenntnissen gebaut werden: das eine von der Regierung, das andere von Privatunternehmen. Da das Programm von der ersten sozialdemokratischen Regierung Englands vorangetrieben wurde, betrachtete es die britische Luftschiff-Technologie zusätzlich mit einer schweren politischen Last. Vereinfacht ausgedrückt: Auf dem Rücken der Luftschiff-Entwicklung fand ein Wettstreit zwischen Sozialismus und Kapitalismus statt.

Bei dieser politischen Belastung schlingerte der technologische Wettstreit auf ein endgültiges Luftschiff-Desaster zu. Die Vorteile für das Regierungsluftschiff R 101 – üppige Subventionierung technischer Innovationen und ein forciertes Optimismus in der Öffentlichkeit – führten nur zu dem Ergebnis, daß das Schiff seinen angekündigten Flug nach Indien nicht im

Originalzustand bewältigen konnte, sondern vergrößert und nachgerüstet werden mußte. Das „kapitalistische“ Schiff R 100, das sich keine Budget-Überschreitung leisten konnte, übertraf die an es gestellten Erwartungen; es hatte wenig Schwierigkeiten bei seinem Flug nach Kanada, wo es Anfang August 1930 mit Begeisterung empfangen wurde.

Die Glaubwürdigkeit der zweiten Labour-Regierung Großbritanniens stand auf dem Spiel. Luftfahrt-Minister Lord Thomson riskierte seine Karriere, als er sich entschloß, Anfang Oktober 1930 mit der R 101 nach Indien zu fliegen, um damit das ganze Empire-Luftschiff-Programm zu fördern. Kaum hatte das Luftschiff den Ärmelkanal überflogen, stürzte es ab. Und mit dem Minister verlor die Elite britischer Luftschiffer ihr Leben. Der Leichenzug durch London zog die größte Menschenmenge an, die es jemals zwischen dem Waffenstillstand von 1918 und der Krönung von Georg VI. im Jahre 1936 gegeben hat. Es war zugleich ein Leichenzug für die britische Luftschiffahrt.

In den Vereinigten Staaten stützte sich die Entwicklung von Luftschiffen fast ausschließlich auf deutsche Technologie. Das hatte etwas damit zu tun, daß Zeppeline in das Arsenal der Kriegsmarine integriert worden waren, aber auch damit, daß sich mit der friedlichen Nutzung kommerzieller Luftschiffe große Hoffnungen verbanden – zuerst geschürt durch Schüttes Nachkriegs-Luftschiff-Pläne. Solche Hoffnungen gingen aber schließlich nur in Erfüllung, als die direkte Zusammenarbeit zwischen den USA, Eckener, der DELAG und der *Zeppelin-Reederei* zustande kam.

## ZWISCHEN FRIEDEN UND KRIEG

Die Amerikaner gingen bei der Aviatik ihrer Kriegsmarine davon aus, daß ein künftiger Seekrieg – voraussichtlich mit Japan – in eine Super-Skagerraktschlacht einmünden werde. Sollte die USA-Flotte über den Pazifik hinweg nach Westen schlagkräftig sein, war sie auf die Möglichkeit rascher und weitreichender Aufklärungsflüge angewiesen. Nach dem Stand der Technologie von 1919 war das starre Luftschiff die beste Wahl für die Navy. Es kam zu ei-

ner heftigen Auseinandersetzung zwischen Heer und Kriegsmarine, die beide den Alleinanspruch beim Einsatz von Luftschiffen gewährleistet haben wollten. 1921 erhielt die Navy den Zuschlag.

Ein großer Luftschiff-Flughafen wurde in Lakehurst, New Jersey, angelegt, wo das erste US-Luftschiff ZR 1 auf der Konstruktionsgrundlage der deutschen L 49 gebaut wurde. Der Bau eines zweiten Luftschiffes wurde bei der britischen Regierung in Auftrag gegeben – die verunglückte R 38 (ZR 2).

Während dieser Zeit hatten Colsman und Schütte Amerika besucht, um Zukunftsmöglichkeiten für ihre Nachkriegsprojekte zu ermitteln, die laut dem Versailler Vertrag nicht in Deutschland verwirklicht werden konnten. Colsman leitete die spätere Gründung der *Goodyear-Zeppelin Company* in die Wege. Schütte hatte eine Zeitlang vielversprechende Pläne, wieder Luftschiff-Unternehmer zu werden und eine USA-Fluglinie zwischen New York und Chicago zu betreiben.

Schüttes Träume scheiterten 1924 an den finanziellen Sorgen seiner USA-Kunden. Eckener dagegen bekam 1922 den Auftrag der US-Navy, die LZ 126 (ZR 3) zu bauen; 1924 flog er mit ihr über den Atlantik und löste in Amerika ein regelrechtes „Zeppelin-Fieber“ aus. Die Stimmung dazu war vorbereitet: Admiral William A. Moffet hatte Anfang 1923 die ZR 1 unter dem Namen *Shenandoah* (Tochter der Sterne) in Dienst gestellt und ständig als Propagandamittel für die Kriegsmarine vereinnahmt.

Obwohl Luftschiffe mit Erfolg von der Kriegsmarine propagandistisch ausgeschlachtet wurden, gab es in der Praxis erhebliche Schwierigkeiten. Un-erfahrene Crews und Wetterunbeständigkeiten konfrontierten mit Problemen, die nicht bewältigt wurden. Das wurde besonders deutlich, als die ZR 1 während eines politischen Propagandaflugs durch einen Herbststurm vernichtet wurde. Zugleich kam auf die Luftschiffe der Kriegsmarine eine technologische Bedrohung zu: die rasche Entwicklung von Flugzeugträgern. Seegestützte Flugzeuge, zunächst als zusätzliche Aufklärungsflugzeuge gedacht, bewiesen rasch, daß sie auch zu Sturzbombern und Torpedoflugzeugen weiterentwickelt werden konnten.

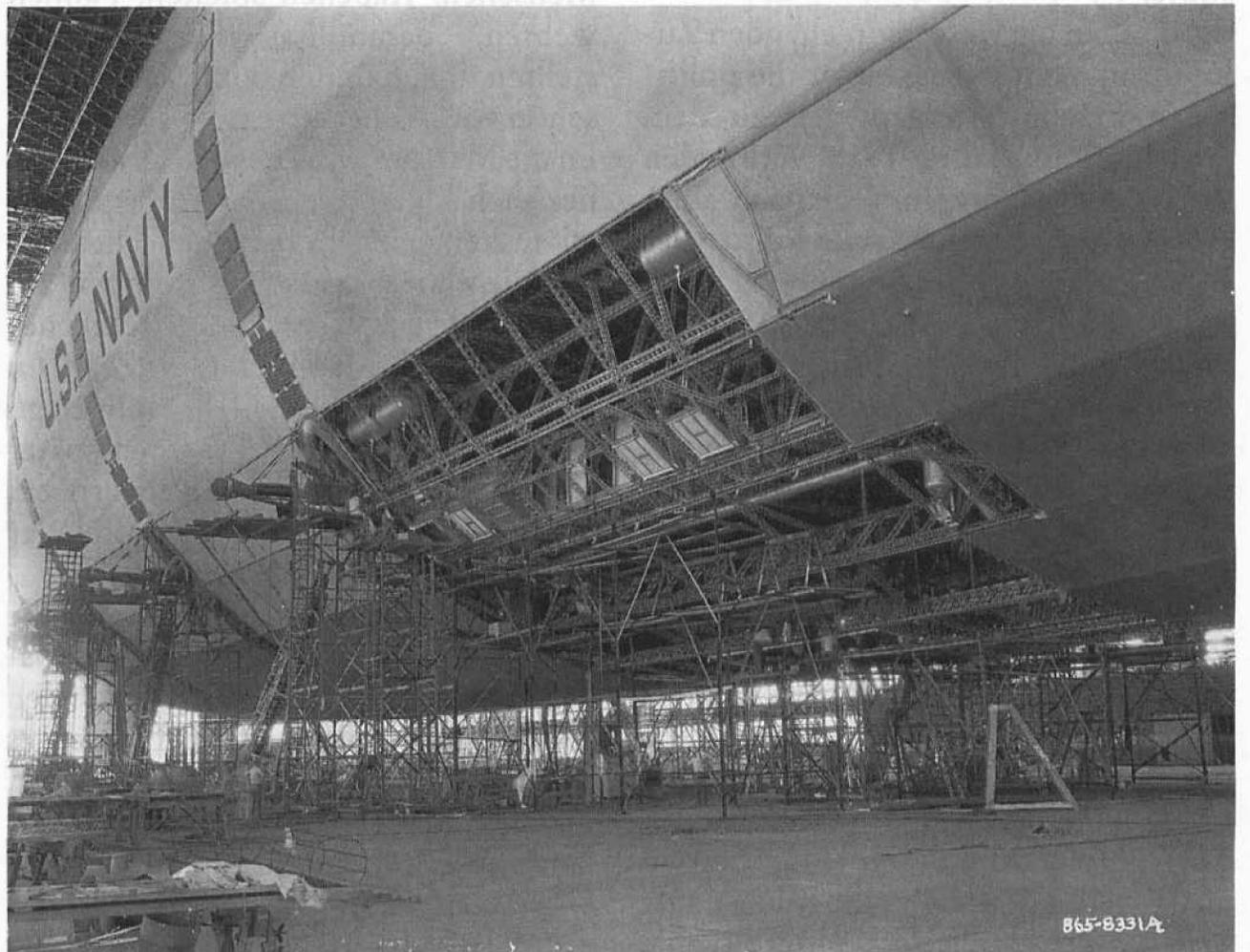
Ebenso bewiesen sie ihre Überlegenheit in der Aufklärungsaviatik mittlerer Reichweite.

Um 1929 förderte die US-Kriegsmarine noch alle drei Arten des Fliegens. Die Luftschiff-Befürworter setzten große Erwartungen in zwei riesige neue Schiffe, die nach Plänen von Carl Arnstein zwischen 1929 und 1933 bei *Goodyear* gebaut wurden und bei deren Bau erfahrene Arbeiter aus Friedrichshafen Schlüsselpositionen innehatten. Doch die Luftschiffe der Marine waren eine aussterbende Spezies. Die ZR 3 wurde 1932 außer Dienst gestellt; die *Akron* (ZRS 4) verunglückte 1932 und mit ihr der Luftschiffbefürworter Admiral Moffet; die *Macon* (ZRS 5) stürzte 1935 ab.

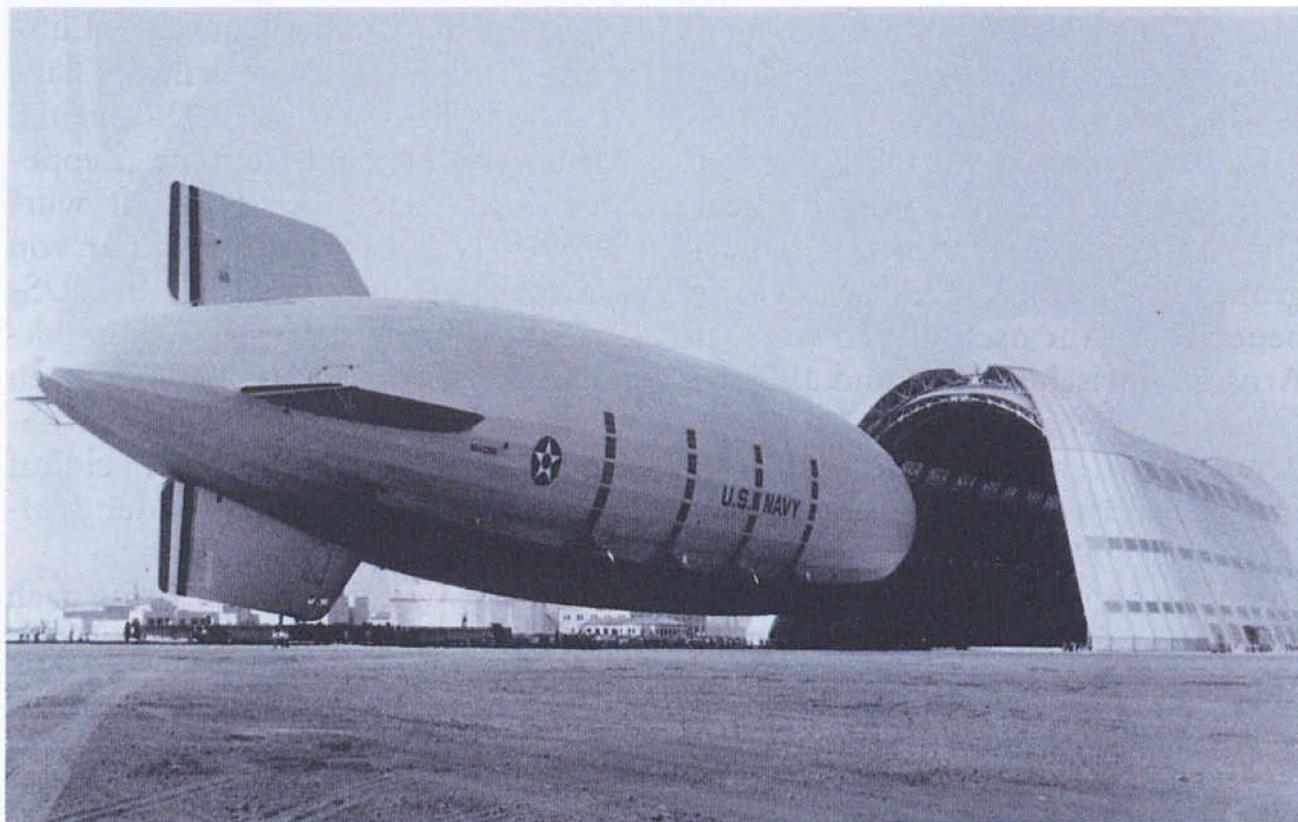
Aber das Schicksal der Marine-Luftschiffe war auch aus anderen Gründen besiegelt. Hatte bislang schon ihre Eignung für taktische Operationen in Frage gestanden, so waren sie inzwischen strategisch veraltet, da die Pläne für einen pazifischen Krieg davon abrückten, die Stoßkraft nur der Kriegsflotte nach Westen zu richten. Statt dessen setzte die strategische Planung nun darauf, verschiedene japanische Inselgruppen zu erobern, die dann Flottenstützpunkte für Flugzeugträger und andere Aviatik werden sollten – jene Strategie, die später im See- und Luftkrieg der Jahre 1942 bis 1945 bestimmend war.

Die deutsch-amerikanische Luftschiff-Zusammenarbeit wirkte handelspolitisch noch bis 1938 weiter. Auch wenn das amerikanische „Zeppelin-Fieber“ zeitweise gedämpft wurde, weil Nachrichten und Bilder von Luftschiff-Katastrophen bei der US-Kriegsmarine – aber auch in Frankreich und Großbritannien – nicht zu übersehen waren, lebte es immer wieder auf, wenn die *Graf Zeppelin* eintraf oder Neuigkeiten vom Bau der *Hindenburg* kursierten.

Da Aufträge der Kriegsmarine nach 1935 ausblieben, setzte *Goodyear-Zeppelin* auf die Zukunft und plante kommerzielle Luftschiff-Flugdienste, wobei die Firma vorhandene Konstruktionsentwürfe den vorgesehenen Passagier-Luftschiffen anpassen konnte. Zwischen 1932 und 1937 befand sich zu diesem Zweck bei jedem Flug eines deutschen Luftschiffs nach Südamerika ein *Goodyear*-Ingenieur an Bord, oft auch ein amerikanischer Luftschiffpilot. Im Sommer 1936 empfanden die Amerikaner es jedesmal als Sensation, wenn die *Hindenburg* die Nordostküste entlangflog. Goebbels Hoffnung allerdings, er könne damit die politische Meinung zugunsten der Nazis beeinflussen, erfüllte sich nicht – im Gegenteil! Da es keine bessere Alternative gab, nahmen einige amerikanische Piloten an jedem Flug jenes Sommers teil, um sich die Fähigkeit zu erhalten, ein



Die ZRS 5 „Macon“ im Jahr 1933 bei der Fertigstellung.



Die ZRS 5 sucht die Basisstation im kalifornischen Sunnyvale auf, 1934.

Luftschiff zu fahren. Als sich die *Hindenburg* 1937 auf ihren letzten Flug begab, flog sie unter der gemeinsamen Schirmherrschaft der Deutschen und der neu gegründeten *American Zeppelin Transport Compagny*, die noch im gleichen Jahr die LZ 130 chartern sollte. Fast auf den rauchenden Trümmern der *Hindenburg*, die in Lakehurst verbrannte, erließen die Amerikaner Gesetze, die eine deutsch-amerikanische Partnerschaft für den Betrieb der LZ 130 und ihrer vorgesehenen Nachfolgerinnen erlaubten, bei denen Helium verwendet werden sollte.

So sahen die vielversprechenden Zukunftsaussichten aus, bevor die politischen Erschütterungen, die mit dem Anschluß im Jahre 1938 verbunden waren, zwei Jahrzehnte deutsch-amerikanischer technischer und kultureller Zusammenarbeit beendeten.

Die Luftschiff-Ära, die 1890 in Deutschland ihren Ursprung hatte und große Bedeutung erlangte, näherte sich nach knapp einem halben Jahrhundert im Sommer 1938 ihrem Ende, als die LZ 130 schon flugbereit war und die Vorarbeiten für die Luftschiffe LZ 131 und 132 weit fortgeschritten waren. Die deutschen Luftschiff-Piloten sehnten sich danach, wieder fliegen zu können. Die Gelegenheit dazu kam, als die deutsche Luftwaffe die LZ 130 charterte, sie mit elektronischem Gerät für den Funkhorch- und Funkortungsbetrieb ausstattete und sie den Flugdienst aufnehmen ließ. Es ist eine bittere Ironie der Geschichte, daß der erste Spionage-

flug am 22. September 1938 entlang der südschechischen Grenze nach Wien, der von vier getarnten ME-109-Kampfflugzeugen begleitet wurde, zum letzten Einsatz Hugo Eckeners wurde, des Nazi-Gegners, der sich 20 Jahre seines Lebens der Entwicklung von Luftschiffen für friedliche Zwecke gewidmet hatte.

Im folgenden Sommer 1939 unternahm die LZ 130 zwei Dutzend weitere Spionageflüge entlang den deutschen Grenzen und der Ostküste Englands. Zu den Zwischenlandungen strömten an Wochenenden Zehntausende von Menschen. Kapellen spielten, Fahnen wehten, paramilitärische Gruppen stellten ihr Können zur Schau. Wie schon vor 1914 elektrisierte der Zeppelin die Massen, nun aber im Rahmen eines nach allen Regeln der Kunst offiziell inszenierten politischen Theaters. Als die ersten deutschen Bomben auf Polen fielen, wurde das Luftschiff neben dem Museumsstück *Graf Zeppelin* in einer Frankfurter Halle stillgelegt. Die beiden Luftschiffe wurden später abgewrackt und die Hallen abgerissen, um einer größeren Fliegerstaffel der Luftwaffe Platz zu machen.

Graf Zeppelins Geschenk an die deutsche Nation und die Fliegerei insgesamt wurde so schließlich durch den selben Kriegsgott zerstört, für den es ursprünglich geschaffen worden war, um das politische Ansehen Deutschlands zu erhöhen und die militärische Überlegenheit des eigenen Vaterlandes unter Beweis zu stellen. In mancher Hinsicht waren die Luftschiffe Para-

digmen für die Menschen und Nationen, die sie bauten und flogen.

Die Luftschiffe schienen stark und erfüllten mit Stolz. Sie waren aber auch auf die Gunst der Winde angewiesen, die nicht weniger wechselhaft und unberechenbar waren als jene Stürme, die ihre menschlichen Gegenstücke durcheinanderrüttelten. Immer schwankend zwischen Frieden und Krieg, waren sie – wie die Welt, die sie durchflogen – für beide nicht geeignet. Ganz wie ihre Schöpfer dienten sie der politischen Einflußnahme und waren sie Opfer der Politik. Ihre zeitweiligen Triumphe und ihr endgültiges Schicksal, in Vergessenheit zu geraten, spiegelt sich in den Lebensläufen vieler, die sich für sie engagierten.

Und schließlich: Ihre Starrheit, mit der sie ihre Überlegenheit einforderten, war nicht geeignet, ihr Überleben zu sichern. Eine Tatsache, die es wert ist, über sie nachzudenken. □

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Hugo Eckener: Graf Zeppelin. Sein Leben nach eigenen Aufzeichnungen und persönlichen Erinnerungen. J. G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger, Stuttgart 1938.

Militärgeschichtliches Forschungsamt, Freiburg: Die Militärluftfahrt bis zum Beginn des Weltkrieges 1914. 3 Bände. Mittler und Sohn, Frankfurt 1965–66.

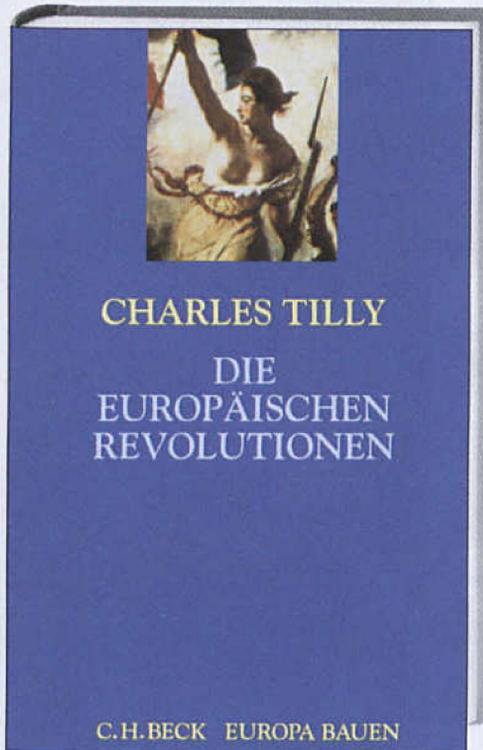
Rolf Italiaander: Ein Deutscher namens Eckener. Luftfahrtpionier und Friedenspolitiker. Vom Kaiserreich bis in die Bundesrepublik. Verlag Friedrich Stadler, Konstanz 1981.

Henry Cord Meyer: Airshipmen, Businessmen, and Politics, 1890–1940. Smithsonian Institution Press, London 1991. Zu beziehen durch Airline Publishing Ltd., Shrewsbury, England.

## DER AUTOR

*Henry Cord Meyer*, geboren 1913, studierte in den USA und in Wien Geschichte und war von 1964 bis zu seiner Emeritierung Professor für Neue Geschichte an der Universität von Kalifornien in Irvine, USA. Neben seinem Buch über die Luftschiffahrt (siehe Hinweise zum Weiterlesen) veröffentlichte er „Mitteleuropa in German Thought and Action, 1815–1945“ und „The Long Generation: Germany from Empire to Ruin, 1913–1945“. – Autorisierte Übersetzung des hier wiedergegebenen Beitrags von Dieter Beisel.

C.H. BECK  
C.H. BECK



CHARLES TILLY  
DIE  
EUROPÄISCHEN  
REVOLUTIONEN

C.H. BECK EUROPA BAUEN

368 Seiten. Leinen DM 48,-

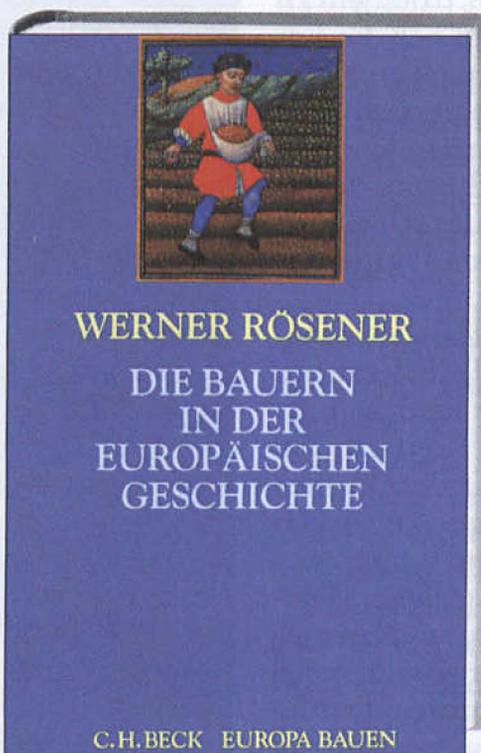


MASSIMO MONTANARI  
DER HUNGER  
UND DER ÜBERFLUSS  
Kulturgeschichte  
der Ernährung  
in Europa

C.H. BECK EUROPA BAUEN

251 Seiten. Leinen DM 48,-

## Lesereisen in die Geschichte



WERNER RÖSENER  
DIE BAUERN  
IN DER  
EUROPÄISCHEN  
GESCHICHTE

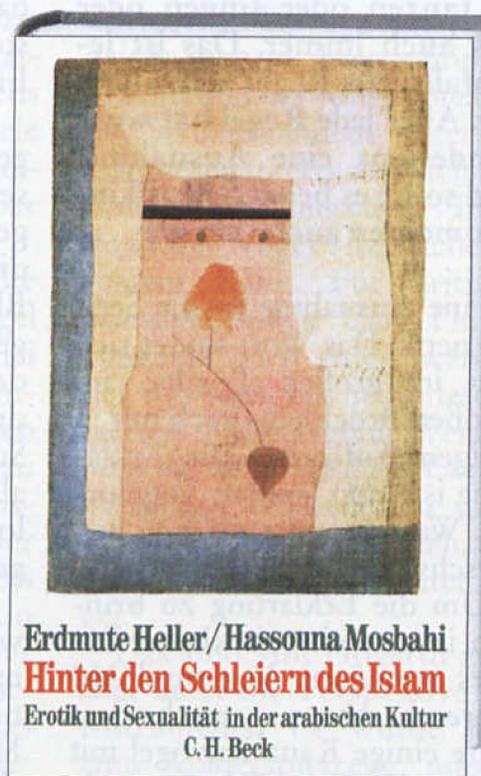
C.H. BECK EUROPA BAUEN

296 Seiten. 21 Abb. Leinen DM 48,-



Recherchen  
im Reich  
der Sinne  
Die zwölf  
Gespräche  
der Surrealisten  
über Sexualität  
C. H. Beck

194 Seiten. Leinen DM 39,80



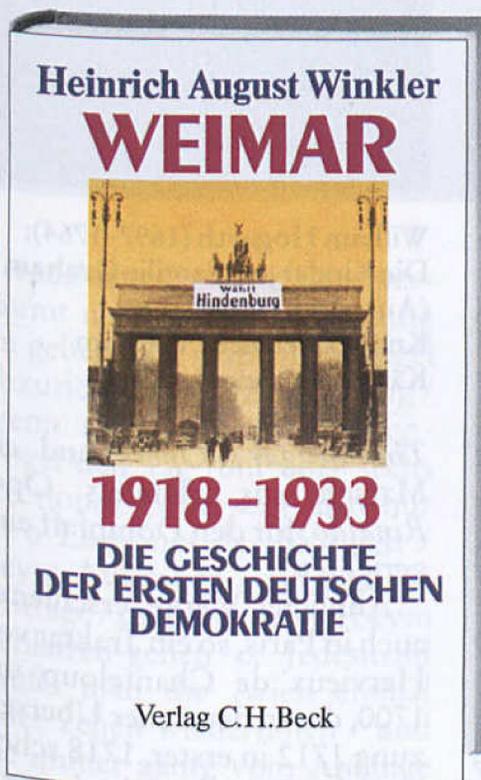
Erdmute Heller/Hassouna Mosbahi  
**Hinter den Schleieren des Islam**  
Erotik und Sexualität in der arabischen Kultur  
C. H. Beck

242 Seiten. Leinen DM 48,-



Ruth Gay  
GESCHICHTE DER JUDEN  
IN DEUTSCHLAND  
Von der Römerzeit  
bis zum Zweiten Weltkrieg  
C. H. Beck

296 Seiten. 294 Abb. Leinen DM 48,-



Heinrich August Winkler  
**WEIMAR**  
1918-1933  
DIE GESCHICHTE  
DER ERSTEN DEUTSCHEN  
DEMOKRATIE

Verlag C.H. Beck

709 Seiten. Leinen DM 78,-



John C.G. Röhl  
**WILHELM II.**

Die  
Jugend des Kaisers  
1859-1888

C.H. BECK

979 Seiten. 32 Abb. Leinen DM 78,-

Verlag C.H. Beck

# DIE VOGELORGEL

## Serinetten, Musikinstrumente für Singvögel

VON HUBERT HENKEL

Musikinstrumente, so möchte man meinen, werden gebaut, um Musik zu machen, an der sich die Menschen erfreuen und begeistern, von der sie sich trösten lassen, nach der sie tanzen oder singen oder was auch immer. Das ist jedenfalls die Regel seit alters her. Aber jede Regel hat wohl mindestens eine Ausnahme, und so ist es bei den Musikinstrumenten auch.

Eine Ausnahme ist die Serinette. Das Wort findet sich nur in großen Lexika, im Großen Brockhaus auch nur in einigen Auflagen. Die Erklärung ist dann lapidar: Vogelorgel. Was es damit auf sich hat, verschweigt der Brockhaus.

Um die Erklärung zu bringen, ist zunächst ein kleiner Exkurs vonnöten. Vor rund 350 Jahren brachten spanische Seeleute einige Kanarienvögel mit in ihre Heimat. Die Legende berichtet dagegen, daß es um 1650 einen Kanarienvogel nach der Insel Elba verschlagen habe; aber das kann ja wohl nicht so ganz stimmen. Die Vögel kamen also nach Spanien und erregten hier wegen ihres prächtigen Gesanges solches Aufsehen, daß sie recht bald in Mode kamen. Wer es sich leisten konnte, kaufte sich alsbald einen solchen gefiederten Sänger.

Nicht jeder aber konnte sich das leisten, denn die Aufzucht war anfangs recht schwierig, nur etwa jeder zehnte Jungvogel brachte es bis zum Singen, und auch dann war sein Leben meist nur kurz, manchmal sehr kurz bemessen. Die Mode, bald auch in Paris und in Deutschland verbreitet, war also recht teuer. Eine Mode war schon im-

mer teuer. Um ihr trotzdem zu genügen, hielt man sich die einheimischen Singvögel im Käfig. Das hatte zur Folge, daß zwei neue Berufe entstanden: der Vogelfänger und der Vogelhändler, die beide schließlich sogar in Oper und Operette Einzug hielten.

Die Einheimischen aber sangen nicht so gut. Jeder hatte nur sein kleines Liedchen. Irgend ein findiger Kopf kam auf die Idee, ihnen mit einer kleinen Blockflöte, einem Vogel-Flageolett, immer und immer wieder ein und die gleiche Melodie vorzuspielen, und Amsel, Stieglitz oder Star erwiesen sich als gelehrt. Sie piffen die Melodie nach, wenn sie sie nur genügend oft gehört hatten.

Diese Vogel-Flageoletts – sie wären schon die zweite Ausnahme, denn auch sie wurden nicht eigentlich gebaut, für Menschen Musik zu machen – sind heute außerordentlich selten. Das Deutsche Museum besitzt immerhin vier davon. Zwei von ihnen aus den Werkstätten von Denner und Mazel, Nürnberg um 1670, wurden vor kurzem restauriert; so sind jetzt, ihrer Rarität wegen, diese beiden Flöten, aus Elfenbein gedreht, zu der bisher einen neu in die Ausstellung des Deutschen Museums gekommen.

Das ständige Blasen auf den winzigen Flöten machte dann aber doch Mühe und verteuerte die Mode wiederum. Eine neue Erfindung mußte her. Aber da gab es ja bereits den Straßenleierkasten, mit dem sich zunächst vor allem arme Pilger ihren Unterhalt auf der Fahrt nach Rom verdienen, denn es läßt sich leichter um eine milde Gabe bitten, wenn man etwas Musik zu bieten hat.

Der Leierkasten hatte alle jene Bauteile schon, die wir von den späteren typischen Drehorgeln der Berliner Hinterhöfe kennen: Einen Schöpfbalg, darüber einen kleinen Magazinbalg und eine bestiftete Holzwalze, auf der Lieder eingeschlagen werden, etwa die Gasenhauer der jeweiligen Zeit und beim Pilgersmann auch einige Choräle. Mit einer Kurbel wurden Schöpfbalg und Walze angetrieben und die vorgeprogrammierten Stifte hoben zur rechten Zeit kleine Ventile an, so daß der Wind in eine oder mehrere der Orgelpfeifen gelangen konnte, die die Lieder spielten.

Was also lag näher, als diesen Leierkasten so zu verkleinern, daß er nur eine einstimmige Melodie von kurzer Dauer auf einer einzigen Reihe von hochgestimmten Pfeifen spielte. Die Vogelorgel war geboren; und da das in Paris geschah, gab man ihr den Namen Serinette nach dem *serin*, im Deutschen Zeisig. Das Anlernen der Tiere war jetzt einfacher geworden, man drehte an der Kurbel, und die Maschine piff ihr Liedchen.

Das Ganze wurde sehr ernsthaft betrieben und war keineswegs der Spleen von Wenigen, die über viel freie Zeit verfügten. Schließlich ließ sich mit gut angelernten Singvögeln viel Geld verdienen, und auch wer schon einen besetzten Käfig hatte, wollte seinem Liebling noch etwas mehr beibringen. So erschien 1714 in London das Buch *The Bird Fancier's Delight* (*Des Vogelliebhavers Entzücken*). Es erlebte bis 1830 zahlreiche Neuauflagen, in denen natürlich immer die neuesten Schlager angeführt waren, darunter auch Melodien aus



William Hogarth (1697–1764): Die Kinder der Familie Graham (Ausschnitt), 1742. Der Knabe spielt dem Vogel im Käfig eine Melodie vor.

*The Beggar's Opera* und ein Marsch aus Händels Oper *Rinaldo*, für den Dompfaff eingerichtet.

Ähnliche Werke erschienen auch in Paris, so ein Traktat von Hervieux de Chanteloup um 1700, der in deutscher Übersetzung 1712 in erster, 1718 schon in dritter Auflage in Leipzig

herauskam. Der Verfasser versäumt nicht, genaue Anleitung zu geben, wie man einen Vogel abzurichten hat: „Es ist genug / wenn man seinem Canarienvogel den Tag fünf oder sechs Lectiones giebet ... / also nur zwei Lectiones des Morgens / beym Aufstehen / ein paar zu Mittag / und eben so viel beym Schlaffen-gehen ... Jedesmahl muß man die Arien einmal oder zehen wiederholen / und sie immer gantz vom Anfange biß zu Ende spielen.“

Wenn der Vogel dann seine Lektion gelernt hatte, konnte man die Walze in die nächste „Kerbe“ schieben. Auf einer Walze waren in der Regel sechs bis acht Stiftrihen nebeneinander eingeschlagen; jede Reihe erzeugte eine andere Melodie.

Serinette im Deutschen Museum – ein verkleinerter Leierkasten für einstimmige Melodien, die die Vögel nachpfeifen sollten.

Die Walzenachse war an der einen Seite mit Kerben versehen, die der Arretierung dienten, die nächste Kerbe brachte also eine neue Melodie. Wenn der Vogel auch das alles gelernt hatte, so konnte man die Stiftwalze auswechseln und eine andere Walze einlegen mit wieder sechs oder acht Melodien. Wie viele davon ein Dompfaff oder Zeisig behalten kann, wird aber nicht gesagt.

Ein anderes Problem mußte noch gelöst werden: Die Vögel haben schließlich nicht einerlei Stimme. Manche von ihnen singen Sopran, die Amsel dagegen wäre eher zu den Altistinnen zu rechnen. Auch das ist leicht lösbar. Eine Serinette hat in der Regel nicht mehr als acht bis zwölf der kleinen Pfeifen. Ein Kästchen, innen am Deckel des Instrumentes angebracht, enthält die gleiche Anzahl etwas größerer Pfeifen, die mit wenigen Handgriffen gegen die kleinen ausgetauscht werden können, damit auch die Amsel ihr Lied erlernen kann.

Bei so viel Seriosität blieb es nicht aus, daß sich auch be-

kannte Maler des Sujets annahmen. Das berühmteste Bild stammt wohl von William Hogarth (1697–1764); es zeigt die Kinder der sicher wohlhabenden Familie Graham. Die Geschwister, Mädchen und Junge, zeigen sich in ihrer schönsten Tracht, und der Junge spielt auf der Serinette einem Vogel vor. Für diesen interessiert sich eine Katze mit lauerndem Blick, doch der Vogel sitzt sicher in seinem Käfig. Für kritische Stimmen möge Carl Philipp Emanuel Bach zitiert werden, der in seiner bis heute lesenswerten Klavierschule *Versuch über die wahre Art, das Clavier zu spielen* 1753 schrieb: „Aus der Seele muß man spielen, und nicht wie ein abgerichteter Vogel.“

Das Bild von Hogarth zeigt aber auch die Perspektive des Instruments: Es wurde bald zum Kinderspielzeug, mindestens aber etwa 1830 hat es auch diese Bestimmung. Aber noch 1886 gibt es in Grebenhain in Hessen die Firma Heinrich Keissner, die sich im Weltadreßbuch von Paul de Wit stolz *Fabrik von Spielwerken und Vogelorgeln* nennt. Weitere Recherchen ergaben, daß die Firma 1870 gegründet wurde und noch 1909 bestand, der Inhaber bezeichnet sich jetzt als „Verfertiger von Vogelorgeln, Drehorgeln u. Spieluhren, sowie Reparatuer von Streichinstrumenten, Harmonikas usw.“. Den Ersten Weltkrieg hat das Geschäft nicht überstanden.

Das Deutsche Museum zeigt in der Ausstellung zwei seiner fünf Serinetten, beide mit je sieben Liedern auf der Walze, die eine mit Austauschpfeifen für Sopran und Alt. □



# TIEFENSCHÄRFE

Die 100jährige  
Geschichte  
der Unterwasser-  
fotografie

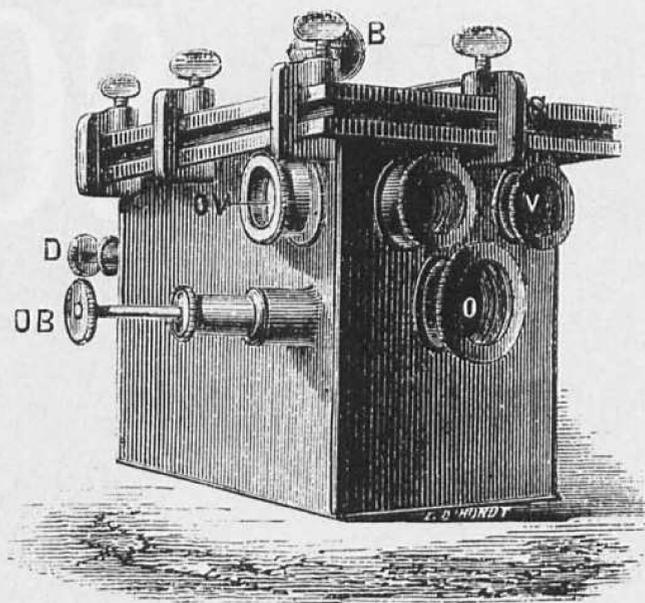
VON WERNER FIEDLER



Fotografieren  
unter Wasser  
damals:  
Zeitgenössische  
Darstellung  
der Arbeit von  
Louis Boutan  
(kleines Bild)  
– und heute:  
Hornkoralle im  
Roten Meer.

Nach früheren, glücklosen Versuchen beginnt die Geschichte der Unterwasserfotografie mit Louis Boutan, dem 1893 die ersten Unterwasseraufnahmen in der Mittelmeerbucht von Banyuls gelangen. Boutan war Zoologe, der über Meeressmolusken forschte. Und die Vielfalt der Lebensformen unter Wasser, die vor allem durch Hans Hass und Jacques-Yves Cousteau bekannt wurde, ist es bis heute, die Forscher zu erkunden suchen und die kamerabewehrte Tauchtouristen zu Fernreisen in die entlegensten Weltregionen verlockt.

Der Gedanke, Beobachtungen im Wasser mit einer Kamera zu dokumentieren, ist fast so alt wie die Erfindung der Fotografie selbst. Nur 17 Jahre nach deren Bekanntgabe, also schon 1856, hatten zwei Ingenieure unabhängig voneinander den damals beinahe verwegenen Einfall, unter Wasser fotografische Bilder aufzunehmen. Der Engländer William Thompson – einige Quellen nennen für das gleiche historische Ereignis statt Thompson die Namen Penney beziehungsweise Pan – wollte mit fotografischen Mitteln den Zustand von Bauwerken unter Wasser erkunden. Zu diesem Zweck fertigte er ein Gehäuse für eine Plattenkamera an. Als Verschluss diente ihm ein Schieber vor dem Objektivfenster, das er mit einem Schnurzug betätigen konnte. Er versenkte das Gerät ungefähr sechs Meter tief und belichtete eine Aufnahme etwa zehn Minuten lang. Dabei lief das Gehäuse voll Wasser. Das entwickelte Negativ zeigte verschwommene Konturen und fand



Erste Unterwasserkamera von Louis Boutan, konstruiert von seinem Bruder Auguste.

damals langen Belichtungszeiten und fehlende Fachkenntnisse beeinträchtigten das Resultat, obwohl Bauer zumindest die Lichtverhältnisse mit dem Einsatz von Scheinwerfern zu verbessern versuchte. Weil aus Gründen der Geheimhaltung kein Sachkundiger an Bord durfte, wurden die Versuche schließlich abgebrochen. Thompson wie Bauerscheiterten: Vermutlich eilten ihre Ideen den technischen Möglichkeiten der Zeit zu weit voraus.

Die Geschichte der Unterwasserfotografie beginnt nach diesen Mißerfolgen erst einige Jahrzehnte später: Im ozeanologischen Laboratorium Arago von Banyuls-sur-mer, einem kleinen Ort an der Küste Kataloniens, widmete sich der französische Zoologe Louis Boutan seinen Forschungen über Meeresmollusken. Um gezielt Tiere sammeln und Studien unmittelbar im natürlichen Lebensraum betreiben zu können, erlernte er das Tauchen. Die Welt, die er unter Wasser sah, ließ in ihm den Wunsch nach authentischen Bilddokumenten dieser Welt entstehen.

Den Wunsch Wirklichkeit werden zu lassen, betrieb er fortan konsequent. Mit erstaunlicher Phantasie, bewundernswerter Ausdauer, der Systematik des Wissenschaftlers und soliden technischen Voraussetzungen gelangen ihm im Jahre 1893 die ersten Unterwasseraufnahmen in der Mittelmeerbucht von Banyuls.

Allerdings gebührt Louis Boutan der Lorbeer nicht ganz alleine. Seine ständige „rechte Hand“ im Laboratorium Arago war Joseph David, ein geschickter Mechaniker und Taucher. Er hatte einen hohen Anteil daran, neue und weiterführende Ideen umzuset-

zen. Hin und wieder ging er selbst mit der Kamera unter Wasser. Louis Boutans Bruder Auguste half mit tatkräftiger Unterstützung; nach den Vorgaben von Louis konstruierte er die erste Unterwasserkamera. In einem quaderförmigen Messinggehäuse befand sich eine Plattenkamera. Kleine Zwingen mit Knebelschrauben preßten den ebenen Gehäusedeckel gegen die Dichtung. Vor Objektiv, Sucher und Sucherokular waren runde Glasfenster angeordnet. Aus der Seitenwand ragte ein griffiger Auslöseknopf. Dem Druckausgleich diente ein auf dem Deckel montierter, allerdings sehr klein bemessener Gummiballon, der über einen Stutzen mit dem Gehäuseinneren in Verbindung stand. Das erfolgreiche Grundkonzept, eine herkömmliche Kamera in ein spezielles, wasserdichtes Gehäuse einzubauen, ist bis heute gültig.

Wegen der geringen Empfindlichkeit des Aufnahmematerials mußte Boutan zunächst mit sehr langen Belichtungszeiten arbeiten, je nach Wassertiefe zwischen 10 und 30 Minuten. Um die gewünschte Belichtungszeit zu gewährleisten, signalisierte der tauchende Fotograf das Öffnen des Verschlusses durch Ziehen an einer Leine seinem Assistenten im Begleitboot, der seinerseits den Ablauf der zuvor vereinbarten Belichtungszeit auf gleichem Wege in die Tiefe meldete.

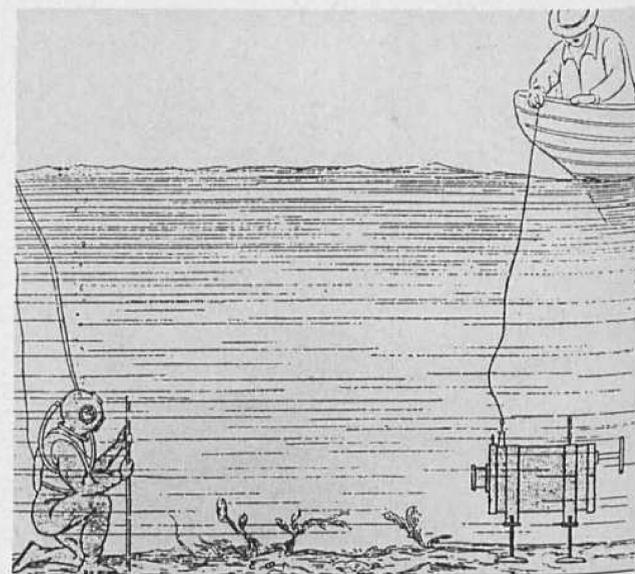
Boutan erkannte sehr schnell, wie notwendig eine Kunstlichtquelle für seine weiteren Vorhaben war. Er experimentierte mit einer Magnesiumlampe, der Erfindung eines befreundeten Ingenieurs, und entwickelte auf der Grundlage der Erfahrungen mit dieser Lampe das erste Unterwasser-„Blitzgerät“: Schwere Gewichte hielten ein hölzernes 200-Liter-Faß auf dem Meeresgrund, dessen Füllung, mit



Meeresgrund mit Seegras. Eine der frühen Aufnahmen von Louis Boutan.

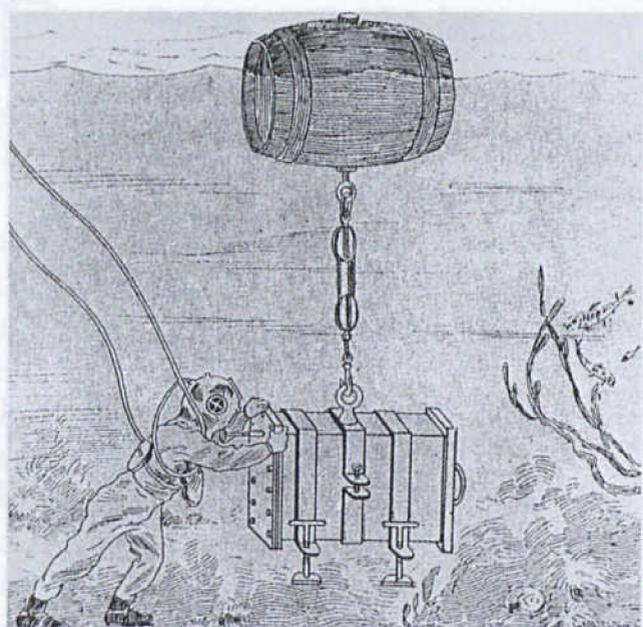
wohl wenig Resonanz, denn über weitere Experimente dieser Art wurde nichts bekannt.

Der zweite Vordenker der Unterwasserfotografie war der Deutsche Wilhelm Bauer, Konstrukteur des legendären Unterseebootes *Brandtaucher*. Während er sein zweites Tauchboot *Seeteufel* 1856 im russischen St. Petersburg erprobte, sollten Beobachtungen am Meeresgrund fotografisch festgehalten werden. Lichtreflexe im Bullauge, Rollbewegungen des Bootes bei den





Boutans Mitarbeiter  
Joseph David,  
fotografiert von  
Louis Boutan.  
Bild links unten:  
Beispiel einer  
Fernauslösung der  
Kamera von  
einem Boot aus.



*phie sous-marine et les progrès de la photographie* (Die Unterwasserfotografie und die Fortschritte der Fotografie) zusammen, das 1900 in Paris erschien.

Einige Zeitgenossen Boutans beschäftigen sich um die Jahrhundertwende mit ähnlichen Fragen. W. Saville-Kent veröffentlichte 1893 gelungene Bilder von Tieren des australischen Großen Barriere-Riffs, die er allerdings in flachen Bereichen und in Wannen durch die Wasseroberfläche fotografierte. Wenig bekannt ist über Ver-

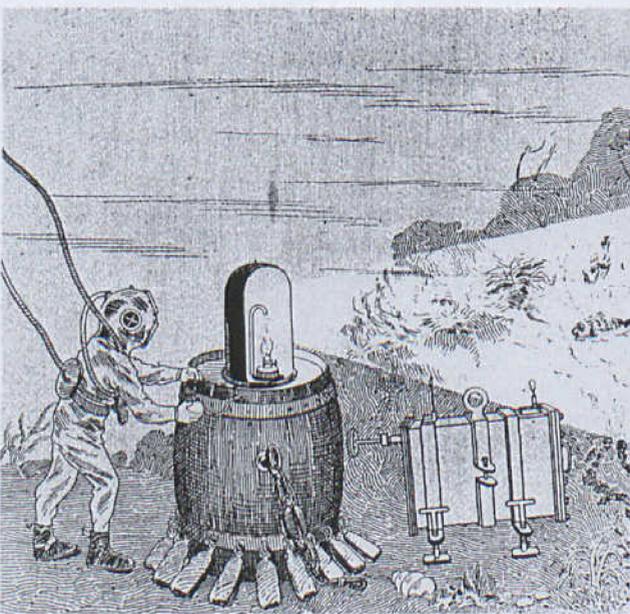
suche von J. Humphrey, C. L. Bristol oder Kapitän Boiteux. Louis E. Walkins konstruierte eine Variante mit zwei Kameras auf beiden Seiten einer Bogenlampe, konnte sein Projekt aus Geldmangel aber nie verwirklichen. E. Adenot nutzte das Prinzip des sogenannten Guckkastens, um unter Wasser die damals beliebten Stereoaufnahmen anzufertigen.

1905 spannte der Amerikaner Jacob Reighard einen dunklen Schirm über dem Wasser auf, um in seinem Schatten möglichst reflexfrei durch die Ober-

Sauerstoff angereicherte Luft, Verbrennungsvorgänge ermöglichte. In einer wasserdicht montierten Glasglocke auf dem Faßdeckel befand sich eine Spirituslampe, in deren Flamme mit einem Gummiballon Magnesiumpulver geblasen wurde. Sobald es sich entzündete, entstand kurzzeitig helles Licht. Das Blitzungetüm funktionierte einigermaßen, wenngleich die Hitzeentwicklung bisweilen die Glasglocke zerspringen ließ und Boutan selbst das äußerst umständliche Handhaben des Apparates beklagte.

Drei Jahre nach ihren Anfangserfolgen wollten Boutan und David die technischen Schwierigkeiten, die mit dem Fotografieren unter Wasser verbunden waren, mit einer neuen Kamerakonstruktion auf recht ungewöhnliche Art lösen. Das neue Gerät wurde geflutet, entsprechend imprägnierte Platten für mehrere Aufnahmen konnten während des Tauchabstiegs gewechselt werden. Diese Entwicklung erwies sich freilich als Irrweg.

Ein drittes, sehr robustes Kameramodell entstand 1898. Es erlaubte Momentaufnahmen und wiederum den Plattenwechsel unter Wasser. Die Kamera bewährte sich. Sie wurde ein Jahr später durch ein leistungsstärkeres Beleuchtungssystem ergänzt: Vom Boot aus gespeiste elektrische Kohlbogenlampen lieferten genügend Licht, um Aufnahmen sogar noch in 50 Meter Tiefe zu ermöglichen – mit versenkter, fernausgelöster Kamera. Der enorme Aufwand schränkte allerdings die Anwendung stark ein. Um die Lichtbedingungen unter Wasser zu verbessern, verwendete Boutan manchmal auch Aufhellschirme. Mit Futter lockte er Tiere vor die Kamera. Die Resultate seiner grundlegenden Arbeiten faßte er in seinem Buch *La photogra-*

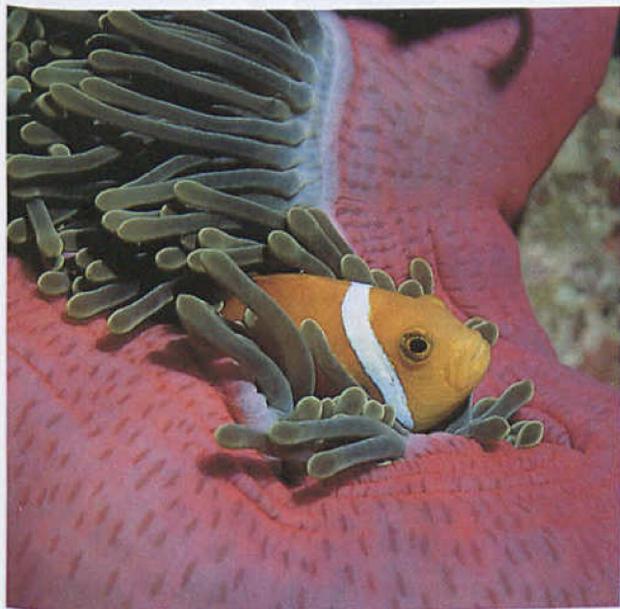
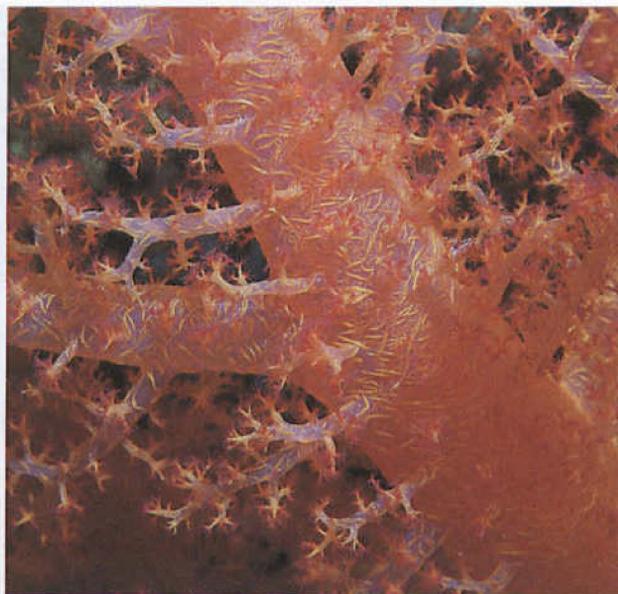


Mit handlicher Kamera ausgerüstet, erlebt der moderne Unterwasserfotograf die Schwerelosigkeit (großes Bild). Links oben: Kameratransport mit Hilfe eines Fasses. Unten: Boutans Magnesium-Kunstlichtquelle.

fläche fotografieren zu können. Weit mehr Erfolg hatte er jedoch mit einer Spiegelreflex-Plattenkamera in einem dichten Gehäuse. Der Belgier Etienne Peau fand damals schon die Themen seiner ideenreichen, bildjournalistischen Arbeit unter Wasser, und die wissenschaftlichen Untersuchungen von Sinsbauer zur Physik des Lichts im

Wasser belegen, welche Bedeutung dieses spezielle Gebiet inzwischen erlangt hatte. Die Entwicklungen folgten der Pionierleistung Boutans, dessen Arbeitsprinzip dem heutigen Verständnis der Unterwasserfotografie entsprach: Kamera und Taucher sind im Wasser frei beweglich.

Zunächst wurde die Geschichte der Unterwasserfotografie jedoch noch durch andere Verfahren geprägt. Dem Engländer Francis Ward gelangen um 1910 erstaunliche Tieraufnahmen durch das Fenster eines ins Teichufer



eingelassenen Unterwasser-Beobachtungsstandes; er fotografierte zum Teil sogar schon in Farbe. Der Italiener Casparis baute 1913 sein Aufnahmegerät in eine Schiffswand ein.

Ebenfalls 1913 stieg John Ernest Williamson in den USA mit der Kamera in seine *Photosphäre*, um unter Wasser Spielfilmszenen zu drehen. Die *Photosphäre* war eine Beobachtungskugel, die durch einen hydraulisch verlänger- oder verkürzbaren Einstiegschacht mit dem Boden eines speziellen Führungsschiffes verbunden war. Der Kameramann saß in der Kugel und filmte durch ein Glasfenster. So entstanden zunächst Szenen zu *Girl of the Sea*; 1915 folgte – nach Jules Vernes Roman *Zwanzigtausend Meilen unter dem Meer* – der Film *Abenteuer auf dem Meeresgrund*, in dem ein beweglicher Riesenkrake aus Gummi die Zuschauer das Gruseln lehren sollte.

Nach dieser Premiere falscher Sensationseffekte in Unterwasserfilmen kam es bald zum ersten militärischen Einsatz der Unterwasserfotografie. Hans Hartmann konstruierte 1916 eine ferngesteuerte Kamera, die gemeinsam mit einem Scheinwerfer und einem Propellerantriebsaggregat in einer Traverse

hing und mit einem Stahlseil versenkt wurde. Das Gerät wurde auf einem Schiff der amerikanischen Marine erprobt.

Bilder aus der Tiefsee ließen noch etliche Jahre auf sich warten. William Beebe und Otis Barton erreichten 1934 mit ihrer Tauchkugel 923 Meter Tiefe. Die Aufnahmen, die sie im Scheinwerferlicht durch das Beobachtungsfenster anfertigten, zeigten allerdings kaum etwas.

1927 erregte die Zeitschrift *National Geographic* großes Aufsehen, als sie die ersten „echten“ Unterwasser-Farbphotos veröffentlichte, die mit einer Kamera im Gehäuse aufgenommen worden waren. Damit sie trotz der geringen Empfindlichkeit des Aufnahmematerials gelangen, mußten Charles Martin und der Ichthyologe Williams H. Longley für jedes Foto einen gewaltigen Magnesiumblitz auf einem Floß zünden und das Licht abwärts ins Wasser reflektieren. Sie arbeiteten mit dem sogenannten Lumière-Autochrom-Verfahren, das Dias auf Glasplatten lieferte. Obwohl bis dahin schon viele Bilder Fotografiengeschichte machten, unterlief dem Pariser Magazin *Vu* 1932 der Fehler, Fotos von



Die Welt des Unterwasserfotografen: Weichkoralle (oben links), Masken-Kugelfisch (oben rechts) Anemonenfisch (ganz links) oder Warzenschnecke (unten) sind Beispiele für die Lebensvielfalt unter Wasser.

## MODERNE KAMERAGEHÄUSE

Hochwertige Gehäuse bestehen meist aus seewasserbeständigem Leichtmetallguß und sind bestimmten Spiegelreflex-Kameramodellen angepaßt. Für die erforderlichen Abdichtungen haben sich O-Ringe bewährt. Die Einstellfunktionen der Kamera kann der tauchende Fotograf von außen mit verschiedenen Adaptern bedienen. Schnellverschlüsse erleichtern das Umrüsten und den Filmwechsel. Ein Leckwassersensor signalisiert rechtzeitig eine eventuelle Undichtigkeit.

Makro-, Zoom- und Autofokusobjektive sind auch unter Wasser Stand der Technik. Um Wechselobjektive einsetzen zu können, stehen austauschbare Frontports zur Verfügung. Der Aufnahmewinkel des jeweiligen Objektivs bestimmt die Art der Frontscheibe: Für normale und längere Brennweiten ist Planglas zweckmäßig; Weitwinkelobjektive erfordern gewölbte Fenster, deren kalottenförmige Scheiben – meist Domeports genannt – Abbildungsfehler mindern sollen. Solche Fehler ergeben sich aus dem im Vergleich zur Luft höheren Brechungsindex von Wasser und Glas und nehmen mit größerem Bildwinkel merklich zu.

Zubehör wird mit Schienen oder Armen am Kameragehäuse befestigt und mit wasserdichten Steckverbindungen elektrisch angeschlossen.

Claude Blanchard als erste Unterwasseraufnahmen zu präsentieren.

Als Wegbereiter der modernen Unterwasserfotografie gilt Hans Hass. Er begann 1938 mit einer automatischen Robot-Kamera in einem eigens angefertigten Gehäuse. Seine Schlüsselerlebnisse an der Dalmatinischen Küste beschrieb er in dem Buch *Jagd unter Wasser*. Es folgten zahlreiche spektakuläre Reisen und Expeditionen, die Hass in Büchern und Filmen verarbeitete, so daß die Unterwasserfotografie starke

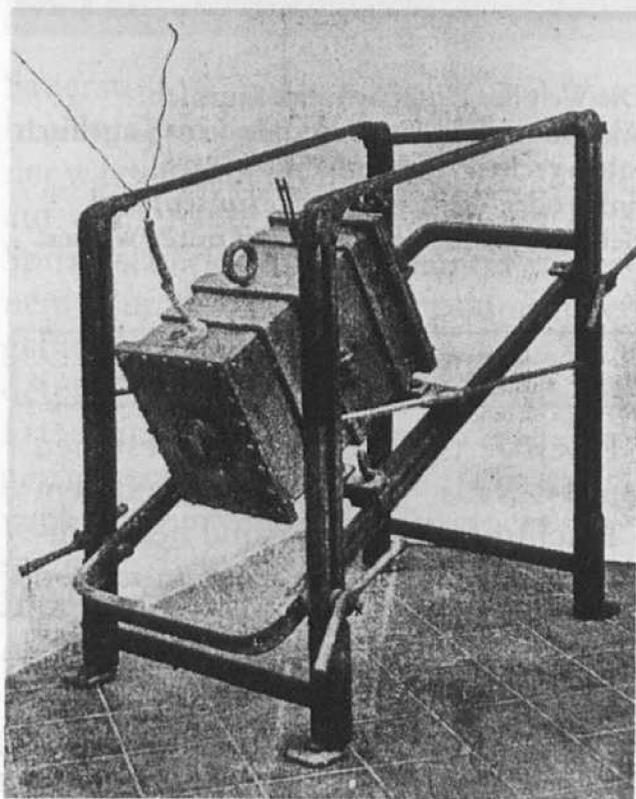
Impulse erhielt und populär wurde. 1939 entstand Hass' erster Film *Pirsch unter Wasser*. In seinem Buch *Fotojagd am Meeresgrund* erschienen 1942 auch Farbfotos. Während einer Rotmeer-Expedition erprobte Hass 1949 die *Unterwasser-Leica*, die in Zusammenarbeit mit ihm entwickelt worden war. Seine Erfahrungen kamen schließlich der berühmten *Rollei-marin* zugute, die er 1952 am Großen Barriere-Riff testete und die lange Zeit als die Unterwasserkamera schlechthin galt.

Ebenso wichtig waren die Arbeiten Jacques-Yves Cousteaus. Er und Emile Gagnan erfanden 1942 die Aqualunge. Das Gerät erlaubte autonomes Tauchen, indem es die Luftzufuhr aus der mitgeführten Stahlflasche automatisch dem Atemrhythmus und dem jeweiligen Umgebungsdruck anpaßte. Damit wurde der tauchende Fotograf gleichsam „Fisch unter Fischen“. Einige weitere herausragende Leistungen Cousteaus seien erwähnt: Er gründete 1945 die Unterseeische Forschungsgruppe der französischen Marine, unternahm 1951 die erste Expedition mit dem heute jedermann bekannten Schiff *Calypso*, und er erhielt für seinen Film *Die Welt des Schweigens* 1956 beim Festival in Cannes die „Goldene Palme“.

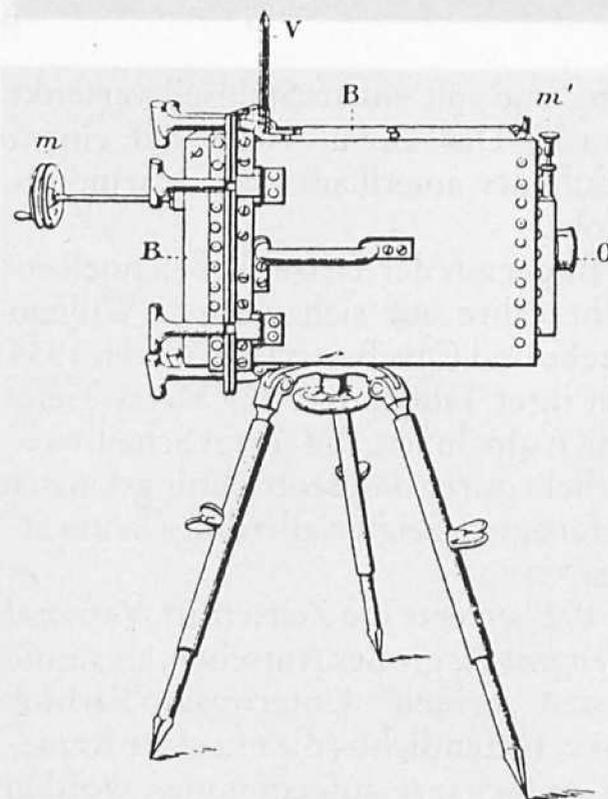
Zu den kreativen Wegbereitern moderner Unterwasserfotografie zählen weiterhin die Franzosen Yves Le Prieur, Frédéric Dumas, Philippe Tailiez oder Dimitri Rébikoff. Herold E. Edgerton, bekannt vor allem als Pionier der Kurzzeitfotografie, entwickelte verschiedene Unterwasser-Fotoausrüstungen, nachdem er 1953 Cousteau getroffen und sich daraus die Zusammenarbeit mit ihm ergeben hatte. Eine Kamera-Elektronenblitz-Kombination speziell für die Tiefseeforschung wurde zum Beispiel von Edgerton entworfen.

Wurden Unterwasserkameras zunächst nur für den individuellen Gebrauch angefertigt, so entdeckten in den 50er Jahren einige industrielle Hersteller den rasch wachsenden Markt, der sich wasserdichten Gehäusen für handelsübliche Kameras eröffnete. Das Gehäuse-Prinzip erlaubt, die bevorzugte Spiegelreflextechnik und sehr schnell auch die verschiedenen Neuerungen der Fotobranche für den Unterwassereinsatz zu nutzen. Mit der Zeit kam immer mehr Zubehör hinzu: komfortable Elektronenblitzgeräte, Pilotleuchten, Belichtungsmesser und vieles mehr.

Später wurden auch die Gelegenheitsfotografen entdeckt, die sich Erinnerungsbilder von Schnorchelausflügen, Wildwasserfahrten oder Segeltouren wünschen, bei denen eine ungeschützte Fotoausrüstung beschädigt würde. Eine Auswahl begrenzt wasserdichter Kompaktkameras und recht strapazierfähige Plastikhüllen für vorhandene Aufnahmegeräte tragen den Bedürfnissen der Hobbyfotografen Rechnung.



Boutan-Kamera mit Wechselmagazin.



Die Kamera zum Fluten bewährte sich nicht.

### MIT DER KAMERA UNTER WASSER

In den 50er Jahren war die Unterwasserfotografie schon relativ weit entwickelt. Im folgenden eine Auswahl industrieller Gehäuse für Kameras dieser Zeit.

#### Gehäuse/Kamera

UW-Leica „System Hans Hass“

Rollei-marin „Hans Hass“ für Rolleiflex 3,5

Robot-Gehäuse

Barakuda-Gummibox, für verschiedene Kameras geeignet

Plastiphot-Ocina, für verschiedene Kameras geeignet

Hugy-fot, mehrere Modelle für verschiedene Kameras

Gehäuse für Stereokamera Vérascop 40

Tauchtax für Taxona

#### Hersteller

Akustische und Kino-Geräte G.m.b.H., Wien

Franke & Heidecke, Braunschweig

Robot Foto GmbH, Düsseldorf

Barakuda-Gesellschaft, Hamburg

L.A.M.E.R., Paris

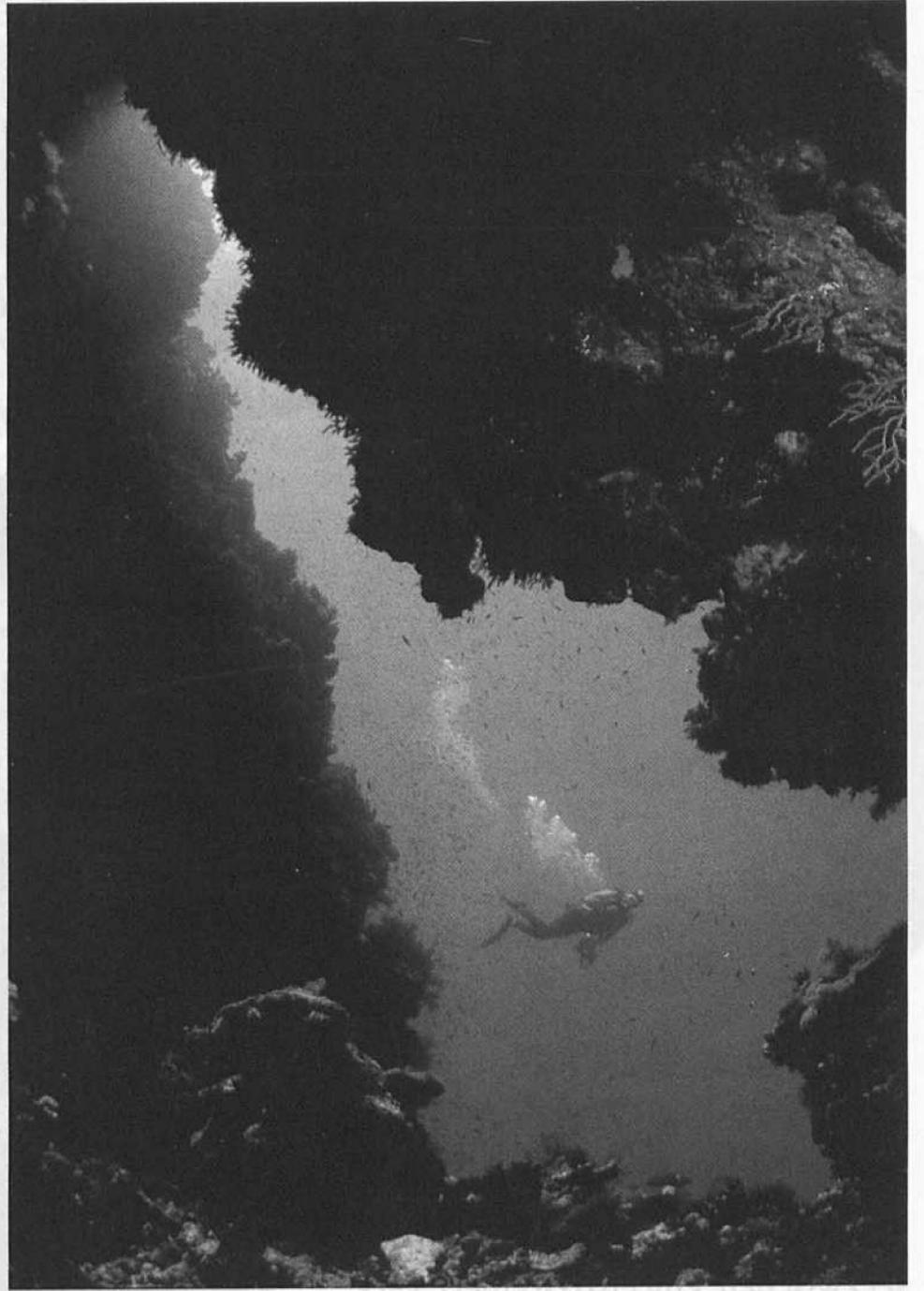
R. Hugenschmidt, Thalwil, Schweiz

Olivier, Roubaix, Frankreich

Curow, Dresden



Zeitgenössische Darstellung der Arbeit Boutans.



Taucher vor einer Meereshöhle im Roten Meer.

Obwohl es schon hervorragende Kameragehäuse-Konstruktionen gab, war das Jahr 1960 für die Unterwasserfotografie von Bedeutung: *La Spirotechnique* präsentierte die erste wasserdichte Sucherkamera *Calypso Phot*. Ihr Konstrukteur Jean de Wouters d'Oplinter aus Belgien, der eng mit Cousteau zusammenarbeitete, wurde kaum bekannt. Die französische Herstellerfirma verkaufte das Patent drei Jahre später an *Nikon*, wo die Kamera unter dem Namen *Nikonos* weiterentwickelt wurde. An ihr schätzen Fotografen die speziell für den Unterswassereinsatz berechneten Objektive, deren Abbildungsgüte unübertroffen ist; das Weitwinkelobjektiv *UW-Nikkor* 2,8/15 mm gilt als Nonplusultra.

Konzipiert wurde die Kamera als Amphibien- bzw. Allround-Kamera, die auch für extreme Einsätze unter schwierigsten klimatischen Bedingungen geeignet ist: bei Regen oder Schneefall, in der Wüste – und, nach einem Desinfektionsbad, in den Operationssälen von Krankenhäusern.

Der vorläufige Schlußpunkt der Kamera-Entwicklung ist die 1992 präsentierte *Nikonos RS AF*: die erste wasserdichte Spiegelreflexkamera mit Autofokus-Wechselobjektiven – ein Jubiläumsgeschenk für passionierte Unterwasserfotografen in aller Welt.

Seit Taucher unter Wasser fotografieren, zeigen ihre Aufnahmen das besondere Flair ungewöhnlicher Lebensräume, die Schönheit und Vielfalt sonst verborgener Pflanzen und Tiere. Weil der Zugang zur Unterwasserwelt physisch und psychisch nicht jedem möglich ist, kommt der Unterwasserfotografie heute eine zusätzliche Bedeutung zu: In Zeiten zunehmender Umweltzerstörung besteht eine ihrer wichtigen Aufgaben darin, mit eindrucksvollen Bildern zum Staunen anzuregen und den Wunsch nach der Erhaltung der Tier- und Pflanzenvielfalt unter Wasser zu bekräftigen. □

Alle Fotos: © Werner Fiedler, Leipzig; historische Aufnahmen und Illustrationen: Sammlung Werner Fiedler

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

- William Beebe: 923 Meter unter dem Meeresspiegel. Leipzig 1936.
- Louis Boutan: La photographie sous-marine et les progrès de la photographie. Paris 1900.
- Hans Hass: Fotojagd am Meeresgrund. Harzburg 1942.
- Gus Kayafas (Hrsg.): Stopping Time. Die Fotografie von Harold Edgerton. Schaffhausen 1988.
- Hans-Ulrich Richter: Unterwasser-Fotografie und -Fernsehen. Halle 1960.
- Time-Life: Naturphotographie. Amsterdam 1981.

## DER AUTOR

Werner Fiedler, geboren 1943, ist Diplomingenieur und war mehr als 20 Jahre in der technologischen Forschung tätig. Heute ist er freier Bildjournalist in den Themenbereichen Wissenschaft, Natur, Reisen, hier insbesondere Unterwasserfotografie. Werner Fiedler arbeitet vorwiegend für Zeitschriften und ist Autor von drei Büchern.

# SCHUSS – UND KEIN TREFFER

## Die schweren Anfänge der wissenschaftlichen Ballistik

VON MICHAEL SEGRE

Die Untersuchungen zur Berechnung von Flugbahnen, die Galileo Galilei begonnen hatte, wurden von seinem Schüler Evangelista Torricelli fortgeführt. Doch die theoretischen Überlegungen und mathematischen Berechnungen wollten mit der technischen Praxis in keiner Weise übereinstimmen: Abgefeuerte Kanonenkugeln kümmerten sich nicht um die vorausberechnete Flugbahn. Dies belegt ein Briefwechsel zwischen Vincenzo Renieri, vermutlich ein genuesischer Artillerieoffizier, und Torricelli.



Evangelista Torricelli  
(1608–1647)

Da Ihre Arbeit über die Bewegung der Projektile in Genua eingetroffen ist, in der man mit solcher Klarheit Ihren Scharfsinn bemerken kann, hat dies unseren Herren die Gelegenheit gegeben, einige Schußexperimente mit verschiedenen Kanontypen zu machen, und ich war wirklich sehr erstaunt, daß solche, so gut gegründete Theorie so wenig den praktischen Erfahrungen entsprochen hat.“

Diese höfliche, aber scharfe Kritik von Vincenzo Renieri stammt aus dem Jahr 1647 und erhält durch den Adressaten besondere Brisanz. Was wie ein Bericht an einen Vorgesetzten anmutet, ist in Wirklichkeit ein Brief an Evangelista Torricelli, den größten Naturwissenschaftler Italiens jener Zeit. Bei der angesprochenen Theorie handelt es sich um nichts Geringeres als die Theorie der Bewegung von Galilei, die von Torricelli weiterentwickelt wurde und heute noch in jedem Physikunterricht gelehrt wird.

Die Kritik zeigt, wie schwer die Anfänge der angewandten Wissenschaften waren. In diesem Fall die Anwendung wissenschaftlicher Ballistik auf Probleme der Artillerie.

Der Pionier der wissenschaftlichen Ballistik war Niccolò Tartaglia (1499–1557), einer der größten Mathematiker der Renaissance. Im Alter von sieben Jahren wurde er während der Plünderung von Brescia schwer verletzt; als Folge davon stotterte er sein ganzes Leben. Daher erhielt er seinen Namen Tartaglia: *Tartagliare* heißt im Italienischen stottern. Er war sehr arm und behindert; obwohl dies nichts mit Wissenschaft zu tun hat, sagte Tartaglia selber, daß die Armut ihn gefordert habe. In seiner Autobiographie schreibt er, daß er, als er kein Geld mehr hatte, um einen Lehrer zu bezahlen, „in Begleitung einer Tochter der Armut, die *industria* (Fleiß) heißt“ studierte. Tatsächlich gelang es ihm, sehr wich-

tige mathematische Entdeckungen zu machen, einschließlich der Gleichungen dritten Grades. Seine Entdeckungen in der mathematischen Ballistik basierten auf rein theoretischen Überlegungen; sie wurden in seinen zwei berühmten Büchern veröffentlicht: *Nova scientia* (Neue Wissenschaft, 1537) und *Quesiti et inventioni diverse* (Verschiedene Fragen und Erfindungen, 1546).

Nach der aristotelischen Bewegungslehre, die damals noch nicht bezweifelt wurde, steigt ein Geschoss in gerader Linie auf. Tartaglia untersuchte die Beziehung zwischen Neigungsgrad der Kanone und Schußweite und entdeckte, daß entgegen den Behauptungen von Aristoteles die weiteste Entfernung bei einer Neigung von 45 Grad erreicht wurde. Für seine Untersuchungen entwarf er ein Gerät zur Messung des Neigungsgrades von Kanonen.

Tartaglias Arbeiten sind sehr überzeugend, und nicht allein vom wissenschaftlichen Standpunkt her. Sie sind leicht verständlich, in schönem Italienisch geschrieben und durch viele erklärende Illustrationen begleitet. Tartaglia bezweckte damit, daß nicht nur Wissenschaftler, sondern auch die einfachen Kanoniere sie lesen und anwenden konnten.

Es ist schwierig festzustellen, in welchem Maße Tartaglias Theorie wirklich von der Artillerie auf dem Schlachtfeld angewendet wurde. Seine Arbeiten fanden jedenfalls sehr schnell Verbreitung bei Wissenschaftlern und hatten großen Einfluß auf die Entwicklung der wissenschaftlichen Revolution des 17. Jahrhunderts.

Von Tartaglia muß Galileo Galilei (1564–1642), der Begründer der modernen Theorie der Bewegung, beeinflusst worden sein. Galilei diente am toskanischen Hof als Mathematiker und beschäftigte sich schon in den Frühtagen seiner Karriere mit Ballistik. Er baute gegen Ende des 16. Jahrhunderts ebenfalls ein Meßgerät, das unter anderem zur Messung der Kanonenneigung benutzt werden konnte und nachweislich auf Tartaglia zurückzuführen ist. Aber erst am Ende seines Lebens, in seinen *Discorsi* (1638), die als *Unterredungen und Mathematische Demonstrationen* ins Deutsche übersetzt worden sind, präsentierte Galilei seine Theorie der Fallbewegung, die auch schon erste Elemente einer allgemeinen Bewegungstheorie enthielt. Diese Theorie erlaubt es, mathematisch die Flugbahnen von Geschossen zu analysieren. Hier befaßt er sich auch intensiv mit wissenschaftlicher Ballistik und beweist, daß die Flugbahn eines Projektils parabolisch ist.

Galileis Studien über die Ballistik beziehen sich auf drei Entdeckungen:

1. Das Gesetz des freien Falls, das überhaupt die wichtigste Entdeckung Galileis in der Physik ist. Es besagt, daß im freien Fall die Fallstrecke eines Körpers proportional ist zum Quadrat der Fallzeit.
2. Eine frühe Version des Gesetzes, das später als Trägheitsgesetz – das 1. Newtonsche Gesetz – bekannt wurde. Galilei formulierte es so: „Wenn ein Körper ohne allen Widerstand sich horizontal bewegt, so sei ... diese Bewegung eine gleichförmige und unaufhörlich.“
3. Das Additionsgesetz der Geschwindigkeiten, manchmal auch „Galileische Transformationen“ genannt, wonach sich die Wurfbewegung aus ei-



Niccolò Tartaglia (1499–1557)

ner gleichförmig horizontalen und aus der gleichförmig vertikal beschleunigten Bewegung zusammensetzt.

Galilei beweist mathematisch, warum die Kombination dieser zwei Bewegungen eine parabolische Laufbahn ergab. Des weiteren zeigte er, daß die Schußweite einer geneigten Kanone proportional zum Sinus des doppelten Neigungsgrades ist. Wenn  $\alpha$  der Neigungsgrad ist, dann ist die Schußweite also proportional zu  $\sin 2\alpha$ . Hieraus kann auf die praktische Bedeutung geschlossen werden, die Galileis Entdeckungen zukam: Man konnte nun versuchen, aus dem Schußwinkel die Flugweite der Kugel zu bestimmen. Galileis Theorie sollte dadurch mehr Interesse bei der Artillerie wecken. Galilei selbst gab zu, daß die praktische Durchführung jedoch noch weitere Versuche verlangte, da viele der Störfaktoren, wie der Luftwiderstand, nicht berücksichtigt worden waren.

Galilei konnte seine Arbeiten über die Ballistik nicht weiterführen, da er vier Jahre nach Veröffentlichung der *Discorsi* starb. Sein Werk wurde von seinem Assistenten Evangelista Torricelli (1608–1647) fortgeführt.

Torricelli wurde als Erfinder des Barometers bekannt. Aber während seines kurzen Lebens trug er wesentlich

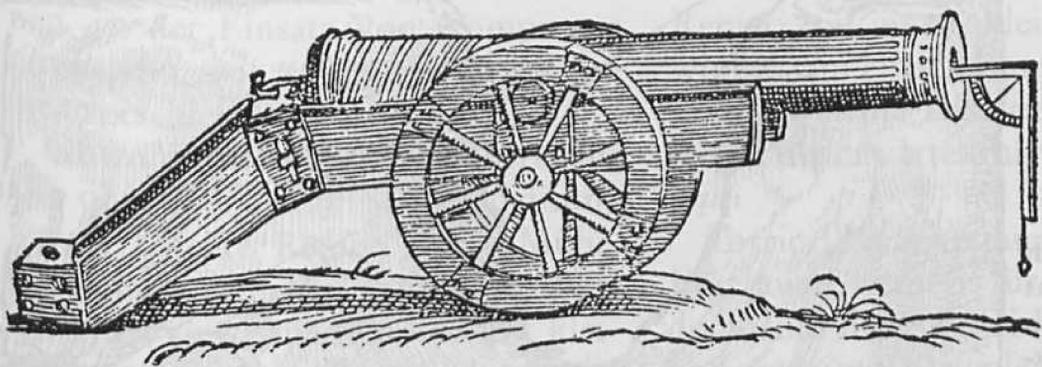
mehr zur Wissenschaft bei. Er war ein ausgezeichnete Mathematiker und vollendete einige wichtige Erkenntnisse der Mathematik. Aufgrund seiner Tüchtigkeit wurde er Galileis Nachfolger als Hofmathematiker des toskanischen Großherzogs. In dieser Funktion mußte er sich auch mit Ballistik beschäftigen. Im Jahr 1644 verfaßte er das Buch *Opera geometrica*, in dem



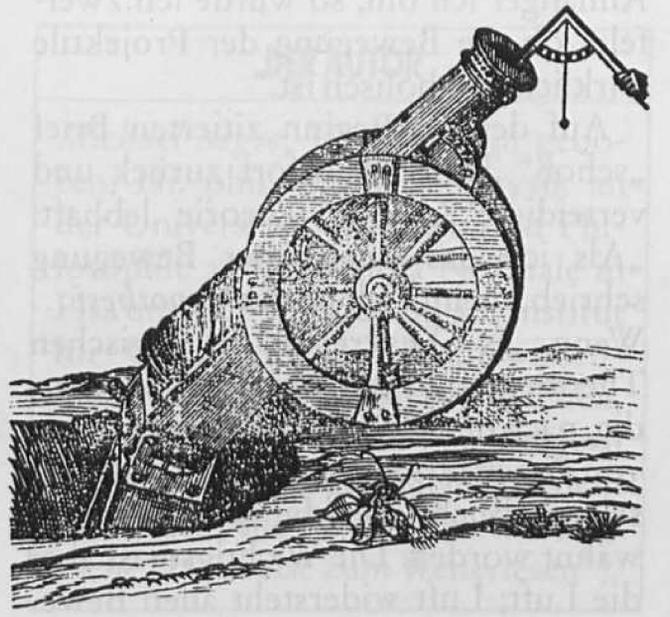
Francesco Maria della Rovere (1490–1538), Herzog von Urbino, Feldherr und Experte für Verteidigungsanlagen, dem Tartaglia die „Nova Scientia“ gewidmet hat.

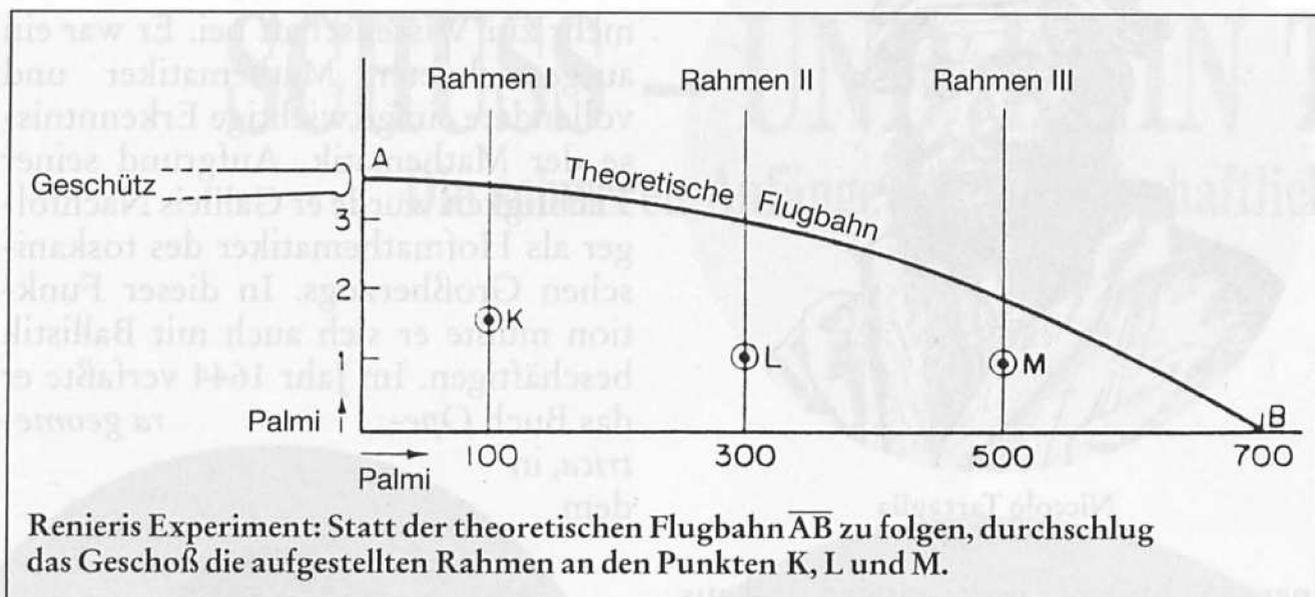
er unter anderem Galileis Theorien der Ballistik weiterentwickelte.

Torricelli bedauerte, daß die Artilleristen den wissenschaftlichen Theorien der Ballistik nicht ausreichend Rechnung trugen. Im besonderen beklagte er, daß die Kanoniere noch stets annahmen, die Flugbahn eines Geschosses verlaufe proportional zum Neigungswinkel der Kanone; eine Annahme, die bereits durch Tartaglia falsifiziert worden war. Torricelli schrieb gewöhnlich in Latein, aber die Abschnitte, die direkten Bezug zur Anwendung der ballistischen Theorien Galileis hatten,



Meßgerät zur Bestimmung der verschiedenen Neigungen der Kanonenrohre. Ein im Scheitel eines rechten Winkels angebrachtes Lot gab den jeweiligen Neigungswinkel auf einer bogenförmigen Skala an.





schrieb er in Italienisch. Er stellte in seinem Buch auch ein besser durchdachtes Meßgerät vor, das eine einfachere Berechnung der Schußweite möglich machte.

Torricelli gelang es, zumindest die Aufmerksamkeit eines Artilleristen zu gewinnen, wahrscheinlich eines Offiziers: die Aufmerksamkeit Renieris. Renieri berichtet, daß er mit einer Kanone schoß, die eine Höhe des Kanonenrohres von zwei Ellen (*braccia*) über dem Boden hatte – das entspricht etwa 115 Zentimetern – und einen Neigungswinkel von 45 Grad oder 6 Punkten. Man rechnete damals auch mit Punkten, wobei 12 Punkte einem rechten Winkel entsprechen. Die Schußweite betrug 2300 Schritte, bei einer Schrittlänge von ungefähr 60 Zentimetern also 1380 Meter. Dann schoß er „*punto in bianco*“, das heißt Null Grad Neigung zum Horizont bei zwei Ellen Höhe und er erhielt eine Schußweite von 400 Schritten.

Der Theorie Galileis und Torricellis zufolge hätte die Schußweite lediglich 70 Schritt betragen dürfen. Renieri, der über eine gute wissenschaftliche Bildung verfügte, äußert: „Wenn es die Autorität Galilei nicht gäbe, dessen Anhänger ich bin, so würde ich zweifeln, ob die Bewegung der Projektile wirklich parabolisch ist.“

Auf den zu Beginn zitierten Brief „schoß“ Torricelli sofort zurück und verteidigte Galileis Theorie lebhaft: „Als ich das Buch über Bewegung schrieb, meinte ich nur *ex hypothesi* ... Wenn es Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis gibt, ist es notwendig, nach den Ursachen zu fragen. Viele von diesen Ursachen sind von Galilei in seinem Buch über die Bewegung erwähnt worden. Die Wichtigste ist aber die Luft; Luft widersteht allen Bewe-

gungen, wobei der Widerstand proportional zur Schnelligkeit der Bewegungen ist. Der Widerstand ist besonders hoch, wenn das Projektil durch Feuerkraft geschleudert wird, die die größte bekannte natürliche oder künstliche Kraft ist. So wundert es nicht, wenn Experimente und speziell die mit Feuermaschinen gemachten, von der Theorie differieren.“

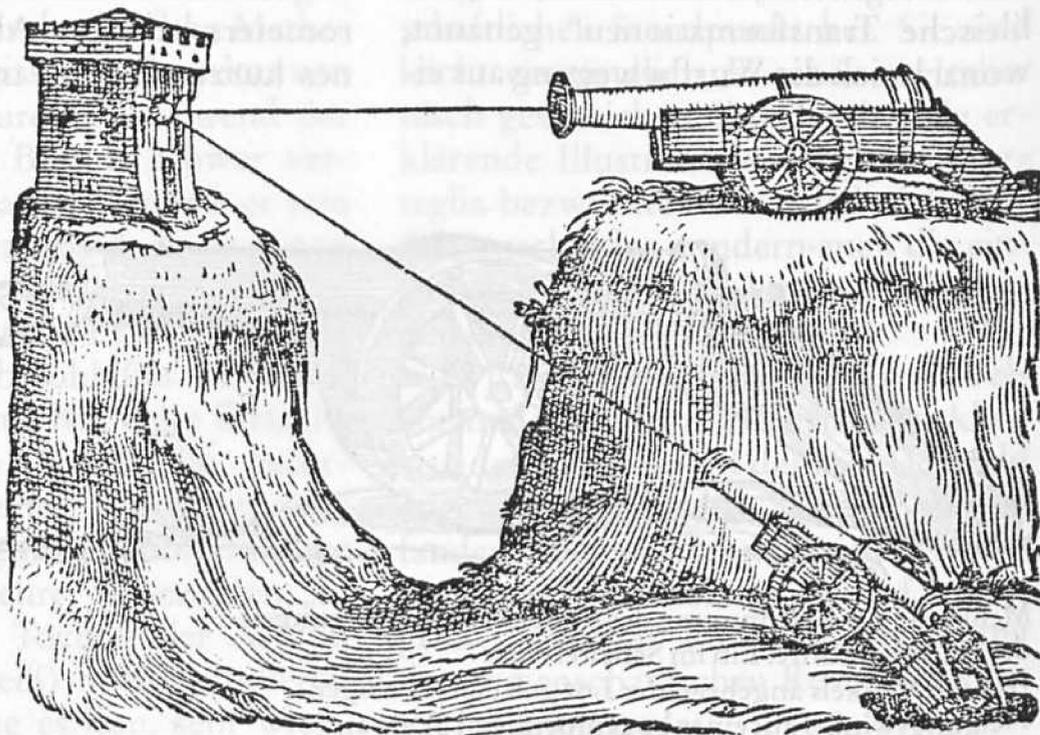
Trotzdem gab Torricelli zu, daß die Ergebnisse Renieris auch unter der Annahme von Fehlerquellen zu sehr von der Theorie abwichen. Er sah drei Ursachen für diese Diskrepanz:

1. Die Kanone hatte eine unmerkliche Neigung.
2. Kein horizontales Schußfeld.
3. Im Augenblick der Detonation hat sich die Kanone bewegt.

Torricelli schlug folgende Maßnahmen vor, diese Fehlerquellen zu beseitigen:

1. Verschiedene Meßgeräte zu benutzen, weil ein einziges Gerät nicht präzise sein kann.
2. Als Schußfeld die See oder eine horizontale Ebene zu wählen.

Die Überlegungen Niccolò Tartaglias sind durch Zeichnungen illustriert – hier: verschiedene Arten, die Artillerie aufzustellen.

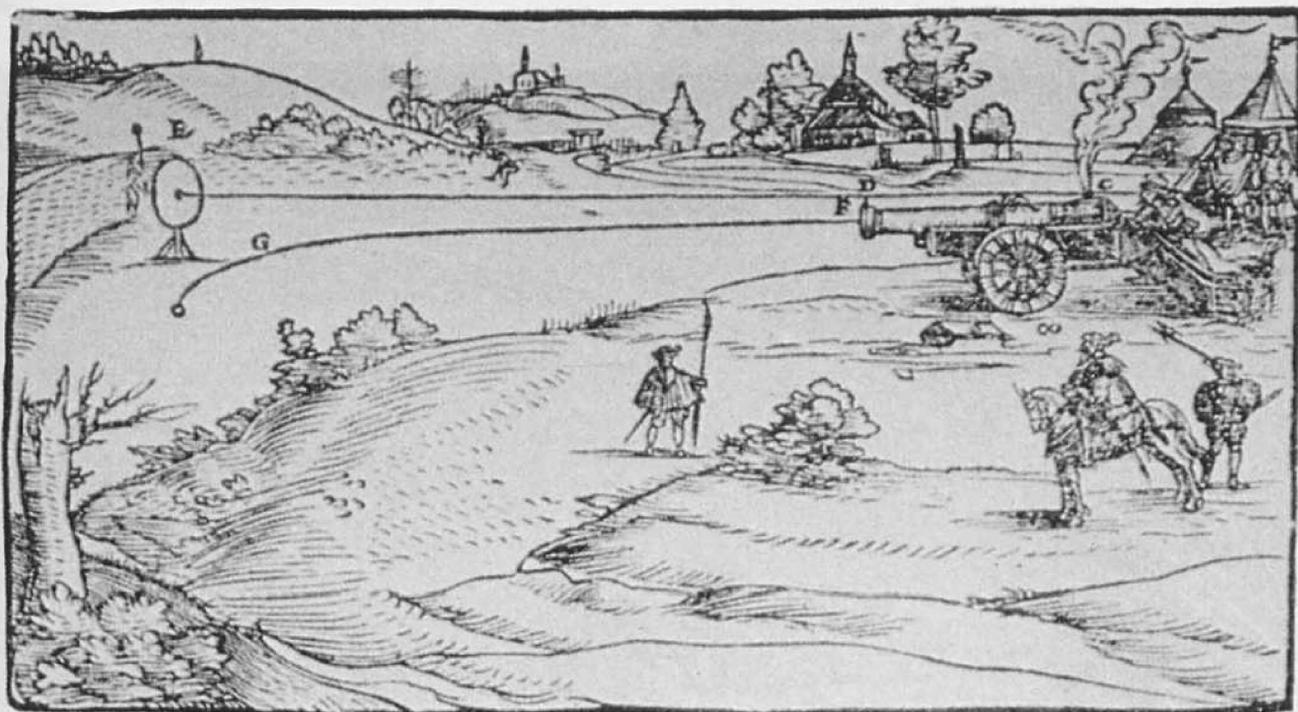


3. Einen tatsächlichen Neigungswinkel Null mit zwei Kontrollmöglichkeiten zu gewährleisten:

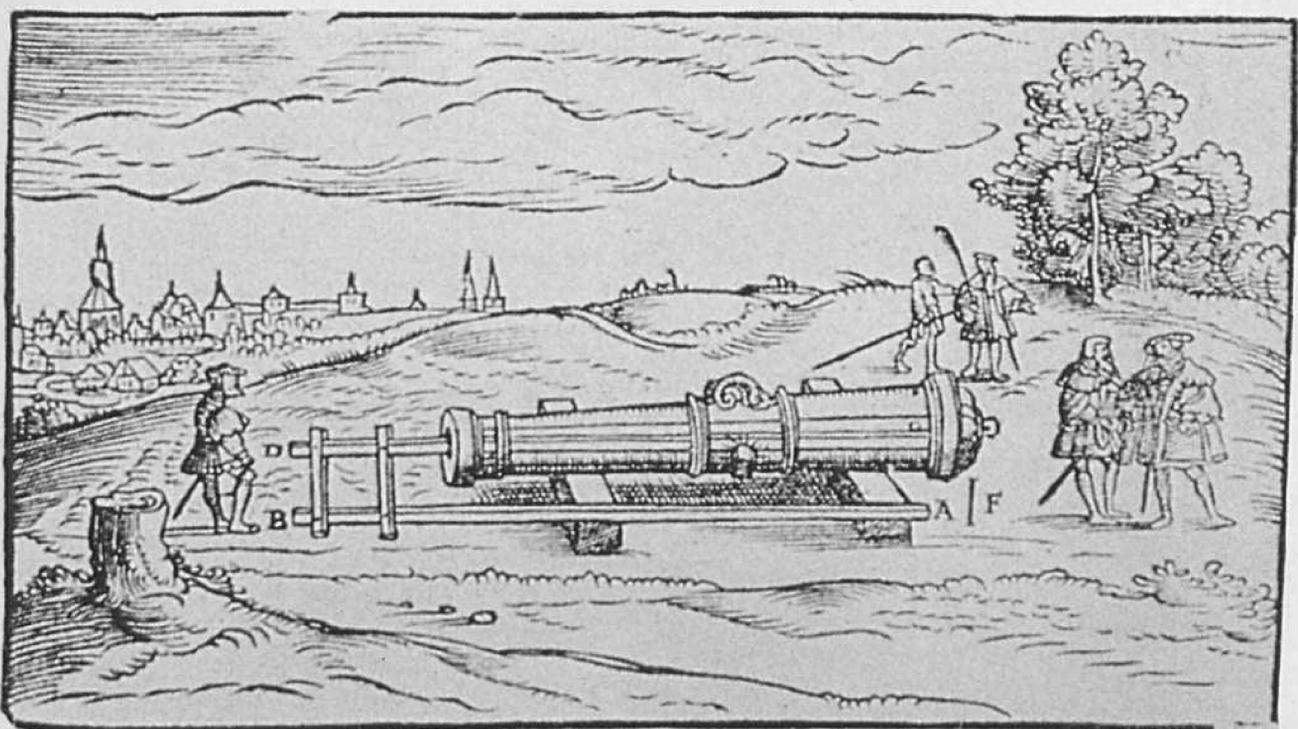
a. einen papierbespannten Rahmen vor der Mündung des Kanonenrohres zu befestigen, durch den man die Flugbahn festlegen kann;

b. eine zweite Kanonenkugel im Augenblick des Schusses aus gleicher Höhe der Mündung fallen zu lassen. Nach den Gesetzen der Bewegung müßten bei einem Neigungswinkel von Null Grad beide Kugeln gleichzeitig aufschlagen.

Torricelli erweckte den Eindruck, ein erfahrener Experimentator zu sein. In Wirklichkeit hatte er keine Erfahrungen mit Kanonen. Hätte er sie gehabt, so hätte er auf die sehr geringe mechanische Präzision von Kanonen hingewiesen. Dafür waren zu seiner Zeit viele verschiedene Faktoren verantwortlich. Um nur einige zu nennen: Die Läufe der Kanonen waren unregelmäßig, genutete Läufe gab es damals noch nicht, ihre Form konnte sich durch Hitzeeinwirkung ändern, die Schildzapfen waren nicht immer symmetrisch im Hinblick auf die Längsachse, so daß der Neigungswinkel beeinflusst wurde. Der Neigungswinkel konnte auch, wie Torricelli selbst sagte, durch Erschütterungen während des Schusses verändert werden. Die Schießpulvermenge konnte nicht genau bemessen werden, wodurch der Impuls der Kugel und damit ihre Geschwindigkeit von Schuß zu Schuß variierten. Die Kugeln waren nicht gleich in Form und Dichte, so daß der Luftwiderstand ebenfalls von Schuß zu Schuß unterschiedlich sein konnte.



Abweichung der tatsächlichen Flugbahn  $\overline{FG}$  von der Geraden über Kimme und Korn  $\overline{CDE}$ .



Vorrichtung zur Justierung eines Kanonenrohrs – mit kaum berechenbarem Ergebnis.

Schließlich wurden andere Faktoren, wie zum Beispiel der Luftdruck, die großen Einfluß auf die Flugbahnen hatten, nicht in Betracht gezogen. Die Wissenschaften des 17. Jahrhunderts waren noch nicht in der Lage, all diese Faktoren zu berücksichtigen. Die wohl wichtigste Rolle spielte deshalb der individuelle Erfahrungsschatz des Kanoniers. Um alle Faktoren exakt genug untersuchen und berechnen zu können, ist der Einsatz von Computern notwendig, wie es in modernen Armeen geschieht.

Obwohl die Hinweise Torricellis also ohne große praktische Bedeutung waren, scheute Renieri keine Mühe, sie zu verwirklichen. Er führte zwei Gruppen von Experimenten mit kleinen Geschützen (*falconetti*) durch, die eine maximale Schußweite bei Null Grad Neigungswinkel von 700 *palmi* hatten. Ein *palm* von Genua betrug

ungefähr 25 Zentimeter, die maximale Schußweite also 175 Meter. Wie Torricelli vorschlug, plazierte Renieri papierbespannte Rahmen vor den Mündungen der Geschütze in einer Entfernung von 100, 300 und 500 *palmi* beziehungsweise 25, 75 und 125 Metern. Die so nachvollziehbaren Flugbahnen waren im Verhältnis zur Erdoberfläche nicht parabolisch-konvex, wie in der Theorie vermutet, sondern konkav. Als Renieri mit einem kleinen Neigungswinkel von einer Minute (0.625 Grad) schoß, war die Distanz um 300 *palmi* länger als erwartet, nämlich 1800 *palmi*.

Toricelli war erstaunt und hielt die Ergebnisse Renieris für unmöglich. Jedoch sind diese Ergebnisse möglich – und zwar im Fall ungleichmäßiger Kugeln. Darüber und auch über die anderen möglichen Einflüsse hat Torricelli wahrscheinlich nicht nachgedacht.

Die hier wiedergegebene Episode ist Teil einer Korrespondenz zwischen Torricelli und Renieri, die sich in der Nationalbibliothek von Florenz befindet. Der Briefwechsel endet an dieser Stelle, da Torricelli kurz darauf an Typhus starb. Die Korrespondenz läßt einiges über die grundlegende Problematik der Beziehungen zwischen Naturwissenschaft und Technik erkennen. Lange verliefen die Entwicklungen von mathematischer Ballistik und angewandter Ballistik parallel und unabhängig voneinander. Die Anwendung der Mathematik für die Technik war in diesem Fall, wie auch in anderen Fällen, schwierig.

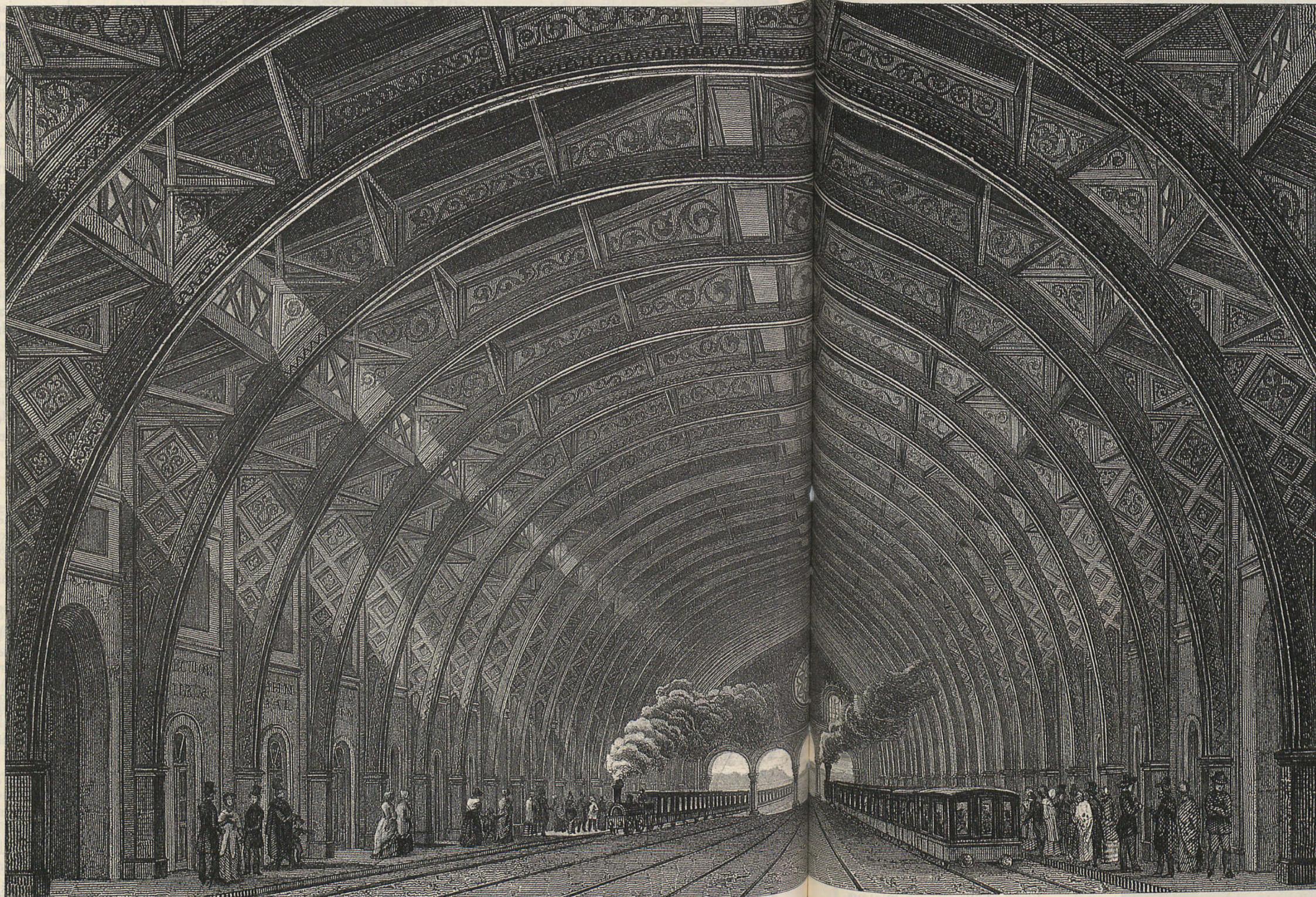
Zugleich macht die Korrespondenz ersichtlich, daß der Wissenschaftler Torricelli große Schwierigkeiten hatte, sich mit dem Techniker Renieri zu „unterhalten“, obwohl oder gerade weil die Beziehungen zwischen Wissenschaften und Technologie zur Zeit der wissenschaftlichen Revolution komplexe Formen angenommen hatten. □

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

- Galileo Galilei: Unterredungen und Mathematische Demonstrationen über zwei neue Wissenszweige, die Mechanik und die Fallgesetze betreffend, Dritter und Vierter Tag (1638). Ostwald's Klassiker der Exakten Wissenschaften 24, Leipzig 1891.
- A. Rupert Hall: Ballistics in the Seventeenth Century. Cambridge 1952.
- Michael Heidelberger, Sigrun Thiessen: Natur und Erfahrung. Von der mittelalterlichen zur neuzeitlichen Naturwissenschaft. Hamburg 1985; S. 153–159.
- Michael Segre: Torricelli's Correspondence on Ballistics. In: Annals of Science 40, 1983; S. 489–499.
- Michael Segre: Stieg Galilei auf den schiefen Turm? In: Kultur und Technik 3/1988.
- Michael Segre: In the Wake of Galileo. New Brunswick, New Jersey, 1991.

## DER AUTOR

Michael Segre, 1950 in Rom geboren, Dr. phil., studierte Physik an der Universität Jerusalem und Philosophie an der Scuola Normale in Pisa und ist Privatdozent am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität München. Mit den Schülern und Nachfolgern Galileis beschäftigt er sich in seinem Buch „In the Wake of Galileo“ (siehe „Hinweise zum Weiterlesen“).



# HOLZWEGE IN DIE EISENZEIT

Die Herkunft der Ingenieurbaukunst aus Holzfachwerken

VON JEAN LOUIS

München, um 1850:  
Die Holzkonstruktion  
der Bahnhofshalle.

Die ersten Eisenbahnbrücken leiteten ihre Konstruktion aus den Bund- und Fachwerken her, die Zimmerleute entwickelt hatten. Die um die Mitte des 19. Jahrhunderts entdeckte neue Konstruktionstechnik machte

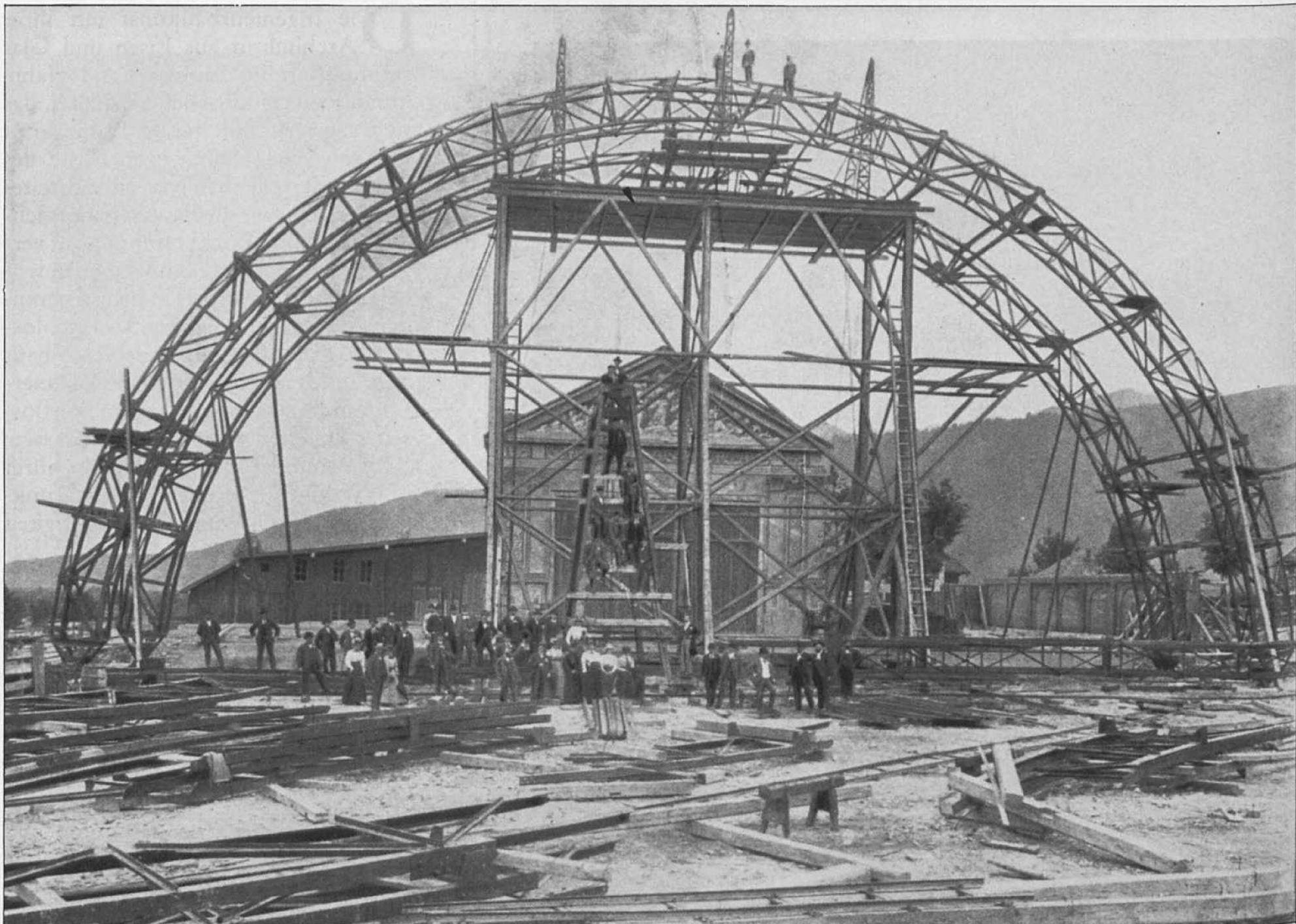
auch den Bau von Hallen möglich, die große Areale überdachen konnten. Nahezu exklusiv in „Kultur & Technik“: Warum der Wintergarten des bayerischen Königs Ludwig II. nicht in den Englischen Garten kam.

Die Ingenieurbaukunst mit ihrer Architektur aus Eisen und Glas symbolisiert im Europa des 19. Jahrhunderts das industrielle Zeitalter, das sich, eng verknüpft mit der Dampfkraft und der Eisenbahn, gegen Mitte des Jahrhunderts auch in Bayern ausbreitete. Waren bisher die Bauten hauptsächlich durch ihre Rückbesinnung auf vergangene Epochen gekennzeichnet, wobei man sich vielerorts in historisierender Nachahmung erging, so erschlossen die neuen Techniken des Eisenbaus nun zusätzlich die Möglichkeit, unerfüllte architektonische Träume verflössener Epochen wahr werden zu lassen: Es entstanden Burgen, die in ihrer überwältigenden, aber auch unfunctionalen Größe und Wehrhaftigkeit dem Mittelalter sicher unbekannt waren; es wurden Brücken von bis dahin ungesehener Eleganz gebaut; und nicht zuletzt gelang es, in Glaspalästen lichtdurchflutete Räume zu schaffen, wie sie sich die Gotik einst erträumt hatte.

Das Material Eisen war über Jahrhunderte hinweg zu vielfältigen Geräten verarbeitet worden. Doch in der Architektur blieb es bis zum 18. Jahrhundert – außer bei Gitterwerk und schmiedeeisernen Verzierungen – ohne größere Bedeutung. Erst mit der industriellen Nutzung moderner Eisenungsverfahren und der damit verbundenen rentablen Vorfabrikierung einzelner Bauteile hielt es seinen Einzug in die Architektur; im Laufe des Jahrhunderts wurde Eisen zum wichtigsten und sichtbaren Bauelement der Ingenieurbaukunst.

Die neue Praxis, vorgefertigte Einzelteile zusammenzufügen, hatte ihre Wurzeln in zwei alten Zimmermannstechniken: Bundwerk und Fachwerk. Wie bei ihnen wurde auch der dem Eisenbau spezifische Baustil von den Möglichkeiten des Materials geprägt. Es wuchsen weiträumige, helle, von schlanken Säulen getragene Hallen empor, deren Konstruktion samt Nieten und Fugstellen zum sichtbaren Stilelement wurde.

In Bayern konnte sich die neue Bauform nur schwer durchsetzen. Ein Grund hierfür dürfte die von den Königen Max I. und Ludwig I. zu Beginn des 19. Jahrhunderts geförderte neoklassizistische Architektur gewesen sein, die dem Element Eisen keinen Spielraum gab. Seine Anwendung beschränkte sich auf die Armierung von



Oberammergau, um 1890: Bau der Eisenkonstruktion über dem Zuschauerraum des neuen Passionsspielhauses.

Steinbauten, oder es wurde, wie beim Wiederaufbau des von Feuer zerstörten Nationaltheaters, aus Gründen der Brandverhütung verwendet.

Bauten, die eigentlich die neue Konstruktionsweise erforderlich gemacht hätten, wurden weiter in Holzbauweise erstellt, so die Trinkhalle des Bades in Kreuth oder der von Georg Bürklein errichtete neue Hauptbahnhof in München. Obwohl der erste Bahnhof durch ein Feuer zerstört worden war, errichtete Bürklein die neue Einsteighalle nicht aus Eisen, was wegen des starken Funkenfluges bei Dampflokomotiven angebracht gewesen wäre. Vermutlich aus Gründen der damals noch nicht hinreichend erforschten Statik wurde hier einer zweiten Holzkonstruktion der Vorrang gegeben. Sie war, auch wenn sie brandgefährdet war, in ihrer Art einmalig und darf durchaus als große ingenieurbau-technische Leistung angesehen werden: Auf einer Länge von 118 Metern überspannten 24 Bögen von 30,5 Me-

tern Breite die 21 Meter hohe Halle. Jeder einzelne Bogen war aus 140 fichtenen Brettstücken konstruiert, die aufeinander gekittet waren. Starke Eisennägel verstärkten sie zusätzlich. Die Bögen wurden mit Brettern aus Lärchenholz verkleidet, so daß für einen einzelnen Bogen insgesamt mehr als 1000 Brettstücke und rund 10000 Nägel verwendet wurden.

### SCHWANKEN ZWISCHEN EISEN UND HOLZ

Ähnliche Konstruktionen aus Eisen entstanden später im Wintergarten Ludwigs II., im Oberammergauer Festspielhaus und beim Bau der Festhalle für die bayerische Landesausstellung von 1906, hier allerdings wieder aus Holz. Der Münchner Hauptbahnhof blieb bis zu seinem Umbau im Jahre 1879 als Holzkonstruktion erhalten. Bei diesem Umbau verwendete Heinrich Gerber eine Eisenkonstruktion, die mit sichelförmigen Gitterträgern

von je 35 Metern Spannweite die neue, vierschiffige Einsteighalle überdeckte.

Der erste Ingenieurbau Bayerns im engeren Sinne war der 1841 nach den Plänen Friedrich Gärtners errichtete „Eiserne Brunnenpavillon“ in Bad Kissingen. Er bildete mit den Arkaden ein Langhaus, dessen schmale Fronten durch fünf, die Längsfronten durch elf säulengetragene Rundbögen gegliedert waren. Außer an den Eingängen waren sie durch Gitterwerk miteinander verbunden. Vier Treppen führten hinab ins Brunnengeschoß, dessen mit Pilastern geschmückte Mauern die Halle und ihre überspringenden Gänge auf starkem Eisengebälk trugen. Die aus Eisenblech bestehende Dachkonstruktion ruhte auf schlank emporragenden Säulen und war von einer offenen Gitterwand durchbrochen. Der ästhetisch gelungene Pavillon wurde 1910 durch einen Neubau von Max Littmann ersetzt.

Mit König Maximilian II. bestieg 1848 ein durchaus fortschrittlicher, in

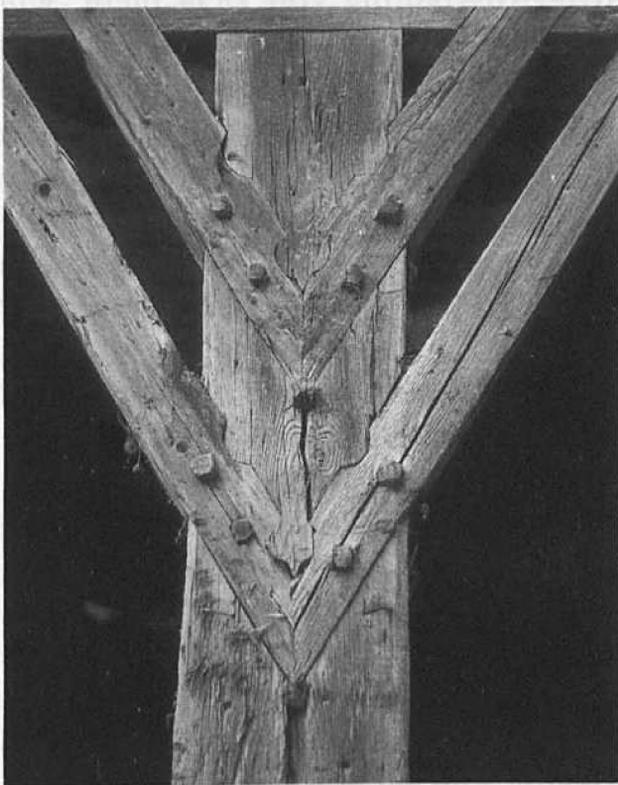
besonderem Maße Wissenschaft und Technik fördernder Monarch Bayerns Thron. Er öffnete seinem Land den Weg ins moderne technische Zeitalter und berief namhafte Wissenschaftler aus allen Teilen Deutschlands nach München. Gegen die Überlegenheit englischer Industrieprodukte und mit dem herausragenden französischen Kunstgewerbe konnten die bayerischen Erzeugnisse jener Zeit nur schwer konkurrieren. Deshalb war es die Politik Maximilians, Industrie und Gewerbe in Bayern zu fördern. Der Leistungsvergleich, der bei der für 1854 anbefohlenen Industrie-Ausstellung in München gegeben sein würde, sollte als Herausforderung und Ansporn für die heimische Industrie und das Handwerk dienen.

Angeregt durch die englischen Wintergärten, trug sich der junge Maximilian schon als Kronprinz mit dem Gedanken, bei der Münchner Residenz ein gleiches Bauwerk entstehen zu lassen. Die ursprüngliche Planung sah den Bau im Bereich des Hofgartens vor. Später entschloß sich Maximilian, den Wintergarten im Bereich seiner Wohnung am Königsbau errichten zu lassen. Nach Plänen von August von Voit wurde der Königsbau über einer eingeschossigen, fünfachsigen Arkadenarchitektur mit dem Nationaltheater verbunden. Oberhalb dieser Arkade entstand über dem rechteckigen Grundriß der Wintergarten.

Der Raum des Wintergartens entsprach dem einer dreischiffigen Basilika mit langgestreckten Satteldächern, wobei für die Konstruktion die bei der gleichzeitig entstehenden Schrankenhalle erprobten Polonceau-Binder verwendet wurden. Eingebettet in die umliegende Bebauung, war für den Betrachter nur die Seite zum Max-Joseph-Platz sichtbar. Mit prächtiger Bepflanzung war der Wintergarten für den König eine Stätte zeitgemäßer Repräsentation.

Der Wintergarten wurde, nach dem Ende der Monarchie, in den 20er Jahren abgetragen. Heute befinden sich an seiner Stelle das Treppenhaus und das Foyer des Residenztheaters, das mit seiner etwas eigenwilligen Architektur vielleicht an die Konstruktion des Wintergartens anknüpfen soll.

Zur gleichen Zeit, in der der Wintergarten Maximilians II. gebaut wurde, entstand auf dem zugeschütteten Stadt-



Drei typische Beispiele von Bundwerk, einer alten Zimmermannstechnik, an Stadeln bei Altötting, Traunstein und Mühldorf. Aus diesem Bauprinzip entwickelten sich später die Eisenkonstruktionen.

graben in der Blumenstraße die von Carl Muffat geplante Getreide- oder Schrankenhalle, das zweite unter Maximilian errichtete Bauwerk der Ingenieurbaukunst. Der Mittelbau und die beiden Seitenpavillons wurden noch in konventioneller Steinbauweise erbaut, zwischen ihnen aber erstreckten sich über eine Länge von jeweils 64 Metern die beiden Hallen in dreischiffiger Basilikaform. Das höhere Mittelschiff war verglast. Die Dachdeckung beider Hallen bestand aus Wellblech. Seitlich blieben die Hallen offen, um die erforderliche Helligkeit zur Prüfung des Getreides zu gewährleisten.

Später übernahm die Münchner Großmarkthalle die Funktion der Schrankenhalle, so daß sie nach und nach überflüssig und schließlich demontiert wurde. Einzig der nördliche Kopfbau wird heute noch am Viktualienmarkt als Freibank genutzt. Ein kleiner, verbliebener Rest der Eisenkonstruktion, heute Lagerhalle der Stadt München an der Dachauer Straße, könnte an seinem ursprünglichen Standort an der Blumenstraße wieder eine Aufstellung und Nutzung als Markthalle finden.

Mit dem Bau des Glaspalastes erreichte die Ingenieurbaukunst in Bayern ihren Höhepunkt. Zur „Förderung des heimischen Gewerbes“, das sich der Konkurrenz internationaler Produkte als ebenbürtig erweisen sollte, wurde 1853 zur ersten „Allgemeinen Ausstellung deutscher Industrie- und Gewerbeerzeugnisse“ aufgerufen. Hierzu sollte auf dem Gelände des alten Botanischen Gartens eine Halle errichtet werden, die später weiter als Gewächshaus genutzt werden konnte. August von Voit entwarf nach dem Vorbild des Londoner Kristallpalastes eine große, mehrstöckige Halle aus Eisen und Glas, wobei – wie schon beim Bau der Schrankenhalle – die einzelnen Teile vorgefertigt wurden, um an Ort und Stelle in der sehr kurzen Bauzeit von nur 100 Tagen errichtet zu werden.

Der Glaspalast erhob sich über einem rechteckigen Grundriß und war durch ein mittleres und ein auf beiden Seiten vorstehendes Querschiff geteilt. Das Rückversetzen des Obergeschosses ergab eine optische Gliederung des symmetrischen Baukörpers mit Mittelbau und flankierenden Endrisaliten. Das Gebäude war durch Säulen in zwei schmale Nebenschiffe und ein Haupt-



München, um 1875: Die Eisenkonstruktion des Wintergartens König Ludwigs II. auf dem Dach der Residenz.

schiff gegliedert. Die Haupttreppenanlage, Büroräume und eine Königsloge waren im Mittelbau untergebracht.

Die Dekorationen des Gebäudes waren der Formenwelt der Gotik entnommen und bildeten einen interessanten Kontrast zu den geometrischen Formen der Konstruktion. Die Farbgebung war ganz auf die Materialien abgestimmt, wobei Eisen in den „Metallfarben“ Blau, Silber und Bronze, das Holz in Braun und Beige gehalten waren.

In der Folgezeit wurde der Glaspalast, entgegen der ursprünglichen Planung, weiterhin als Ausstellungsgebäude genutzt, wobei die Eisenkonstruktion immer mehr durch gründerzeitliche Einbauten und Dekorationen aus Holz und Stoff kaschiert wurde. Das sollte dem Glaspalast im Jahre 1931 zum Verhängnis werden: Bei einer Brandstiftung während der großen Kunstausstellung fand das Feuer in den Einbauten so reichlich Nahrung, daß der gesamte Bau durch die

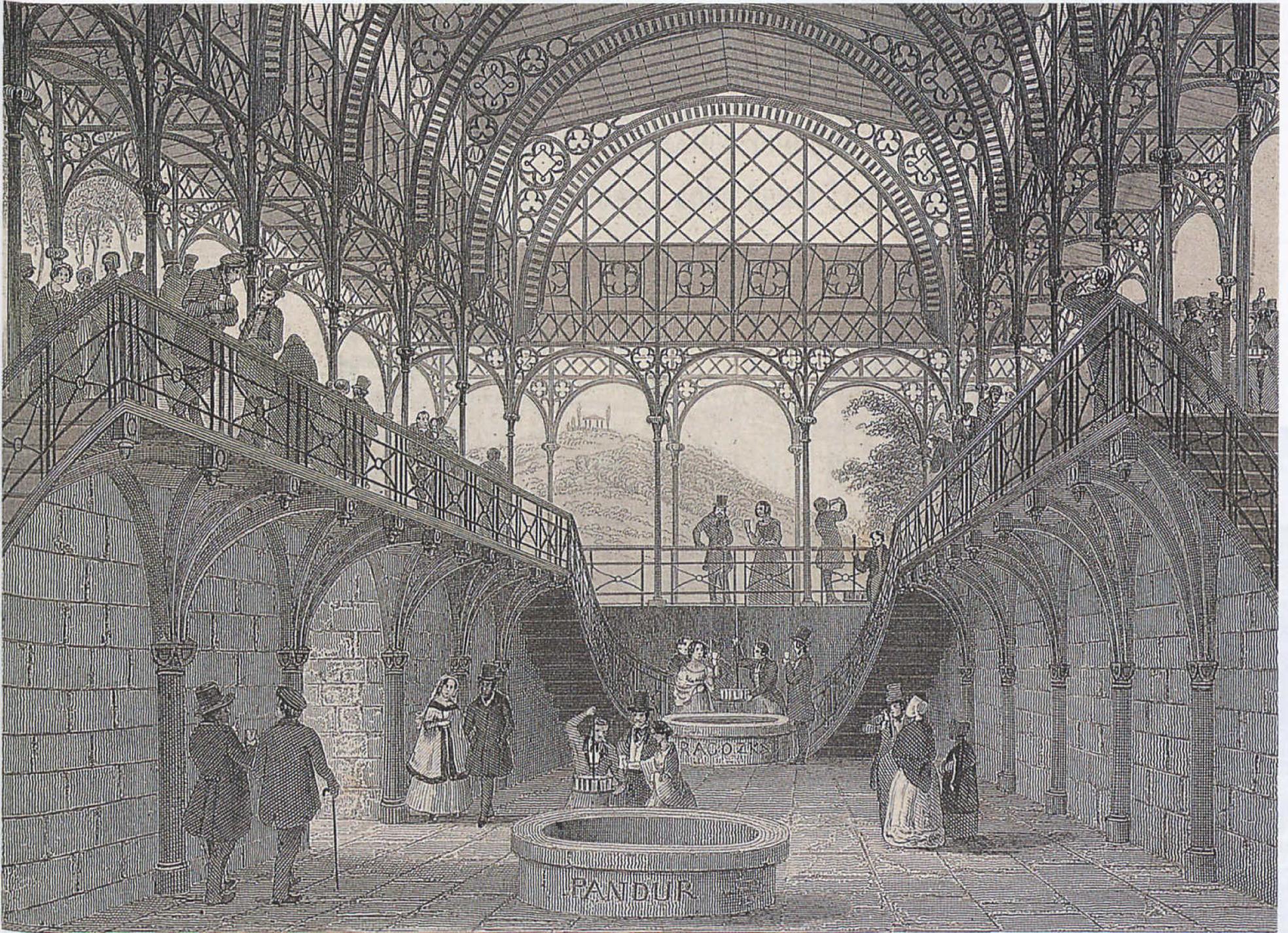
immense Hitze in sich zusammenstürzte.

Da der Glaspalast nach der Industrie-Ausstellung von 1854 nicht, wie vorgesehen, als Gewächshaus genutzt wurde, wurde 1860 der Bau neuer Gewächshäuser beschlossen. Nach den Plänen August von Voits wurden sie auf dem Areal des Botanischen Museums an der Karlstraße erbaut. Die Hauptgebäude befanden sich auf einer Terrasse. Ihnen vorgelagert standen zwei weitere, kleinere Gewächshäuser sowie ein Aquarium für Wasserpflanzen. In der Mitte des Hauptgebäudes befand sich auf quadratischem Grundriß das Palmenhaus mit einer von gußeisernen Säulen gestützten Kuppel. Von zwei umlaufenden Galerien konnten die Besucher von verschiedenen Ebenen aus die Pflanzen betrachten. Rechts und links des Kuppelbaus befanden sich kleinere Räume, die mit ihm eine Einheit bildeten. Je ein Querpavillon schloß diese Anlage zu beiden Seiten ab. 1912 wurde der Botani-

sche Garten in den Nymphenburger Schloßpark verlegt und der Bau an der Karlstraße abgetragen.

Das in München wohl phantasievollste Ingenieurbauwerk ließ sich Maximilians Sohn, König Ludwig II., errichten: Nach dem Vorbild des Wintergartens von Schloß Liechtenstein in Eisgrub entstand auf dem Dach der Residenz eine tonnenförmige Halle, die eine Fläche von 80 mal 17 Meter überspannte und der ein nach Süden gerichteter Querbau zugeordnet war. In Ludwigs II. Wintergarten war eine illusionistische Scheinwelt von bis dahin nie dagewesener Pracht zu finden. Das war nicht mehr ein Ort der Repräsentation in exotischem Ambiente, sondern eine *eigene* exotische Welt. Das Monumentalgemälde des Himalaja, eine künstliche Grotte, ein kleiner See, ein maurischer Kiosk und ein indisches Zelt erzeugten die perfekte Illusion eines exotischen Gartens.

Nach dem Tod des Königs sollte die Konstruktion seines Wintergartens im



Bad Kissingen, um 1845: Innenansicht des eisernen Brunnenpavillons.

Englischen Garten als Dach eines großen Palmenhauses Verwendung finden. Es wurde nie errichtet. Der Wintergarten wurde zehn Jahre später an die Firma MAN verkauft, wo er bis zu seiner Zerstörung im Krieg als Lehrhallschule diente.

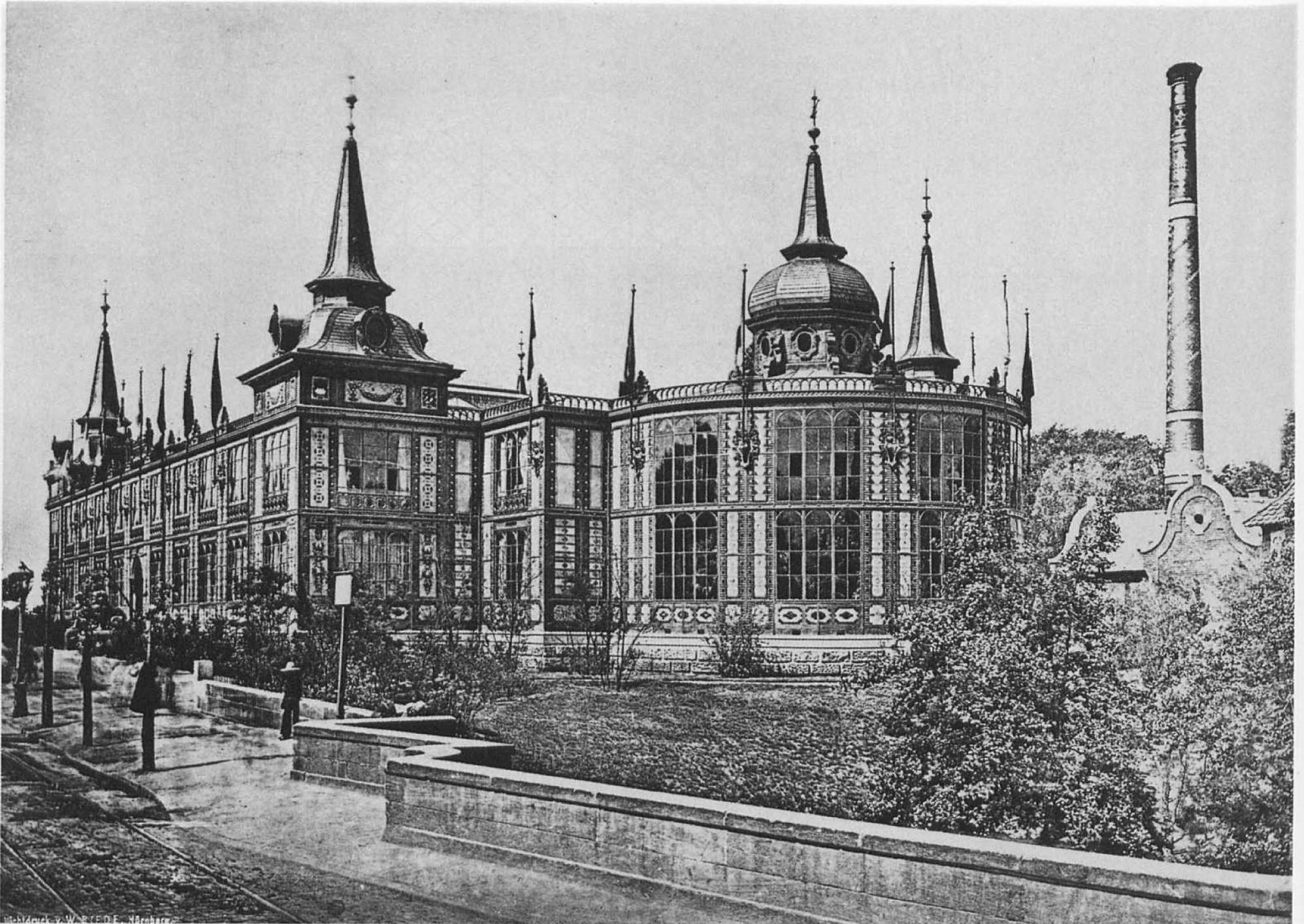
## DAS LICHT BAUEN MIT EISEN UND GLAS GERÄT IN VERGESSENHEIT

Vielleicht angespornt durch die Möglichkeiten der neuen Eisenkonstruktionen, wurde das Bund- und Fachwerk in Bayern neu belebt. Ein hervorragendes Beispiel war die Industrieausstellung in Nürnberg im Jahre 1882. Im Gegensatz zur Münchner Ausstellung von 1854 wurde hier ein ganzer Ausstellungspark mit mehreren Hallen errichtet; eine davon, das Hauptgebäude, als Holzkonstruktion mit vorgesetzter Prachtfassade. Eine andere Konstruktion, die Kunsthalle, entstand aus Eisen und Glas.

Vergleicht man die damalige Nürnberger Kunsthalle mit dem Münchner Glaspalast, so vermisst man in Nürnberg die einst so klaren Linien als Symbol der Moderne. Die Industrie hatte sich inzwischen etabliert, und so sollten ihre repräsentativen Bauten den nun erworbenen Reichtum ausstrahlen. Nichts mehr gab den Blick auf Konstruktionsteile frei; sie waren sauber durch gründerzeitliche Einbauten kaschiert. Im Hauptausstellungsgebäude dagegen, einer reinen Holzkonstruktion, blieben die Konstruktionsmerkmale für den Betrachter sichtbar. Zwischen dem reinen „Nutzbau“ der Maschinen-Ausstellungshalle und dem ästhetisch anzusehenden Gebäude für die Kunst wurde deutlich unterschieden. So ist es auch verständlich, daß der Bau von damals auch später vom Nürnberger Gewerbemuseum als Kunsthalle genutzt wurde. Nach den Kriegszerstörungen wurde die Ruine abgetragen und durch einen Neubau ersetzt.

Ein recht kuriozes Bauwerk entstand gegen Ende des Jahrhunderts in Göggingen bei Augsburg. Im Hessingschen Kuretablissement errichtete Jean Keller 1885 das sogenannte Kurhaustheater, ein Bauwerk das gleichzeitig als Gesellschaftshaus, Theater, Konzertsaal und Wintergarten genutzt werden konnte. Eingebettet in eine schloßparkähnliche Anlage, erhob sich der Bau von außen in reinstem Stil der Gründerzeit. Die reich verputzte Architektur ließ in keiner Weise den Eisenskelettbau im Innern vermuten.

Die Hauptfassade zum Kurhaus hin beherbergt in ihrer Portal-Architektur nicht etwa den Haupteingang des Theaters, sondern das Bühnenhaus, dessen Rückwand in gesamter Größe zu einer mit Bäumen bepflanzten Terrasse hin geöffnet werden kann. Das Palmenhaus an der Parkseite bildet mit dem Bühnenhaus eine Einheit. Von außen völlig unsichtbar, präsentiert sich der Innenraum dieser Architektur über dem abgerundeten rechteckigen



Nürnberg, um 1885: Die eiserne Kunsthalle der Industrie-Ausstellung von 1882 (hier in der späteren Nutzung als Norishalle).

Grundriß als Eisenskelettbau, der in einem abgeflachten Tonnengewölbe abschließt. Das im Laufe der Zeit verschieden genutzte Kurhaustheater wurde mehrmals umgebaut und brannte vor wenigen Jahren teilweise aus. Derzeit wird es vollständig restauriert, um demnächst wieder eine kulturelle Nutzung zu erfahren.

Das Gögginger Kurhaustheater ist eines der wenigen Ingenieurbauwerke, das in Bayern noch vorhanden ist. Mit der Weiterentwicklung des gründerzeitlichen Baustils verschwand die reine Ingenieurbaukunst immer mehr aus der Architektur Bayerns. Wie schon zu Beginn seiner Verwendung als Baumaterial, wurde das Eisen nun wieder mehr zum stützenden oder tragenden Element, das mit anderen Baumaterialien verkleidet wurde und daher nicht mehr als Stilelement für den Betrachter sichtbar war.

Ein kurioses Beispiel ist Bayerns berühmtes Schloß Neuschwanstein: Aus statischen Gründen, und um die

darunter liegenden Räume in ihrer Konzeption nicht zu gefährden, wurde der gesamte Thronsaalbereich als Eisenkonstruktion errichtet und mit *Scagliola* illusionistisch verkleidet. Dieses technische Kuriosum wird bei der Schloßbesichtigung nicht gezeigt.

Bis zur Entwicklung einer neuen Bauweise, die der Pariser Josef Monier mit der Erfindung des Stahlbetons möglich machen sollte, behielt das Eisen seine wichtige konstruktive Funktion bei allen um die Jahrhundertwende entstandenen Großbauten. Auch wenn die Ingenieurbaukunst heute nur noch beim Bau einiger Gewächshäuser und bei Experimentalbauten zu bewundern ist: Sie war wegberaubend für die Architektur der Moderne. □

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Giselher Hartung: Eisenkonstruktionen des 19. Jahrhunderts. München 1983.  
Volker Hütsch: Der Glaspalast 1854–1931. München 1980.

Georg Kohlmaier, Barna von Sartory: Das Glashaushaus, ein Bautypus des 19. Jahrhunderts. München 1981.

Jean Louis, Christine Wohlmuth: Ingenieurbaukunst im Königreich Bayern. München 1988.

Jean Louis: Ludwig II. und die Technik. München 1986.

Eugen Roth: Der Glaspalast in München. München 1971.

Klaus-Jürgen Sembach, Volker Hütsch: Industriedenkmäler des 19. Jahrhunderts im Königreich Bayern. München 1990.

Ruth-Maria Ullrich: Glas-Eisen-Architektur. Worms 1983.

## DER AUTOR

Jean Louis, Jahrgang 1952, ist Archivar beim TÜV Bayern und Autor von Zeitschriftenveröffentlichungen und Büchern zum Thema Kunst und Technik. Zusammen mit Christine Wohlmuth hat er den Band „Ingenieurbaukunst in Bayern“ herausgegeben. In „Kultur & Technik 2/1991“ schrieb er über frühe Flugversuche in Bayern.

# „Ein junger Mann aus Ostfriesland“

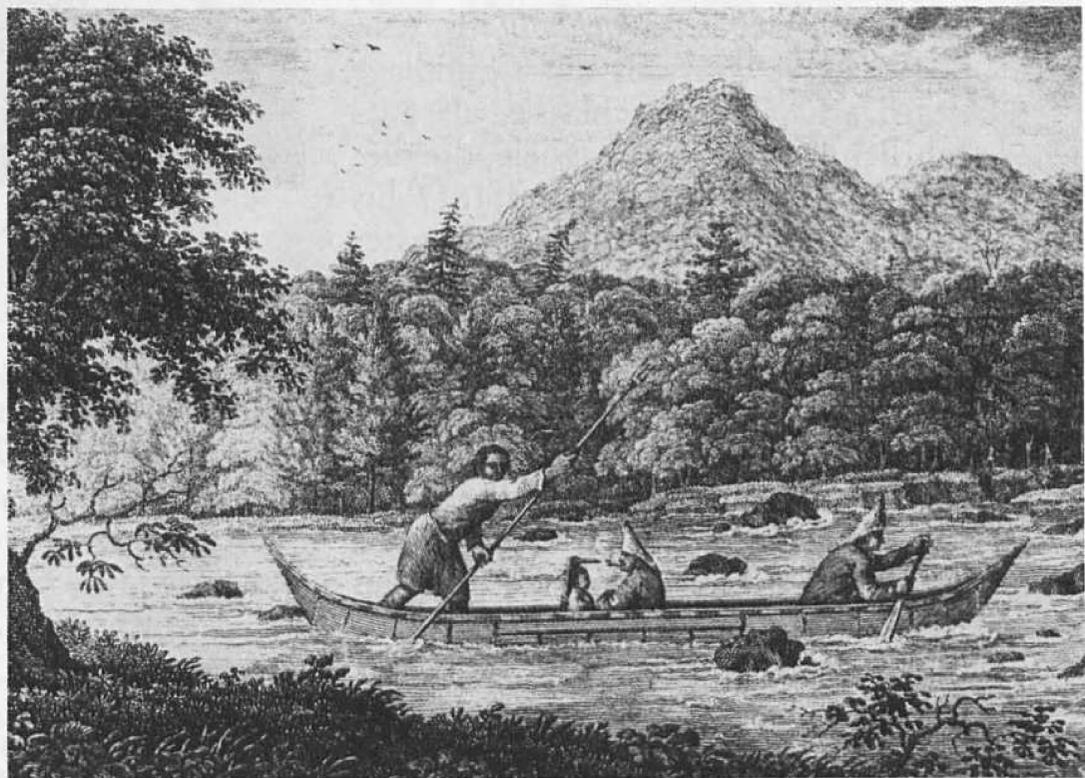
Spurensuche: Ein Lebensbild des  
britischen Astronomen John Lewis Tiarks

VON KURT-R. BIERMANN

1814. Napoleon I. entsagt der französischen Krone und muß sich auf die Insel Elba zurückziehen. Mit der Aufhebung der Kontinentalsperre wird England nach langen Jahren der Isolierung wieder zum begehrten Ziel für gekrönte und andere Reisende. Unter den Touristen, die die britische Hauptstadt besuchen, befindet sich auch der bayerische Kronprinz, der nachmalige König Ludwig I. (1786–1868). Ihn führt zu seiner vollen Zufriedenheit eine Zeitlang John Lewis Tiarks (1789–1837) durch London, der selbst erst 1810 als Johann Ludwig Tiarks auf einem Blockadebrecher aus Deutschland gekommen war.

Zum ersten Mal begegnet uns Johann Ludwig Tiarks in einem Brief des Mathematikers Carl Friedrich Gauß (1777–1855) vom 2. September 1808, der, ohne dessen Namen zu nennen, von einem „jungen Mann aus Ostfriesland“ spricht, der die später zur „Bibel der Zahlentheoretiker“ gewordenen Gaußschen *Disquisitiones Arithmeticae* (Arithmetische Untersuchungen, Leipzig 1801) „nicht ohne Erfolg studiert und überhaupt gute Hoffnungen veranlaßt“. Da es zunächst nur wenigen Hochbegabten gelang, in die Tiefen des noch 1978 als „das größte Wunder in der gesamten mathematischen Literatur“ bezeichneten, ins Französische, danach ins Englische, Deutsche, Russische und Spanische übersetzten Werkes einzudringen, registrierte Gauß anfangs mit großer Genugtuung dessen verständnisvolle Lektüre, mochte sie in Paris, in Kasan oder eben in seiner nächsten Umgebung stattgefunden haben.

Im September 1819 reiste John Lewis Tiarks auf dem Missisquoi. Die zeitgenössische Illustration gibt eine Vorstellung von der damaligen Art des Reisens in unerschlossenen Gebieten Nordamerikas.



Die Identifizierung des Göttinger Studenten glückte dem Autor mit Hilfe einer Publikation von Beobachtungen des am 29.3.1807 von Wilhelm Olbers (1758–1840) in Bremen entdeckten Kleinen Planeten Vesta, wozu Gauß in den *Göttingischen gelehrten Anzeigen* vom 10.11.1808 schrieb: „Einige dieser Beobachtungen sind von Herrn Tiarks, welcher sich bei uns den mathematischen Wissenschaften mit glücklichem Erfolge widmet und im astronomischen Calcul bereits viele Fertigkeit besitzt.“

## VON DER THEOLOGIE ZUR MATHEMATIK

Zunächst schien es so, als sei kein Student der Mathematik mit dem Namen Tiarks zur fraglichen Zeit in Göttingen immatrikuliert gewesen. Aber das Rätsel konnte bald aufgelöst werden: Tiarks hatte sich in die Matrikel der Göttinger Universität am 13.10.1806 als Student der Theologie

eingetragen und war erst nach einem Jahr in das mathematische Fach übergewechselt, in dem er am 31.12.1808 an der *Georgia Augusta* auch promoviert hat.

Mit Kenntnis des Namens war es nun verhältnismäßig einfach zu recherchieren, ob sein Träger den hohen Erwartungen von Gauß gerecht geworden ist und sich einen Ruf erworben hat, der zur Aufnahme in biographische Nachschlagewerke und (oder) wissenschaftliche Gesellschaften beziehungsweise Akademien geführt hat. Von den teilweise überraschenden Ergebnissen dieser Suche sei hier berichtet.

Schon die Aufnahme in *The Royal Society of London* als *Fellow* am 3.3.1825 ließ erwarten, daß Tiarks in der *Allgemeinen Deutschen Biographie* gewürdigt worden ist. In der Tat enthält Band 39 von 1895 (S. 92–94) seinen ausführlichen Lebenslauf mit bibliographischen Hinweisen, von denen sich besonders der auf die *Oldenburgischen Blätter* Nr. 48–49/1837 und

# JOHN LEWIS TIARKS

42-43/1838 als wichtig herausstellte. So konnte der Autor in *Spectrum* 20/1989 mitteilen, daß der von Gauß wegen seiner astronomischen und zahlentheoretischen Fähigkeiten gerühmte Student Tiarks geheißt hat und nachmals als Vertreter Englands in der Kommission hervorgetreten ist, die die Grenze zwischen den Vereinigten Staaten und Kanada festlegen sollte.

Wenig später veröffentlichte der kanadische Anthropologe Vincent Erickson von der University of New Brunswick in Fredericton, N. B., in der *Friesische Heimat* betitelten Beilage zum *Jeverschen Wochenblatt* (Nr. 202-212/1989/90) auf der Grundlage des Tiarksschen Nachlasses elf ausführlich kommentierte Briefe, die dieser in den Jahren 1810 und 1817 bis 1820 an seine Mutter und Geschwister und an seine Braut in Jever gerichtet hat. Erickson wußte nichts von den Recherchen des Autors, wie andererseits diesem die schon längere Zeit dauernden Tiarks-Forschungen Ericksons unbekannt geblieben waren. Durch die erwähnte Notiz im *Spectrum* wurde Professor Menso Folkerts, Leiter des Instituts für Geschichte der Naturwissenschaften der Universität München, auf Tiarks aufmerksam, und er gab dem Verfasser zahlreiche, auf autoptischer Prüfung des Tiarksschen Nachlasses beruhende Hinweise. Sie und die Angaben Ericksons sind die Grundlage für das Lebensbild von Tiarks.

## FLUCHT UND ENDE DER AKADEMISCHEN LAUFBAHN

Wenn Gauß von Tiarks als einem jungen Mann aus „Ostfriesland“ sprach, so ist das, genau genommen, nicht ganz zutreffend. Die Gemeinde Waddewarden, in der Johann Ludwig Tiarks – auch die Schreibweise Tjarks ist anzutreffen – am 10. Mai 1789 als ältester Sohn des zweiten Predigers geboren wurde, gehörte zur Herrschaft Jever, und deren Bewohner fühlten sich aus historischen Gründen nicht als Ostfriesen, wenn sie auch außerhalb des Jeverlandes für solche gehalten wurden. 1792 wurde der Vater Konrektor der Provinzialschule in Jever, die Johann Ludwig besuchte. Am 13. Oktober 1806 begann er in Göttingen auf Wunsch des Vaters das Theologiestudium.



John Lewis Tiarks (1789-1837)

Johann Ludwig Tiarks hatte sich schon auf der Schule als mathematischer Kopf ausgewiesen und widmete sich an der Universität von Michaelis 1807 an ganz überwiegend der „Meßkunst“, wie die Mathematik damals genannt wurde. Daß es Tiarks gelang, die Anerkennung des „zum Lobe gar nicht übermäßig geneigten“ Gauß zu erringen, sollte für seine Zukunft Folgen haben. Sein Wunsch, eine akademische Laufbahn einzuschlagen, wurde nämlich durch ein unvorhersehbares Unglück vereitelt: Der Vater wurde geisteskrank und verlor 1808 seine Stelle und damit die Einkünfte. Tiarks war nun darauf angewiesen, so rasch wie möglich seinen Lebensunterhalt selbst zu verdienen. Zwar war Gauß' Versuch, ihn auf einer Privatsternwarte in Lilienthal bei Bremen unterzubringen, ohne Erfolg, aber er verschaffte ihm nach der Promotion eine Hauslehrerstelle in Nienstedten in der Familie eines wohlhabenden Hamburger Kaufmanns.

Wie zuvor schon in Göttingen, so schloß sich Tiarks nun wieder in Altona einem Verein mit wissenschaftlichen Ambitionen an, in dem er eine Entschädigung für die von ihm nicht sonderlich geschätzte Hauslehrertätigkeit fand. Doch sollte er hier nicht lange bleiben, denn am 10. Juli 1810 wurde Holland, mit dem die Herrschaft Jever 1807 vereinigt worden war, an Frankreich angeschlossen. Damit entstand für Tiarks die akute Gefahr, zum

Dienst in der französischen Armee ausgehoben zu werden. Da er unter keinen Bedingungen in Napoleons Heer eintreten wollte, floh er Anfang August 1810 nach England.

Nach einer abenteuerlichen, auf Helgoland unterbrochenen Überfahrt erreichte er London, wo er zum 1. Oktober sein Auskommen als Privatlehrer für Mathematik fand. Einem Ruf als Professor der Physik nach Marburg konnte er unter den gegebenen Umständen keine Folge leisten, obwohl eine akademische Laufbahn sein Lebensziel war und blieb.

Relativ schnell gelang es ihm, in London festen Fuß zu fassen. Von einem Freund wurde er dem Präsidenten der *Royal Society*, Sir Joseph Banks, vorgestellt. Tiarks machte auf Banks, den Begleiter an Cooks erster Weltumsegelung und Mann von großem Einfluß, einen so guten Eindruck, daß er ihm die gerade frei werdende Stellung als Unterbibliothekar seiner großen Bücherei und seiner bedeutenden Sammlungen aus allen Wissensgebieten anvertraute. Sein unmittelbarer Vorgesetzter war der berühmte Botaniker Robert Brown, aber er machte sich Sir Joseph bald als „Mann für alle Fälle“ unentbehrlich.

Banks ließ ihn die zahlreichen Besucher und Benützer durch seine Kollektionen führen und während ihres Be-

J. L. Tiarks' Aufgabe war es, mit Hilfe von astronomischen Beobachtungen die Grenze zwischen den USA und Kanada zu bestimmen, die zwischen Montreal und dem Champlain-See verläuft. Seine Reisen führten ihn auch nach Quebec (kleines Bild).

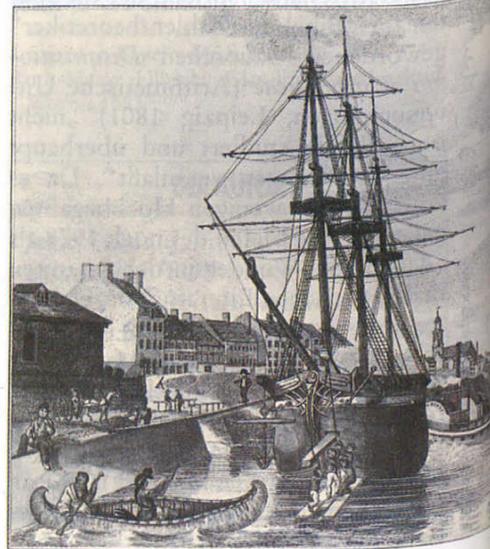


Abb.: Schloßmuseum Jever (l.o.); Sammlung Prof. Vincent Erickson (u.); Westermann Kartographie, Braunschweig (r.)

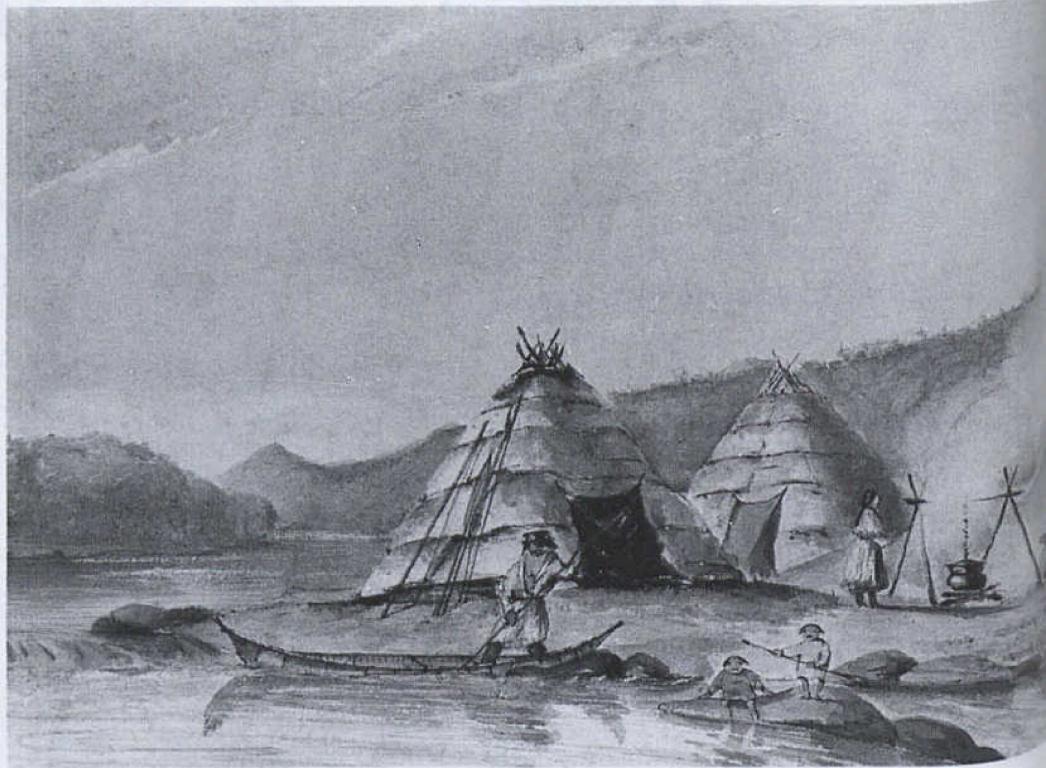


suchs betreuen. Zu jenen, die sich nach der mit der Niederwerfung Napoleons beendeten Isolierung Englands einstellten, gehörte auch der bayerische Kronprinz. Banks ermöglichte Tiarks so nicht nur die Bekanntschaft mit vielen namhaften Zeitgenossen, er sorgte auch für seine weitere Zukunft, indem er ihm 1816 eine gut dotierte Anstellung als britischer Astronom bei der amerikanischen Grenzkommission verschaffte.

Der 1812 ausgebrochene Krieg zwischen Großbritannien und den USA war 1814 durch den Friedensvertrag von Gent beigelegt worden. In ihm wurde bestimmt, daß die Grenze zwischen Kanada und den USA, soweit sie noch strittig war, durch eine gemeinsame Kommission festgelegt werden sollte. In diesem Gremium war Tiarks also ein Vertreter Englands. Seine Aufgabe bestand in geographischen Ortsbestimmungen und der Teilnahme an den gemeinsamen Sitzungen der Kommissare zum Austausch der Meßergebnisse sowie zur Festlegung des weiteren Vorgehens.

Diesen Auftrag führte Tiarks von 1817 bis 1820 aus: 1817 begab er sich von England nach New York, reiste von dort über Montreal den St. Lorenzstrom aufwärts, um sich dem englischen Kommissar vorzustellen, der auf einer Insel im Lorenzstrom lagerte. Er verbrachte den Winter in Montreal und bestimmte 1818 den 45. Breitengrad zwischen der Lake Francis genannten Erweiterung des Lorenzstroms und dem Lake Champlain. Diese Messungen setzte er 1819 bis zum Connecticut River fort. 1820 wurden

Den Indianern, in deren Gebieten Tiarks reiste, brachte er großes Interesse entgegen. Das Indianerlager in Neu-Braunschweig wurde von William Robert Herries (1818–1845) aquarelliert.



Teile des Green River-Beckens und die Quellen des Connecticut River aufgenommen. Obwohl seine Messungen im Norden der heutigen Staaten New York, Vermont und New Hampshire stattfanden, lernte er auch Quebec und die Atlantikhäfen von Nova Scotia und Maine kennen.

Tiarks' Meßzüge, teils in ganz menschenleeren und unwegsamen Gebieten, teils unter Irokesen, Mohawks und anderen Indianervölkern, waren entbehrungsreich und mit Gefahren verbunden. Wenn im Sommer die Fliegen- und Moskitoplage überhand nahm – „des Abends sehen wir uns selbst kaum ähnlich, das ganze Gesicht, Stirn, Nacken und Hände sind voller Blut und Beulen“ –; wenn der Winter früher als normal einsetzte, die mitgenommene Verpflegung nicht reichte, die Kanus stellenweise entladen und getragen werden mußten, in Ermangelung jegli-

chen Papiers Aufzeichnungen nur auf abgeschälter Baumrinde vorgenommen werden konnten, dann waren das Strapazen, über die nur die Gewißheit hinweghelfen konnte, nicht selten der erste Reisende mit wissenschaftlichen Intentionen in einer Region zu sein. Auch erleichterten Tiarks seine Anspruchslosigkeit und Anpassungsfähigkeit das Leben unter freiem Himmel.

## PENDLER ZWISCHEN DER ALTEN UND DER NEUEN WELT

1818 traf er zu seiner freudigen Überraschung mit dem ihm von London her gut bekannten Schweizer Ferdinand Rudolph Hassler zusammen, auch er ein Korrespondent von Gauß. Hassler war der amerikanische Astronom bei der Grenzkommission. Zu ihrem beiderseitigen Bedauern war die Zusammenarbeit nicht von langer Dauer, denn auf amerikanischer Seite wurde geargwöhnt, ihr könnten Nachteile aus der Freundschaft zwischen Tiarks und Hassler erwachsen.

Indessen gelang es Tiarks, das unberechtigte Mißtrauen der Amerikaner gegen die Meßergebnisse zu überwinden und mit Unterstützung durch den britischen Commissioner alle Vorschläge, „die Sache weniger genau zu machen“, als nicht mit seiner „Reputation“ vereinbar abzuwehren.

Tiarks hat nicht weniger als sechsmal den Ozean überquert, eine damals unter Nicht-Seeleuten ungewöhnliche Reiseaktivität. Bei seinen Berichterstattungen in London benutzte er im



In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts drangen die Siedler in die Wildnis vor. Die Wälder wurden gerodet und aus den behauenen Stämmen Hütten gebaut. Die rohen Stämme wurden auf primitiven Schlitten transportiert.

Fotos: Beaverbrook Art Gallery, Fredericton, Canada (o.); The New Brunswick Museum, Canada (u.)

Winter 1819 und im Winter 1821 die Gelegenheit, um seine Heimat Jever zu besuchen, wo er im Februar 1822 heiratete.

Da sich die Einigung zwischen den USA und England über den Grenzverlauf verzögerte, erhielt er in den Jahren 1822 bis 1824 von der britischen Admiralität den Auftrag zur Längenbestimmung durch Chronometer-Beobachtungen, die er 1822 in Greenwich und Madeira, 1823 in Dover, Portsmouth und Falmouth, 1824 in der Nordsee und im Kattegat durchzuführen hatte. Dabei kam es im Herbst 1824 noch einmal zu einer Begegnung mit Gauß.

1825 rief ihn ein neuer Auftrag wieder nach Amerika: Er sollte den nordwestlichsten Punkt des auf halber Strecke zwischen Atlantik und Pazifik gelegenen Lake of the Woods bestimmen. Die Reise dorthin stellte sich als extrem abenteuerlich heraus. Wochenlang begegneten die Reisenden keinem Menschen. Es war dies die letzte Messung von Tiarks in der Grenzfrage.

In den nächsten Jahren hielt er sich in der Heimat zur Disposition der englischen Regierung. 1830 wurde er für ein

Schlaganfall und starb am 1. Mai 1837 in Jever kurz vor Vollendung seines 48. Lebensjahres.

Sein Lebensziel, einmal in Deutschland eine Professur zu erhalten, hat Tiarks nicht erreicht. Dafür war ihm eine interessante und einträgliche Aufgabe übertragen worden, die ihm in den letzten Lebensjahren Muße zu eigenen wissenschaftlichen Untersuchungen und zu einem ausgedehnten Briefwechsel ließ. Seine Interessen erstreckten sich von der Mathematik bis zur Sprache der Irokesen, von der Astronomie bis zur altisländischen Literatur, von der Versicherungsmathematik bis zur Ethnographie und Religi-

Wert urteilen. Einen *solchen* haben ohne Zweifel die Messungen.“

Tiarks hätte sich sicher ähnlich geäußert, wenn ihm eine entsprechende Vorhaltung gemacht worden wäre. Für sich selbst hätte er zusätzlich die hohe Verantwortung des Vermessers geltend machen können, wenn, etwa aus der Nachvermessung von Abschnitten des 45. Breitengrades, eine Korrektur des bisherigen Grenzverlaufs und damit für zahlreiche Menschen ein Wechsel der Staatsangehörigkeit gegen ihren Willen folgen konnte.

Vielleicht hätte er auch auf den Reiz hingewiesen, „mit wenigem recht glücklich zu leben“ und, wie er seiner

Fotos: Deutsches Museum (Banks); The New Brunswick Museum, Canada (r.)

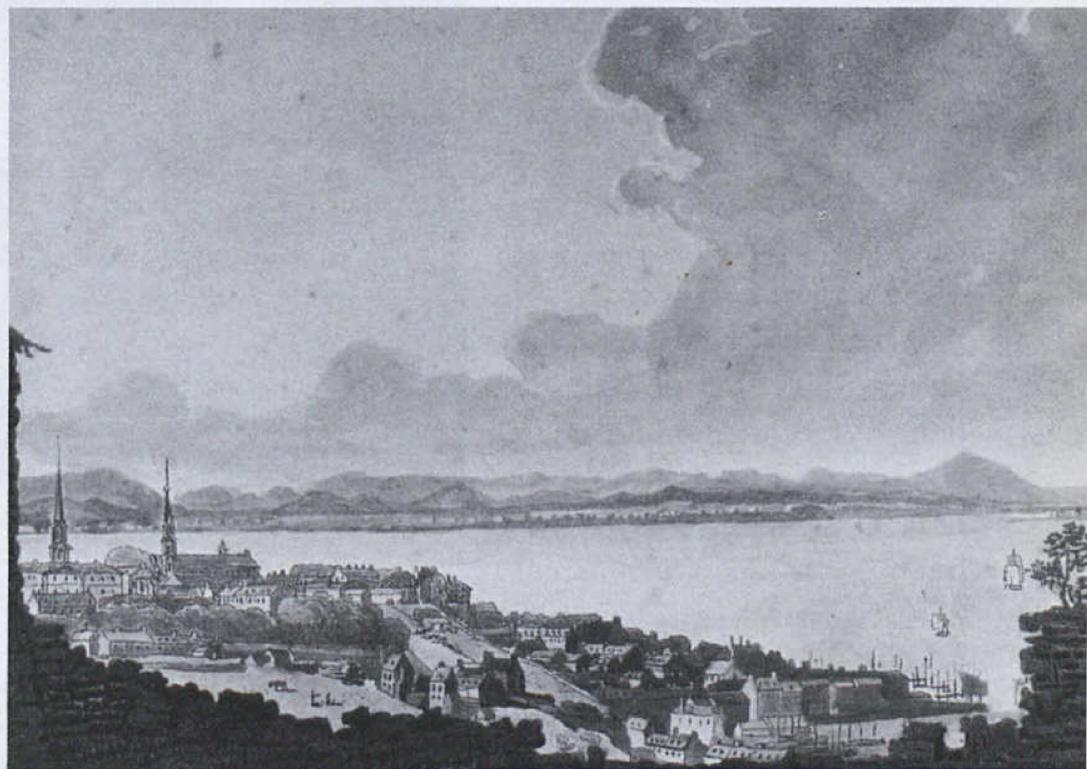


Tiarks' Förderer Sir Joseph Banks (1743–1820)

Jahr nach Den Haag beordert, um dem als Schiedsrichter in den Grenzstreitigkeiten angerufenen König der Niederlande zu Auskünften zur Verfügung zu stehen. 1831 und 1835 wurde er nochmals nach England gerufen, um Informationen zu geben.

Nachdem Tiarks 1836 seine Frau und seine beiden Schwestern verloren hatte, erlitt er am 23. März 1837 einen

Quebec im Jahre 1806, von der Zitadelle aus gemalt. Häuptling Seattle sagte im Jahre 1855 zu den Städten der Weißen: „Es gibt keine Stille in den Städten der Weißen. Keinen Ort, um das Entfallen der Blätter im Frühling zu hören oder das Summen der Insekten...“



on. Zwar hat er verhältnismäßig wenig publiziert, aber Ausarbeitungen hinterlassen, die ebenso wie sein epistolarischer Nachlaß noch der Auswertung harren. Ob er sich auf dem Gebiet der Zahlentheorie, mit der er sich zur Genugtuung des von ihm ein Leben lang in höchstem Grade verehrten Gauß zu Beginn seiner Studien befaßt hatte, später noch betätigt hat, ist noch nicht ermittelt.

Als Bessel Gauß einmal vorwarf, er könne seine kostbare Zeit doch nützlicher anwenden als auf Vermessungsarbeiten, die auch von weniger bedeutenden Mathematikern ausgeführt werden könnten, antwortete Gauß am 14. März 1824: „Über die Sache selbst denke ich ebenso. Alle Messungen der Welt wiegen nicht *ein* Theorem auf, wodurch die Wissenschaft der ewigen Wahrheiten wahrhaft weitergebracht wird. Aber Sie sollen nicht über den absoluten, sondern über den relativen

Schwester Tine am 30. Oktober 1818 schrieb, frei von der Notwendigkeit, sich „wie in den Städten Europas zum Sklaven der Torheiten anderer“ zu machen. □

## DER AUTOR

Kurt-R. Biermann, Dr. rer. nat. habil. und Professor emeritus, ehemaliger Vizepräsident der *Académie internationale d'histoire des sciences*, zählt zu den international anerkanntesten deutschen Wissenschaftshistorikern. Seit über 35 Jahren ist er in der Alexander von Humboldt-Forschung tätig.

# STROM AUS DEM KUNSTWERK

## Das Wasserkraftwerk und Industriemuseum Heimbach in der Nordeifel

VON ACHIM UHLENHUT UND ULRICH MATTNER (FOTOS)

Niederschläge im nördlichen Teil der Eifel führten noch im letzten Jahrhundert immer wieder zu Hochwässern mit katastrophalen Auswirkungen. Abhilfe konnte nur mit dem Bau einer Talsperre geschaffen werden. Um die Wasserkraft nutzbar zu machen, wurde um die Jahrhundertwende nahe dem Örtchen Heimbach ein Kraftwerk errichtet: Das Urftkraftwerk Heimbach, ein Musterbeispiel zeitgenössischer Jugendstil-Architektur. Das Werk erzeugt nicht nur Strom, sondern es ist zugleich Technisches Museum.

Heimbach an der Rur ist ein kleines 4000-Einwohner-Städtchen im Kreis Düren, gelegen am Ostrand des Deutsch-Belgischen Naturparks Nordeifel-Hohes Venn. In dieser regenreichen Gegend litten die Menschen noch in den 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts unter den starken, unregelmäßigen Niederschlägen. In den Sommermonaten führten Olef, Urft und Rur nur wenig Wasser, während sie in den Wintermonaten die Fluten nicht fassen konnten. Die Landschaft ist seither immer wieder durch Talsperren und Stauseen verändert worden, mit denen der Wasserfluß reguliert werden konnte. Hier befindet sich die Rurtalsperre, die nach der Bleilochtalsperre im westlichen Vogtland (siehe *Kultur & Technik* 4/1991) zweitgrößte Anlage dieser Art in Deutschland.

Mit der Rurtalsperre verbunden und in unmittelbarer Nachbarschaft gele-



„Deutschlands schönstes Jugendstil-Kraftwerk“ in Heimbach.

gen, weist die Rurtalsperre eine Besonderheit auf: Das zugehörige Kraftwerk – heute technisches Denkmal und Museum – steht nicht am Fuße der Staumauer, sondern mehrere Kilometer entfernt jenseits eines Bergrückens, des Kermeter. Das Wasser durchquert den Kermeter in einem künstlichen Druckstollen, der eine 28 Kilometer lange Flußschleife abschneidet. Das ergab ein Gefälle von knapp 110 Metern, 40 Meter mehr als bei der jüngeren und ungleich größeren Rurtalsperre mit ihrem Kraftwerk Schwammenauel, dessen Unterwasser ebenfalls in das Staubecken Heimbach mündet.

Weitaus bekannter ist das Urftkraftwerk bei Heimbach, das nach wie vor Strom erzeugt, aber durch seine architektonische und künstlerische Gestaltung geworden. Anhand der Originalausstattung, die in einem Teil der Maschinenhalle erhalten blieb, können Geschichte und Technik der Energieerzeugung aus Wasserkraft nachvollzogen werden.

Die Rheinische Provinzialregierung beauftragte 1895 Otto Intze, den zu dieser Zeit in Deutschland führenden

Wasserbaufachmann, mit der Erstellung eines Gutachtens über den Einzugsbereich von Urft und Rur. Intze erkannte, daß der Bau einer Urfttalsperre zur Steuerung der Hochwasserfluten mit ihren periodisch auftretenden, katastrophalen Auswirkungen nur unter einer Bedingung wirtschaftlich sein konnte: Die Kraft des gespeicherten Wassers mußte zur Energieerzeugung genutzt werden. Im engen Tal der Urft ergab sich die hervorragende Möglichkeit, mit einem Stollen durch

den Kermeter-Bergrücken einen energiewirtschaftlich wertvollen Niveauunterschied zwischen Stausee und Kraftwerk zu schaffen.

Ende März 1899 wurde in Aachen die *Rurtalsperren-Gesellschaft* gegründet. Anteilseigner waren die Stadt Aachen und die sechs benachbarten Kreise. Noch im selben Jahr konnte mit dem Bau der Talsperre begonnen werden. Die 58 Meter hohe Staumauer wurde nach Intzes Ideen errichtet. Sie entstand aus Bruchsteinen (Grauwacke), die mit einem Mörtel aus Kalk, vulkanischem Tuffgestein (Traß) und Sand zusammengefügt wurden. Von der sechs Meter breiten Krone verbreitert sie sich bis zur Aufstandsfläche auf 50,5 Meter. Am 7. Dezember 1904 konnte mit dem Aufstauen im Tal der Urft begonnen werden. Knapp 90 Wintertage waren erforderlich, um die 45,5 Millionen Kubikmeter fassende Talsperre zu füllen; der damalige mittlere Jahreszufluß wird mit 170 Millionen Kubikmetern angegeben. Am 1. März 1905 war zum ersten Mal das Stauziel erreicht. Im Jahre 1899 begannen auch die Arbeiten am Kraftwerk



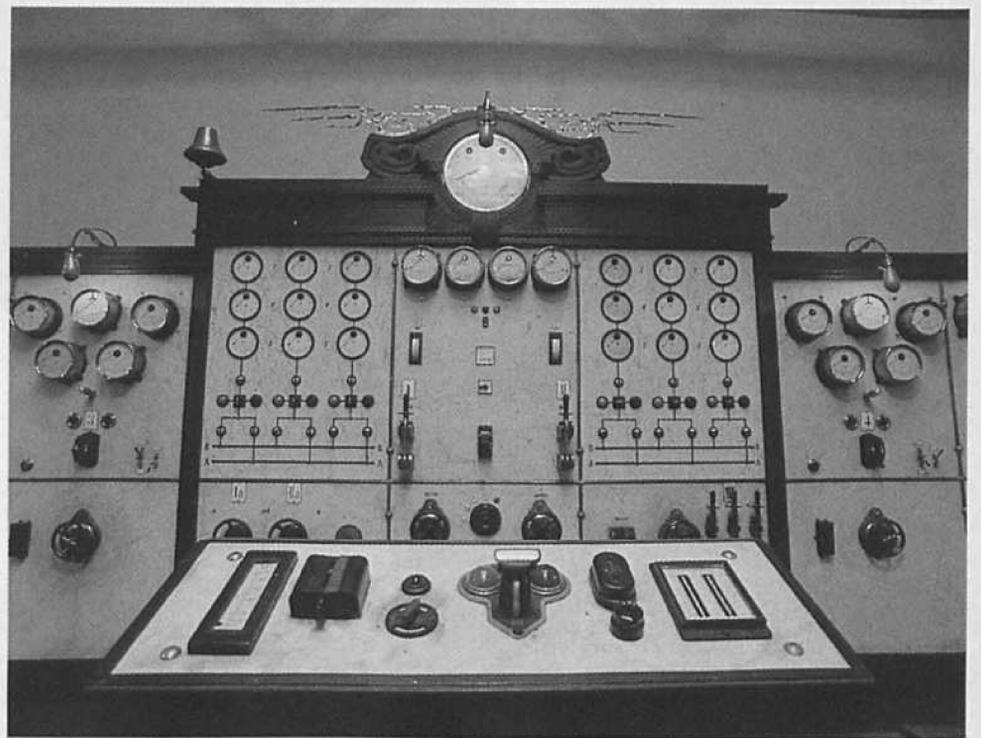
Die historische Schalttafel dient heute nur noch als Schauobjekt.

Heimbach und am Druckstollen, der durch den Bergrücken des Kermeter, der das Tal der Urft vom tieferliegenden Ort Heimbach im Rurtal trennt, getrieben wurde. Auf einer Länge von 2,7 Kilometern durchquert er mit nur geringem Gefälle das Bergmassiv. An der nördlichen Hangseite, oberhalb des Kraftwerkes Heimbach, befindet sich ein Schieberhaus, von dem aus zwei stählerne Rohrleitungen die restlichen 200 Meter zum Kraftwerk überbrücken. Jedes der beiden Druckrohre hat einen Durchmesser von eineinhalb Metern.

In den Jahren 1895 bis 1907 wuchs in Deutschland die Zahl der Betriebe, in denen die Vorzüge der elektrischen Kraftübertragung erkannt und genutzt wurden, von 2003 auf 71 316 an. Es ist dies etwa der Zeitraum zwischen den ersten Überlegungen zur Errichtung der Urfttalsperre und der Inbetriebnahme des Kraftwerkes in Heimbach. Entsprechend leicht waren Abnehmer für die erzeugte elektrische Energie, die nach Intzes Plänen die Wirtschaftlichkeit des Baues sicherstellen sollte, auch in der Nordeifel zu finden.

Eine einschneidende Veränderung erfuhr das Urftkraftwerk Heimbach 1972 durch den Beschluß der *Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk-AG* (RWE), die fast 70 Jahre alten Kraftmaschinen durch neue zu ersetzen. Grundlage für diesen Beschluß war ein Vertrag zwischen der RWE und dem Talsperrenverband Eifel-Rur, der die weitere Bereitstellung von Wasser für Haushalte und Industrie regelte und den Bestand von Staubecken und Kraftwerk für die nächsten 70 Jahre sicherte. Dies war für die RWE gleichzei-

Die Schalttafel besteht aus Marmorplatten, auf die, symmetrisch zur Mittelachse, die Messing-Instrumente aufgesetzt sind.



tig der Auftakt zu einer grundlegenden Modernisierung der gesamten Stromerzeugungsanlagen.

Im April 1974 wurden sechs der acht alten Maschinen entfernt. Zwei neue Turbinen traten an ihre Stelle; zugleich wurden die alten Umformer- und Verteilanlagen außer Betrieb gesetzt. Die neuen Turbinen und Generatoren liefern seit August 1975 Strom, die zwei verbliebenen Maschinen der Erstausrüstung dienen als Schauobjekte in der Halle des technischen Denkmals Urftkraftwerk.

Die beiden von den neuen Turbinen angetriebenen Generatoren liefern 18 000 Kilowatt – die acht alten Generatoren hatten zusammen eine Leistung von 12 000 Kilowatt. Der Strom wird mit einer Spannung von 35 000 Volt vollautomatisch in das RWE-Verbundnetz eingespeist.

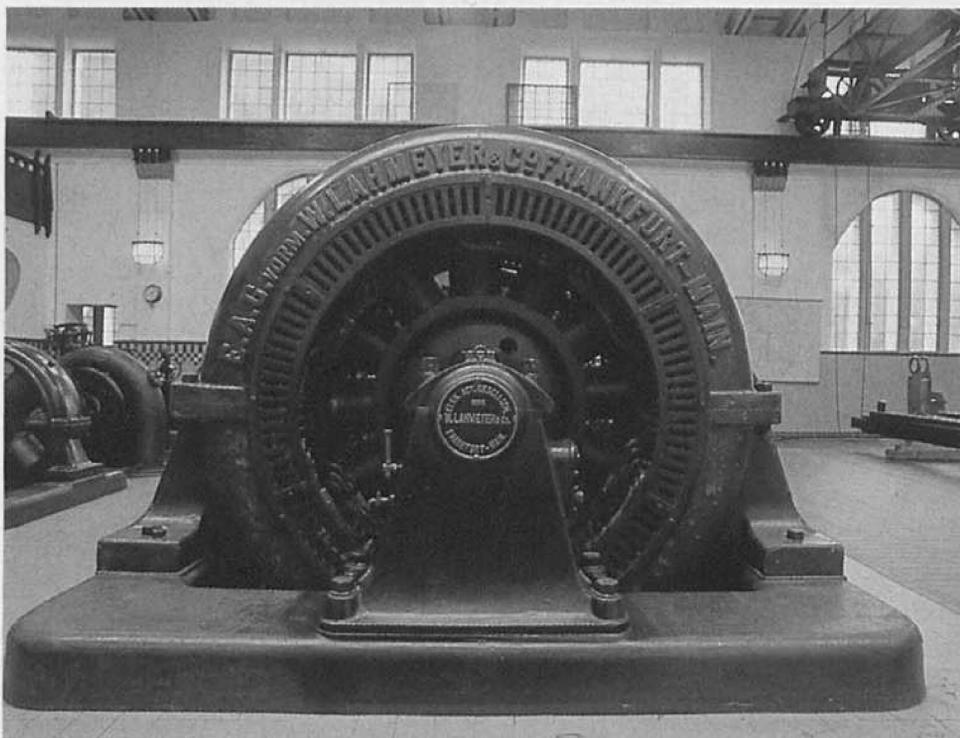
In diesem Zusammenhang sind die Besitzverhältnisse der Heimbacher Anlagen von Interesse. Die 1899 ge-

gründete *Rurtalsperren-Gesellschaft* (Aachen) verkaufte 1954 die Heimbacher Anlagen an die *Braunkohlen-Industrie-AG* „Zukunft“ in Eschweiler. Deren Wärmekraftwerk in Weisweiler hatte 1914 die Grundlastversorgung in der Nordeifel übernommen. Mit den Zusammenschlüssen der westdeutschen Braunkohlen-Industrien 1960 ging die Eigentümergesellschaft in den neuen *Rheinischen Braunkohlenwerken* (*Rheinbraun*) auf. Diese 100-prozentige Tochter der *Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk-AG* (RWE), verpachtete die Wasserkraftwerke Heimbach und Schwammenauel an den Mutterkonzern.

Die RWE ihrerseits war 1898 von der *Elektrizitäts-AG*, vormals *W. Lahmeyer & Cie*, Frankfurt, zur Erfüllung von Stromversorgungsverträgen mit der Stadt Essen gegründet worden. So überrascht es denn auch wenig, daß das Urftkraftwerk Heimbach im Jahre 1904 mit Drehstromgeneratoren der Firma *Lahmeyer* ausgestattet wurde; die alten wie die neuen Francis-Turbinen stammen von *Escher Wyss & Cie*.

Bis heute hat sich an den Besitzverhältnissen nichts geändert: Eigentümer des Kraftwerkes ist die RWE-Tochter *Rheinbraun*, Betreiber ist die *RWE Energie AG* über die *Solar-Wind-Wasserkraftwerke*, Andernach. Das Staubecken gehört, wie alle anderen in der Nordeifel, unverändert dem *Talsperrenverband Eifel-Rur* in Aachen.

Den Eigentümern ist es zu verdanken, daß ein erheblicher Teil der inzwischen fast 90 Jahre alten Originalausrüstung erhalten blieb und das Urftkraftwerk Heimbach ein Anziehungspunkt für Architektur- und Technikin-



Einer der beiden Drehstromgeneratoren der Firma „Lahmeyer“ aus dem Jahre 1904 in der für Besucher zugänglichen Maschinenhalle.

# WASSERKRAFTWERK HEIMBACH

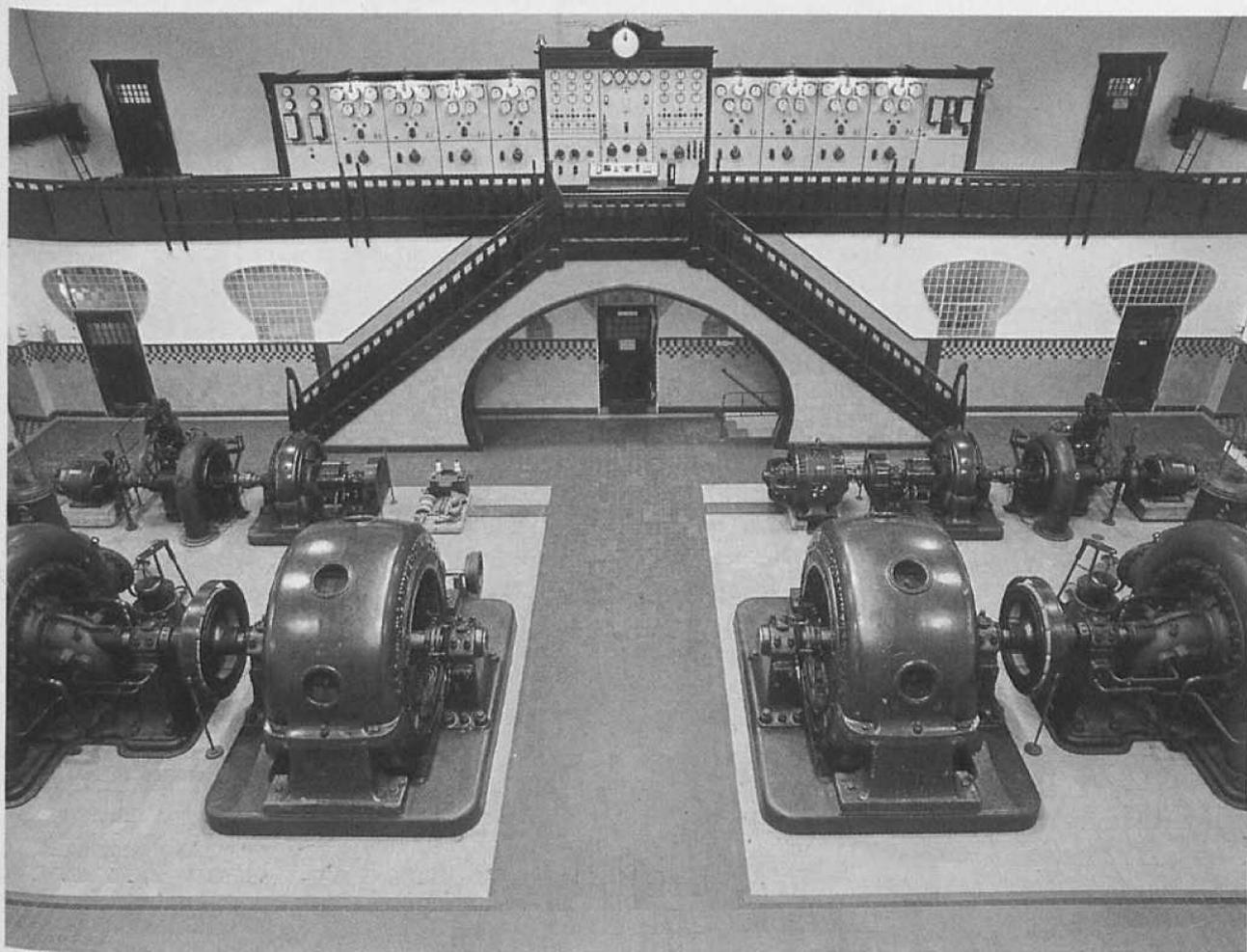
teressierte wurde. Schon das äußere Erscheinungsbild zeigt, daß hier „die Technik“ nicht einfach von einem Gebäude umhüllt wurde: In nahezu allen Details der architektonischen Gestaltung finden sich Anspielungen auf den Zweck des Bauwerkes.

Häufig wird der Heimbacher Bau aus der Zeit der Jahrhundertwende als „Deutschlands schönstes Jugendstil-Kraftwerk“ bezeichnet. Bemerkenswert sind die vielfältigen künstlerischen Anspielungen auf Wasser und Elektrizität. An der Unterwasserseite fällt die fensterlose Fassade auf. Sie wird von einem großen, ovalen Feld

Die großen Fenster der Maschinenhalle sind hyperbolisch geformt, was den Längsseiten ein ungewohntes Aussehen verleiht. Die Wandflächen sind kunstvoll abwechselnd rau und glatt in Weiß verputzt, mit eingelegten roten und grünen Schmuckbändern. Seit 1990 ist auch die äußere Form des Baukörpers wieder komplett. Die alten Turmabschlüsse waren 1964 abgebrochen und durch einfache Pyramiden-dächer ersetzt worden. 26 Jahre später wurden sie im Rahmen der Restaurierungen wieder im originalgetreuen Zustand errichtet. Bei einem Rundgang können die ehemaligen Umspan- und

Unbestrittener Höhepunkt ist die Maschinenhalle. Die 30 Meter lange und 23 Meter breite Halle besticht durch ihre harmonische Ausstattung und Gestaltung. In der vorderen, „historischen Hälfte“ der Halle stehen die zwei Maschinensätze der ursprünglichen Ausstattung. Hier sind auch die übrigen Elemente weitgehend originalgetreu erhalten worden, von der Fliesung der Seitenwände über den Bodenbelag bis zur alles überragenden Schaltwarte. Diese wird von der etwa 13 Meter langen, künstlerisch reich gestalteten Schalttafel beherrscht, die heute nur noch als Schauobjekt dient.

Die dreiteilige Tafel besteht aus weißen Marmorplatten, auf die, weitgehend symmetrisch zur Mittelachse, die Messing-Instrumente aufgesetzt sind. Ihr gegenüber steht das Schalterpult des Betriebsleiters. Von diesem zentralen Punkt ausgeht der Blick über die gesamte Halle, die den Eindruck einer lichten „Industrie-Kathedrale“ vermittelt. □



Blick in die Maschinenhalle mit dominierender Schalttafel.

und dem ehemaligen Zugang zum Maschinenraum bestimmt. Mittelpunkt des ovalen Wandfeldes unter einem geschwungenen Dachsegment ist die stilisierte Darstellung einer Turbinenwelle, umgeben von Turbinenschaufeln, Generatorspulen und Wicklungen. Von diesem optischen Zentrum gehen zehn rote „Elektro-Blitze“ aus.

Die vielen Einzelheiten der äußeren Gestaltung erschließen sich dem Betrachter erst nach und nach. Von Türgriffen mit symbolhaft eingegossenen Wellen bis zur Form der Dachbalken über dem Portal, die in Drachenköpfen enden, erfordert jeder Winkel des bis ins kleinste Detail künstlerisch gestalteten Kraftwerksgebäudes die genaue Beobachtung und Interpretation.

Transformatorräume besichtigt werden.

Im obersten Geschloß, wo sich früher zwei Wohnungen befanden, ist das *Museum historischer Elektrohausgeräte* untergebracht. In Gerätegruppen aufgeteilt, zeigt das RWE-Museum auf etwa 200 Quadratmetern mehr als 120 historische Waschmaschinen, Staubsauger, Herde und andere Gegenstände des Haushaltsbedarfs. Daneben ist ein Wohnzimmer im Stil vergangener Zeiten eingerichtet worden. Der Rückblick auf inzwischen 80 Jahre Elektrogeräte wird durch stark vergrößerte Drucke von alten, liebevoll gestalteten Rechnungen und Werbetexten sowie Tafeln zur politischen und technischen Entwicklung ergänzt.

## DAS MUSEUM

Das *Wasserkraftwerk Heimbach mit Museum historischer Elektrohausgeräte* in Heimbach/Nordeifel ist in der Regel wochentags und auch an Wochenenden zu besichtigen. Führungen sind möglich nach vorheriger Vereinbarung mit der RWE Energie AG, Solar-Wind-Wasser-Kraftwerke, Andernach, Telefon (02632) 704214. Der Zugang zur Kraftwerkshalle ist behindertengerecht, die Ausstellung im Obergeschoß nur über Treppen zu erreichen. Eine Informationsmappe liegt für Besucher bereit. Der Eintritt ist frei.

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Rainer Slotta: Technische Denkmäler in der Bundesrepublik Deutschland (2). Veröffentlichungen aus den Deutschen Bergbau-Museum Bochum Nr. 10. Bochum 1977.

Ulrich Mattner: Wasser, Wehre und Turbinen. Beton-Verlag, Düsseldorf 1991.

## DER AUTOR

Achim Uhlenhut, geboren 1965 in Hannover, ist Maschinenbauingenieur und betätigt sich heute als freier Autor und Journalist.

ELLIPSOID



GEOID

KUGEL

# DIE ERDE IST KEINESWEGS RUND

## Zur Erdfigur und ihrer Bestimmung – Eine Aufgabe der Geodäsie

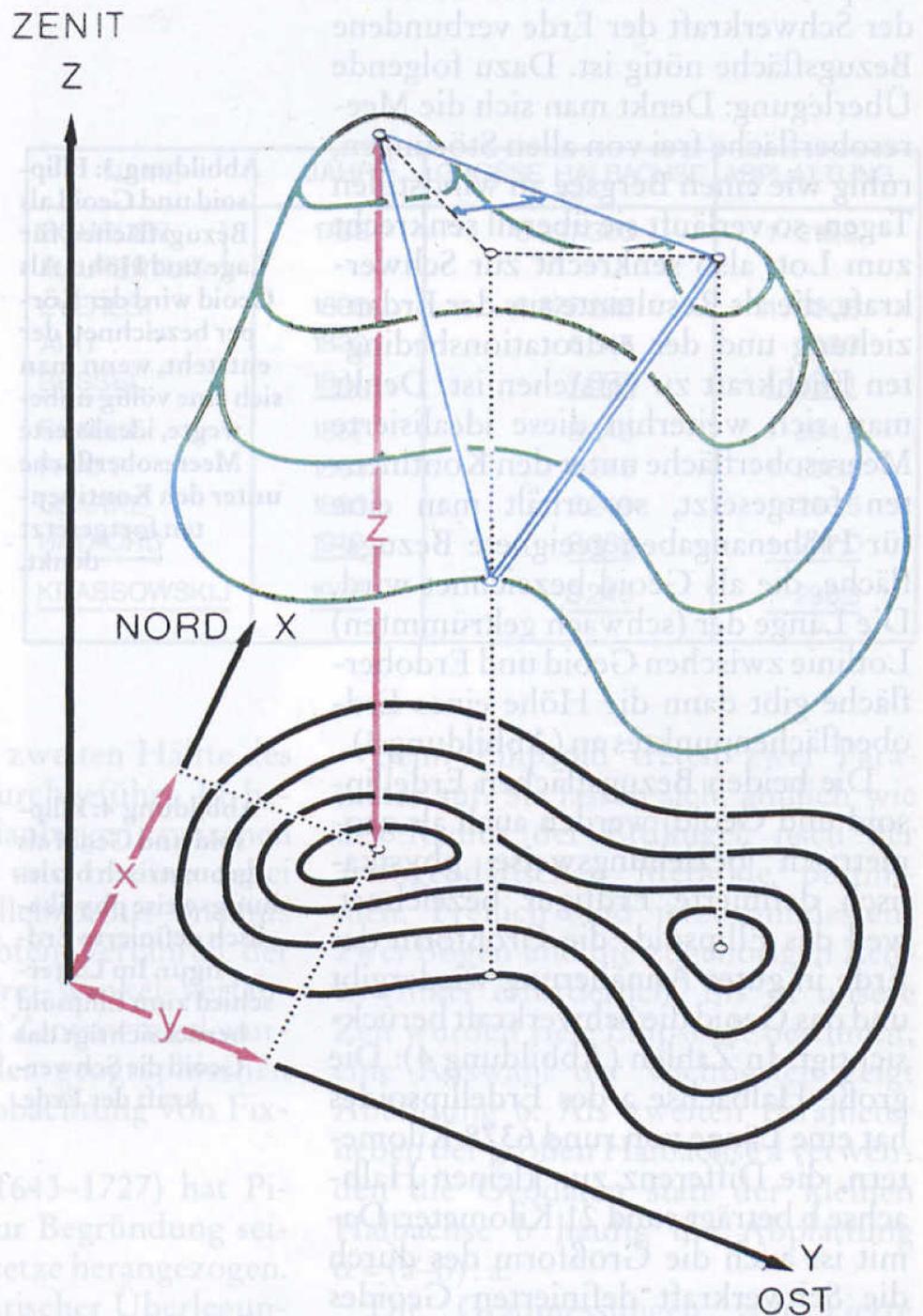
VON RUDOLF SIGL

Seit es denkende Menschen gibt, besteht auch der Wunsch nach der Kenntnis des Körpers, der alles Leben trägt: der Erde. Doch obgleich die Geodäsie mit allen Bereichen des menschlichen Daseins enge Berührungen aufweist, ist über die Erdfigur und über die Arbeit des Geodäten wenig bekannt. Die Ausstellung „Geodäsie, Vermessung, Karte“ im Deutschen Museum und der hier in überarbeiteter Fassung wiedergegebene Vortrag von Professor Rudolf Sigl zu ihrer Eröffnung im März 1993 sind geeignet, die Wissensdefizite zu beheben.

Anschauliches Ergebnis aller geodätischen Arbeiten sind die topographischen Karten in verschiedenen Maßstäben. Karten sind in einer modernen Gesellschaft für die Planung und Nutzung des Lebensraums unentbehrlich. Eine Karte ist, vereinfacht ausgedrückt, ein geometrisch richtiges, verebnetes Abbild der Erdoberfläche. Damit ist die Aufgabe der Geodäsie angesprochen. Der etymologische Wort-sinn bedeutet Grundstücksteilung und Grenzfeststellung. Heute stellt sich der Geodäsie die erweiterte Aufgabe, die Erde im Ganzen und im Detail zu bestimmen.

Der Erdoberfläche, auf der wir leben, kommt in der Geodäsie besondere Bedeutung zu. Dies drückt sich in der noch heute gültigen Definition von Friedrich Robert Helmert (1843–1917) aus dem Jahre 1880 aus, wonach die Geodäsie die Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche ist. Wie ist das zu verstehen? Ein kleines Gebiet, zum Beispiel das Stadtgebiet von München,

Abbildung 1: Horizontalebene als Bezugsfläche für die kartographische Abbildung kleiner Gebiete. Die Erdkrümmung spielt hier noch keine Rolle. Niveauunterschiede werden mittels Höhenlinien dargestellt.



kann auf einer Horizontalebene als Bezugsfläche abgebildet werden (Abbildung 1). Sind wichtige Objekte wie Straßen, Gebäude oder markante Geländepunkte vermessen und in ihren cartesischen Koordinaten  $x$ ,  $y$ ,  $z$  räumlich erfasst und berechnet, so erhält man durch eine rechtwinklige Projektion auf die Bezugsfläche ein ebenes Abbild der Wirklichkeit: eine Karte. In ihr beschreiben die Koordinaten  $x$  und  $y$  die Lage, die Koordinate  $z$  die Höhe.

Die Höhen des Geländes werden in der Projektion üblicherweise durch Höhenlinien dargestellt.

Ist ein größeres Gebiet, zum Beispiel die Bundesrepublik, abzubilden, macht sich die Erdkrümmung bemerkbar, und statt der Horizontalebene ist eine gekrümmte Bezugsfläche nötig. Die Kugelform ist dafür nicht geeignet. Denn denkt man sich die Erde bis auf die Höhe der Meeresfläche eingebnet, so zeigt die Erde eine Abplattung an

den Polen und eine wulstartige Aufwölbung am Äquator: Ihre Form gleicht nicht einer Kugel, sondern einem Rotationsellipsoid, das durch die beiden Halbachsen  $a$  und  $b$  bestimmt werden kann (Abbildung 2).

Mit dieser Gestalt der Erde ist ein Problem verbunden, das die Arbeitsweise der Geodäsie entscheidend prägt. Das Ellipsoid ist als Bezugsfläche für die Lage gut geeignet, doch wie sollen die Höhen angegeben werden? Höhen sind untrennbar mit den Begriffen horizontal und vertikal verknüpft, weshalb für die Höhen eine mit der Schwerkraft der Erde verbundene Bezugsfläche nötig ist. Dazu folgende Überlegung: Denkt man sich die Meeresoberfläche frei von allen Störungen, ruhig wie einen Bergsee an windstillen Tagen, so verläuft sie überall senkrecht zum Lot, also senkrecht zur Schwerkraft, die als Resultante aus der Erdanziehung und der erdrotationsbedingten Fliehkraft zu verstehen ist. Denkt man sich weiterhin diese idealisierte Meeresoberfläche unter den Kontinenten fortgesetzt, so erhält man eine für Höhenangaben geeignete Bezugsfläche, die als Geoid bezeichnet wird. Die Länge der (schwach gekrümmten) Lotlinie zwischen Geoid und Erdoberfläche gibt dann die Höhe eines Erdoberflächenpunktes an (Abbildung 3).

Die beiden Bezugsflächen Erdellipsoid und Geoid werden auch als geometrisch beziehungsweise physikalisch definierte Erdfigur bezeichnet, weil das Ellipsoid die Großform der Erde in guter Annäherung wiedergibt und das Geoid die Schwerkraft berücksichtigt. In Zahlen (Abbildung 4): Die große Halbachse  $a$  des Erdellipsoides hat eine Länge von rund 6378 Kilometern, die Differenz zur kleinen Halbachse  $b$  beträgt rund 21 Kilometer. Damit ist auch die Großform des durch die Schwerkraft definierten Geoides gut erfasst: Die Abstände zwischen beiden Körperoberflächen, die sogenannten Geoidhöhen, sind in der Regel kleiner als 100 Meter.

Nun zeichnet sich der Lösungsweg für die Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche ab: Zunächst sind – dies ist die Aufgabe der Erdmessung – Erdellipsoid und Geoid zu bestimmen, danach kann die angewandte Geodäsie mit Messungen und Berechnungen die Erdoberfläche im Detail erfassen und die Ergebnisse in Karten darstellen.

Abbildung 2: Gekrümmte Bezugsflächen für die Abbildung größerer Gebiete: Kugel und Erdellipsoid, die annäherungsweise der Erdoberfläche entsprechen.

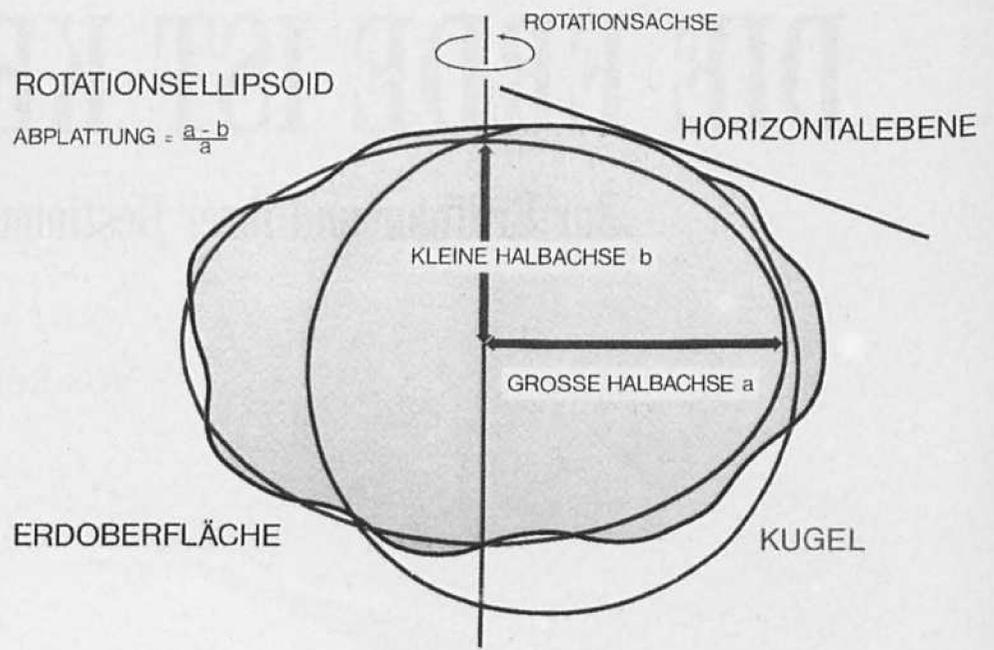


Abbildung 3: Ellipsoid und Geoid als Bezugsflächen für Lage und Höhe. Als Geoid wird der Körper bezeichnet, der entsteht, wenn man sich eine völlig unbewegte, idealisierte Meeresoberfläche unter den Kontinenten fortgesetzt denkt.

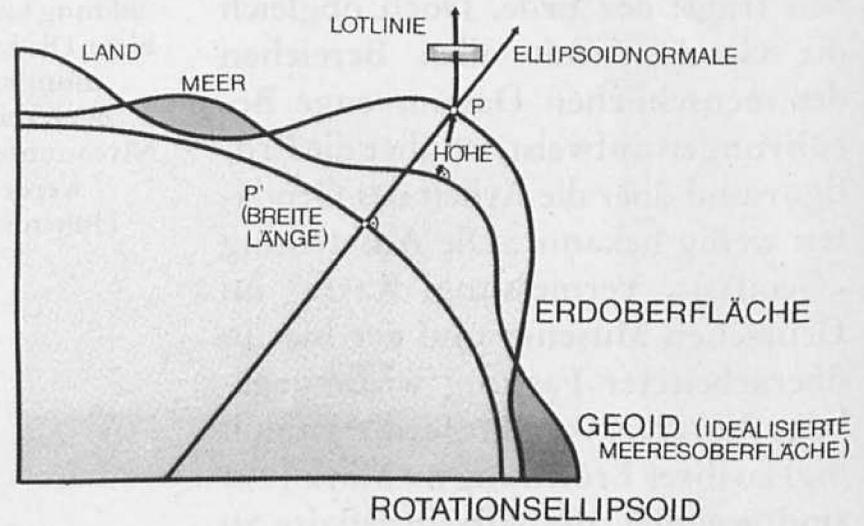
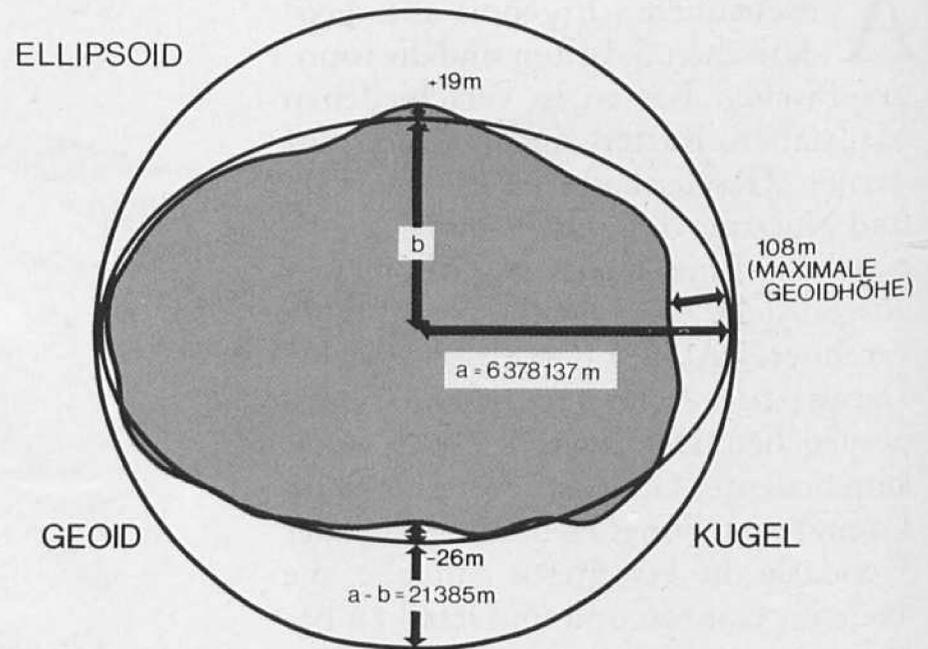


Abbildung 4: Ellipsoid und Geoid als geometrisch beziehungsweise physikalisch definierte Erdfigur. Im Unterschied zum Ellipsoid berücksichtigt das Geoid die Schwerkraft der Erde.



Die Frage nach der geometrisch beziehungsweise physikalisch definierten Erdfigur entspricht dem Wissenstand des 19. und 20. Jahrhunderts. Es ist nicht genau bekannt, wann Menschen zum ersten Mal nach der Gestalt der Erde gefragt haben. Die Kulturvölker Ägyptens und Babylons haben

Astronomie betrieben, ohne die Kugelgestalt der Erde zu erkennen. Homer hielt die Erde für eine frei schwebende, von Ozeanen umflossene Scheibe. Aber schon Eratosthenes bestimmte im dritten vorchristlichen Jahrhundert den Radius der Erdkugel aus einem Großkreisbogen und dem zu-

gehörigen Zentriwinkel (Abbildung 5). Er darf als der Begründer der Erdmessung gelten. Er schätzte die Entfernung zwischen den fast auf gleichem Meridian gelegenen Orten Syene (das heutige Assuan) und Alexandria nach Angaben von Kamelreisenden und leitete mit Hilfe von Sonnenbeobachtungen den Zentriwinkel ab. Er errechnete einen Erdradius von 7300 Kilometern. Die Schärfe von Eratosthenes' Überlegungen und Berechnungen, die heutigen Erkenntnissen nahekommen, verdienen Bewunderung. Seine Grundannahme ist noch heute gültig: Zur Bestimmung des Kugelradius sind ein Bogen und der zugeordnete Zentriwinkel zu messen. Dies ist nach wie vor die Arbeitsweise der astrogeodätischen Bestimmung der Erdfigur.

Der Gedanke, die Erde könne eine Kugelgestalt haben, ging im westlichen Kulturkreis in der Spätantike und im frühen Mittelalter verloren. Erst vom Hochmittelalter an wurde die Kugelgestalt der Erde wieder anerkannt. Seit der ersten Erdumseglung, die Magellan (um 1480–1521) im Jahre 1519 begann und die nach seinem Tod von Juan Sebastian d'Elcano 1522 beendet wurde, war ein allgemeinverständlicher Beweis für die Kugelgestalt der Erde gegeben. Doch es blieb der heutigen Generation vorbehalten, bei Raumflügen in großer Höhe die Kugelgestalt auch sinnlich wahrzunehmen.

Nahezu eineinhalbtausend Jahre lang bestand kein Bedürfnis, das temporäre Wissen um die Kugelgestalt der Erde und ihre ungefähre Größe auf die Lebenswelt der Menschen zu beziehen. Das änderte sich seit dem 16. und 17. Jahrhundert, als physikalische Erkenntnisse zunehmend genauere Beobachtungen möglich machten und die Vorstellung einer ellipsoiden Erdgestalt begründeten. Was hatte den Wandel bewirkt?

Das Werk von Nikolaus Kopernikus (1473–1543), der das ptolemäische Weltbild korrigierte und der Erde ihren Platz in einem heliozentrischen Weltbild zuwies, hatte nach 1600 eine neue Epoche für die Naturwissenschaften eröffnet. Dies spiegelte sich auch in der Erdvermessung wider. Die Kugelgestalt der Erde war jetzt unbestritten, doch gerade deswegen ging das wissenschaftliche Interesse dahin, den Erdradius zu bestimmen. Erste genaue Messungen wurden von Jean Picard

Abbildung 5: Gradmessung des Eratosthenes im dritten vorchristlichen Jahrhundert. Mit Hilfe von Sonnenbeobachtungen an Orten mit der Distanz  $b$  errechnete er einen annähernd exakten Erdradius von 7300 Kilometern.

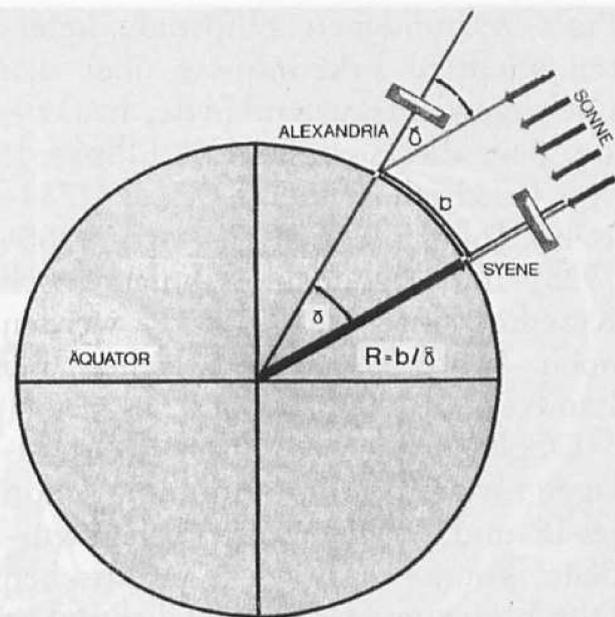


Abbildung 6: Auswahl astrogeodätischer Ellipsoidbestimmungen. Nach der Berechnung der großen Halbachse  $a$  wird von Geodäten meist nicht die kleine Halbachse  $b$ , sondern die Erdabplattung an den Polen nach der Formel  $\alpha = (a - b) : a$  angegeben.

NAME	JAHR	GROSSE HALBACHSE (m)	ABPLATTUNG
BOUGUER } MAUPERTUIS }	1738	6 397 300	1 : 216,8
EVEREST	1830	6 377 276	1 : 300,8
AIRY	1830	6 547	1 : 299,3
BESSEL	1841	7 397	1 : 299,1
CLARKE	1857	8 345	1 : 294,3
PRATT	1863	8 245	1 : 295,3
CLARKE	1880	8 249	1 : 293,5
HAYFORD	1910	8 388	1 : 297,0
KRASSOWSKIJ	1938	8 245	1 : 298,3

(1620–1682) in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts durchgeführt. Er benutzte den Meridianbogen zwischen Paris und Amiens und machte dabei von dem von Willebrordus Snellius (1580–1626) erprobten Verfahren der Triangulation (Drei-Winkel-Verfahren) Gebrauch. Der Zentriwinkel wurde als Differenz der geographischen Breiten aus der Beobachtung von Fixsternen abgeleitet.

Isaac Newton (1643–1727) hat Picards Ergebnisse zur Begründung seiner Gravitationsgesetze herangezogen. Aufgrund hydrostatischer Überlegungen folgerte Newton, daß eine rotierende Erde nicht kugelförmig sein könne, sondern am Äquator aufgewölbt und an den Polen abgeplattet sein müsse, somit annäherungsweise die Gestalt eines Ellipsoides haben müsse. Folgerichtig hat Newton eine Zunahme der Schwerkraft vom Äquator zu den Polen hin ebenso postuliert, wie er die Größe der Abplattung an den Polen abschätzte. Damit war die Ära der Bestimmung des Erdellipsoides eingeleitet.

Beim Ellipsoid treten zwei Parameter auf. Sie lassen sich, ähnlich wie der Radius der Erdkugel, nach der astrogeodätischen Methode bestimmen. Freilich sind jetzt mindestens zwei Bögen und die zugehörigen Zentriwinkel erforderlich. Bis in unsere Zeit wurden viele Ellipsoide bestimmt; eine Auswahl der wichtigsten zeigt Abbildung 6. Als zweiten Parameter neben der großen Halbachse  $a$  verwenden die Geodäten statt der kleinen Halbachse  $b$  häufig die Abplattung  $\alpha = (a - b) : a$ .

Die Gradmessungen von Pierre Bouguer (1698–1758) und Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698–1759) beendeten einen jahrelangen Streit zwischen Anhängern von Newton, die die Erde für abgeplattet hielten, und Anhängern von Giovanni Domenico Cassini (1625–1712) und Jacques Cassini (1677–1756), die aufgrund ungenauer beziehungsweise fehlerhafter Messungen zu einer eiförmigen, an den Polen zugespitzten Erde gelangten. Die mit den Namen George Everest, George Bidell Airy und John Henry

Pratt verbundenen Ellipsoide lieferten wichtige Erkenntnisse über den Gleichgewichtszustand in der Erdkruste, über die Isostasie. Die Ellipsoide von Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846), John Fillmore Hayford (1868–1925) und Feodosij Nikolajewitsch Krasskowskij (1878–1948) werden noch heute als Rechenflächen bei Landvermessungen benutzt.

Obgleich die theoretischen Grundlagen für die Geoidbestimmung schon im 18. und 19. Jahrhundert gelegt wurden, konnte mit der praktischen Durchführung erst im 20. Jahrhundert begonnen werden. Denn erst jetzt waren die dafür notwendigen Beobachtungen, wie astronomisch bestimmte Breiten und Längen sowie Schwerewerte, verfügbar. Anlaß für den Beginn der geoidischen Ära war übrigens nicht nur wissenschaftliches Interesse, sondern auch die Forderung, nationale Triangulationsnetze zusammenzuschließen, was die Kenntnis des Geoides voraussetzt.

Das Geoid hat eine komplizierte Gestalt, die nicht durch eine einfache Flächengleichung dargestellt werden kann. Es bleibt daher nur der Weg, den Oberflächenverlauf des Geoides gegenüber einer einfacheren Bezugsfläche darzustellen, das heißt für einzelne Punkte die Geoidhöhen über dem Ellipsoid aus Beobachtungen abzuleiten (Abbildung 7). Bis zur geodätischen Nutzung künstlicher Erdsatelliten waren zwei Methoden der Geoidbestimmung verfügbar: nämlich die astro-geodätische und die gravimetrische.

Die astrogeodätische Methode leitet die Geoidhöhen aus den unterschiedlichen Neigungswinkeln zwischen Geoid und Ellipsoid und Entfernungen ab (Abbildung 7): Die Neigungswinkel sind gleich den Lotabweichungen, das heißt sie entsprechen den Richtungsunterschieden zwischen Lotrichtung und dem Verlauf der Ellipsoidnormalen. Die Lotrichtung kann durch astronomische Fixsternbeobachtungen festgelegt werden; die Ellipsoidnormale ist durch Lagekoordinaten auf dem Ellipsoid bekannt. Die Methode ist sehr genau, erfordert aber viele astronomische Beobachtungen und ist daher zeitraubend und aufwendig. Besonders nachteilig ist, daß genaue astronomische Beobachtungen nur auf dem Festland möglich sind, das

Abbildung 7: Astrogeodätische Geoidbestimmung. Diese Methode leitet die Geoidhöhen aus den unterschiedlichen Neigungswinkeln zwischen Geoid und Ellipsoid und Entfernungen ab.

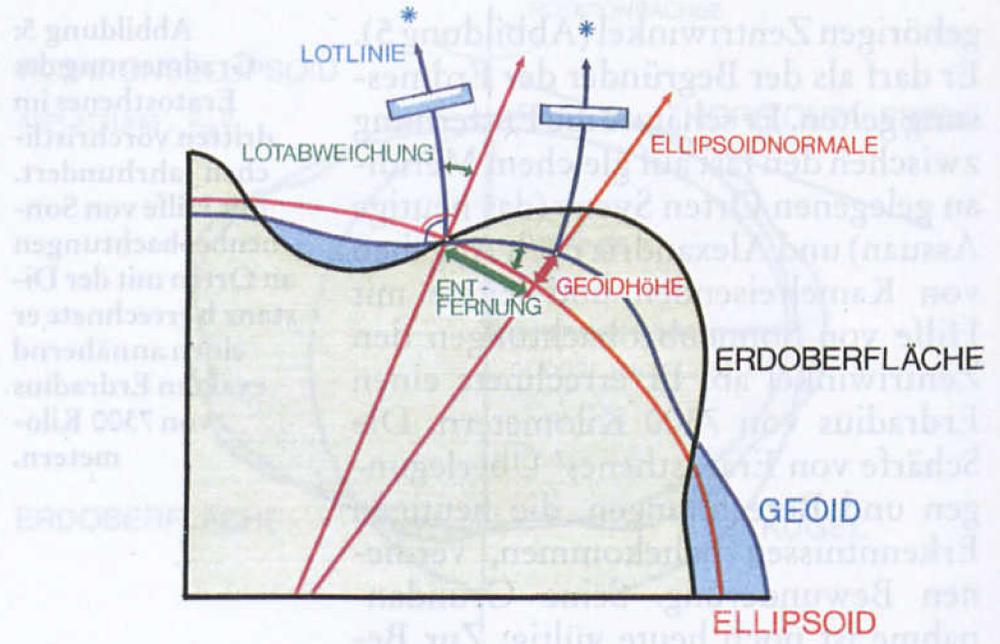


Abbildung 8: Gravimetrische Geoidbestimmung. Die Geoidhöhe kann für einzelne Punkte bestimmt werden, wenn der Betrag der Schwerkraft weltweit gemessen ist.

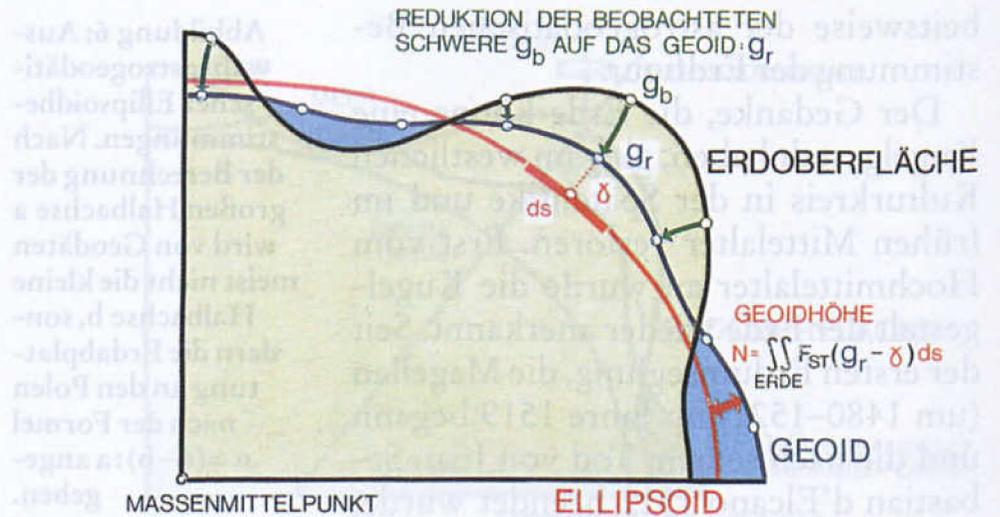
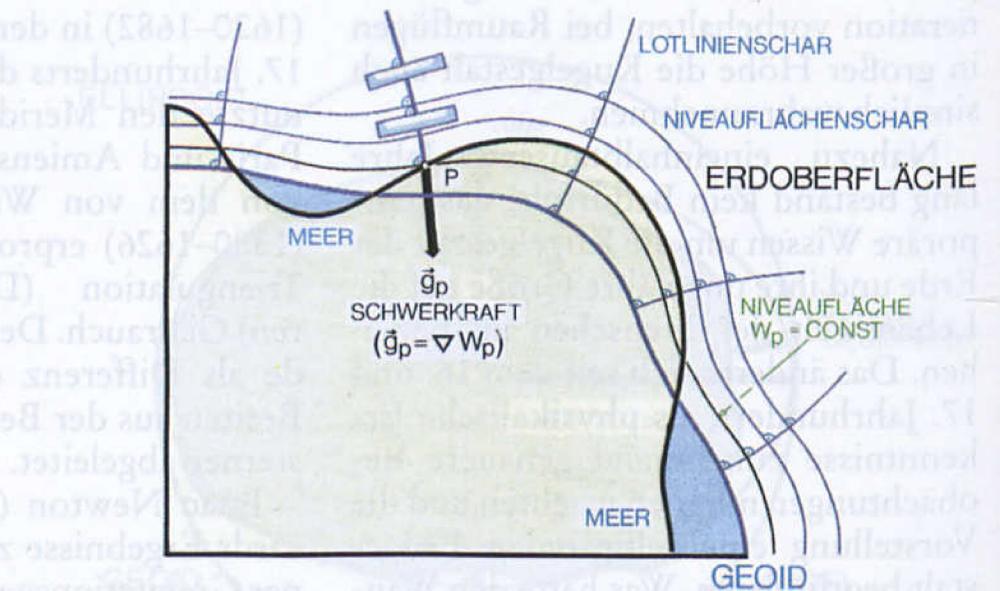


Abbildung 9: Niveaulächen und Schwerkraftfeld. Kennt man die Niveaulächenschar außerhalb der Erde, so läßt sich in jedem Raumpunkt die dazu senkrechte Schwerkraft nach Betrag und Richtung angeben.



Geoid mit dieser Methode also nur auf den Kontinenten bestimmt werden kann.

Die gravimetrische Methode dagegen ist universell und kann auch für den Bereich der Weltmeere angewendet werden. Die Geoidhöhe kann für einzelne Punkte bestimmt werden, wenn der Betrag der Schwerkraft auf dem Geoid bekannt ist (Abbildung 8). Dazu muß die Schwere über die ganze

Erde hinweg gemessen und auf das Geoid übertragen werden, wobei die Erdmassen außerhalb der Geoidform rechnerisch beseitigt werden müssen. Die grundlegenden Rechenmethoden dafür wurden von dem englischen Physiker und Mathematiker George Gabriel Stokes (1819–1903) entwickelt. Doch auch die gravimetrische Methode ist nicht ohne Probleme: Obgleich heute Gravimeter für die Schwe-

remessung vorhanden sind, gibt es aus wirtschaftlichen und teilweise auch aus politischen Gründen noch große Lücken in der Schwermessung. Zweitens ist die Methode nicht hypothesenfrei, denn die beobachteten Schwerewerte müssen rechnerisch auf das Geoid reduziert werden, wozu Modelle für die Erdkruste nötig sind.

Warum benutzen Geodäten dieses komplizierte Geoid, das im Bereich der Kontinente weder sichtbar noch zugänglich ist und auf dem man weder messen noch rechnen kann, als physikalisch definierte Erdfigur und als Bezugsfläche für Höhenangaben? Die Antwort ist einfach, wenn man außer dem Geoid weitere Niveaulinien außerhalb der Erde betrachtet (Abbildung 9): Kennt man die Niveaulinien außerhalb der Erde, so läßt sich in jedem Raumpunkt die dazu senkrechte Schwerkraft nach Betrag und Richtung angeben. Da sich viele geodätische Beobachtungen an der Lotrichtung orientieren, ist die Kenntnis der Lotrichtung für die Verarbeitung aller Beobachtungen in einem geometrisch definierten Bezugssystem unerlässlich. Diese künstlich anmutenden Niveaulinien spielen übrigens auch im Alltag eine wichtige Rolle: Lot und Wasserwaage, mit deren Hilfe Bauwerke senkrechte Mauern und horizontale Decken erhalten, sind über die Schwerkraft mit dem Niveaulinien verbunden.

Die klassischen Verfahren haben sowohl für das Erdellipsoid als auch für das Geoid bemerkenswerte Ergebnisse geliefert. Dennoch ist der Durchbruch in der Bestimmung der Erdfigur erst in den letzten 25 Jahren gelungen. Wir kennen heute die Achsen des Erdellipsoids auf  $\pm 1$  Meter genau, ebenso die Großform des globalen Geoides. Diese genauen Kenntnisse wurden mit Hilfe von Satelliten möglich.

Ein Satellit unterliegt der Anziehungskraft der Erde, er bewegt sich gleichsam als Sensor im Gravitationsfeld der Erde, so daß seine Bahn Auskunft über das Gravitationsfeld der Erde geben muß. Weil die Erde von der Kugelgestalt abweicht und weil ihre Massen unregelmäßig verteilt sind, ist die Satellitenbahn keine raumfeste Kepler-Ellipse, sondern es ändern sich – teils gleichförmig, teils periodisch – alle Bahnelemente mit der Zeit; die wirkliche Bahn ist eine Hüllkurve sich

Abbildung 10: Satellitenbewegung als gestörte Kepler-Ellipse der Satellitenbahn. Die wirkliche Satellitenbahn ist eine Hüllkurve sich im Krümmungskreis berührender Ellipsen.

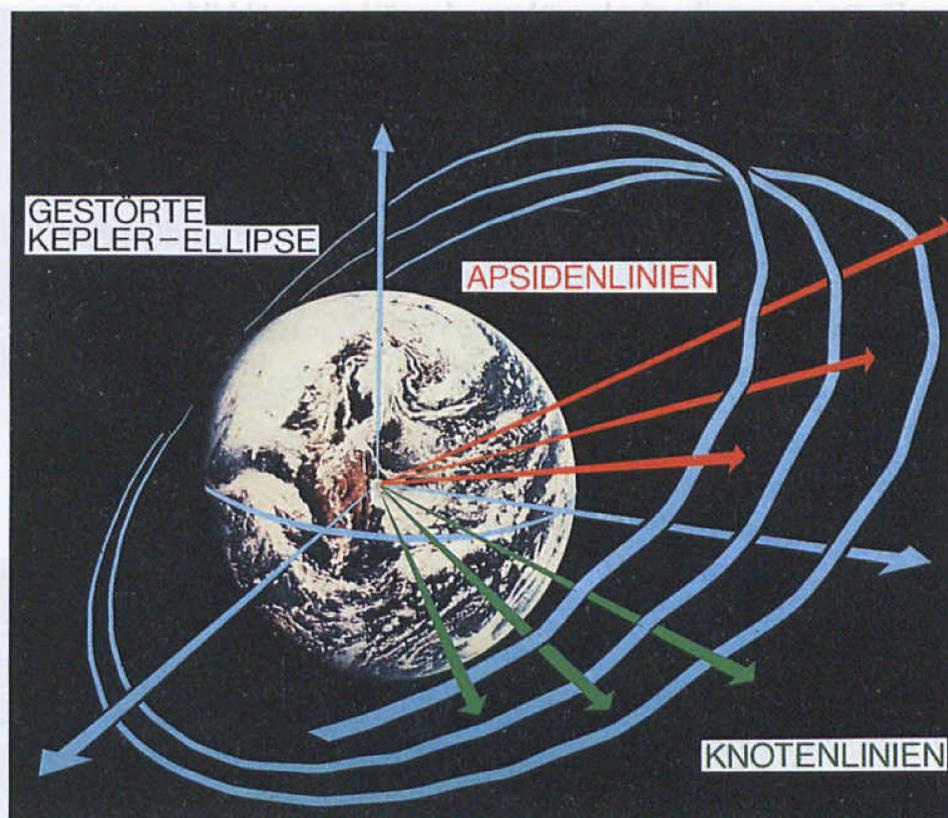


Abbildung 11: Grundgedanke der dynamischen Satellitengeodäsie. Wird ein Satellit S am Ort P beobachtet, so liefert jede Beobachtung Informationen über die Lage des Ortes P, die Bahn des Satelliten S und über das Gravitationsfeld der Erde.

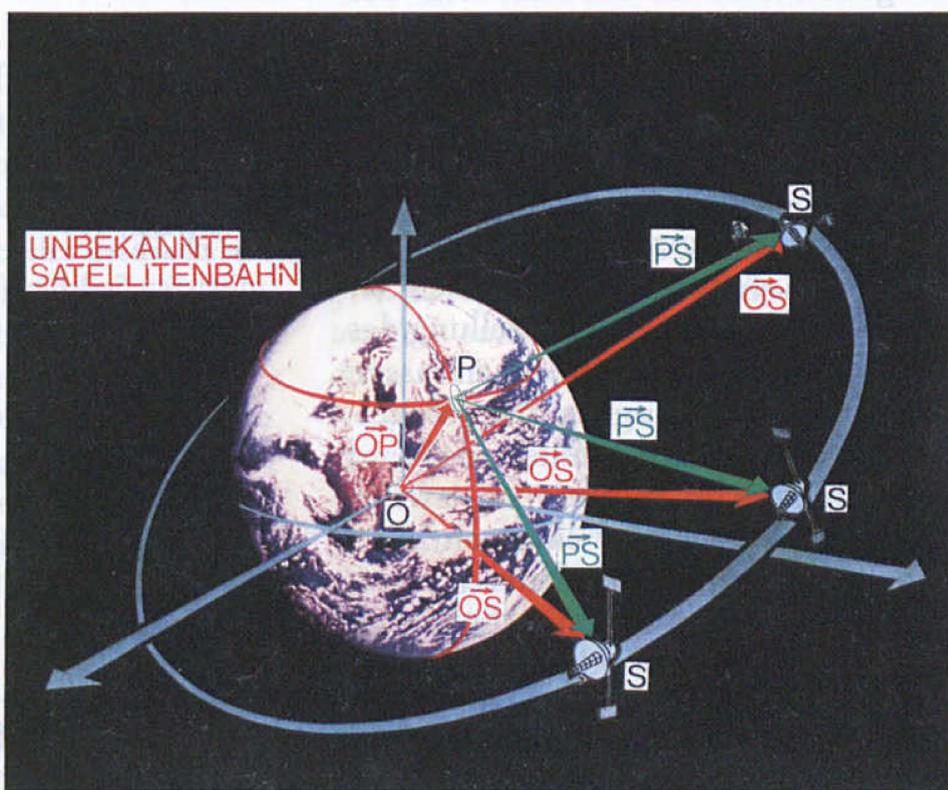
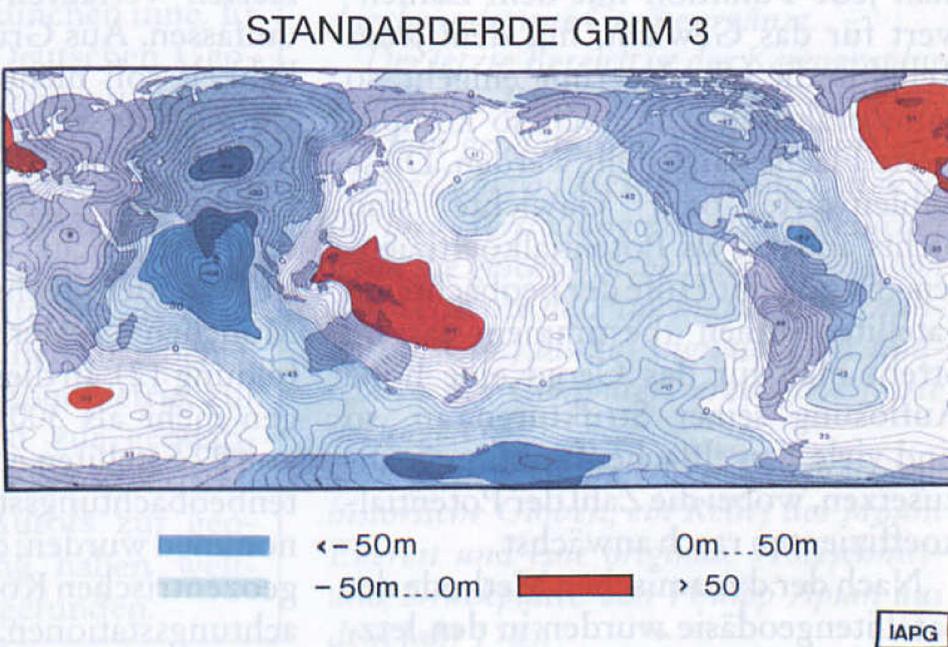


Abbildung 12: Vereinfachte Darstellung des Geoids der Standarderde GRIM 3. Die Geoidhöhen über dem mittleren Erdellipsoid sind in 10-Meter-Höhenlinien eingetragen. Ein Kuriosum: Im Indischen Ozean sinkt die Meeresfläche rund 100 Meter unter die durchschnittliche Meereshöhe ab.



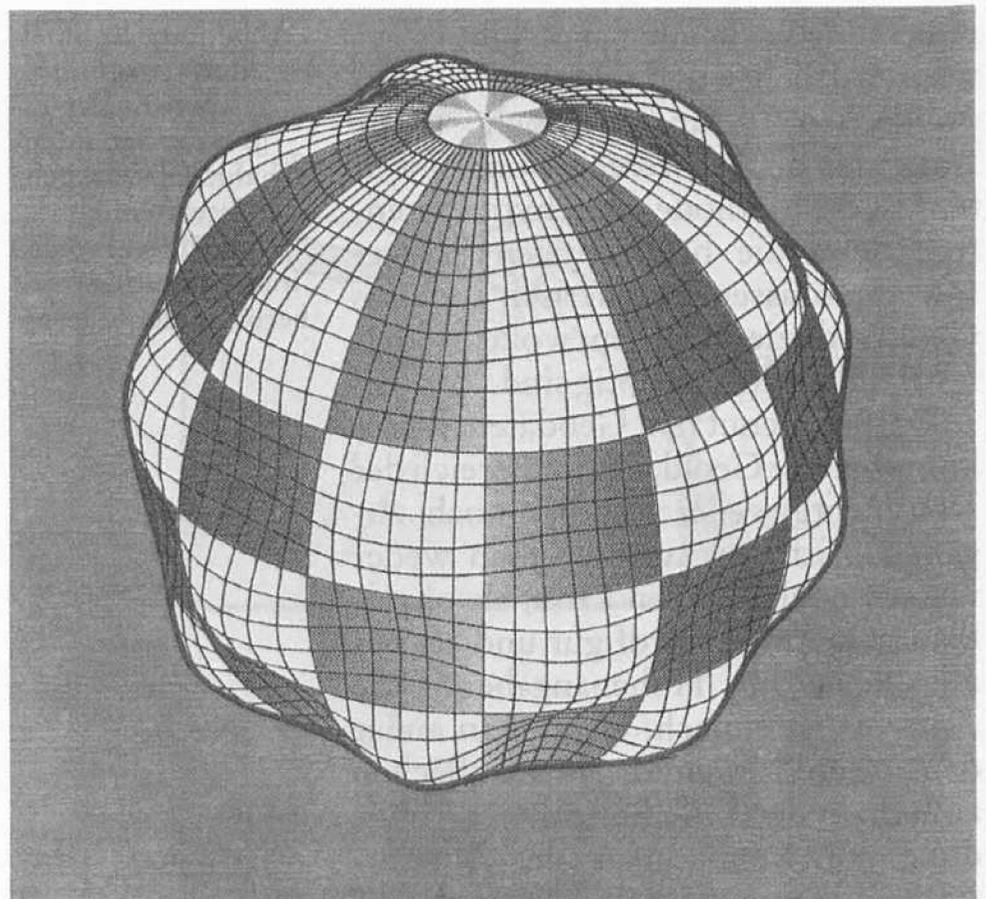
im Krümmungskreis berührender Ellipsen (Abbildung 10). Besonders deutlich macht sich die Masse des Äquatorwulstes der Erde bemerkbar, die eine beträchtliche Drehung von Knoten- und Apsidenlinien verursacht.

Gelingt es, die Bahnstörungen zu beobachten, so läßt sich das Gravitationsfeld der Erde bestimmen. Die geodätische Nutzung künstlicher Erdsatelliten besteht somit in der Bestimmung von Satellitenbahnen aus Beobachtungen. Wird ein Satellit S am Ort P beobachtet (Abbildung 11) – beobachtet werden Richtungen, Entfernungen, Entfernungsänderungen und anderes mehr –, so liefert jede Beobachtung Informationen über die Lage des Ortes P, die Bahn des Satelliten S und über das Gravitationsfeld der Erde. Wurden mehrere Satelliten von möglichst vielen, gleichmäßig über die Erde verteilten Stationen beobachtet, so lassen sich die geozentrischen Koordinaten der Beobachtungsstationen sowie die Parameter der Satellitenbahnen und des Gravitationsfeldes bestimmen. Diese dynamische Methode macht es nötig, viele Unbekannte zu ermitteln und große Datenmengen zu verarbeiten.

Ein Teilaspekt der dynamischen Satellitenmethode ist die Darstellung des Geoides. Komplizierte Flächen lassen sich mit Hilfe von sogenannten Kugelflächenfunktionen darstellen, das sind trigonometrische Funktionen zweier Variablen. Schon mit einer einzigen Kugelflächenfunktion niederen Grades und niederer Ordnung läßt sich einer Kugel das in Abbildung 13 gezeigte Relief aufmodellieren. Überlagert man genügend viele Kugelflächenfunktionen, die mit steigenden Werten für Grad und Ordnung immer feinere Strukturen ergeben, und multipliziert man jede Funktion mit dem Zahlenwert für das Gewicht, mit dem jedes Relief in die Überlagerung eingeht, so kann praktisch jede noch so komplizierte Fläche dargestellt werden. Diese Zahlenwerte oder Gewichte sind nichts anderes als Potentialkoeffizienten, die sich mit Hilfe der beobachteten Satellitenbahnen bestimmen lassen. Strebt man für das Geoid eine hohe Auflösung seiner Strukturen an, so sind viele Kugelflächenfunktionen anzusetzen, wobei die Zahl der Potentialkoeffizienten rasch anwächst.

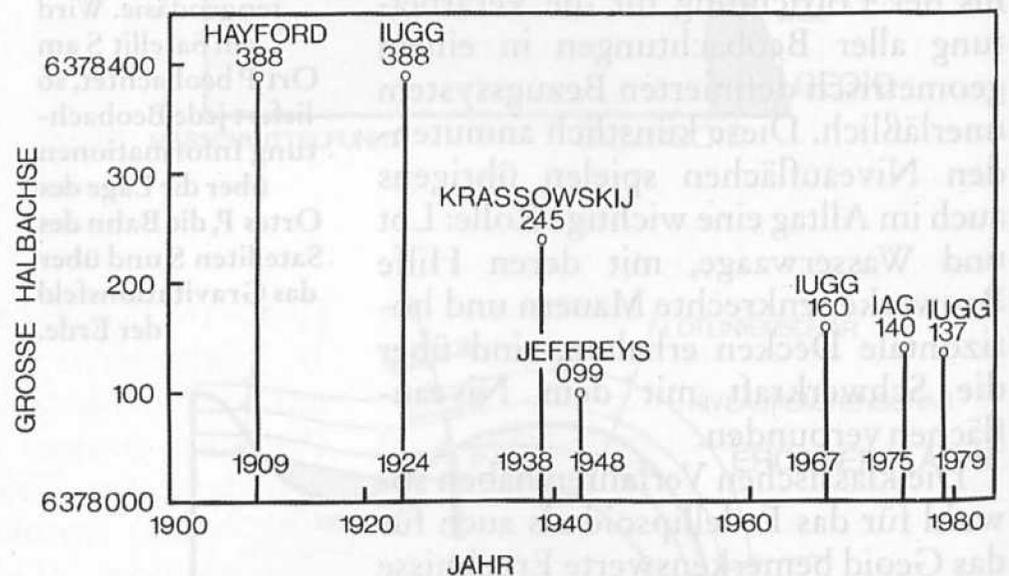
Nach der dynamischen Methode der Satellitengeodäsie wurden in den letz-

Abbildung 13: Darstellung komplizierter Flächen mit Hilfe von Kugelflächenfunktionen. Schon mit einer einzigen Funktion niederen Grades und niederer Ordnung läßt sich einer Kugel das hier gezeigte Relief aufmodellieren.



$$P_{9.6}(\cos \vartheta) \sin 6 \lambda$$

Abbildung 14: Die im 20. Jahrhundert bestimmten großen Halbachsen a des mittleren Erdellipsoiden in Metern. Heute gilt der Wert von 6378,137 Kilometern.



ten Jahren zahlreiche Erdmodelle abgeleitet, die auch das nach dem skizzierten Verfahren gewonnene Geoid umfassen. Aus Gründen der Anschaulichkeit soll nicht eines der neuesten Erdmodelle vorgestellt werden, sondern die Standarderde GRIM 3, die im Rahmen der Arbeiten des Sonderforschungsbereichs 78 „Satellitengeodäsie“ an der Technischen Universität München 1981 errechnet wurde (Abbildung 12). In diese Standarderde gingen mehr als 300 000 Beobachtungen von 22 Satelliten ein, die von 95 Satellitenbeobachtungsstationen aus vorgenommen wurden; das Ergebnis sind die geozentrischen Koordinaten der Beobachtungsstationen, sowie 1369 Poten-

tialkoeffizienten. Bei dem daraus errechneten Geoid sind die Geoidhöhen über dem Ellipsoid in 10-Meter-Höhenlinien dargestellt.

Es ist sofort zu sehen, daß das Geoid eine komplizierte Fläche ist. Besonders auffallend ist die Senke im Indischen Ozean: Hier fällt die Meeresfläche rund 100 Meter tief ab. Ein Schiff in dieser Senke ist dem Erdmittelpunkt also um 100 Meter näher. Beim Verlassen der Senke braucht es aber keine zusätzliche Arbeit zu verrichten, wie das etwa beim Besteigen eines Berges nötig ist. Denn die Meeresoberfläche ist – zumindest genähert – eine Äquipotentialfläche, das heißt: Die Energie der Lage ist auf ihr überall gleich groß.

Die dynamische Methode hat auch sehr genaue Werte für das Erdellipsoid geliefert. Die große Halbachse hat eine Länge von 6378,137 Kilometern, für die Abplattung  $\alpha = (a-b) : a$  ergibt sich der Wert  $\alpha = 1 : 298,245$ . Diese Parameter des sogenannten „Geodätischen Bezugssystems von 1980“ haben sich inzwischen als sehr genau erwiesen und mußten seitdem noch nicht korrigiert werden.

Der 1980 bestimmte Wert für die große Halbachse  $a$  ist um rund 250 Meter kleiner als der Wert, den Hayford 1909 errechnet hatte (Abbildung 14). Da die Erde sicher nicht kleiner geworden ist, spiegeln die Zahlen die verbesserten Methoden und Modelle wider, insbesondere aber die größere Zahl und höhere Genauigkeit der Beobachtungen. Sie machten es möglich, daß die große Halbachse heute auf etwa  $\pm 0,5$  Meter genau bekannt ist, während der Hayfordsche Wert etwa um  $\pm 300$  Meter unsicher war.

Die Bestimmung der Parameter für das Erdellipsoid kann heute als weitgehend abgeschlossen gelten. Dagegen sind noch große Anstrengungen nötig, um zu einer hochauflösenden Schwerfeldbestimmung und damit zur genauen Bestimmung des Geoides zu gelangen. Denn mit den heute üblichen Beobachtungen ist es noch nicht möglich, ein für alle Anwendungen ausreichendes Gravitationsfeldmodell beziehungsweise die genaue Geoidform zu gewinnen, wie sie etwa für geophysikalische Fragestellungen wünschenswert ist. Erst wenn die Geoidhöhen bis auf wenige Zentimeter genau bekannt sind, kann das Geoid weltweit als einheitliche Höhenbezugsfläche benutzt werden.

Für die hochgenaue Gravitationsfeld- beziehungsweise Geoidbestimmung gibt es verschiedene Möglichkeiten. Senkt man die Flughöhe eines Satelliten, so nimmt die Empfindlichkeit seiner Bahn gegenüber dem Gravitationsfeld der Erde zu, so daß sich für das Schwerfeld Potentialkoeffizienten höheren Grades und höherer Ordnung ermitteln lassen. Doch da bei niedrigen Flughöhen der Atmosphärenwiderstand wirksam wird, wäre es nötig, den Satelliten mit einer steuerbaren Hülle zu umgeben, die ihn gegen die Atmosphäre abschirmt.

Eine andere Möglichkeit ist das sogenannte *Satellite to Satellite Tracking*-

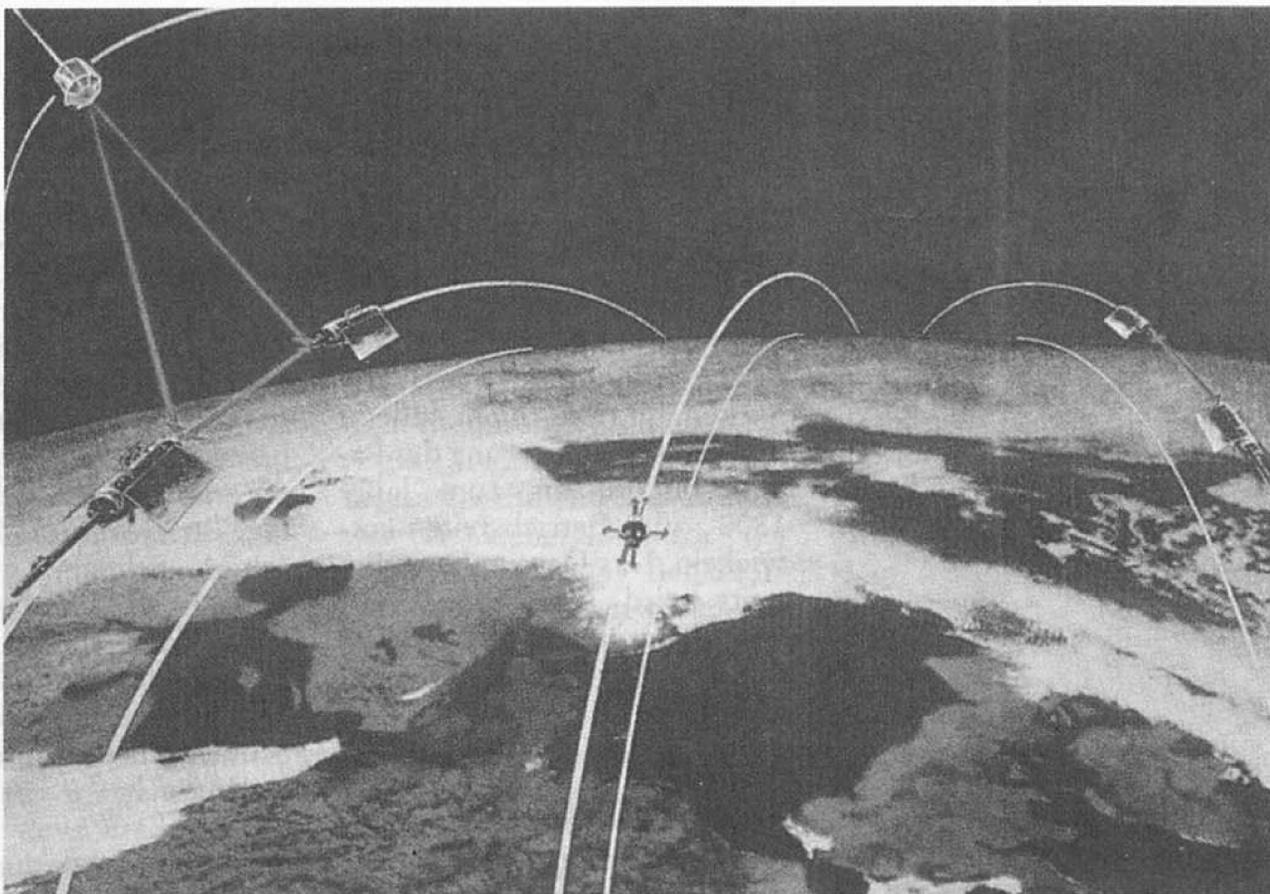


Abbildung 15: Das Satellite to Satellite Tracking-Verfahren (SST-Verfahren). Bei ihm werden Beobachtungen zwischen mehreren Satelliten ausgeführt.

Verfahren (SST-Verfahren). Bei ihm werden Beobachtungen zwischen mehreren Satelliten ausgeführt (Abbildung 15). Es wurde bereits erprobt und ist sehr erfolgversprechend, doch wegen der anspruchsvollen Meßtechnologie ist es nur mit hohem finanziellen Aufwand zu realisieren. Obgleich es für viele Disziplinen von Nutzen wäre, ist ein solches Projekt daher bis heute in keinem der nationalen und internationalen Weltraumprogramme vorgesehen. □

**DER AUTOR**

Rudolf Sigl, geboren 1928, Dr.-Ing., hat als Professor den Lehrstuhl für Astronomische und Physikalische Geodäsie der TU München inne. Er war Direktor des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes und gehört der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Bayerischen Akademie der Wissenschaften als ordentliches Mitglied an. Neben zahlreichen Fachbeiträgen in Zeitschriften hat er Bücher zur ebenen und sphärischen Trigonometrie, zur Potentialtheorie und zur geodätischen Astronomie veröffentlicht. Die Beiträge des Autors zur geodätischen Forschung haben weltweit Anerkennung gefunden.

**DIE AUSSTELLUNG „GEODÄSIE“**

Im Eingangsraum empfängt den Besucher ein leuchtendes Großdiagramm mit dem Bild der Erde vom Weltraum aus gesehen. Er erfährt etwas über die Geschichte und die einzelnen Disziplinen der Geodäsie. Eine fünf Meter lange und 2,5 Meter hohe topographische Karte im Maßstab einer Wanderkarte (von hinten beleuchtet) mit den bayerischen Alpen bis hinauf nach München bietet einen einmaligen Überblick.

Es folgt ein Bereich, in dem die Meßmethoden, derer sich die Geodäten bedienen, erläutert werden. Hier stehen die Meßinstrumente im Vordergrund. Aus dem reichen Fundus (es ist die größte Sammlung in der Bundesrepublik) des Deutschen Museums wurden die schönsten und interessantesten Exponate hervorgeholt und durch modernste Geräte ergänzt.

Der letzte Bereich ist der Kartographie gewidmet. Die Karte ist meist das Endprodukt geodätischen Wirkens. Eine immense Zahl von Messungen und Daten ist für ihre Herstellung nötig. Der Besucher kann die geschichtliche Entwicklung von der Weltkarte des Ptolemäus (2. Jahrhundert n. Chr.) bis zur digitalen, am Bildschirm des Computers erzeugten Karte verfolgen.

Besondere Glanzpunkte sind prächtige historische Globen, ein Relief des Mount Everest und eine originale Holzschnitt- und Druckplatte von Philipp Apian aus dem Jahr 1563.

VON SIGFRID VON WEIHER

## 1.1.1894

In Bonn stirbt im 37. Lebensjahr der Physiker **Heinrich Rudolf Hertz**. Er hatte in



Heinrich Rudolf Hertz (1857–1894)

nehmer **Matthew Boulton** (1728–1809) in Soho bei Birmingham zusammen, und er konnte mit dessen Hilfe an seiner Erfindung sehr effektiv wirken und sie, nicht zuletzt durch die Verlängerung des Patentschutzes, bis zum Jahre 1800 zur Betriebsreife entwickeln. Das Datum dieses Patents wird international mit dem Zeitpunkt für den **Beginn der Industriellen Revolution** gleichgesetzt.

## 7.1.1844

In Witzten bei Sorau wird **Carl Menzel** geboren. 14jährig wurde er Glasmacherlehrling; mit 30 Jahren war er Glashüttenmeister. 1897 gründete er in Lommatzsch, Sachsen, ein eigenes Werk für die **Tafelglas-Fabrikation**.

## 8.1.1819

In Karlsruhe stirbt im 77. Lebensjahr **Theodor Henning**. Als Konstrukteur auf dem damals noch jungen Gebiet des **Eisenbahnsicherungswesens** baute er in den Jahren 1867/68 die erste größere **Stellwerksanlage in Börssum**. Zusammen mit A. Schnabel gründete er 1869 in Bruchsal die **Eisenbahn-Signalbau-Anstalt**. Die Technische Hochschule Karlsruhe verlieh ihrem ehemaligen Schüler Theodor Henning den Dr. Ing. e. h.

## 15.1.1819

**Robert Salmon** und **William Warrel** erhalten das britische Patent Nr. 4331 auf **künstliche Kühlung**. Es ist das wohl erste Patent auf dem Gebiet der **Kältetechnik**.



Piccards Stratosphären-Ballon der Ballonfabrik Riedinger, 1931.

## 15.1.1919

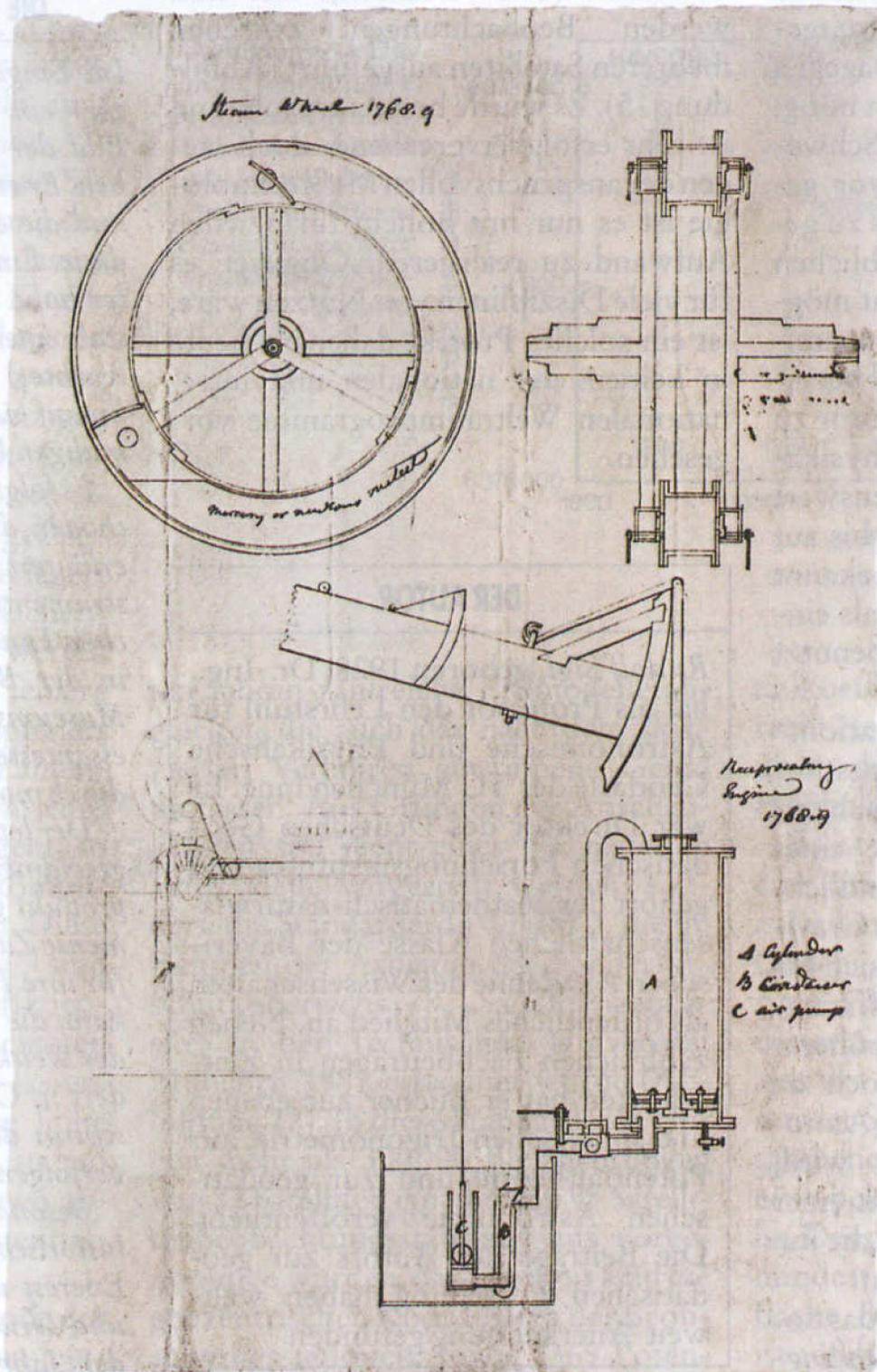
In seiner Geburtsstadt Augsburg stirbt im 74. Lebensjahr **August Riedinger**. 1879 hatte er nach dem Tod des Vaters dessen Maschinenbaufabrik übernommen. Da er sich aus persönlichem Interesse auch mit Problemen der angewandten Chemie und mit der Luftfahrt beschäftigte, entschloß er sich 1897, eine **Ballonfabrik** in Augsburg zu gründen. Auch nach seinem Tode blieb das Unternehmen bekannt: es lieferte 1931 den 14000 Kubikmeter fassenden Ballon für die Piccardschen Aufstiege in die Stratosphäre, zunächst in 15781 Meter, 1932 in 16900 Meter Höhe.

## 16.1.1969

Den sowjetischen Kosmonauten **W. Schatalow** auf Raumschiff **Sojus 4** und **B. Wolynow** mit zwei Begleitern auf **Sojus 5** gelingt ein **erstes Kopplungsmanöver im Weltraum**. Die Begleiter Wolynows steigen dabei in das Raumschiff **Sojus 4** um. Am Tag danach landen beide Raumschiffe wieder in Kasachstan.

## 19.1.1869

In Leipzig stirbt im 79. Lebensjahr **Karl Ludwig Friedrich Freiherr von Reichenbach**. Seit 1821 in den Eisenwerken des Grafen von Salm in Blansko tätig, entwickelte er ein **Holzverkohlungsverfahren**, bei dem Buche trocken destilliert wird. Dabei entdeckte er 1830 das **Paraffin** und das **Kreosot** im Holzkohlenteer und deren wirtschaftlichen Nutzen. Ganz im Widerspruch zu seinen erfolgreichen Forschungsergebnissen stand jedoch seine mystische Odlehre.



Dresden, München und Berlin Ingenieurwissenschaften und Physik studiert und war zuletzt Assistent bei Helmholtz. Als junger Dozent in Karlsruhe gelang es ihm 1887/88, die von Maxwell berechneten **elektrischen Wellen experimentell nachzuweisen**. Diese Entdeckung steht am Beginn der Entwicklung der drahtlosen Telegrafie, die Hertz selbst nicht mehr miterlebt hat. In Würdigung seiner grundlegenden Entdeckung wurde die Maßeinheit der Frequenz „Hertz“ (Hz) benannt.

## 1.1.1944

In Deutschland werden zur Verbesserung der Postzustellung erstmals **Postleitzahlen** eingeführt, die sich nach 24 Postgebieten orientieren. Das war der erste Schritt zu den heutigen, inzwischen fünfstelligen Postleitzahlen.

## 5.1.1769

Der schottische Mechaniker **James Watt** (1736–1819) erhält das britische Patent Nr. 913 auf seine Verbesserungen an der **Dampfmaschine**. Seit 1774 arbeitete er mit dem Unter-

Patentzeichnung zur Dampfmaschine von James Watt aus dem Jahre 1769.

**20.1.1819**

In Gevle, Schweden, wird **Göran Fredrik Göransson** geboren. 1857 lernte er in England das **Bessemer-Stahlverfahren** kennen. Er erwarb vom Erfinder einen Teil der Patentrechte für Schweden und führte das Verfahren dort um 1858 ein. In seinem Werk in Sandviken gelangen ihm wesentliche Verbesserungen der Stahlbereitung, die zur Fortentwicklung des Bessemer-Verfahrens beitrugen.

**25.1.1894**

In Frankfurt/Main wird **Friedrich Karl Roedemeyer** geboren. Nach phonetischen und akustischen Studien interessierte er sich für entsprechende Probleme beim Rundfunk. Die Universität Freiburg beauftragte ihn 1939 mit der Gründung des ersten **Instituts für Rundfunkwissenschaft**.

**31.1.1769**

In Paris wird **André Jacques Garnerin** geboren. Schon in jungen Jahren begeisterte er sich für die 1783 in Frankreich aufkommende Ballonfahrt, die jedoch noch sehr gefährlich war. Darum entwickelte er seinen **ersten Fallschirm**, mit dem er am 22. Oktober 1797 während einer Ballonfahrt absprang und glücklich landete.



**31.1.1869**

In seiner Geburtsstadt Winterthur stirbt im 70. Lebensjahr **Salomon Sulzer**. 1834 hatte er mit seinem Bruder Jakob die **Maschinenfabrik Gebr. Sulzer** gegründet, die zunächst eine Eisengießerei war, dann aber im Zuge der allgemeinen Entwicklung ein Werk für einen breitgefächerten Maschinenbau wurde.

**4.2.1919**

Um nach dem Ersten Weltkrieg die technisch-wirtschaftlichen Kräfte für den Wiederaufbau zu konzentrieren, verbinden sich der **Centralverband Deutscher Industrieller** und der **Bund der Industriellen** zum **Reichsverband der deutschen Industrie** mit Sitz in Berlin.

**6.2.1919**

Rechtzeitig zur Eröffnung der Nationalversammlung in Weimar nimmt die erste deutsche Flugverkehrsgesellschaft, die **Deutsche Luftreederei**, ihren Betrieb zwischen Berlin und Weimar auf. Wenige Wochen später folgen Linienflüge von Berlin nach Hannover, ins Rheinland, nach Hamburg und Westerland, Warnemünde und Swinemünde. Einer der ersten Piloten ist Carl August von Gablenz, der 1926 Direktor der neuen **Deutschen Lufthansa** wird.

**8.2.1844**

Der Physiker **Charles Wheatstone** in London nimmt ein britisches Patent auf eine verbesserte **Handharmonika**, die er als **Concertina** bezeichnet.

**9.2.1969**

Auf dem amerikanischen Flughafen Paine, nördlich von Seattle, Washington, absolviert das bis dahin größte Verkehrsflugzeug **Boeing 747**, genannt „Jumbo“ seinen **Jungfernflug**. Der „Jumbo“ ist für 365 Passagiere ausgelegt und erreicht eine Geschwindigkeit von über 900 Kilometern pro Stunde.

**Erster Fallschirm-Abprung vom Ballon durch André Garnerin am 22.10.1797.**

**10.2.1844**

In Walker-on-Tyne in England wird **Sir Hugh Bell** geboren. Wie sein Vater und Großvater wurde er Hüttenmann und trat nach chemischen Studien in Paris und Göttingen in das Familienunternehmen ein. Zuletzt war er Generaldirektor der 1923 fusionierten **Bell-Dorman-Bolkow-Eisenwerke**. Als aktiver Förderer internationaler fachlicher Zusammenarbeit – so auch mit vielen deutschen Hüttenleuten – wurde er 1910 zum Ehrenmitglied des **Vereins deutscher Eisenhüttenleute (VDEh)** ernannt.

**14.2.1819**

In Mooresburg in Pennsylvania, USA, wird **Christopher Latham Sholes** geboren. Er wurde Drucker und Publizist. Im Jahre 1868 entwickelte er



Sholes Schreibmaschine als Serienerzeugnis von Remington, 1873.

zusammen mit Soule und Glidden die Grundform der **Schreibmaschine**. Nach weiteren konstruktiven Verbesserungen in den Jahren bis etwa 1873 übernahm der amerikanische Industrielle **Philo Remington** (1816–1889) die serienmäßige Fertigung und brachte die Schreibmaschine in ständig wachsender Stückzahl auf den Weltmarkt.

**14.2.1844**

In Dresden verstirbt der ehemalige Leiter der Kattunfabrik Zschoppau, **Johann Bodemer**. 1818 hatte er in seinem Unternehmen den **ersten mechanischen Webstuhl Deutschlands** in Betrieb genommen.

**15.2.1944**

In Berlin stirbt im 73. Lebensjahr der Physiker Professor **Arthur Wehnelt**. Nach dem Studium an der TH und Universität Berlin und in Erlangen wurde er 1904 in Erlangen Professor, ab 1906 Professor für **theoretische Physik**. Nach dem Ausscheiden von Nernst war er ab 1934 Direktor des Physikalischen Instituts. Die Fülle seiner wissenschaftlichen Entdeckungen bildet die Grundlagen der heutigen **Elektronenoptik und -mikroskopie**.

**19.2.1919**

In Essen stirbt im 64. Lebensjahr **Ehrenfried Corleis**. Nach dem Studium der Chemie war er Assistent bei Adolf von Baeyer. 1880 trat er als **Industriechemiker** bei **Krupp** in Essen ein. Hier führte er äußerst effektiv rationale Arbeitsmethoden in den Forschungslabors ein. Seine Verfahren zur Bestimmung von Kohlenstoff und Schwefel bei Stahluntersuchungen haben sich rasch bewährt.

**20.2.1819**

In Zürich wird **Johann Heinrich Alfred Escher** geboren. Als kritischer Wirtschaftspolitiker hat er sich nachhaltig für die frühe **Eisenbahn-Entwicklung in der Schweiz** eingesetzt. Er befürwortete das Privatbahnsystem und gründete die **Schweizer Nordostbahn**, deren langjähriger Präsident er war. Auch an der Gründung der **Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH)** in Zürich war er maßgeblich beteiligt. 1871 wurde er Präsident der **Gotthard-Bahn-Gesellschaft**.

**20.2.1919**

Im 68. Lebensjahr stirbt **Eduard Mertens**. Von Hause aus Kattundrucker, hatte er sich um die Jahrhundertwende mit der Entwicklung neuer Walzendrucktechniken beschäftigt. Bei seinen experimentellen Arbeiten kam er auf das Verfahren des **Kupfer-Rotations-Tiefdruckes**, das er mit Unterstützung der **Freiburger Zeitung** anwendungsreif mach-

te. 1910 konnte die Zeitung als erste der Welt mit dem neuen Verfahren illustriert werden.

## 22.2.1819

Aloys Senefelder erhält das französische Patent Nr. 1014 auf den Ersatz der lithographischen Steine durch Papier (**Papyrographie**).



Leo Hendrik Baekeland  
(1863–1944)

## 23.2.1944

In New York, USA, stirbt im 81. Lebensjahr **Leo Hendrik Baekeland**. Nach naturwissenschaftlichen Studien wurde er in seiner Heimatstadt Gent Professor der Chemie. 1889 ging er nach Amerika, wo er sich fotochemischen Arbeiten zuwandte. 1907 eröffnete sein **Bakelite-Patent** das Zeitalter der **Kunstharz-Werkstoffe**. 1910 gründete er in Erkner bei Berlin die erste deutsche Bakelite-Gesellschaft, deren Erzeugnisse für die Elektrotechnik Bedeutung erlangten.

## 24.2.1869

In Köln wird **Ernst Menne** geboren. Als Chemiker spezialisierte er sich auf **hüttentechnische Verfahren**. Sein 1910 eingeführtes System zur Beseitigung von Ofenansätzen und das Durchschmelzen von Metallen mit Gebläsen war in der Praxis erfolgreich.

## 26.4.1844

In Frankfurt an der Oder wird **Viktor von Podbielski** geboren. Nach einer Offizierslaufbahn übernahm er nach dem Tod Heinrich von Stephans (1831–1897) die Leitung des Reichspostministeriums. Durch zeitgemäße Verbesserungen im technischen Postdienst erwarb er sich allgemeine Anerkennung. Später war er auch Minister für die preussische Land- und Forstwirtschaft.

## 29.2.1744

In London stirbt im 61. Lebensjahr der französische Physiker **Jean Théophile Desaguliers**. In La Rochelle geboren, war er zunächst Geistlicher, hatte sich aber im Laufe seines Lebens immer intensiver mit physikalischen Problemen, insbesondere mit der **Luftreinigung** beschäftigt. 1734 beschrieb er die Wirkung der Zentrifugalventilatoren und installierte im darauffolgenden Jahr im Londoner Parlament einen **Entlüftungsventilator**. Vermutlich war Desaguliers der erste, der den Begriff „Isolator“ verwendete.

## 2.3.1969

Das in Frankreich und Großbritannien entwickelte erste **Überschall-Verkehrsflugzeug „Concorde“** unternimmt seinen 27 Minuten dauernden Jungfernflug bei Toulouse.

Die „Concorde“, das erste Überschallverkehrsflugzeug 1969.

## 6.3.1619

In Paris wird **Savinien Cyrano de Bergerac** geboren. Trotz eines bewegten und abenteuerlichen Lebens fand er Zeit für das Schreiben außergewöhnlicher Romane. Heute wieder lesenswert erscheinen zwei seiner Werke über die Geschichte der Mond- und Sonnenstaaten, die 1656 erschienen und technisch-utopische Phantasien enthalten. So spricht Cyrano von Luftschiffahrt, Sprechmaschinen, beweglichen Wohnhäusern und von einer Beleuchtung durch Bakterienlicht.

## 5.3.1819

In Dresden wird **Eduard Haenel** geboren. Als junger Ingenieur wurde er technischer Direktor der Gräflich Stollbergschen **Maschinenfabrik in Magdeburg**, mit der um 1840 die Großindustrie in diesem Teil Deutschlands Einzug hielt. In den Jahren 1858 bis 1863 war er Vorsitzender des Gesamtvereins des 1856 gegründeten **Vereins Deutscher Ingenieure (VDI)**.

## 11.3.1844

Dem Wiener Arzt und Naturforscher **Johann August Natterer** (1821–1900) gelingt es, **Kohlensäure** zu einer Flüssigkeit zusammenzupressen und auf diese Weise rationell zu speichern.

## 13.3.1719

In Dresden stirbt, knapp 37jährig, **Johann Friedrich Böttger**. Als Apothekerlehrling in Berlin kam er mit Alchimisten in Verbindung, und 1701 kam er an den Hof Augusts des Starken in Dresden, der ihn als „Goldmacher“ gewann. Als Mitarbeiter von Ehrenfried Walter von Tschirnhaus (1651–1708) gelang ihm



Johann Friedrich Böttger  
(1682–1719)

ihm vom König eine eigene Manufaktur eingerichtet, die erste Porzellan-Manufaktur Europas.

## 18.3.1869

Vor der **Russischen Physikalisch-Chemischen Gesellschaft** verliert Mentschutkin **Dimi tri Iwanowitsch Mendelejew** „Versuch eines Systems der Elemente, begründet auf ihrem Atomgewicht und der chemischen Verwandtschaft“. Die folgenden Entdeckungen damals noch unbekannter Elemente rechtfertigen Mendelejews Priorität als „Vater des **periodischen Systems der chemischen Elemente**“.



zwar nicht die Herstellung von Gold, aber im Jahre 1704 die Erzeugung des rötlichen, später nach ihm benannten **Böttger-Steinzeugs**. 1710 fand er, auf der Grundlage der Tschirnhausschen Arbeiten, das Rezept zur **Porzellan-Herstellung**, das bisher nur die Chinesen kannten. Auf der Albrechtsburg bei Meißen wurde

## 19.3.1894

In Saratow, Rußland, stirbt 47jährig der Elektroingenieur **Pawel Nikolajewitsch Jablochhoff**. Nach dem Studium in St. Petersburg wurde er zunächst Telegrafenchef der Moskau-Kursker Eisenbahngesellschaft. 1876 übersiedelte er für mehrere Jahre nach Paris, wo er in eigener Firma seine Er-

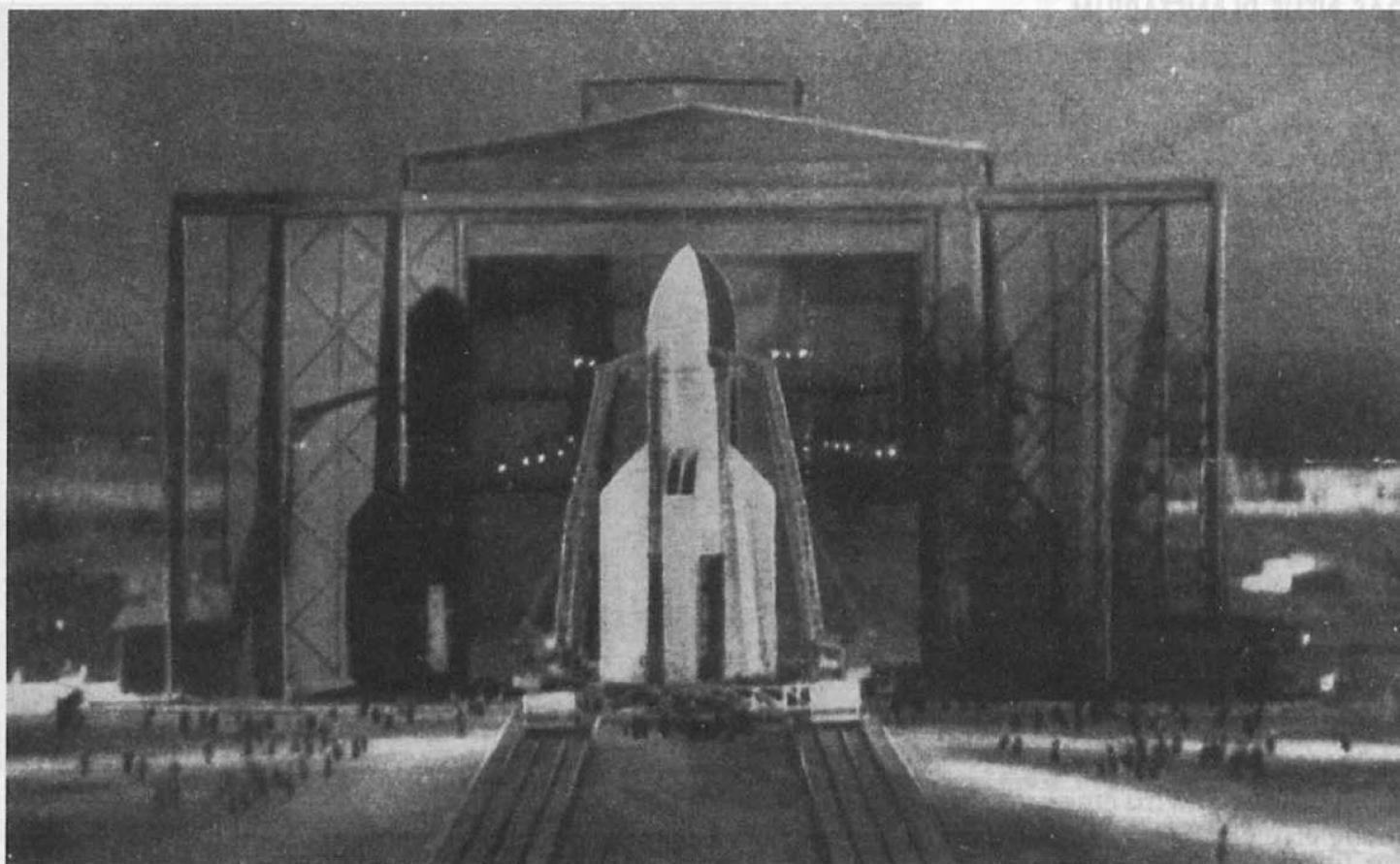
findungen entwickelte und vertrieb, insbesondere seine 1877 auf den Markt gebrachte **Ja-blochhoff-Kerze**. Das war ein sich beim Abbrand selbst regulierendes Bogenlicht-System, das zwei nebeneinanderliegende durch Kaolin getrennte Kohlestäbe verwendete, aber schon bald der besseren, sich mechanisch selbst regulierenden **Hefner-Kerze** weichen mußte.

### 21.3.1894

In Weissenburg, Bayern, wird **Rudolf Nebel** geboren. 1927 hatte er in Berlin den *Verein für Raumschiffahrt* gegründet, der wenig später in Tegel einen betriebseigenen Raketenflugplatz einrichtete, auf dem kleinere **Flüssigkeits-Raketen** entwickelt und erprobt wurden. Wie Hermann Oberth unterstützte auch Nebel die technischen Beiträge zum UFA-Film *Frau im Mond*, der 1929 das Raumfahrtthema populär machte.

### 23.3.1819

**Thomas Morton** in Leith, England, nimmt das britische Patent Nr. 4352 auf eine neuartige **Schiffsdock-Konstruktion**, bei der das schwimmende Schiff auf einen Schlitten gebracht wird, der an Ketten hängt und mit Dampfwinden gehoben wird, bis das Schiff auf dem Trockenen steht.



Darstellung der Raumfahrt im UFA-Film „Frau im Mond“, 1929.

### 24.3.1494

In Glauchau in Sachsen wird **Georg Agricola** geboren. Als vielseitiger Gelehrter, Arzt und **Bergbaukundiger** hatte er gegen Ende seines Lebens ein Werk zusammengetragen, das unter dem Titel *De Re Metallica Libri XII* das erste große technische Buch Deutschlands wurde. Es faßte besonders das Wissen um Bergbau und Hütten Technik gegen Ende des Mittelalters zusammen. Die erste Auflage erschien 1556, ein Jahr nach dem Tode Agricolas.

### GEORGI AGRICOLAE

DE RE METALLICA LIBRI XII. QVI-  
bus Officia, Instrumenta, Machinae, ac omnia denique ad Metallum  
cam spectantia, non modo luculentissime describuntur, sed & per-  
effigies, suis locis insertas, adiunctis Latinis, Germanisque appella-  
tionibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint.

II V S D E M

DE ANIMANTIBVS SVBERRANEIS Liber, ab Autore re-  
cognitum cum Indicibus diuersis, quicquid in opere tractatum est,  
pulchre demonstrantibus.



BASILEAE M<sup>o</sup> D<sup>o</sup> LVI<sup>o</sup>

Cum Privilegio Imperatoris in annos v.  
& Galliarum Regis ad Sexennium.

Titelblatt der ersten Auflage  
von Georg Agricola,  
*De Re Metallica*, Basel 1556.

### 30.3.1844

In Nürnberg stirbt 59-jährig **Johannes Scharrer**. Er erwarb sich in seiner Heimatstadt Hersbruck an der Lateinschule umfassende Kenntnisse. 1823, als Ratsmitglied der Stadt Nürnberg, plante und gründete er die dortige Polytechnische Schule, übernahm bald auch das Amt des Bürgermeisters. 1833 projektierte er zwischen Nürnberg und Fürth die erste deutsche mit Dampflokomotiven zu betreibende Eisenbahn,

die im Dezember 1835 ihren Betrieb aufnahm und sowohl technisch wie wirtschaftlich ein Erfolg wurde.

### DER AUTOR

*Sigfrid von Weiher*, Dr. phil., geb. 1920, Technik- und Industriehistoriker, gründete 1939 die Sammlung von Weiher zur Geschichte der Technik. Seit 1951 im Hause Siemens, war er dort von 1960 bis 1983 Leiter des Siemens-Archivs, von 1970 bis 1982 Lehrbeauftragter für Industriegeschichte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Er ist Ehrenmitglied des Vereins Deutscher Ingenieure und Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Georg Agricola-Gesellschaft. Er veröffentlichte Aufsätze und Bücher zur Technik- und Industriegeschichte. Die Rubrik „Gedenktage technischer Kultur“ bearbeitet Sigfrid von Weiher seit 1983.



Georg  
Agricola  
(1494–1555)

VON ROLF GUTMANN

## DAS NEUE PLANETARIUM IM FORUM DER TECHNIK

Das Zeiss-Planetarium des *Forums der Technik* im umgebauten ehemaligen Kongresssaal löst seit 9. Dezember 1993 das bisherige Planetarium im 6. Obergeschoß des Deutschen Museums ab. Das Herzstück des neuen Planetariums mit einem Kuppeldurchmesser von 20 Metern ist der neu entwickelte, mit Glasfasertechnik ausgestattete Planetariumsprojektor „Zeiss Modell VII“. Die Projektion von 8900 Sternen geschieht aus einer einzigen „Fixsternkugel“. Einzigartig ist dabei die integrierte Glasfaseroptik: Jeder einzelne Stern „hängt an einem gläsernen Faden“. Dadurch wird eine bisher nicht erreichbare Brillanz des Sternenhimmels erzielt.

Der „Starball“ ist in drei Achsen gelagert und so völlig frei beweglich, so daß an der Kuppel eine nahezu perfekte Illusion des natürlichen Sternenhimmels für beliebig wählbare Standorte auf unserer Erde erzeugt wird.

Darüber hinaus ist der Projektor ein „Raumflugsimula-

### Programmorschau

Expeditionen zum Südhimmel

Das faszinierende Erlebnis des südlichen Sternhimmels

Crystal Universe

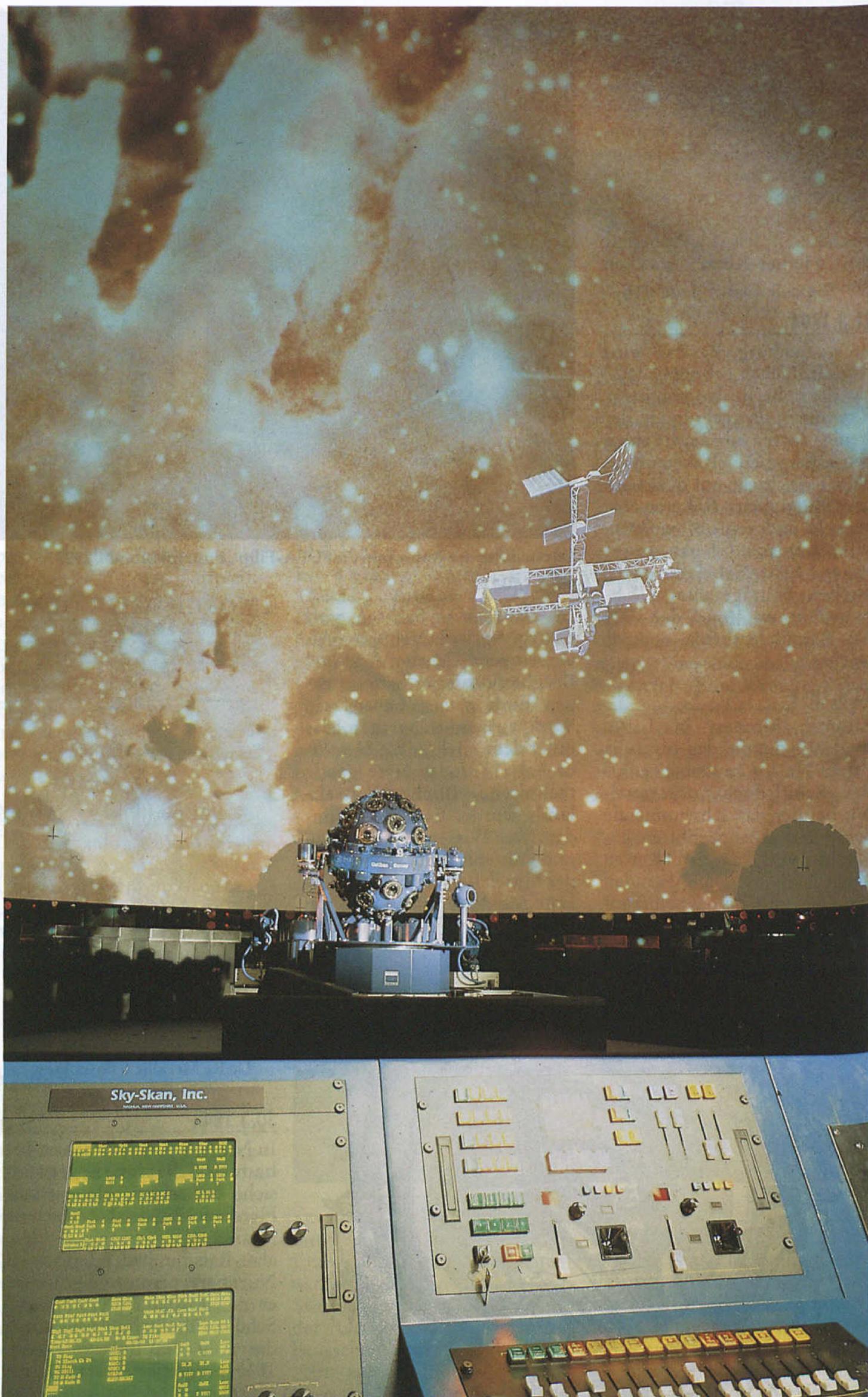
Eine musikalische Vision von Raum und Zeit

Wir sind ein Teil der Erde...

Poetische und musikalische Impressionen in der Sternenkuppel des Planetariums

Weitere Auskünfte: Forum der Technik,  
Tel. 089/211125-180,  
Fax 089/2112589

tor“ für unser Sonnensystem: Computersteuerung und Aufteilung des Systems in Komponenten erlauben einen stufenlosen Wechsel von der Erde zu einem beliebigen Standort in unserem Planetensystem. So kann man beispielsweise bequem vom Sessel aus längs der Bahn



Der Kugelförmige Planetariumsprojektor „Zeiss Modell VII“ vor einer Raumflugsimulation.

Foto: Axel Krueger, Taufkirchen/Vils

Januar · Februar · März 1994

## Sonderausstellungen

- bis 9. Jan. 2. OG 125 Jahre Technische Universität München  
Bayerns Weg ins Zeitalter der Technik
- bis 16. Jan. Foyer Bibliothek Chemie – Malerei – Poesie  
Das Weltbild der Chemie in der Bildwelt der Kunst  
Gedichte und Essays von Roald Hoffmann zu Collagen  
von Vivian Torrence
1. Febr. bis 17. April Foyer Bibl. Zoologische Buchillustration  
Sonderausstellung aus den Beständen der Bibliothek  
des Deutschen Museums
21. Jan. bis 4. April 2. OG FUSION-EXPO '93  
Eine Sonderausstellung über die Forschung auf dem Gebiet  
der thermo-nuklearen Kernfusion
21. - 24. März Eing. Bibl. Jugend forscht – Landeswettbewerb Bayern  
Ausstellung der Arbeiten der Jungforscher

## Flugwerft Schleißheim

Effnerstr. 18, D-85764 Oberschleißheim

- bis 30. Jan. KUNSTFLUG  
Ausstellung der Bildhauerklasse Prof. Reineking
- bis 27. Febr. Melli Beese  
Bildhauerin, Pilotin – eine ungewöhnliche Frau  
Ausstellung des Heimatmuseums Berlin-Treptow  
mit begleitenden Vortragsveranstaltungen:
19. Januar 17.30 Uhr Von Königsberg nach Berlin – Flughäfen der  
zwanziger und dreißiger Jahre in Deutschland  
Dr. Ulrike Gärtner, Dortmund
2. Februar 17.30 Uhr Fliegende Mädchen, Muster an Takt und Charme.  
Aus den Anfängen des Stewardessen-Berufs  
Ariane Bentner, Darmstadt

## Kolloquiumsvorträge

(16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

10. Januar Geometrisches in der russischen Kirchenmalerei im 15. Jh.  
Prof. Dr. Mariam M. Rozhanskaya, Moskau
24. Januar Der Tunnel des Eupalinos – Ein ingenieurtechnisches  
Meisterwerk archaischer Zeit  
Dr. Hermann Kienast, Athen
7. Februar Joseph Stalin and a "New" Soviet Biology  
Dr. Kirill O. Rossianov, Moskau
21. Februar Die Biologisierung der Kulturwissenschaften um 1900:  
Spannungen zwischen Positivismus und Idealismus  
Prof. Dr. Rüdiger vom Bruch, Berlin
7. März Technikphilosophie in Deutschland  
Prof. Dr. A. Huning, Düsseldorf
21. März Wissenschaftliche Austauschbeziehungen zwischen den  
Metropolen München und Berlin im späten 19. und  
frühen 20. Jahrhundert. Prof. Dr. Hubert Laitko, Berlin

## Orgelkonzerte und Sonntagsmatineen

(Musikinstrumentensammlung 1. OG, Platzkarten an der Kasse)

15. Januar 15.30 Uhr »Münchner Organisten an den Barockorgeln...«  
Solist: Friedemann Winkelhofer
16. Januar 11 Uhr Matinee: Sonaten für Violine und Cembalo von J. S. Bach  
Solisten: Katrin Ambrosius-Baldus, Violine, und  
Bernhard Gillitzer, Cembalo
5. Februar 15.30 Uhr »Münchner Organisten an den Barockorgeln...«  
Solist: Elmar Jahn
6. Februar 11.00 Uhr Matinee: Empfindsame Musik der Vorklassik  
Friederike Heumann, Viola da Gamba, und Christoph  
Hammer, Hammerklavier, spielen Werke von Komponisten  
zwischen Bach und Beethoven
12. März 15.30 Uhr »Münchner Organisten an den Barockorgeln...«  
Solist: Karl Maureen
13. März 11.00 Uhr Matinee: Klaviermusik von R. Schumann und F. Liszt  
Solist: Jean Goverts, Basel

## Deutsches Museum

Museumsinsel 1, D-80538 München, Tel. (089) 21791

## „FRAUEN FÜHREN FRAUEN“

Alle Führungen finden mittwochs ab 10.00 Uhr statt. Anmeldung und weitere Auskünfte im Deutschen Museum unter: Tel. 089/2179-252.

12. 1. Der gestirnte Himmel. Entwicklung der Astronomie.
19. 1. Frauenarbeit vor 100 Jahren. Die Auswirkungen der Industriellen Revolution.
26. 1. Von der Faser zum Stoff. Textiltechnik früher und heute.
2. 2. „Musica mechanica“. Musikautomaten.
9. 2. Verborgene Schätze. Sondersammlungen und Archive des Deutschen Museums.
16. 2. Altamira. Höhlenmalerei aus der Eiszeit.
23. 2. „Dein Wunsch war immer – fliegen.“ Entwicklung der Luftfahrt.
2. 3. Naturgesetze, unsere ständigen Begleiter. Vom Hebel bis zum Röntgenbild.
9. 3. Von der Kultfigur zur Kaffeekanne. Keramik.
16. 3. Bücher ohne sieben Siegel. Bibliotheksführung.
23. 3. Licht und Sehen. Optik.
13. 4. „Raumschiff Erde“. Mensch – Technik – Umwelt.
20. 4. Berühmte Frauen in Naturwissenschaft und Technik. Zu den Bedingungen von weiblichem Erfolg.

## „KUNSTFLUG“ IN SCHLEISSHEIM



„Ohne Titel“ – Kunstobjekt in der Flugwerft Schleißheim.

Wer die Ausstellung in der Flugwerft Schleißheim noch nicht gesehen hat, hat dazu in den nächsten Wochen noch Zeit: Bis 30. 1. 1994 sind die Objekte der Bildhauerklasse Prof. Reineking zu sehen.

des Halleyschen Kometen an der Erde und den anderen Planeten vorbeifliegen. Eine Multivisionsanlage erzeugt Bühnenbilder für Zwischenlandungen auf der Erde und den anderen Planeten.

Ganzhimmel-Projektionen verwandeln den Kuppelsaal in einen beliebigen Raum; der Betrachter wird ins Innere eines Gasnebels versetzt, oder er ist auf Wunsch von den Sternen der Plejaden umgeben. Neben astronomischen sind auch virtuelle, mathematische Welten, etwa die Räume der fraktalen Geometrie, realisierbar.

Eine Multivisionsanlage, eine transputergesteuerte Laseranlage, Spezialeffekte und das 6-Kanal-Surround-Soundsystem machen dieses neue Planetarium zum eindrucksvollen Erlebnisraum.

## ZOOLOGISCHE BUCHILLUSTRATIONEN

Eine Sammlung von 60 Originalblättern aus Tierbüchern der Bibliothek des Deutschen Museums zeigt eine Sonderausstellung im Foyer der Bibliothek vom 1. Februar bis 17. April 1994. Die Zeitspanne, in der die Originale entstanden, umfaßt die Inkunabelzeit – also das ausgehende 15. Jahrhundert – und reicht bis ins 19. Jahrhundert. Den Anfang macht ein Holzschnitt aus dem *Hortus Sanitatis*, den Jakob Meydenbach 1491 in Mainz gedruckt hat. Den Abschluß bildet ein Offsetdruck aus *Alfred Brehms Tierleben*, das zwischen 1863 und 1869 beim Bibliographischen Institut Hildburghausen erschienen ist. Dazwischen finden sich alle Stufen der polygraphischen Techniken: Holzstich, Kupferstich, Radierungen, Lithographie.

Ergänzt wird die Ausstellung durch Bücher aus dem Bibliotheksbestand. Besonders zu erwähnen sind der *Garten der Gesundheit*, eine deutsche Ausgabe des *Hortus Sanitatis*, die 1487 in Ulm von Conrad Dinckmut gedruckt wurde, und der prächtige Atlas über die *Surinamschen Insecten* von Maria Sybilla Merian.

# 10. Dezember Tag der Menschenrechte



In ihrer Charta haben sich die Vereinten Nationen das Ziel gesetzt,

*»eine internationale Zusammenarbeit herbeizuführen, um internationale Probleme wirtschaftlicher, sozialer, kultureller und humanitärer Art zu lösen und die Achtung vor den Menschenrechten für alle ohne Unterschied der Rasse, des Geschlechts, der Sprache oder der Religion zu fördern und zu festigen« sowie »geeignete Maßnahmen zur Festigung des Weltfriedens zu treffen«.*

(ART. I UN-CHARTA)

Die Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen (DGVN) betreibt Öffentlichkeits- und Bildungsarbeit über die Vereinten Nationen und ihre Sonderprogramme und -organisationen.

Sie informiert über Ziele und Arbeit der Vereinten Nationen. Sie diskutiert aktuelle Probleme und Zukunftsperspektiven der Weltorganisation.

Sie organisiert Diskussionsveranstaltungen, Konferenzen, Seminare und Fachgespräche.

Sie vermittelt Studienmaterialien.

Sie publiziert die Zweimonatszeitschrift VEREINTE NATIONEN und zahlreiche weitere fachspezifische oder allgemeine Informationen.

Fordern Sie weitere Informationen an:

**Deutsche Gesellschaft für die Vereinten Nationen e. V.,**  
Dag-Hammarskjöld-Haus, Poppelsdorfer Allee 55, 53115 Bonn,  
oder:

**DGVN Landesverband Bayern,**  
Heimeranstraße 2, 80339 München

## PREISVERLEIHUNG IM DEUTSCHEN MUSEUM

Jährlich wird herausragenden Publikationen, die im Deutschen Museum entstanden sind und sich mit der Geschichte der Technik und Naturwissenschaften auseinandersetzen, ein Preis zuerkannt. Dabei werden wissenschaftliche, aber auch popularisierende allgemeinverständliche Arbeiten in Buch- oder Zeitschriftenform ausgezeichnet.

Die Jury entschied sich für das Buch von Professor Otto Krätz *Goethe und die Naturwissenschaften* (München 1992), das die naturwissenschaftlichen Studien Goethes darstellt, die von der Alchemie über die Geologie und Optik bis hin zur Zoologie reichten.

Mit diesem Preis würdigte die Jury auch die großen Verdienste des Autors um die Geschichte der Naturwissenschaften im allgemeinen.

Ebenfalls ausgezeichnet wurde der Artikel von Dr. Elisabeth Vaupel *Zur Frühgeschichte des Aluminiums*, erschienen im *Wissenschaftlichen Jahrbuch 1992/93* des Deutschen Museums. Der Beitrag schildert den Streit um die chemische Isolierung des Aluminiums, das zwar das meistverbreitete Metall auf der Erde ist, aber erst im Verlauf des 19. Jahrhunderts entdeckt und in Anfängen industriell genutzt wurde.

Erhältlich sind beide Bücher über den Buchhandel oder den Museumsladen des Deutschen Museums.

## WANDERAUSSTELLUNG FUSION-EXPO 1993



Magnetspule aus einem Stellaratorexperiment.

„Die Energiequelle der Sonne beherrschen“ ist der Untertitel einer Wanderausstellung, die am 20. Januar 1994 im Deutschen Museum eröffnet wird. Sie wurde von der Euratom-Suisse-Association und Microcosm-CERN mit finanzieller Unterstützung der europäischen Atomenergieagentur EURATOM konzipiert und aufgebaut.

Nach den Präsentationen in Genf, Brüssel und München wird sie in den kommenden zwei Jahren in mehreren europäischen Städten zu sehen sein. Auf rund 80 Schautafeln präsentiert eine Vielzahl von Laboratorien, die auf dem Gebiet der Kernfusion arbeiten, ihre neuesten Ergebnisse.

Die Ausstellung zeigt:

- Einführung,
- Magnetischer Plasmaein-schluß,
- Trägheitsfusion und
- Zukünftige Reaktoren und ihre Umweltaspekte.

Modelle und Originalteile der verschiedenen Experimente veranschaulichen die unterschiedlichen physikalischen Ansätze beziehungsweise deren Umsetzung. Ein interaktives Bildschirmsystem bietet auch dem Nichtfachmann die Möglichkeit, sich über die Grundlagen und Zukunftsaspekte der Kernfusion zu informieren.

Die Ausstellung bleibt bis 4. April 1994 im Deutschen Museum.  
S. Hladky

# EIS AUS DEM BACKOFEN

## Ein Kurzscluß in Sachen Ökologie

Der kleine, silbrig-moderne Behälter sitzt oben auf dem Wasserglas. Plötzlich beginnt das Wasser zu sieden, es spritzt wild im Glas umher. Sekunden später beruhigt es sich, steht still am Boden des Glases. Und dann gefriert es.“

Das technische Wunderwerk, das sich als „umweltgerechte Innovation“ versteht, weil es Eis ohne Strom erzeugen kann, heißt *Ice-Quick*. „Diese fortschrittlichste Art der Eiserzeugung“, so lautet es weiter im Werbetext, „beruht auf einem revolutionären und einfachen System.“ Auf einem Wasserglas wird ein Adapter (44,- Mark) angebracht, der es erlaubt, mit Hilfe einer Handpumpe (165,- Mark) die Luft aus dem Glas abzusaugen. So entsteht ein starker Unterdruck im Glas, der das Wasser – die Füllhöhe soll einen halben Zentimeter nicht überschreiten – zum Sieden bringt. Und nun kommt das „revolutionäre System“ der *Zeo-Tech GmbH* in Unterschleißheim zum Einsatz: „Im Behälter auf dem Glas befindet sich das umweltfreundliche Mineral Zeolith; es hat die Eigenschaft, den Wasserdampf im Glas anzusaugen und ihn in seine Kristallstruktur einzubinden. Dem Wasser wird auf diese Weise Energie in Form

von Wärme entzogen, es kühlt sich bis unter den Gefrierpunkt ab. Keine Phantasie also, aber phantastisch einfach und effektiv.“

Der Nutzen des transportablen, stromunabhängigen Geräts ist erstaunlich. Auch wenn die geringe Wassermenge nur für einen Whiskey mit sehr knapp bemessenen *rocks* reicht, so gilt doch: „Ab sofort gefrie-

ren Sie sich Ihr eigenes Eis; auf Touren, beim Camping, am Strand, in der Wüste.“ Und das immerhin bis zu zehnmal mit einer Zeolith-Patrone (47,- Mark), so daß man dem ersten Abend in der Wüste mit der Aussicht auf zehn *Whiskey on the rocks* doch mit einiger Gelassenheit entgegensehen kann.

Doch wenn die Saugkraft der Zeolith-Füllung nach zehnmalem Einsatz erschöpft ist: Droht da nicht schon am zweiten Wüstenabend eislose Trostlosigkeit? Oh nein! Denn in diesem Falle „kann die Patrone in einem Backofen durch einmaliges Erhitzen bei 250 Grad Celsius über 2 Stunden wieder regeneriert werden“.

Womit klar ist, daß bei der nächsten Wüstenreise ein Backofen im Rucksack unentbehrlich ist. Unabdingbar ist dann natürlich auch die Mitnahme einer Steckdose oder – je nach Art des Backofens – eines Erdgasanschlusses, denn bei der „umweltgerechten Innovation“ auf dem Gebiet der Eiserzeugung schleicht sich die Abhängigkeit von Strom oder Erdgas durch die Hintertür der Patronenregeneration wieder ein. Und zwar in beachtlicher Größenordnung: Denn während der Haushaltskühlschrank das Getränke-

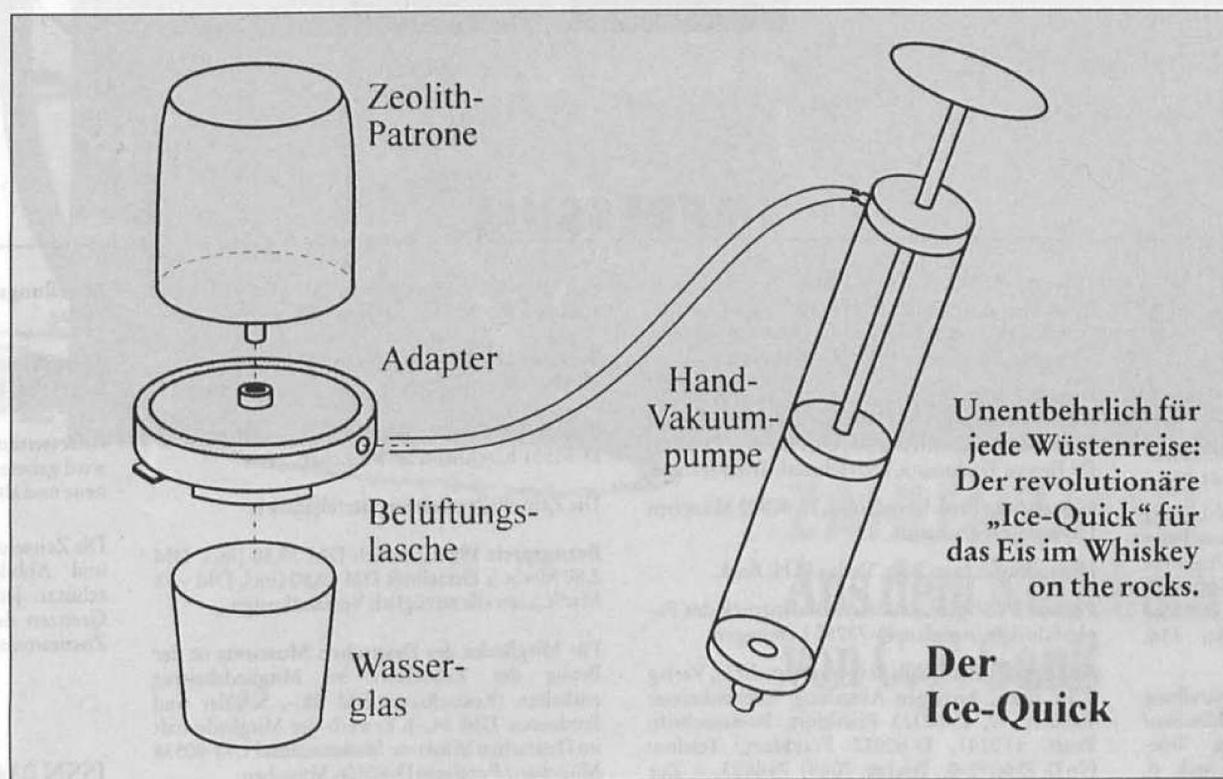
eis ohne nennenswerten Mehrverbrauch an Strom so nebenbei miterzeugt, kann man den Verbrauch an Energie, die zum Erhitzen eines Backofens auf 250 Grad Celsius über zwei Stunden hinweg nötig ist, nicht ganz so leicht übersehen.

Übrigens: Wer den Backofen in den Rucksack zu packen vergaß, kann sich mit einer Zeolith-Ersatzpatronenfüllung behelfen. Sie kostet 15,- Mark, jeder der zehn Eiswürfel demnach 1,50 Mark. Beim Haushaltskühlschrank muß man dagegen für das gleiche Ergebnis kaum mit Pfennigbeträgen rechnen. Doch zugegeben: Einen Kühlschrank auf die Wüstenreise mitzunehmen, steht dem Verstauen eines Backofens im Rucksack in nichts nach.

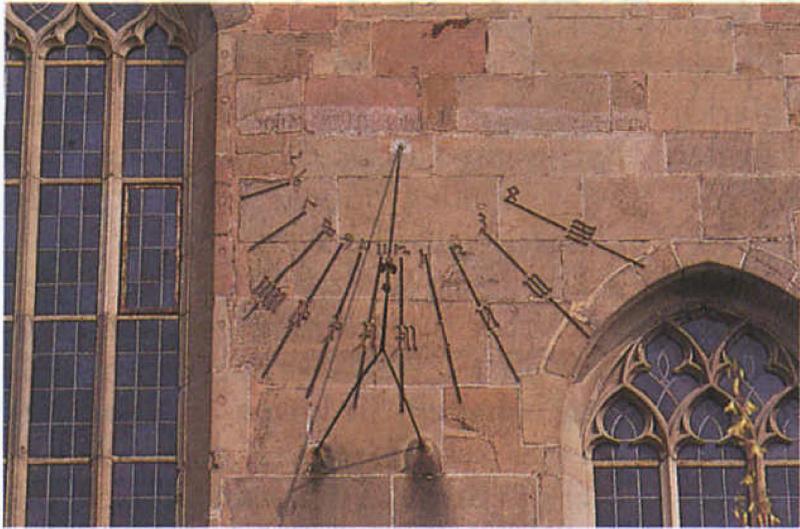
Die Kältemacher meinen: „Die Zukunft der Kältetechnik fängt mit dem *Ice-Quick* erst an.“ Denn: „Die Schnelligkeit, die Vielseitigkeit und das scheinbar so phantastische physikalische Schauspiel im Glas überraschen immer wieder, sei es zuhause, auf Parties, an der Bar oder beim festlichen Essen. Trotz aller Nützlichkeit und Vernunft wird der *Ice-Quick* den Hauch von Zauberei nicht verlieren.“

Es ist tatsächlich ein typischer Zauberberick, dem Publikum die umweltfreundliche, weil stromlose Eiserzeugung vorzugaukeln und die energieintensive Regeneration der Zeolith-Patrone mit dem Magiertuch zuzudecken und so vor den Augen der stauenden Zuschauer verschwinden zu lassen.

Wohl doch nur ein Eissturm im Wasserglas. D. B.

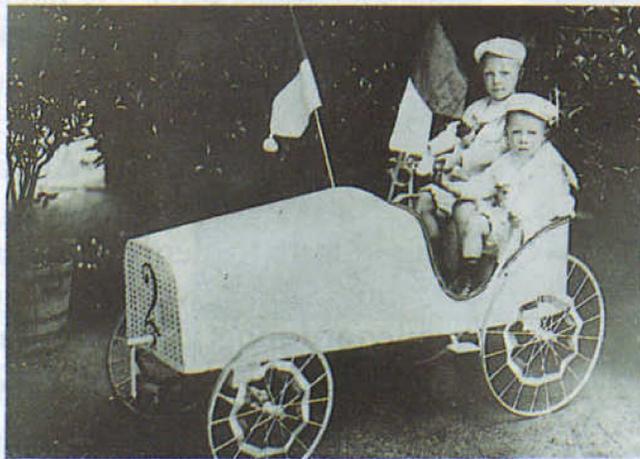


Die Suche nach neuen Methoden zur Gewinnung von Farben setzte im Zuge der Industrialisierung besondere Hoffnungen auf chemische Verfahren. Eine Schlüsselrolle spielte dabei Heinrich Caro, der die BASF in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zum führenden Farbenhersteller machte. □ Die Suche nach immer genauerer Zeitangabe hat ihren vorläufigen Abschluß in der Entwicklung von Atomuhren gefunden, die, wie auch mechanische Uhren, nicht mehr von der Sonne abhängig sind. Doch wie läßt sich Zeit selbst definieren? □



Sonnenuhr an der Kirche St. Regiswindis in Lauffen am Neckar – die früher übliche Form, die Ortszeit anzugeben.

Die Seifenkistl-Rennen kamen 1949 mit den Amerikanern nach Deutschland, doch Vorläufer hat es schon zu Beginn des Jahrhunderts gegeben. Stets waren die Rennen eine Mischung aus Gaudi und Begeisterung. □



Farbkreis, zusammengestellt aus der Produktionspalette der BASF, während Heinrich Caro Direktor des Chemieunternehmens war.

Karl und Willy Mann wurden beim „Seifenkistl“-Rennen 1904 in Oberursel Dritte und gewannen auch den Schönheitspreis.

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) 38189-331 oder -414. Telefax: (089) 38189-402.

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

Telefax: (089) 38 18 9-3 98, Postgirokonto: München 6229-802. Der Verlag ist oHG; Gesellschafter sind Dr. Hans Dieter Beck und Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Jobst Broelmann, Dr. Hans-Liudger Dienel, Rolf Gutmann, Dr. Otto P. Krätz, Dr. Hartmut Petzold, 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. 11 0241, D-60037 Frankfurt, Telefon: (069) 756091-0, Telefax: (069) 748683. – Zur

Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 10. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3, 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 58,-, Schüler und Studenten DM 34,-). 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.

ISSN 0344-5690



Fotos: H. Philipp, Hilden (u.o.); Deutsches Museum (r.o.); Vortanmuseum Oberursel (u.)