9.50 DM · B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums Verlag C. H. Beck, München 4/1990

KERNWAFFEN
Der Traum von der deutschen Bombe

GELDHUNGER
Falsches Gold und Korruption

TECHNIK
Ein Spielzeug für die Forschung

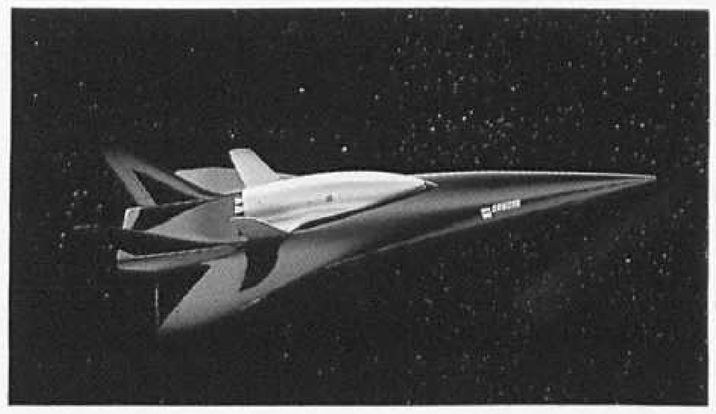
ÖKOLOGIE
Technik und Lebensraum

Gerlach
BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS MÜNCHEN

Nichts ist realistischer als eine starke Vision.

Als Otto Lilienthal 1891 seinen ersten Gleitflug bis 300 m schaffte, wurden diese Flugversuche noch von den meisten seiner Zeitgenossen als albern belächelt. Nur wenige Jahrzehnte später, im Mai 1927, steigt ein 25jähriger amerikanischer Postpilot in seinen einmotorigen Ryan-Eindecker, um als erster Mensch im Alleinflug die Strecke von New York nach Paris zu bewältigen: 5.800 Kilometer. Nach endlosen 33 Stunden und 35 Minuten setzt Charles Lindbergh zur Landung an. Dieser bis dahin längste Nonstop-Flug ist eine Sensation – nur noch vergleichbar mit der Landung des ersten Menschen auf dem Mond, 42 Jahre später. Und auch dies war zunächst einmal eine Vision. Eine Vision, die durch Intelligenz und Zielstrebigkeit zur Realität wurde.

Als man in Europa zum erstenmal laut nachdachte über eine mögliche Zusammenarbeit in der Luft- und Raumfahrt, wurde dieses Ansinnen



SÄNGER – Zweistufiges, wiederverwendbares Weltraumtransportsystem der Zukunft. Die erste Stufe hat ein hohes Maß an Gemeinsamkeiten mit einem Hyperschall-Passagierflugzeug.

noch mit Kopfschütteln beantwortet. Visionen dieser Art paßten nicht in die Zeit. Und daß später einmal ein Flugzeug von vier Nationen gebaut werden sollte – und dann noch ein Welterfolg wird –, hätte niemand für möglich gehalten.

Aber zu dieser Vision gesellte sich eben bald tatkräftiges Handeln, wurde der reinen Vorstellung konsequent und zielstrebig nach und nach ein Stück Realität abgerungen.

Visionen gedeihen nur unter langfristigem Denken. Mit einem Denken in Zeiträumen, die weit über die eigene Lebenszeit und erst recht über die Zeit des aktiven Berufslebens hinausgehen. Als Partner internationaler Programme trägt MBB als Systemfirma seinen Teil dazu bei, Visionen der High-Tech-Welt zu realisieren. Produkte zu schaffen, die weltweit Anerkennung finden.

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH

MBB

Deutsche Aerospace

INHALT

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

Titel: Gleisdreieck in Berlin. Foto: *Reiner Cornelius*

EDITORIAL 4
Liebhaber sind wir alle

KULTUR & TECHNIK RUNDSCHAU 6
Nachrichten und Informationen

LESERFORUM 9
Briefe an *Kultur & Technik*

KERNWAFFEN 10
Der Traum von der deutschen Bombe *Dieter Beisel*

BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE 16
Anton Flettners Rotorschiffe *Jobst Broelmann*

KULTURGESCHICHTE 18
Falsches Gold und Korruption *Otto Paul Krätz und Alfonsa Riggi-Haberstock*

MODELLBAU 26
fischertechnik: Spielidee mit Zukunft *Hans Joachim Holtz*

ÖKOLOGIE 32
Technik und Lebensraum *Hansjörg Küster*

PRO + CONTRA 40
Brauchen wir PVC? *Lothar Schwiegk und Frank Claus*

MUSEUMSPORTRÄT 42
Centrum Industriekultur in Nürnberg *Franz Sonnenberger*
Interview mit *Klaus-Jürgen Sembach*

BIOGRAPHIE 47
Georg von Arco, Pionier der drahtlosen Telegrafie *Margot Fuchs*

ASTRONOMIE 52
Der andere Weg der Chinesen *Tilman Spengler*

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT 58
Technik wird zur Wissenschaft *Charlotte Schönbeck*

DEUTSCHES MUSEUM 60
Nachrichten und Veranstaltungen

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR 62
Aus dem Archiv Sigfrid von Weihers

SCHLUSSPUNKT 65
Flugente auf der Roten Liste

VORSCHAU / IMPRESSUM 66

Fotos: dpa (l.); Pressefoto Lehnartz, Berlin (r. o); K & T

KERNWAFFEN. Nach der Entdeckung der Kernspaltung begriffen die Wissenschaftler sofort, daß sich damit Bomben von unvorstellbarer Vernichtungskraft bauen ließen. Auch einer, der nicht zur „Community" der Kernphysiker gehörte, begriff es: der Luftfahrttheoretiker, Flugzeug- und Flugwaffenkonstrukteur Herbert Wagner. 1941 forderte er, „mit allen verfügbaren Mitteln sowie den besten Kräften . . . die Entdeckung, die in Deutschland ihren Ursprung hat, auch für Deutschland nutzbar zu machen". Atombomben sollten Deutschland zur unschlagbaren Weltmacht werden lassen. – Dieser Teil des Nachlasses von Herbert Wagner wurde bislang nicht ausgewertet.
SEITE 10

LEBENSRÄUME. Menschen haben über Jahrtausende hinweg mit ihrer Technik Landschaften verändert. Nicht immer wurden dabei Pflanzen bedroht oder gar ausgerottet: Es entstanden auch günstige Lebensbedingungen für Pflanzen. Erst wenn die Kulturlandschaft verschwindet, ist die Natur wirklich bedroht.
SEITE 32

MODELLBAU. Zunächst wollte der Tumlinger Erfinder Artur Fischer nur ein originelles Weihnachtsgeschenk für Kinder entwickeln. Mit der Zeit entstand daraus, bis hin zur Elektronik, ein vielseitig verwendbares Konstruktionssystem: die *fischertechnik*. Es kommt in Ingenieurbüros, Forschung und Lehre zum Einsatz. **SEITE 26**

BAUSTEINE FÜR EINE SICHERE ZUKUNFT: PHILIPS.

LIEBHABER SIND WIR ALLE

Liebe Leserin, lieber Leser,

er heißt Klaus Liebhaber, und aus doppelseitigen Illustrierten-Anzeigen schaut er Ihnen lächelnd in die Augen. Seine Werbebotschaft ist ohne Arg: Er ist, sagt er, Verfahrenstechniker in einem Chemie-Werk, und er sucht nach Wegen, Schadstoffe für die Gewässer an den Produktionsstätten zurückzuhalten. Was dann noch an Abwässern das Werk verläßt, soll soweit entgiftet sein, daß Kläranlagen die restlichen Schadstoffe abbauen können. In gleicher Weise sollen die Luftschadstoffe zurückgehalten werden, die bislang ungehindert durch die Schlote entwichen. Daß es keine Kläranlagen für die Luft gibt, sagt Klaus Liebhaber nicht.

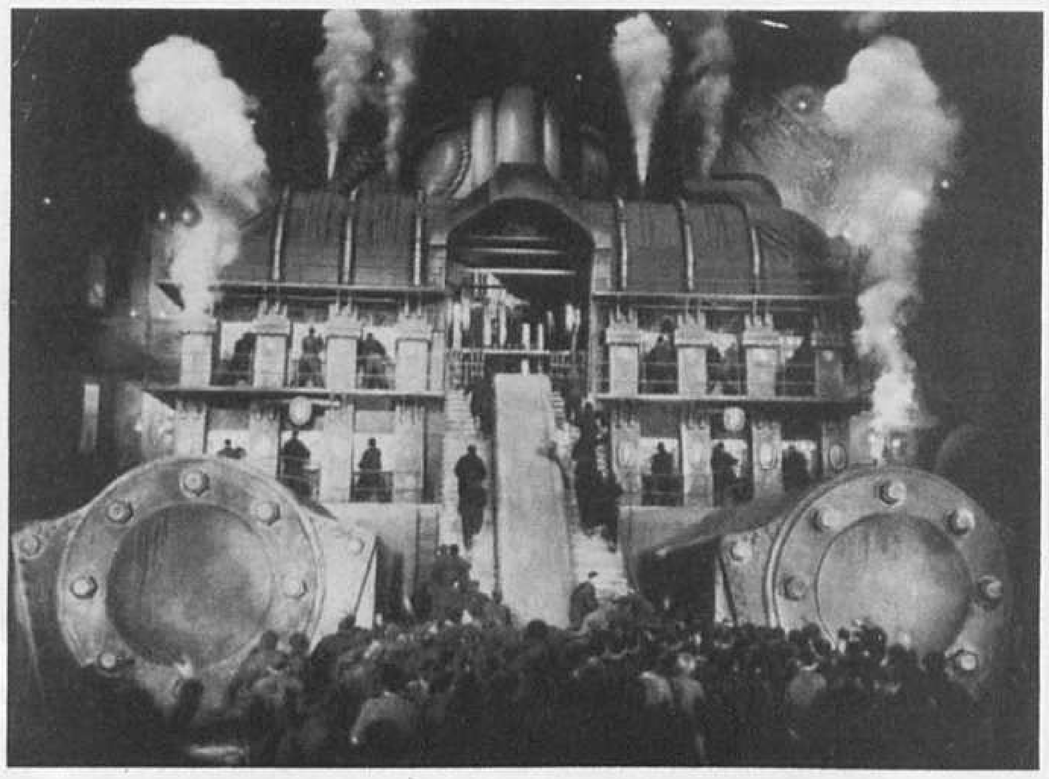
Techniker und Ingenieure versuchen, durch den Einsatz von Technik die Probleme zu lösen, die erst durch den Einsatz von Technik entstanden. Ob ihr Bemühen ausreichen wird, Luft, Wasser und Böden als natürliche Lebensgrundlagen zu erhalten, wissen wir nicht mit Sicherheit. Sicher jedoch ist, daß Klaus Liebhaber noch vor weniger als 20 Jahren nicht an so prominenter Stelle hätte zu Wort kommen können. 1973 stellte der damalige niedersächsische Wissenschaftsminister Eduard Pestel die ein Jahr zuvor fertiggestellte *Club-of-Rome*-Studie *Grenzen des Wachstums* in der Mainzer Rheingold-Halle einer handverlesenen Elite aus Wirtschaft und Wissenschaft vor: Statt mit Betroffenheit reagierten viele im Saal mit Murren und Lachen.

Damals für wenige erst, heute wohl für die meisten: Verloren ist die kindlich-gläubige Unschuld, mit der man die erste Dampfmaschine, das erste Automobil, das erste Flugzeug anstaunen konnte. Der Glaube an das segensreiche Wirken der Chemie- und Pharmaindustrien ist durch den Zweifel zermürbt, der sich bei schwindender Artenvielfalt und Plötzlichem Kindstod einschleichen muß. Die Hoffnung, linde Kernkraftpfade durch liebliche Energielandschaften gehen zu können, ist nicht erst seit Tschernobyl deutlich gedämpft – doch danach um so mehr. Als zu verletzlich hat sich die dünne Erdhülle erwiesen, von der wir leben, als zu verletzlich das Leben selbst.

Indessen: Selbst die schärfsten Technikkritiker wollen selten völlig auf Technik verzichten. Noch die harmloseste Kamera und das umweltfreundlichste Fahrrad setzen industrielle, setzen chemische Produktionsverfahren voraus. Wir wollen die Technik, doch nicht ihre Folgen. Liebhaber sind wir alle.

Nicht *ob* wir Technik gebrauchen dürfen, steht in Frage, sondern *wie* wir Gebrauch von ihr machen. Technik bedarf einer neuen Qualität des Umgangs mit ihr. Soll Industriekultur mehr sein als die Veredelung von Gütern bei wachsender Warenfülle, soll sie die Kultur einer Industriegesellschaft bezeichnen, dann sind Ozonloch und zur Müllkippe verkommene Meere, sind verbleite Böden und aufgeheizte Erdatmosphäre unübersehbare Indizien eines erschreckenden kulturellen Defizits. Es zu beheben, setzte das kaum erst ansatzweise vorhandene Begreifen voraus, daß Ökologie nur ein anderes Wort ist für Langzeit-Ökonomie.

Kultur und Technik nebeneinander anzusiedeln, ist ein Irren in geschichtslosem Raum. Zu Beginn war Kultur nichts anderes als Technik: *cultura* war die Technik des Ackerbaus. Bodenbearbeitung, Bewässerung und Vorratshaltung forderten die technische Intelligenz der frühen Ackerbauern heraus. Und indem die vorzeitlichen Jäger und Sammler seßhaft wurden, entwickelten sie mit der Bodenkultur – bis in die Religionen hinein – ihre gesellschaftliche Kultur. Fälschlich verstehen wir heute recht häufig unter Kultur: Mozart und Bach, Goethe und Hegel, Einstein oder Picasso – ohne die kulturelle Leistung des Seßhaftwerdens, die noch nicht zwischen technischer und gesellschaftlicher Kultur unterschied, hätte sich geistige Kultur wohl nicht zu dieser Höhe entfalten können. Das Finden und Erfinden von Techniken, die die Lebenssorge bewältigen halfen, hat immer Kulturen geprägt. Und umgekehrt waren Kulturen der Nährboden für wachsende technische Intelligenz.



Fritz Lang: *Metropolis* (1925).

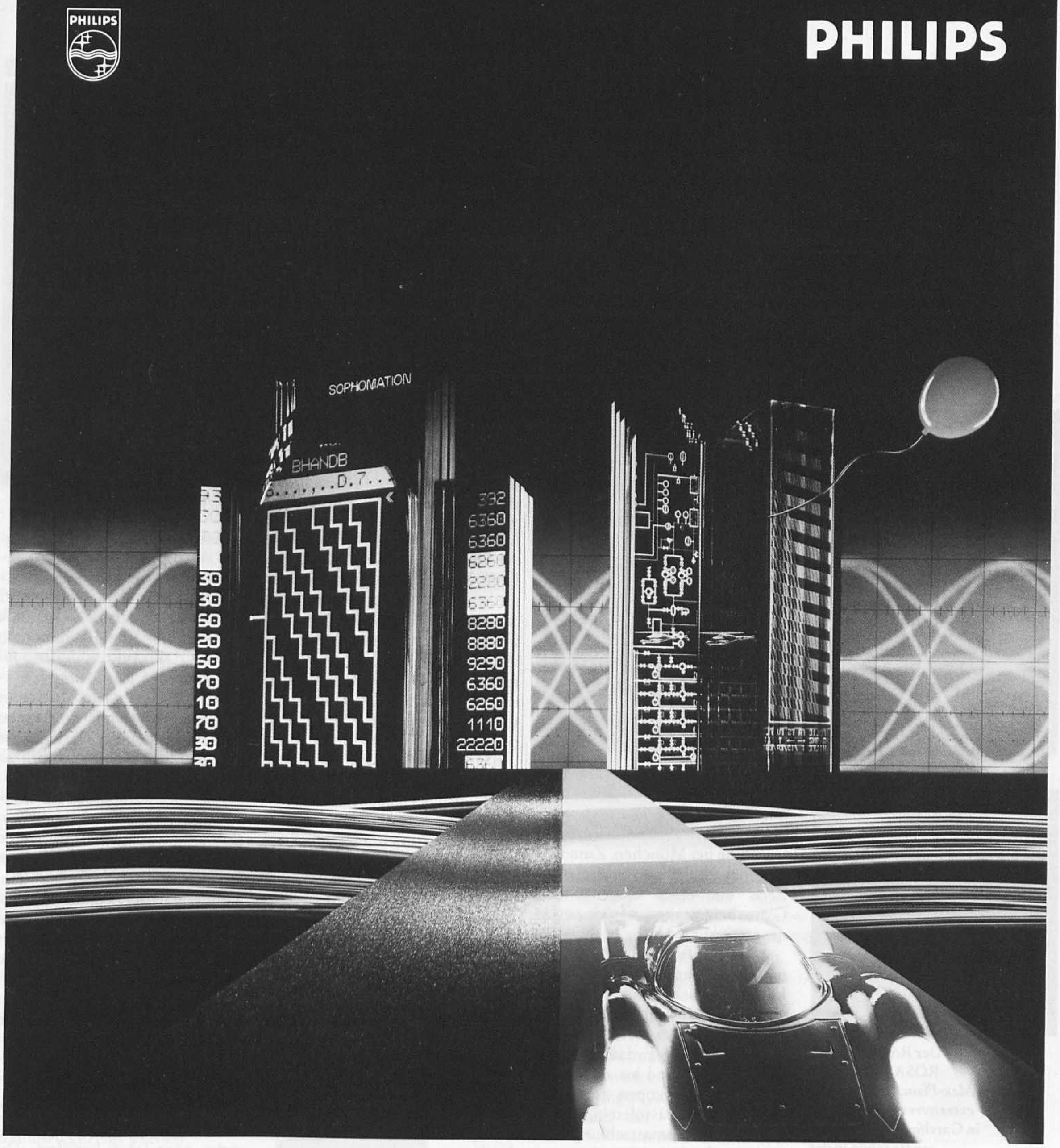
Das Auseinanderklaffen von Kultur und Technik verweist auf die Orientierungslosigkeit, die mit jedem Geschichtsverlust einhergeht. Bei aller Wahrnehmung drängender Gegenwartsprobleme ist *Kultur & Technik* darum immer auch zugleich eine Zeitschrift für Kultur- und Technik*geschichte.* Verstanden werden will nicht nur, wie beispielsweise eine Dampfmaschine funktioniert. Begriffen werden will vor allem, welcher technische, kulturelle und gesellschaftliche Wandel mit ihr verbunden war – nicht zuletzt: wie sie das Gefüge natürlicher Lebensräume und Ressourcen verändert hat.

Zur Information über technische Sachverhalte gesellt sich das Nachdenken über ihren kulturellen Stellenwert, die Diskussion auch – sie mag zuweilen kontrovers sein – über gangbare Wege und problemlösende Perspektiven. In *Kultur & Technik* daran teilzunehmen, lade ich Sie ein.

Herzlich Ihr Dieter Bendel

Foto: Deutsches Institut für Filmkunde

PHILIPS



PHILIPS IN DEUTSCHLAND:

Eines der großen Unternehmen der Elektronik-Industrie. Weit mehr als 30.000 Menschen arbeiten in Forschung und Entwicklung, Produktion und Vertrieb. Kontinuierliche Leistung und gleichbleibende Qualität sind für die bedeutende Stellung im Markt entscheidend. Philips begegnet heute den Herausforderungen von morgen.

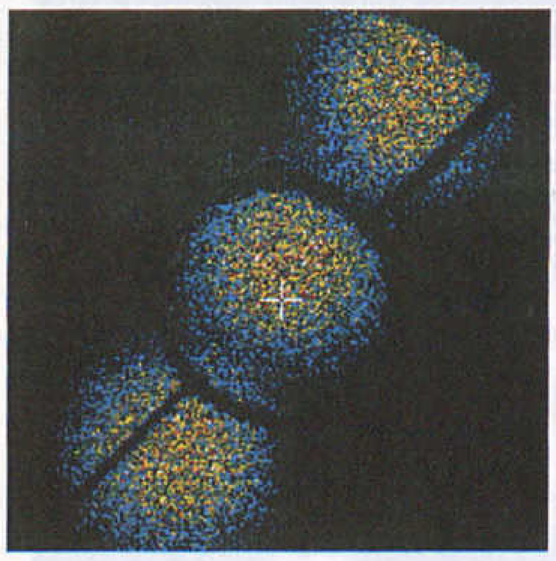
BAUSTEINE FÜR EINE SICHERE ZUKUNFT: PHILIPS.

Alexander Demuth Corp. Com.

Von Hans-Liudger Dienel und Christiane Frische

RÖNTGENBILDER AUS DEM ALL

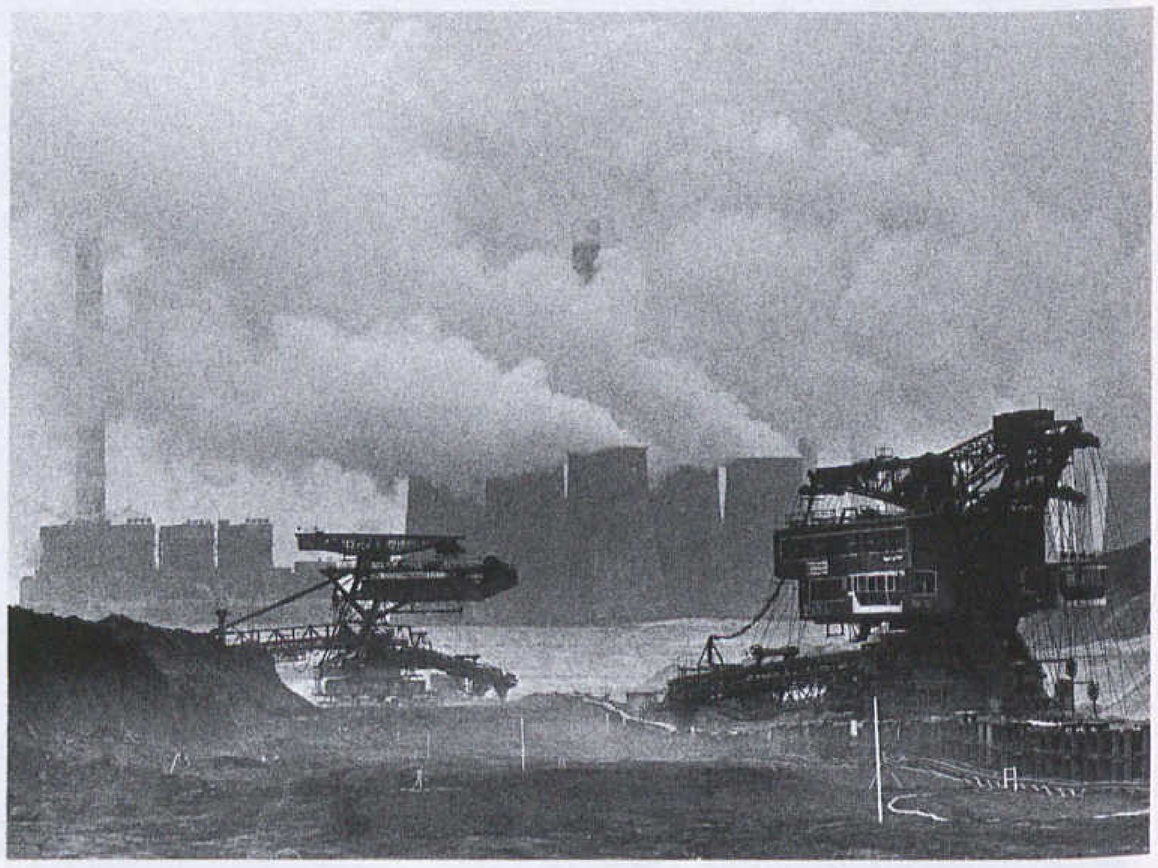
Schon 14 Tage nach seinem Start am 1. 6. 1990 hat der Röntgensatellit ROSAT, der größte westeuropäische Forschungssatellit, das erste Bild zur Bodenstation der *Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt* in Weilheim bei München gesendet. Zu sehen waren verschiedene Röntgenquellen in der Großen Magellan'schen Wolke. „Das Bild ist so scharf wie wir es erwarten", stellte Prof. Joachim Trümper fest, wissenschaftlicher Leiter des ROSAT-Projekts und Direktor am *Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik* in Garching bei München. Zum Erfolg haben Röntgenspiegel von Zeiss mit einer Oberflächen-Glätte beigetragen, wie sie zuvor nie erreicht wurde.



Der Röntgensatellit ROSAT (oben) des *Max-Planck-Instituts für extraterrestrische Physik* in Garching bei München sandte schon in der Testphase einwandfreie Bilder. Eine bekannte Röntgenquelle (unten) diente zum Eichen.

Mit ROSAT soll eine systematische Durchmusterung des Himmels nach Röntgenquellen vorgenommen werden. Nur optisches Licht und Radiowellen können die Erdatmosphäre durchdringen und bis zu erdgebundenen Teleskopen gelangen. Infrarot-, Ultraviolett-, Röntgen- und Gammastrahlung dagegen erfordern eine extraterrestrische Beobachtungsstation. Bisher sind den Himmelsforschern rund 5000 Röntgenstrahler bekannt. Wenn die Himmelsdurchmusterung abgeschlossen sein wird, werden, so vermuten die Forscher, um 100000 kosmische Objekte bekannt sein, die noch nie im Röntgenlicht gesehen und fotografiert wurden.

KERNKRAFT FÜR DIE DDR



Abbildungen: MPG-Pressebild (2); Bilderdienst Süddeutscher Verlag

VEB Braunkohlenwerk *Glückauf* in Nochten/DDR.

Nach den USA und Kanada hat die DDR den dritthöchsten Pro-Kopf-Verbrauch an Primärenergie in der Welt. Der Löwenanteil der umgesetzten Energie kommt allerdings nicht den Endverbrauchern zugute, sondern wird unterwegs vergeudet. Hauptschuldige dafür sind die total veralteten Wärmekraftwerke. Nicht nur der geringe Wirkungsgrad, auch die hohen Schadstoffemissionen lassen einen weiteren Betrieb vieler Kraftwerke nicht mehr zu. Das ganze Ausmaß des Schreckens ist hier noch gar nicht bekannt, da Umweltdaten in der DDR von 1982 bis 1989 Staatsgeheimnis und die publizierten Werte zum größten Teil per Politbürobeschluß nach unten korrigiert waren.

Alle Beteiligten sind sich darin einig, daß gewaltige Investitionen für den Umbau der Energiewirtschaft notwendig sind. Uneinig ist man sich über den Weg. Die aus der Bundesrepublik bekannten kontroversen Standpunkte finden sich nun auch in der DDR. So haben die Generaldirektion der Energiekombinate in der DDR und das *Institut für Energetik* der Regierung vorgeschlagen, bis zum Jahr 2010 zehn Kernkraftwerke mit westlichem Standard zu einem Gesamtpreis von über 50 Milliarden Mark zu ordern.

Die Forschungsstelle Umweltpolitik der *Freien Universität Berlin* kommt dagegen in einem kürzlich erschienenen Gutachten für die DDR-Grünen zu dem Schluß, daß der geplante Ausbau der Kernenergie und der alten Braunkohlekraftwerke teurer wäre als der ökologische Umbau der Energiewirtschaft. Die Berliner schlagen einen flächendekkenden Bau von dezentralen Blockheizkraftwerken vor.

GESCHICHTE LEBT IM TOTEN MEER

Seit Jordanien und Israel den Jordan zur Bewässerung ihrer Landwirtschaften anzapfen, sinkt der Spiegel des Toten Meeres immer weiter ab. Die damit drohende ökologische Katastrophe für das Jordantal beschert Archäologen allerdings zugleich den Zugang zu bislang verborgenen Schätzen. So kamen jetzt rund 50 Meter vom heutigen Ufer drei antike Steinanker im seichten Wasser zum Vorschein, deren Alter die C 14-Analyse auf zirka 2250 Jahre beziffert. Die konzentrierte Sole hatte die Anker vor dem Verfall konserviert; selbst Teile der Seilverbindung blieben erhalten.

Für Historiker sind die eingelegten Anker wertvoll, bestätigen sie doch schriftliche Überlieferungen, daß das Tote Meer schon vor mindestens 2300 Jahren zu den wichtigsten Verkehrswegen im Mittleren Osten zählte.

STEINKOHLE-BERGBAU IN SACHSEN

Die Fahrt ins 1986 eröffnete Bergbaumuseum in Oelsnitz ist nun auch für Besucher aus der Bundesrepublik kein Problem mehr. Sachsen war allerdings nie ein großes Steinkohlenrevier, die Förderzahlen stets bescheiden – in Oelsnitz 1913 rund 2,34 Millionen Tonnen. Allerdings galt der Kaiserin-Augusta-Schacht, der heutige Karl-Liebknecht-Schacht, seit seiner Rekonstruktion ab 1923 als modernste Förderanlage in Deutschland. Er war 1869–1872 abgeteuft worden und hatte nach mehrfacher Vertiefung in den 30er Jahren eine Tiefe von 595 Metern. Die Steinkohlenförderung wurde 1971 eingestellt und der Schacht als Bergbaumuseum gestaltet.

Zum Museum gehören der 1923 errichtete 50 Meter hohe Förderturm und die umgebenden Schachtgebäude, die Eingangshalle mit der einstigen Lampenstube, die Umformerhalle und das frühere Mannschaftsbad, dazu das Dampfmaschinengebäude. Neben einer Photoausstellung zur Geschichte des Bergbaus in Lugau-Oelsnitz und einer Ausstellung zur Geschichte der Bergbautechnologie ist der Geschichte des sächsischen Steinkohlen-Bergarbeiters breiter Raum gewidmet.

Auf dem Gelände können Förderwagen, der Förderturm und die Dampfförderanlage, aber auch die elektrische Turmfördermaschine von 1923 – mit *Siemens-Schuckert*-Motor von 1923 – besichtigt werden. In zwei Etagen des ehemaligen Mannschaftsbades ist ein Untertagebereich nachgebildet, in dem auf einem 400 Meter langen Rundgang die verschiedenen Ausbau- und Versatzarten und Abbautechniken gezeigt werden.

Das Bergbau Museum in Oelsnitz im Erzgebirge.

Abbildungen: Bergbau Museum Karl-Liebknecht-Schacht; Lithographie von P. Benoist

SONNIGE ZEITEN

Die „Erntefaktoren" in der Photovoltaik werden besser. Als Erntefaktor bezeichnet man den Quotienten aus der Nettoenergieerzeugung einer Anlage und dem gesamten Primärenergieverbrauch für die Herstellung dieser Anlage und der Betriebsstoffe. Noch vor wenigen Jahren schien es aussichtslos, daß photovoltaische Kraftwerke jemals eine Amortisation der eingesetzten Energie erbringen würden.

Eine Studie aus der *Forschungsstelle für Energiewirtschaft* in München hat nun bewiesen, daß bei dem hohen Stand der heutigen Technik die eingesetzte Energie bereits nach vier bis fünf Jahren wieder eingespielt ist. In wenigen Jahren wird dieser Wert in Deutschland auf unter drei, in sonnigeren Gegenden der Welt auf unter 1,5 Jahre sinken.

Die multikristallinen Siliziumzellen sind dabei energetisch effektiver als die bisher vorherrschenden monokristallinen Zellen. Am wirkungsvollsten sind Zellen mit amorphen Kristallstrukturen. Ihre industrielle Fertigung ist aber noch Zukunftsmusik. Doch können energetische Amortisationszeiten nach den vorliegenden Ergebnissen nicht länger als grundsätzliches Hemmnis für den Einsatz von Solarzellen zur Energieerzeugung angesehen werden.

DIE SEINE WIRD ZUM PENDLERSTROM

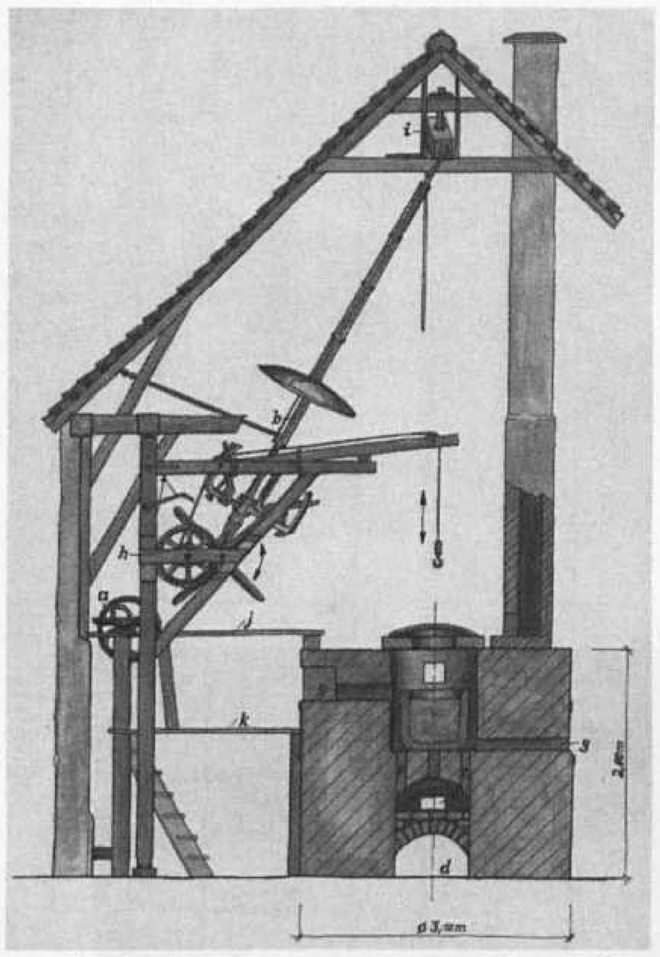
In Paris sucht der öffentliche Nahverkehr neue Wege auf alten Pfaden. Nachdem vor rund 60 Jahren der Bateaux-Bus ausgemustert wurde, ruhte der Linien-Passagierverkehr auf der Seine. Jetzt soll der Wasserbus wieder zu neuen Ehren kommen. Im kommenden Jahr werden 20 Boote für jeweils 70 Passagiere den Pariser Pendelverkehr entlasten. Die Linienstrecke führt über 23 Kilometer zwischen Suresnes im Westen und Charenton im Osten. 27 Haltestellen auf beiden Seiten der Seine werden im Zehn-Minuten-Takt angesteuert.

Wasserbus auf der Seine in Paris um 1880.

Außerhalb des Stadtzentrums erreicht der Wasserbus eine Höchstgeschwindigkeit von 40 Kilometern pro Stunde. Durch das Stadtgebiet fährt er mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 15 Kilometern pro Stunde und ist damit deutlich schneller als sein Asphalt-Pendant, das in der Rush-hour im Schnitt nur zehn Kilometer pro Stunde zu Wege bringt. Zusätzlich empfiehlt sich der Wasserbus als Nahverkehrsalternative mit einem Angebot von Kaffee und Zeitungen für seine Pendlerpassagiere.

Problematisch bleibt die Projektfinanzierung. Eine Studie der Pariser Verkehrsbetriebe RATP ergab: Wenn mit Monatskarten für Metro und Busse gefahren wird, droht ein jährliches Defizit von rund 15 Millionen Francs, das sind rund 4,4 Millionen Mark.

GLAS AUS BENEDIKTBEUREN

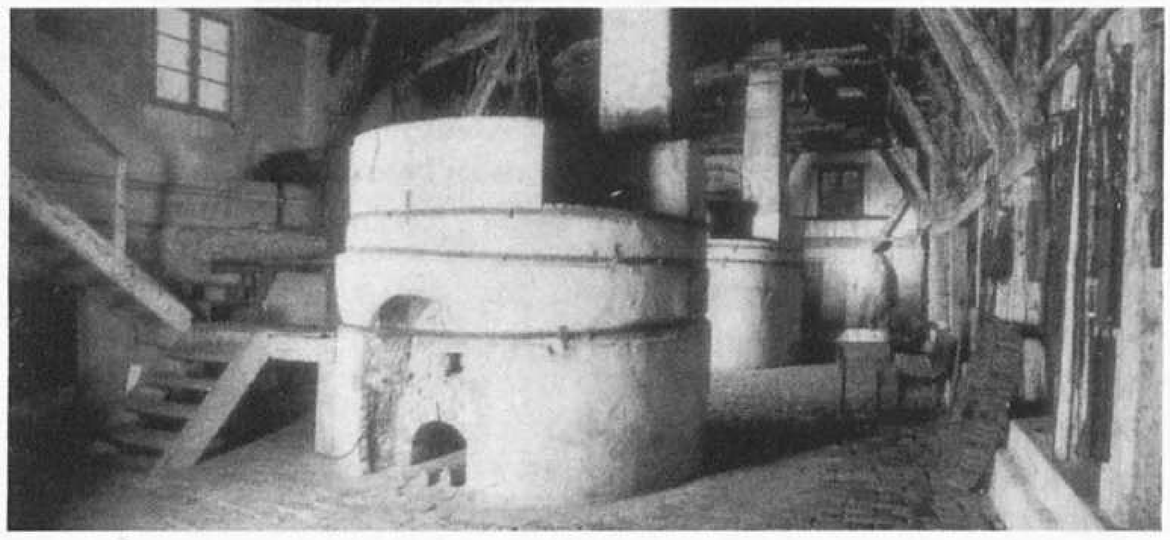


Die historische Fraunhofer-Glashütte Benediktbeuren in einer Funktionszeichnung (oben) und mit der Innenausstattung, die unverändert erhalten geblieben ist (unten).

Die historische Glashütte in Benediktbeuren, in der Joseph von Fraunhofer (1787 bis 1824) das hochwertigste Glas der damaligen Zeit herstellte, ist, bereichert um eine kleine Ausstellung, seit Juli für die Öffentlichkeit wieder zugänglich. Die unverändert erhaltene Glashütte gibt einen guten Einblick in die Arbeitsweise dieser frühindustriellen Anlage.

Joseph von Fraunhofers optische Präzisionsinstrumente, vor allem auch Instrumene für die astronomische Forschung, hatten in ganz Europa einen guten Ruf. Der Unternehmer Joseph von Utzschneider, der nach der Säkularisation der bayerischen Klöster in den Jahren 1802/1803 das Kloster Benediktbeuren im Jahr 1805 für 55 000 Gulden erworben und auf dem Gelände zwei Glashütten errichtet hatte, betraute den später geadelten Forscher, Erfinder und Ingenieur Joseph Fraunhofer mit der Leitung der Glashütte. Nach seinen streng geheimgehaltenen Rezepten wurde in Benediktbeuren bis zum Jahr 1883 optisches Glas hergestellt. Das Verbot der bayerischen Armeeverwaltung, in den Wäldern um das Kloster weiter das Brennholz für die Glasöfen zu schlagen, bedeutete das Ende der Glashütte.

Joseph von Fraunhofer, der die nach ihm benannten dunklen Linien im Sonnenspektrum entdeckte und damit den Grundstein für die Spektralanalyse legte, wurde zum Namenspatron der 1949 gegründeten *Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung*. Zusammen mit dem *Haus der Bayerischen Geschichte* plant sie für 1991 eine große Fraunhofer-Ausstellung in Benediktbeuren.

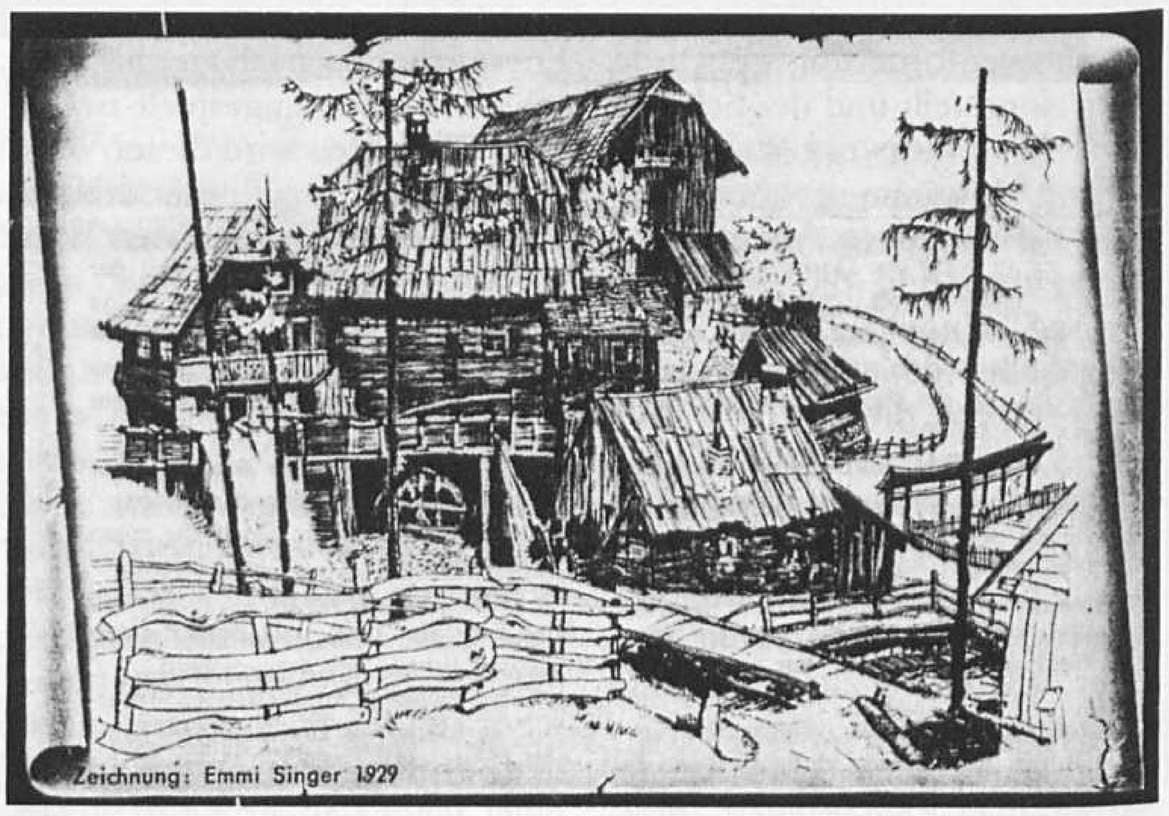


„G'SUND TRAGEN!"

Wer heute ein altes Handwerk beherrscht, etwa das Klöppeln, das Reetdachdecken oder das Schmieden, ist wieder eine vielgefragte und zum Teil hochbezahlte Arbeitskraft. Das hätte man vor 20 Jahren kaum erwartet. Gute Aussicht auf eine weitere wirtschaftliche Blüte haben beispielsweise die traditionellen Lodenwalken, so die seit über 500 Jahren bestehende Lodenwalke am Dachstein in Österreich.

Nach dem Weben oder Strikken werden die Stoffe in warmem Wasser energisch gewalkt und gestampft. Dabei schrumpft der Stoff auf 40 Prozent der Fläche. Vom Spinnen der Garne bis zum Nähen der fertigen Kleidungsstücke befinden sich alle Arbeitsgänge unter einem Dach. Das Unternehmen beschäftigt etwa 60 Mitarbeiter. Es produziert erstaunlich preiswerte, langlebige Kleidungsstücke mit einem festen Marktsegment.

Die Lodenwalke am Dachstein ist ein überzeugendes Beispiel für die Überlebensfähigkeit alter, gewachsener Technologien auch außerhalb von Freilicht- und Industriemuseen.



Zeichnung der Lodenwalke am Dachstein.

NEUE FORSCHUNGSBEREICHE

Seit Jahresmitte gibt es an den deutschen Hochschulen drei neue Sonderforschungsbereiche, die, wie üblich, von der *Deutschen Forschungsgemeinschaft* gefördert werden. An der Universität Stuttgart werden „Hochtemperaturprobleme rückkehrfähiger Raumtransportsysteme" erforscht. Über die Materialbelastung beim Wiedereintritt einer Raumfähre in die Erdatmosphäre hat man bislang wenige Kenntnisse, und auch über die Auswirkungen der extrem hohen Temperaturen von 1800 Grad Celsius, die beim Aufstieg das Material der Triebwerke belasten, ist zu wenig bekannt. Der Sonderforschungsbereich soll sicherere Gründlagen erarbeiten.

Ebenfalls in Stuttgart werden von Ingenieurwissenschaftlern und Physikern „Hochdynamische Strahlführungs- und Strahlformungseinrichtungen für die räumliche Bearbeitung mit Laserstrahlen" erforscht. Angestrebt wird eine effiziente und hochgenaue Bearbeitung von Werkstoffen in den Bereichen Schneiden, Schweißen, Erwärmen und Härten.

An der Universität Karlsruhe sollen „Komponenten für die rechnerintegrierte Konstruktion und Fertigung von Bauteilen" erarbeitet werden. Die verschiedenen Planungs- und Produktionsprozesse sollen integriert, die Abläufe zwischen Auftrag und Auslieferung eines Produkts deutlich verbessert werden – ausdrücklich „unter Berücksichtigung der Bedürfnisse des arbeitenden Menschen".

Abbildungen: Fraunhofer-Gesellschaft (2); Firmenprospekt Lodenwalke

Redaktion Kultur & Technik, Verlag C. H. Beck, Wilhelmstraße 9, 8000 München 40

Europa trocknet nicht aus

Der Elsbett-Motor: Rainer Olbert und Georg Gruber über ein umweltfreundliches Motoren-Konzept – *Kultur & Technik* 2/1990.

Die gegebene Information über einen Motor mit Pflanzenöl als Treibstoff enthält viel Nachdenkenswertes. Leider wird aber die Seriosität durch die eingestreuten Überlegungen über die Umwandlung von Teilen der Sahara in Ackerland erheblich gemindert. Ich möchte das an Beispielen aus dem Kasten „Änderung des klimatischen Geschehens mit technischen Mitteln" erläutern.

Da steht, daß trotz der vorgeschlagenen großflächigen Verdunstung von Wasser an der afrikanischen Küste „landeinwärts" tagsüber die Sonne scheinen soll, „und nur durch die Nachtabkühlung würde Regen erzeugt". Ergiebiger Niederschlag setzt neben genügend Feuchtigkeit der Luft eine entsprechende Schichtung der Troposphäre voraus. Eine nächtliche Abkühlung wirkt aber einer für Niederschläge günstigen Schichtung entgegen. Hier wäre genauere Information über den Mechanismus notwendig gewesen, der in diesem Falle Niederschlag auslöst.

Der Verfasser fährt fort: „Erst an den zentralen Gebirgsketten der Sahara würde die Luft dann restlos dadurch abgetrocknet, daß die Feuchtluft in kühlen Höhen abgelenkt wird." Auch hier erscheint eine genauere Erklärung des Mechanismus notwendig. Nach den herkömmlichen meteorologischen Erkenntnissen wird nämlich die Luft an den Gebirgsketten zum Aufsteigen gezwungen und sich dadurch abkühlen. Wird die Luft dadurch kälter als ihre Taupunkttemperatur, bilden sich Wolken. Werden diese entsprechend mächtig, regnen sie aus. Es bestände die Chance, daß wenigstens an den Gebirgsketten der für das Vorhaben so wichtige ergiebige Niederschlag fällt.

Aus der farbigen Skizze ist zu entnehmen, daß die als „Sperrströmung" bezeichnete trockene Luft aus der Sahara von Südwesten nach Europa gelangt. Jeder in der Wetterberatung tätige Meteorologe weiß, daß gerade eine solche Wetterlage eine Menge Starkniederschläge und sogar starke Nachtgewitter bringt, weil die Luft, labil geschichtet, über dem Westlichen Mittelmeer sich mit genügend Feuchte vollsaugt. Die „Sperrströmung", wenn sie überhaupt existiert, wird also West- und Zentraleuropa nicht austrocknen.

Dr. Dipl.-Met. Rudolf Paulus
5580 Traben-Trarbach

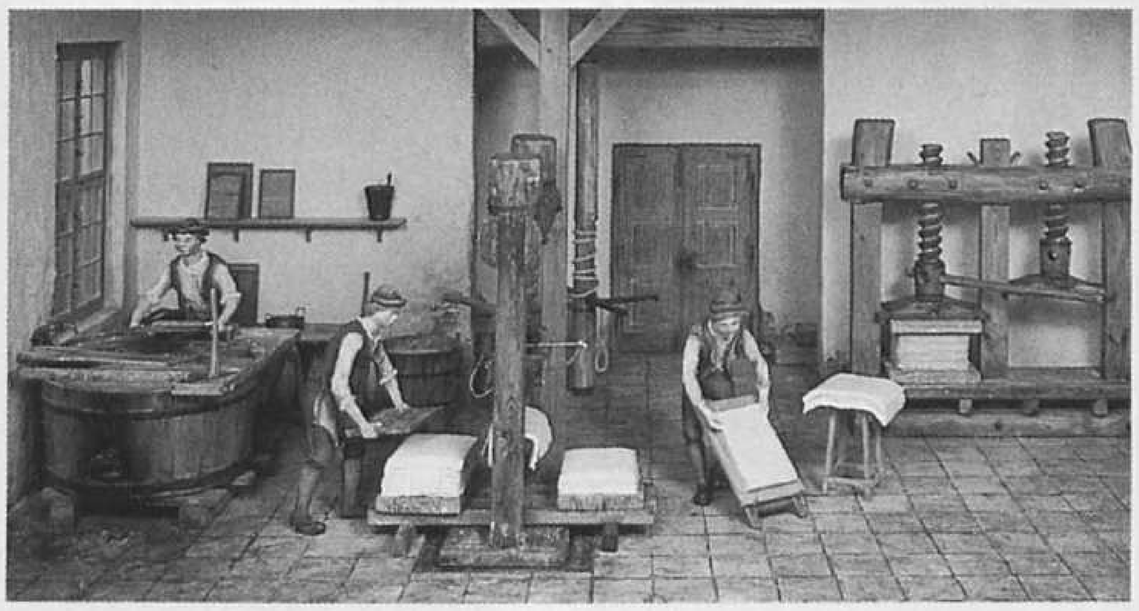
Die Bücher sind in Gefahr

600 Jahre Papier. Ein Schwerpunktheft zum Papierjubiläum – *Kultur & Technik* 2/1990.

Die Artikel des Heftes „600 Jahre Papier in Deutschland" habe ich mit Interesse und Vergnügen gelesen. Doch etwas gab mir ein unheimliches Gefühl: Wie kann man Anno 1990 ein ganzes Heft über Papier herausbringen, ohne etwas über die Papierversäuerung zu schreiben, über die großen Sorgen, die sich große Bibliotheken und Archive machen. Das viele Papier in ihnen ist schon jetzt nicht mehr zu gebrauchen – oder: Innerhalb einiger Jahrzehnte wird es verloren sein. Es gibt kürzlich erschienene Literatur darüber: österreichische, amerikanische und holländische.

Ben Engelhart
NL-3511EJ Utrecht

Zu Ihrem schönen Heft über die Papierherstellung in Deutschland möchte ich mir eine kritische Anmerkung erlauben. Wie aus der *Chronologischen Geschichte Österreichs* von Matthias Koch, Verlag der Wagner'schen Buchhandlung Innsbruck, hervorgeht (siehe Abbildung), ist die erste Papiermühle in Deutschland im Jahre 1358 entstanden,



Diorama zur historischen Papierherstellung im *Deutschen Museum*.

und zwar in Leerstorf in Niederösterreich, das damals natürlich zu Deutschland gezählt wurde.

Prof. Dr. Kurt Dialer
Lehrstuhl für Technische Chemie an der Technischen Universität München
8046 Garching

Den sehr interessanten Beiträgen über das Papier möchte ich eine Tatsache hinzufügen, die offenbar auch den Verfassern nicht bekannt ist: In der Bibliothek des ehemaligen Zisterzienserklosters in Waldsassen stehen zehn lebensgroße, schön geschnitzte Holzfiguren zum Thema Papier. Den Beginn bildet der Lumpensammler; es folgen Papiermacher, Händler, Drucker, Verleger, Autor bis zum Buchhändler.

Eine Reise dahin lohnt sich. Unterlagen sind beim Verkehrsamt 8595 Waldsassen erhältlich.

Dr.-Ing. Richard Ernst
8022 Grünwald

Druckfehlerteufel

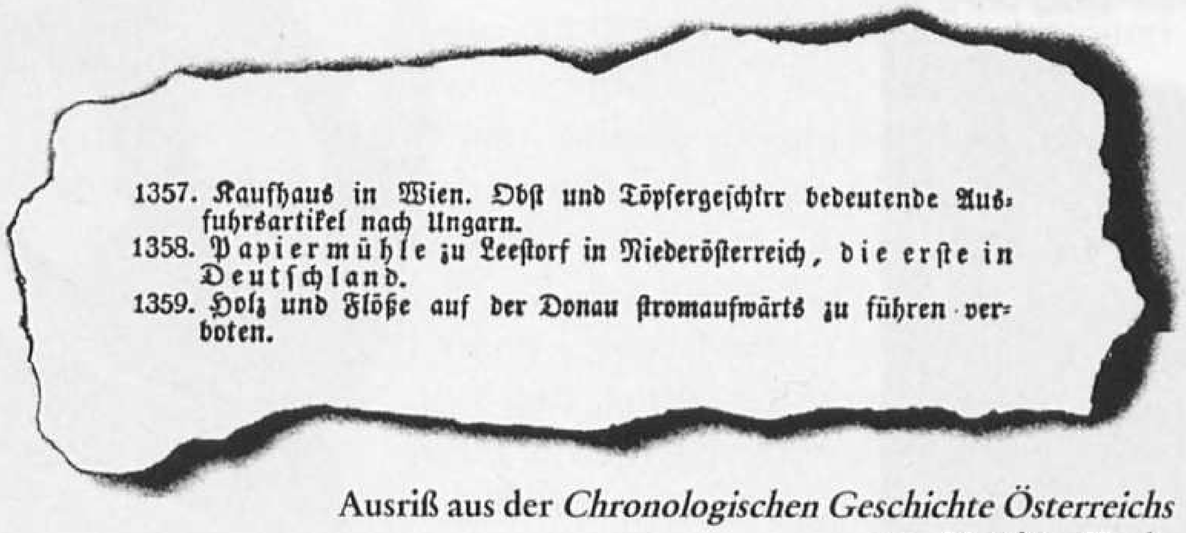
Neuzeitliche Papierherstellung. Lothar Göttsching über den Stand der Technik – *Kultur & Technik* 2/1990.

In Ihre Zeitschrift hat sich der Druckfehlerteufel eingeschlichen. Auf den Seiten 16/17 sind die Bildbeschreibungen „Papiermaschine, Stoffauflauf" und „Kalander" miteinander vertauscht.

Bernhard Bartl, Betriebsleiter
8959 Halblech-Trauchgau

Forum

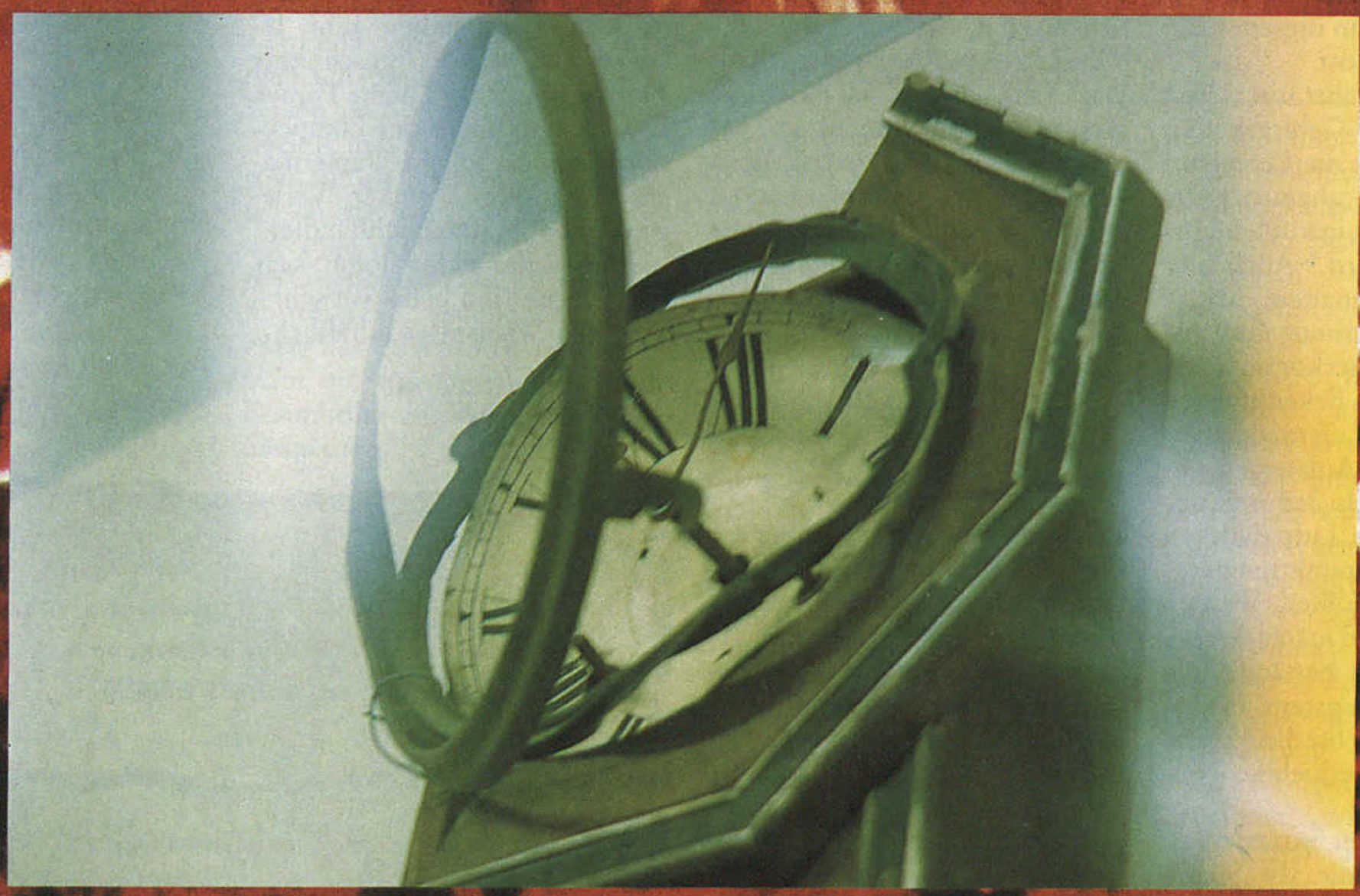
Immer wieder ist der Wunsch geäußert worden, in *Kultur & Technik* auch die Leserinnen und Leser zu Wort kommen zu lassen. Das soll ab dieser Ausgabe geschehen. Über eine bloße „Leserbrief-Seite" hinaus soll ein Forum entstehen, das offen ist für Kritik, Anregungen, weiterführende Information, aber durchaus auch für kontroverse Diskussionen.


1357. Kaufhaus in Wien. Obst und Töpfergeschirr bedeutende Ausfuhrsartikel nach Ungarn.
1358. Papiermühle zu Leestorf in Niederösterreich, die erste in Deutschland.
1359. Holz und Flöße auf der Donau stromaufwärts zu führen verboten.

Ausriß aus der *Chronologischen Geschichte Österreichs* von Matthias Koch.

Abbildungen: Deutsches Museum; Matthias Koch: Chronologische Geschichte Österreichs

Atombombenversuch in der Wüste von Nevada und eine Uhr im Museum von Nagasaki: Sie blieb stehen, als die Stadt am 9. August 1945 von einer Plutoniumbombe vernichtet wurde.



BOMBEN-STIMMUNG

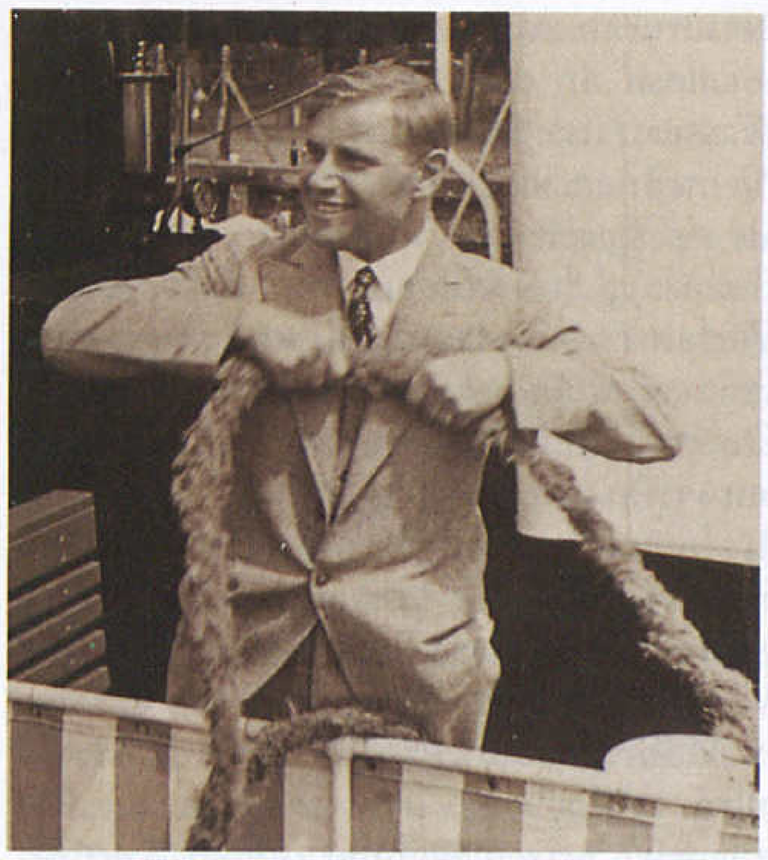
Ein deutscher Flugzeug-Konstrukteur wollte beim Bau der Atombombe den Amerikanern den Rang ablaufen

VON DIETER BEISEL

Als bekannt wurde, daß Otto Hahn und Fritz Straßmann die Kernspaltung entdeckt hatten, war den meisten Atomwissenschaftlern klar, daß die Entdeckung zum Bau von Waffen zuvor unbekannten Ausmaßes verwendet werden konnte. Sie mit dem Ziel zu entwickeln, Deutschland zur unangreifbaren Weltmacht zu machen, schlug ein Außenseiter vor, der mit der „Community" der Kernphysiker sonst nichts zu tun hatte: der Flugzeug- und Flugwaffen-Konstrukteur Professor Dr. Herbert Wagner.

Berlin, 5. August des Jahres 1941. In der Marchstraße 10 wird ein Bericht fertiggestellt, in dem zu lesen ist: „In Deutschland muß man sofort und mit allen verfügbaren Mitteln sowie den besten Kräften darangehen, die Entdeckung, die in Deutschland ihren Ursprung hat, auch für Deutschland nutzbar zu machen." Bei der Nutzung der Kernenergie handele es sich nicht nur um eine Frage des wissenschaftlichen Fortschritts, „sondern für Deutschland ist dies eine Handlung der Notwehr, des Selbsterhaltungstriebes. Der Sieg, den jetzt das deutsche Volk erkämpft, würde wertlos, sollte den Amerikanern mit ihrem ungeheuren Aufwand an Material und Leuten vor uns die Lösung des Problems gelingen."

Rund sechs Wochen zuvor, am 22. Juni 1941, waren die deutschen Truppen – gewiß nicht aus Notwehr – in die Sowjetunion eingefallen; der Krieg mit den USA würde erst im Dezember beginnen. Es ging dem Verfasser offenbar um die Entwicklung einer Waffe, mit der jeder Krieg zu beginnen und zu gewinnen war. Beherrschte man erst einmal die gewaltigen Energien, die in der Materie schlummern, so könnte „zum Beispiel ein 10-Tonnen-Flugzeug in 12 Kilometern Höhe mit 1,6 Kilogramm Uran 235 etwa 100 Flüge um den Erdäquator ausführen, wie sich leicht aus dem Energieäquivalent: 1 kg U^{235} äquivalent 2,1 Millionen Liter Benzin, errechnen läßt. Daher ist es ohne weiteres möglich, Flugzeuge, die mit diesem Stoff betrieben werden und ihn als Bombenfüllung mit sich führen, unbemannt durch fernelektrische Steuerung auf jedes beliebig gelegene Ziel auf der Erde als vernichtende Waffe die Bomben abwerfen und nach der Heimkehr wieder auffüllen zu lassen. Diese Flugzeuge, die eine Geschwindigkeit von 1000 km/Stunde besitzen, können gegen jeden Angriff genügend gepanzert werden."



Herbert Wagner im Jahr 1932.

Der diese Visionen hat, ist Professor Dr. Herbert Wagner, bekannt durch den von ihm entwickelten Propellerturbinen-Strahlantrieb und während seiner Tätigkeit für die *Henschel Flugzeug-Werke AG* (1940–1945) mit der Entwicklung ferngelenkter Flugkörper betraut. Wagner war einer der ersten deutschen Wissenschaftler, die von den Amerikanern nach Kriegsende in die USA geholt wurden: Seine Gleitbomben sollten, wie der Historiker Clarence G. Lasby bemerkt, im noch fortdauernden Pazifischen Krieg eingesetzt werden. Zwar kam es nach dem Abwurf von Atombomben auf Hiroshima und Nagasaki nicht mehr dazu, doch auch weiterhin galt der Flugwaffentechnik sein besonderes Interesse. Unter anderem entwickelte er ein System, mit dem Tiefflieger das Ziel, das sie zerstören sollten, bei jedem Wetter erfassen konnten – ein System, das im Koreakrieg seine praktische Nutzanwendung erfuhr.

Mitte 1941 also schien Herbert Wagner mit der Kernspaltung eine unschlagbare Wunderwaffe entdeckt, sofern nur den deutschen Wissenschaftlern die technische Nutzung der Kernenergie mit ausreichendem Vorsprung an Zeit gelänge. Alle Voraussetzungen dazu schienen gegeben: Deutschland hatte mit Otto Hahn, Werner Heisenberg und anderen nicht nur hervorragende Kernphysiker vorzuweisen, sondern es hatte auch Zugriff zu den notwendigen Rohstoffen. Mit der Annexion der Tschechoslowakei im März 1939 fiel das Uranbergwerk in Joachimsthal in deutsche Hände, und Dr. Nikolaus Riehl baute im Auftrag des Heereswaffenamtes einen Zweigbetrieb der Berliner *Auer-Gesellschaft* in Oranienburg auf, in dem pro Monat eine Tonne reines Uranoxid produziert werden konnte. Nach der Besetzung der Benelux-Länder im Mai 1940 konnten Uranverbindungen bei der belgischen *Union Minière* beschafft werden, weil sich die größten damals bekannten Uranvorkommen neben der Tschechoslowakei und Kanada in Belgisch-Kongo befanden – 3500 Tonnen Uranoxid, Natrium- und Ammoniumuranat wurden bis Kriegsende nach Deutschland gebracht.

Ebenfalls im Mai 1940 eroberten die deutschen Truppen das südnorwegische

Fotos: dpa (l. o.); Dieter Beisel (l. u.); Deutsches Museum (r.)

Deutsches Museum
Bibliothek

Vemork, wo die einzige Schwerwasserfabrik der Welt zu finden war. Einen Monat später, im Juni 1940, waren drei Fünftel von Frankreich besetzt: In Paris wurde das halbfertige Zyklotron von Frédéric Joliot und seiner Frau Irène Curie beschlagnahmt und – in Deutschland gab es damals keinen Teilchenbeschleuniger – der Leitung des Physikers Dr. Wolfgang Gentner übergeben. Der Traum von der technischen Nutzung der Atomenergie und ihrer Verwendung als vernichtender Waffe schien in greifbare Nähe gerückt.

Daß die technischen Schwierigkeiten größer waren als ursprünglich vermutet, so daß sie in den Folgejahren von den deutschen Wissenschaftlern nicht gelöst werden konnten, ist durch die Geschichte belegt. Eine der Hauptschwierigkeiten, die atomare „Energiemaschine" zu bauen, bestand in den Eigenschaften des Urans selbst. Denn nur das Uranisotop 235 läßt sich unter Neutronenbeschuß spalten, nicht aber Uran 238, aus dem Natururan vorwiegend besteht – unter 1000 Uranatomen sind nur sieben spaltbare Isotope zu finden. Ist schon die Wahrscheinlichkeit, daß bei der Spaltung freiwerdende Neutronen auf ein anderes Uranatom 235 treffen, nicht größer als die, mit einem Blindschuß eine einzige Fliege in einem Domgewölbe zu treffen, so macht eine weitere Eigenschaft von Uran 238 jede Kettenreaktion zunächst unmöglich: Das Isotop fängt die schnellfliegenden Neutronen ein. Ohne selbst eine Reaktion zu zeigen, verhindert es, daß es zu der für die Kettenreaktion notwendigen Vermehrung freier Neutronen kommt, die eben nur beim Zusammenprall eines Neutrons mit dem Atomkern von Uran 235 entstehen.

Inzwischen wußte man aber auch schon, daß Uran 238 nur die schnellen Neutronen, nicht aber die langsamen einfängt. Konnte man über einen Stoff als Moderator verfügen, der die Neutronen sofort nach der Spaltung eines Uranatoms 235 so stark verlangsamte, daß sie nicht mehr von Uran 238 absorbiert werden konnten, so konnte man eine Kettenreaktion und damit die technische Nutzung der Kernenergie auch mit Natururan erreichen, denn Uran 235 ließ sich auch mit langsamen Neutronen spalten. Der Moderatorstoff mußte die zusätzliche Eigenschaft haben, selbst keine Neutronen zu binden, weil er sonst – ebenso wie Uran 238 – die Kettenreaktion verhindert hätte. Aus theoretischen Gründen kam Werner Heisenberg Ende 1939 zu der Erkenntnis, daß drei Stoffe die Rolle von Moderatoren übernehmen konnten: Helium, Graphit und Schweres Wasser.

Auf der Suche nach der atomaren Kettenreaktion

Eine Alternative würde darin bestehen, das Isotop Uran 235 von 0,7 Prozent im Natururan auf rund drei Prozent anzureichern. In diesem Fall würde leichtes Wasser als Moderator genügen, das Neutronen in geringerer Menge bindet als sie durch den vermehrten Anteil an Uran 235 freiwerden. Ein brauchbares Verfahren zur Isotopentrennung indessen war nicht bekannt – und es wurde in Deutschland bis Kriegsende auch keines entwickelt, das geeignet war, Uran 235 in hinreichender Menge herzustellen. Zwar wurden die Versuche nicht aufgegeben – besondere Beachtung fanden die Versuche der Professoren Klaus Clusius in München und Paul Harteck in Hamburg –, doch die meisten Atomwissenschaftler waren bemüht, einen Kernreaktor zu entwickeln, der mit Natururan in Verbindung mit einem geeigneten Moderatorstoff Energie liefern konnte. In einem Bericht an das Heereswaffenamt vom 6. Dezember 1939 faßte Heisenberg den damaligen Stand des Wissens zusammen und zeichnete damit die künftigen Forschungsrichtungen vor. Er schrieb: „Die von Hahn und Straßmann entdeckten Spaltungsprozesse an Uran können nach den bisher vorliegenden Daten auch zur Energieerzeugung im großen verwendet werden. Die sicherste Methode zur Herstellung einer hierzu geeigneten Maschine besteht in der Anreicherung des Isotops U^{235}. Je weiter die Anreicherung getrieben wird, desto kleiner kann die Maschine gebaut werden. Die Anreicherung von U^{235} ist die einzige Methode, mit der das Volumen der Maschine klein gegen 1 cbm gemacht werden kann.

Sie ist ferner die einzige Methode, um Explosionsstoffe herzustellen, die die Explosionskraft der bisher stärksten Explosionsstoffe um mehrere Zehnerpotenzen übertreffen.

Zur Energieerzeugung kann man aber auch das normale Uran ohne Anreicherung von U^{235} benützen, wenn man Uran mit einer anderen Substanz verbindet, die die Neutronen von Uran verlangsamt, ohne sie zu absorbieren. Wasser eignet sich hierzu nicht. Dagegen erfüllen nach den bisher vorliegenden Daten Schweres Wasser und ganz reine Kohle diesen Zweck. Geringe Verunreinigungen können die Energieerzeugung stets unmöglich machen."

Werner Heisenberg selbst arbeitete an einer „Energiemaschine", die aus der Kombination von Natururan und Moderatorstoff zur Kettenreaktion gelangen sollte. Helium als Moderator hatte er ausgeschlossen, weil damit eine zu große Dimensionierung des Kernreaktors verbunden gewesen wäre. Einige Monate nach seinem Bericht an das Heereswaffenamt gelangte er zu der Überzeugung, daß auch Graphit ungeeignet sei. Ge-

Herbert Wagner (links) demonstriert für einen nicht identifizierten „Kunden" den Gebrauch des Steuerknüppels zur Handhabung des Flugkörpers *Dart*. Wagner wurde sofort nach Kriegsende in die USA geholt. Dort entwickelte er unter anderem ein System, mit dem Flugzeuge bei jedem Wetter ein Kampfziel bombardieren konnten. Es kam im Koreakrieg zum Einsatz.

stützt wurde diese Auffassung durch Versuche des Heidelberger Professors Walter Bothe, der im Zuge arbeitsteiliger Forschung – während an anderen Instituten mit Schwerem Wasser experimentiert wurde, untersuchte er die Eignung von Graphit – zu dem Ergebnis gelangt war, daß mit Graphit die gewünschte Kettenreaktion nicht möglich sei. Da Bothe als wissenschaftliche Koryphäe galt, machte sich niemand die Mühe, seine Versuchsergebnisse nachzuprüfen. Hätte man es getan, hätte man sehr rasch erkannt, daß sein Urteil durch ein falsches Meßergebnis zustandegekommen war. Nicht zufällig verwendete Enrico Fermi, dem am 2. Dezember 1942 in Chicago erstmals eine kontrollierte und sich selbst erhaltende Kettenreaktion gelang, als Moderatorstoff für seinen Kernreaktor Graphit.

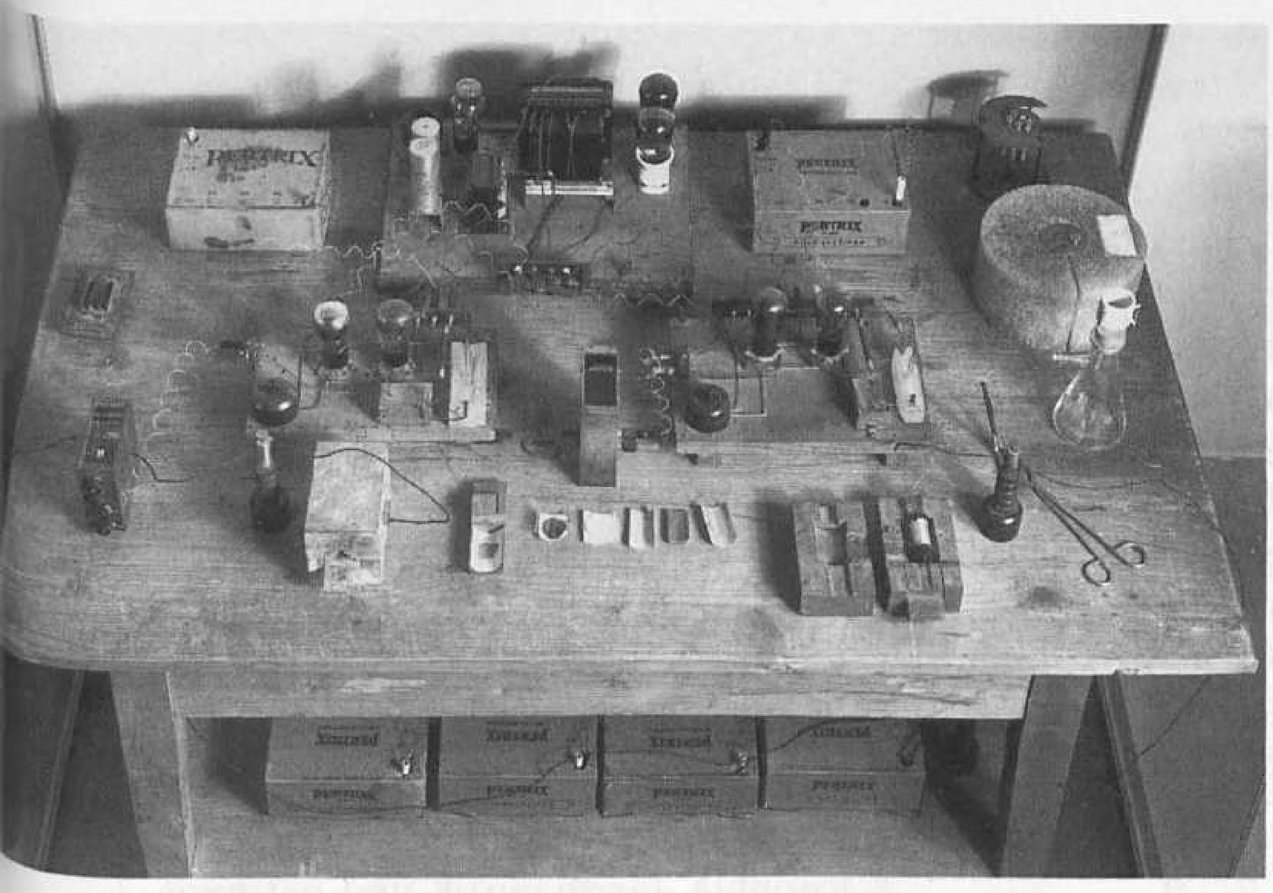
Die deutschen Atomwissenschaftler bemerkten den Irrtum erst kurz vor Kriegsende im Jahr 1945 – und man darf in historischer Rückschau froh darum sein. Denn die deutschen Kernphysiker wußten ebenso wie ihre amerikanischen Kollegen, daß sich bei einer kontrollierten Kettenreaktion der weitere Kernsprengstoff Plutonium gewinnen läßt. Jedenfalls ist den deutschen Kernphysikern der zweifelhafte Ruhm erspart geblieben, als erste Atombomben bauen zu können. Hiroshima wurde von einer Uranbombe, Nagasaki von einer Plutoniumbombe ausgelöscht.

Nachdem Helium aus praktischen und Graphit aus irrtümlichen Gründen nicht mehr als Moderatoren der Kettenreaktion in Betracht gezogen wurden, konzentrierten sich alle weiteren Überlegungen seit 1940 auf den Bau von Schwerwasserreaktoren. Und hier war man gegenüber den Wissenschaftlern in England und den USA in der vorteilhaften Lage, nach der Besetzung Norwegens den Zugriff zur einzigen Schwerwasserfabrik der Welt in Vemork zu haben.

Als Herbert Wagner Mitte 1941 seine Vision von einem weltbeherrschenden Deutschland entwickelte, das aufgrund seiner vernichtenden Waffen zuvor unbekannten Ausmaßes für alle Zeiten unschlagbar sein würde, hatte er sicher keine Vorstellung davon, an welchen Schwierigkeiten die deutschen Atomwissenschaftler scheitern würden. Es verging einige Zeit, bis sie herausgefunden hatten, daß sich mit dem reichlich vorhandenen Uranoxid keine Kettenreaktion in Gang setzen ließ, und wieder einige Zeit, bis die Frankfurter *Deutsche Gold- und Silber-Scheideanstalt (Degussa)* Verfahren entwickelt hatte, Uranmetall aus Uranoxid in ausreichender Menge zu gewinnen. Und als zunächst ein tollkühnes Sabotageunternehmen der Briten, später ein massives Bombardement der amerikanischen Luftwaffe die Schwerwasserproduktion von Vemork beendete, waren trotz guter Anfangsbedingungen beide knapp: reines Uranmetall und Schweres Wasser. Verschiedene Wissenschaftshistoriker sind überzeugt, daß den deutschen Kernphysikern der entscheidende Durchbruch gelungen wäre, hätten sie nicht unter Materialknappheit gelitten. Diesen Zustand zu ändern, war spätenstens ab dem Jahr 1943 nicht mehr möglich: Die Alliierten hatten die Lufthoheit über Deutschland errungen und zerstörten immer wieder neue Produktionsstätten für reines Uran und Schweres Wasser.

Mitte 1941 war der weitere Kriegsverlauf noch nicht bekannt. Ein großer Teil der deutschen Kernphysiker glaubte zu diesem Zeitpunkt noch, daß der entscheidende Durchbruch zur technischen Nutzung der Kernenergie – einschließlich ihres Einsatzes als Kernwaffe – in kurzer Zeit zu erreichen sei. Unabhängig davon gerät Herbert Wagner ins Schwärmen: „Geradezu phantastische Auswirkungen hat die neue Energiegewinnungsart für die Probleme der Rüstung." Neben dem schon wiedergegebenen Zitat zur Flug- und Bombentechnik führt er aus: „Da der neue Stoff zum Beispiel zum Antrieb von neuen Motoren dienen kann, so ergeben sich wegen des Wegfallens jedweden Sauerstoffbedarfs die weitesten Anwendungsmöglichkeiten. Von Untersee-Booten angefangen bis zu riesigen Kampfflugzeugen ist jedes Verkehrsmittel damit in idealer Weise antreibbar." Und für U-Boote errechnet er: „Mit einem Vorrat von 5 kg von U^{235} könnte ein Hochsee-U-Boot für unbegrenzte Zeit um die Ozeane der Welt geschickt werden."

Selbstverständlich sollten diese U-Boote nicht einfach spazierenfahren, sondern Waffen transportieren. Herbert Wagner beschreibt ihre Wirkung: „Wird zur Energiegewinnung das Isotop U^{235} verwendet, das pro einzelnen Spaltungsprozeß eine Energiefreiwerdung von 200 Megaelektronenvolt aufweist, dann errechnet sich leicht, daß ein Kilogramm dieses Stoffes, explosiv umgesetzt, einen furchtbaren Sprengstoff darstellt. Tritt zum Beispiel die Umsetzung in 1/10000 Sekunde auf, dann ist ein Kilogramm U^{235} in seiner Wirkung 30000 Tonnen Trinitrotoluol äquivalent, das sind 3000 Wagenladungen zu 10 Tonnen oder 300 normale Lastzüge. Der erzeugte Druck ist von der Größenordnung 200000 atue oder 2 Millionen mal der von einem Kilogramm Trinitrotoluol oder Nitroglyzerin. Die Aussichten, diesen Stoff als Bombenfüllung zu verwenden, sind berechtigt." Nachdem er solcherart das Vernichtungspotential von Kernsprengstoffen dem militärischen Gourmet schmackhaft gemacht hat, kommt er zu dem Schluß: „Die berechtigten Aussichten für die zukünftige



Fotos: Deutsches Museum

Der Experimentiertisch und die Versuchsanordnung, mit deren Hilfe Otto Hahn, Lise Meitner und Fritz Straßmann im Jahr 1938 die Kernspaltung entdeckten. Der Tisch ist im *Deutschen Museum* in München zu sehen. Es handelt sich um eine Rekonstruktion, bei der vielleicht nicht jedes Detail stimmt, doch hat Otto Hahn selbst für möglichst große Originaltreue gesorgt.

Technik sind derart zahlreich und mannigfaltig, daß man es nicht versäumen darf, an dieser neuen Entwicklung regen Anteil zu nehmen."

Herbert Wagner hatte begriffen, daß mit Zyklotronen wichtige Erkenntnisse über das atomare Geschehen gewonnen werden können. Die Forschungen waren geheim. Von Reisen nach Paris, wo Frédéric Joliots Zyklotron der Vollendung entgegenging, brachte er indessen die Erkenntnis mit, „daß die Herren des Heereswaffenamtes uns nichts mehr zeigen wollen". Was Wagner zudem nicht wußte: Dr. Wolfgang Gentner, der im Auftrag des Heereswaffenamtes die Leitung des Forschungsinstituts übernommen hatte, hatte dies in Absprache mit seinem Freund Joliot getan, dem er zugesichert hatte, jeden Gebrauch des Zyklotrons für Militärzwecke zu verhindern.

Historisch richtig ist, daß die Kernforscher um das Dahlemer *Kaiser-Wilhelm-Institut für Physik* zunächst vom Heereswaffenamt kaltgestellt wurden. Herbert Wagner übertrug die Geheimniskrämerei der Militärs auf das beschlagnahmte Pariser Forschungsinstitut mit seinem Zyklotron. Das ließ ihn zu dem Schluß kommen: „Es muß daher die weitere Entwicklung, auch im Zyklotronbau, vom Reichsluftfahrtministerium und Firma *Henschel* allein, ohne Heereswaffenamt, getragen werden! Hierbei ist es vorteilhaft, zu erwägen, daß man im Falle einer Besetzung Rußlands und Englands sofort die in beiden Ländern befindlichen Zyklotrone (15 MeV, 50 MeV in Rußland; 3 zu 15 MeV in England) für das Reichsluftfahrtsministerium und Firma *Henschel* beschlagnahmt und zwar derart, daß das Heereswaffenamt nicht störend dazwischentreten kann." Bei der Verwendung von Zyklotronen zur Erforschung der Kernreaktionen war ihm wichtig, „daß das Gewicht auf der militärischen Verwendbarkeit der Entdeckung liegt".

Um die militärische Nutzung der Kernenergie durchzusetzen, wird zu einer Zeit – zu der die Amerikaner kaum über ein reines Gramm Uran verfügt haben dürften – noch einmal der Angstgegner USA beschworen. Die deutschen Kernphysiker hatten Mitte 1941 noch die größere Chance, die kontrollierte Kettenreaktion zu bewerkstelligen. Herbert Wagner sieht jedoch damals schon die amerikanischen Wissenschaftler beim Wettrennen um die technische Nutzung atomarer Prozesse an der Front: „Die Chance, daß es ihnen gelingt, ist groß. Ihr Vorsprung ist riesig. – Und er wird sich nur einholen lassen, wenn wir dort anfangen, wo die Amerikaner jetzt stehen; das heißt, selbst die neuesten bekannt gewordenen und noch zu erkundenden Zyklotronbauabsichten der USA-Wissenschaftler müssen von dem zu errichtenden, unter Verwendung aller Erfahrungen früherer Zyklotronbauten konstruierten Geräte gleich um ein Vielfaches übertroffen werden." Wagner stellt danach einen Finanzierungsplan für die Errichtung eines Zyklotrons auf, der eine jährliche Summe bis zu 10 Millionen Reichsmark erforderte.

Forschung für den Krieg

Nachdenklich macht die Frage, was einen Herbert Wagner bewogen haben mag, über so unvorstellbar grausame Massenvernichtungsmittel nachzudenken und ihren Einsatz schon zu einer Zeit zu wünschen, als Deutschland noch an allen Fronten siegreich war?

Carl Friedrich von Weizsäcker hat einmal offen zugegeben, daß er den Bau der Bombe schon darum in Kauf genommen hätte, weil er ihn als einzelner nicht hätte verhindern können. Als junger Physiker unterlag er der Illusion, er könne über das Know how beim Atombombenbau im politischen Bereich das Schlimmste verhindern. So sehr man das in Frage stellen mag; und so sehr man auch seinen Lehrer Werner Heisenberg – zumindest anfänglich – in allzu großer Nähe zu den nationalsozialistischen Machthabern angesiedelt sehen mag: Niemand zwang die deutschen Physiker, die Bombe zu bauen. Herbert Wagner hielt sie für wünschenswert. Die Entwicklung atomarer Waffen sollte den Deutschen als „Handlung der Notwehr, des Selbsterhaltungstriebes" die Weltherrschaft sichern.

Das heutige Overkillpotential ist bekannt – trotz Beendigung des Kalten Krieges besteht es fort. Wie es einmal angefangen hat, beschreibt der Wissenschaftsautor Jost Herbig nach einem Besuch im *Deutschen Museum:* „Wir stehen vor einem alten Holztisch. Im Halbdunkel, unter einer Glashaube und nur diffus beleuchet, wirkt er wie ein Altar. Wir treten näher. Wir sehen ein paar alte Radioröhren, Gleichrichter, zwei große, in Pappe eingehüllte Batterien, Marke *Pertrix,* und mehrere Kästen aus Blei. Alles ist irgendwie über spiralförmig gewundene Elektrodrähte miteinander verbunden. Ein paar Stöpsel stellen weitere Verbindungen her. Mit zwei schwarzen Lichtschaltern, wie man sie noch in alten Mietshäusern findet, läßt sich etwas an- und abschalten. Es könnte der Basteltisch eines unordentlichen Funkamateurs sein . . . Rechts oben an der Glashaube befindet sich ein Knopf. Wir drücken darauf. Der Altar beginnt zu leben.

Punktstrahler tauchen für Augenblikke einzelne Elemente auf dem Tisch in helles Licht und lassen sie dann wieder im diffusen Halbdunkel versinken. Der Altar beginnt auch zu reden. Eine Frauenstimme verkündet: ‚Sie stehen vor der Originalapparatur, mit welcher der Nobelpreisträger Professor Otto Hahn 1938 zusammen mit Fritz Straßmann die Atomkernspaltung entdeckt hat . . .'" □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt e. V. (Hrsg.): Herbert Wagner – Dokumentation zu Leben und Werk. Bonn 1986.

Jost Herbig: Kettenreaktion – Das Drama der Atomphysiker. Carl Hanser Verlag, München/Wien 1976.

Robert Jungk: Heller als tausend Sonnen – Das Schicksal der Atomforscher. Scherz & Goverts Verlag, Stuttgart 1956.

Maria Osietzki: Kernphysikalische Großgeräte zwischen naturwissenschaftlicher Forschung, Industrie und Politik. In: Technikgeschichte 55/1988.

Herbert Wagner u. a.: Kernphysikalischer Technischer Stand und Anwendungsmöglichkeiten. Bericht vom 5. 8. 1941, erhältlich in der Bibliothek des Deutschen Museums.

Mark Walker: Legenden um die deutsche Atombombe. In: Vierteljahreshefte für Zeitgeschichte 1/1990.

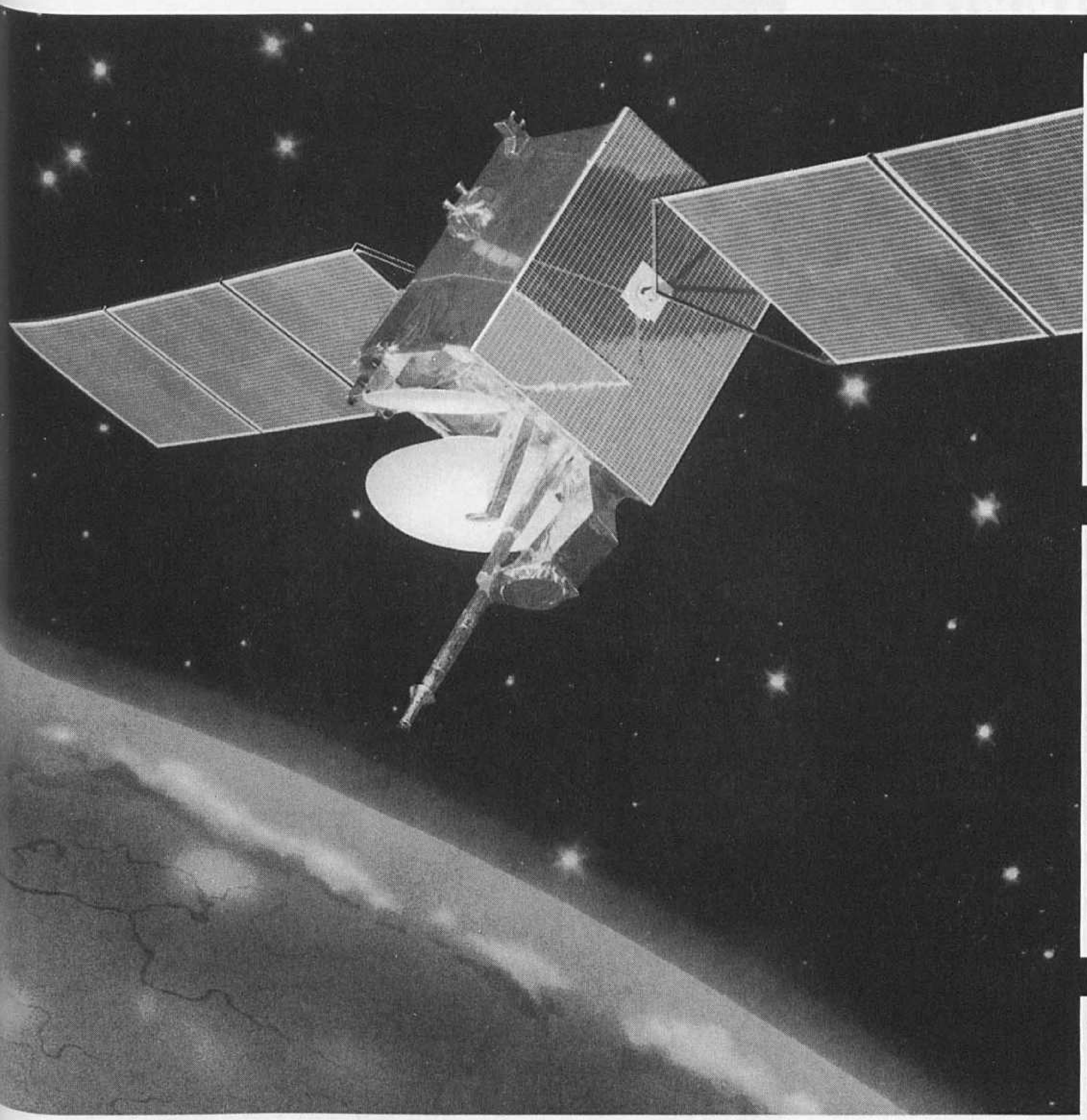
Mark Walker: Die Uranmaschine. Mythos und Wirklichkeit der deutschen Atombombe. Berlin 1990.

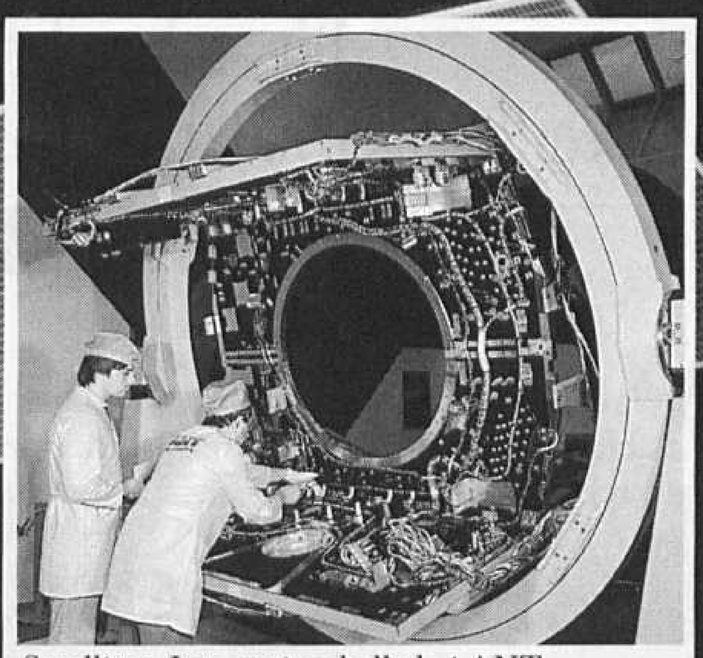
DER AUTOR

Dieter Beisel, geb. 1940, studierte Philosophie, Germanistik und naturwissenschaftliche Erkenntnistheorie. Seit der Gründung durch Horst Stern im Jahr 1981 war er Redakteur der Zeitschrift *natur,* zuletzt als Chef vom Dienst (bis Ende 1989). Beisel, auch Autor einiger Bücher, ist ab dieser Ausgabe der verantwortliche Redakteur von *Kultur & Technik.*

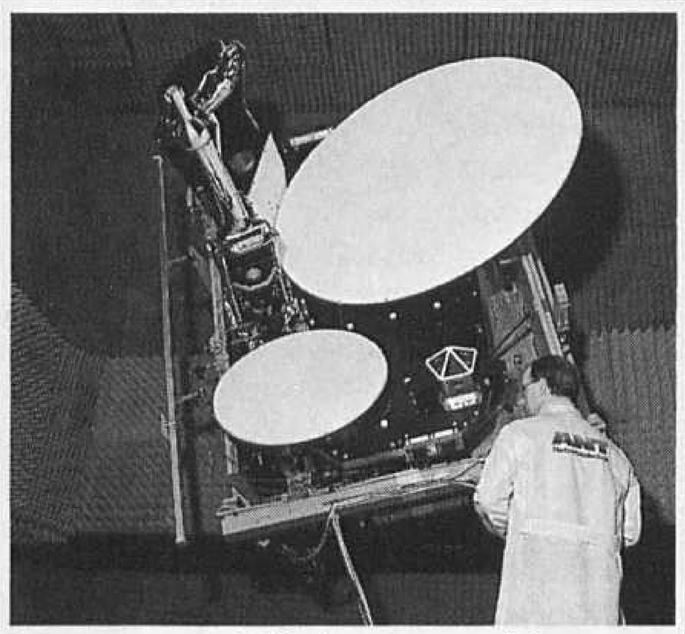
Satellitentechnik von ANT:

Der Deutsche Fernmeldesatellit DFS Kopernikus.





Satelliten-Integrationshalle bei ANT



Messungen am DFS-Antennenmodul

11/14-GHz-DFS-Bodenstation in Berlin

ANT 8927 Schr.

DFS Kopernikus, der erste deutsche Fernmeldesatellit, ist in seiner Umlaufbahn. Das Satellitenprogramm, bestehend aus zwei Flugmodellen und einem Reservesatelliten, wurde vom Konsortium ANT und MBB entwickelt und gefertigt. Von ANT kommt die vollständige nachrichtentechnische Nutzlast.
Die elf gleichzeitig betreibbaren Transponder von Kopernikus werden zur Übertragung von Sprache, Text, Daten und Fernsehprogrammen in den Frequenzbereichen 11/14, 12/14 und 20/30 GHz eingesetzt. Sechs weitere Transponder stehen als Reserve zur Verfügung.
ANT lieferte auch die Empfangstechnik für 32 kleine DFS-Bodenstationen und war Hauptauftragnehmer für die 11/14-GHz-DFS-Bodenstation in Berlin sowie für die Umrüstung einer Bodenstation in Usingen auf DFS-Betrieb.

ANT Nachrichtentechnik GmbH
Gerberstraße 33, 7150 Backnang
Telefon: 0 71 91/13-0
Telefax: 0 71 91/13-32 12

ANT
Bosch Telecom

ROTIEREND ÜBER DIE MEERE

Die andere Art, Schiffe mit Windkraft fahren zu lassen

VON JOBST BROELMANN

Als die *Baden-Baden* 1926 im Hafen von New York einlief, erregte sie einiges Aufsehen: Sie war weder Dampf- noch Segelschiff. Angetrieben wurde sie von Rotoren, die Anton Flettner entwickelt hatte. Die Technik hat sich nicht durchgesetzt. Vielleicht erlebt sie ein Comeback, wenn eines Tages die fossilen Brennstoffe knapp werden.

„Wie soll denn das funktionieren?" – ist meist die erste Reaktion des Besuchers, der im *Deutschen Museum* das Modell eines Rotorschiffes sieht. Während für ihn ein herkömmliches Segelschiff vom Wind fraglos in irgendeiner Weise fortbewegt wird, ist dem Rotorschiff diese Wirkung nicht sofort anzusehen. Das Prinzip des Rotorschiffs bedarf schon einer genaueren Erklärung der wirkenden aerodynamischen Kräfte, und gerade das Rotorschiff ist geeignet, die Fortschritte in der Erforschung der Aerodynamik zu Beginn dieses Jahrhunderts zu demonstrieren.

Das Segelschiff besitzt die längste Geschichte der Verkehrsmittel, die den Gesetzen der Strömungsmechanik unterliegen. So kompliziert und schwierig aber die Erforschung der Strömungsvorgänge sein sollte, so gutmütig verhielt sich im Grunde ein Segelschiff. Waren seine Segel schlecht geschnitten oder ungünstig geformt, fuhr es langsamer oder driftete stärker aus dem Kurs. Ein unmittelbares Risiko war dadurch nicht gegeben, und man sah auch keinen Grund, eine bewährte Sache wesentlich abzuändern. Benötigte man im Laufe der Entwicklung mehr Vortriebskraft, wurde einfach die Zahl der Segel, in der Endphase der Segelschiffahrt auch die der Masten erhöht.

Die ersten Ansätze einer Theorie des Segels blieben wirkungslos. Da man sich die Kraft des Windes als Stoßwirkung kleiner Luftteilchen vorstellte, die wie Billardkugeln am Segel abprallten, oder leicht gekrümmte Segel als ebene Platten ansah, kam man den wirklichen Verhältnissen nie nahe genug, um von dieser Seite her noch wesentliche Verbesserungen an der Takelage eines Segelschiffes vornehmen zu können, bevor sich die entscheidende Veränderung vom Segel- zum Dampfschiff vor der Jahrhundertwende vollzog.

Doch in der jungen Luftfahrt wollte und mußte man es genauer wissen. War mangelnder Vortrieb am Segelschiff nur unwirtschaftlich, konnte mangelnder Auftrieb am Flugzeug tödlich sein. Dabei stand die Strömungstheorie zu dieser Zeit in einem Dilemma: Zum einen konnte man zwar reibungsfreie Strömungen berechnen, doch besaß ein Körper in dieser Strömung – völlig unrealistisch – überhaupt keinen Widerstand; zum anderen waren erst wieder Strömungen berechenbar, bei denen der Einfluß der Zähigkeit stark überwog.

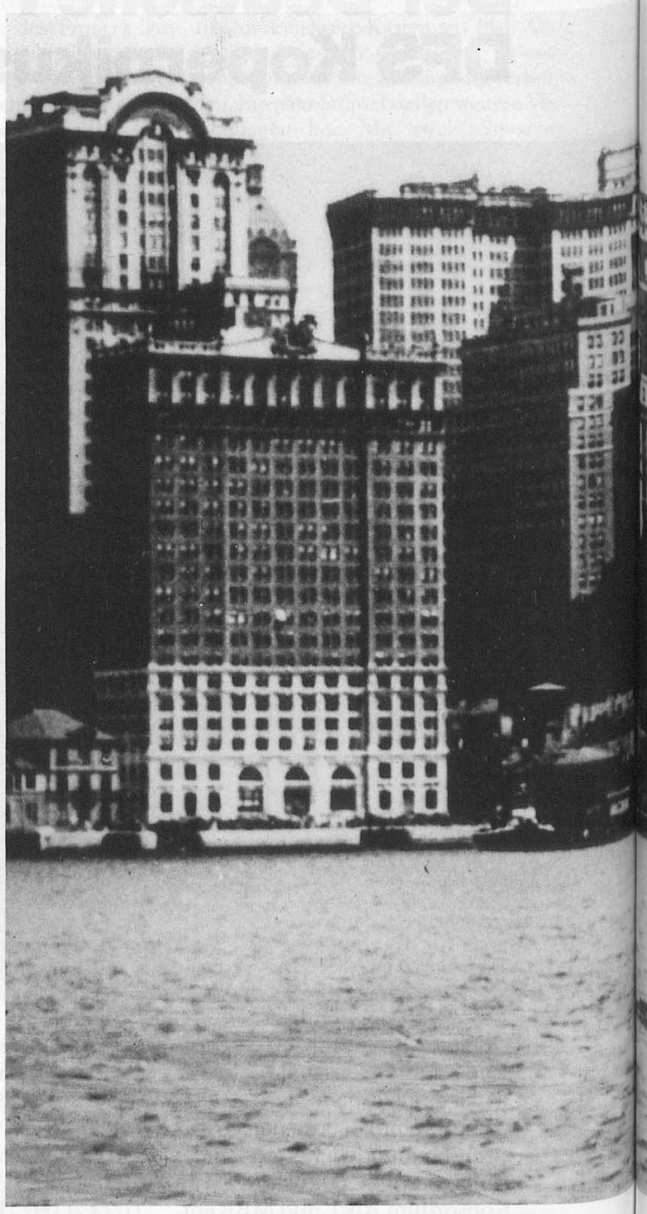
Die meisten der technisch wichtigen Strömungsarten ließen sich aber in keine dieser beiden Gruppen einordnen. Ein Ausweg gelang dem Physiker Ludwig Prandtl im Jahr 1904, indem er die zähe, reibungsbehaftete Flüssigkeit in einer dünnen Schicht direkt am umströmten Körper wirken ließ, im übrigen Bereich aber die Theorie der reibungsfreien Flüssigkeit beibehielt.

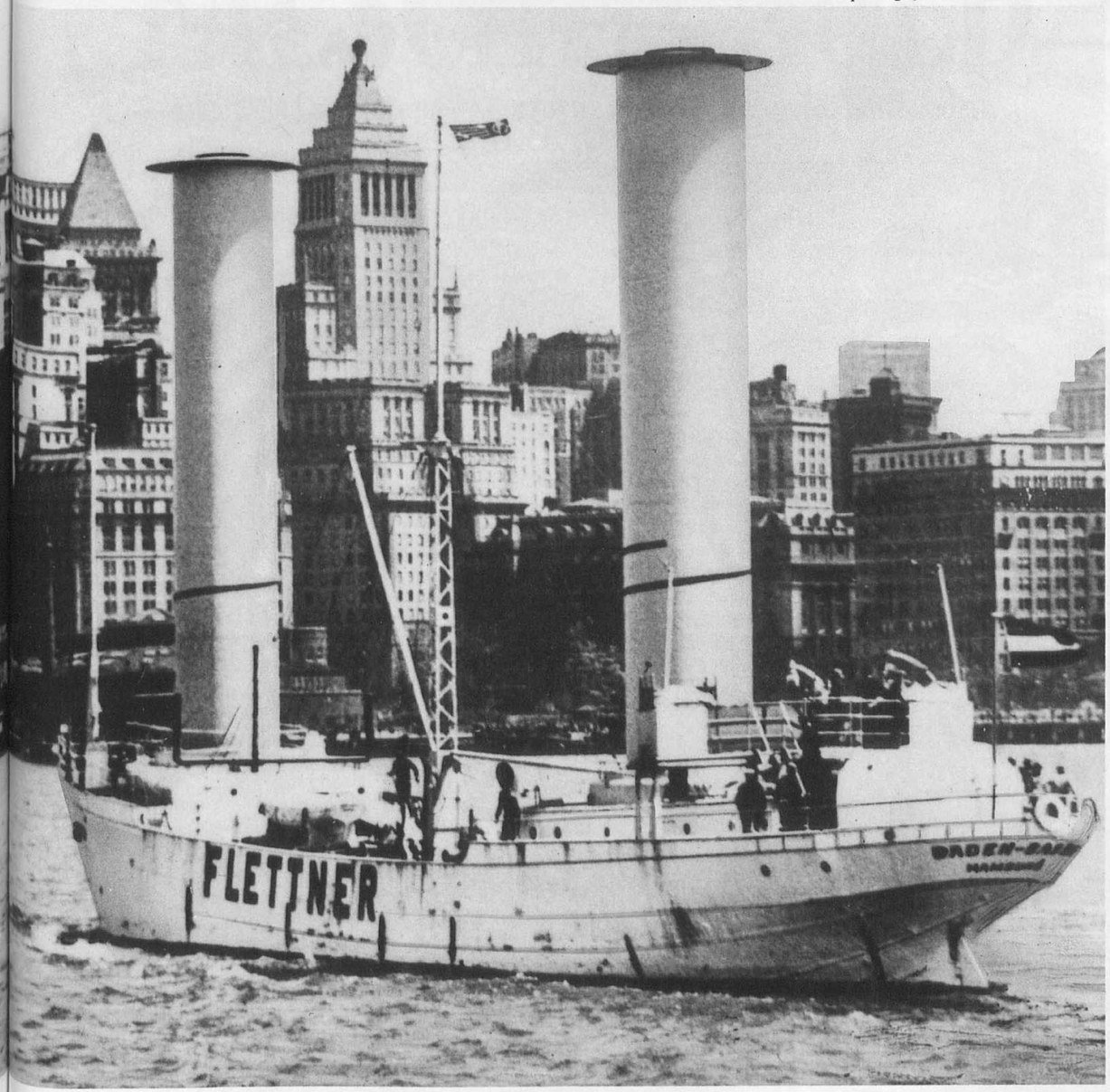
Mit dieser „Grenzschichttheorie" konnten viele, bisher rätselhafte Phänomene erklärt werden. So hatten im letzten Jahrhundert Artilleristen beobachtet, daß rotierende Granaten seitlich vom Ziel abwichen, ein Effekt, den der Physiker Heinrich Gustav Magnus 1852 im Experiment vorführte. Die Grenzschichttheorie konnte nun erklären, daß sich rings um einen rotierenden Zylinder durch die Wandreibung eine Zirkulationsströmung aufbaute. Wurde diese Zirkulationsströmung von einer zweiten, parallelen Strömung – in der Praxis zum Beispiel durch den Wind – angeströmt, so ergab sich eine Unsymmetrie des gesamten Strömungsverlaufes, die sich in einer seitlichen Kraft auf den Zylinder äußerte. Man konnte jetzt diese Kraft sogar auch berechnen: Sie war etwa zehnmal höher als bei einem vergleichbaren Segel.

Im Frühjahr 1923 wurden in der von Prandtl geleiteten *Aerodynamischen Versuchsanstalt* zu Göttingen Messungen an rotierenden Zylindern durchgeführt, mit denen man die theoretisch errechnete Zahl allerdings nicht ganz erreichte. Der Erfinder Anton Flettner, der bei Versuchen mit neuartigen Ruderformen mit der Versuchsanstalt in Kontakt gekommen war, wollte nun diesen rotierenden Zylinder anstelle eines besegelten Mastes als Schiffsantrieb verwenden. Man brauchte nur einen kleinen Motor, um den Zylinder rotieren zu lassen, erzielte dann mit ihm aber große Kräfte – sofern der Wind wehte. Vor dem Umbau des Seglers *Buckau* auf Rotorantrieb im Jahr 1924 wurden im Göttinger Windkanal noch einmal beide Versionen im Modell gemessen. Die Versuchsfahrten der *Buckau* erregten großes Aufsehen: Als *Baden-Baden* trat das Schiff 1926 eine Reise nach Amerika an. Der einzige Neubau eines Rotorschiffes, die *Barbara*, erhielt drei 17 Meter hohe Rotoren.

Ein wirtschaftlicher Erfolg waren beide Schiffe nicht. Bis heute haben sich auch bei stark gestiegenen Treibstoffpreisen ähnliche Projekte in der Handelsschiffahrt nicht durchsetzen können. Die Beharrlichkeit eines Verkehrssystems, das die Segelschiffahrt lange selbst verkörperte, sperrt sich gegen eine Rückkehr zum Windantrieb.

Aus heutiger Sicht stellte das Rotorschiff nach den Flottenparaden der Kaiserzeit eine neuartige Technik vor, es war eine markante Demonstration der Ergebnisse der deutschen Forschung, die in der Aerodynamik nach dem Vertrag von Versailles verstärkt betrieben wurde. □





Anton Flettners Rotorschiff *Baden-Baden* nach der Atlantik-Überquerung 1926 im Hafen von New York.

Foto: Ullstein Bilderdienst

Die Fürstenhöfe des 18. Jahrhunderts versuchten, sich gegenseitig an Prunk und Pracht zu übertrumpfen. Das kostete Geld. So mancher Regent vertraute auf den geheimen Zauber der Goldmacher.

FALSCHES GOLD

Emanuele Caetano – oder: Korruption und Intrige im 18. Jahrhundert

Von Otto Paul Krätz und Alfonsa Riggi-Haberstock

„Die Ausschweifungen, die Ränke, die Erpressungen dieses Hofpöbels sind unerträglich", schrieb 1778 Wilhelm Ludwig Wekhrlin, genannt Anselmus Rabiosus, in seiner *Reise durch Oberdeutschland.* Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielten dabei die Alchemisten, die sich, von Hof zu Hof wechselnd, als „Schmarutzer" einnisteten. Sie waren nicht nur geduldet, sondern sie wurden auch eingeladen. Als Katalysatoren der Korruption sicherten sie manchem höchsten Beamten das Einkommen. Den Preis dafür bezahlten sie freilich nicht selten am Galgen.

„So wie einst du wühlen sie heute noch in dreckigen Schubladen, vollgestopft mit zerbrochenen Zinnsoldaten und schimmligen Herzögen", schrieb Hans Magnus Enzensberger über die Tätigkeit eines frühen Historikers. Nun ist bei nüchterner Betrachtung zwar nicht zu leugnen, daß die Geschichte eine arg staubige Schublade darstellt, die von der Bühne des Weltgeschehens abgetretenen Helden längst vergangener Spektakel allemal verschimmelt und die einst mächtigen Heere zu zerbrochenen Zinnsoldaten verkümmert sind. Wozu dann also Geschichte? Zuweilen scheint es, als könne man doch ein wenig aus ihr erfahren. Die vorliegende Betrachtung beschreibt das Leben des betrügerischen Goldmachers Don Dominico Emanuele Caetano, Graf Ruggiero (um 1678 bis 1709).

Caetano, Sohn eines Falschmünzers, brach 1695, nachdem er schon zuvor ebenfalls der Falschmünzerei und Goldmacherei beschuldigt worden war, von Neapel aus auf. In Venedig und Verona versprach er hochgestellten Persönlichkeiten, gegen Geld die Herstellung von Gold zu lehren. Stets war er längst entwichen, bevor der Betrug entdeckt wurde.

Zu den ersten prominenteren Opfern gehörte der Abt von St. Ulrich in Augsburg, den er um 2000 Gulden erleichtert haben soll. Caetano wandte sich nach Mailand und Genua, wo er zwar in den Kerker geriet, aber – möglicherweise durch die Fürsprache des Papstes – wieder freikam, um bald schon den spanischen König in Madrid zu betrügen. Der bayerische Gesandte in Madrid empfahl ihn seinem Herrn, Kurfürst Max Emanuel, der damals als Generalstatthalter der spanischen Niederlande in Brüssel residierte. Im Palais der Geliebten des Kurfürsten, Agnes Gräfin Arco, wurde für Caetano ein Laboratorium eingerichtet, in dem der Kurfürst selbst unter Caetanos Anleitung experimentierte. Denn der hatte in einem kleinen Probeansatz erfolgreich Gold hergestellt.

Ein Zeuge hielt fest: „Nach diesem neuen Beweis und einigen anderen, die uns in Erstaunen versetzten . . ., übergab er Ihr ein Schreiben zur Goldvermehrung, auf das Sie äußerst heftig arbeitete, um die Wahrheit dieses Mannes und die Kraft seines Pulvers besser zu erhellen. Als Sie zur Fixation des Quecksilbers kam, wurden wir in unserem Erstaunen wütend, da wir es mit einem großen Knall kochen hörten und es mit der größten Wucht durch die Luft flog und den Tiegel sauberer zurückließ, als ich ihn auf das Feuer gesetzt hatte."

Trotz aller Bemühungen des Kurfürsten, Caetanos und seiner Mitarbeiter gelang es nie, größere Mengen Gold herzustellen. Auch dann nicht, als man Caetano zwang, nach München beziehungsweise Burghausen überzusiedeln. Allmählich verlor Max Emanuel die Geduld, und er ließ Caetano auf der Burg Grünwald einkerkern, von wo dieser einige Male entwich, um nach der Schlacht von Höchstädt im Jahr 1704 endgültig zu entkommen.

Caetano ging nach Wien, wo Kaiser Leopold I. und dessen Gattin sowie Leopold Kardinal Kollonitsch, Fürst Anton von Liechtenstein und Kurfürst Johann Wilhelm von der Pfalz seine nächsten Opfer wurden. Im Sommer 1705 aber wurde Caetano der Boden auch in Wien zu heiß, weil Kardinal Kollonitsch, ein alter gegenreformatorischer Haudegen und einstiger Seeheld des Malteserordens Johann Wilhelm eine exorbitant hohe Wette von einer halben Million Talern angeboten hatte, daß Caetano in Wahrheit ein Schwindler sei.

Carl Ludwig von Poellnitz beschreibt das Eintreffen Caetanos in Berlin – leider ohne Nennung eines genauen Datums – und die bemerkenswerte Rolle, die der englische Gesandte Lord Raby seinerzeit spielte: „Er führte unter anderem bei Hofe einen Adepten ein, der sich für einen Grafen von Cajetano aus Neapel ausgab. Er war mit einer Frau und einem großen Aufzuge nach Berlin gekommen und hatte sich an den englischen Gesandten gewendet. Dieser stellte ihn dem Grafen von Witgenstein und Wartensleben vor, die alle Beyde den Stein der Weisen suchten."

Der Wert dieser Mitteilung wird ein wenig durch die Tatsache eingeschränkt, daß von Poellnitz (1692–1775) zum Zeitpunkt der hier geschilderten Ereignisse erst 13 Jahre alt war. Darüber hinaus gilt er, wiewohl Freiherr von Geblüt, als übler Abenteurer, intriganter Höfling und leidenschaftlicher Spieler, stets auf der Suche nach einträglichen Positionen. Er scheute sich nicht, insgesamt fünfmal seinen Glauben zu wechseln, wenn dies seine Aussichten zu erleichtern schien. Er schmarotzte sich von Hof zu Hof und wurde der Geschichtsschreibung durch seine ab 1740 alljährlich fast regelmäßig herausgegebene Memoirenliteratur unentbehrlich, insbesondere durch seine *Lettres et Mémoires,* die man heute als eine Art Jahrbücher eines reisenden Klatschkolumnisten bezeichnen würde. Allerdings reüssierte er als amüsanter Gesellschafter und diente Friedrich dem Großen seit 1740 zeitweilig als Vorleser.

Der „prussian gentleman"

Die Angaben von Poellnitz' lassen sich jedoch soweit überprüfen, als sich tatsächlich im Nachlaß des englischen Gesandten Raby Hinweise finden, die den Wahrheitsgehalt dieser Mitteilungen untermauern. Es ist bekannt, daß Lord Raby an den englischen Schatzkanzler zwei Briefe schickte, in denen er einen „prussian gentleman" als Goldmacher empfahl. (Einer dieser Briefe ist im nebenstehenden Kasten wiedergegeben.)

Lord Raby, selbst eine schillernde Figur, hatte es teils durch Begabung, teils durch Erbe und Ämterkauf zu einer beachtlichen Karriere als Militär, Diplomat und Politiker gebracht. Er starb 1739 als Thomas Viscount Wentworth of Wentworth-Woodhouse and of Stainborough, Baron of Raby, 1st Earl of Strafford. Der Empfänger des Briefes gehörte ebenfalls zu den Spitzen der Gesellschaft: Sidney 1st Earl of Godolphin, der allerdings trotz einträglichster Staatsämter als arm galt, was seiner Leidenschaft für Spiel und Pferderennen zugeschrieben wurde. Unbestritten aber zählte er zu den großen Finanzfachleuten seiner Epoche, so daß seine Rolle in der beschriebenen Affäre um so bemerkenswerter erscheint.

Der Brief Lord Rabys an den englischen Schatzkanzler belehrt uns ein-

Lord Rabys Brief an den englischen Schatzkanzler Godolphin

„...aus feinem Silber Dukaten in Gold"

So ich nicht die Ehre hatte, von Eurer Lordschaft zu hören, seit ich seinerzeit mir selbst diese Ehre angetan hatte, indem ich Sie mit meiner Bewerbung um die Stelle eines Generalmajors behelligte und durch diese Gnade meine ersten zusätzlichen Raten bezahlte, doch dieser Brief dient nicht dazu, Sie mit weiteren Bitten zu meinen Gunsten zu belästigen, sondern um Ihnen einen Vorschlag zu unterbreiten, der, wenn er Erfolg zeitigte, zu Ihrem größten Vorteil wäre. Ich habe immer über jene Chymisten gelacht, die vorgaben, Gold machen oder extrahieren zu können, wo die Natur keines vorgegeben hat, doch ich weiß wohl, daß durch diese Wissenschaft manch seltsame Dinge und Beobachtungen täglich neu entdeckt werden, insbesondere durch Extraktion eines Metalles aus dem anderen. Ich bin sehr vorsichtig mit Vorschlägen, die ich Eurer Lordschaft – deren Scharfblick und Urteil schnell herausfinden wird, was vernünftig ist, oder nur eingebildet – unterbreite ... Jedoch hoffe ich in dieser Sache keine Gefahr zu laufen, wenn ich Ihnen sage, daß jenes Hauptmotiv, das mich dazu brachte, Sie mit dieser Sache zu behelligen, die Betrachtung der Umstände dieses Gentleman war, der jene Vorschläge machte, durch deren Erprobung Sie möglicherweise einen großen Vorteil ohne den mindesten Verlust gewinnen könnten und wenn das Projekt zu unwahrscheinlich erscheint, so bin ich dafür, es auf Kosten des Vorschlagenden erproben zu lassen, der, wenn es schiefgeht, das ganze Risiko des Mißerfolges trägt. Ich bin dafür, den ganzen Vorteil zu ernten. Der Gentleman, der diese Vorschläge macht, ist in den Reichen dieses Königs ein Mann von hohem Ansehen – was hier nicht sehr selbstverständlich ist. Er hat zu zweien der wichtigsten Minister gute Beziehungen und ist gegenwärtig an diesem Hofe in Vertrauensstellungen tätig ... Zunächst wünschte er, daß ich diesen Vorschlag nur Ihrer Majestät selbst machen solle, aber als ich ihn mit Stand und Stellung Eurer Lordschaft vertraut machte, entschied er, daß ich diesen unter Beachtung der größtmöglichen Vorsicht erst Ihnen vortragen solle, denn, wenn es bekannt werden würde, während er noch an diesem Hofe sei, so könne ihn dies teuer zu stehen kommen. Aber wenn Eure Lordschaft das, was er vorschlägt, billigen sollten, würde er selbst nach England kommen, dort seinen Aufenthalt nehmen und bleiben. Seine Gründe, warum er dies Geheimnis weder dem hiesigen Hofe noch einem anderen Fürsten in Europa oder Ihrer Majestät gemacht hat, scheint sehr vernünftig, da wir soviele Beispiele dafür haben, daß Leute unter einem absoluten Fürsten mit ihrem Leben, oder wenigstens mit ihrer Freiheit für die vorteilhaftesten Entdeckungen zahlen mußten, die sie jenen gemacht hatten ... Sein Vorschlag ist nun der, aus einer Mark feinem Silber, welches etwa fünfzig Shilling wert ist, im Verlaufe von zwei Monaten den Wert eines Dukaten in Gold herauszuziehen, dabei soll sich das Silber nicht vermindern ... und ein Dukaten ist in England 9 Shillinge wert und so verhält sich dies in Proportion zu jedweder Summe, die Ihnen gefällt und damit ich Ihnen seine eigene Erklärung seines Projektes gebe, so verhält es sich so:

1000 Mark feines Silber zu je 12 Kronen für die Mark deutschen Geldes machen 12000 Kronen
für welches Kapital von 12000 Kronen, wenn Sie die Arbeit am 1. Januar begännen, so würden Sie am 1. März 1000 Dukaten in Gold gewonnen haben, dabei rechnet jeder Dukaten zu 4 Gulden dieses Landes; so macht dies $2660\frac{2}{3}$.
Wenn man das Projekt so weit als möglich vorantreibt, so würde er diese $2660\frac{2}{3}$ Kronen dem ersten Kapital von 12000 Kronen hinzufügen, welches zusammen vom ersten März bis zum letzten Tag
des Aprils 3258 Kronen
erbringt, vom ersten
Mai bis letzten Juni 3982

Berlin, 16. November
(von späterer Hand, vielleicht irrtümlich: 1705)

vom ersten Juli bis zum letzten August 4866
vom ersten September bis zum letzten Oktober 5947
vom ersten November bis zum letzten Dezember 7269
Im gesamten Jahr wären also 27988 Kronen produziert worden, wobei sich die Kosten für die anderen Materialien und die Belastungen durch den Gewichtsverlust des Goldes gegenüber dem Silberkapital über das Jahr auf 1100 Kronen beliefen, die von dem obigen Gewinn abzuziehen sind.

So wird über das Jahr hinweg ein Reingewinn von 26878 Kronen gemacht und da der volle Wert des Silbers erhalten bleiben wird, so müßten Sie rechnen, daß etwas mehr als 5 dieser Kronen auf 1 Pfund Sterling gehen, so daß der jährliche Gewinn von 2400 Pfund Sterling bei 5 Kronen für ein Pfund Sterling 5375 12 Sh. ist, und daneben behalten Sie Ihr Stammkapital vollständig. So können Sie errechnen, welchen Vorteil im Verhältnis mehr eingesetzte Pfunde erbringen würden, und so in Proportion eine Million, welch beachtlicher Gewinn! Tatsächlich, Mylord, sieht dies so extravagant und chymärisch aus, daß ich fast zögere, meinen Brief fortzusetzen, aber er hat meinen Einwänden so feierlich widersprochen, daß ich sicher bin, dies alles ist wahr, daß er es tatsächlich selbst gemacht hat und er selbst hat mir jenes Gold gezeigt, das er auf diese Weise hergestellt hat, so daß, wenn ein solcher Mann nicht sehr verrückt ist oder einigen Vorteil beim Vorantreiben einer solchen seltsamen Sache hat, ich nicht zu erkennen vermag, warum er seinen ganzen Kredit und Ansehen im Staate einsetzen sollte, um zu zeigen, daß er in keiner Weise einen Vorteil für sich selbst erzielen werde, wenn die Sache mißlänge und er schlägt ferner vor, daß nachdem er in seinen Schmelztiegeln seine Ingredienzen zugefügt habe, Sie selbst durch jedwede Probe oder Versuch auszumitteln suchen sollen, ob in dem Metall irgendeine Goldlegierung enthalten sei, und nachdem er bewiesen haben werde, daß da kein Gold sei, sollten Sie selbst jemanden beauftragen, um auf die Metalle und das Feuer aufzupassen und am Ende der beiden Monate, während derer er der Schmelze nicht zu nahe kommen würde, werden Sie in diesem Verhältnis Gold finden, währenddem befände sich die Schmelze in all der Zeit innerhalb Eurer eigenen Mauern unter der Bedingung, daß Euer eigener Diener täglich dorthin ginge, um entsprechend seinen Anweisungen aufzupassen und das Feuer zu unterhalten.

Sie könnten es zunächst mit zwei oder zehn Mark Silber probieren, und nachdem Sie gefunden haben werden, daß es den versprochenen Vorteilen entspricht, so zögert er nicht, das Geheimnis nicht mehr länger für sich zu behalten, aber er wird die Ingredienzen, welche er hinzufügt um die Extraktion zu bewerkstelligen, nur Eurer Lordschaft entdecken, welche Ingredienzen zwar – aber nur sehr unbeträchtliche – Kosten verursachen und wenn Sie dann finden werden, daß die Ausbeute dem von ihm versprochenen Gewinn entspricht, so wird er sich dann eine Belohnung von Ihrer Majestät erbitten, die der Größe seiner Entdekkung angemessen wäre, aber nicht vorher.

Er bietet auch an, wenn Sie nicht gewillt wären, irgend Silber für den ersten Beweis zur Verfügung zu stellen, so würde er das Silber für die ersten beiden Monate selbst beschaffen. Er ist zunächst bereit, incognito herüberzukommen, um mit Ihnen zu sprechen und wenn Sie irgend einen besonderen Zweifel hätten, so wird er ihn mir direkt beantworten.

Sie können versichert sein, der Mann ist durchaus von solcher Art, daß man ihn Euch präsentieren kann . . . Ich denke aber es ist es wert, daß Sie ihn sein Projekt erproben lassen, bevor Sie sich selbst daran machen, so werden weder Sie noch die Königin einen Farthing verlieren.

dringlich über die Nützlichkeit gewisser von Caetano geübter Praktiken. Sein für uns heute besonders befremdliches bombastisches Auftreten mit juwelenbehängter Gattin und Dienerschaft mußte ihn als Mann von Stand ausweisen, und wie man dem Schreiben entnehmen kann, gelang das auch. Als Betrugsalchemist mußte man offenbar in der Lage sein, bei den Trägern der Macht das Gefühl zu erwecken, man sei einer der ihren. Zugleich belegt der Brief, daß Caetano, kaum in Berlin eingetroffen, sofort Kontakt zu weiteren Höfen suchte, um die nächste Flucht vorzubereiten.

Die von Caetano vorgeschlagenen Rezepturen haben durchaus Ähnlichkeit mit seiner sonstigen Vorgehensweise. Als erstes wird ein Probeansatz im kleinen vorgeschlagen, von dem wir mit Sicherheit annehmen dürfen, daß er funktioniert hätte. Alles andere hätte sich über Monate hingezogen und dem Alchemisten leicht Gelegenheit gegeben, mit Vorschüssen und dem Geld für die angeblichen Ausgangsmaterialien zu entkommen.

In einem Punkt aber weichen die in Lord Rabys Brief dargestellten Vorschläge wesentlich ab: Der Kern des Vermehrungsprojektes ist die Behauptung, daß

Foto: Joachim Blauel/Artothek Hinrichs

Kurfürst Max Emanuel von Bayern (1662 bis 1726), gemalt von Joseph Vivien. Der Kurfürst war eines der prominenten Opfer des Emanuele Caetano.

das gewonnene Gold immer wieder in die Ansätze eingebracht werden müsse, um so fortgesetzt immer weiteres Gold neu hervorzubringen, wohingegen die ursprüngliche Silbermenge stets erhalten bliebe. Da im ersten Ansatz kein Gold mit eingebracht werden sollte, stellt sich die Frage, wozu diese Maßnahme eigentlich gut war. Es scheint vernünftig, die Lösung dieses Problems als Teil des Betrugstricks zu sehen. Eine solche Vorgehensweise hatte natürlich den Vorteil, daß man den angeblichen Goldgewinn erst nach Ablauf langer Monate vorlegen mußte. Dadurch war Zeit zu gewinnen.

Wie allerdings Caetano die Gehilfen des Schatzkanzlers übertölpeln wollte, bleibt sein Geheimnis. Immerhin mußte er annehmen, daß dem *Lord Treasurer* ein befähigter Münzwardein zur Verfügung gestanden hätte, der jederzeit in der Lage gewesen wäre, das Nichtentstehen von Gold zu beweisen. Dabei verdient hervorgehoben zu werden, daß der *Master of the Mint* oder, wie wir heute sagen würden, der Direktor der Königlichen Münze, kein Geringerer als Sir Isaac Newton (1643–1727) war, gleichzeitig Präsident der *Royal Society.*

So unwahrscheinlich uns heute die Vorschläge Lord Rabys an den Schatzkanzler der Krone auch vorkommen mögen: Lord Godolphin müssen sie immerhin so einleuchtend erschienen sein, daß im nicht vorhandenen Antwortbrief eine Reise des Adepten nach England vereinbart worden sein muß, wie aus einem weiteren Schreiben Lord Rabys vom Februar des folgenden Jahres hervorgeht:

Berlin, 4. Februar (wahrscheinlich 1706)
My Lord

Ich konnte nicht anders, als am Ende Ihres Briefes lächeln, wo Sie mich als ein Instrument zur Erreichung Ihres Glückes erwähnen, aber dies könnte sich sehr wohl so ereignen und ich hoffe, daß es so sein wolle, daß Eure Lordschaft auch meines machen werden, das sehr einer Vermehrung bedarf, und gleichgültig ob dieses Projekt gelingt oder fehlt, ich werde stets auf Eurer Lordschaft Gunst bauen um mein Glück zu machen . . .

Der Gentleman war hinsichtlich einer Antwort sehr ungeduldig, ist aber jetzt damit äußerst zufrieden . . . Er hält nun Ausschau, welchen Vorwand er finden könnte, um nach England zu gehen und seine Frau und seine Familie zu verlassen, ohne daß bei Hofe zuviel Aufhebens davon gemacht würde . . . Ich habe ihm einen Brief versprochen, um ihn bei Eurer Lordschaft einzuführen. Dies ist alles, was er zunächst wünscht: mit Ihnen allein über die Angelegenheit zu sprechen. Er wird einige ihn selbst betreffende Vorschläge unterbreiten, auf die Sie nur dann einzugehen brauchen, wenn Sie finden, die Sache könnte so, wie sie sich darstellt, Erfolg haben. Er ist sicher, daß der Gewinn ein Drittel höher sein wird, als er ursprünglich angegeben hat. Ihre Sorge um Geheimhaltung ist sehr berechtigt . . . auch wegen meines eigenen Rufes. Wenn es schiefgeht, werde ich die Sache um nichts in der Welt gekannt haben. Ich machte Eurer Lordschaft einen solchen Vorschlag und wenn er Erfolg hat, so ist Verschwiegenheit für den Vorteil der Sache notwendig, und dem Gentleman rettet es den Kopf, oder mindestens seine Freiheit hängt an der Bewahrung des Geheimnisses. So können Sie, My Lord, sicher sein, daß das Geheimnis auf unserer Seite gehalten werden wird.

Dieser Brief belegt in bestürzender Deutlichkeit, warum das Leben eines Betrugsalchemisten zwar einerseits zu beachtlichen finanziellen Erfolgen führen konnte, aber andererseits so außerordentlich gefährlich war. Die Politiker jener Zeit gierten aus öffentlichen, aber auch aus ganz persönlichen Gründen nach Geld. Lebenslust und Prachtentfaltung des Barock verschlangen Unsummen. In ihrer Gier waren hochgestellte Personen für jeden „Caetano" ein leichtes Opfer. Aber Angst und Mißtrauen lagen auf der Lauer. Geriet die Angelegenheit zur Bedrohung ihres politischen Ansehens und ihrer persönlichen Integrität, so wurde sie umgehend abgestritten. Wie der Brief beweist, einigte man sich schon im vorhinein auf die in der Politik allemal bewährte Taktik des Dementis. Auch war man sich schon vorher darüber einig, daß im Falle des Ruchbarwerdens mindestens die Einkerkerung des Alchemisten, wenn nicht gar seine Hinrichtung erforderlich werden würde.

Caetano balancierte also auf einem gefährlich schwankenden Seil. Ob er die Gefahr nicht sah oder nicht sehen wollte oder ob er sich nur daran gewöhnt hatte – wir werden es wohl nie erfahren. Auch wissen wir nach der jetzigen Quellenlage nicht, warum die Englandreise schließlich scheiterte.

Die beiden Briefe Lord Rabys erwähnen jene Person nicht, deren Meinung uns natürlich aufs höchste interessieren würde: Sir Isaac Newton. Lord Godolphin, rechte Hand von John Churchill, Herzog von Marlborough (1650–1722), war in seiner Eigenschaft als *Lord Treasurer* unmittelbarer Dienstvorgesetzter des *Master of the Mint,* ein Amt, das der große Physiker Newton mit größtem Pflichtbewußtsein und einer fast schon krankhaften Vehemenz ausübte. Dar-

Gespräche im „Reiche der Todten": Graf Caetano wurde zur Legende – noch weit über seinen Tod am Galgen hinaus.

Foto: Deutsches Museum

über hinaus waren Godolphin und Newton enge Parteifreunde. Erstmals war Newton 1689 für Cambridge als Whig ins Unterhaus eingezogen, und er wurde 1701 wiedergewählt. Zur Parlamentswahl 1705 inszenierte Lord Godolphin für Newton ein besonderes Wahlspektakel: Queen Ann (1665–1714) stattete der Stadt und der Universität Cambridge einen besonders feierlichen Besuch ab, wobei die Queen helfend in den Wahlkampf eingriff. Leider war die Mühe vergebens, Newton verlor.

Es ist kaum anzunehmen, daß Godolphin in dem Vierteljahr, das zwischen dem ersten und dem zweiten Brief Lord Rabys lag, Newton nicht um Rat in dieser Angelegenheit gebeten haben sollte. Dennoch wurde die Einladung an den „prussian gentleman" ausgesprochen. Dies ist nur zu verstehen, wenn man akzeptiert, daß die im ersten Brief Rabys vorgestellte alchemistische Rechnung auch Newton überzeugt hat. Tatsächlich muß diese Möglichkeit ernsthaft in Betracht gezogen werden.

Kein Geringerer als Robert Boyle (1627–1691) hatte selbst Goldmacherversuche unternommen und war von der realen Möglichkeit der Transmutation dermaßen überzeugt, daß er 1689 die Aufhebung der englischen *Regierungsverordnung gegen die Vermehrung von Gold und Silber* erwirkte. Bei seinem Tod hinterließ er seinen Testamentsvollstrekkern ein Quantum roter Erde mit Anweisungen für einen Versuch zu ihrer Umwandlung in Gold.

Newton hatte 1693 eine Rezeptur niedergeschrieben, in der er behauptete, man könne aus drei Teilen Gold und einem Teil „Stein" die Ausgangsmischung jeweils verzehnfachen. Seine alchemistischen Bemühungen hatten ihn zu einer komplizierten Theorie der Materie geführt. Noch 1710 formulierte er Sätze wie: „Wenn man Gold einst dazu bringen könnte, zu ‚fermentieren' und sich zu zersetzen, könnte es in jeden beliebigen Körper verwandelt werden . . . so wie gewöhnliche Nahrung in die Körper von Tieren und Pflanzen verwandelt wird." Das bedeutet, daß die Vorschläge des „prussian gentleman" auch einem Newton überprüfenswert erschienen sein müssen. Jemand, der in seinen eigenen Phiolen Goldbäume hatte wachsen sehen, muß für dergleichen empfänglich gewesen sein.

Man darf vermuten, daß Caetanos Leben einige Jahre länger währte, weil die Englandreise nicht zustandekam. Es ist kaum vorstellbar, daß seine offensichtlich recht schlichten Goldvermehrungstricks – er pflegte goldhaltige Pflanzenasche in seine Ansätze zu schmuggeln – den versierten Experimentator Newton wirklich hätten überzeugen können. Mit einem explodierenden Tiegel konnte man vielleicht einen Max Emanuel verblüffen, nicht aber einen Newton. Wir wissen, daß Newton über einzigartige Kenntnisse der alchemistischen Literatur verfügte. Gewiß wäre es dem neapolitanischen Schwindler Caetano schwergefallen, hier mitzuhalten. Da Newton in seiner Eigenschaft als *Master of the Mint* Falschmünzer fanatisch und brutal zu verfolgen pflegte, konnte Caetano nur von Glück sagen, wenn er einem Newton nicht so schnell unter die Augen kam. Verzeihen und Mitleid waren die Stärke des großen Physikers nicht.

Korruption

Auf den Stufen eines prächtigen Hauses steht ein Mann im ganzen Prunk der zeitgenössischen Tracht vornehmer Würdenträger mit goldener Amtskette. Aus einem geöffneten Geldkasten hat er einen Beutel Geld herausgenommen. Im Hintergrund erblickt man die Darstellung eines Raubes, der sich vor den Toren der Stadt ereignet. Wohin dieses Verbrechen führt, sieht man zugleich mit der dahinterliegenden Hinrichtungsstätte. Die beiden gegensätzlichen Diebstahlsszenen geben damit ein Sinnbild der Korruption:

Fesseln trägt, wer privates Eigentum stiehlt, goldene Ketten, wer öffentliches veruntreut

Diebe, die öffentliches Gut rauben, tragen goldene Bande, o Schande! In Ketten liegt nur, wer privates Eigentum nimmt.

Sinnbild der Korruption.

Caetano blieb also in Preußen. Wiederholten Versuchen, Gold im großen darzustellen, folgten verwegene Fluchtversuche. Beinahe wäre Caetano auf seiner letzten Flucht entkommen, die nach Spanien gehen sollte. Doch als er in Frankfurt am Main seine Kutsche verkaufen wollte, fiel er auf. Er wurde festgesetzt, auf Betreiben der preußischen Regierung ausgeliefert und nach Küstrin verbracht. Das Spiel war aus. Im August 1709 fällten die Räte des preußischen Kammergerichtes ihr Urteil: „Er habe zu hängen wie ein Dieb und der Galgen oder des Inquisiten Kleidung sei mit Flittergold zu bekleben."

Am 23. August führte man ihn in einer halbgedeckten Chaise, eskortiert von Grenadieren und eigens dafür herbeigeschafften Patres – Preußen war protestantisch – zum Richtplatz. Caetano verabschiedete sich von den Umstehenden, „bejammerte seine Hure", betete lateinisch und deutsch, legte freiwillig selbst Perücke und Halstuch ab. Im weißen Carmisol, nur Pantoffeln an den Füßen, zog man ihn mit der Winde hinauf. „Als er mit dem Kopf gegen den Balken/ an welchem ein Fleck so weit er zu hencken gekommen/ mit güldenem Zindel geschlagen war/ kam/ sagte er zum Hencker: geschwind/ worauf ihm der Hencker den Strick um den Hals legte/ und das Genücke abdrückte/ das Gesicht ward ihm abscheulich schwartz und braun/ und unter heftigem Zucken/ gab er endlich den Geist auf."

Die Mißerfolge Caetanos und sein Tod am preußischen Galgen vermochten nicht, den bayerischen Kurfürsten und seine Räte von der Hoffnung auf Gold und den Stein der Weisen abzubringen. In den Jahren 1724 bis 1726 führte der bayerische Diplomat Alois Freiherr von Malknecht, Geheimer Rat und Geheimer Sekretär des Kurfürsten, eine der Spitzen der damaligen bayerischen Politik, einen ausgedehnten Briefwechsel mit Guiseppe Longhi, einem alchemistischen Arzt aus Padua. Schenkt man den Briefen Glauben, so entwickelten sich die Beziehungen zwischen dem Adepten und dem kurfürstlichen Hof in München aufgrund einer ärztlichen Behandlung des zu diesem Zeitpunkt schon recht kränklichen Kurfürsten Max Emanuel. Padua galt seinerseit als eine Art Mekka der Medizin. Die Behandlung muß vor dem ersten der erhaltenen Briefe stattgefunden haben, der am 24. Mai 1724 in München geschrieben wurde.

Doch zu einer Anstellung Longhis als Hofarzt kam es nicht. Schon am 4. Juni 1724 schrieb er aus Venedig, daß er dort alles für die alchemistischen Operationen Notwendige kaufen wolle – Chemikalien waren in der Hafen- und Handels-

Abbildung aus: Gabriel Rollenhagen, Sinn-Bilder, Harenberg Kommunikation, Dortmund 1983

Caetanos letztes Opfer war Friedrich I. von Preußen. Der König ließ den Scharlatan hängen.

Foto: Münchner Stadtmuseum

stadt, dem Zentrum des Chemikalienhandels im alten Europa, leichter als irgendwo sonst zu besorgen –, um dann weiter in seine Heimat Padua zu reisen.

Malknecht, einer der engsten Mitarbeiter des Kurfürsten, mit der Führung der auswärtigen Angelegenheiten betraut und damit der einzige Geheime Rat mit eigenem Portefeuille, hatte viel mit den Finanzproblemen des Kurfürsten zu tun. So hatte er die besonders „ehrenvolle" Aufgabe, Einsätze und Schulden des leidenschaftlich und riskant spielenden Kurfürsten am Spieltisch vorstrecken zu dürfen. Longhi wurde zum Hoffnungsträger.

Longhis zahlreiche Berichte aus Padua über das langsame Voranschreiten der Experimente aber waren von der steten Bitte um mehr Geld begleitet. Sein Brief vom 7. Dezember 1724 ist ein bemerkenswertes Dokument über die seinerzeit allgegenwärtige Korruption. Longhi teilte Seiner Exzellenz in dürren Worten mit, daß das vom Kurfürsten versprochene Geld als Wechsel endlich in Padua eingetroffen sei und daß er einen Teil dieser Summe an Seine Exzellenz zurücksende. Dies bedeutet im Klartext nichts anderes, als daß Longhi aus dem vom Kurfürsten erhaltenen Honorar eine Provision an Malknecht zahlte. Das ist ein historisch überaus wichtiger Hinweis auf die alchemistischen Affären innewohnende Triebkraft. Offenbar reichte ein Alchemist einen Teil seiner vom jeweiligen Herrscher erhaltenen Zahlungen umgehend als Schmiergeld in die Taschen von Hofschranzen und Beamten weiter. Die mußten naturgemäß ein großes Interesse haben, eine alchemistische Betrugsaffäre möglichst lange am Laufen zu halten. Überraschende Befürwortungen, zum Beispiel Caetanos, durch sonst ganz vernünftig erscheinende Beamte werden so plötzlich verständlich. Man verdiente schlicht mit.

Am 20. Dezember 1726 übermittelte Longhi an „Seine Exzellenz" Malknecht seine Weihnachtswünsche. Er teilte mit, daß er „das Geheimnis" nicht einmal für einen Tag aus den Augen lasse. Er habe ein Experiment gemacht und eine tote Taube wieder zum Leben erweckt. Seine Exzellenz werde das bestellte Pulver erhalten. Mit diesem Brief endet die Korrespondenz zwischen Malknecht und Longhi. Man darf rätseln warum. Vielleicht hat Longhis Pulver in München nicht funktioniert – vielleicht blieben Münchner Tauben tot. Wahrscheinlicher ist, daß Malknecht die geforderten Summen nicht mehr beschaffen konnte.

Worin liegt nun der Reiz dieser Geschichten über die Kunst, den Staat zu plündern? Nacheinander hatte Caetano den Abt von St. Ulrich, den König von Spanien, zwei Kurfürsten, einen Kardinal, den Kaiser, einen Reichsfürsten und den preußischen König hereingelegt. Der Ablauf des Geschehens ist in jedem Betrugsfall mit allen anderen fast identisch: Auf vorangehende Versprechungen folgen die ersten „Beweise" im kleinen, die stets gelingen. Dann scheitern die Großansätze. Nach einiger Zeit folgt die Flucht, und bei einem frischen Opfer beginnt das Spiel aufs neue. Vor und nach Caetano und auch gleichzeitig gab es viele weitere Goldmacher, die alle das gleiche Spiel trieben – und zwar so oft und im Ablauf dermaßen stereotyp, daß man sich die Frage stellen muß, wo die Ursache dafür liegen könnte.

Sicherlich gehörte die Alchemie mit all ihren Schattierungen zur Kultur des Ba-

rock. Offenbar war sie voll integriert und allgegenwärtig. Doch reicht das bei weitem nicht aus, um den derart stereotypen Ablauf der Betrugsaffären zu erklären. Diese bestürzende Gleichförmigkeit muß soziologische Gründe gehabt haben. So liegt der Verdacht nahe, der Betrugsalchemist könne eine typische Erscheinung in der Soziologie der Korruption gewesen sein, und zwar in einer für die Zeit des Barock besonders typischen Form.

Die politische wie die Kunstgeschichte des Barock sind gekennzeichnet durch eine geradezu phantastische „Verschwendungskonkurrenz" der Herrscher und des Adels. Unabläßig versuchte man, sich gegenseitig mit Prachtbauten und Gartenanlagen sowie mit aufwendigstem Lebensstil zu übertreffen. Diese übersteigerte Repräsentationswut sollte den Anspruch auf Machtausübung untermauern. So fühlte sich zum Beispiel der preußische König Friedrich I. (1653–1713) – eben jenes letzte Opfer Caetanos – verpflichtet, bei seiner Krönung in Königsberg 8000 eigens für diesen Zweck geprägte Taler unters Volk zu werfen, obwohl er das dazu benötigte Geld hatte leihen müssen. Die Wiederbeschaffung dieses in der wahrsten Bedeutung des Wortes verschleuderten Goldes wäre ja gerade Caetanos Aufgabe gewesen.

Die staatserhaltende Funktion der Korruption

Die allgemeine Unsolidität hatte bestürzende Nebeneffekte: Zwar bezogen Minister und Beamte auf dem Papier höchste Gehälter, doch wurden diese selten voll bezahlt, zum Beispiel unter Max Emanuel, beziehungsweise so gut wie nie, so zum Beispiel unter August dem Starken. Dies wiederum zwang Minister und Beamtenschaft, von der Korruption zu leben. Dies umso mehr, als auch sie selbst in ihrer Schicht einer ähnlichen Verschwendungskonkurrenz unterlagen wie ihre jeweiligen Herrscher.

Die Beispiele sprechen für sich: Lord Raby empfahl seinen „prussian gentleman" dem *Lord Treasurer*, der bayerische Außenminister benützt einen Alchemisten in Padua gegenüber dem Kurfürsten. Die moderne „Korruptionsforschung" sieht in diesem Dreierspiel das Wirken der „Patronage". Die „Hauptkorruptionisten" Lord Raby und der Baron Malknecht treten dabei als „Makler" zwischen den Interessen der Krone und den „Klienten" auf, in unserem Fall eben den beiden Alchemisten. Wie es sich für die Tätigkeit eines Maklers gehört, werden sie entlohnt, sei es unmittelbar mit Geld, wie im Fall des Baron Malknecht, sei es mit zukunftsträchtigem Wohlwollen und wahrscheinlich auch mit Geld, wie im Fall von Lord Raby.

Zwar sollte man annehmen, daß gute und wohlmeinende Beamte ein hohes Interesse daran haben, ihre Herrscher und Regierungen vor vermeidbaren finanziellen Verlusten zu warnen. Doch wie die immer wieder stereotyp ablaufenden Alchemisten-Affären zeigen, tun sie es keineswegs, im Gegenteil: Der Alchemist ist sowohl Vorwand als auch Katalysator, um Geld aus der Staatskasse in die des Maklers, aber auch in die des Klienten gelangen zu lassen. Die hier vorgestellten Dokumente untermauern dies in überzeugender Weise.

Es hat in jüngerer Zeit nicht an Autoren gefehlt, die der historischen Erscheinung der Korruption auch eine positive Funktion zugeschrieben und in ihr einen antreibenden Motor sozialer Dynamik gesehen haben. Dieses Akzeptieren der Normalität der Korruption und des „Laissez faire" hat insbesondere in den angelsächsischen Ländern eine weit zurückreichende Tradition. Gerade in dem Zeitraum, in dem auch unsere Geschichte spielt, hat Bernard de Mandeville 1705/14 seine berühmte *Bienenfabel* publiziert. Otto Mayr führt in *Uhrwerk und Waage* über Mandeville aus: „Nachdem er beobachtet hatte, daß unter der neuen konstitutionellen Regierung das freie Wechselspiel der politischen und wirtschaftlichen Kräfte von einem erschreckenden Ausmaß an Korruption begleitet war, das gewöhnlich straflos davonkam, erklärte Mandeville, ‚private Laster' seien ‚öffentliche Tugenden'. Das Leben im Bienenstock werde so lange gedeihen, wie man alle Laster toleriere . . . Sobald aber sämtliche Laster ausgemerzt waren, wurde das Leben im Bienenstock – so das Ende der Geschichte – nicht nur langweilig, sondern auch sehr armselig."

Gustav Adolf Pourroy verdanken wir eine Analyse des „Prinzips Intrige": „Die Intrige ist ein taktischer Angriff aus der Deckung heraus, um dem Angegriffenen zu schaden", wobei er drei Grundtypen unterscheidet: einmal den „Billardstoß" (klassisches Beispiel: das tapfere Schneiderlein), zweitens den „Achillesschuß" (die Handlungen des Intriganten selbst sind beim Achillesschuß in der Regel nicht getarnt, wohl aber seine Absicht) und drittens „das Komplott" (gewissermaßen das Zusammenrotten von Intriganten). Diese Grundformen vereinen sich in der Praxis zum komplizierten Gebilde der Intrigenkette: „Die große Intrige ist aus einer Anzahl von intriganten Tricks zur Einheit verbunden."

Bestandteil des „Achillesschusses" ist das „Fallestellen" während des Austragens einer Intrige. Betrachtet man mit der Theorie Pourroys die Briefe Lord Rabys, so wird man finden, daß hier ein Vorgang beschrieben wird, der in Pourroys gedanklichem Ansatz noch fehlt: Sein Fallestellen beschreibt den Aufbau einer Falle für das zu erlegende Opfer während der schon laufenden Auseinandersetzung. Lord Raby und Lord Godolphin können dem noch gar nicht in England tätigen Alchemisten, dem „prussian gentleman", noch keine Falle stellen, da er nicht anwesend ist. Die Verabredung, im Falle des Mißlingens alles abzuleugnen und den Alchemisten dem Schafott zu überliefern, ist nur eine Vorstufe, aber eben doch eine wichtige Vorstufe einer Falle. Die Falle ist noch nicht gestellt, aber sie wird bereits verabredet und bereitgehalten.

Dieser sicher oft genutzten Strategie kann man die Bezeichnung „Werkzeugkiste und Ersatzteillager" geben, denn sicher ist es gerade heute ein besonderes Bedürfnis, die *Theorie der Intrige* weiter auszubauen. □

DIE AUTOREN

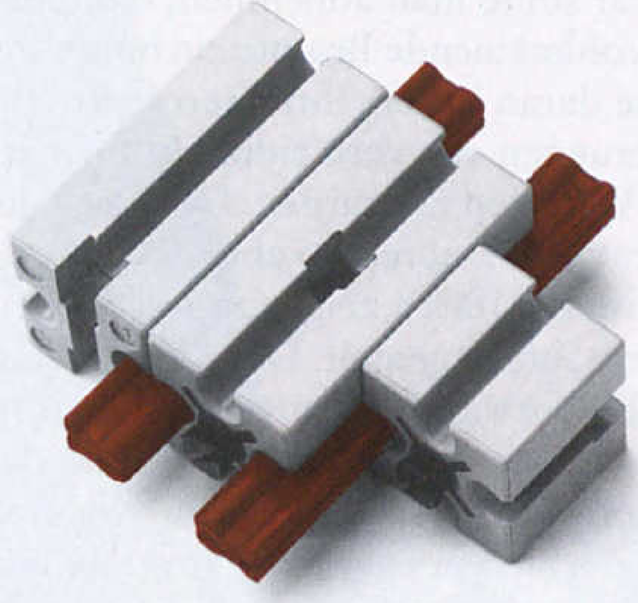
Otto Paul Krätz, geboren 1937, Dr. rer. nat., war seit 1973 Leiter der Abteilung Chemie des *Deutschen Museums*, bevor er 1987 die Abteilung Bildung übernahm. Er ist Lehrbeauftragter für Geschichte der Chemie an der *Ludwig-Maximilians-Universität* in München. 1987 erhielt er den Preis der *Gesellschaft Deutscher Chemiker* für Journalisten und Schriftsteller.

Alfonsa Riggi-Haberstock, geboren 1950, M. A., ist als freischaffende Übersetzerin in München tätig.

SPIELIDEE MIT ZUKUNFT

Ein Modellbaukasten wird zum praxisnahen Helfer von Forschung und Entwicklung

Von Hans Joachim Holtz



Als der Tumlinger Erfinder Artur Fischer den *fischertechnik*-Konstruktionsbaukasten zu entwickeln begann, hat er sicher nicht daran gedacht, daß mit diesem „Spielzeug" eines Tages rechnergesteuerte Produktionsprozesse erprobt werden könnten. Heute dienen *fischertechnik*-Modelle dazu, die Computerprogramme für großindustrielle Fertigungsanlagen zu schreiben, den Weltraum zu erkunden oder neue Medikamente zu testen. Längst auch haben neben den Ingenieurbüros Forschung und Lehre den Systembaukasten für sich entdeckt.

Das Ganze begann mit einem Ärgernis: Artur Fischer mißfielen die Berge von Notizkalendern, Kugelschreibern, Feuerzeugen und ähnlichen „Aufmerksamkeiten", die er alljährlich zu Weihnachten erhielt und die er selbst – mangels Alternativen – an seine Geschäftsfreunde verschenkte. 1965 kam er auf den Gedanken, ein Spielzeug für die Kinder seiner Geschäftspartner zu entwickeln, das an die Stelle der ungeliebten Werbegeschenke treten konnte. Das Ergebnis war ein Nylon-Baustein, ein Befestigungselement, das an allen sechs Seiten mit dem nächsten Baustein verbunden werden konnte. Ein Jahr später war aus dem ersten Stein ein ganzer Baukasten geworden: Die *fischertechnik-Konstruktionsbaukästen* waren aus der Taufe gehoben. Die erste Serie der Kästen wurde nicht verkauft, sondern der *Aktion Sorgenkind* des *Zweiten Deutschen Fernsehens* zur Verfügung gestellt.

Aus anfänglichem Ärgernis und spielerischer Tüftelei wurde ein Programm: Mechanik, Getriebe, Elektromechanik und Elektronik, Pneumatik und Statik sind heute Bestandteile des Systems, das mit einem Baustein begann. Das „Spielzeug" ist längst nicht mehr nur in den Kinderzimmern zu finden. Seit Jahren wird es von Schulen für Unterrichtszwecke eingesetzt, von Industriefirmen für Ausstellungen und Versuchsmodelle herangezogen. Dr. Erich Häußer, der Präsident des *Deutschen Patentamtes* in München, nannte es „das wohl intelligenteste technische Spielzeug".

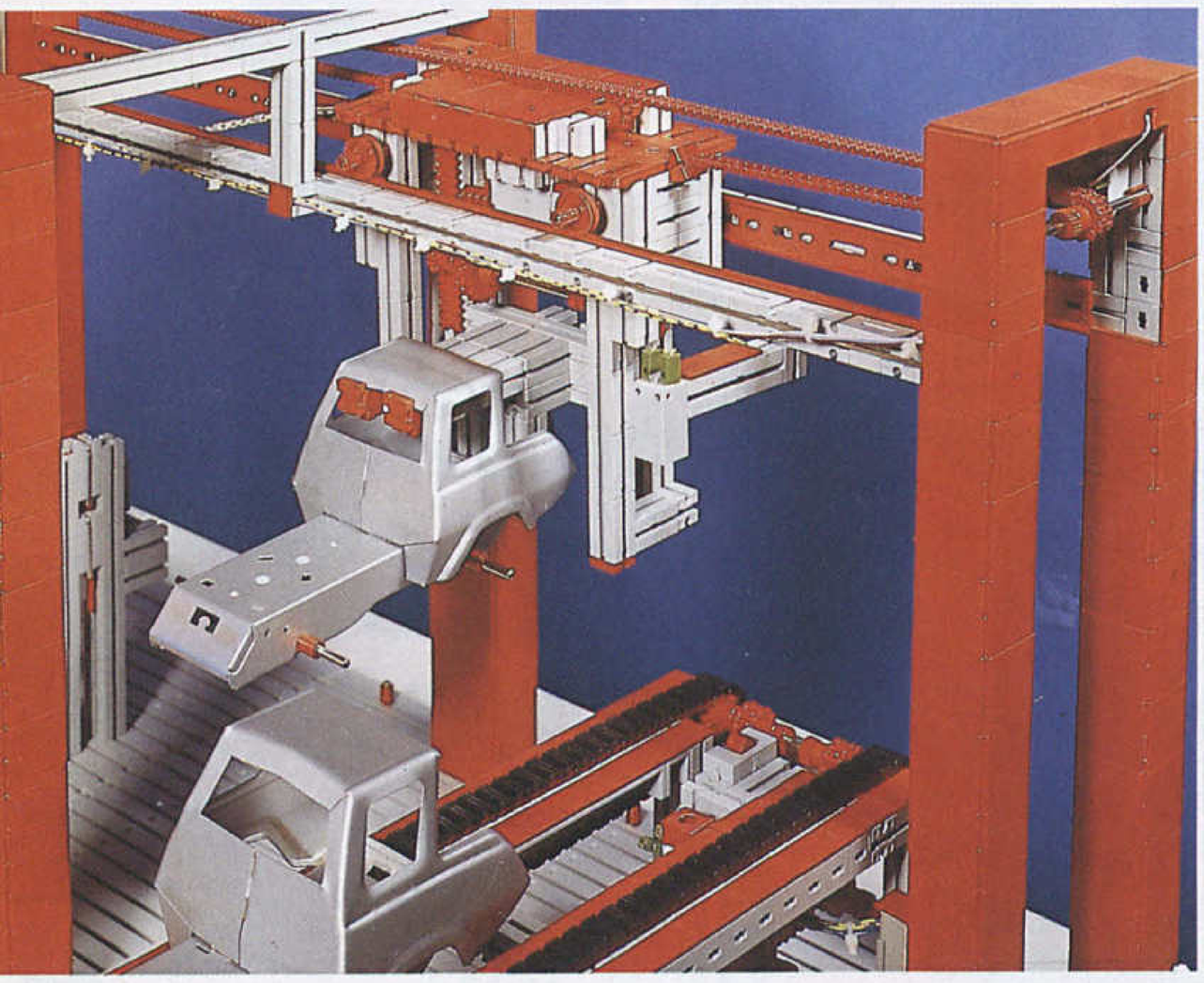
Die Versuchsmodelle haben den Vorteil, daß große Systeme, die für den einzelnen nicht mehr überschaubar sind, in einem Maßstab erscheinen, der die sonst anonymen Bezüge wieder deutlich macht. Das Spezialistenwissen ist in einer hochtechnisierten Gesellschaft so ausgeprägt, daß beispielsweise der Leiter eines großen Forschungsinstituts nicht mehr in jedem Falle weiß, welche konkreten Beiträge ein Mitarbeiter zu angestrebten Problemlösungen leistet. Weit größer ist der Abstand zwischen Expertenwissen und Laienverstand, der von Jahr zu Jahr zunimmt.

Eine Reihe von Unternehmen hat das Dilemma erkannt und bemüht sich um verständliche Information. Denn langfristig haben auch sie nichts davon, wenn ein Kunde vor der Mischung aus unüberschaubarer Fülle an technischer Information in oft unverständlichen Formulierungen und werblicher Übertreibung resigniert. Verantwortungsbewußte Unternehmen geben sich nicht damit zufrieden, daß ein Kunde auf Verkaufsargumente angewiesen ist, die er nicht bewerten kann. Ihnen genügt es nicht zu demonstrieren, *daß* etwas funktioniert, sondern sie wollen auch vermitteln, *wie* es funktioniert. Um dies zu erreichen, bedienen sich Wissenschaftler, Techniker und Kaufleute zunehmend des *fischertechnik*-Konstruktionssystems.

Zum Beispiel BBC. Die Firma plant und baut komplette Hochregallagersysteme. Um die Arbeitsabläufe auch in Details der Wirklichkeit entsprechend darstellen zu können, wurde ein *fischertechnik*-Modell mit automatischer Steuerung gefertigt. Gewählt wurde die Arbeitssituation in einem Feinbandwalzwerk mit integriertem Hochregallager: Eingehende Waren werden gelagert, auf Abruf über Förderstrecken direkt zur ersten Bearbeitungsmaschine transportiert,

Foto: Dieter Beisel (r.); K&T

Modell einer vollautomatischen Schweißstation. Mit Hilfe des Modells können Planungs- und Programmierfehler schon während der Konstruktionsphase erkannt werden.



Modell einer Schweißtaktstraße mit Montageband in der Automobilindustrie. Für die *Volkswagen AG* entstand ein Funktionsmodell, das die Fahrzeugteile in drei Ebenen für die verschiedenen Schritte des Zusammenbaus bereithalten kann. Für *Renault* wurde eine Transferstraße mit austauschbaren Maschinenaggregaten gebaut: Die wahlweise Fertigung von Nutzfahrzeugen und Baumaschinen ist dadurch rationeller zu bewerkstelligen.

wieder ins Hochregallager gebracht, gemäß Kundenauftrag ein zweites Mal bearbeitet und schließlich im Lager für die Auslieferung bereitgestellt. Das alles ist programmgesteuert und greift reibungslos ineinander.

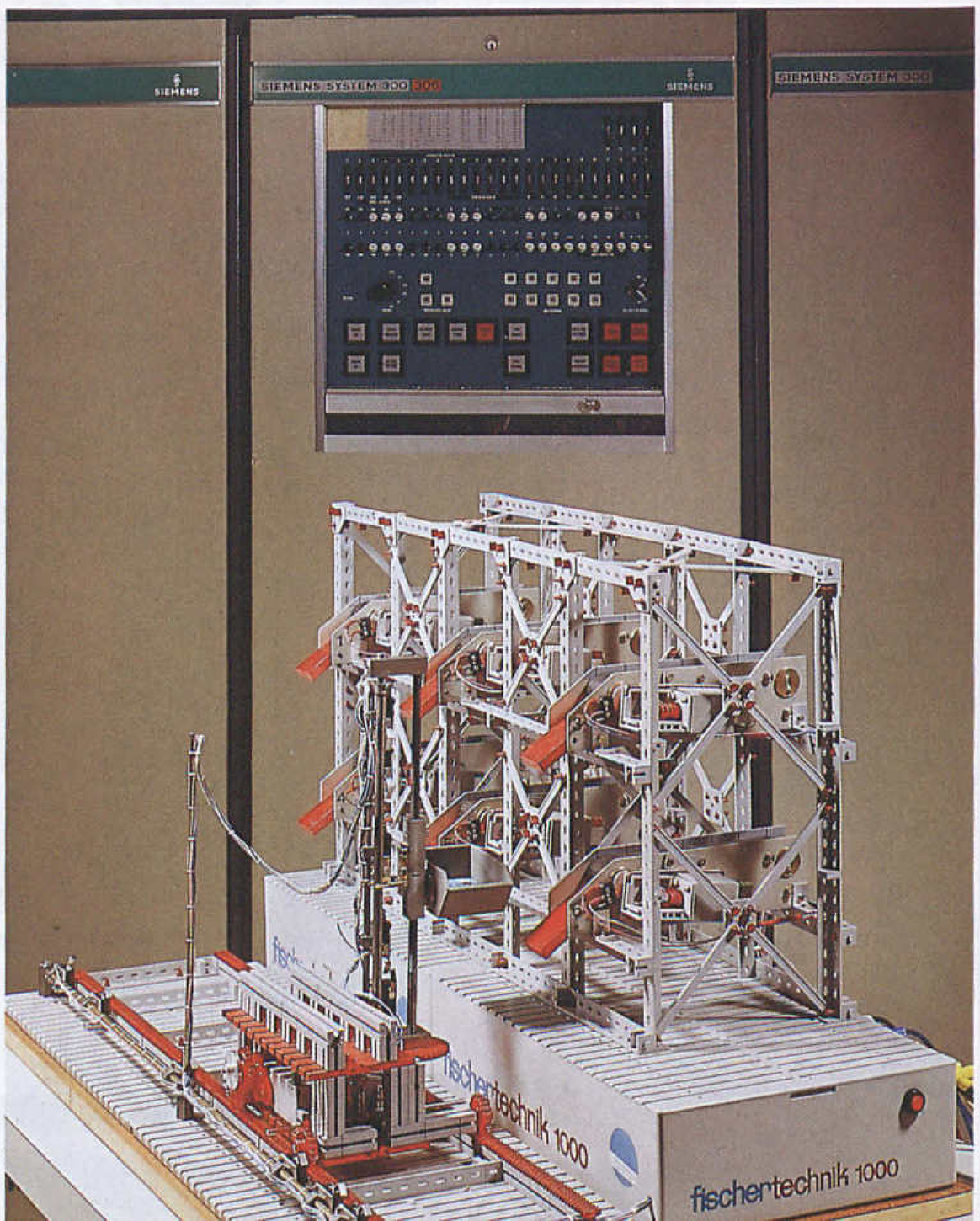
Bei der Entwicklung, Fertigung und Inbetriebnahme von Anlagen dieser Größenordnung kann der Zeit- und Kostenaufwand erheblich sein, wenn die Erprobung im Maßstab 1:1 erfolgt: Funktionsüberprüfung, Optimierung von Abläufen, Schulung des Bedienungspersonals oder sogar eventuell nötige Konstruktionsänderungen können zu einer unberechenbaren Belastung werden, die die Kosten in die Höhe treibt. Ein Funktionsmodell dagegen, das alle Abläufe im künftigen Betrieb wirklichkeitsgetreu simulieren kann, spart in aller Regel sehr viele Kosten und Zeit.

So war es bei einem Auftrag der *Vereinigung der Spielwarenfachgeschäfte* (Vedes), die für ihre mehr als 400 Mitgliedsfirmen durchschnittlich über 10000 verschiedene Artikel zu lagern hat. Da eine riesige Lagerhalle nicht in Frage kam, weil die beanspruchte Bodenfläche aus finanziellen Gründen klein gehalten werden sollte, wurde auch hier ein Hochregallager als Lösung gewählt. Es sollte 25 Meter hoch werden, und die Investitionen würden beträchtlich sein. An einem *fischertechnik*-Modell, das in dreimonatiger Bauzeit entstand, erprobten zwei „Spielexperten" die künftigen Arbeitsabläufe. Mit 10000 Mark reinen Materialkosten war es ein ziemlich teures Modell, doch als es fertig war, funktionierte es wie ein „echtes" Lager: Ein elektronisch gesteuertes Regalförderzeug bewegte sich horizontal und vertikal zugleich an den Regalwänden entlang, die aus Statikbauteilen bestanden, und brachte das Lagergut an die gewünschten Orte. Selbst die Lochkarten, die durch Fotozellen abgetastet wurden, kamen aus dem Baukasten.

Das Modell war eine unersetzbare Entscheidungshilfe: Es gab Einblicke in die sonst unsichtbaren Vorgänge der Steuerungsprozesse, so daß Fehlerquellen schon in diesem Stadium dingfest gemacht werden konnten. Zugleich konnte das künftige Bedienungspersonal während der Planungsphase erste Erfahrungen sammeln.

Die Firma *Siemens* erkannte diese Vorzüge schon früh. Die recht eintönigen theoretischen Aufgaben für angehende Ingenieure, Datenverarbeiter und Programmierer waren plötzlich mehr als eine Pflichtübung, als im Karlsruher Rechenzentrum eine Paketbeförderungs- und sortieranlage aus *fischertechnik*-Bausteinen zur selbständigen Programmierung aufgestellt wurde. Die Aufgabe, den Rechner so zu programmieren, daß die Pakete nach Postleitzahlen an den richtigen Stellen über die Rutschen glitten, konnte anschaulich begriffen und die Lösung dadurch um so leichter erlernt werden.

Bei der AEG in Seligenstadt half ein Containerkran bei der technischen Weiterbildung von Elektrikern und Ingenieuren. Und auch die Informatikstudenten der Fachhochschule Ulm machten sich anhand eines *fischertechnik*-Modells – sie benutzten wiederum das beliebte Beispiel des Hochregallagers – mit der prozeßgesteuerten Automatisierung von technischen Abläufen vertraut. Das setzte ebenso umfangreiche wie praxisnahe Kenntnisse der Elektronik voraus: Der



Die Fachhochschule Ulm bestellte das Modell eines Hochregallagers. Es eignet sich besonders gut zum Studium technischer Abläufe und zur Darstellung der dazu notwendigen Datenverarbeitung. Zugleich lernen die Studenten, das Modell zu programmieren: Nur wenn sie keinen Fehler machen, funktioniert der Abruf von Waren aus dem Hochregallager.

Fotos: fischerwerke

Rechner gab die Ware jeweils nur frei, wenn er richtig programmiert worden war.

Seit statt der Relaistechnik frei programmierbare Steuerungen verlangt werden, können oft auch Fachleute nicht mehr alle steuerungstechnischen Vorgänge und Möglichkeiten mit Worten erläutern. Die Aussage, daß ein Rechner „frei programmierbar" sei und daher „alles" könne, ist zunächst einmal nichtssagend. Selbst eine Simulation mit Glühlampen ist nicht immer verständlich. Denn sie beantwortet die Hauptfrage nicht: Wo und mit welchem Nutzen kann eine Datenverarbeitungsanlage eingesetzt werden – wie funktionieren die Abläufe?

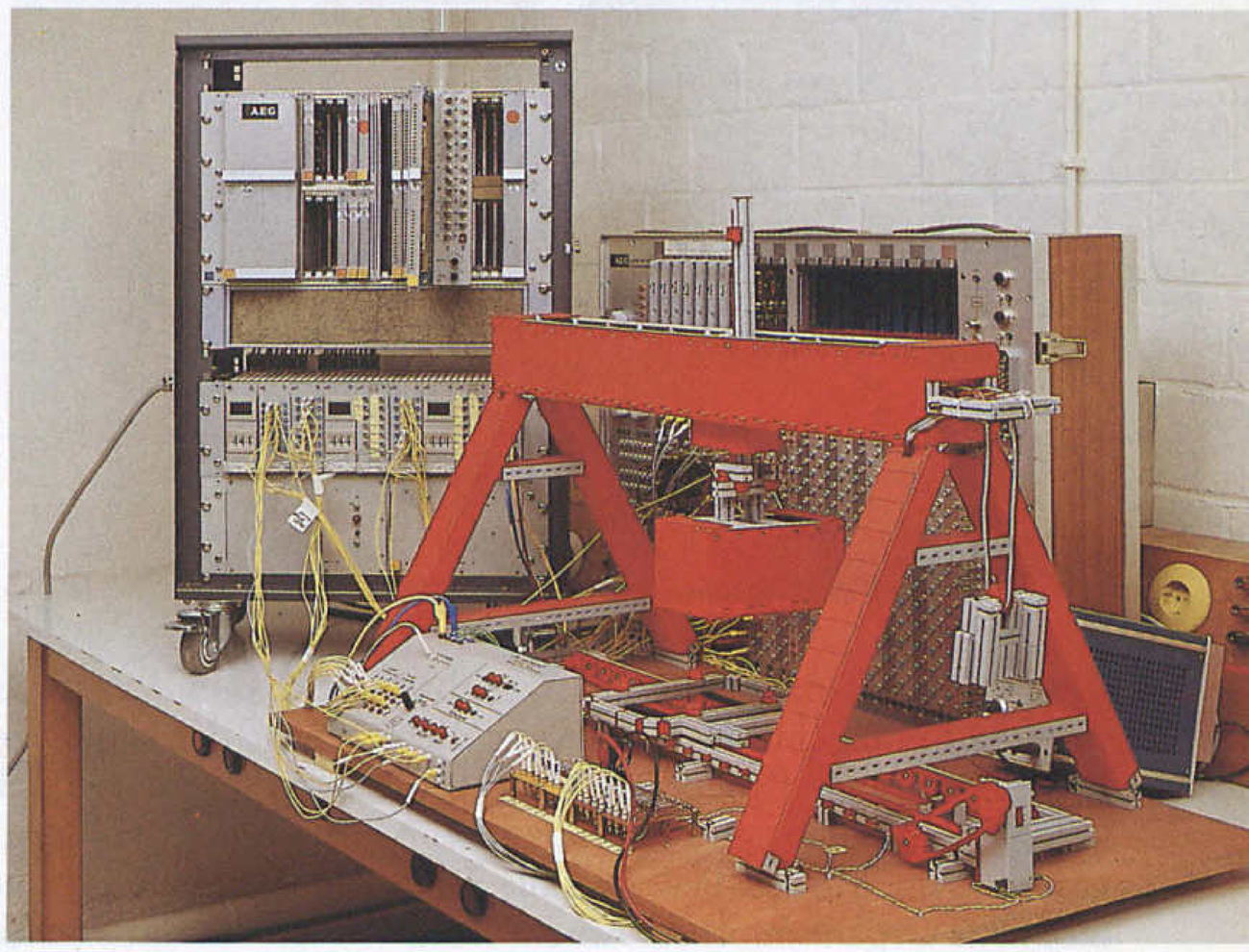
Firmen entdecken *fischertechnik*

Um die Frage zu beantworten, ließ sich der *Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau* (VDMA) eine Transferstraße mit Montageeinheiten für die Fertigung von Motorblöcken konstruieren, die auf die Interessen der Mitgliedsfirmen zugeschnitten war. Der VDMA machte sich die Ausgefeiltheit und Präzision des technischen Spielzeugs zunutze, um die verschiedenen Technologien aus den Bereichen Antriebe, Steuern und Bewegen in *einer* Modellanlage unterzubringen. Eine Großanlage mit all diesen Funktionen, die jeden Einzelfall betrieblicher Praxis nachvollziehen kann, hätte sich aus Platz- und Kostengründen kaum realisieren lassen. Das Modell aber machte es möglich, das Zusammenwirken technischer Lösungen von Konstruktions-, Steuerungs-, Fertigungs- und Automatisierungsproblemen verständlich darzustellen.

Grundlage der Funktionsmodelle sind immer wieder die grauen und roten Bausteine des *fischertechnik*-Systems. Zusammen mit den zahlreichen Zubehörteilen für die verschiedensten Zwecke läßt sich eine große Anzahl technischer Geräte, Maschinen und Anlagen maßstabs- und funktionsgerecht nachbauen. Die leicht lösbaren Verbindungen der Einzelelemente machen es für den Fachmann zum Kinderspiel, mit geringem Aufwand korrigierend einzugreifen.

Artur Fischer, jedem Heimwerker durch die „Fischer-Dübel" bekannt, zog sich 1979, 60jährig, aus dem Tagesgeschehen zurück und überließ die Gesamtverantwortung für die Firma, die er in seinem Schwarzwälder Heimatort Tumlingen aufgebaut hatte, seinem Sohn Klaus. Für sich selbst baute er ein Forschungs- und Entwicklungszentrum, in dem er seiner Lieblingsbeschäftigung nachgeht: dem Erfinden. Fast 5000 Patentschriften sind auf den Namen Artur Fischer ausgestellt. Und der Erfindungsreichtum wurde gewürdigt: Mit sechs weiteren deutschen Erfindern, die unsere Zeit neu gestaltet haben, kam Artur Fischer in die Erfindergalerie des *Deutschen Patentamtes.*

Kommt man nach Tumlingen, um sich die Modellbauwerkstätten anzusehen, so



Die AEG in Seligenstadt ließ sich einen Containerkran bauen, mit dessen Hilfe die Weiterbildung von Elektrikern und Ingenieuren erleichtert wird. Denn die *fischertechnik*-Modelle haben den Vorzug, daß zur abstrakten Theorie die sinnliche Anschauung hinzukommt, so daß sich die Lerninhalte dem Gedächtnis sehr viel leichter einprägen.

ist der erste Eindruck verblüffend: Qualifizierte Fachkräfte scheinen sich ihren Lebensunterhalt – mit Spielen zu verdienen.

Doch dieses Spiel ist nicht zweckfrei, wie es zur Definition des Spielens gehört. Immer neue Möglichkeiten werden ersonnen und erprobt, den Anlagenbau im kleinen nachzubilden und ihn so zu perfektionieren, daß das prozeßgesteuerte Programm auch bei realen Anlagen ohne Reibungsverluste verwirklicht werden kann. Einige Beispiele:

□ Die französische Automobilfirma *Renault* produziert unter anderem eine Transferstraße mit austauschbaren Maschinenaggregaten: Drehtische, Transporteinheiten oder Kipptische sind als Baukastensystem konstruiert. Dadurch entsteht eine hohe Flexibilität, die wahlweise etwa die Fertigung von Traktoren-Getriebegehäusen, großen Antriebseinheiten für Nutzfahrzeuge, Baumaschinen, Textil- oder Landwirtschaftsmaschinen erlaubt. Was das in der Praxis bedeutet, läßt sich mit Hilfe eines Funktionsmodells begreifen, das die verschiedenen Möglichkeiten vor Augen führt.

□ Die Firma *Dexion* ließ ein Modell anfertigen, mit dem der reibungslose Materialfluß bei Kommissionier-, Förder- und Lagerproblemen demonstriert werden kann. Die gefundene Lösung ist wirtschaftlich und senkt die Kosten. Kundenspezifischen Änderungswünschen kann oft an Ort und Stelle mit wenigen Handgriffen entsprochen werden.

□ Die Einsatzvielfalt des frei programmierbaren AEG-Prozeßrechners CP 550 wird am Beispiel eines Roboter-Modells gezeigt. Aus fünf verschiedenen Magazinen nimmt er verschiedene Waren in bestimmter Zahl. Lichtschranken messen die Wegstrecken, die zurückgelegt werden müssen, und begrenzen sie mit Motorenkraft. Bei diesen Abläufen müssen gleichzeitig sechs Bewegungsachsen berücksichtigt werden: Greifhand vor und zurück – Greifhand nach links oder rechts – Roboterarm auf- und abwärts – Arm links oder rechts – Greifhand auf- und abwärts – Handdrehung links beziehungsweise rechts.

□ Für die *Volkswagen AG* entstand ein Funktionsmodell, das Fahrzeuge in drei Ebenen verteilen und sie so für die verschiedenen Schritte des Zusammenbaus bereithalten kann. Ein anderes Modell zeigt auf elf Metern Länge die riesige Wolfsburger Halle 54: Mit einem Blick

ist zu übersehen, wie beispielsweise Motoren von Robotern in die Karosserien eingebaut werden – ein hervorragendes Modell zugleich für die Ausbildung des Bedienungspersonals.

□ Die *Howaltswerke – Deutsche Werft AG* ließen sich eine Schiffssektion-Wendeanlage als *fischertechnik*-Modell bauen, einschließlich gegenläufiger Brükkenlaufkatzen. Das spezifische Problem, das den Anlaß dazu gab: Im Werftbau werden, wenn Schiffe verlängert werden sollen, komplette Rumpfstücke mit großen Kränen herantransportiert und eingesetzt. Am Modell ließ sich die bestmögliche Organisation der Arbeitsabläufe verdeutlichen.

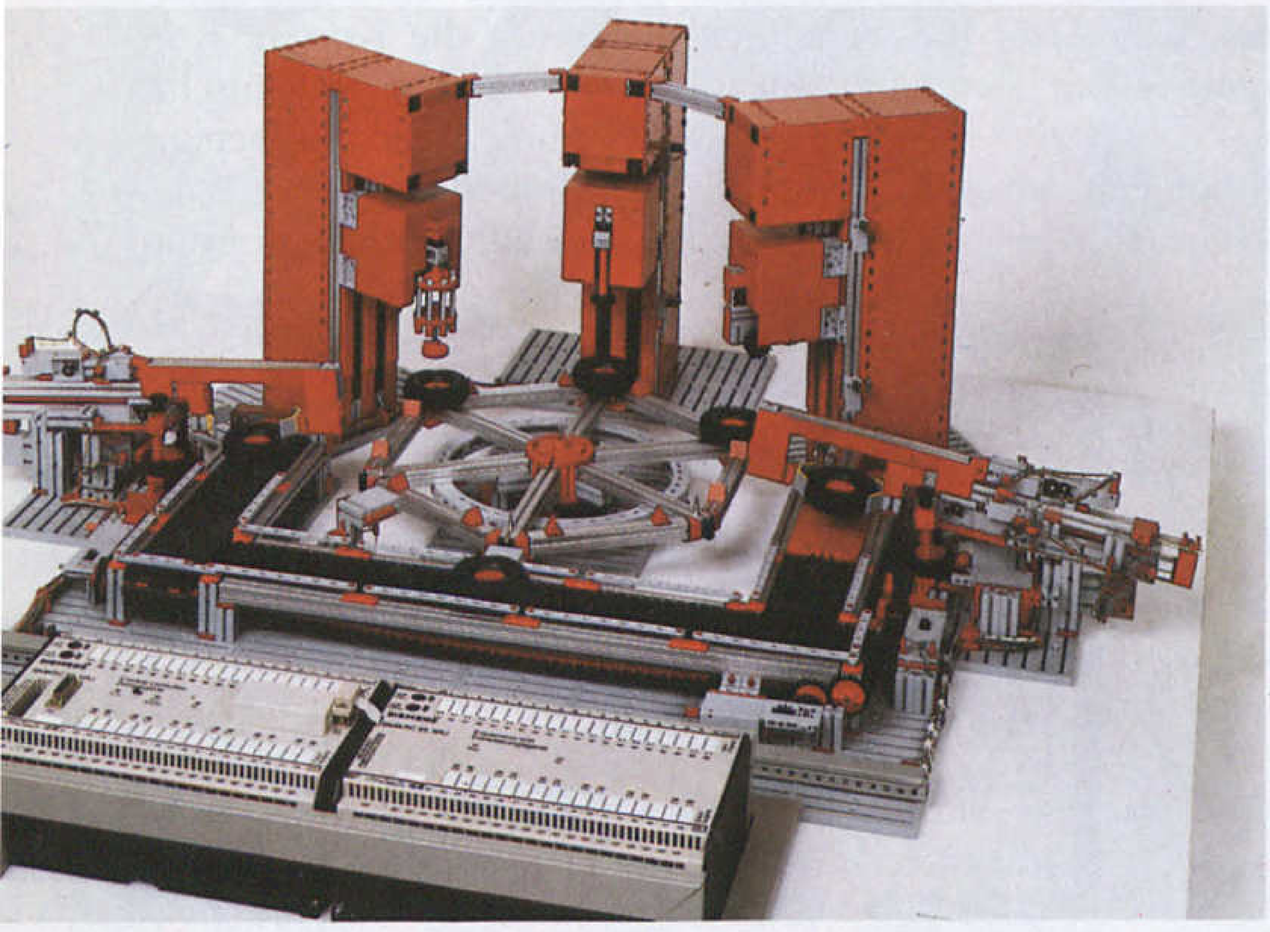
All diese Fälle haben eine gemeinsame Voraussetzung: Die rechnergesteuerte Automatisierung industrieller Prozesse ist nur möglich, wenn eine Computersprache vorhanden ist. Konnte man nicht nur das Ergebnis des Computerprogramms, sondern auch die Computersprache selbst modellhaft darstellen? Eine häufig verwendete Computersprache ist *Pearl.* Ein *fischertechnik*-Modell, mit dem AEG-Prozeßrechner 8020/4 kombiniert, macht sie sichtbar. Die „Überlegungen" des Computers werden anhand der Schritte deutlich, mit denen in einer gebauten Fallstudie neben dem Rüstbereich das Hochregallager mit 25 Palettenplätzen, das Regalförderzeug und fünf Bearbeitungsstationen im Fertigungsbetrieb angesteuert werden.

Eine besonders knifflige Aufgabe stellte sich im mexikanischen Vera Cruz, wo ein Zement-Rohstofflager entstehen sollte. Die Schweizer *Management- und Beratungs AG Holderbank* hatte angefragt, wie die Aufgabe zu lösen sei. Vorgesehen war die kreisförmige Aufschüttung des Materials, das nach Bedarf durch eine Öffnung entnommen werden sollte. In das Lager sollten die Zement-Rohstoffe über ein drehbares Förderband gelangen, einen Stacker, der zugleich nach oben und unten schwenkbar sein mußte, damit er sich der steigenden Höhe der eingelagerten Stoffe anpassen konnte. Um die elektronische Steuerung der Anlage schon vor ihrer Fertigstellung programmieren und testen zu können, bestellte die *Holderbank* ein Funktionsmodell. Als es gebaut war und alle Fehlerquellen ausgemerzt waren, blieb nur noch eine vergleichsweise leichte Aufgabe: den für die Anlage programmierten Computer nach Mexico zu transportieren und ihn dort einzusetzen.

Inzwischen schicken sich die „Spieler" von Tumlingen an, mit Hilfe von *fischertechnik*-Modellen den Weltraum zu erkunden. Im Jahr 1998 soll das dann größte Teleskop der Welt betriebsbereit sein, das mit der Kurzbezeichnung VLT (für Very Large Telescope) vom *European Southern Observatory* (ESO) in Chile errichtet wird. Vorgesehen ist eine Kombination von vier Teleskopen, die jeweils mit einem monolithischen Spiegel von acht Metern Durchmesser ausgestattet sind: Das ergibt eine lichtsammelnde Fläche, die der eines Teleskops mit einem 16-Meter-Spiegel entspricht. Gemäß verschiedenen Beobachtungsprogrammen können die vier Teleskope zusammengekoppelt oder einzeln benützt werden. Die Astronomen versprechen sich davon neue Erkenntnisse.

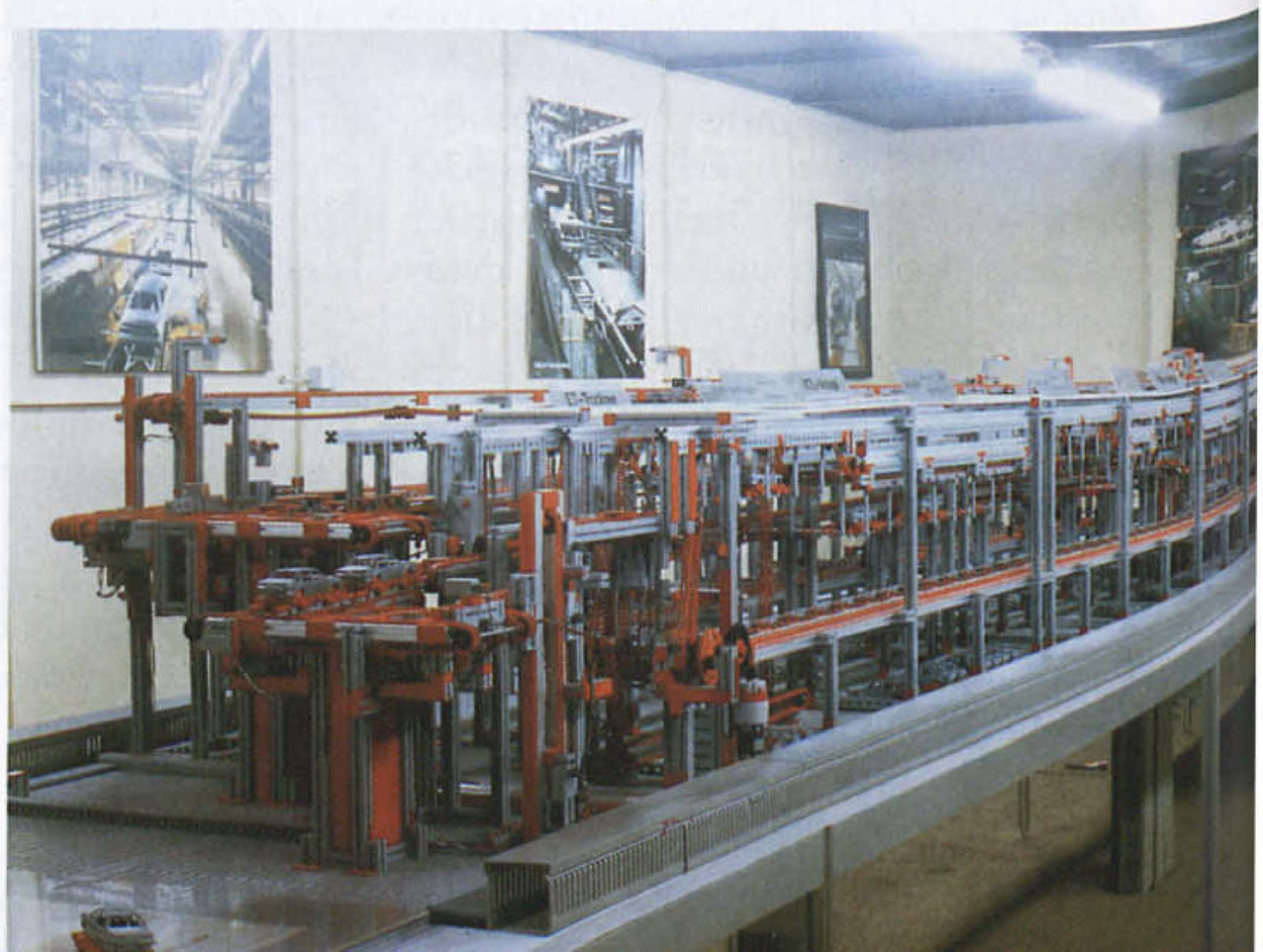
Neu und ungewöhnlich ist der Beobachtungsablauf. War bislang die Sternwarte der Arbeitsplatz des Astronomen, so werden beim VLT Computersteuerungen und Datenübertragungen via Satellit dafür eingesetzt, den Blick in den Weltraum einschließlich aller technischen und wissenschaftlichen Fragestellungen in Europa auswerten zu können: Vom Steuerpult der ESO-Zentrale in

Der Tumlinger Erfinder Artur Fischer.



Für eine Reifenfirma wurde ein Modell mit drei gekoppelten Maschineneinheiten konstruiert. Die Ausgefeiltheit und Präzision des technischen „Spielzeugs" machte sich auch der *Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau* zunutze: Konstruktions-, Steuerungs-, Fertigungs- und Produktionsaufgaben sind für sehr unterschiedliche Kundenwünsche in einem Modell zusammengefaßt.

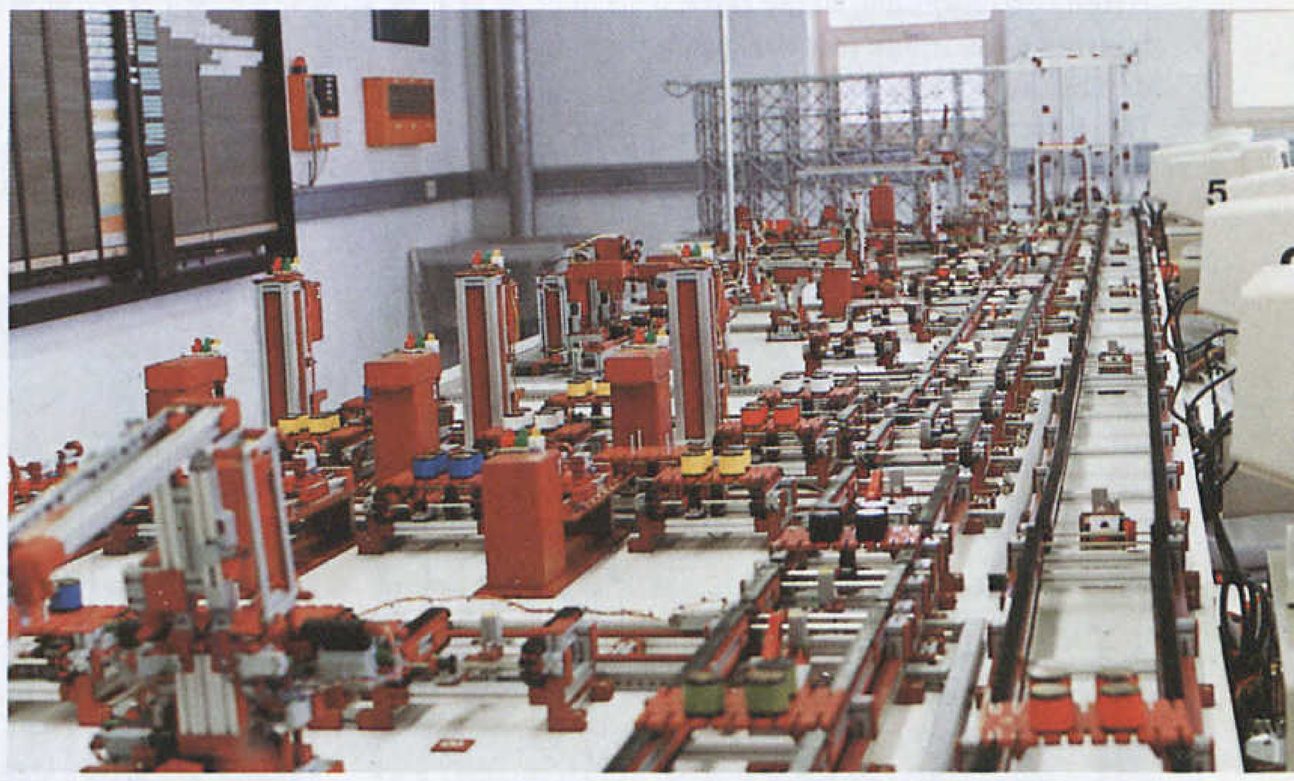
Fotos: fischerwerke



Modell einer Tauchvorbehandlungsanlage im Wolfsburger Volkswagenwerk. Auch die riesige Werkshalle 54 wurde in einem elf Meter langen Modell nachgebildet: eine übersichtliche Darstellung der Funktionsabläufe, die sich in der Aus- und Weiterbildung bewährt hat.

Garching bei München aus werden die Astronomen die Himmelsphänomene durch ein Teleskop erkunden, das weit entfernt in Chile steht. Damit dies möglich wird und aus dem Zeichenbrettstadium ein funktionstüchtiges Teleskop hervorgehen kann, das den gestellten Anforderungen entspricht, haben die *fischertechnik*-Modellbauer im kleinen Maßstab einen Prototyp nachgebildet. Er setzt sich aus Tausenden von Einzelteilen zusammen und folgt exakt der elektronischen Steuerung, die für ihn entwickelt wurde.

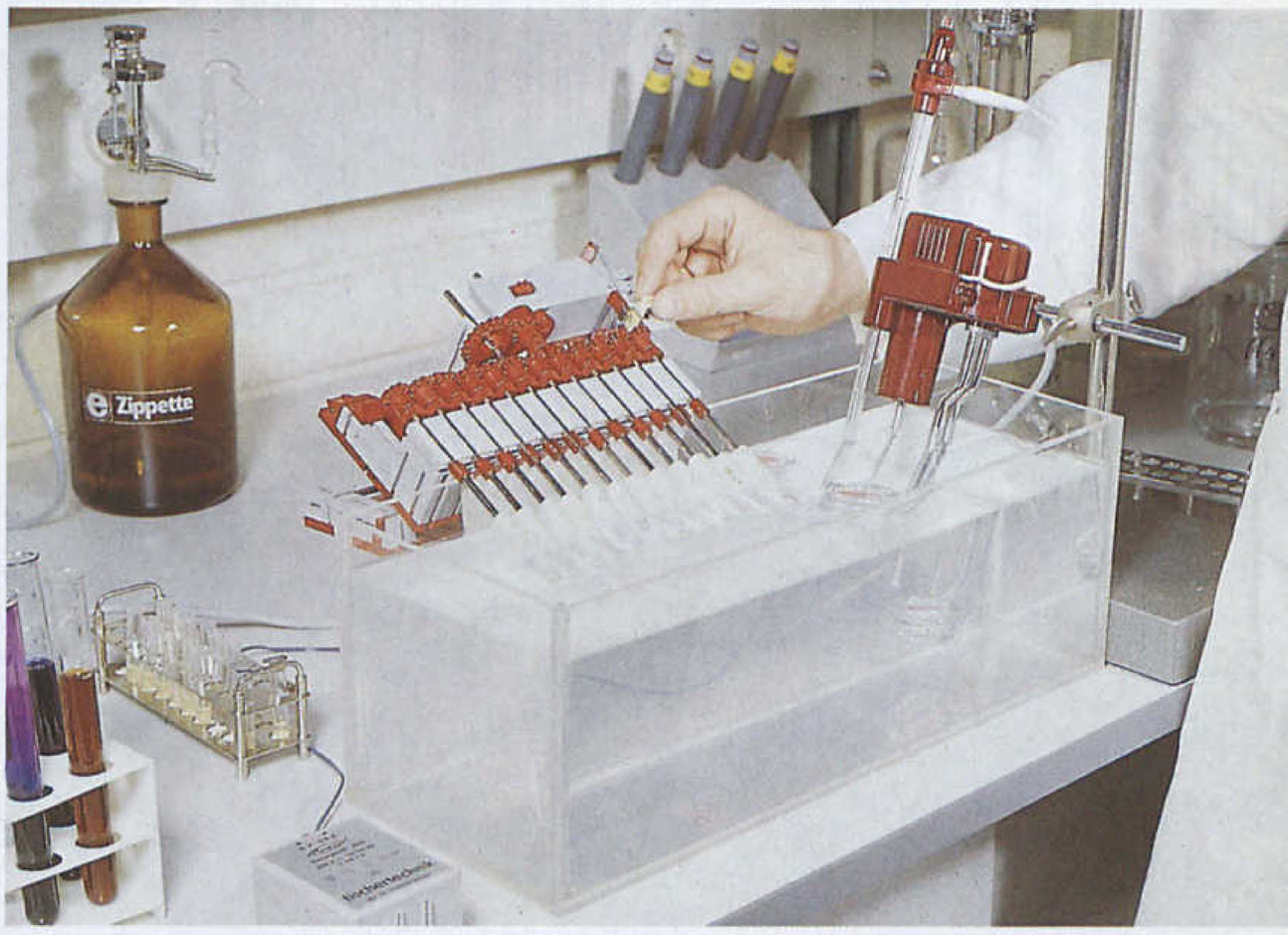
Die vier Teleskope können sich sowohl synchron bewegen, wie auch in unterschiedliche Positionen wechseln. Ein Miniatur-Portalkran, der den Austausch eines Spiegels simuliert, vervollständigt das Programm.



An der Fachhochschule in Rosenheim ist das Modell einer kompletten Fabrikanlage mit ihren vielfältigen und komplizierten Steuerungsmechanismen zu besichtigen. *fischertechnik*-Modelle sind in der Lehre ein hervorragendes Mittel, Programmanforderungen begreiflich zu machen.

Grau-rotes Rührwerk für das Leben

Zurück auf der Erde, mag es schließlich lohnend erscheinen, der Firma *Cassella* einen Besuch abzustatten. Inmitten weißgekachelter Wände ein bemerkenswerter Kontrast: die grauen und roten *fischertechnik*-Bauelemente. Die Firma verwendet sie für ihre medizinische Forschung und die Entwicklung von Medikamenten seit Beginn der 70er Jahre – nicht als Funktionsmodell zur Erprobung, sondern als Arbeitsgerät im Dauerbetrieb. Aus dem „Spielzeug" wurde ein 20 Zentimeter breites Rührwerk gebaut, dessen zwölf Rührachsen über Zahnräder von einem Elektromotor angetrieben werden. Die Achsen mit einem Quirl am unteren Ende ragen in zwölf Röhrchen hinein, in denen sie unterschiedliche Versuchsmischungen verwirbeln.



Die Arzneimittelfirma *Cassella* benutzt *fischertechnik* nicht als Simulationsmodell, sondern ganz unmittelbar als Produktionsmittel: Ein Rührwerk für Blutuntersuchungen kam die Firma billiger als die auf dem Markt angebotenen Rührgeräte. Getestet werden Medikamente, die die Blutgerinnung beeinflussen.

Mit den Versuchen sollen Medikamente entwickelt werden, die die Blutgerinnung regulieren. Blut setzt sich vor allem aus roten und weißen Blutkörperchen, Blutplasma und Blutplättchen, den Thrombozyten, zusammen. Den Thrombozyten kommt die Aufgabe zu, Wunden zu verschließen, indem sie das Blut gerinnen lassen. Ihre Fähigkeit dazu hängt von ihrer Klebrigkeit ab, die bei verschiedenen Menschen sehr unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Bluter leiden darunter, daß kein gerinnendes Blut die Wunden verschließt, und umgekehrt können die Thrombozyten so stark aneinander haften, daß Blutgerinnsel entstehen, die zum Herzinfarkt führen können. In den zwölf Röhrchen bei *Cassella* werden plättchenreichem Plasma immer neue Medikamente beigegeben, und nach zehnminütiger Verquirlung wird die Mischung im Wasserbad daraufhin untersucht, ob die Medikamente verhindern konnten, daß sich Thrombozytenballungen bildeten.

Als sich die Firma entschied, ihr Rührwerk aus *fischertechnik*-Bauelementen zu konstruieren, gab es für solche Untersuchungen zwar schon spezielle Mischanlagen, doch waren sie größer und teurer als das Rührwerk aus den kleinen Bauteilen, die überdies den Vorzug hatten, leicht montier- und auswechselbar zu sein.

Aus der Spielidee für die Kinder der Geschäftsfreunde ist mit den Jahren ein System geworden, das in den verschiedensten Bereichen betriebswirtschaftliche Bedeutung erlangt hat. Das Beispiel *fischertechnik* kann stellvertretend für die Person Artur Fischers stehen. Wie viele andere begann er im Jahr 1948 mit einem Startkapital von 40 Mark. In 40 Jahren baute er einen Betrieb mit weit über 1000 Mitarbeitern auf, dessen Erzeugnisse in mehr als 100 Länder exportiert werden. Als Erfinder hatte er die richtigen Ideen zur richtigen Zeit.

Die richtige Spielidee aber ist alles andere als Spielerei. □

DER AUTOR

Hans Joachim Holtz, geboren 1925, Dr. phil., ist technisch-wissenschaftlicher Journalist. Er studierte Publizistik und Soziologie mit technischen Nebenfächern. Bis vor kurzem leitete er die Abteilung Wissenschaftliches Berichtswesen der *Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt* (DLR).

Kulturlandschaften haben häufig bestimmte Pflanzen begünstigt. Erst die Agrarchemie ließ viele Arten verschwinden, so die stark bedrohte Kornrade (unten). Auch den Schadstoffen, die von Industriestandorten ausgehen, sind viele Pflanzen nicht mehr gewachsen. Sichtbar wird das an den Wäldern.

BLÜTEN DER TECHNIK

Menschliches Wirken hat Standorte für Pflanzen vernichtet – und neue geschaffen

Von Hansjörg Küster

Naturschützer beklagen, vielfach zu Recht, die Bedrohung von Lebensräumen durch Technik und Industrie. Doch der Naturschutz meint meist nicht Urnatur, sondern von Menschen veränderte Natur, meint Kulturlandschaft. Ohne menschliche Eingriffe hätte die mitteleuropäische Vegetation nicht jenen Reichtum erlangt, den wir heute, ebenso zu Recht, für schützenswert halten.

Jede Pflanzenart kann nur dort wachsen, wo ganz speziell auf sie zugeschnittene Standortbedingungen vorhanden sind. Im Gegensatz zum Tier, das sich – mit wenigen Ausnahmen – von Ort zu Ort fortbewegen kann, führt die Pflanze ein „ortsfestes" Leben. Verändert sich ein Standort, kann das Tier weglaufen, die Pflanze kann es nicht. Das sind selbstverständliche Grundlagen der botanischen Standortkunde.

Die Wuchsorte der Pflanzen in Mitteleuropa, in einem hochindustrialisierten Teil der Welt, sind durch technische Eingriffe des Menschen stark verändert, oft sogar erst geprägt worden. Kein Fleck der mitteleuropäischen Landschaft ist noch nie mit menschlicher Technik in Berührung gekommen; darum gibt es keine Region in Mitteleuropa, in der nicht durch das Einwirken der Technik die Zusammensetzung der Pflanzenarten verändert worden wäre.

Seit der Industriellen Revolution ist dies besonders auffallend. Es entstand die Naturschutzbewegung, die sich zum Anwalt der von Technik bedrohten Pflanzenwelt machte. Das Problem, das von der Anwendung der Technik ausgeht, ist eingängig und „griffig": Immer mehr Menschen sind bereit, sich für die Natur und gegen die Technik zu engagieren. Das hat zweifellos sehr viele positive Aspekte, da sich die Menschen mit zunehmender Technisierung ihrer steigenden Verantwortung für die Natur bewußt sein müssen, die sie umgibt und von der sie leben. Aber es darf dabei nicht übersehen werden, daß das Verhältnis zwischen der Pflanze – also dem ortsfesten Lebewesen, das auf bestimmte ihr nicht zusagende Standortveränderungen nur mit Absterben reagieren kann – und der Technik – also einer Form menschlichen Handelns, die Pflanzenstandorte grundlegend verändern kann – komplexer ist als viele Techniker und Naturschützer denken. Es lohnt sich, über die Beziehungen zwischen Pflanzen und Technik nachzudenken.

Nur wenige Pflanzen wachsen auf extrem trockenen Standorten, in Wüsten, und in extrem kaltem Milieu, wie es im arktischen Bereich zu finden ist. In den hochindustrialisierten gemäßigten Breiten wachsen Pflanzen fast überall: selbst auf Schutthalden, Bahndämmen, neben Straßen, Fabriken, Hafenmauern; sie wachsen nur dort nicht, wo der Boden durch Asphalt oder Beton versiegelt ist. All diese Standorte sind durch menschliches Einwirken, durch Technik oder im Zusammenhang mit der Anwendung von Technik, entstanden.

Auch Kulturpflanzen sind Natur

Technik verändert die mitteleuropäische Landschaft und ihr Pflanzenkleid seit etwa 7000 Jahren. Damals begannen die Menschen, eine im Nahen Osten „erfundene" Wirtschaftsform auch in Mitteleuropa zu etablieren: die bäuerliche Lebensweise. Das war ohne den Einsatz von Technik nicht möglich. Mit Steinbeilen und Feuer wurde Wald gerodet, damit Äcker angelegt werden konnten. Bodenbearbeitung, Hausbau, Heizung der Häuser, Viehhaltung und Weberei erforderten weitere technische Verfahren. Was in unserem Zusammenhang entscheidend ist: Die Äcker wurden mit Kulturpflanzen bestellt, also Gewächsen, die künstlich verändert und kultiviert worden waren. Auf den Feldern fanden sich andere Pflanzen ein, die dort zuvor nicht gewachsen waren und die dort nach dem Willen der Bauern auch nicht wachsen sollten: die „Unkräuter".

Über die Herkunft dieser „ungeliebten Begleiter" des Ackerbaus ist viel gerätselt worden. Wo wuchsen sie, als es noch keine Felder gab? Viele von ihnen stammen sicher aus den Bereichen der Fluß- und Seeufer, andere vielleicht aus den Steppen Osteuropas. Jedenfalls waren diese Pflanzen in der „Urlandschaft" nicht so häufig gewesen, und vereint in der charakteristischen Unkraut-Pflanzengemeinschaft gab es sie vorher nicht. Technik hatte für die Ausbreitung bestimmter Pflanzenarten gesorgt, hatte eine neuartige Kombination von Gewächsen, hatte eine neue Lebensgemeinschaft geschaffen.

In den folgenden Jahrtausenden veränderte sich die Landtechnik immer wieder – mit der Folge, daß auch immer andere „Unkräuter" dem Bauern Kummer machten. Zunächst erntete man das Getreide mit der Sichel hoch am Halm, direkt unterhalb der Ähre. Nur die Samen hochgewachsener Unkräuter gelangten ins Ernte- und damit ins Saatgut für das nächste Jahr. Hochwachsende Wildkrautpflanzen konnten sich – wenn man davon ausgeht, daß das Saatgut von Ort zu Ort weitergereicht wurde – besser ausbreiten als niedrigwüchsige. In späteren Zeiten gingen die Bauern dazu über, das Stroh mitzuernten. Nun wurden auch die kleinen Wildkräuter, zum Beispiel das Acker-Hellerkraut, über das Saatgut verbreitet.

Baute man Sommergetreide an, wuchsen vor allem *die* Wildkräuter auf den Feldern, die mit dem Getreide im Frühjahr keimen; und auf den Wintergetreidefeldern wuchsen vor allem *die* Pflanzen, die im Herbst auflaufen, die das

Fotos: Alfred Büllesbach/Bilderdienst Süddeutscher Verlag (o.); Hansjörg Küster

NATUR UND TECHNIK

Nachdem das Berliner Gleisdreieck nicht mehr genutzt wurde, entstand eine artenreiche Spontanvegetation (links und rechte Seite). Gelber Enzian (rechts) wächst häufig auf Weiden, weil das Vieh die Pflanze mit ihrem bitteren Geschmack verschmäht. Vieh- und Ackerwirtschaft haben die mitteleuropäischen Landschaften geprägt: Schon vor 7000 Jahren wurden Einkorn und Emmer (unten) als Kulturpflanzen für den Ackerbau aus dem Vorderen Orient eingeführt.

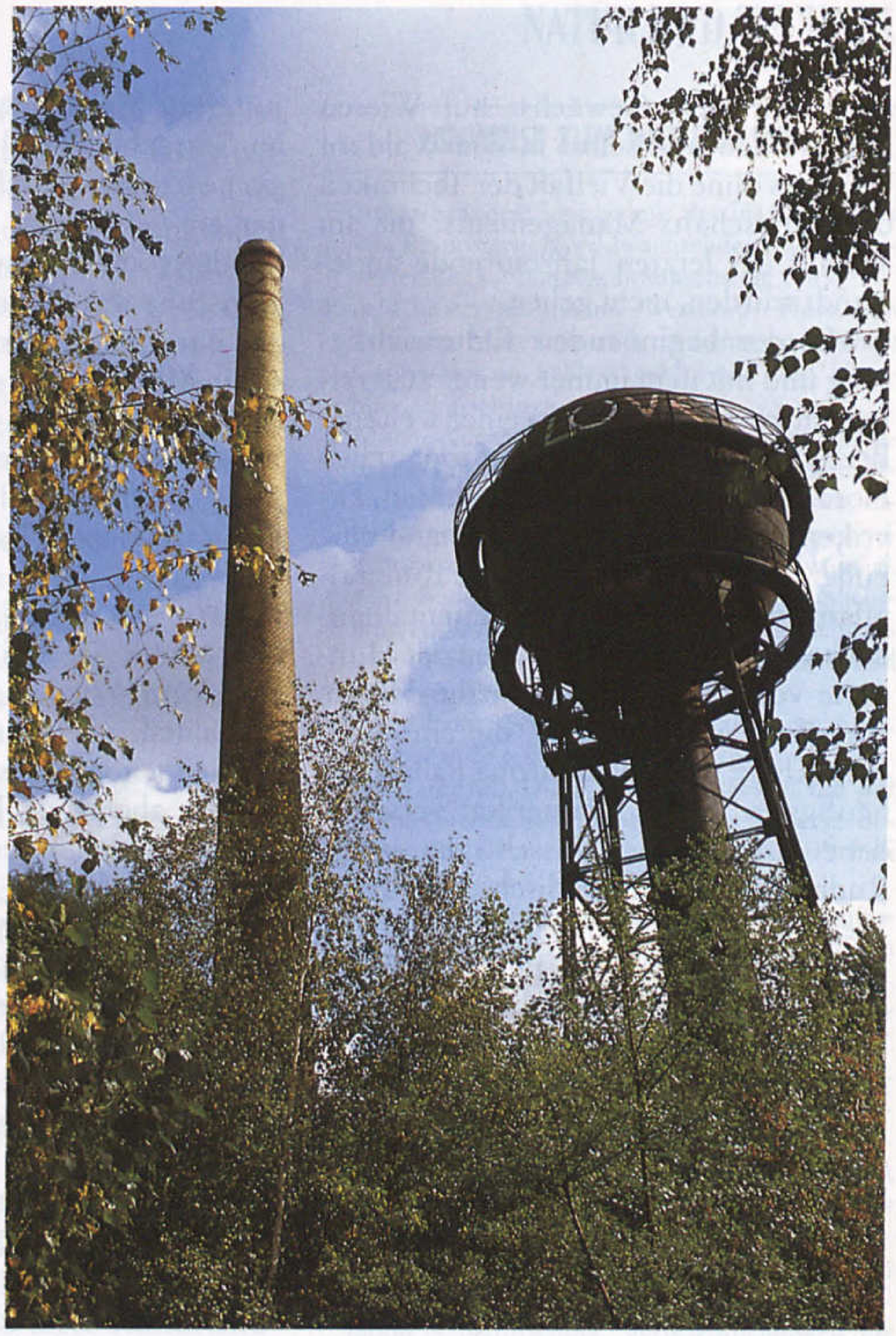
Getreide überwintern und im Frühjahr in die Höhe wachsen. Als die Bauern ihre Felder zu düngen begannen, verschwanden Wildkräuter, die auf armem Boden gedeihen; andere, die nährstoffreichen Boden bevorzugen, breiteten sich aus.

Mehr und mehr versuchten die Bauern, das Unkraut zu bekämpfen. Zunächst wollte man Unkrautsamen durch Sieben oder Worfeln aus dem Getreide-Saatgut entfernen. Diese Technik war erfolgreich, wenn sich die Unkrautsamen in Gewicht oder Größe von den Getreidekörnern unterschieden: Dann fielen sie durchs Sieb, oder sie wurden beim Worfeln vom Wind weiter weggeblasen als das Korn. Nun breiteten sich Pflanzen mit Samen oder Früchten, die etwa so groß und so schwer wie Getreidekörner sind, massenhaft aus: Kornblume und Kornrade zum Beispiel.

In den letzten Jahrzehnten ging man dazu über, Wildkräuter mit chemischen Substanzen zu vernichten. Das Problem war dabei zunächst, technische Verfahren zu finden, bei deren Anwendung nur die Wildkräuter, aber nicht auch die Getreidepflanzen vernichtet wurden. Man entdeckte Substanzen, die zweikeimblättrige Pflanzen zum Absterben bringen, aber nicht die einkeimblättrigen, zu denen mit den Gräsern auch die Getreidearten gehören. Aus diesem Grund findet man heute Kornrade und Kornblume nur noch ganz selten im Getreidefeld. Aber: Die Gräser, die von den chemischen Substanzen nicht geschädigt werden, breiteten sich aus, und die Landtechniker überlegten, wie sie der Massenausbreitung von Flughafer und Windhalm Herr werden konnten – Windhalm war bis vor kurzer Zeit ein seltenes, eher unscheinbares Wildkraut.

Im Verlauf der Geschichte sind Acker-„Unkräuter" seltener geworden, aber noch fast nie ist eines von ihnen völlig ausgestorben – die Kornrade allerdings ist heute davon bedroht. Dagegen begünstigte jede Umstellung der Technik die Einwanderung neuer Pflanzenarten. Die Anzahl der Wildkraut-Pflanzenarten ist im Verlauf der Agrartechnik-Geschichte stets gestiegen, vielleicht besonders stark im Mittelalter.

In den Wäldern spielte sich ähnliches ab. Wo einmal gerodet war, machte sich eine „Schlagflur" breit, eine Lebensgemeinschaft, die in größerer Ausdehnung nur dort existiert, wo die Technik des Menschen den Wald durch Holzeinschlag vernichtet hatte. Zu den hierdurch geförderten Pflanzen der Schlagfluren gehören zum Beispiel Fingerhut, Himbeere und Walderdbeere. Wo die Technik der Brandrodung angewandt worden war, breiteten sich Brombeere oder Adlerfarn aus. Wurde eine Siedlung oder eine Ackerfläche aufgelassen, eroberte sich der Wald die gerodeten Flächen zurück. Dabei hatten auch Baumarten eine Chance, die vorher nicht dort vorgekommen waren und die sich ohne Waldlichtungen in einer Landschaft niemals hätten etablieren können. Auf diese Weise kam, schon vor Jahrtausenden, die Fichte ins Schweizer Mittelland; in den Mittelgebirgen wurde durch menschlichen Eingriff die Buche gefördert.



Fotos: Pressefoto Lehnartz, Berlin (4, Gleisdreieck Berlin); Hansjörg Küster (2)

Die Bedürfnisse holzverarbeitender Techniken führten zur Auswahl von Holzarten in den Wäldern. Tannenstämme eigneten sich, gerade gewachsen, am besten zum Haus-, Schiffs- und Windmühlenbau, Eibenhölzer zum Herstellen von Flitzbögen und Musikinstrumenten; Buchen-Holzkohle lieferte die höchsten Temperaturen für die Erz- und Glasschmelze und zum Brennen von Kalk. Die Waldzusammensetzung änderte sich dadurch schon lange, bevor die Forstwirtschaft „Holzäcker" mit Fichten und Kiefern anlegte. Seit einigen Jahrhunderten werden auch exotische Bäume angepflanzt, die es von Natur aus in Mitteleuropa nicht gab: Serbische Fichte, Douglasie, Weymouthskiefer, Robinie.

In den Dörfern entstanden Standorte, die ebenfalls nicht als „natürlich" zu bezeichnen sind. Auf Schutthaufen aus Erde, Stein, Ton und Sand, auf verlassenen und eingefallenen Häusern, auf und am Misthaufen, an Haus- und Stallwänden, auf Wegen, an Wegrändern, an Zäunen: Überall wuchs die jeweils typische „Ruderalflora" aus Gänsefuß, Wegerich, Eselsdistel, Schöllkraut, Gutem Heinrich und Beinwell. Jedes dieser Unkräuter hatte seinen festen Platz im Dorf bekommen.

Das Vieh wurde zunächst in die Wälder getrieben, wo es sich Gras, Kräuter und Laub als Futter suchte. Aus sehr stark beweideten Wäldern wurden – bei gleichzeitiger Holznutzung – allmählich offene Weideflächen, auf denen sich stachelige und bittere Kräuter ausbreiteten, die das Vieh verschmähte: Wacholder, Silberdistel, Gelber Enzian und Orchideen. Danach erst „erfanden" die Bauern die Wiese, die zu bestimmten Zeiten gemäht wurde, um Winterfutter zu erhalten. In manchen Gebirgslandschaften und in Nordeuropa wurden Bewässerungstechniken für die Grünlandbereiche entwickelt, um für ausreichende Feuchtigkeit zu sorgen und um den Schnee im Frühjahr zeitiger zur Schmelze zu bringen. Die bewässerten Stellen waren früher schneefrei, das Gras begann früher zu wachsen, man konnte es also schon früher ernten und hatte höhere Erträge.

Der Erntetermin aber beeinflußte, welche Pflanzen auf der Wiese vorkamen. Noch vor einigen Jahrzehnten mähte man die Wiesen im Juni und Juli, heute werden sie – dank Düngung – schon im Mai gemäht. Damals blühten viele bunte Wiesenblumen vor dem Erntetermin, und es reiften – was entscheidend ist – auch ihre Samen oder Früchte heran. Heute schaffen es oft nur der Löwenzahn und einige Gräser, vor der frühen Ernte ihren Vegetationszyklus abzuschließen, das heißt, zu wachsen, zu blühen und Samen oder Früchte reifen zu lassen. Noch der Generation unserer Großeltern war eine von Löwenzahn gelbe Wiese unbekannt – kein Maler hat so etwas dargestellt –, heute ist uns dieser Anblick im Mai selbstverständlich.

Je mehr verschiedene landwirtschaftliche Techniken vom Menschen erlernt und beherrscht werden, desto artenreicher wurde die Vegetation. Die meisten Unkräuter und Ruderalpflanzen, aber

auch sehr viele Gewächse auf Wiesen und Weiden und selbst in den Wäldern würde es ohne die Vielfalt der Techniken des Landschafts-Managements, die im Verlauf der letzten Jahrtausende angewandt wurden, nicht geben.

Mit der beginnenden Industrialisierung und mit dem immer weiter ausgreifenden Handel kam es zu einer weiteren Bereicherung der mitteleuropäischen Flora. In den Städten, an Bahnhöfen, Fabriken und Hafenanlagen entstand eine Fülle von neuen Standorten für Ruderalpflanzen. Über den Interkontinentalhandel kamen seit der frühen Neuzeit Hunderte von Pflanzenarten in die Häfen, vor allem aus Gegenden, die ein ähnliches Klima wie Mitteleuropa haben, am häufigsten aus Nordamerika: verschiedene Arten des Fuchsschwanzes, die Rudbeckie, die Kanadische Goldrute. Viele dieser Gewächse fanden ideale Wuchsorte an Straßen- und Eisenbahndämmen. Da schienengebundener Verkehr auf möglichst ebener Trasse laufen muß, führt sie in hügeliger Landschaft über Dämme und durch Einschnitte, an deren Flanken sonnenexponierte, trokkene Standorte geschaffen wurden, die zudem reichlich mit Nährstoffen versorgt sind. Wie viele Pflanzen haben gerade diese durch Technik geschaffene „ökologische Nische" besiedelt!

An den Straßenrändern breiteten sich weitere Gewächse aus: die salzertragenden Pflanzen der Meeresküsten – als Folge der winterlichen Salzstreuung auf den Straßen.

Sehr viele Pflanzen aus exotischen Gegenden wurden in städtischen Parks und im bürgerlichen Hausgarten angepflanzt. Einige von ihnen breiteten sich mit Vehemenz aus. Ein ganz neuartiger Standort, den es zu besiedeln galt, war der Rasen in Parks und Gärten. Der Rasen wird häufig und sehr bodennah mit dem Rasenmäher gemäht. Hier können nur kleine Pflanzen mit Wurzeln existieren, die fest im Boden haften, und sie müssen binnen kürzester Frist blühen und Samen hervorbringen. Im Rasen, einem durch intensiven Technikeinsatz geformten „Stück Natur", machten sich einige Pflanzen breit, die es schon vorher in Mitteleuropa gab, zum Beispiel das Einjährige Rispengras. Das Gänseblümchen allerdings war in der Zeit vor der „Erfindung" des bürgerlichen Rasens eine seltene Pflanze, die im Mittelalter der Jungfrau Maria geweiht war und daher im Gartenbeet gepflegt wurde. Der Persische Ehrenpreis schließlich ist ein Exot, den ein Gärtner zu Beginn des 19. Jahrhunderts im Botanischen Garten von Karlsruhe angepflanzt hatte. Es vergingen nur wenige Jahrzehnte, bis jeder Rasen in Mitteleuropa sich zur Blütezeit der kleinen Blume blau verfärbte: Persischer Ehrenpreis wurde dank seiner „Anpassung" an die speziellen Bedingungen eines oft gemähten Rasens zur Allerweltspflanze.

Ein extremes Beispiel dafür, wie Pflanzen durch Technik neu geschaffene Standorte besiedeln, sind die Schwermetallhalden. Schwermetallhaltige Erze werden seit Jahrtausenden in Pingen und Stollen abgebaut: Kupfer, später auch Zinn, aus denen jene Bronze gegossen wurde, nach der eine ganze vorgeschichtliche Epoche genannt wird. Kupfererze treten oft zusammen mit anderen Erzen auf, zum Beispiel mit Blei- und Zink-Mineralien. Das Kupfer wurde aus Erzen herausgeschmolzen, Blei und Zink – wie andere Erze – wurden es nicht: Sie kamen als Abraum auf die Halden. Die Schwermetalle, die dort abgelagert wurden, wirken auf die meisten Pflanzen in höchstem Grade toxisch. Aber die Abraumhalden, deren Anzahl und Fläche im Verlauf der Jahrtausende immer größer wurden, blieben dennoch nicht frei von Vegetation.

Pflanzenwachstum ist kein Alibi

Einige Pflanzen sind in der Lage, auf schwermetallhaltigen Standorten zu wachsen: Galmei-Veilchen, Galmei-Grasnelke, Hallers Schaumkresse und andere. Die Schwermetall-Pflanzen treten in ähnlicher Artenzusammensetzung in allen Erzbergbau-Gebieten auf, in Mitteleuropa zum Beispiel in Tirol, im Stolberger und Mansfelder Revier oder im Harz. Nicht endgültig geklärt ist die Frage, wann die Schwermetall-Pflanzen die Fähigkeit entwickelten, auf den verseuchten Halden zu wachsen – oder waren sie dazu auf Grund ihrer genetischen Konstitution schon immer in der Lage?

Die Geschichte des Galmei-Veilchens mag besonders eigenartig sein. Seine nächsten Verwandten sind die gelben Vogesen- und Sudeten-Veilchen. Ist es denkbar, daß ein „Vorfahre" des heutigen Galmei-Veilchens einmal aus den Sudeten oder den Vogesen in ein Bergbaurevier „einwanderte"? Und wann ist dies geschehen? Auf jeden Fall muß dies schon vor langer Zeit gewesen sein, denn die gelben Veilchen haben sich auf den verschiedenen westfälischen Schwermetallstandorten schon wieder so weit auseinander entwickelt, daß sie in der botanischen Systematik als zwei verschiedene Pflanzenarten geführt werden.

Es ist offenkundig, daß Technik und Industrie mit ihren zahlreichen neuen Pflanzenstandorten, die sie schufen, nicht die Zahl der vorhandenen Pflanzenarten generell zurückdrängten, sondern sie sogar erheblich ausweiteten. Die Zahl der in Mitteleuropa vorkommenden Pflanzen ist stets gestiegen, auch in den letzten Jahrzehnten. Dies zeigt sich bei der Auswertung regionaler Florenwerke. In der Florenliste des hochindustrialisierten Landes Nordrhein-Westfalen sind insgesamt 1887 Pflanzenarten aufgeführt, von denen 202 Neophyten sind, also Gewächse, die sich erst in jüngster Zeit eingebürgert haben; 273 Arten werden als Ephemerophyten geführt, als Pflanzen, die nur kurzfristig eingeschleppt wurden und von denen man zum Teil noch nicht weiß, ob sie sich auf Dauer ansiedeln werden. 25,2 Prozent des Florenbestandes sind Neophyten oder Ephemerophyten: Pflanzen, die sich in den letzten Jahrzehnten überwiegend auf Standorten ausgebreitet haben, die durch Technik beeinflußt sind.

Im Großraum Stuttgart werden 1037 Alt- und Neubürger aufgeführt sowie 442 eingeschleppte Pflanzensippen. Deren Wuchsorte: überwiegend Güterbahnhöfe, Schutthaufen, Industriegelände. 29,9 Prozent der für das mittlere Neckarland aufgelisteten Pflanzensippen sind Neulinge, die vom Menschen in jüngster Zeit eingeschleppt wurden. Im Stadtgebiet von Braunschweig sind von 947 Gefäßpflanzenarten 21,9 Prozent Neophyten und Ephemerophyten. Selbst auf der ländlichen Insel Fehmarn, die erst spät an moderne Verkehrsnetze angeschlossen wurde, zählte man unter 648 Pflanzenarten 63 oder 9,7 Prozent, die erst kürzlich vom Menschen eingeschleppt wurden.

Es ist vielleicht problematisch, diese Daten direkt miteinander zu vergleichen, denn völlig einig ist man sich darüber nicht, welche Pflanze nun in einem

Gebiet ein Neophyt ist oder eventuell auch schon Archäophyt, also ein schon vor längerer Zeit eingebürgertes Gewächs. Es ist auch möglich, daß so wenig attraktive Pflanzenwuchsorte wie Schutthaufen und Güterbahnhöfe in den einzelnen Gebieten mit unterschiedlicher Intensität durchforscht wurden, so daß man sich fragen muß, ob gerade Neophyten in vollständiger Zahl in den Florenlisten enthalten sind. Aber die Tendenz ist sicher richtig: Etwa zehn bis 30 Prozent des Florenbestandes in jedem Gebiet sind erst in den letzten Jahrzehnten hinzugekommen, wobei vor allem durch Technik geschaffene Standorte besiedelt wurden. Dabei ist die große Zahl der Pflanzen, die der Mensch schon vor Jahrtausenden einschleppte, nicht berücksichtigt.

Technik und Industrie gefährden nach allem nicht, sondern bereichern die Pflanzenwelt? Dies wäre eine Folgerung, die nicht gezogen werden darf. Denn jedes Mal, wenn ein neuer Standort geschaffen wird, wird ein anderer zerstört, der sich zuvor an gleicher Stelle befand. Wird durch die immer weiter voranschreitende Spezifizierung der Technik die Vielfalt der Pflanzenstandorte erhöht, besteht die Hoffnung, daß der Typ des jeweils zerstörten Standortes anderswo erhalten bleibt. Diese Hoffnung trifft heute vor allem auf die dicht besiedelten und intensiv genutzten Flächen nicht mehr zu. Im Stadtgebiet von Osnabrück wurden bei intensiven Geländebegehungen in den Jahren 1901 bis 1958 insgesamt 1317 Arten von Farn- und Blütenpflanzen festgestellt, im Zeitraum von 1959 bis 1987 nur 657. Im Braunschweiger Stadtgebiet sind 174 Pflanzenarten verschollen oder ausgestorben, die meisten von ihnen erst im 20. Jahrhundert. Gründe dafür sind die immer weiter voranschreitende Versiegelung der Landschaft durch Teer und Beton, das steigende menschliche Ordnungsbewußtsein – „Unkraut muß weg!" –, aber auch die Aufgabe extensiver Wirtschaftsweisen auf Äckern, Wiesen und in den Wäldern. Immer mehr Pflanzen sind vom Aussterben bedroht, die einmal als Kulturfolger auf Standorte eingewandert sind, die von Menschen geschaffen wurden.

Manche dieser Pflanzen, etwa Roggentrespe und Kornrade, waren die Allerweltspflanzen früherer Jahrhunderte. Nun sollen sie als museale Objekte in Freilichtmuseen gepflegt werden. Sie sollen nicht nur als gefährdete Wildpflanzen vor dem Aussterben, sondern auch als Zeugen aus der Vergangenheit menschlicher Kultur und Technik bewahrt werden. Wir müssen Wege finden, gerade die Vielfalt von Standorten mit extensiver Nutzung zu erhalten: die Wässerwiesen, Magerrasen mit Schafhaltung, Misthaufen, Hühnergärten, kleine Abfallhaufen in Dorf und Stadt, Streuobstwiesen. Auch die Vegetation eines Güterbahnhofes oder des Berliner Gleisdreiecks ist erhaltenswert. Damit würde ein Stück Kulturgeschichte geschützt, das in der Landschaft auf Schritt und Tritt erkennbar ist.

Kultur kannte Natur

Man muß sich im klaren darüber sein, daß weite Teile des Naturschutzes nicht den Schutz der unberührten Natur betreffen, sondern den Schutz einer in Jahrtausenden gewachsenen Kulturlandschaft und ihrer spezifischen Strukturen. Da die Pflanzenarten und ihre Artenkombination die Standortbedingungen reflektieren, läßt sich durch sie vieles über die Geschichte des speziellen Standortes und der Kulturlandschaft im allgemeinen ablesen – und diese Kulturlandschaft ist aus einer vieltausendjährigen Symbiose von Natur und Technik hervorgegangen.

Der vielfältige Pflanzenbewuchs einer Kulturlandschaft ist heute nicht nur bedroht von immer ehrgeizigeren Großprojekten, die zur Versiegelung weiterer Landschaftsteile führen. Größer noch ist vielleicht die Bedrohung durch „Naturfreunde", bei denen das Säen und Pflanzen eine Alibifunktion hat: Wie gerne will man durch die Einsaat eines gesichts- und geschichtslosen „Straßen-Begleitgrüns" oder durch Pflanzen der inzwischen weltweit verbreiteten exotischen Zwergkoniferen im Hausgarten die heile Welt vortäuschen.

Man muß seinen Blick dafür schärfen, das Charakteristische einer Kulturlandschaft zu erkennen, wozu ganz entscheidend das gewachsene Verhältnis von Pflanze und menschlichem Wirken gehört. Sonst wird mit der Identität einer Landschaft zugleich die jahrtausendelang bestimmende Kultur und Technik von Menschen gestört, vielleicht sogar zerstört. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Dietmar Brandes: Verzeichnis der im Stadtgebiet von Braunschweig wildwachsenden und verwilderten Gefäßpflanzen. Braunschweig 1987.

Erik Christensen/Johann Westdörp: Flora von Fehmarn. Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg 30. Kiel 1979.

Dörfliche Vegetation im Freilichtmuseum. Erhaltung gefährdeter dörflicher Pflanzengesellschaften und historischer Nutzpflanzenkulturen. Internationales Symposium im Rheinischen Freilichtmuseum in Kommern vom 22.6. bis 26.6. 1981. Bonn 1983. – Naturschutz durch Freilichtmuseen. Internationales Symposium im Rheinischen Freilichtmuseum in Kommern am 2. und 3.9. 1985. Hamburg 1986.

Wilfried Ernst: Schwermetallvegetation der Erde. Geobotanica selecta 5. Stuttgart 1974.

Vera Markgraf: Die Ausbreitungsgeschichte der Fichte (Picea abies H. Karst.) in der Schweiz. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 85 (1–4), 1972, S. 165–172.

Dieter Overdieck/Andrea Scheitenberger: Veränderungen des Arteninventares der Vegetation in einer mitteleuropäischen Großstadt (Osnabrück). Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 18, 1989.

Richard Pott: Die Formierung von Buchenwaldgesellschaften im Umfeld der Mittelgebirge Nordwestdeutschlands unter dem Einfluß des Menschen. Institut für Geobotanik der Universität Hannover, Tätigkeitsbericht für die Jahre 1987 und 1988.

Angelika Schwabe-Braun: Die Heustadel-Wiesen im nordbadischen Murgtal. Geschichte – Vegetation – Naturschutz. Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 55/56, 1982.

Siegmund Seybold: Flora von Stuttgart. Fundortsverzeichnis der im mittleren Neckarland wildwachsenden höheren Pflanzen. Stuttgart 1969.

Ulrich Willerding: Zur Geschichte der Unkräuter Mitteleuropas. Göttinger Schriften zur Vor- und Frühgeschichte 22. Neumünster 1986.

Schriftenreihe der Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung Nordrhein-Westfalen 7. Recklinghausen, 2. Auflage 1988.

DER AUTOR

Dr. Hansjörg Küster, geboren 1956, studierte Biologie in Stuttgart-Hohenheim und leitet seit 1984 die Arbeitsgruppe für Vegetationsgeschichte am Institut für Vor- und Frühgeschichte der Universität München. Von ihm sind unter anderem erschienen: *Wo der Pfeffer wächst.* Ein Lexikon zur Kulturgeschichte der Gewürze. Verlag C. H. Beck, München 1987; *Vom Werden einer Kulturlandschaft.* VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim 1988.

„Der Fortschritt ist nur eine Verwirklichung von Utopien."

Oscar Wilde

Fortschritt ist im Grunde nichts anderes als die Realisierung menschlicher Träume und Phantasien:

Ob es der Traum vom „selbstbewegenden", sprich automobilen Fahrzeug war, der vor gut 100 Jahren verwirklicht wurde, ob es der Traum war, wie ein Vogel zu fliegen oder gar der, andere Planeten zu erforschen.

Die Wissenschaft entdeckt immer neue Geheimnisse, erfüllt immer kühnere Träume.

Im Daimler-Benz-Konzern eröffnet sich unseren Forschern ein breit angelegtes Spektrum von Möglichkeiten für neue Entwicklungen.

Diese Chancen werden wir verantwortungsvoll nutzen. Denn wir wollen auch in Zukunft unserem Anspruch treu bleiben, das beste Auto der Welt zu bauen – noch sicherer, noch umweltfreundlicher.

Der Luft- und Raumfahrt und der Kommunikationstechnik werden wir durch die breite, gegenseitige Nutzung unseres Wissens neue, starke Impulse geben.

So nehmen wir Wachstumschancen wahr, deren Verwirklichung man sich heute noch gar nicht vorstellen kann.

DAIMLERBENZ

Daimler-Benz AG, Postfach 80 02 30, D-7000 Stuttgart 80

BRAUCHEN WIR PVC?

In Wohnräumen, Verpackungen, Autos und technischen Geräten: Polyvinylchlorid (PVC) ist allgegenwärtig. Die schädlichen Folgen für Umwelt und Gesundheit sind prinzipiell erkannt. *Kultur & Technik* fragte Experten, ob PVC wirklich unverzichtbar ist. Dr. Lothar Schwiegk von der BASF Ludwigshafen begründet die Notwendigkeit, PVC einzusetzen, Dr. Frank Claus, Mitglied des BUND-Arbeitskreises Umweltchemikalien und Mitautor des Buches *Es geht auch ohne PVC,* erläutert seine Bedenken gegen den Werkstoff. Zuschriften zum Thema sollen demnächst in *Kultur & Technik* veröffentlicht werden.

PRO

In Westeuropa wurden 1989 5,2 Millionen Tonnen PVC verbraucht, 60 Prozent davon im Bauwesen. Wichtige Anwendungsbeispiele sind Rohre, Fensterrahmen, Rolläden, Dachrinnen und Fassadenverkleidungen; diese Teile sind steif, schlagzäh, witterungsbeständig, pflegeleicht, verschweißbar und schwer entflammbar, und sie haben eine lange Lebensdauer. Durch geeignete Zusatzstoffe „weichgemachtes" PVC wird im Bauwesen beispielsweise in Form von Dach- und Dichtungsfolien, Fußbodenbelägen und Profilen wie etwa Treppenhandläufen verwendet; bei diesen Anwendungen kommt es vor allem auf Flexibilität, Witterungsbeständigkeit, Abriebfestigkeit, Einfärb- und Bedruckbarkeit sowie lange Lebensdauer an.

Mit einem Verbrauch von 18 Prozent folgt der Verpackungssektor. In diesem Bereich gewährleistet PVC Transparenz, Gas- und Aromadichtigkeit, Chemikalienbeständigkeit, Verschweißbarkeit und physiologische Unbedenklichkeit; daher ist PVC auch zur Verpackung von Lebensmitteln zugelassen.

Rund acht Prozent des PVC gehen in den Kabelsektor, wo vor allem die guten elektrischen Isoliereigenschaften zum Tragen kommen. Ein spezieller Einsatzbereich ist die Medizintechnik: Hier sind beispielsweise Schläuche und Infusionsbeutel zu nennen. Entscheidend sind in diesem Bereich die Transparenz, die Flexibilität, die physiologische Unbedenklichkeit sowie die Sterilisierbarkeit des PVC.

Aus der Vielzahl weiterer Anwendungen nur noch wenige Beispiele: Unterbodenschutz von Kraftfahrzeugen, Kunstleder, Wetterschutzkleidung, Schuhe und Sohlen, Druck-, Werbe-, und Bürofolien. In allen Anwendungsbereichen überzeugt PVC durch ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Leistung und Preis.

Mit einem Anteil von etwa 57 Prozent ist Steinsalz der wichtigste Rohstoff für PVC. Zweites Ausgangsprodukt ist Ethylen, das aus Erdöl gewonnen wird. Für die Herstellung von PVC wird in etwa die gleiche Energiemenge benötigt wie für die Herstellung anderer Kunststoffe; das ist deutlich weniger, als für die Herstellung traditioneller Werkstoffe wie Metall, Beton oder Glas notwendig ist.

Um PVC verarbeiten zu können, sind verschiedene Zusatzstoffe erforderlich; sie werden dem PVC in einer Menge zwischen zwei und fünf Prozent zugesetzt. Dabei handelt es sich vorwiegend um Stabilisatoren und Gleitmittel. Als Stabilisatoren dienen organische und anorganische Verbindungen folgender Metalle: Blei, Calcium, Zink, Barium, Zinn und Cadmium. Als Gleitmittel werden hauptsächlich Glycerin-Fettsäureester, Fettsäuren, Wachse sowie andere organische Verbindungen eingesetzt. Weich-PVC für flexible Artikel enthält Weichmacher.

PVC wird durch die Polymerisation von Vinylchlorid (VC) hergestellt. Erst in den 60er Jahren wurde bekannt, daß dieses VC Krebs verursachen kann, nachdem es bei Mitarbeitern verschiedener PVC-Hersteller zu Krebserkrankungen und auch zu Todesfällen gekommen war. Danach wurde der MAK-Wert (MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration, die zulässig ist) drastisch gesenkt, um eine Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen. 1977 wurde dieser MAK-Wert durch einen TRK-Wert ersetzt (TRK = Technische Richtkonzentration für krebserzeugende Stoffe, für die kein MAK-Wert festgelegt ist). Seit dieser Zeit wurden in der PVC-Herstellung keine Neuerkrankungen registriert, abgesehen von Fällen, die nach langer Latenzzeit aufgrund früherer Expositionen noch erwartet werden mußten. Bei den Beschäftigten in der PVC-Verarbeitung und bei PVC-Verbrauchern war es auch vorher nicht zu Erkrankungen aufgrund der Einwirkung von VC gekommen.

Cadmium- und bleihaltige Stabilisatoren werden so fest im Kunststoff PVC fixiert, daß sie beim Gebrauch der PVC-Erzeugnisse praktisch nicht an die Umwelt abgegeben werden. Der Einsatz von Cadmium wurde im Lauf der letzten Jahre stark reduziert; cadmiumhaltige Stabilisatoren werden nur noch für Außenanwendungen im Bauwesen eingesetzt. Obwohl auch davon keine Gefährdungen für den Verbraucher ausgehen, wird die Verwendung von Cadmium weiter zurückgehen und in Zukunft ganz eingestellt werden.

Der häufig verwendete und immer wieder angegriffene Weichmacher Diethylhexylphthalat (DEHP), dessen Anteil mehr als 50 Prozent betragen kann, ist in umweltrelevanten Konzentrationen weder toxisch noch krebserzeugend. Diese Feststellung hat das *Beratungsgremium für umweltrelevante Altstoffe* (BUA) getroffen. Auch das *Bundesgesundheitsamt* hat wiederholt bestätigt, daß dieser Weichmacher selbst für medizinische Anwendungen eingesetzt werden kann und daß von ihm keine Gefährdung ausgeht.

PVC wird überwiegend für langlebige Anwendungen eingesetzt, wobei mit einer Lebensdauer von 30 und mehr Jahren zu rechnen ist. Das bedeutet, daß derzeit nur ein geringer Teil des jährlichen PVC-Verbrauchs als Abfall anfällt; dessen Entsorgung kann durch Deponieren, Verbrennen oder auch durch Recyceln erfolgen.

PVC ist unter Deponiebedingungen nicht abbaubar und gibt daher keine Zersetzungsprodukte ab. Aus diesem Grund werden Folien für die Abdichtung von Deponien aus PVC hergestellt. PVC läßt sich in Müllverbrennungsanlagen gefahrlos verbrennen. Wie bei jeder Verbrennung können auch bei der Verbrennung von PVC Dioxine entstehen. Durch feuerungstechnische Maßnahmen kann die entstehende Dioxinmenge jedoch minimiert werden. Im übrigen wird die Dioxinbildung durch den PVC-Anteil im Müll nachgewiesenermaßen nicht erhöht.

Sortenreine Abfälle aus der Herstellung, der Verarbeitung oder auch der Verwendung von PVC werden seit langem recycliert. Gemischte Kunststoffabfälle, also Kunststoffabfälle mit PVC-Anteilen, können ebenfalls wiederverwendet werden, indem man sie beispielsweise zu dickwandigen Teilen verarbeitet. Die Rücknahme von Fensterprofilen, Rohren, Fußbodenbelägen, Flaschen, Blisterverpackungen ist ein wichtiger Schritt in Richtung Recycling.

Theoretisch läßt sich jeder aus PVC bestehende Gegenstand auch aus anderen Materialien herstellen. Bei der Bewertung der Substitute von PVC ist eine umfassende ökologische und ökonomische Abwägung der Vor- und Nachteile erforderlich. Die Alternativen müssen mindestens die gleiche Produkteigenschaft haben und zu einer geringeren Belastung von Ressourcen (Rohstoffe, Energie), der Umwelt (Luft, Wasser, Boden) und der belebten Natur (Mensch, Tier, Vegetation) führen. Die vorliegenden Studien über Substitutionsmöglichkeiten erfüllen diesen Anspruch nicht.

POLYVINYLCHLORID

Abkürzung PVC, durch Polymerisation von Vinylchlorid hergestellter hochmolekularer thermoplastischer Stoff ... Polyvinylchlorid ist einer der technisch wichtigsten thermoplastischen Kunststoffe mit einer Weltproduktion von zur Zeit jährlich rund 10 Millionen Tonnen. Seine Verwendung wirft insofern Probleme auf, als Polyvinylchloridabfälle biologisch praktisch nicht abgebaut werden und beim Verbrennen (in Müllverbrennungsanlagen) große Mengen Chlorwasserstoff (bis 400 Gramm auf 1000 Gramm Polyvinylchlorid) entwickeln. Toxikologische Fragen im Zusammenhang mit der Herstellung von Polyvinylchlorid ergeben sich durch die Erkenntnis, daß das Monomere des Polyvinylchlorids Leberkrebs auslösen kann.

Meyers Lexikon, 1977

CONTRA

Nach einem Tief zu Beginn der 80er Jahre ist die Produktion von PVC in den letzten Jahren wieder gestiegen. Heute ist in der Bundesrepublik Deutschland ein Markt von jährlich 1,4 Millionen Tonnen vorhanden. Der Bausektor und die Verpackungswirtschaft sind mit zusammen rund 70 Prozent die Hauptabnehmer.

Der Massenkunststoff PVC ist kein einheitliches Material. Hart- und Weich-PVC weisen in ihren Eigenschaften drastische Unterschiede auf. Aus Weich-PVC werden vor allem Folien, Kabelisolierungen und Fußbodenbeläge hergestellt; Profile, Rohre und ebenfalls Folien sind die wichtigsten Einsatzbereiche von Hart-PVC. Kurzlebige Verwendungen von PVC bei Verpackungen existieren neben mittelfristigen, zum Beispiel im medizinischen Bereich, und langlebigen etwa in Form von Belägen, Kabeln und Fenstern.

PVC wurde im Rahmen von Hitlers Kriegsvorbereitungen als Koppelprodukt der Natronlauge-Herstellung zur Einsatzreife entwickelt. Der PVC-Ausgangsstoff Vinylchlorid benötigt Clor aus der Chlor-Alkali-Elektrolyse und das Erdölprodukt Ethylen. Die Chlor-Alkali-Elektrolyse verschlingt immense Mengen an Energie: Knapp drei Prozent des gesamten Stromverbrauchs in der Bundesrepublik beziehungsweise gut ein Viertel des Stromverbrauchs der chemischen Industrie fließen in die Chlorherstellung.

PVC ist somit eine billige „Produkt-Deponie" für Chlor. Niedriger Preis und die sprichwörtliche Langlebigkeit sind Triebfedern für seine Massenverwendung. Der Preis ist jedoch, wie üblich, betriebs- und nicht volkswirtschaftlich kalkuliert – die Allgemeinheit trägt die Umweltkosten.

Nur durch den Zusatz weiterer Chemikalien als Additive konnten einige PVC-Produkte den Markt erobern. Hart-PVC-Profile bestehen zu 78 Prozent aus dem Kunststoff selbst, bei Fußbodenbelägen aus Weich-PVC sind es nur noch 28 Prozent. PVC-Produkte würden sich ohne Beimischung von Zusatzstoffen unter Licht- oder schon geringfügiger Wärmeeinwirkung zersetzen und dabei Salzsäure (HCl = Chlorwasserstoff) abspalten. Ohne Thermostabilisatoren in der Plastikmasse wäre PVC nicht alltagstauglich. Mit weiteren Zusatzstoffen – zum Beispiel Weichmachern, Farbstoffen oder Flammschutzmitteln – werden die Gebrauchseigenschaften von PVC beeinflußt, oder sie werden als Hilfsmittel für die leichtere Verarbeitung beigefügt.

Die gebräuchlichsten Weichmacher DEHP, DEHA und DBP sind flüchtig, fettlöslich, in geringem Maß wasserlöslich und nur bedingt abbaubar. Sie finden sich daher in allen Produkten, mit denen sie in Berührung kommen: in Blutkonserven, im Blut von Patienten nach Bluttransfusionen, im Blut von Dialysepatienten, in Lebensmitteln.

Risiken beim Gebrauch von PVC bestehen in der Emission von Zusatzstoffen in die Raumluft, vor allem dann, wenn große PVC-Flächen – Fußbodenbeläge oder Tapeten – vorhanden sind, und beim Brand von PVC-Produkten. Bei den häufigen Bränden, an denen PVC beteiligt ist, entstehen Dioxine und Furane. Nach Bränden in einer Düsseldorfer Fernmeldeeinrichtung und in einer Siegener Grundschule war deswegen eine komplette Erneuerung nötig, obwohl der Brandschaden selbst vergleichsweise gering war. In einem Kilometer Entfernung von einer schwelenden Hausmüll-Deponie in Hofgeismar wurden die Dioxinkonzentrationen industrieller Belastungsräume gemessen.

Viele PVC-Zusatzstoffe sind sowohl beim Deponieren wie in Müllverbrennungsanlagen problematisch. Zum Beispiel das Schwermetall Cadmium: Nach einer Studie aus dem *Umweltbundesamt* ist die Cadmiumbelastung des Hausmülls rund zur Hälfte durch PVC verursacht. Nach Angaben des *Verbandes der Chemischen Industrie* wurde der Cadmiumanteil erheblich gesenkt, doch 1987 wurden noch 4000 Tonnen Barium/Cadmium-Stabilisatoren in Weich-PVC verwendet.

Langlebige PVC-Produkte, die sich heute noch in Gebrauch befinden, werden die PVC-Abfallmengen erhöhen. Der PVC-Konsum in der Bundesrepublik ist ständig gestiegen: von 135 000 Tonnen jährlich im Zeitraum 1954 bis 1959 auf 1,2 Millionen Tonnen im Jahr 1987. Aus einer Studie der *Kernforschungsanlage Jülich* von 1989: „Allein in den Jahren 1973 bis 1983 wurden 3000 Tonnen Cadmium als Stabilisator für PVC-Fensterprofile eingesetzt. Mehrere 100 000 Tonnen Blei sind in PVC-Erzeugnisse aller Art eingearbeitet. Die Frage, wie dieser Sonderabfall eines Tages gefahrlos verwertet oder behandelt werden soll, ist bis heute nicht ausreichend beantwortet."

Der Kunststoff PVC ist recyclingfeindlich. Um ihn stofflich zu verwerten, muß er geschmolzen werden. Beim Erhitzen spaltet PVC Salzsäure ab und zersetzt sich. PVC-Recycling führt daher in jeder Stufe zu einer Qualitätseinbuße. Die allerletzte Verwertungschance besteht in der Mischung von verschiedenen PVC-Mixturen mit weiteren Kunststoffen zu nicht kunststofftypischen Produkten: Lärmschutzwände, Standfüße, oder Parkbänke. Solche Produkte führen – entgegen dem Recycling-Gedanken – aus dem Stoffkreislauf hinaus, denn Produkte aus gemischten Kunststoffabfällen sind nicht weiter verwertbar. Die Hersteller können dann nur noch auf die „energetische Verwertung" setzen. Und die gerade ist problematisch, weil dabei Dioxine entstehen.

Die speziellen Entsorgungskosten für PVC durch Verbrennung sind ungefähr so hoch wie die Herstellungskosten (zwei Mark pro Kilogramm PVC).

Technologische Alternativen für PVC sind eine Frage des Preises und der bewußtseinsgesteuerten Nachfrage. Einen einzigen Ersatzstoff gibt es nicht. Nach Anwendungen differenziert, kommen als Ersatzstoffe neben einer Reihe von Kunststoffen alte Werkstoffe wie Holz, Metall oder Keramik in Frage. Nur in wenigen Bereichen ist PVC nicht verzichtbar – zum Beispiel bei Schallplatten. Nach der bislang nicht widerlegten WARTIG-Studie gibt es nur bei fünf Prozent des PVC-Verbrauchs keine Alternative. Der PVC-Belag-Hersteller *Hüls* beispielsweise hat einen PVC-freien Kunststoff-Fußbodenbelag auf den Markt gebracht. □

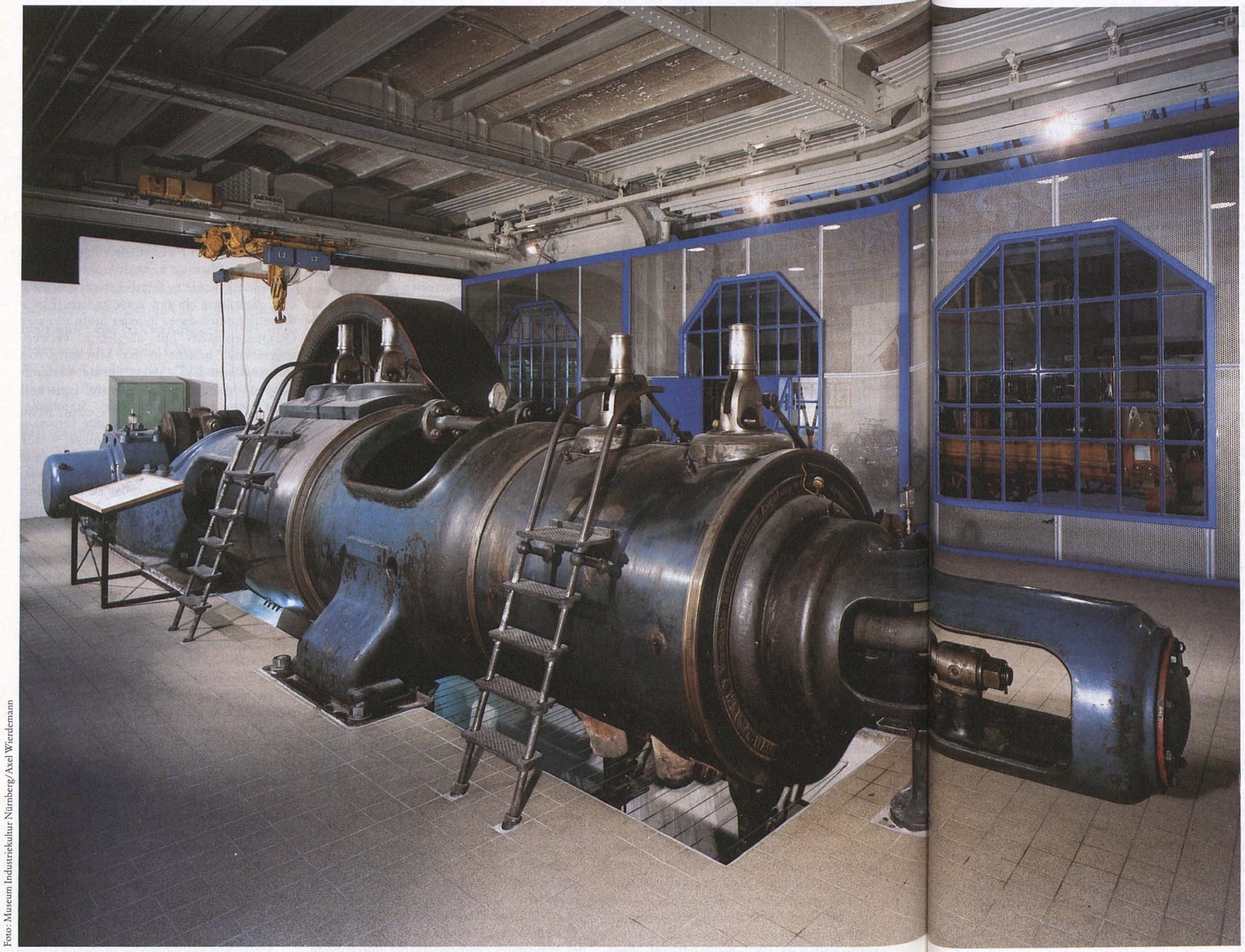


Foto: Museum Industriekultur Nürnberg/Axel Wierdemann

EXPEDITIONEN INS ALLTÄGLICHE

Das Nürnberger Museum Industriekultur

VON FRANZ SONNENBERGER

Die MAN-Dampfmaschine, eines der Prunkstücke im Nürnberger *Museum Industriekultur*, stammt aus dem Jahr 1907. Bis 1975 trieb sie die Walzstraße des *Eisenwerkes Tafel* an, in dessen Hallen das Museum eingerichtet wurde.

Als 1979 in Nürnberg eine Projektgruppe zur Gründung eines Industriemuseums die Arbeit aufnahm, war der Begriff „Industriekultur" noch diffus. Seitdem hat er – nicht zuletzt durch die Museumsarbeit – an Kontur gewonnen: Gemeint ist nicht die „Veredelung" industriell gefertigter Güter, sondern ihr Einfluß auf die Alltagskultur von Menschen, die in einer Industriegesellschaft leben.

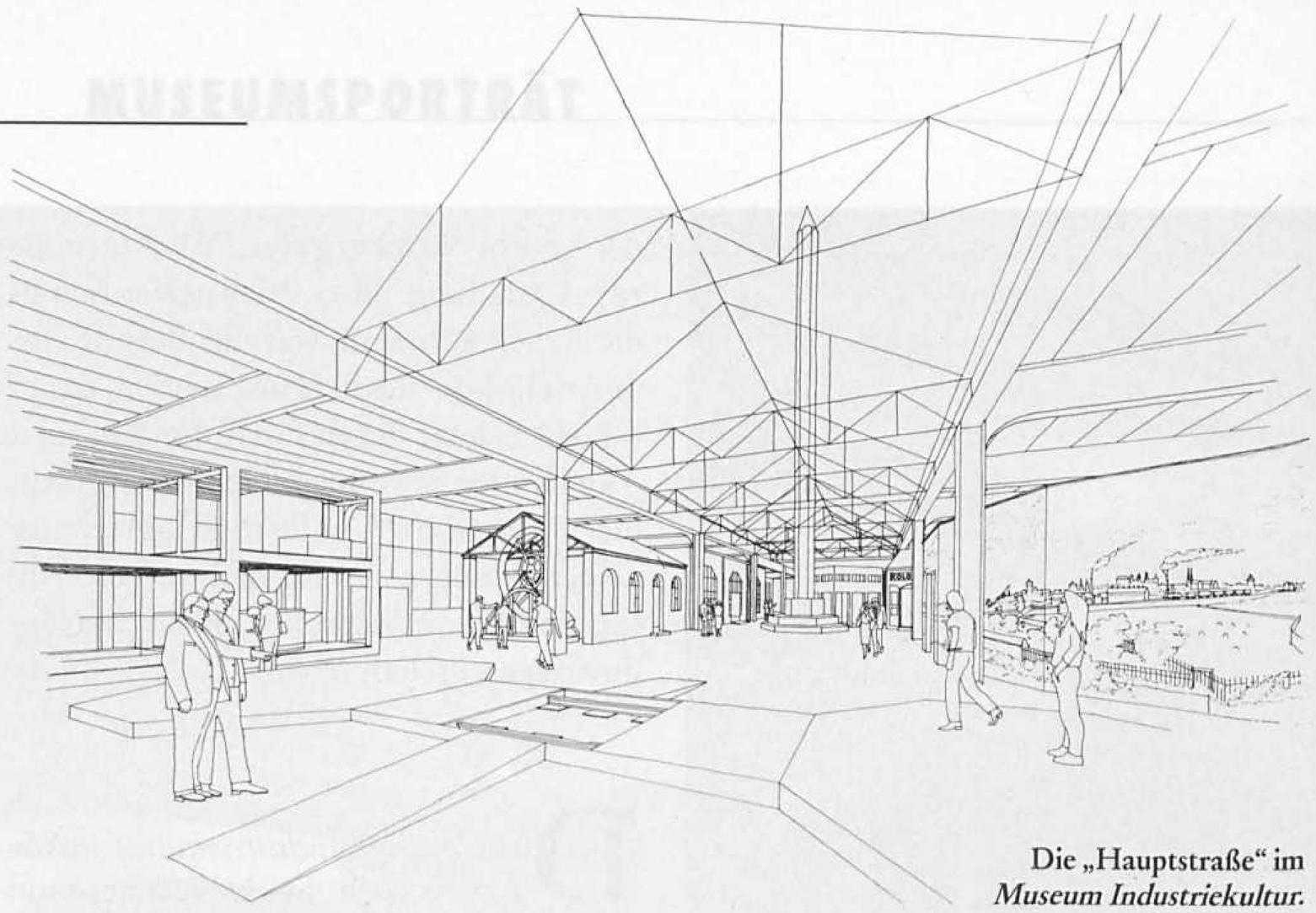
Das *Centrum Industriekultur* wurde 1979 von der Stadt Nürnberg mit der Absicht gegründet, am lokalen Beispiel die Geschichte der Lebensformen im Industriezeitalter zu erforschen, zu dokumentieren und der Öffentlichkeit bekannt zu machen. Die Verbindung von Technik-, Kultur- und Sozialgeschichte, die der Begriff „Industriekultur" ausdrückt, war damals neu und bedurfte der eingehenden Begründung. Das aus Historikern, Soziologen und Politologen bestehende Team um Klaus-Jürgen Sembach, der 1980 die Leitung der jungen Institution übernommen hatte, setzte deshalb zunächst ganz bewußt auf Ausstellungen und Publikationen.

Gleich zu Beginn, 1980, wurde die Ausstellung *Lebensgeschichten. Zur deutschen Sozialgeschichte 1850–1950* präsentiert. Nach einer Architekturausstellung folgte 1982 *Industriekultur. Expeditionen ins Alltägliche:* Am Beispiel von 13 industriellen „Leitfossilien" – unter anderen Wecker, Lichtschalter, Fahrrad, Henkelmann – wurde der Wandel der Alltagskultur im Industriezeitalter verdeutlicht. Zwei Jahre später stellte sich das *Centrum Industriekultur* mit der Ausstellung *Arbeitererinnerungen. Lebensläufe einer Generation Nürnberger Arbeiter und Arbeiterinnen* vor, die aus einem „Oral-History"-Projekt hervorgegangen war. Ergänzend zu den Ausstellungen publizierte das *Centrum* die Schriftenreihe *AUFRISS* – zwischen 1982 und 1985 erschienen fünf Themenhefte, 1985 kamen zwei Bände mit dem Titel *Industriekulturpfad* hinzu, in denen stadtgeschichtliche Wanderungen zu historischen Fabrik- und Wohnensembles ausgearbeitet waren. Bücher über die Nürnberger Gewerbemühlen, die „Handwerksindustrie" der Stadt sowie ein Fotoband zur Nürnberger Stadtgeschichte im 19. Jahrhundert folgten in den Jahren danach.

Von Beginn an war jedoch die Einrichtung eines Museums das erstrebte Ziel des *Centrums Industriekultur.* Darum wurden Tausende von Gegenständen, vom Schöpflöffel bis zur Dampfmaschine, vom Haartrockner bis zum Computer gesammelt, inventarisiert und für die spätere Verwendung restauriert. Vorbereitung und Stütze für das zukünftige Museum sollte die große Eisenbahn-Jubiläums-Ausstellung im Jahr 1985 sein, bei der der Gedanke mitspielte, eines der Gebäude auf dem Gelände des ehemaligen *Eisenwerks Tafel,* das die Stadt für die Ausstellung erworben hatte, später als Museum zu verwenden. Der Erfolg der Veranstaltung bestärkte diese Absicht, und Anfang 1986 wurde dem *Centrum Industriekultur* die einstige Schraubenfabrik übergeben – jenes Gebäude, in dem die Ausstellung zur Kulturgeschichte des Eisenbahnreisens stattgefunden hatte. Die notwendigsten Renovierungsarbeiten, die bis dahin immer umgangen worden waren, wurden mit erheblicher Verzögerung im Herbst 1988 abgeschlossen, und das *Museum Industriekultur* konnte eröffnet werden.

Das *Museum Industriekultur* in Nürnberg versteht sich als „industrielles Heimatmuseum" mit umfassendem theoretischen Anspruch. Der Begriff „Industriekultur" umschreibt dabei die kulturgeschichtliche Entwicklung seit dem Aufbruch ins Industriezeitalter. So verstandene Kulturgeschichte zielt nicht primär auf die im engeren Sinne kulturellen Leistungen eines Zeitalters ab, wie sie zum Beispiel in Literatur, Architektur oder Kunst vorliegen, sondern auf die Gesamtheit der menschlichen Lebensformen unter industriellen Bedingungen.

Will man Lebensformen darstellen, so ist es vor allem wichtig, Alltag und Geselligkeit, Pflichterfüllung und Müßiggang in den Blick zu rücken. Das Alltagsleben hat sich mit der Industrialisierung in drei Bereiche aufgegliedert: in die Welt der Arbeit, des Privaten und der Öffentlichkeit. In der weiten, nur von wenigen Stützen besetzten dreischiffigen Museumshalle ließ sich diese Grundvorstellung besonders gut umsetzen und weiterführen. Der helle mittlere Teil der ehemaligen Schraubenfabrik ähnelt einer Straße: Sie ist sowohl Erschließungsachse für das



Die „Hauptstraße" im *Museum Industriekultur.*

gesamte Gebäude wie auch der Raum, in dem durch Fassaden, Fahrzeuge, Transparente und Anschläge Öffentlichkeit dargestellt wird. Der linke Hallenteil ist dem Bereich der Arbeit gewidmet, in dem durch größere und kleinere Maschinenensembles die Entwicklung von der handwerklichen zur industriellen Welt demonstriert wird. Der rechte Teil zeigt die private Lebenssphäre: Er ist mit seinen Gebäuden und deren Ausstattung mit Läden und Wohnungen heute am weitesten gediehen.

Die drei Museumsbereiche sind nicht nur entlang einer räumlichen, sondern zugleich entlang einer (gedachten) chronologischen Längsachse gegliedert. Die Darstellung setzt im ersten Drittel des 19. Jahrhunderts ein und endet rund 150 Jahre später. Die Abfolge der Ausstellungseinheiten in jedem der drei Hallenteile ist so aufeinander abgestimmt, daß sich historische Querverbindungen ergeben. Wer das Gehäuse für die 1907 hergestellte MAN-Dampfmaschine verläßt, findet auf der Museumsstraße Fahrzeuge aus derselben Zeit, auf die auch das Wohnensemble im gegenüberliegenden Hallenschiff verweist.

Die architektonische Gestaltung aller Ausstellungsbereiche folgt dem Grundsatz, Rekonstruktionen kenntlich zu machen. Die Wohn- und Geschäftshäuser aus der Zeit um 1910 beispielsweise sind mit rohem, ungestrichenem Holz verkleidet. Damit soll gezeigt werden, daß es sich um Zugaben und Nachempfindungen handelt, die nur den neutralen Rahmen für die originalen Möbel im Inneren der Gebäude bilden. Mittlerweile wurde auch der gegenüberliegende Teil des Museums in ähnlicher Weise gefaßt: Die imposante MAN-Dampfmaschine etwa erhielt eine Hülle, die mit modernen Baustoffen die Proportionen und Stilelemente der damaligen Fabrikarchitektur nachempfindet.

In diesem Konzept findet ein weiterer Gedanke des Museums seinen Ausdruck: Die Objekte sollen nicht vereinzelt, sie sollen in Einheiten und sinnvollen Zusammenhängen gezeigt werden. Ursprüngliche Beziehungen müssen erkennbar bleiben, architektonische Räume den notwendigen Maßstab geben. Solch anschauliche, atmosphärisch dichte Darstellungsformen werden durch neutrale Zonen ergänzt, in denen übergreifende Informationen zu den einzelnen Bereichen zu finden sind: Die historischen Bezüge werden durch Dokumente erläutert – durch Fotografien, Akten, Stadtpläne oder Zeichnungen. Inhalt und Gestaltung dieser Themenbereiche stehen in einem erkennbaren Gegensatz zu den lebendigen Szenerien nebenan. Vier Themen sind die Schwerpunkte: Gewerbeförderung im 19. Jahrhundert, Industrie-Entwicklung bis 1930, Klassenkampf und Arbeiterkultur vor 1914, Wohnverhältnisse bis 1914.

Um Museumsräume, die bisher aus Geldmangel nicht ausgebaut werden konnten, sinnvoll zu füllen, hat das *Centrum Industriekultur* ein begehbares Magazin geschaffen. Auf Regalkorridoren stehen viele kleinere Objekte, die nach dem späteren Ausbau ebenso verwendet und eingeordnet werden sollen, wie das bisher bei den Gegenständen aus der Zeit um 1910 geschehen ist. Das Museum gibt damit auch Rechenschaft über Umfang und Schwerpunkte der Sammlung.

Zur Zeit ist im *Museum Industriekultur* kaum ein Drittel des ursprünglichen Konzepts verwirklicht. Der weitere Ausbau muß Schritt für Schritt erfolgen – entsprechend den jährlichen Etatzuweisungen durch die Stadt Nürnberg. Vorrang wird der geplante erste Teil haben: die Zeit von 1830 bis 1930. Die Besucher werden über ein Stück Gleisstrang der „Ludwigsbahn" (1835) in das Industriezeitalter eintreten, einen 30 Meter hohen, das Glasdach der Halle durchstoßenden Bleistift sehen, nachempfunden jenem, der 1906 auf der großen Landesausstellung stand. Das Ende der ersten Strecke des „Zeitweges" wird eine weiße, kubische Architektur markieren, die an das Neue Bauen um 1930 erinnern soll.

Im vergangenen Jahr wurde eine Gipsmühle aus dem Jahr 1835 errichtet, die als Beispiel für protoindustrielle Gewerbeformen dient. Ein Panoramagebäude, das die Stadtentwicklung Nürnbergs im 19. Jahrhundert dokumentieren wird, zählt zu den nächsten Bauvorhaben. Im hinteren, jetzt noch freien Teil der Halle wurde 1989 die Ausstellung *So viel Anfang war nie – Aufbruch aus Trümmern. Deutsche* Städte *1945–1949* gezeigt, die gemeinsam vom *Centrum Industriekultur* und vom *Berlin-Museum* erarbeitet wurde. An derselben Stelle wurde kurz danach die Ausstellung *Alles elektrisch. 100 Jahre AEG-Hausgeräte* eröffnet. Darauf folgte eine Ausstellung über die Geschichte der *Zündapp-Motorradwerke,* die in Zusammenarbeit mit dem Berliner *Museum für Verkehr und Technik* zustande kam.

Das nächste Vorhaben: eine große Ausstellung mit dem Titel *Unter Null* gibt umfassende Einblicke in die Kulturgeschichte künstlicher Kälte. Veranstaltungen dieser Art bieten dem *Centrum Industriekultur* die Möglichkeit, den lokalen Rahmen der Museumsarbeit zu verlassen und übergreifende Themen zu behandeln. □

DER AUTOR

Franz Sonnenberger, geboren 1951, Dr. phil., ist im *Museum Industriekultur* Leiter der Abteilung Ausstellungen und Veröffentlichungen.

„Man kann nicht jede Schraube feiern wie eine Monstranz"

Ein Gespräch mit Klaus-Jürgen Sembach, dem Leiter des Centrum Industriekultur

Der Diplom-Ingenieur und Architekt Klaus-Jürgen Sembach, Jahrgang 1933, leitet das Nürnberger *Centrum Industriekultur* seit 1980. Zuvor war er an der *Neuen Sammlung* in München tätig. Für *Kultur & Technik* hat Walter Bauer-Wabnegg mit ihm gesprochen.

Das Centrum Industriekultur begann seine Arbeit ursprünglich mit der Definitionsarbeit am Begriff der Industriekultur, der von Hermann Glaser, dem damaligen Kulturreferenten der Stadt Nürnberg, geprägt worden war. Trägt dieser Begriff heute noch?

Jedenfalls wurde er Allgemeingut. 1980 mußte man immer erklären, was damit gemeint ist, heute weiß das jeder. *Ein* Mißverständnis aber bleibt. Manche verstehen unter Industriekultur das, was wir hier gerade nicht wollen: Veredelung von Industrie. Wir halten vielmehr fest, *wie* die Industrielle Revolution in menschliches Leben hineingewirkt hat. Das ist mehr als lediglich Sammeln und Ausstellen. Auch wenn es immer wieder schwerfällt, dem Publikumswunsch nach „heiler Welt" zu widerstehen.

Will das Museum Industriekultur sich von anderen eher technikhistorischen Museen bewußt unterscheiden?

Ja! Unser Auftrag ist nicht der eines *Deutschen Museums* oder der eines *Landesmuseums für Technik und Arbeit* in Mannheim. Wir bemühen uns mehr um die Rekonstruktion von Alltag, weniger um die technikhistorischen Gegenstände. Allerdings erschwert uns das auch oft die Vermittlung. Wir müssen lernen, mehr Bewegung und Attraktivität ins Haus zu bringen.

Wie meinen Sie das?

Wer Industrievergangenheit ins Museum holt, produziert zunächst immer eine Leiche. Wenn man etwa je eine Dampfmaschine in Bewegung gesehen hat, kann die Darstellung im Museum nur ein trauriger Abklatsch sein. Industrielle Maschinen und Güter leben eben von der Benutzung und unterliegen dem Verschleiß und sind auf stete Verbesserung angewiesen. Insofern ist jedes *Museum Industriekultur* von Anfang an ein Widerspruch in sich. Hier die Dinge so zu präsentieren, daß sie nicht ganz tot sind, ist für uns alle ein großes Problem.

Böte hier die formale Verfremdung einen Ausweg?

Man kann natürlich jede kleine Schraube feiern wie eine Monstranz, aber das darf nicht unser Weg sein. Dann dient alles nur noch der musealen Aura, die uns ja andererseits so sehr im Weg ist.

Gewährt vielleicht gerade Nürnberg mit seiner Tradition als alte Arbeiter- und Industriestadt Ihrem Vorhaben den benötigten Hintergrund?

Eigentlich sollte man hier in der Tat ein lebhaftes Interesse an der eigenen Vergangenheit vermuten. Aber gerade in Deutschland wird man sehr mit allen Spielarten der Verdrängung konfrontiert. Das erleben auch wir. Man sucht im Museum eher die Ablenkung als die wirkliche Konfrontation. Um uns zu konzentrieren, beschränken wir uns in unserer Sammeltätigkeit auf Nürnberg und seine Umgebung. Das war eine frühe Entscheidung, die Chancen bietet. Nehmen wir als Beispiel die aktuelle *Zündapp*-Ausstellung, die großen regionalen Zuspruch erfährt. Wir erleben, daß Interesse vorhanden ist, wenn man thematisch nur nahe genug an die Besucher herangeht.

Welche Rolle hat hier die Politik Hermann Glasers gespielt, der als Kulturreferent über viele Jahre hinweg das Profil der Stadt mitgeprägt hat?

Es ist bekannt, daß Glaser kein Freund von Museen und Prunkbauten war. Will man aber Relevanz demonstrieren, muß man bauen. Das weiß jeder kleine Diktator. Baut man, imponiert man. Frankfurt zeigt das. Das *Museum Industriekultur* hat keinen Neubau, sondern eine alte Fabrikhalle bezogen. Glasers Schwerpunkte waren eben temporäre und dezentrale Veranstaltungen, also Kulturläden, Ausstellungen und Ähnliches. Insofern wurde durchaus eine klare Linie verfolgt, die einerseits sehr erfolgreich war, der wir aber andererseits auch ein bißchen geopfert wurden. Nun wäre es an der Zeit, uns die so dringend benötigten Mittel für den Ausbau auch tatsächlich zuzuweisen.

Museumsdirektor Klaus-Jürgen Sembach.

Hat denn Glaser sein einstiges Lieblingskind Centrum Industriekultur verstoßen, als es sich anschickte, ein Museum zu werden?

Nein, so kann man das nicht sagen. Das *Centrum Industriekultur*, also die federführende Institution, ist immer ein Lieblingskind von Glaser geblieben. Nicht geliebt hat er allerdings das Museum, das ja auf einen Beschluß des Stadtrats zurückging und von Anfang an fest im Konzept enthalten war.

Was also bleibt zu tun?

Wir müssen aus den Erfahrungen lernen. Denke ich an die große Ausstellung *So viel Anfang war nie*, die uns zwar beste Kritiken, aber nicht so viele Besucher bescherte, und vergleiche ich sie mit der jetzigen *Zündapp*-Ausstellung, die zum Publikumsliebling avancierte, muß ich sagen, wir sollten zunächst weiter auf regionale Themen setzen, die unser Publikum unmittelbar ansprechen. Das hilft uns bei der weiteren Verankerung. Ansonsten werden große Sprünge in der veränderten politischen Situation kaum möglich sein.

Das hört sich moderat an. Machen Sie hier nicht aus der Not eine Tugend? Ist es nicht vielmehr so, daß Ihr Museum von anderen Neugründungen, etwa in Berlin oder Mannheim, schon längst überholt wurde?

Nein, mit denen haben wir uns nie vergleichen können und wollen. Ich bin auch nicht beunruhigt, wenn unsere Besucherzahlen einmal schlechter sind. Dazu haben wir zu viel Glauben an die eigene Sache, die ja zudem gut überlegt und ausgegoren ist. Man muß eben auch ein bißchen Geduld aufbringen, zumal uns nie grundsätzlich widersprochen wurde. Unser Vorhaben ist eben ein wenig anspruchsvoll und benötigt Zeit.

Verstehen Sie sich insofern als Markenartikler?

Ja, durchaus! Unser Angebot ist nicht modisch, sondern qualitätsorientiert und vor allem konstant. Bis zur Durchsetzung dauert das naturgemäß eine Weile, und man erreicht auch nicht jeden. Aber das wäre ohnehin ein falscher Ehrgeiz. Jedenfalls vertreten wir innerhalb der deutschen Museumslandschaft eine eigene Linie, die uns noch niemand streitig gemacht hat.

Und persönlich gefragt? Gibt es noch ferne Ziele für Klaus-Jürgen Sembach, oder ist er im Lauf der letzten zehn Jahre Nürnberger geworden und will er es bleiben?

Es gibt eigentlich kein geheimes Wunschziel. Nach wie vor genieße ich die Treue, die es hier gibt. Auf dieser Basis baue ich auf. Im übrigen kann man hier mit offenen Karten spielen, Intrigen gibt es nicht. Wohin sollte man also gehen wollen? Die gesamte Kulturlandschaft leidet zur Zeit unter einer gewissen Ideenlosigkeit, nicht nur hier, auch in München und anderenorts. Vieles wertet sich ab. Und man weiß noch nicht einmal genau, ob Übergreifendes überhaupt noch gefragt sein wird. Vielleicht erleben wir sogar ein durch das Fernsehen initiiertes Eldorado des Kleingeistes. Ich werde also bleiben. □

Abbildungen: Museum Industriekultur Nürnberg

Ich schenk' Dir ein Museum

...das Deutsche Museum ist zwar zu groß zum Einpacken, aber mit einer Geschenk-Mitgliedschaft bei uns werden Sie jedem, den Sie damit überraschen, sicherlich viel Freude bereiten.

Alle unsere Mitglieder
- haben **freien Eintritt** mit einer Begleitperson in die Sammlungen, einschließlich Planetarium,
- beziehen **kostenlos** die **Museumszeitschrift** »Kultur & Technik« (erscheint 4x jährlich),
- erhalten als **Begrüßungsgeschenk** fünf Gutscheine (Überraschung),

und
helfen uns, mit ihrem Mitgliedsbeitrag unsere technik- und kulturhistorischen Aufgaben zu erfüllen.

Wenn Sie den nebenstehenden Geschenk-Coupon ausfüllen und absenden, erhält der Beschenkte umgehend seine persönliche Mitgliedskarte direkt vom Deutschen Museum.

Geschenk-Coupon

JA, ich möchte eine Mitgliedschaft beim Deutschen Museum verschenken.

Meine Anschrift lautet:

..... Name, Vorname bzw. Firma

..... Straße, Hausnummer

..... PLZ, Wohnort

Mit dem »Deutschen Museum« beschenke ich:

..... Name, Vorname

..... Straße, Hausnummer

..... PLZ, Wohnort

Für dieses besondere Geschenk bezahle ich den Mitgliedsbeitrag von DM 58,– (für Jugendliche u. Studenten DM 34,–) für das Kalenderjahr:

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

..... Konto-Nr.

..... Bankleitzahl

..... Name und Ort des Bankinstituts

☐ nach Zahlungsaufforderung.

Bitte einsenden an:

Deutsches Museum

Postfach 26 01 02, 8000 München 26

GEORG VON ARCO
Eine biographische Skizze

Von Margot Fuchs

Fotos: Telefunken-Zeitung 1929; AEG-Firmenarchiv

Georg von Arco als etwa elfjähriger Junge: „Ging ich spazieren oder war aus anderen Gründen diesen Maschinen fern, so träumte ich von ihnen, ahmte ihre Geräusche nach und vergaß darüber die Welt." Das Bild rechts zeigt Arco mit dem Modell einer Dampfmaschine, das er als 14jähriger gebaut hat.

Der erste Technische Direktor von *Telefunken,* Georg von Arco, zählte in den 20er Jahren zu den weltweit bekannten Persönlichkeiten. Heute, 70 Jahre später, gestaltet sich der Nachvollzug seines Lebenswegs und seiner Karriere als Ingenieur und Manager als eher mühevolle Kleinarbeit. Das Firmenarchiv von *Telefunken* gilt als so gut wie verschollen, Augenzeugen leben kaum noch. Und doch lassen sich an Arcos Lebensgeschichte der gesellschaftliche und der Wandel des Berufsbilds von Ingenieuren um die Jahrhundertwende ablesen.

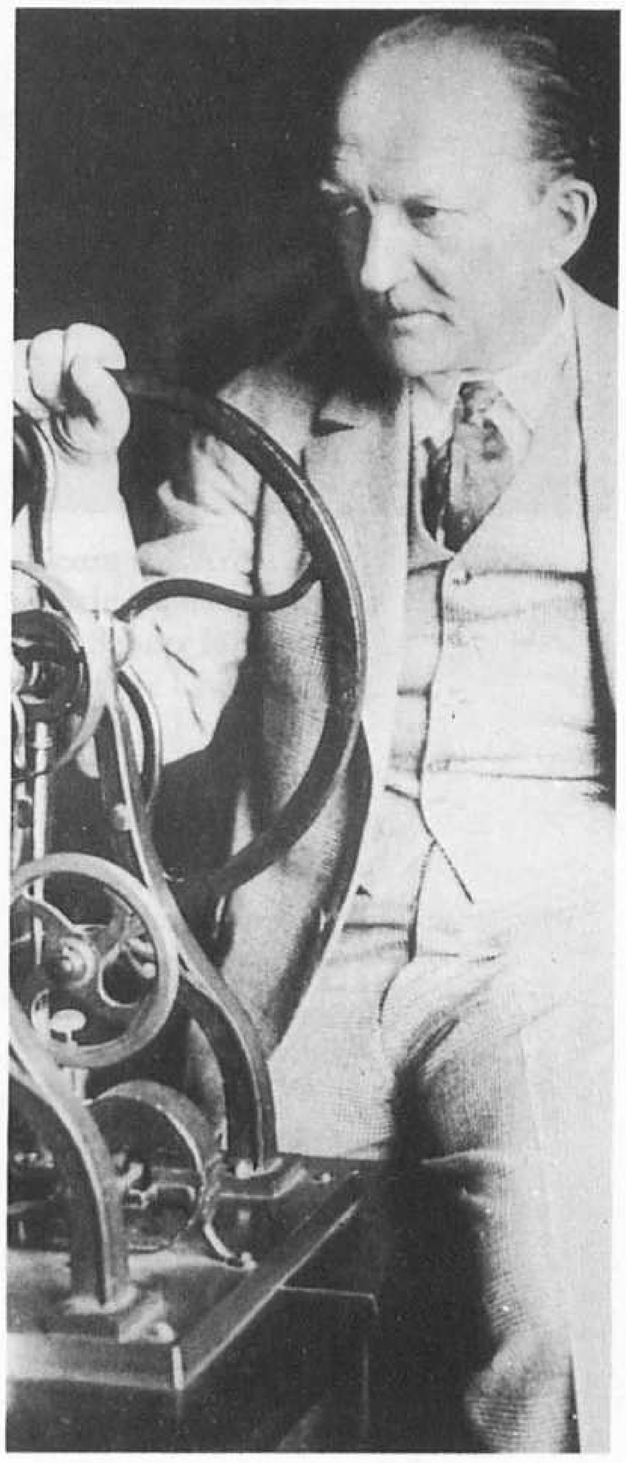
Georg von Arco wurde am 30. August 1869 als Sohn des Rittergutsbesitzers Alexander Karl von Arco und seiner Frau Gertrud von Arco, geborene Moßner, einer Berliner Bankierstochter, in Großgorschütz/Oberschlesien geboren. Über seine beiden Schwestern ist nicht viel mehr bekannt, als daß sie – nach der jüdischen Mutter evangelisch getauft – später in Offizierskreise heirateten. Georg selbst war, wie der Vater, katholisch. Er sagte dazu: „Diese Gegensätze hatten für mich das Gute, daß ich von Kindheit auf in eine kritische Stellung zu den religiösen und später auch weltanschaulichen Fragen getrieben wurde."

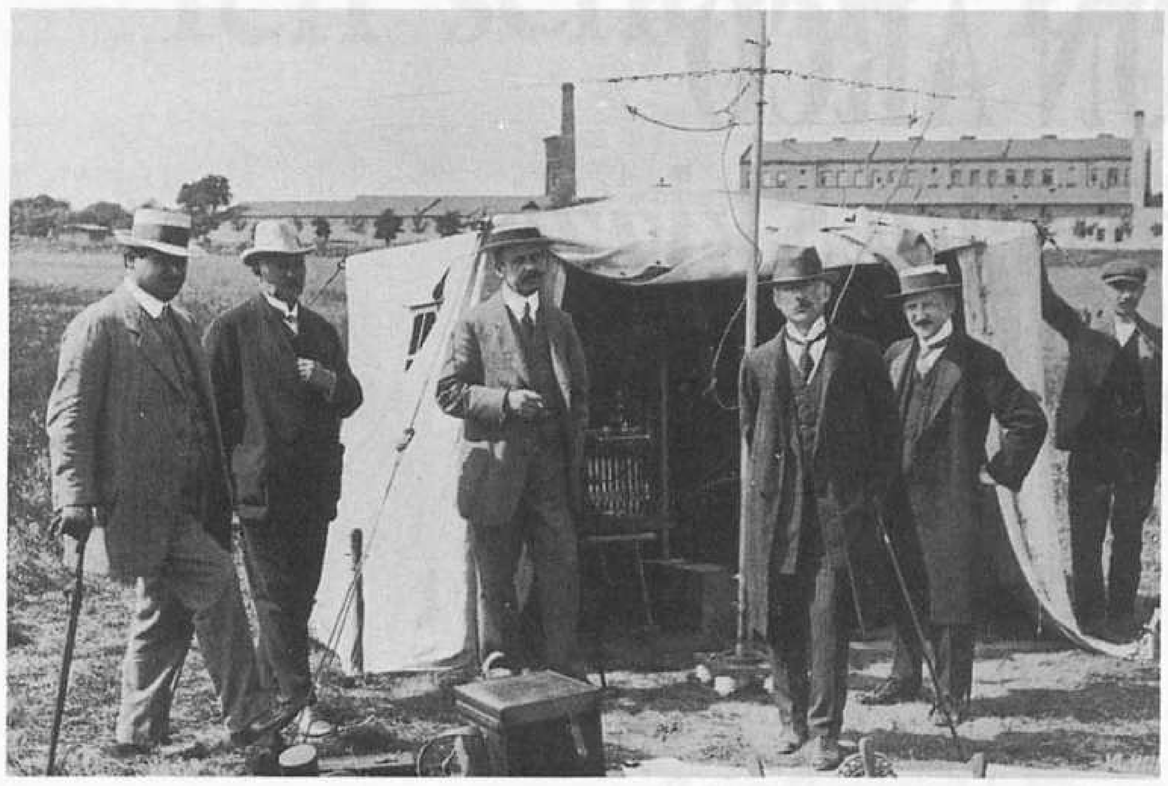
Die materiellen Umstände seiner Kindheit schildert Arco als sorglos, ja luxuriös. Seine Erziehung empfand er als frei im Vergleich zu der anderer Kinder seiner Zeit. Schon mit drei Jahren habe sich bei ihm der „Spieltrieb mit Maschinen" gezeigt, den er bald an der väterlichen Dampfdreschmaschine entwickeln und zusammen mit dem gutsherrlichen Maschinisten schulen konnte. Diesen Maschinisten verehrte und bewunderte er als damals einzigen Spiel- und Lebenskameraden.

Gleichgesinnte Kameraden fehlten ihm auch auf dem humanistischen Gymnasium in Breslau, das er 1889 mit dem Abitur abschloß. Die adeligen Verwandten, bei denen Arco in Pension wohnte, waren „einseitig traditionsverwurzelt, der Technik ebenso wie der beginnenden politisch fortschrittlichen Richtung als bekämpfenswerten Neuerungen (. . .) abgeneigt. Maschine und Fortschrittlichkeit gehörten (. . .) eng zusammen". Jedenfalls war es für die Familie unerhört, daß der junge Georg weder Landwirt noch Offizier werden wollte.

Nach dem Abitur fehlte ihm ein klares Ziel. Empfehlungen und Ratschläge führten zum Studium von wenigen Semestern Medizin, Physik und Mathematik an der Berliner Universität. Enttäuscht über seine Erfahrungen mit der „höheren Mathematik", schlug Arco dann doch die militärische Laufbahn ein, wollte sogar Berufsoffizier werden. Drei Jahre dauerte seine ungeliebte Offizierskarriere, bis der Selbstmord eines Freundes ihn davon überzeugte, daß er nicht „in diesen auch persönlich unfreien Beruf" paßte.

Zwei Persönlichkeiten wirkten entscheidend auf Arcos weiteren Lebensweg ein: Alois Riedler, Professor für Maschinenbau und Rektor der Technischen Hochschule Charlottenburg, und der dort ebenfalls lehrende Adolph Slaby, Professor für theoretische Maschinenlehre und Elektrotechnik. Riedler hielt, wie er später in *Zur Frage der Ingenieur- Erziehung* (1895) ausführte, „gründliche Vorkenntnisse in Mathematik" zwar für wichtig, erachtete aber eine „praktische Vorbildung, (. . .) die naturwissenschaftlich-forschende Beobachtung" und ein „gut entwickeltes Vorstellungsvermögen" als weitaus bedeutsamer für den angehenden Ingenieur.





Hans von Bredow (links) und Arco (zweiter von rechts) führen Mitgliedern der türkischen Armee 1910 eine tragbare *Telefunken*-Station vor.

So ermutigt, studierte Arco von 1893 bis 1896 bei ihm Maschinenbau. Die zeichnerische Entwurfsarbeit behagte Arco allerdings nicht. Slaby, der ihm von seiner Teilnahme an Marconis Funkversuchen im Jahr 1897 erzählte, überredete Arco schließlich, bei ihm Assistent im elektrotechnischen Labor zu werden und einen Lehrkurs im Fach Wärmemechanik zu halten.

Zwei Jahre assistierte Arco bei Slabys Versuchen mit der drahtlosen Telegrafie. Dann warb ihn Erich Rathenau, Direktor des Kabelwerks Oberspree der AEG, als „Elektriker" ab – zum doppelten Gehalt. Als die deutsche Kriegsmarine auf Schiffen testen wollte, welche Entfernungen drahtlos zu überbrücken seien, übertrug Slaby diese Aufgabe seinem früheren Schüler Arco, der mit ihm in Kontakt geblieben war. Bei den Versuchen wurde eine Reichweite von rund 48 Kilometern erzielt. Das Ergebnis brachte der AEG eine Bestellung von etwa zehn funkentelegrafischen Anlagen ein. 1898 wurde eine eigene Abteilung „Funkentelegraphie" eingerichtet, für die Arco die Ingenieure einstellen und ein Labor einrichten konnte. Das war der Grundstein für das „System Slaby-Arco".

Die *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie mbH,* System *Telefunken,* wurde 1903 auf Betreiben Kaiser Wilhelms II. gegründet. Damit waren zunächst die politisch unerwünschte Konkurrenz und die Patentstreitigkeiten zwischen den beiden führenden deutschen Firmen der Elektroindustrie, zwischen der AEG und *Siemens & Halske* beendet, die die Verwertung der drahtlosen Telegrafie behindert hatten. Der kaiserliche Eingriff in die Unternehmenspolitik hatte zugleich die Absicht, dem britischen Marconi-Monopol entgegenzutreten. Slaby, der technische Berater Wilhelms II., konnte ihn von den Einsatzmöglichkeiten der neuen Technik auf Schiffen überzeugen: Das Deutsche Reich war auf eine schlagkräftige Flotte zur Sicherung des Kolonialbesitzes und zur Ausweitung seines Handels angewiesen.

Georg von Arco war 34 Jahre alt, als er auf Slabys Empfehlung die technische Leitung von *Telefunken,* wie das Unternehmen schon bald nur noch heißen sollte, übertragen bekam. Nach kurzer Zeit stand er etwa 200 Mitarbeitern vor. In diesen Jahren wurden hauptsächlich Funkgeräte für das Heer, die Handels- und die Kriegsmarine entwickelt und an den Kriegsschauplätzen der Kolonialmächte eingesetzt – so 1904 im russisch-japanischen Krieg oder in Südwestafrika. 1906 wurde der Großsender Nauen als Versuchsstation gebaut, 1908 rüstete *Telefunken* die ersten deutschen Passagierdampfer mit funkentelegrafischen Geräten aus. Zur Verwertung aller *Telefunken*-Anlagen wurde 1910 die *Deutsche Betriebsgesellschaft für drahtlose Telegraphie mbH* (DEBEG) gegründet, die alle deutschen Handelsschiffe mit eigenen Geräten ausstattete. 1912 kam es zur Einigung mit der Marconi-Gesellschaft im Weltfunkverkehr.

Eine Krise erlebte das junge, auf schwacher finanzieller Basis operierende Unternehmen, als 1906 das neue Funksystem des dänischen Physikers Valdemar Poulsen international verwertbar wurde. Denn während *Telefunken* an dem neuen System kein Interesse zeigte, erwuchs ihr mit der *C. Lorenz AG,* die auf Poulsens Entwicklung setzte, ein ernsthafter Konkurrent auf dem drahtlosen Markt.

In den Stammfirmen AEG und *Siemens & Halske* sorgte man sich indes um das Gedeihen der Tochtergesellschaft. Dr. Adolph Franke, Vertreter von *Siemens & Halske* im Delegationsrat bei *Telefunken,* schrieb am 31. Mai 1906 an Direktor Paul Mamroth von der AEG, er habe den Eindruck, „daß bei der Leitung des größer gewordenen Betriebs (Arcos) äußerst sprunghaftes Temperament im Wege ist. Anstatt nach gegebenen festen Gesichtspunkten die Ressorts arbeiten zu lassen und sich persönlich dadurch für die großen Fragen zu entlasten, durchbricht er alle Augenblicke durch direktes Eingreifen in die Details die selbst geschaffene Organisation und ändert fortwährend die Marschroute in Einzelfragen". Er handle „auch stets nach den Eingebungen des Augenblicks".

Gleichzeitig schätzte Franke aber Arcos Fähigkeit und Energie, mit der er bestrebt sei, „die auf diesem in rapider Entwicklung begriffenen Gebiete sich so häufig ergebenden neuen Kennt-

In Baden-Baden trafen Elsbeth Anna Marie Gräfin von Arco und Georg von Arco mit Gerhart und Margarete Hauptmann zusammen.

Fotos: Telefunken-Zeitung 1912; AEG-Firmenarchiv

nisse und Erkenntnisse schnell in den Dienst der Praxis zu zwingen und zu verwerthen". Die schnellen Erfolge des Unternehmens seien im wesentlichen auf diese Eigenschaften Arcos zurückzuführen.

Auf technischem Gebiet verband sich Arcos Name damals nicht zuletzt mit der von ihm entwickelten Hochfrequenzmaschine zur Erzeugung ungedämpfter Schwingungen hoher Leistung. Damit stand eine kostengünstige, einfache und betriebssichere Maschine zur Verfügung, die bis in die 20er Jahre hinein eine bedeutende Rolle für den deutschen Überseefunkverkehr spielte. Die Universität Straßburg verlieh ihm 1916 die Ehrendoktorwürde.

Der Beginn des Ersten Weltkriegs im Jahr 1914 bedeutete für *Telefunken* Hochkonjunktur. Drahtlose Stationen wurden im Massen-Serienbau an Heer und Marine der Mittelmächte geliefert. 1916 wurde der Militär-Großsender Königs Wusterhausen errichtet; Nauen wurde ausgebaut. Es konnte von einem deutschen Weltfunknetz gesprochen werden. Während des Krieges war der Nauener Sender Ersatz für die gekappten deutschen Kabel, und er hatte für den transozeanischen Funkverkehr strategische Bedeutung. 1918 wurde die *Transradio A. G.* gegründet, in deren Aufsichtsrat Georg von Arco berufen wurde.

Für die Entwicklung von *Telefunken* war die durch Arco und seine Mitarbeiter geprägte Patentpolitik lebenswichtig. Zur Zeit Arcos wurden mindestens 400 Patente angemeldet, unter ihnen 1911 der Hochfrequenz-Verstärker von Otto von Bronk, Leiter der Patentabteilung, das Rückkoppelungspatent von Alexander Meißner (1913) und das Lieben-Patent (1913), das bis 1934 bei allen internationalen Verhandlungen die entscheidende Rolle gespielt hat.

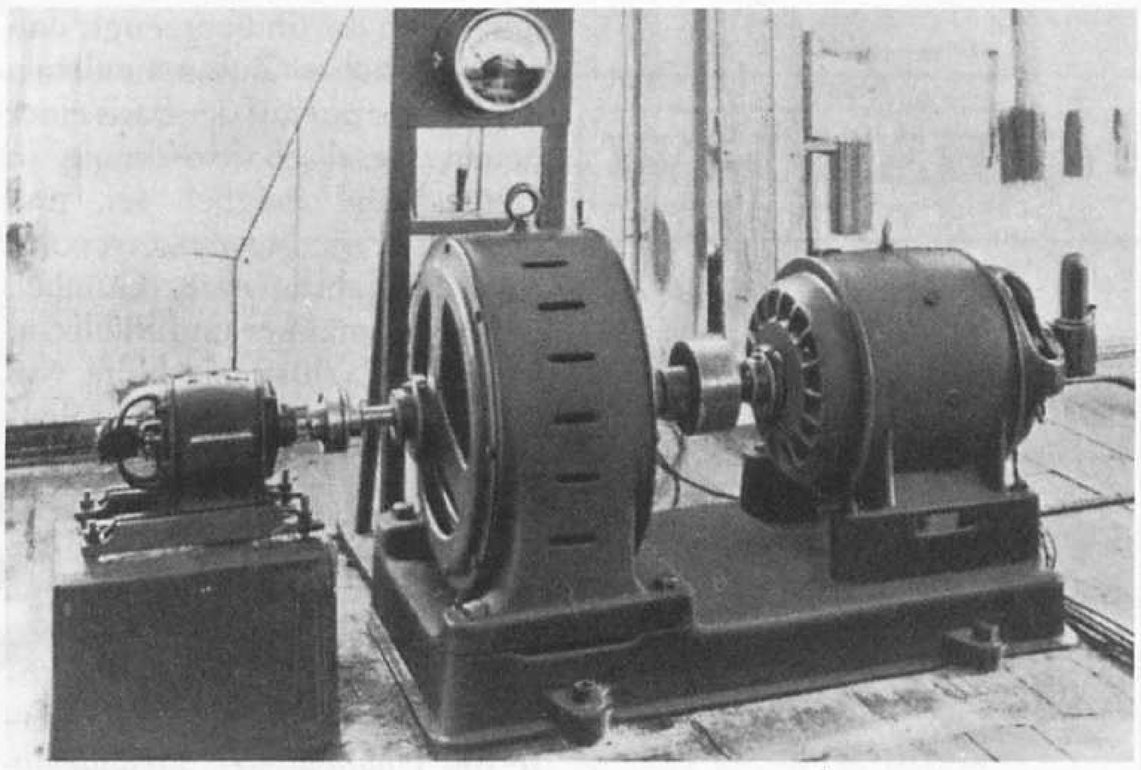
Arco „ahnte als einer der ersten, daß sie (die Elektronenröhre, d. V.) die wahre Lösung der drahtlosen Telegraphie" darstelle, schrieb 1949 Fritz Schröter, sein langjähriger Kollege und Leiter der Abteilung Fernseh-Entwicklung. Trotzdem blieb Arco die Elektronik fremd. Er überließ die eigentliche Entwicklung seinen Mitarbeitern und förderte sie weitblickend durch seinen Namen und seinen Einsatz.

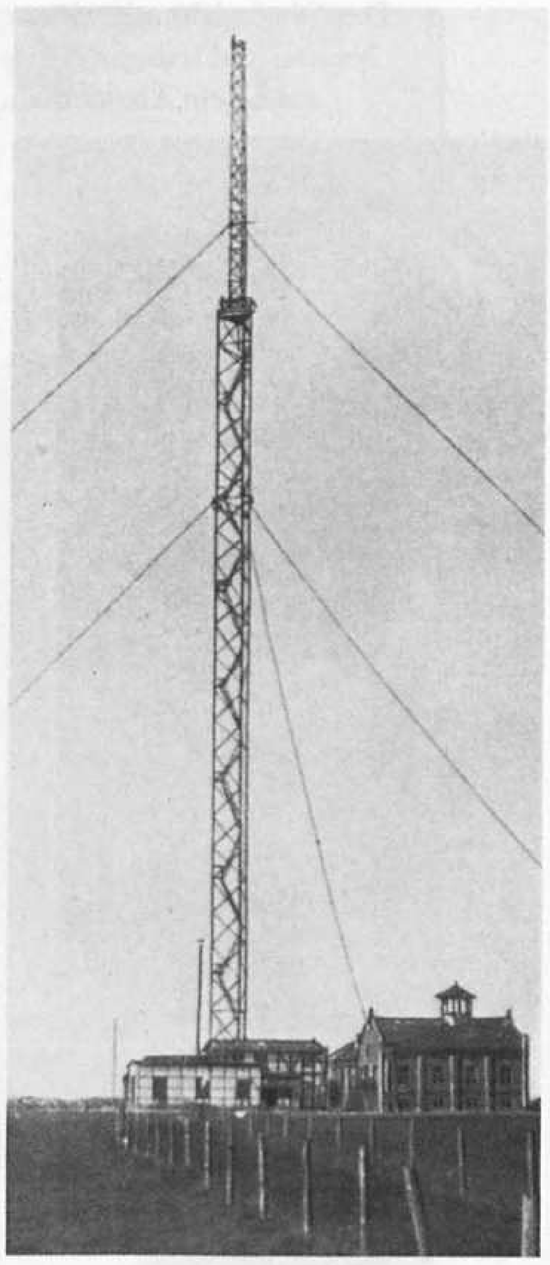
Die Möglichkeiten der Kurzwellen, der Ultrakurzwellen und die Probleme der Bildtelegrafie und des Fernsehens faszinierten Arco. Er förderte den Rundfunk seit seinem Bestehen, publizierte in Fachorganen, aber auch in den zahlreichen neuen Programmzeitschriften. Amateur-Bastlern und Arbeiter-Radio-Klubs gab er technische Ratschläge. Seit der Gründung des Blattes *Die Sendung* im Jahr 1924 war Arco Mitherausgeber und häufiger Autor.

Mit seiner Ernennung zum technischen Leiter einer künftigen „Weltfirma" scheint Arco ganz in seiner Funktion aufgegangen zu sein. Es finden sich in den überlieferten Quellen kaum noch Hinweise auf sein Privatleben. Biographischen Handbüchern ist zu entnehmen, daß er mitten im Krieg, 1917, als 48jähriger die 14 Jahre jüngere Elisabeth Annemarie Schwandt, verwitwete von Neukirchen, heiratete.

Auch von seiner politischen Betätigung berichtet Arco selbst nie. Bei dem engen Kontakt, den er auf Grund der Interessen von *Telefunken* und seiner Stellung zum Militär gehabt haben muß, angesichts auch der Tatsache, daß sein „Lebenswerk" in erster Linie dem Krieg diente, erstaunt, daß Arco seit dem Selbstmord seines Freundes während der Offizierszeit Pazifist war. Seit 1905 arbeitete er als Vorsitzender der Berliner Ortsgruppe des *Monistenbundes* mit Ernst Haeckel und Wilhelm Ostwald zusammen. Der Bund hatte die Verbreitung eines wissenschaftlichen Atheismus sowie die Trennung von Kirche und Staat zum Programm. 1913 gehörte Arco dem *Ausschuß zur Befreiung der politischen Gefangenen im zaristischen Rußland* an. Während des Ersten Weltkrieges fand Arco sich mit Helene Stöcker, Albert Einstein, Helmuth von Gerlach, Luise Kautsky und anderen in der hauptsächlich bürgerlich-liberalen Opposition zusammen, die gegen die vom preußischen Militär provozierten bürgerkriegsähnlichen Zustände im Elsaß protestierte und dies 1921 mit der Herausgabe der *Beiträge zur Naturgeschichte des Krieges* dokumentierte.

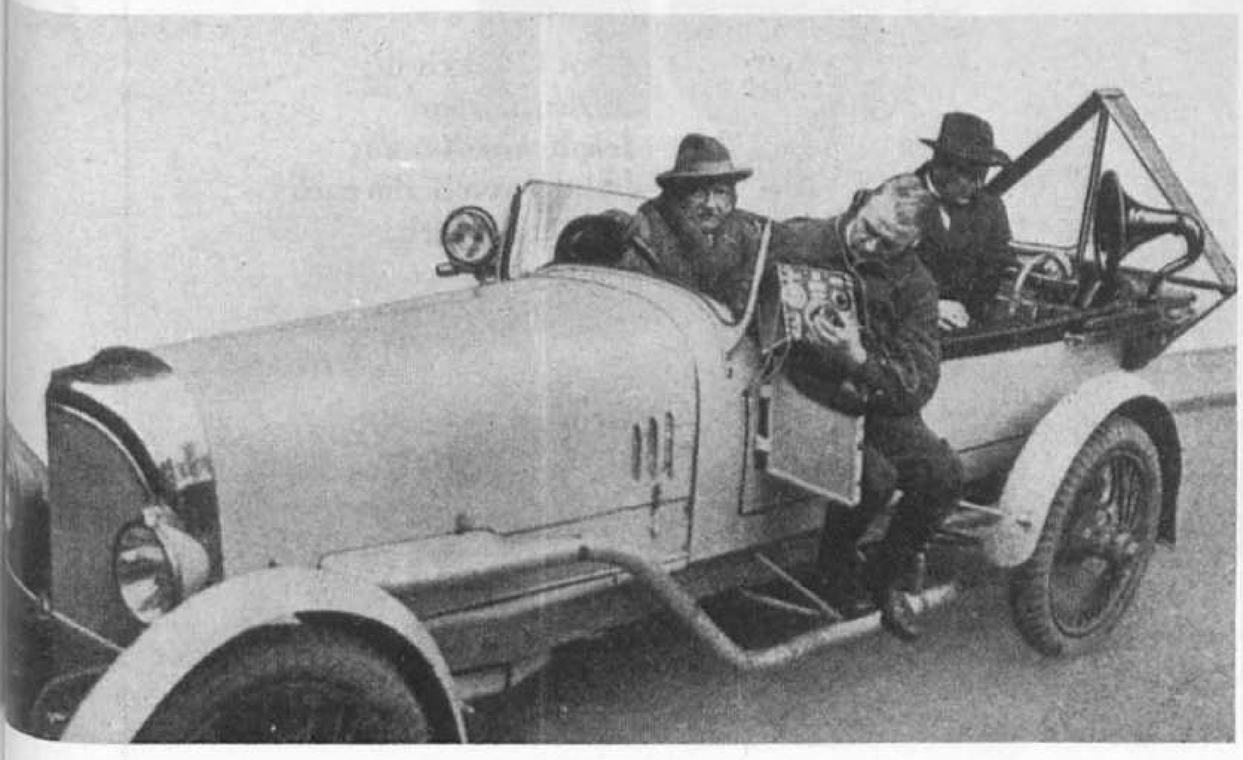
Seit 1915 war Arco Mitglied im *Bund Neues Vaterland,* dem auch Eduard Bernstein, Lujo Brentano, Albert Einstein, Minna Cauer und Emil J. Gumbel angehörten. Die Vereinigung setzte sich für die deutsch-französische Annäherung ein und wandte sich gegen die alldeutschen Annexionsansprüche. Seine Mitglie-





Fotos: Telefunken-Festschrift 1953 (2); „Die Sendung" 1924

Georg von Arcos Hochfrequenzmaschine und Sender für die drahtlose Übermittlung.



Arco war leidenschaftlicher Autofahrer – hier um 1923/24 in seinem Sportwagen NAG C4b. Im Wagen war Rundfunkempfang möglich: „Wenn ich zur Radiotechnik in einem Verhältnis stehe, das ich als Ehe bezeichnen möchte, so ist das Auto meine Geliebte."

der waren davon überzeugt, daß ein friedliches Zusammenleben der Völker nur auf der Basis einer neuen Gesellschaftsordnung in Deutschland möglich sei, und begrüßten die Novemberrevolution des Jahres 1918. Gumbel, der Mathematiker und Publizist, fand als Pazifist mit Hilfe von Arco während des Krieges Unterschlupf bei *Telefunken* und agitierte während der Revolution im Betrieb – sehr zum Mißfallen Hans von Bredows, des national eingestellten Direktionskollegen Arcos und späteren Reichsrundfunkkommissars. 1919 nominierte die *Unabhängige Sozialdemokratische Partei* Arco zum Kulturminister. Bredow hielt ihn von der Übernahme des Amtes ab.

Nach über 30jähriger Arbeit für *Telefunken* verließ Georg von Arco Berlin im Herbst 1931. Von Bredow zitiert Arcos Abschiedsgespräch: „Ich habe die Brücken hinter mir abgebrochen, meine Wohnung aufgegeben, meine Sachen verkauft, und mit meiner Frau, zwei Koffern und zwei Hunden fahre ich morgen früh in meinem Wagen von Berlin ab, der nun lange Zeit meine Heimat werden soll."

Die Umstände, die Arco im September 1931 vorzeitig *Telefunken* verlassen ließen sowie die, unter denen er seine letzten Lebensjahre verbrachte, sind unerforscht. Sicher gibt es auch persönliche Motive – zum Beispiel Krankheit. Die politische Entwicklung der späten Weimarer Republik hat sicher zu seiner Verbitterung beigetragen. Die vaterländische Presse druckte antisemitische Hetzartikel gegen Arco. Auch unternehmenspolitische Überlegungen sind nicht auszuschließen. Arcos Leitung folgte ein Dreier-Direktorium. Ihm gehörten an: U-Boot- Kommandant Martin Schwab, der Patentfachmann Dr. Karl Rottgardt und der mit der Entwicklung der Röhre bei *Telefunken* aufs engste verbundene Professor und Direktor des Kölner Instituts für theoretische Physik, Hans Rukop. Die Spezialisierung und Verwissenschaftlichung des Managements bei *Telefunken* eröffnete eine neue Phase in der Unternehmensgeschichte, die den eher patriarchalischen Führungsstil Arcos obsolet machten.

Am 5. Mai 1940 starb Georg von Arco. In seiner Lebensgeschichte spiegeln sich der gesellschaftliche und der Wandel der sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts als Berufsstand etablierenden sozialen Gruppe von Ingenieuren wider. Die Karriere auf der Basis einer Ausbildung zum Ingenieur stellte für Mitglieder des Adels eine wählbare Alternative zu deren traditionellen Betätigungsfeldern dar: Militärdienst oder Landwirtschaft. Als neue Elite der industriellen Gesellschaft jedoch, erforderten die beruflichen Qualifikationen von Ingenieuren nicht nur technisches Können; noch basierten ihre Erfolge auf dem inneren Drang zu Erkenntnis und Fortschritt. Ebenso wichtig war die Fähigkeit zum Umgang mit gesellschaftlicher Macht, im eigenen Betrieb oder als Leitende Angestellte eines Unternehmens, in der Wirtschaft und in der Politik.

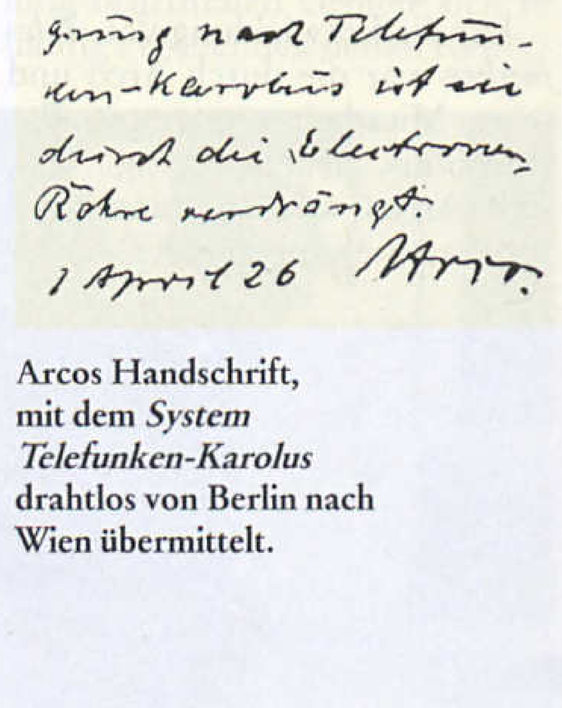
Georg von Arco hat die Geschichte der drahtlosen Telegrafie und des Rundfunks geprägt. Seine Lebensgeschichte spiegelt darüber hinaus auch ein Stück Kulturgeschichte der Weimarer Republik. □

DIE AUTORIN

Margot Fuchs, M. A., Historikerin, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Telekommunikation am *Deutschen Museum.*

Der Chef wirbt mit seinem Namen und seiner Person auf einem Abziehbild.

Für die Verpackungspalette der *Telefunken*-Produkte diente Georg von Arco immer wieder als Werbeträger.



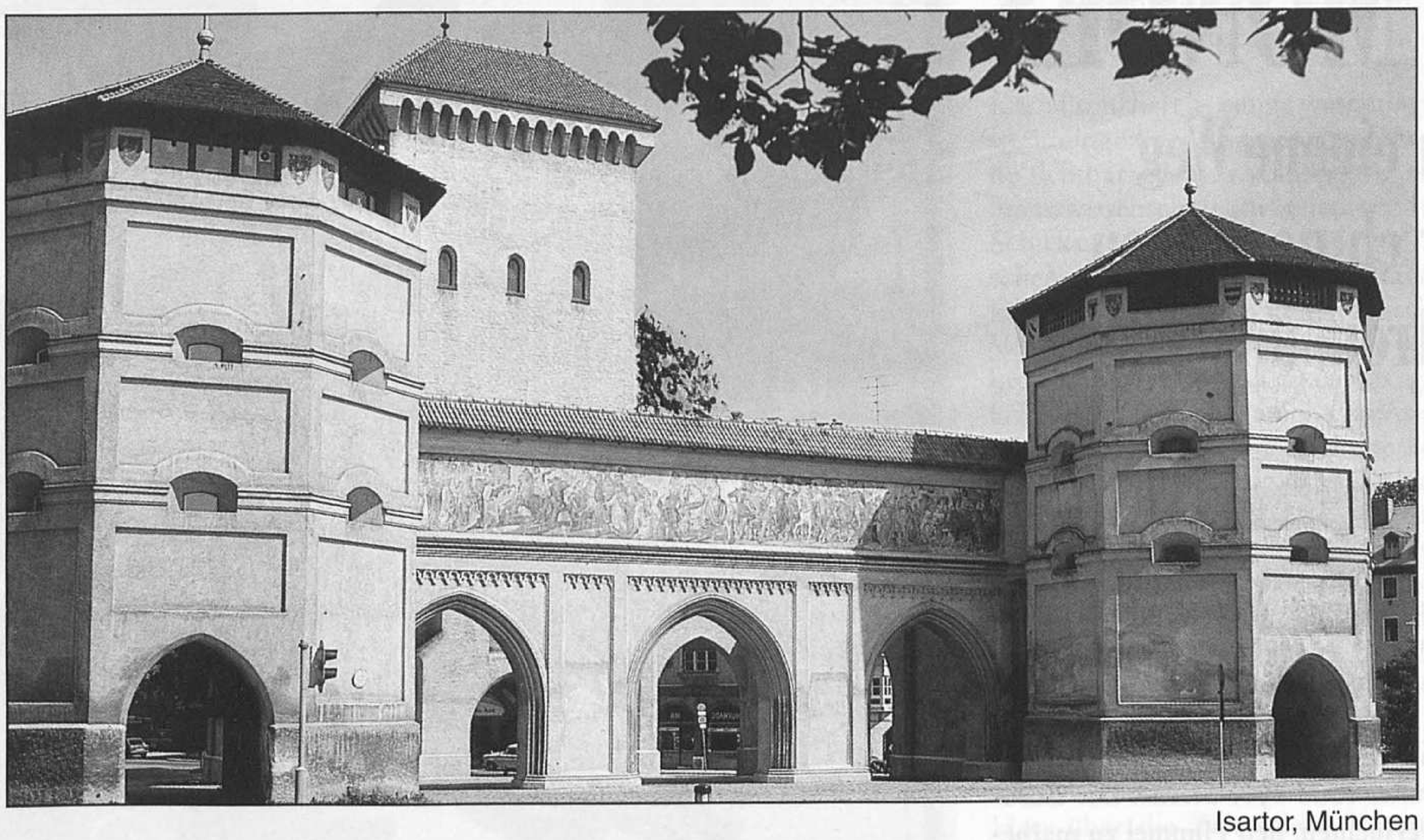
Die Mechanik verliert heute vielfach ihre früher vorherrschende Bedeutung als erklärende Vorstellung im modernen Weltbild wie in technischen Anordnungen für die Benutzbarkeit der.
In der Bildübertragung nach Telefunken-Karolus ist sie durch die Elektronenröhre verdrängt.
1 April 26 Arco

Arcos Handschrift, mit dem *System Telefunken-Karolus* drahtlos von Berlin nach Wien übermittelt.

Abbildungen: Telefunken-Festschrift 1928 (2); Franz Hoffmann, Neuer deutscher Jugendfreund, ca. 1926/27

WACKER

Denkmalpflege



Isartor, München

Heute für Morgen

Veränderte Umwelteinflüsse bedrohen gerade in der heutigen Zeit wertvolle Bauwerke und schutzwürdige Denkmäler.
Die **Wacker-Chemie** entwickelt Produkte, die derartigen Angriffen entgegenwirken. Sie geben dem kranken Naturstein das verlorengegangene Bindemittel zurück und schützen das Bauwerk gegen Witterungseinflüsse, z. B. sauren Regen.
Unsere Produktpalette bietet jedoch viel mehr. Sie umfaßt unter anderem Grundstoffe, Organische Zwischenprodukte, Kunststoffe, Silicone, Pflanzenschutzmittel, Duftstoffe und Halbleiter-Rohstoffe.

Wacker-Chemie GmbH · Prinzregentenstraße 22 · 8000 München 22

A 188

DIE HÄUSER DES MONDES

Der eigene Weg der chinesischen Astronomie

Von Tilman Spengler

Während europäische Astronomen noch Anfang des 17. Jahrhunderts die Frage diskutierten, ob es mehr als 1022 Sterne geben könne, verzeichneten die Sternkarten chinesischer Astronomen schon sehr viel früher rund 1500 Sterne. Die Europäer versuchten, den Himmel zu mathematisieren – die Chinesen beobachteten ihn mit verblüffender Genauigkeit.

Ein Himmelsbeamter fährt im Großen Wagen spazieren.

Der Anfang verflüchtigt sich – wie überall auf der Welt – in Mythologie. Der Ur-Chinese, der legendäre Reichsgründer Fuxi, soll in den Jahren 2852–2773 v. Chr. regiert haben. Seine Mutter hieß „Blütenall" und war die leibliche Erscheinung des Sternenhimmels und auch der Erde, denn die Sterne entsprachen dem Samen der Pflanzen. Fuxis Mutter wandelte in den Fußspuren eines großen Wesens auf der Oberseite des Sternenzeltes; diese Fußspuren waren die verschiedenen Formen des Mondes am Himmel. So wurde Fuxi eine Gottheit des Mondes und des Kalenders.

Ein gewaltiger historischer Sprung führt in das zweite vorchristliche Jahrhundert. In dem Geschichtsbuch *Die Frühlings- und Herbstannalen des Lü Buwei* ist zu lesen: „Im ersten Frühlingsmonat steht die Sonne im Zeichen Ying Shi ... In diesem Monat begeht man den Eintritt des Frühlings. Drei Tage vor dem Eintritt des Frühlings begibt sich der Großastrologe zum Himmelssohn und spricht: An dem und dem Tag ist Frühlingseintritt; die wirkende Kraft beruht auf dem Holz ... Der Himmelssohn fastet dann. Am Tag des Frühlingseintritts befiehlt der Himmelssohn dem Großastrologen, auf die Wahrung der Gesetze zu achten und Verordnungen zu erlassen, den Lauf des Himmels, der Sonne, des Mondes, der Sterne und Sternzeichen zu beobachten, damit die Mondhäuser in ihrem Rückgang ohne Irrtümer festgestellt werden, damit die Bahnen nicht falsch berechnet werden und der Frühlingseintritt als fester Punkt bestimmt wird."

Soweit Lü Buwei, ein reicher Kaufmann, der festgehalten wissen wollte, was am chinesischen Himmel zu beachten ist, damit die Ordnung auch auf Erden nicht gestört wird. Zur damaligen Zeit trug dafür das Ministerium der Riten Sorge, das ein eigenes Kalenderamt unterhielt, das sogenannte „Amt für die kaiserlichen Befehle zur Angleichung an den Himmel". In diesem Amt wiederum arbeiteten zwei Hauptreferate: die „Abteilung für das Gesetz der Zeit" und die „Abteilung für die Zeichen des Himmels". Übersetzt man diese beiden Begriffe in eine uns geläufigere Terminologie, dann kann man von einem Amt für Astronomie und einem für Astrologie reden.

Im *Zhou Li*, einem Werk aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., lesen wir über die Aufgabenverteilung zwischen den kaiserlichen Astronomen und deren Kollegen von der Astrologie: „Der Astronom befaßt sich mit den zwölf Jahren, der Bahn des Jupiter, den zwölf Monaten, den zwölf Doppelstunden, den zehn Tagen und den Positionen der 28 Leitsterne. Er unterscheidet zwischen ihnen und fügt sie in eine Ordnung, so daß er einen Plan des Himmels anfertigen kann. Er beobachtet die Sonne zur Sommer- und zur Winterwende, und er beachtet den Mond bei der Tag- und Nachtgleiche im Frühling und im Herbst, um so die Abfolge der vier Jahreszeiten festzulegen."

Zu den Aufgaben der Astrologen dagegen zählte: „... das Festhalten der Bewegungen der Planeten, der Sonne und des Mondes, um Aufschluß darüber zu erhalten, was auf der Erde vorgeht, um gutes und schlechtes Schicksal zu unterscheiden und vorauszusagen ... So warnt der Astrologe den Kaiser und kommt der Regierung zu Hilfe und räumt die Möglichkeit ein, die Zeremonie je nach den Umständen umzuändern."

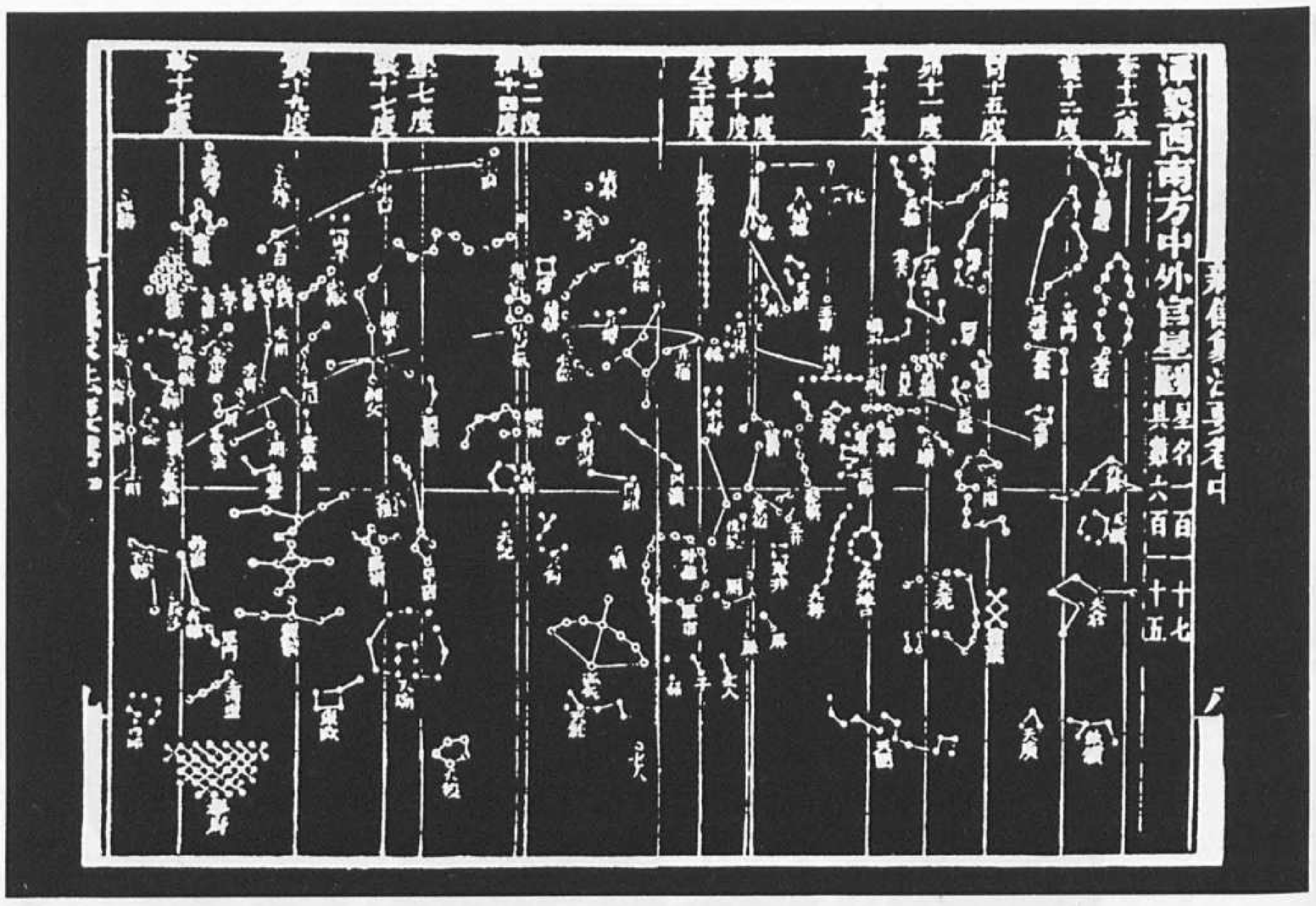
Niemand hatte das Recht auf eigene Zeit

Damit sind bereits einige wesentliche Bestimmungen der chinesischen Sternkunde sichtbar: Sie war von Anfang an eine Staatswissenschaft, zu bedeutend für das Schicksal des Reiches und der Menschen, um sie Privatleuten überlassen zu können. Denn nach den chinesischen Vorstellungen der Entsprechung von Mikrokosmos und Makrokosmos gab es keine Zufälle am Himmel. Die Astronomie hatte eine eminent wichtige Bedeutung für die Festlegung des Kalenders; ihr Nutzen resultierte natürlich aus den Gegebenheiten eines Agrarstaates und der Notwendigkeit, über die Zeitpunkte von Aussaat und Ernte, über Wintereinbruch und Schneeschmelze rechtzeitig informiert zu sein. Es gab darüber hinaus auch noch einen tiefer gehenden, herrschaftsgeschichtlichen Aspekt: Der Kaiser, der Sohn des Himmels, war auch der Herr über die Zeit seiner Untertanen. Wer sich eine eigene Zeitrechnung anmaßte – und das taten häufig genug Abtrünnige und Aufständische – verfiel schon deshalb der ganzen Schärfe des Gesetzes.

Da es also keine Zufälle am Himmel gab, mußten alle Zeichen, alles Außergewöhnliche – wie Sonnen- und Mondfinsternisse, das Auftauchen von Novä oder Supernovä, von Kometen oder Sonnenflecken – sorgfältig registriert und gedeutet werden. Das war für die Geschichte der Sternerfassung nicht nur in China ein gewaltiger zivilisatorischer Beitrag.

Bevor beschrieben wird, *wie* diese Erkenntnisse gesammelt wurden, sei ein kurzer Blick auf die grundlegenden Vorstellungen der Chinesen über den Aufbau des Kosmos geworfen: Eine der ältesten sah den Himmel als eine Halbkugel oder

Himmelskarte im *Hsin I Hsiang Fa Yao* (1092). Die gerade Linie bezeichnet den Himmelsäquator; darüber die Ekliptik-Kurven.



einen Schirm über der Erde, der die Form einer umgestülpten Reisschale hatte. Einer quadratischen Schale allerdings, denn die Erde wurde viereckig, der Himmel dagegen rund gedacht. Umgeben war die Erde von den Ozeanen, wenn man so will: den Auffangbecken für das Wasser, das vom Himmel auf die Erde herabregnete. In frühen Vorstellungen drehte sich die Himmelshalbkugel – mit dem Großen Bär in der Mitte – wie ein Mühlrad. Dabei nahm sie Sonne und Mond mit, die allerdings auch ihrerseits eine Bewegung vollführten. In diesen archaischen Konzeptionen waren die Sterne noch am Himmel befestigt, doch bereits im 3. Jahrhundert v. Chr. wurde dieser Gedanke aufgegeben.

Der Astronom Ge Hong führte dazu aus: „Sonne, Mond und die Gesellschaft der Sterne treiben frei im leeren Raum, bewegen sich oder stehen still. Sie alle bestehen aus kondensiertem Dampf. Somit erscheinen Sonne, Mond und die fünf Planeten bisweilen, bisweilen verschwinden sie. Weil sie nirgendwo verankert sind, oder festgebunden, können ihre Bewegungen so sehr unterschiedlich ausfallen. Von den himmlischen Körpern hält der Polarstern immer seine Position, und der Große Bär geht nie – wie die anderen Sterne – hinter dem westlichen Horizont nieder . . . Die Geschwindigkeit der Sterne hängt von ihrer individuellen Art ab, was beweist, daß sie an nichts festgemacht sind. Denn wenn sie am Körper des Himmels festgeschnallt wären, könnte dies nicht der Fall sein."

In China wurde der Kosmos somit ganz anders erfaßt als etwa bei den Babyloniern, den Ägyptern und den Griechen – und entsprechend schufen sich die Chinesen auch ein ganz anderes Bezugssystem, um die Botschaft zu ordnen, die ihnen die Sterne vermittelten. Um die Andersartigkeit des chinesischen Systems erkennbar zu machen, sei es gegenübergestellt dem bekannteren griechischen Modell, wie es übrigens schon vor 80 Jahren der französische Wissenschaftshistoriker und Sinologe de Saussure machte. De Saussure brachte den Unterschied auf folgende Formel: Die griechische Astronomie operierte mit der Ekliptik und der Höhe der Sterne; sie zielte auf mathematische Wahrheit und war auf den Ablauf eines Jahres bezogen. Dagegen richtete sich die chinesische Astronomie auf den Äquator, bemühte sich um statistische Mittelwerte, ging von Stunden und von Tag-/Nachtfolgen aus.

Diese grobe Charakterisierung eines der Pioniere der westlichen Erkundung der chinesischen Astronomie hat über die Jahrzehnte nichts von ihrer Prägnanz verloren. So formulierte der chinesische Astrophysiker und Wissenschaftshistoriker Ho Penk Yoke den Sachverhalt vor kurzem so: „Die traditionelle chinesische Astronomie unterscheidet sich in vieler Hinsicht von der vor-kopernikanischen Astronomie des Westens, so etwa durch den Gebrauch des Polar-/Äquatorialsystems anstelle des ekliptischen Systems, durch das Fehlen eines geometrischen Systems zur Erklärung der Himmelskörper und durch die fehlende Vorstellung von Fixsternen."

„Der tugendhafte Herrscher gleicht dem Polarstern"

Der britische Wissenschaftsforscher Joseph Needham hat das am Gegensatzpaar „Nachbarschaft" und „Gegenübersetzung" demonstriert. Sein Ausgangspunkt ist dabei die Schwierigkeit aller traditionellen Astronomen, die Position der Sonne im Verhältnis zu anderen Sternen zu bestimmen, denn die Helligkeit der Sonne macht ja eine gleichzeitige Beobachtung dieser Sterne unmöglich. Die Ägypter und die Griechen bemühten sich um eine „nachbarschaftliche" Lösung, sie gingen das Problem an, indem sie ihre Aufmerksamkeit auf das Aufgehen und Versinken von Sternen nahe der Ekliptik, kurz vor Sonnenaufgang und kurz nach Sonnenuntergang, richteten. Das vom Sonnenstand abhängige Erscheinen oder Verschwinden eines Sterns gibt auf ein paar Tage genau den Stand innerhalb des jährlichen Tageskreises an. Das berühmteste Beispiel: das vom Sonnenstand abhängige Erscheinen des Sirius, der die Ägypter vor den bevorstehenden Überflutungen durch den Nil warnte.

Dieses Phänomen hängt damit zusammen, daß Konstellationen, die zu einer bestimmten Jahreszeit kurz vor Sonnenaufgang am südlichen Himmel wahrgenommen werden können, immer weiter nach Westen vordringen; dabei nimmt die Dauer ihrer Sichtbarkeit beständig ab. Drei Monate später stehen sie nur noch so niedrig über dem Horizont, daß sie fast sofort nach ihrem Aufgehen wieder untergehen – worauf sich dann der Zyklus fortsetzt. Für diese Beobachtung benötigte der ägyptische Astronom keine Kenntnis von Himmelspol, Meridian oder Himmelsäquator, doch sie führte ihn zur Erkenntnis der Tierkreiszeichen und lenkte seine Aufmerksamkeit auf den Horizont und auf die Ekliptik.

Die Chinesen verfuhren da anders. Ihre Neugier galt dem Polarstern, dem Himmelspol und den Zirkumpolarsternen, die weder auf- noch niedergehen. Für sie war der Meridian entscheidend, der Großkreis, der den Polarstern umgibt und den Zenit des Beobachters

Alle Abbildungen aus: Joseph Needham, Science and Civilization in China, Bd. 3, Cambridge 1959

durchmißt. Und sie stützten sich auf die Kulminationen sowie die unteren Durchgänge der Zirkumpolarsterne.

Der zentrale Bezugspunkt der chinesischen Astronomie war der Himmelspol. Das entsprach dem allgemeinen kosmologischen Bezugsrahmen. Denn der Himmelspol hatte dieselbe Bedeutung wie der chinesische Kaiser. Jedes Kind, wenn es denn in den Genuß einer klassischen Ausbildung kam, konnte den berühmten Satz aus dem *Lun Yü* des Konfuzius zitieren: „Der Meister sprach: Wer seine Herrschaft gestützt auf seine Tugend ausübt, den kann man dem Polarstern gleichsetzen, der seine Position behält, während alle Sterne um ihn kreisen."

Doch die Analogie geht noch weiter. In seinem monumentalen Geschichtswerk *Sciene und Civilization in China* schreibt Needham: „So wie der Einfluß des Sohns des Himmels auf Erden in alle Richtungen ausstrahlte, so breiteten sich die Stundenkreise vom Himmelspol aus. Während des ersten Jahrtausends vor unserer Zeitrechnung schufen die Chinesen ein vollständiges System von äquatorialen Einteilungen, den sogenannten Häusern des Mondes, die durch jene Punkte bestimmt waren, in denen diese Stundenkreise den Äquator durchschnitten. Auf chinesisch heißen sie *Xiu.* Man muß sie sich als Segmente der Himmelskugel vorstellen (wie die Scheiben einer Orange), abgegrenzt durch Stundenkreise und nach Konstellationen benannt, die als Leitsterne dienten, Sterne also, die auf diesen Stundenkreisen lagen und die Ausdehnung in jedem dieser Mondhäuser nach Winkelgraden auszuzählen gestatteten. Viele europäische Gelehrte fanden es fast unmöglich zu glauben, daß ein vollständiges äquatoriales System der Astronomie entstehen konnte, ohne vorher eine Phase durchlaufen zu haben, in der die Ekliptik, in der die Tierkreiszeichen eine Rolle spielten. Doch ganz ohne Zweifel geschah genau das."

Nachdem aber die Häuser des Mondes einmal festgelegt waren, konnten die chinesischen Astronomen ihre Sterngruppen auch finden, wenn sie mit dem bloßen Auge oder dem „Weitsehrohr" – einem Fernglas ohne Linsen – nicht auszumachen waren. Sie mußten lediglich aus den Meridianpassagen der Zirkumpolarsterne extrapolieren, die sie den fraglichen Sternen zugeordnet hatten. So wurde, schließt Needham, das Problem der hellen Sonne und der unsichtbaren Sterne durch „Gegenübersetzung" gelöst, wie denn auch die Position des Vollmonds der unsichtbaren Position der Sonne genau gegenüberliegt. Sobald einmal die tägliche Himmelsdrehung voll verstanden war, konnten die Kulminationen und unteren Durchgänge der Zirkumpolarsterne die Position eines jeden Punktes auf dem Himmelsäquator festlegen.

Wann das System der Häuser des Mondes entstand, ist immer noch Anlaß für manchen wissenschaftlichen Eifer. Der chinesische Historiker Dong geht davon aus, daß sich erste Formen bereits im 14. Jahrhundert v. Chr. finden lassen. Doch da die Chinesen insgesamt 28 Häuser unterschieden; da nicht alle Aufzeichnungen erhalten sind – und viele auf mannigfache Weise interpretiert werden können; da zudem die Verifizierung auch davon abhängt, wo sich welcher Stern wann in der Protokolleintragung befand, müssen wir von einer Entstehungsperiode von etwa 1000 Jahren – zwischen dem 14. und dem 4. Jahrhundert v. Chr. – ausgehen. Doch wichtiger ist sicherlich, daß die Mondhäuser *das* Bezugssystem der chinesischen Astronomen bis zum Auftauchen der Jesuitenmissionare Ende des 16. Jahrhunderts blieben.

Genaue Beobachtung ersetzte die Mathematik

„Vor der Han-Dynastie glaubte man, der Polarstern stünde im Mittelpunkt des Himmels . . . Zu Geng fand mit Hilfe eines Sehrohrs heraus, daß der Punkt, der sich wirklich nicht bewegt, um etwa ein Grad von dieser Position entfernt liegt. Als ich mit der Leitung des Kalenderbüros beauftragt wurde, . . . entdeckte ich, daß der Polarstern um mehr als drei Grad vom wahren Himmelspol entfernt liegt. Wir fertigten Aufzeichnungen von diesem Gebiet an, . . . wir beobachteten nach Einbruch der Nacht, um Mitternacht und früh am Morgen, vor der Dämmerung. 200 solcher Aufzeichnungen bewiesen, daß der sogenannte Polarstern in Wirklichkeit ein Zirkumpolarstern ist." Soweit das Zeugnis des Gelehrten Shen Gua aus der Song-Zeit, eines Wissenschaftlers, nebenbei gesagt, dem wir neben astronomischen Erkenntnissen auch Einblicke in die Technik des Kompasses und in die Vorgänge von Sedimentierung verdanken.

Doch nicht deswegen wurde er hier zitiert, sondern vielmehr als Zeuge für die vielen Versuche chinesischer Gelehrter, Ordnung und Klarheit in die Vielfalt von empirischen Daten zu bringen. Das war schon deswegen schwierig, weil viele Zeugnisse – gerade auf dem Gebiet der Sternkunde – nicht mehr im Original, sondern nur aus späteren Zitaten oder Kompilationen erhalten waren. In manchen Fällen sind nur noch die Titel von Werken verbürgt, in anderen die Erinnerungen von Schülern und von Schülern von Schülern. Das warf zudem das Problem auf, daß manche dieser Aufzeichnungen – gerade wenn es sich um Kompilationen handelte – nicht nach naturwissenschaftlichen, sondern nach ehrfürchtig philologischen Gesichtspunkten aufbereitet wurden. Dennoch ist es dem japanischen Historiker Ueta Ende der 20er Jahre dieses Jahrhunderts gelungen, Licht in die obskure Frage klassischer chinesischer Sternlisten zu bringen. Danach können wir davon ausgehen, daß die klassischen Astronomen im Reich der Mitte etwa anderthalbtausend Sterne in ihren Karten und Katalogen führten. Zum Vergleich: Noch Anfang des 17. Jahrhunderts, so fand der Historiker Thorndike heraus, diskutierten europäische Astronomen die Frage, ob es denn überhaupt mehr als 1022 Sterne geben könne.

Die unendliche Sorgfalt bei der genauen Beobachtung und Kartierung des Sternenhimmels, die sich trotz aller verlorengegangenen Dokumente durch die gesamte Geschichte der chinesischen Astronomie zieht, ist den Chinesen später oft spöttisch vorgehalten worden: Sie seien eben brave Aufzeichner gewesen, hieß es dann gönnerhaft, doch nach der Krone der Astronomie, der Anwendung geometrischer Modelle, der exakten Mathematisierung empirischer Erfahrung hätten sie nie gegriffen.

Man mag den Vorwurf zur Kenntnis nehmen – und ihm entgegenhalten: daß gerade die Nicht-Besessenheit von geometrischen Modellen, etwa der Perfektion des Kreises, die die europäische Astronomie an der Bahn der Kometen verzweifeln ließ – daß also diese Nichtbesessenheit die Augen der Chinesen offenhielt. Sie mußten sich nicht damit quä-

len, daß etwas nicht sein dürfte, weil es nicht sein konnte (mathematisch nämlich), sondern sie gingen zunächst einmal von dem aus, was sichtbar war: wie, um ein Beispiel zu nennen, der Halleysche Komet. Halley erblickte den nach ihm benannten Stern 1682, identifizierte ihn als denselben, den Apianus 1531 und Kepler 1607 gesehen hatten, und kündigte seine Wiederkehr für das Jahr 1758 an. Die chinesischen Astronomen hatten das Auftreten des Kometen vielleicht schon 467 v. Chr., sicher aber 227 Jahre später festgehalten, und nach dem Jahr 87 v. Chr. verging keiner der 76 Jahreszyklen, ohne daß in China von diesem Kometen nicht Notiz genommen worden wäre. Auch Statistik kann ein Gefühl von Verläßlichkeit vermitteln. Damit sind andere Beobachtungen wie die der Novä oder Supernovä, die die Chinesen übrigens „Gaststerne" nannten, noch gar nicht gewürdigt.

Dazu eine kurze Abschweifung zur Namensgebung von Sternen, respektive Sternkonstellationen. Der uneingeweihte Beobachter könnte vermuten, daß die Wahrnehmung identischer Konstellationen durch Astronomen in Ost und West auch zu einer verwandten Symbolsprache geführt hätte. Doch das war nur ganz selten der Fall: Die „himmlische Amme" der Chinesen entspricht keineswegs unserer „Jungfrau", unser „Schütze" liegt zwar in der Nähe des chinesischen „Himmelsgefängnisses", doch deswegen wird man kaum Schütze und Kerker gleichsetzen können. Kurzum: Die Unterschiede sind weitaus auffallender als die wenigen Gemeinsamkeiten.

Zu Gemeinsamkeiten kam es erst, als nach der Ankunft der ersten Jesuitenmissionare, Ende des 16. Jahrhunderts, abendländische und chinesische Sternkunde miteinander in Kontakt gebracht wurden. Beeindruckt waren die Europäer insbesondere von den Instrumenten, die sie zu Gesicht bekamen. Um das Jahr 1600 bemerkte der wohl berühmteste der Jesuitenmissionare, Matteo Ricci, nach einem Besuch in Nanking: „Noch innerhalb der Stadtmauer liegt ein Hügel. Auf seiner Spitze eine weite Terrasse, hervorragend geeignet für astronomische Beobachtungen. Hier finden sich einige der Astronomen jede Nacht ein, um zu beobachten, was sich am Himmel zutragen mag: Feuer von Meteoriten oder Kometen, und um dann dem Kaiser in allen Einzelheiten darüber zu berichten. Die Instrumente waren alle aus Bronze gegossen, sehr sorgfältig ausgeführt und edel geschmückt – so groß und elegant, wie es die Glaubensbrüder in Europa auch nicht besser gesehen hatten."

Weder Regen noch Schnee hatten ihnen etwas anhaben können, hielt der Jesuit fest, und er fuhr fort: „Es waren vier Instrumente. Das erste ein Globus mit allen Parallelen und Meridianen, Grad für Grad, ziemlich gewaltig im Ausmaß, denn drei Männer mit ausgestreckten Armen hätten das Instrument kaum umfangen können ... Allerdings war auf dieser Kugel nichts aufgezeichnet, weder Sterne noch Formen der Erde. Vielleicht ein unvollendetes Werk ... Das zweite Instrument war eine große Armillarsphäre, im Durchmesser nicht kleiner als die Spanne zwischen zwei ausgebreiteten Armen. Es verfügte über einen Horizontkreis und Pole ... und gewisse Doppelringe, der Abstand zwischen diesem Paar diente demselben Zweck wie die Ringe auf unseren Kugeln. Sie waren in 365 Grad und einige Minuten unterteilt. Es fehlte ein Globus in der Mitte, der die Erde repräsentierte, stattdessen gab es ein Rohr ..., das man in jede Höhe und jede Winkelstellung bewegen konnte, um irgendeinen besonderen Stern zu beobachten ... Keine üble Erfindung."

Astronomische Instrumente von höchster Vollendung

Mitte des 4. Jahrhunderts verbanden sich Kriegsexpeditionen mit astronomisch-wissenschaftlicher Neugier. Der Heerführer Guan Sui führte einen Gnomon mit sich, als er Widersacher des Reiches tief in den Süden trieb – und stellte dabei fest, daß „die Bewohner jenes Landes die Türen ihrer Häuser nach Norden ausrichten, um sie der Sonne entgegenzuhalten", weil eben südlich vom Wendekreis des Krebses die Sonne zu bestimmten Jahreszeiten mittags ihren Schatten nach Süden wirft.

Dieser Heerführer war nur einer in einer Legion von Schattenmessern zwischen der nördlichen Mongolei und dem tropischen Süden Chinas zur Verbesserung der Genauigkeit der Kalender. Und mit der Verbesserung der Kalender reiften auch die Instrumente, bis hin zur Entwicklung einer komplizierten Maschinerie, deren Entwurf wir aus dem Jahr 1088 n. Chr. kennen und die einen Himmelsglobus vorstellte, an dem kleinere Figuren die Zeit anzeigten. Der Titel dieser Aufzeichnung lautet etwa: „Neuer Entwurf für eine astronomische Uhr". Oder wörtlich übersetzt: „Notwendige Voraussetzungen für eine neue Methode zur Mechanisierung der Rotation einer die Himmelskörper darstellenden Sphäre und eines himmlischen Globus". Es handelte sich um die mechanisierte, observatorische Darstellung der Sternbewegungen, die drei Funktionen erfüllte: 1. eine astronomische Beobachtung durch die Darstellung der Himmelssphäre; 2. eine Zeitangabe – sowohl optisch wie auch akustisch – und 3. die Darstellung aller Konstellationen auf dem Globus und deren Beziehung zu Modellen der Sonne, des Mondes und der Planeten, die mit dem Globus zusammenhingen. Es handelte sich dabei um astronomische Ingenieurskunst der höchsten Vollendung.

Gegen Ende des 16., Anfang des 17. Jahrhunderts sorgte das Wirken europäischer Jesuitenmissionare in China für eine erste Harmonisierung der wissenschaftlichen Weltbilder von den Bewegungen am Sternenhimmel. Die Beiträge der Missionare – wie Matteo Ricci, Nicolas Trigault und Adam Schall von Bell, um nur einige der bekanntesten Namen zu nennen – sind mittlerweile gut dokumentiert: Zu ihren entscheidenden Beiträgen zählen zum einen die Einführung der euklidischen Geometrie wie überhaupt die Mathematisierung empirischer Beobachtungen und Prognosen, zum zweiten der Import von für die damalige Zeit modernsten wissenschaftlichen Geräten, denken wir nur an das gerade erfundene Fernrohr, zum dritten die erstaunliche Kunde von der Kugelgestalt der Erde.

Das waren natürlich außerordentlich wichtige Beiträge, und sie trafen auf eine chinesische Gelehrtenwelt, die von starken Verfallserscheinungen gekennzeichnet war. Examenskandidaten für die offiziellen Stellungen wurden nur noch unzureichend ausgebildet, die Atmosphäre der alles überziehenden Geheimniskrämerei und des Mißtrauens, die die letzten Jahrzehnte der Ming-Dynastie kennzeichnete, erstickte auch den staatlichen Sektor der Sternforschung, die Bedienung vieler Observationsgeräte wurde oft nur noch mangelhaft beherrscht: Wo früher Observatorien un-

tereinander konkurriert hatten, wurden mittlerweile die Ergebnisse schlicht abgeschrieben.

Da hatten die Jesuiten kein allzu schweres Spiel. Andererseits stand natürlich deren neue Kunde unter der gewaltigen Hypothek eines ptolemäisch-aristotelischen Weltbildes, mit der Erde in einem Zentrum von kristallenen Schalen, an denen die Sterne befestigt waren. Die Verurteilung des Galilei, der dies in Frage gestellt hatte, war zu frisch noch im Bewußtsein, als daß die Missionare die Einführung eines heliozentrischen Modelles auch nur erwogen hätten.

Jesuiten in der Rolle der Konfuzianer

Die chinesische Kosmologie eines unbegrenzten Raumes, in dem die Sterne sich frei bewegen, mußten diese Jesuiten als absurd zurückweisen – jedenfalls, wenn sie sich öffentlich darüber äußerten. Doch die Problematik einer sich ausdehnenden Weltwissenschaft der Astronomie – begründet auf Beobachtung und mathematische Erfassung – lag noch auf einem ganz anderen Gebiet: Da die chinesische Astronomie als soziales und institutionelles Unterfangen eine Angelegenheit des Hofes und der Konfuzianer war, waren Forschung und Lehre bestimmten Ritualen unterworfen – nicht nur der schon erwähnten Geheimhaltung, sondern auch einer spezifischen Lehrer-Schüler-Beziehung. Die Jesuiten schlüpften nun in diese Rolle der Konfuzianer. Das heißt, auch sie hielten an der absoluten Autorität der Lehrherren fest, auch sie modellierten ihr Bildungswerk im klassischen Sinne kanonisch. Da die Geburt der modernen Wissenschaft in Europa eng mit dem Aufkommen von Akademien – und damit mit dem mehr oder weniger freien Disput mehr oder weniger unabhängiger Gelehrter – einherging, wird sinnfällig, wie hier eine weitere Blockade gelegt wurde.

Es wird auch verständlich, warum in manchen astronomischen Kreisen in China das aristotelisch-ptolemäische Weltbild sogar dann noch vorherrschte, als es in Europa nur noch von der Kurie ernstgenommen wurde. Erst die protestantischen Missionare des frühen 19. Jahrhunderts sorgten für eine nachhaltige Durchsetzung der Moderne. □

HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Joseph Needham: Science and Civilization in China, Band 3. Cambridge University Press, Cambridge 1959.

Uwe Schultz (Hrsg.): Scheibe, Kugel, Schwarzes Loch – Die wissenschaftliche Eroberung des Kosmos. Verlag C. H. Beck, München September 1990. (Der Beitrag von Tilman Spengler ist ein Kapitel des Bandes, der die Entwicklung der Astronomie von den frühesten Anfängen bis hin zu ihrem heutigen Stand nachzeichnet.)

DER AUTOR

Tilman Spengler, Dr. phil., geboren 1947, ist Sinologe und Publizist. 1977 erschien die von ihm übersetzte und eingeleitete Ausgabe von Joseph Needhams Werk *Wissenschaftlicher Universalismus;* 1989 veröffentlichte er *Geistermauern. Chinesische Piktogramme.*

CH·BECK

Kosmologie:
von der Frühzeit bis zur Gegenwart

In diesem Band wird die Erkundung des Alls zu einer spannenden Entdeckungsreise – hin zu den Grenzen und zum Ursprung des Universums.
1990. 360 S. mit 63 Abb. Geb. DM 48,–

Verlag C.H.Beck

TECHNIK WIRD ZUR WISSENSCHAFT

Die schrittweise Annäherung von Praxis und Theorie zur Zeit der Renaissance

VON CHARLOTTE SCHÖNBECK

Die technische Kultur des Mittelalters war vor allem durch Erfahrungswissen bestimmt. Für Windmühlen, Schiffsbau oder Hüttenwesen gab es weder Lehrstühle noch wissenschaftliche Literatur. Wissenschaft war durch Scholastik und das Studium antiker Vorbilder definiert. Der Wandel vollzog sich nur allmählich: Er begann mit Künstler-Ingenieuren wie Leonardo da Vinci und war abgeschlossen, als Galileo Galilei die Kluft zwischen Erfahrungswissen und wissenschaftlicher Naturerkenntnis überbrückt hatte.

Die Entstehung der modernen Naturwissenschaften ist ein einzigartiger Prozeß, der sich – ausgehend von Italien – vor 300 Jahren in Westeuropa vollzogen hat und bis heute unser Denken entscheidend prägt. Obwohl man von einer wissenschaftlichen „Revolution" spricht, kam diese Entwicklung nicht abrupt und ohne Vorbereitung; sie läßt sich nur verstehen, wenn man den geistigen Wandel miteinbezieht, der bereits in der Renaissance stattgefunden hat. Und die Frage, warum gerade in dieser Epoche die Weichen für die *Nuova Scienza* gestellt werden, läßt sich wiederum nur beantworten, wenn man – neben der wachsenden Verbindung von Mathematik und Naturerkenntnis – den Zusammenhang mit dem Werdegang der Technik zur gleichen Zeit sieht.

Die Entstehung der modernen Wissenschaften ist eng gekoppelt mit der sich in der Renaissance ändernden Bewertung der Technik durch die Gesellschaft und die wissenschaftliche Lehre. Fast 200 Jahre waren für diesen Prozeß notwendig, der um 1450 mit der Neuentdekkung zahlreicher antiker naturwissenschaftlicher Schriften begann und mit dem Hauptwerk von Galileo Galilei zur Mechanik, den berühmten *Discorsi* von 1638, vollendet ist.

Nur aus einer *Verbindung* von Kenntnissen und Erfahrungen der Praktiker – der Ingenieure, Handwerker, Techniker, Baumeister und Künstler – mit dem theoretischen Wissen und dem systematischen Denken der Gelehrten kann die eigentliche Naturwissenschaft erwachsen. Die Annäherung von Praxis und Theorie, von Hand und Zunge, erfolgt ganz allmählich, sie wird schrittweise von beiden Seiten vorangetrieben, bis es schließlich zu einer engen Wechselbeziehung zwischen Technik und Wissenschaft kommt. Um diese Schritte des Näherkommens hervorzuheben, zeichnen wir ein grobes, holzschnittartiges Bild einer sehr komplexen Entwicklung, ziehen wir scharfe Grenzen, wo es sich eigentlich um gleitende und verzahnte Übergänge handelt, und wir nennen oft nur ein oder zwei Beispiele, wo es sich doch immer um eine Vielzahl handelt.

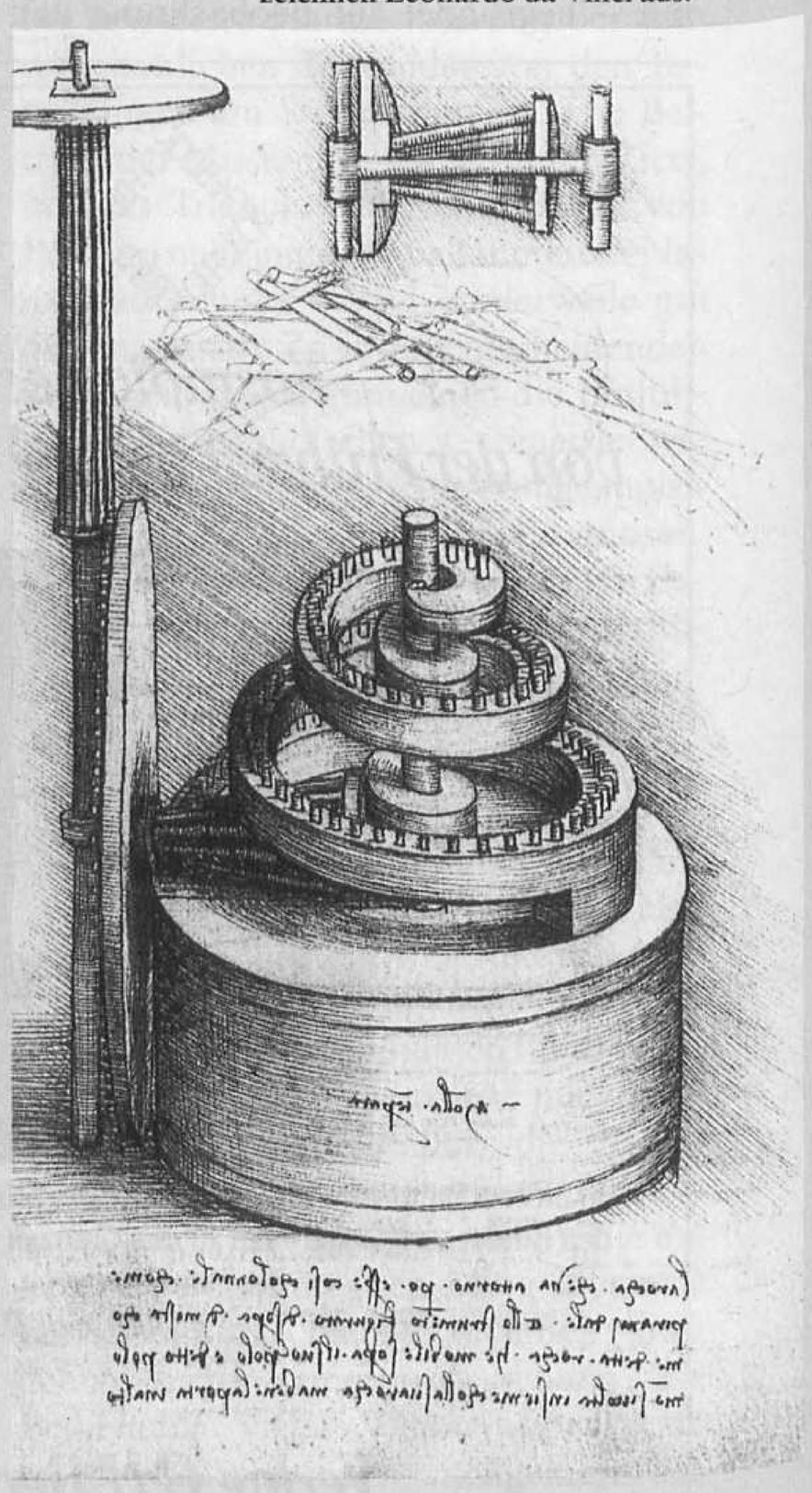
Nach ihrer Blüte im Mittelalter verfügen Handwerk und Technik um die Mitte des 15. Jahrhunderts neben den Erfindungen des Kompasses, des Schießpulvers, automatischer Uhrwerke und des Buchdrucks über die fortschrittlichste landwirtschaftliche Nutzung seit der Verbreitung des Eisenpflugs, über ein ertragreiches Berg- und Hüttenwesen, in dem zahlreiche Maschinen zur Arbeitserleichterung vorhanden sind, und über weithin genutzte Antriebsmöglichkeiten durch Wasser- und Windmühlen. Dieser technische Fortschritt war entstanden, ohne daß das wissenschaftliche Leben in Universitäten und Klöstern überhaupt davon Notiz nahm.

Es ist eine Entwicklung durch die Praktiker: Handwerksmeister, Schiffbauer, Grubenfachleute oder Eisengießer. Es sind dies reine Empiriker, die in den meisten Fällen weder lesen noch schreiben können und ihr Wissen nur mündlich von Generation zu Generation weitergeben. Schriftliche Unterlagen über technische Erfindungen und Verfahren gibt es daher aus dieser Zeit kaum.

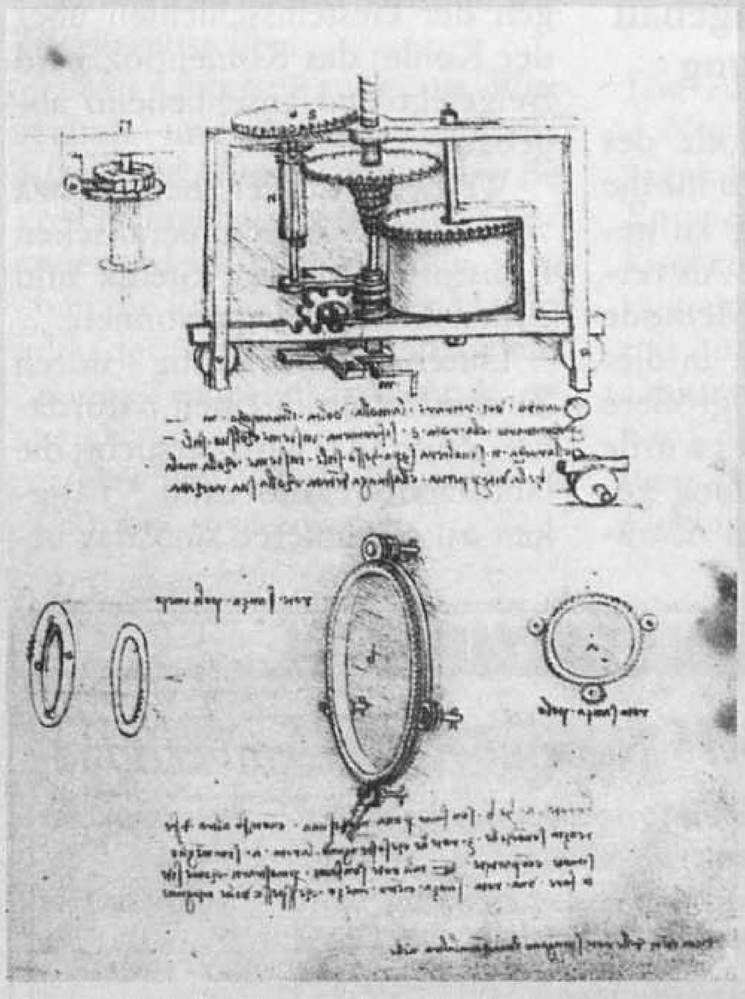
Ohne eine Beziehung zu den Interessen der Praxis bemüht sich die offizielle Wissenschaft bis zum Ende der Hochscholastik, das antike Bildungsgut mit den Ergebnissen der arabischen Gelehrten zu verschmelzen und in Einklang mit der christlichen Glaubenslehre zu bringen. Die Tätigkeit der Wissenschaftler fußt hauptsächlich auf den Vorstellungen von Aristoteles, für den die Anwendung und Nutzung technischer Erfindungen „wider die Natur" sind. Von den Gelehrten ist daher zu diesem Zeitpunkt im allgemeinen kein Interesse für praktische Probleme zu erwarten. Techniker und wissenschaftliche Lehrer, Praktiker und Theoretiker sind noch durch vielfältige Barrieren getrennt.

Voraussetzungen für einen Wandel werden durch die Wieder- oder Neuentdeckung antiker naturwissenschaftlicher Schriften aufgrund der regen Überset-

Räumliches und perspektivisches Sehen zeichnen Leonardo da Vinci aus.



Abbildungen: Biblioteca Nacional Madrid Cod. I. Ms. 8937



Der analytische Verstand zergliedert eine Apparatur in ihre Bestandteile.

zertätigkeit vieler Humanisten geschaffen. Mediziner, Astronomen, Mathematiker und auch Philosophen verbinden bald mit ihrer Analyse und Kommentierung antiker Schriften neben der Hochachtung vor antiker Kultur auch wache Neugier für eigene Wege und Fragen.

Durch die rege Entfaltung von Handwerk, Handel, Bankwesen und durch viele Entdeckungsreisen hatte sich ein fast unüberschaubarer Schatz neuer Kenntnisse und zuvor unbekannter Tatsachen angehäuft, der auf zusammenhängende Darstellung und Systematisierung drängte. Der Anstoß für diesen Schritt kam nicht von der Seite der Wissenschaft. Durch den wachsenden wirtschaftlichen und politischen Einfluß von Handwerk, Bautechnik, Berg- und Hüttenwesen gewannen diese ein so starkes gesellschaftliches Ansehen, daß sich schreib- und lesekundige Männer – vielfach aus den Kreisen der Humanisten – für die Arbeit der Praktiker zu interessieren begannen. Auch die ersten Künstler und Ingenieure fingen an, ihre Erfahrungen schriftlich zu fixieren. Es entsteht eine erste technisch-„wissenschaftliche" Literatur, die zunächst einmal versucht, vorhandene Kenntnisse zu sammeln und darzustellen. Berühmte Beispiele sind Leon Battista Albertis *De re aedificatoria* für das Bauwesen, Georg Agricolas *De re metallica* für Bergbau und Hüttenwesen und Biringuccios *Pirotechnia* als Pionierwerk für die Metallurgie.

Die Stufe des Sammelns praktischer Kenntnisse wird bald überwunden. Wachsende Anforderungen im Städtebau und der Befestigungstechnik lassen sich nicht mehr allein durch bloßes Vervielfachen alter Arbeitsmethoden oder durch eine immer größere Zahl von Arbeitskräften bewältigen. Als weitergehender Schritt entwickelt sich unter den weitschauenden Vertretern der Praxis das Bedürfnis, theoretische Begründungen der eigenen Tätigkeit zu suchen und daraus neue Arbeitsweisen zu finden. Hierher gehört vor allem die Gruppe der Künstler-Ingenieure, deren Tätigkeit die Renaissance in Italien prägt.

Die genialste Persönlichkeit, in der sich in vollendetem Maße künstlerische Kreativität mit dem Schaffen des Ingenieurs verbindet, ist zweifellos Leonardo da Vinci. Mit seinen technischen Plänen und Ideen eilt er seiner Zeit weit voraus und zeigt sich uns in seinem autodidaktischen Bemühen um die wissenschaftliche Begründung seiner Arbeit und durch erste Ansätze um Modellversuche und vorbereitende Experimente als ein Ingenieur im heutigen Sinn. Allen Künstler-Ingenieuren ist gemeinsam, daß sie sich von der offiziellen Wissenschaft abgrenzen und daß sie die Priorität praktischer Erfahrungen hervorheben.

Während die ersten Schritte einer Annäherung von Technik und Wissenschaft eindeutig von der Seite der Praxis ausgehen, finden die Gelehrten zunächst keinen Weg, sich der neuen Geisteshaltung und den zahlreichen technischen Problemen in Werften, Bergwerken oder auf dem Kriegsschauplatz zu öffnen. Das ist ganz verständlich, da an den Universitäten die Bindung an die Lehre der scholastischen Autoren und der antiken Vorbilder noch ungebrochen ist und daher Physik, die umfassende Wissenschaft von der Natur, und Technik – sowohl in sozial-gesellschaftlicher wie auch in erkenntnistheoretischer Hinsicht – noch in ihrem traditionellen Gegensatz zueinander verharren. Diese doppelte Grenze macht es der Wissenschaft zunächst unmöglich, sich der Praxis zu öffnen.

Die Fülle praktischer Erkenntnisse, die bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts vorhanden ist, kann allerdings von den Gelehrten nicht vollständig ignoriert werden. Vereinzelte Vertreter der Wissenschaft beginnen daher, in enzyklopädischen Sammelwerken alles erdenkliche praktische Wissen mit akribischer Detailtreue zusammenzutragen, ohne allerdings nach ordnenden Bezügen zu sehen. Bekannte Beispiele dafür sind Werke von Geronimo Cardano und Giambattista della Porta.

In der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts knüpften Gelehrte an die mechanischen Schriften von Archimedes, Heron, Pappus und auch an die pseudo-aristotelischen Probleme an und versuchten, die Statik über die Grenzen der antiken Vorbilder hinaus zu erweitern. Aber auch bei diesen Überlegungen – Arbeiten von Simon Stevin, Geronimo Cardano, Commandino und Guidobaldo del Monte gehören hierher – wird trotz der Aufgeschlossenheit für technische Probleme, für die Theorie der einfachen Maschinen und Fragen des Gleichgewichts, der alte Gegensatz zwischen technischer und physikalischer Betrachtungsweise nicht aufgehoben. Das gelingt erst durch eine Persönlichkeit, die den Sinn und die Fähigkeit für wissenschaftliches abstraktes Denken mit der Überzeugung von der Wichtigkeit technischer Erfahrungen und Notwendigkeiten verbindet: Galileo Galilei.

Bereits in seinem Jugendwerk *Le mechanice* von 1593 zeigt sich die grundsätzliche Änderung in der Bewertung von Technik und Physik: Für Galilei stehen technische Vorgänge im Einklang mit natürlichen Abläufen, zwischen Theorie und Praxis besteht kein erkenntnistheoretischer Unterschied mehr. Und damit ist endlich der Weg frei für eine *Verbindung* zwischen Technik und Naturwissenschaften. Im letzten Hauptwerk Galileis, in den *Discorsi,* legt er die wissenschaftliche Grundlage der Mechanik und formuliert die Anfänge der Dynamik. Es ist der Anfang der klassischen Naturwissenschaften.

Die Verbindungen zwischen Technik und Wissenschaft, die hier nur für die Periode der Renaissance angedeutet werden, sind das Thema eines Bandes aus der Reihe *Technik und Kultur* der *Georg-Agricola-Gesellschaft.* □

Von Rolf Gutmann

Neu im Deutschen Museum: Werkstoff Glas

Glas ist einer der ersten von Menschen geschaffenen Werkstoffe. Es wird aus einem der billigsten Rohstoffe gewonnen: aus Sand. Glas ist wasserundurchlässig, lichtdurchlässig, schmutzabweisend und wird nur von wenigen Chemikalien angegriffen.

Schon vor ungefähr 6000 Jahren wurde in Mesopotamien Glasschmuck gefertigt. Aus dem Wüstensand grub man Gefäße und farbige Zierstücke aus, welche die Ägypter und Babylonier in ihren Tempelwerkstätten hergestellt hatten.

Nach Plinius dem Älteren waren die Phönizier die Glaserfinder. Heute wissen wir, daß Plinius sich irrte. Als er im 1. Jahrhundert nach Christus seine *Naturgeschichte* verfaßte, gehörten die phönizischen Städte zu den führenden Glasproduzenten, über das *Hämation,* einen blutroten Glasfuß, schreibt Plinius (XXXVI, 26): „Man macht auch für Speisegeschirre . . . ein Obsidianglas, welches ganz rot und nicht durchscheinend ist . . . Man kocht das Glas mit trockenem Holz, unter Zutat von Kupfer und ‚Nitrium' . . ."

Mit der Erfindung der Glasmacherpfeife um 200 vor Christus nahm die Glasherstellung einen mächtigen Aufschwung. Wie viele andere Errungenschaften

Otto Schott lieferte die wissenschaftlichen Grundlagen für die moderne Glaserzeugung.

verfiel die Glasmacherkunst in Europa nach dem Untergang des Römischen Reiches. Erst im 12. Jahrhundert blühte sie wieder auf. Prächtige Buntglasfenster für die neuen Kathedralen wurden geschaffen.

Im Laufe der Jahrhunderte wurde die Technik der Glasherstellung verfeinert. Seit Mitte des 19. Jahrhunderts wird Glas in Massenfertigung hergestellt. Heute gibt es eine Fülle besonderer Glassorten, die Anwendung in der Optik, Medizin, Chemie und Elektroindustrie finden.

Die neue Abteilung des *Deutschen Museums,* die am 20. September 1990 eröffnet wurde, erzählt die Geschichte des Glases als eines Werkstoffes, der durch Forschung zu einem Material geworden ist, das sich immer neue Anwendungsgebiete erobert.

Die Reichenauer Glashütten und die Darstellung des Mundblasverfahrens.

Bodenschätze im Tagebau und Rekultivierung

Die wohl älteste Methode des Menschen, Bodenschätze für die wirtschaftliche Nutzung zu gewinnen, ist der Tagebau. Als verfeinerte und rationelle Methode des Bergbaus gewann er in diesem Jahrhundert immer größere Bedeutung. Ermöglicht wurde dies durch die Entwicklung gewaltiger Maschinen zum Abtragen der Gesteinsschichten über der Kohle; das Kohlenflöz wird freigelegt und anschließend abgebaut.

Weltweit werden heute etwa 70 Prozent aller mineralischen Rohstoffe, Kohlen, Steine und Erden im Tagebau gewonnen.

Durch Rekultivierung – durch Zurückführen in einen naturnahen Zustand – wird versucht, die landschaftsverändernde Tätigkeit zu minimieren und das ur-

VERANSTALTUNGEN

Oktober · November · Dezember 1990

Eröffnungen

12. Oktober
Bergbau, Untergeschoß
Ausstellung »Tagebau«

31. Oktober
Erdgeschoß, Galerie
Abteilung »Maschinenelemente«

Sonderausstellungen

16. Februar 1989 bis Ende 1990
5. Obergeschoß, Astronomie
»Mit Röntgenaugen in eine neue Welt«
Von der V 2-Rakete zum Röntgensatelliten ROSAT

30. Mai bis 7. Oktober
(evtl. Verlängerung bis Jahresende)
2. Obergeschoß
»Ein Werkstoff mit Zukunft – Natürlich Papier«
Sonderausstellung über Papierherstellung und -verwendung anläßlich des Jubiläums »600 Jahre Papier in Deutschland 1390-1990«

29. August bis 4. November
Luftfahrt, Erdgeschoß
»Geschichte und Gegenwart tschechoslowakischer Luftfahrt«
Sonderausstellung des Nationalen Technischen Museums Prag

neu:
26. Oktober bis Ende Januar 1991
Luftfahrt, Erdgeschoß
»Henrich Focke, Pionier der Luftfahrt, Wegbereiter des Hubschraubers«
Sonderausstellung zum 100. Geburtstag des Flugzeug- und Hubschrauberpioniers am 8. Oktober

neu:
30. Oktober bis Ende Januar 1991
2. Obergeschoß
»Portugiesische Fliesenkultur«
Sonderausstellung der Deutsch-Portugiesischen Gesellschaft, Landesverband Südbayern, im Rahmen der Portugalwoche vom 28. Oktober bis 4. November 1990

Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte in der Musikinstrumentensammlung
(1. Obergeschoß, Platzkarten an der Kasse)

13. Oktober
15.30 Uhr
»Münchner Organisten an den Barockorgeln des Deutschen Museums«: Solist: Dr. Franz Hauk, Ingolstadt

14. Oktober
11 Uhr
Matinee: David Apter, München:
Unbekannte Klaviermusik des 19. Jahrhunderts

10. November
15.30 Uhr
»Münchner Organisten...«
Solist: Michael Eberth, Augsburg

11. November
11 Uhr
Matinee: Franz Raml, Ochsenhausen,
spielt auf den historischen Cembali des Museums

8. Dezember
15.30 Uhr
»Münchner Organisten...«
Solist: Klemens Schnoor, München

9. Dezember
11 Uhr
Matinee: Erstes Barockorchester Heiligenberg,
Kammermusik von Joseph Hadyn

Kolloquiumsvorträge des Forschungsinstituts
(16.30 Uhr, Filmsaal, Bibliotheksbau, freier Eintritt)

15. Oktober
Ernst Mach – Buddha der Wissenschaft
Dr. Dieter Hoffmann, Berlin

29. Oktober
The Origins of the European Dye Industry
Dr. Tony Travis, Jerusalem

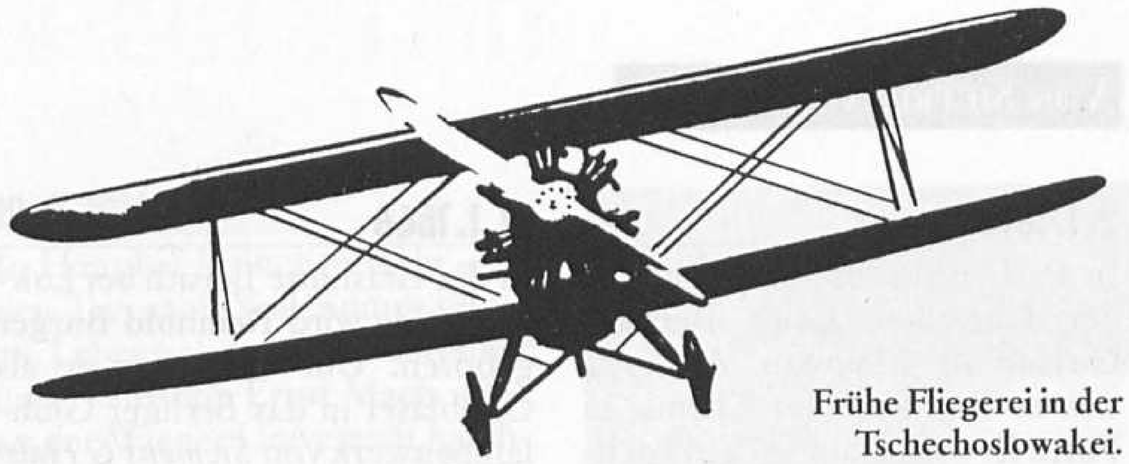
sprüngliche Landschaftsbild wiederherzustellen.

Mit Unterstützung aus Wirtschaft und Industrie hat das *Deutsche Museum* den neuen Bereich Tagebau geschaffen. Vorwiegend durch Modelle wird hier die Entwicklung der Methodik, der Anwendung und Gewinnungs- und Fördertechnik gezeigt.

Der neue Bereich ist ab 12. Oktober 1990 zu sehen.

Luftfahrt in der ČSR

Die Ausstellung präsentiert bis 4. November 1990 einen hervorragenden Überblick über die Entwicklung der tschechoslowakischen Luftfahrt von den Anfängen bis heute. Auf 50 Tafeln mit historischen Photographien, Dokumenten und Exponaten wird die wechselvolle Entwicklung der tschechoslowakischen Luftfahrt dokumentiert.



Frühe Fliegerei in der Tschechoslowakei.

VERANSTALTUNGEN

12. November	**Der Mathematiker Felix Klein (1849-1925)** (Arbeitstitel) Dr. Renate Tobies, Leipzig
26. November	**Ästhetische und konstruktive Feinheiten des griechischen Tempels** Dr.-Ing. Hansgeorg Bankel, Istanbul
10. Dezember	(Titel wird noch bekanntgegeben) Dr. Klaus Mauersberger, Dresden
	Professor-Auer-Experimentalvorträge (19 Uhr, Leibniz-Saal, Kongreßzentrum, freier Eintritt)
8. Oktober	**Ordnung und Chaos in Biologie, Physik und Technik** (Wiederholung vom 20. März 1990) Dr. Friedrich Bestenreiner, München
26. November	**Katalyse und Katalysatoren** Professor Dr. Helmut Wenck, Universität Bielefeld
18. Dezember	**Alles fauler Zauber? Okkulte Phänomene – was steckt dahinter?** Wolfgang Hund, Hersbruck
	Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums (19 Uhr, Leibniz-Saal, Kongreßzentrum)
16. Oktober	**Vom Gleichstrom und Drehstrom und zurück** (Lichtbildervortrag) Dr. Franz Hebestreit, München
20. Oktober	**Busausflug nach Gersthofen und Augsburg** Dietrich Schmidt, München
20. November	**Die Schwelung von Braunkohle** (Lichtbildervortrag) Dr. Dieter Osteroth, Bielefeld
11. Dezember	**Zur Geschichte der Bierverfälschungen im 19. und frühen 20. Jahrhundert** (Lichtbildervortrag) Dr. Otto Krätz, München
3. Oktober bis 10. Februar 1991 14.30 bis ca. 15.30 Uhr	***»Frauen führen Frauen«*** wöchentliche (jeweils mittwochs und sonntags) Führungen von Frauen für Frauen, Informationen und Faltblatt bei der Pressestelle, Tel. (089) 2179-250.
	Münchner Volkshochschule im Deutschen Museum Teilnehmer der vhs-Programme erhalten ermäßigten Eintritt. Für die Programme können Sie sich auch an der Volkshochschule einschreiben. Tel. (089) 48006-138 oder 162
ab 4. November sonntags 11 Uhr DM 6,–	**Attraktionen im Museum – vhs-Führungsnetz** Gang durch das Museum zu besonders interessanten Objekten (Treffpunkt: Kassenhalle)
	Die historischen Laboratorien des Deutschen Museums Führungen und Experimentalvorträge (Treffpunkt: Haupteingang)

Weitere Auskünfte über das Programm der vhs erhalten Sie unter den Telefon-Nummern (089) 48006-138/162.

Deutsches Museum
Museumsinsel 1, 8000 München 22, Tel. (089) 21791

Mit der Sowjetischen Photon-Raumkapsel in die Schwerelosigkeit

Erinnerungen an die ersten bemannten Raumflüge erwecken zwei Exponate der Raumfahrtabteilung. Im Vordergrund steht die Rückkehr-Einheit eines sowjetischen Photon-Forschungssatelliten, der 1985 Nutzlasten in eine niedrige Erdumlaufbahn transportierte. Dahinter befindet sich die originalgroße Replik einer amerikanischen Mercury-Raumkapsel (1961).

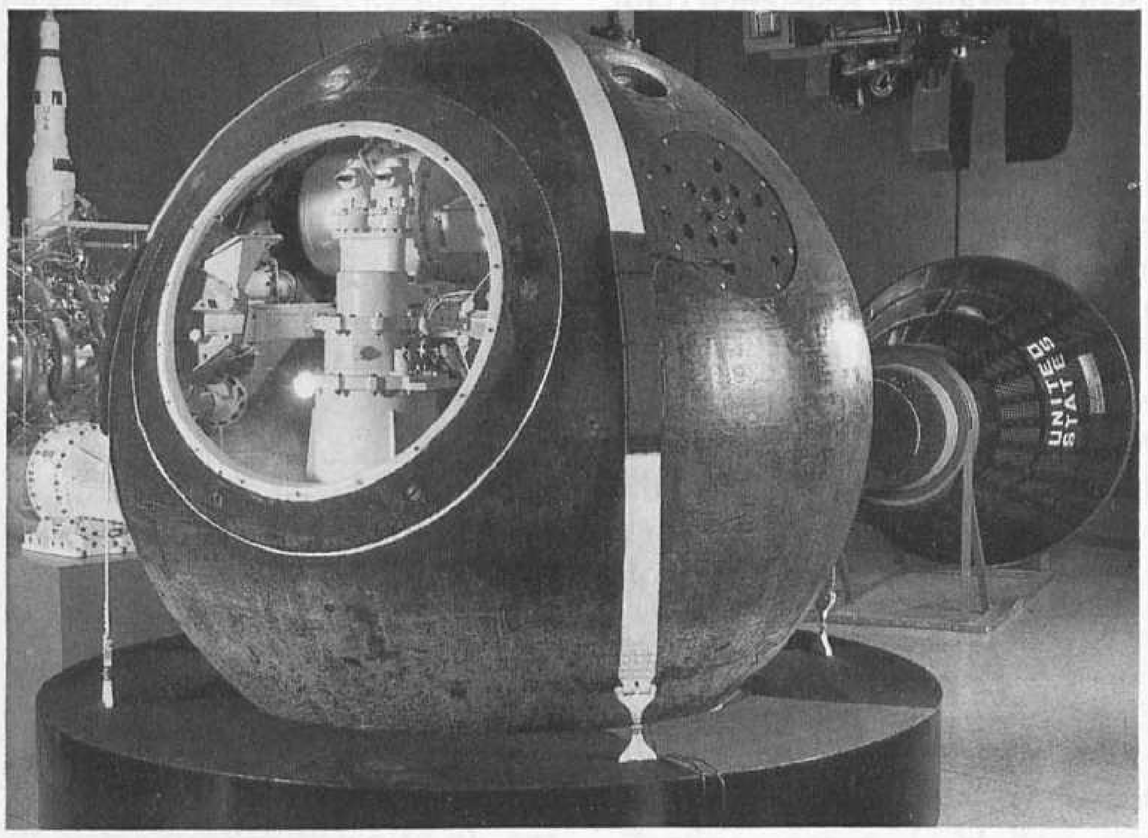
Satelliten dieses Typs (mit einer Sojus-Trägerrakete gestartet) werden in der UdSSR für Versuche in der Schwerelosigkeit verwendet. Die Kugel mit 2,30 Metern Durchmesser entspricht in der Bauart der Wostok-Kapsel, in der Juri Gagarin am 12. April 1961 seinen historischen Flug unternahm.

Die sowjetische Raumfahrtbehörde GLAVKOSMOS stellt die hier gezeigte Kapsel einer Münchner Firma für die Vorbereitung von Experimenten in der Schwerelosigkeit zur Verfügung. Zu besichtigen ist die Kapsel noch bis Ende des Jahres. Experimente in der Schwerelosigkeit sollen neue Erkenntnisse in so verschiedenen Bereichen wie Kristallographie oder Humanmedizin bringen.

Preis für Publikationen von Mitarbeitern

Diese Ehrung soll in Zukunft herausragenden Publikationen zuerkannt werden, die im *Deutschen Museum* entstanden sind und sich mit der Geschichte der Technik und Naturwissenschaften auseinandersetzen. Der Stifter, Dr. Hans H. Moll, möchte mit dem Preis Arbeiten von hoher Qualität und Vorbildhaftigkeit auszuzeichnen.

Eine unabhängige Jury, bestehend aus Historikern, Museumsfachleuten und Wissenschaftlern, erkannte den Preis für Buchveröffentlichungen für das Jahr 1988 Prof. Dr. Ivo Schneider für sein Buch *Isaac Newton* (Verlag C. H. Beck, München 1988) und den Preis für kleinere Schriften Herrn Dipl. Ing. Jobst Broelmann für sein Werk *Schiffbau* (*Deutsches Museum*, 1988) zu.



Die Rückkehrkapsel eines sowjetischen Photon-Forschungssatelliten von 1985.

Fotos: Deutsches Museum

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR

Von Sigfrid von Weiher

2. 1. 1816

In Paris stirbt im 79. Lebensjahr der Chemiker **Louis Bernard Guyton de Morveau.** Ab 1774 war er Professor der Chemie in Paris. Er wirkte auf seinem Fachgebiet mit bei der Erstellung der großen *Encyclopaedie* von Diderot und D'Alembert. Zahlreich und sehr vielseitig sind seine Veröffentlichungen, namentlich zu Problemen der **praktischen Chemie.** 1793 machte er als Mitglied des Konvents den Vorschlag, Gasballons zum Zwecke militärischer Aufklärung den Revolutionsarmeen beizuordnen – ein Plan, der schon ein Jahr später mit großem Nutzen für Frankreich realisiert wurde.

8. 1. 1891

In Oranienburg bei Berlin wird **Walter Bothe** geboren. Nach naturwissenschaftlichem Studium, unter anderen bei Max Planck, untersuchte er um 1925 die Gültigkeit des Satzes der Erhaltung der Energie bei atomaren Vorgängen. 1929 forschte er mit W. Kolhörster über die **Energie kosmischer Ultrastrahlung,** und 1930 entdeckte er mit Becker die Strahlung des Berylliums. 1937 gelang ihm mit W. Gentner die Erzeugung künstlicher Radioaktivität durch Gammastrahlen. Bothe ist der Begründer der Koinzidenzmethode, durch die sich die Richtung der kosmischen Strahlen feststellen läßt. 1954 erhielt er den Nobelpreis für Physik.

11. 1. 1816

Humphrey Davy (1778–1829), ein englischer Chemiker, der im Vorjahr in den Gruben von Whitehaven Studien über explosionssichere Grubenleuchten angestellt hatte, baut die erste **Grubensicherheitslampe** mit Drahtkorb, die sich in der Praxis gut bewährt.

12. 1. 1866

In der Glashütte Baruth bei Lukkenwalde wird **Reinhold Burger** geboren. Um 1882 trat er als Glasbläser in das Berliner Glühlampenwerk von *Siemens & Halske* ein; 1888 wanderte er für vier Jahre nach den USA aus; 1892, nach Berlin zurückgekehrt, eröffnete er eine Werkstätte für die Herstellung doppelwandiger Glasgefäße für medizinische Zwecke. Bei sorgfältigen Versuchen mit spiegelnden Glaswänden gelangte er zur Konstruktion der **Thermosflasche,** der er diesen Namen gab und die ihm 1903 durch DRP 170057 als Erfindung geschützt wurde.

17. 1. 1866

In Erinnerung an den 1811 gescheiterten, wagemutigen Flugversuch **Ludwig Berblingers** wird das von **Gustav Pressel** komponierte Musikdrama *Der Schneider von Ulm oder der König der Lüfte* in Ulm uraufgeführt.

20. 1. 1866

In Milwaukee/Wisconsin, USA, kommt als Sohn deutscher Eltern **Eduard Otto Zwietusch** zur Welt. Nach dem Besuch amerikanischer Universitäten kam er 1888 nach Berlin und gründete dort eine „Telephon-Apparate-Fabrik", die 1921 von *Siemens* übernommen wurde. Danach war Zwietusch noch für andere fernmeldetechnische Unternehmen leitend tätig, zuletzt als Generaldirektor der *C. Lorenz AG.* Ihm sind für den **Telefonbau** und die Gerätefertigung wertvolle Neuerungen zu verdanken, die sich bei der Deutschen Reichspost gut einführten. 1931 starb er durch einen Autounfall.

23. 1. 1891

In Paris stirbt im 81. Lebensjahr **Jacques Eugène Armengaud.** Neben seiner Tätigkeit als beratender Ingenieur und Patentanwalt wirkte er besonders nachhaltig durch seine technischen Veröffentlichungen, die meist durch gute Zeichnungen illustriert waren. In seinem 1838/39 erschienenen Werk *L'Industrie des Chemins de Fer* lieferte er präzise Beschreibungen der damals gebauten **Lokomotiven,** die für die Technikgeschichte noch heute äußerst aufschlußreich sind.

24. 1. 41

Der römische **Kaiser Cajus Caligula** wird ermordet. Ein Jahr vor seinem Tode hatte er den Bau der berühmten Wasserleitung von den Tivolibergen begonnen. Dieser hochgelegte **Aquädukt** vermochte auch die höchsten Bauten Roms mit Wasser zu versorgen.

24. 1. 1891

In München stirbt im 54. Lebensjahr der Physiker und Astronom **Philipp Carl.** Als wissenschaftlicher Mitarbeiter des R. Oldenbourg Verlages gründete er 1879 die *Zeitschrift für angewandte Elektricitätslehre* als erstes deutsches Blatt dieses Faches. 1890 wurde diese Reihe mit der seit 1880 erscheinenden *Elektrotechnischen Zeitschrift* vereinigt, die heute noch erscheint.

26. 1. 1891

In Köln stirbt im 59. Lebensjahr der Industrielle und Erfinder **Nikolaus August Otto.** Seine verdienstvollen Arbeiten zur Entwicklung des **Gasmotors,** die ihn 1876 zum Verbrennungsmotor (Ottomotor) führten, gehören zu den effektivsten Pioniertaten der modernen Technik.

Nikolaus August Otto (1832–1891).

7. 2. 1791

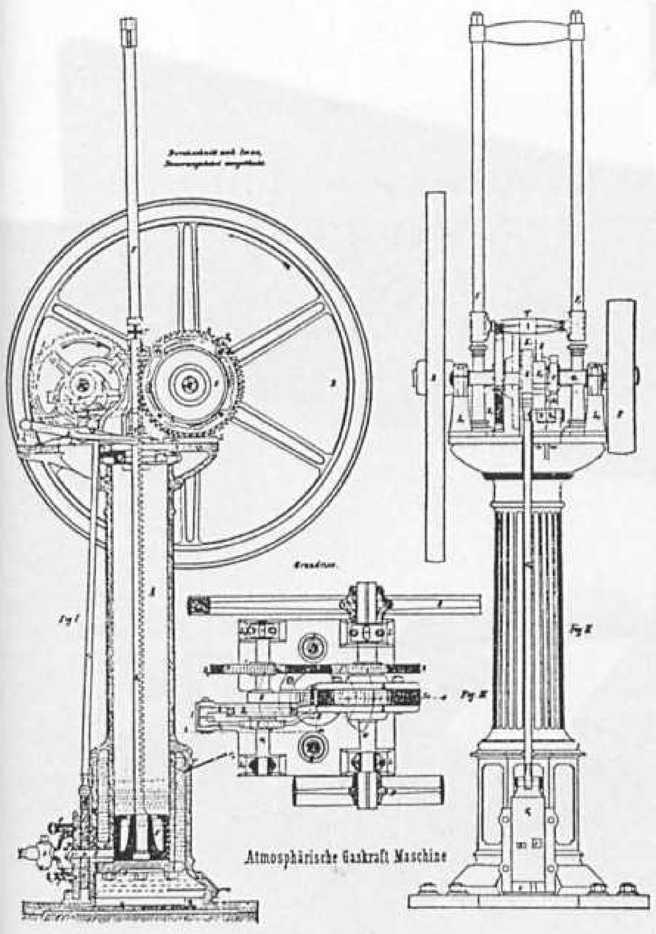
In Neubrandenburg/Mecklenburg kommt **Ernst Alban** zur Welt. Er bildete sich zum Augenarzt aus, schenkte aber sein ganzes persönliches Interesse technischen Problemen. 1830 gründete er in Klein-Wehnendorf Mecklenburgs erste Maschinenbauanstalt, die sich durch die Herstellung vorzüglicher landwirtschaftlicher Maschinen einen geachteten Ruf erwarb. Hier und in Plau entwickelte er auch die Konstruktion seiner epochemachenden **Hochdruck-Dampfmaschine,** durch die sein Name noch heute in der Technikgeschichte bekannt ist.

8. 2. 1841

William Henry Fox Talbot (1800–1877) nimmt ein britisches Patent auf sein Negativ-Verfahren, mit dem er **fotografische Aufnahmen auf Papier** kopieren kann. Damit verliert die bisherige, 1839 eingeführte Daguerreotypie an Bedeutung, und der Aufstieg der heute noch üblichen Papierkopie beginnt.

8. 2. 1866

Nikolaus August Otto (1832–1891), Handlungsreisender, und **Eugen Langen** (1833–1895), Ingenieur, beide in Köln lebend, reichen ein preußisches Patentgesuch auf ihre **atmosphärische Gaskraft-Maschine** ein; es wird ihnen am 21. 4. 1866 erteilt. Damit beginnt die Entwicklung des epochemachenden, später nach seinem Haupterfinder genannten **Ottomotors.**



Atmosphärische Gaskraftmaschine von Otto und Langens, 1866.

11. 2. 1766

In London wird **Henry Fourdrinier** geboren. Gemeinsam mit seinem Bruder Sealy hatte er die Papierfabrik des Vaters übernommen. Nach jahrelangen Arbeiten hatte er 1807 eine Maschine geschaffen, die es gestattete, **großflächiges Papier fortlaufend am Stück** herzustellen. Das Patentgesetz versagte ihm aber die wirtschaftliche Nutznießung seiner Erfindung. Eine staatlich bewilligte Entschädigung sowie eine Umlage der Papierindustrie ermöglichten dem Erfinder dennoch einen sorgenfreien, langen Lebensabend. Fourdrinier starb 1854.

11. 2. 1816

In Berlin wird **Amandus Ernst Theodor Litfaß** geboren. Er wurde Buchdrucker und hat sich um die Entwicklung der Plakatwerbung in Deutschland bleibende Verdienste erworben. 1855 begann mit den von ihm in Berlin aufgestellten „Litfaß-Säulen" die zweckmäßige **Plakatsäulen-Werbung** in Deutschland. Erfinder der Plakatsäulen ist Litfaß jedoch nicht; man findet sie schon sehr viel früher auf englischen und französischen Bildern dargestellt.

12. 2. 1791

In New York/USA wird **Peter Cooper** geboren. Vielseitig befähigt, war er nacheinander Wagenbauer, Tuchscherer, Kunsttischler, Leimsieder, Erbauer der ersten Lokomotive in den USA sowie Gründer von Eisen- und Walzwerken. An der Auslegung des ersten **Transatlantikkabels** hatte er neben Cyrus Field bedeutsamen Anteil. Um 1850 gründete er das *Cooper-Institut* in New York, eine Bildungsanstalt für Arbeiter, die hier unentgeltlich technische Berufe erlernen konnten.

19. 2. 1916

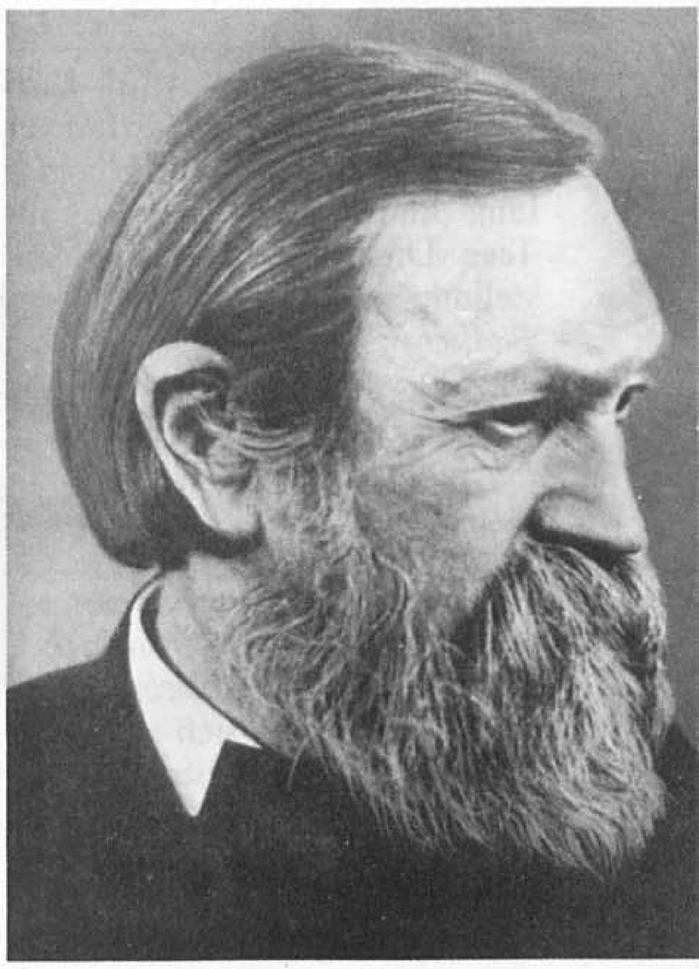
In Haar bei München stirbt – einen Tag nach Vollendung seines 78. Lebensjahres – der Physiker und Philosoph **Ernst Mach.** 1861 an der Wiener Universität habilitiert, bekleidete er in Graz seit 1864, später in Prag und Wien Professuren für Mathematik, Experimentalphysik und induktive Philosophie. Besondere Arbeiten widmete er ballistischen Problemen und **Schallgeschwindigkeitsmessungen** (Mach-Zahl). Sein Positivismus in der Naturwissenschaft hat sich durch die Fortschritte der modernen Physik in wesentlichen Partien als unzulänglich erwiesen.

20. 2. 1841

In Hameln stirbt im 58. Lebensjahr der Apotheker **Friedrich Wilhelm Adam Sertürner.** Auf Grund jahrelanger Versuche gelangte er zur Entdeckung des **Morphiums,** das er 1817 in Gilberts *Annalen der Physik* der wissenschaftlichen Welt bekannt gab.

21. 2. 1791

In Dean bei Blackburn/England wird **John Mercer** geboren. Er erlernte das Weberhandwerk und versuchte, sich autodidaktisch in der Färberei fortzubilden. Bald hatte er sich ganz der Chemie zugewandt, und seit 1818 betätigte er sich als Industriechemiker in Oakenshaw. 1825 wurde er Teilhaber des Geschäfts. Nach Auflösung der Firma 1848 hatte er Mittel und Zeit, um sich wissenschaftlich mit chemischen Problemen zu beschäftigen. 1850 entdeckte er das unter seinem Namen (Mercerisation) bekannt gewordene Verfahren zur **Baumwoll-Veredelung** und ein Verfahren zur Herstellung von Pergamentpapier. 1852 ernannte ihn die *Royal Society* zu ihrem Mitglied.



Ernst Mach (1838–1916).

21. 2. 1891

Max Mannesmann (1857–1915) erhält das DRP 58762 auf eine wesentliche Verbesserung der **Herstellung nahtloser Rohre im Pilgerschritt.** Die sinnvolle Bezeichnung „Pilgerschritt-Verfahren" fand Professor Franz Reuleaux, der diese Technik mit der Echternacher Springprozession verglich.

21. 2. 1941

An den Folgen eines Flugzeugabsturzes stirbt 50jährig der kanadische Arzt **Frederick Grant Banting,** neben C. H. Best der Mitentdecker des **Insulins.**

Am 1. Juli 1855 führte der Berliner Buchdrucker Ernst Th. A. Litfaß die nach ihm benannte Anschlag-Säule ein.

Abbildungen: Archiv Sigfrid von Weiher

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR

24. 2. 1841

In Frankfurt/Main wird **Carl Graebe** geboren. 1868/70 fand er mit Th. Liebermann die Herstellung künstlichen **Alizarins aus Teer.** Die großtechnische Darstellung wurde sogleich von der *Badischen Anilin- und Sodafabrik* (BASF) aufgenommen.

26. 2. 1866

In Berlin erfolgt durch **Wilhelm Adolf Lette** (1799–1868) die Gründung des *Lette-Vereins zur Förderung der Erwerbstätigkeit des weiblichen Geschlechts.* Diese Institution wirkte sich sozial segensreich aus und erstreckte sich im besonderen auf die Ausbildung für spezifisch **technische Frauenberufe.** So verwirklichte Lette Handels-, Gewerbe-, Zeichen- und Modellierklassen, Foto-Ateliers, Setzerinnen- und Kunsthandwerksschulen.

3. 3. 1591

In Nürnberg stirbt, fast 52jährig, der Holzschneider, Zeichner und Kupferstecher **Jost Amman.** Aus Zürich gebürtig, war er nach Nürnberg gezogen. Unter den zahlreichen illustrierten Büchern, die unter seiner Mitwirkung entstanden, ist das 1568 erschienene **Ständebuch,** übrigens mit Versen von Hans Sachs, das bedeutsamste; die Aussagekraft von Ammans 114 Holzschnitten, die zu einem guten Teil das Wirken der Handwerker und ihre Geräte zeigen, ist heute noch für die technikgeschichtliche Forschung wertvoll.

18. 3. 1891

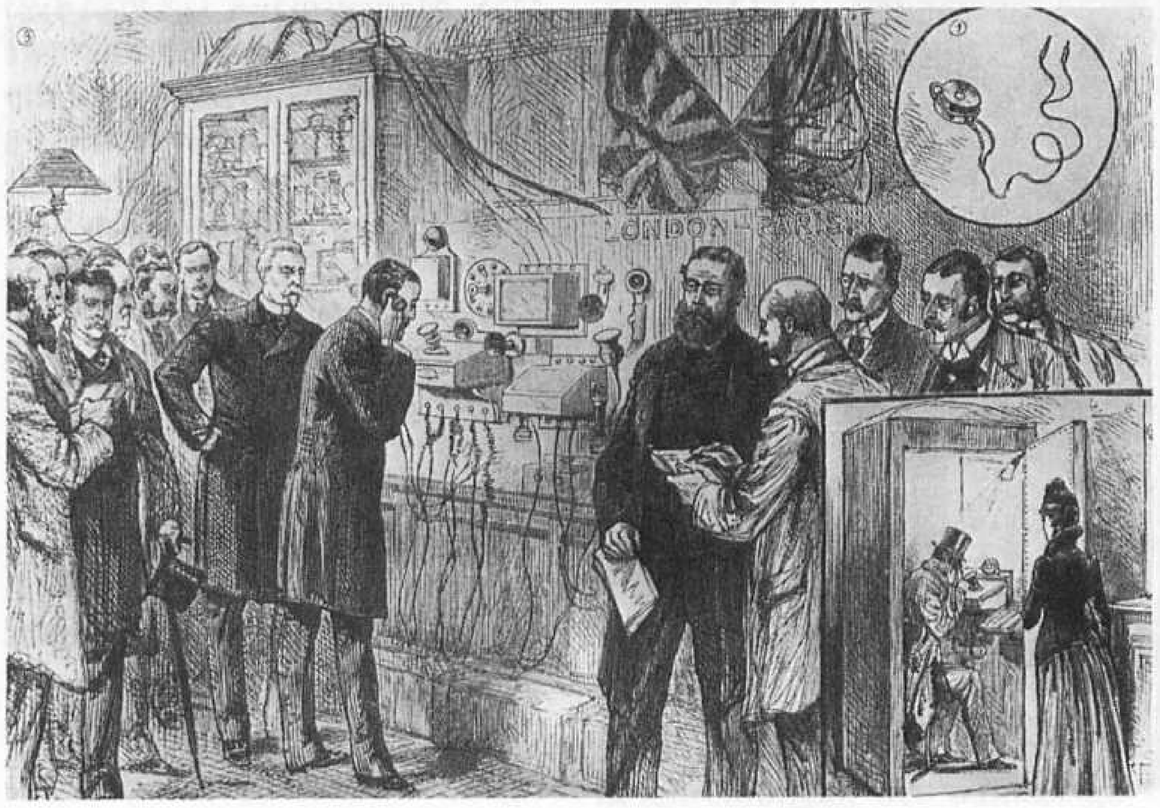
Über ein durch den Ärmelkanal verlegtes Nachrichtenkabel wird zwischen **Paris und London** erstmals der **Fernsprech-Verkehr** aufgenommen. Unser Bild zeigt die feierliche Eröffnung des Betriebes im Londoner Generalpostamt. 1910 wurde dieses Kabel durch ein noch wesentlich leistungsfähigeres, **papierisoliertes Pupin-Fernsprechkabel** ersetzt, das Wilhelm Dieselhorst in den *Siemens*-Werken in Woolwich und Berlin entwickelt hatte und das den Weg zum weltweiten Fernsprechverkehr eröffnete. Hierdurch wurde der Direkt-Fernsprechverkehr von Paris bis Edinburgh/Schottland ermöglicht.

20. 3. 1791

Vermutlich in Coalbrookdale/England, seinem Geburtsort, stirbt 40jährig **Abraham Darby.** Er wurde berühmt durch die von ihm initiierte und 1779 erbaute **erste Eisenbrücke der Welt,** die über den Severnfluß mit etwa 100 Fuß Spannung führt. Noch heute ist dieses bemerkenswerte technische Kulturdenkmal verkehrstauglich, wenn auch nur für Fußgänger.

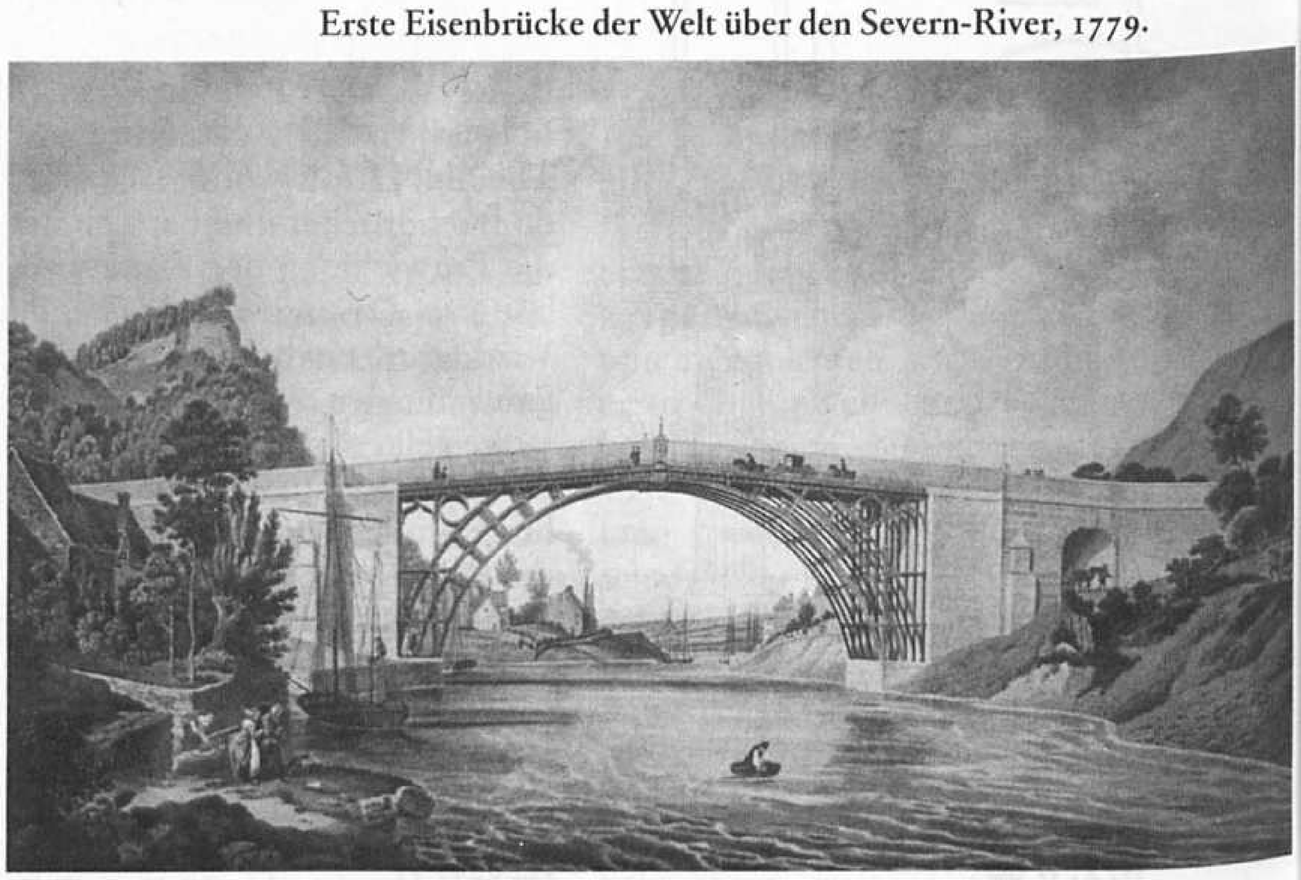
22. 3. 1891

In Torbole am Gardasee verstirbt 85jährig **Friedrich Konstantin Freiherr von Beust.** Absolvent der Freiberger Bergakademie, stieg er zum Leiter des sächsischen Bergwesens auf. Später bekleidete er eine hohe Position im



Erste Fernsprechverbindung zwischen Paris und London, 1891.

Erste Eisenbrücke der Welt über den Severn-River, 1779.



österreichischen Bergbau. An der wirtschaftlichen Umgestaltung Sachsens hatte er maßgeblichen Anteil, insbesondere durch die Einführung der **Dampfmaschine im Kohlebergbau.** Er förderte auch die Einführung englischer Schmelzflammöfen.

Friedrich Karl Euler (1823–1891).

25. 3. 1891

In Kaiserslautern stirbt im 68. Lebensjahr **Friedrich Karl Euler.** 1846 hatte er in Berlin den akademischen Verein *Hütte* gegründet, und zehn Jahre später, 1856, gehörte er in Alexisbad zu den Gründern des **Vereins Deutscher Ingenieure.** Von 1864 bis zu seinem Tod war der Pionier der Verbandsarbeit Leiter des Eisenwerkes in Kaiserslautern.

30. 3. 1916

Hans Lehmann (1875–1917), Physiker bei den kinematographischen *Ernemannwerken,* der seit 1912 mit der Entwicklung der **Zeitlupe** beschäftigt war, hält vor der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft *Isis* in Dresden einen Experimental-Vortrag über seine Erfindung – erstmals vor der Öffentlichkeit. Die Zeitlupe ermöglicht es, Hunderte von Bildern pro Sekunde aufzunehmen und beim Ablauf mit normaler Bildfrequenz eine Zeitdehnung vorzutäuschen oder schnelle Bewegungen zu verstehen. □

DER AUTOR

Sigfrid von Weiber, 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 1960–1983 Leiter des Werkarchivs. 1970–1982 Lehrbeauftragter für Industriegeschichte an der Universität Erlangen-Nürnberg. Er ist Ehrenmitglied des VDI, seit 1983 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der Georg-Agricola-Gesellschaft. Er veröffentlichte Aufsätze und Bücher zur Technik- und Industriegeschichte.

FLUGENTE AUF DER ROTEN LISTE

Foto: Bilderdienst Süddeutscher Verlag

Auto oder Nichtauto, das war bei ihr die Frage. Die Art war europaweit verbreitet und hatte viele Unterarten. Die Pol-Ente war auf arktische Bereiche spezialisiert, auf der Seine in Paris wurde eines Tages eine veritable Schwimm-Ente gesichtet, und südliche Länder boten den Sakram-Enten ökologische Nischen, häufig überflogen von einer Farni-Ente. Schließlich brachten Mutation und Selektion die gallische Flug-Ente hervor (siehe Bild).

Artspezifisches Evolutionsmerkmal der verschiedenen Entenarten war ihr (w)achsweicher Watschelgang, der in jeder Kurve alle Gesetze der Fliehkraft übertrat. Dadurch konnten sie den Stoßstangen so manchen pfeilschnellen Beutegreifers auf den Straßen entkommen. Ein weiterer Evolutionsvorteil bestand in dem geringen Futterbedarf, so daß sie sich gegenüber Nahrungskonkurrenten gut behaupten konnten. Dennoch waren sie in der Lage, größere Lasten zu tragen. Sofort nach ihrem ersten Erscheinen reihte sie der Mensch daher in seinen Haustierbestand ein. Schon in ihrem frühen Entwicklungsstadium, so fanden Wissenschaftler heraus, konnte die Ente *(Anatina turpis turpis)* zwei Menschen mit einem Zentnersack Kartoffeln die mühevolle Fortbewegung zu Fuß ersparen, wobei sie sogar schneller war als die zuvor häufig benutzten Pferde: 60 Kilometer konnte sie in einer Stunde zurücklegen, und sie hielt dies sehr lange durch, wenn man ihr alle 100 Kilometer eine kohlenwasserstoffreiche Nährlösung vorsetzte.

Die Stamm-Mutter der Enten wurde zuerst im Jahre 1948 in Frankreich gesichtet. Sie war einäugig, grau und dünnhäutig, und die Haut wies blechartig gewellte Runzeln auf, die sich erst im Verlaufe der weiteren Evolution glätteten. Daß sich später eine flugtaugliche Art entwickeln würde, war von Beginn an im genetischen Programm angelegt: Wie bei vielen anderen Vögeln auch, die leichtere Knochen als Säugetiere und ein fast gewichtsloses Federkleid haben, hatte die Natur vom Mittel extremer Leichtbauweise Gebrauch gemacht.

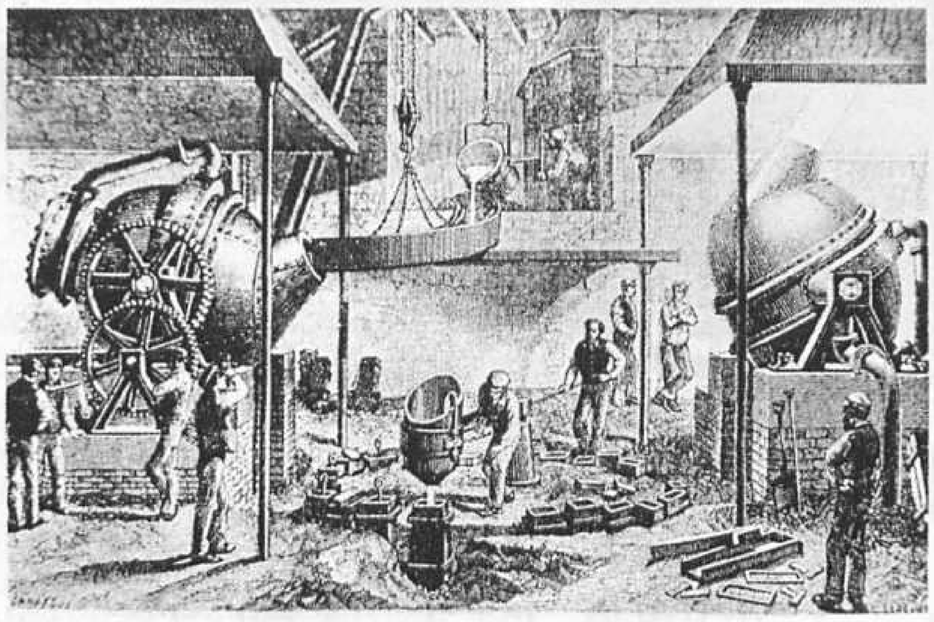
Es schien klar, daß *Anatina turpis turpis* sich ganz nach Darwins Prinzip des *Survival of the fittest* entwickelt hatte. Die Populationsdynamik war dementsprechend enorm. Schon ein Jahr später, 1949, hatte sich die Gattung vom Ort ihrer Entstehung über das ganze Land ausgebreitet, und es dauerte nur wenige weitere Jahre, bis sie sich alle westeuropäischen Länder als Lebensraum erobert hatte. Manchen Exemplaren gelang es sogar, den Atlantik zu überqueren und in Amerika Fuß zu fassen. Bis zum Jahr 1990 waren aus der Ur-Ente weit mehr als sieben Millionen Nachfahren hervorgegangen.

Und doch ist das Aussterben der Ente nicht mehr aufzuhalten. Schlüpften in der letzten Brutkolonie im portugiesischen Mangualde zu Beginn des Jahres noch 85 Jungtiere täglich, so hat die Art ihre Fortpflanzungsfähigkeit inzwischen völlig verloren. Die Schuld daran hat, wie so häufig, der Mensch. Nach der Domestizierung der Ente hat er sie zu optimieren versucht und dabei so viele Eigenschaften eingekreuzt, daß sie ihren Evolutionsvorsprung verlor: Was sie anderen Arten voraushatte, wurde ihr abgezüchtet, ohne daß sie doch mit den Stärken anderer Arten hätte konkurrieren können. Das erklärte Zuchtziel beispielsweise, die Ente schneller und schneller laufen zu lassen, vertrug sich nicht mit ihrem genetischen Programm. Der Ente ging die Puste aus – die überhätschelte Ente war am Ende.

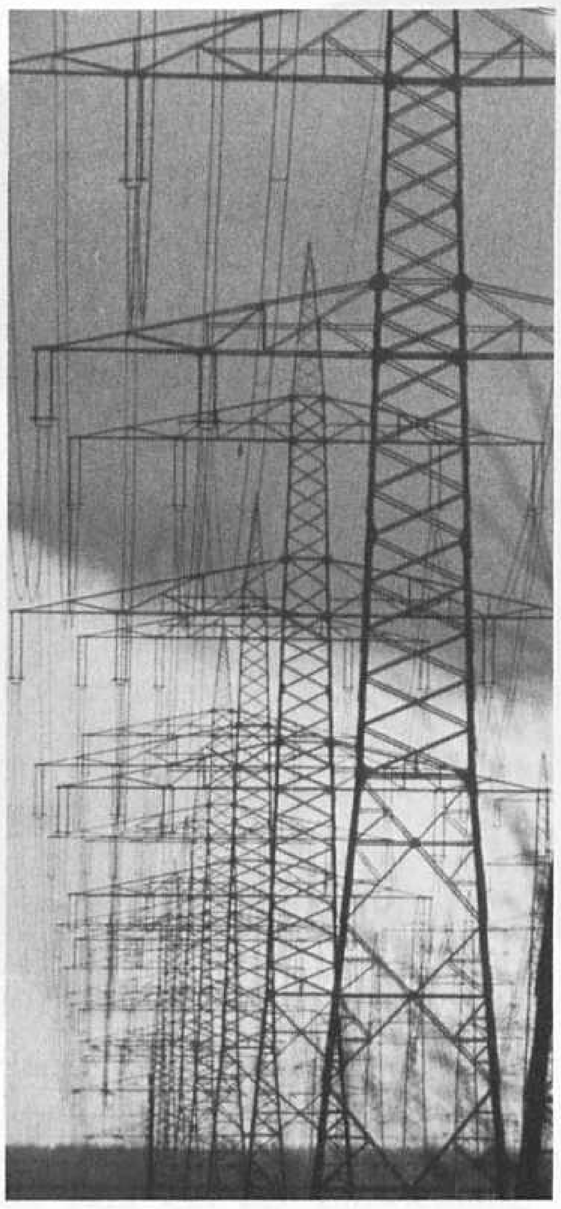
In einer Hinsicht jedoch wird die Ente wohl unsterblich bleiben: Das Evolutionswunder, das sie verkörpert, hatte sie schon zu Lebzeiten zum Objekt kultischer Verehrung werden lassen. Man darf annehmen, daß dieser Kult jene Langlebigkeit haben wird, die der Art nicht vergönnt war. *bel*

VORSCHAU

Energie ist die treibende Kraft der Zivilisation. Der Energiehunger und die Technologien, mit denen Energie erzeugt wird, sind längst nicht mehr umweltneutral. Brauchen wir so viel Energie, wie wir verbrauchen? Gibt es Energie-Alternativen? Für *Kultur & Technik* ist die Energiediskussion ein zentrales Thema: Beiträge dazu ab dem nächsten Heft. □ Kaum ein Material wurde so zum Sinnbild der Industrialisierung wie Stahl. Er wurde zum Symbol des industriellen Fortschritts: Eisenbahnen, Dampfschiffe, Brücken oder Fabrikanlagen wurden aus ihm konstruiert. Ulrich Wengenroth beschreibt die Anfänge der massenhaften Stahlherstellung. □ Mit dem programmatischen Anspruch, Kommerz und Kultur zu versöhnen, stellte sich das Londoner Design Museum der Öffentlichkeit vor. Ausstellungsobjekte sind nicht nur die Güter, sondern zugleich das mit ihnen verbundene Sozialprestige. *Kultur & Technik* hat das Museum besucht.



Frühe Bessemer-Stahlfabrik in Manchester: Die Erzeugung von flüssigem Stahl in großen Mengen prägte das Bild der Industriegesellschaften.



Mächtige Energietrassen prägen weithin das Landschaftsbild. Doch der Energiehunger stößt an deutliche Grenzen.

Design im Dienst des Konsums: Statussymbole machen die Person oft selbst zum Objekt.

Abbildungen: Ferdi Hartung/Bilderdienst Süddeutscher Verlag (r. o.); Bettmann-Firmenarchiv; form 89, Zeitschrift für Gestaltung

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 14. Jahr

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-8000 München 22, Telefon (089) 2179-1

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Dr. Walter Bauer-Wabnegg, Dr. Ernst-Peter Wiekkenberg, Peter Kunze (Deutsches Museum). Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40. Telefon: (089) 38189331 – Telefax: (089) 38189402

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38189398, Postgirokonto: München 6229-802

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Rolf Gutmann, Dr. Rudolf Heinrich, Dr. Otto Krätz, Dr. Jürgen Teichmann

Gestaltung: Uwe Göbel, D-8000 München

Papier: Phoenograndholzfrei Bilderdruck der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1, Postanschrift: Postf. 110241, D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 756091-0, Telefax: (069) 748683. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 6. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3, D-8853 Wemding

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg, D-8011 Kirchheim bei München

Kultur & Technik ist Publikationsorgan für die **Georg-Agricola-Gesellschaft** zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Tersteegenstr. 28, D-4000 Düsseldorf.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1990: Jährlich DM 36,– (incl. DM 2,36 MwSt.), Einzelheft DM 9,50 (incl. DM –,62 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-8000 München 22.

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

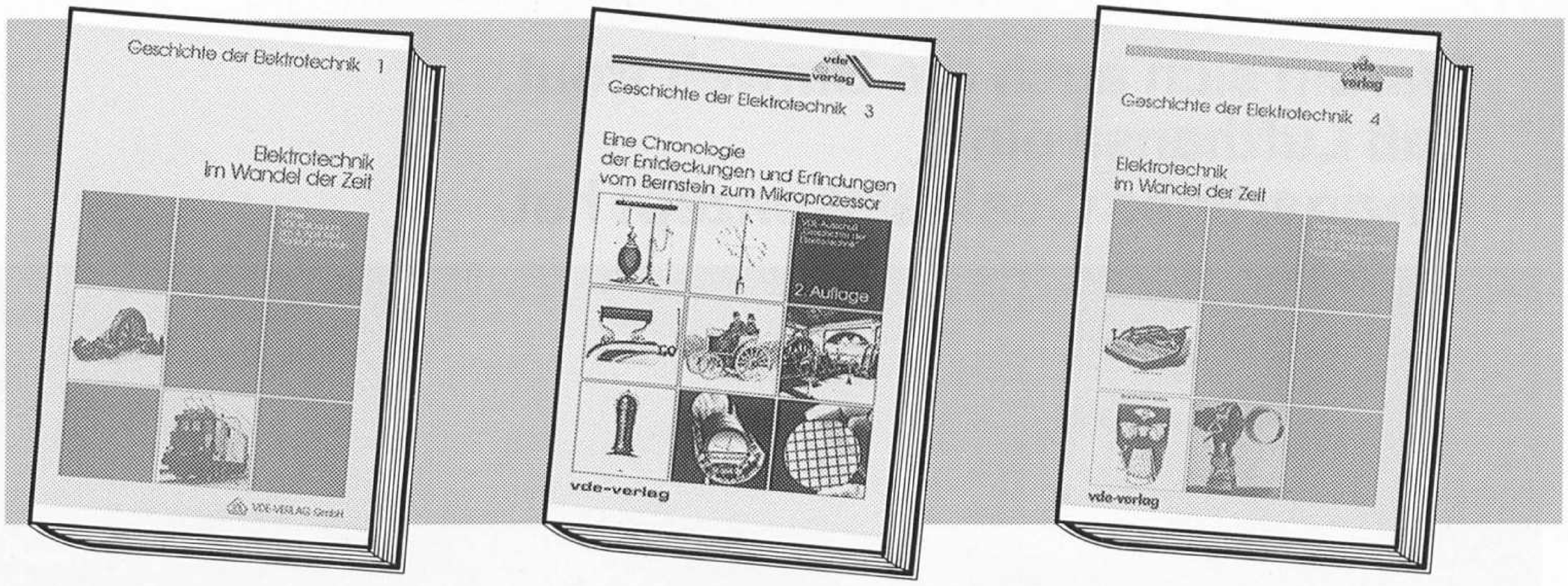
Adressenänderungen: Bei Adressenänderung wird gebeten, neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte Adresse anzugeben.

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

Beilagenhinweis: Diese Ausgabe enthält folgende Beilagen: Sigloch Edition, Künzelsau, „Die großen Erfindungen" bzw. „Leder-Ausgaben"; Leserumfrage der Redaktion „Kultur & Technik" sowie eine Teil-Beilage vom Deutschen Museum „Experimental-Vorträge".

Geschichte der Elektrotechnik



Band 1
Elektrotechnik im Wandel der Zeit
3. VDE-Kolloquium
1984, 109 Seiten, Format A5, kartoniert
ISBN 3-8007-1360-8, 58,20 DM

Band 3
Eine Chronologie der Entdeckungen und Erfindungen vom Bernstein zum Mikroprozessor
Verfasser: Hans Rudolf Johannsen
2. Aufl. 1987, 347 Seiten, Format A5, geb.
ISBN 3-8007-1454-X, 69,– DM

Band 4
Elektrotechnik im Wandel der Zeit
4. VDE-Kolloquium
Herausgeber: Dr. phil. Horst A. Wessel
1986, 141 Seiten, Format A5, kartoniert
ISBN 3-8007-1482-5, 43,– DM

Band 5
Wechselstrom-Kraftwerke in Deutschland
Der Übergang vom Gleich- zum Drehstrom
Herausgeber: Kurt Jäger
1988, 152 Seiten, Format A5, kartoniert
ISBN 3-8007-1567-8, 25,– DM

Band 6
Rudolf H. A. Kohlrausch und die Entwicklung der elektrischen Maßsysteme
Verfasser: Ernst A. Schlott, Günter Leber Albert Malkomes
1988, 85 Seiten, Format A5, kartoniert
ISBN 3-8007-1570-8, 23,– DM

Band 8
Die Entwicklung der Starkstromtechnik in Deutschland
Teil 1: Die Anfänge bis etwa 1890
Verfasser: Georg Dettmar
2. Auflage 1989 (Reprint von 1940)
348 Seiten, Format A5, geb.
ISBN 3-8007-1568-6, 59,– DM

In Vorbereitung:

Band 9
Die Entwicklung der Starkstromtechnik in Deutschland
Teil 2: von 1890 bis 1920
Verfasser: Dettmar/Humburg
1990, 432 Seiten, Format A5, geb.
ISBN 3-8007-1699-2, 68,– DM

Band 11
Elektrotechnik für mehr Lebensqualität
Herausgeber: Dr. phil. Horst A. Wessel
1990, ca. 165 Seiten

Fordern Sie unser kostenloses **Verlagsverzeichnis** an!

vde verlag

Bestellcoupon: vde-verlag gmbh · Bismarckstraße 33 · 1000 Berlin 12 · Tel. 030/34801-0

Liefern Sie mir/uns an nebenstehende Adresse
zzgl. Versandkosten

☐ Exemplar(e)
☐ Exemplar(e)
☐ Exemplar(e)
☐ Exemplar(e) **Verlagsverzeichnis**

Datum, Unterschrift

Absender:

Name, Vorname

Straße, Hausnr.

PLZ, Ort | Telefon

VDE-Bezirksverein/Mitglieds-Nr. | vde-verlag KD-Nr.

Persönliche VDE-Mitglieder erhalten bei Bestellung 10 % Rabatt.

Warum sich auch die Umwelt freut, daß Lufthansa ein einzigartiges Qualitätskonzept hat.

Es ist wesentlicher Bestandteil des Lufthansa Qualitätskonzeptes, Jahr für Jahr Milliarden in unsere Flugzeugflotte zu investieren. Allein 1989 haben wir z. B. 20 neue Flugzeuge in Dienst gestellt, darunter 8 Airbus A 310 und A 320. Und das hat auch entscheidende Vorteile für unsere Umwelt: Denn im Vergleich zu älteren verursachen die neuen Flugzeuge oft nur einen Bruchteil der Lärm- und Abgasemission. Der Airbus A 320 z. B. erzeugt beim Start einen Lärmteppich, der etwa 90% geringer ist als bei einem vergleichbaren Vorgängerflugzeug.

Und beim Treibstoffverbrauch kommt der A 320 mit 40% weniger aus. Ein anderes Beispiel dafür, wie Lufthansa anspruchsvolle Technologien zum Nutzen der Umwelt einsetzt: Als erste Fluggesellschaft der Welt haben wir ein Verfahren entwickelt, das den „Gesundheitszustand" von Triebwerken während des Fluges so gründlich und vorausschauend überwacht. Egal, wo beispielsweise eine Boeing 747-400 der Lufthansa fliegt, die Leistungsdaten ihrer Triebwerke werden kontinuierlich aufgezeichnet. Sofort nach der Datenübermittlung erfolgt in Frankfurt die Auswertung. Der verarbeitende Computer schlägt Alarm, sobald sich der kleinste Defekt auch nur ankündigt. Das dient nicht nur der Vorsorge, es trägt auch dazu bei, daß Lufthansa Triebwerke immer im optimalen Bereich arbeiten und damit sowenig wie möglich verbrauchen. Und das bedeutet eben auch ein Minimum an Schadstoffemission. Wenn Sie also beim nächstenmal beim Fliegen wieder auf Lufthansa Qualität bestehen, unterstützen Sie zugleich etwas, das bekanntlich dringend Unterstützung braucht: unsere Umwelt.

SEA LH 22/90

Lufthansa