

gesd 402

B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

2/1989



Röntgenastronomie
 Münzautomaten im Deutschen Museum
 Postfordismus. Moderne Zeiten?



Wir informieren Sie!

In den letzten Jahren ist in der Bundesrepublik viel und oft konträr über das Spielen an Unterhaltungsgeräten diskutiert worden.

Aus diesem Grund haben sich die Unternehmer aus Herstellung, Handel und Aufstellung vor zwei Jahren zur Gründung der Informationsgemeinschaft MÜNZ-SPIEL entschlossen.

Diese Gemeinschaft will auf der einen Seite das Verständnis für die Branche in der Öffentlichkeit, in Politik, Verwaltung und in den Medien durch Informationen verbessern, auf der anderen Seite durch Beratung der Branche die Qualität des Freizeitangebots in Spielstätten und an den Aufstellplätzen erhöhen.

Wenn Sie Fragen haben, schreiben Sie uns.



IMS Informationsgemeinschaft MÜNZ-SPIEL GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 13, 5300 Bonn 1

Tel.: 0228 - 22 28 03

Telex: 8 869 754 Telefax: 0228 - 21 23 39

Ich interessiere mich für

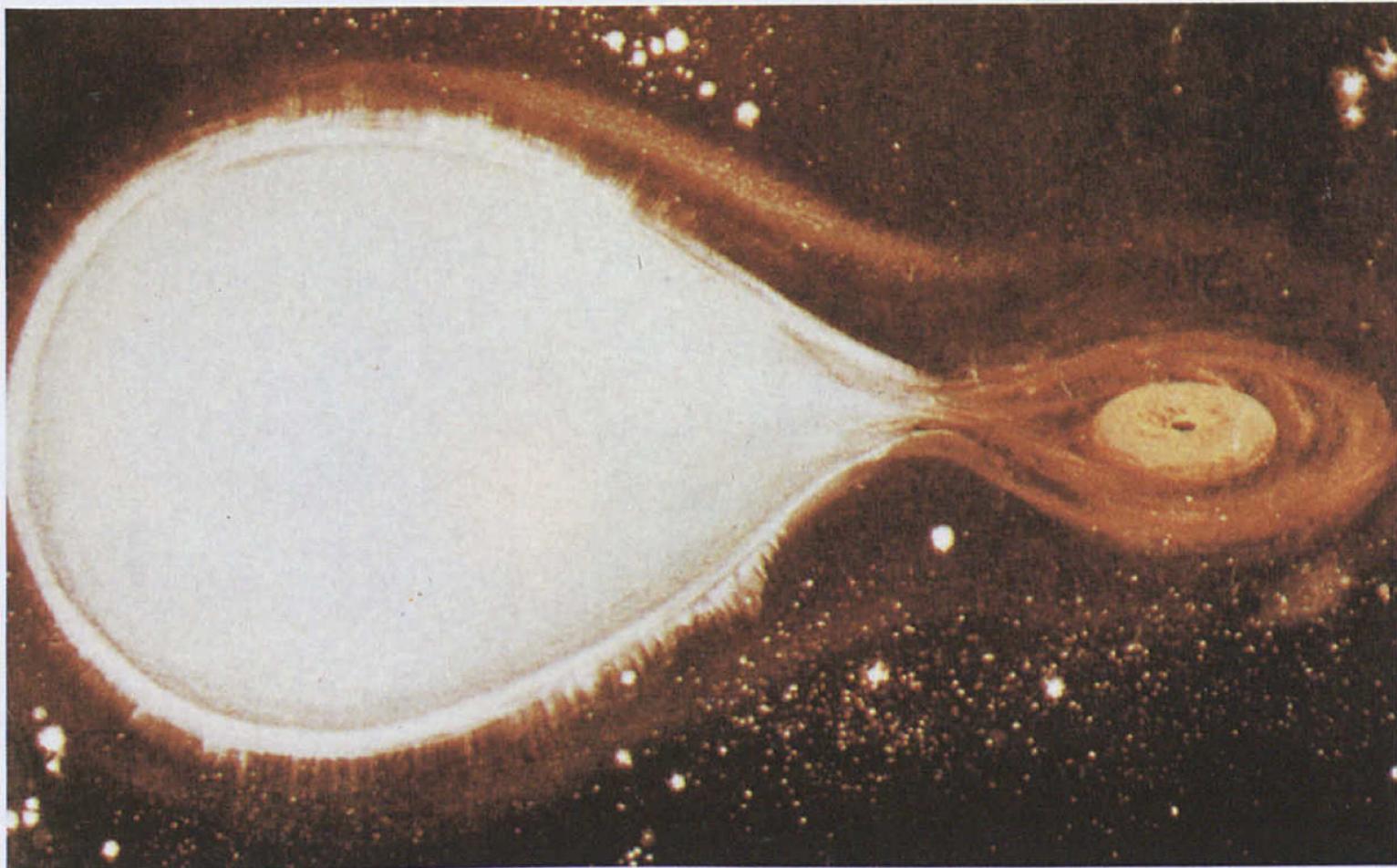
- das MÜNZspiel-Taschenbuch '89
- den Jahreskalender
- das Buch „Alte Automaten“
- die kostenlose Informationsschrift „Freizeit und Spiel“
- ein kostenloses Infopaket

Name _____

Anschrift _____

Beruf _____

INHALT



Phantombild eines exotischen Doppelsterns im Weltraum. Der große Riesenstern, links, wird durch die ungeheuren Kräfte eines ‚Schwarzen Lochs‘, rechts, verformt und verliert beständig Materie dorthin. Die sogenannten Schwarzen Löcher waren eine der bedeutenden Entdeckungen der Röntgenastronomie, die seit 40 Jahren Rätsel aufgibt und sie lösen hilft. Lesen Sie mehr darüber auf den Seiten 86 bis 95.

Titelfoto: Wurlitzer Musikautomat ‚Model 1015‘, 1946

„Es sieht fast gespenstisch aus“ Jacob Koerfers Hansa-Hochhaus	66	Klemens Klemmer
Postfordismus. Moderne Zeiten?	78	Ulrich Wengenroth
Georg-Agricola-Gesellschaft: Georg Agricola: ‚De re metallica‘	84	Hans Günter Lichtenbäumer
Mit Röntgenaugen in eine neue Welt Die Geschichte der Röntgenastronomie	87	Jürgen Teichmann, Joachim Trümper
„Wenn der Groschen fällt ...“ Münzautomaten im Deutschen Museum	99	Ulrike Gierlinger, Cornelia Kemp
Vom Physikanten zum Physiker Experimentierbücher für Kinder im frühen 19. Jahrhundert	107	Klaus-Ulrich Pech
Maß und Messen im Lauf der Zeit	114	Hans Joachim Holtz
Der Weg zum Autopilot 60 Jahre Flugreglersysteme	120	Kurt Kracheel, Adalbert Kukan
Gedenktage technischer Kultur	126	Sigfrid von Weiher
Nachrichten aus dem Deutschen Museum	129	Rolf Gutmann
Veranstaltungen des Deutschen Museums Impressum	130	



„Es sieht fast gespenstisch aus“

Klemens Klemmer

Jacob Koefers Hansa-Hochhaus in Köln

Hansa-Hochhaus.
Innenaufnahme der Flur-
und Treppenanlage, die
mit hellem Travertin
verkleidet war. (Foto:
K. Klemmer)

Blick in die Baustelle mit Ausschachtungsarbeiten und Einschalung der Säulen, April 1924. (Foto: K. Klemmer)



In nur 135 Arbeitstagen schloß Jacob Koerfer, der Architekt, Projektleiter und Unternehmer, 1924 die Rohbauarbeiten zum legendären Kölner Hansa-Hochhaus ab. Gebäude und Bauleistung sicherten ihm internationalen Ruhm und den anerkennenden Respekt der Fachwelt. Wirtschaftlicher Aufschwung und Raumnot in den Metropolen hatten ihn zu seinem Konzept, dem die Verwaltung zunächst skeptisch gegenüberstand, veranlaßt. Lesen Sie, wie und warum einer der ersten Hochhausbauten Deutschlands entstand.

Das allgemeine Konzentrationsbestreben der privaten Wirtschaft nach dem 1. Weltkrieg sorgte für eine Verschärfung des Mangels an Büroraum. Hermann Seeger hat in seiner Studie ‚Die Entwicklung des Bürogebäudes in Deutschland‘ die Verhältnisse am Beginn der 20er Jahre treffend dargestellt:

„Neben der drückenden Wohnungsnot, gegen die eine durchgreifende Maßnahme noch immer nicht gefunden werden konnte, macht sich – für den Einzelnen weniger fühlbar, für unser gesamtes

Wirtschaftsleben aber von außerordentlicher Bedeutung – ein Mangel an Büroraum in den großen Städten Deutschlands immer bemerkbarer ... Die Industrie schließt Kartelle und Trusts, große Firmen fusionieren sich, weitverzweigte Einzelunternehmungen werden zu einheitlich geleiteten Konzernen zusammengefaßt; Spitzenorganisationen von Arbeitgebern und Arbeitnehmern entstehen, um an den Brennpunkten unseres öffentlichen Lebens vertreten zu sein, und alles braucht Raum, Büroraum um jeden Preis! Man versuchte zuerst den vorhandenen Raum auf das äußerste auszunutzen und aus manchem Wohnraum wurde ein Büro. Der in der Nachkriegszeit schnell verarmende Mittelstand hat sich vielfach eng zusammenpferchen lassen, denn er konnte sich den bescheidenen Wohnungsluxus kaum mehr leisten und gab den Raum an zahlungsfähige Büroraummieter.“

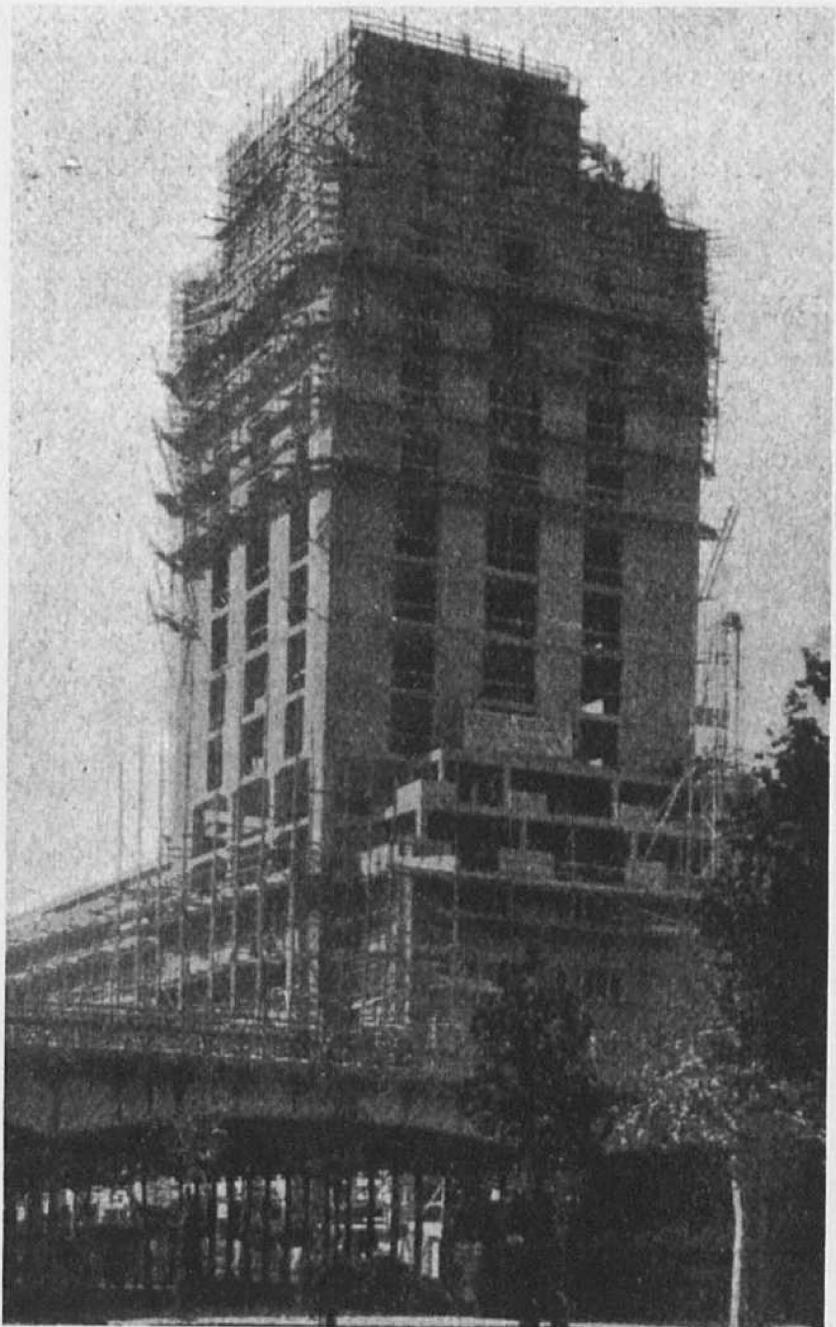
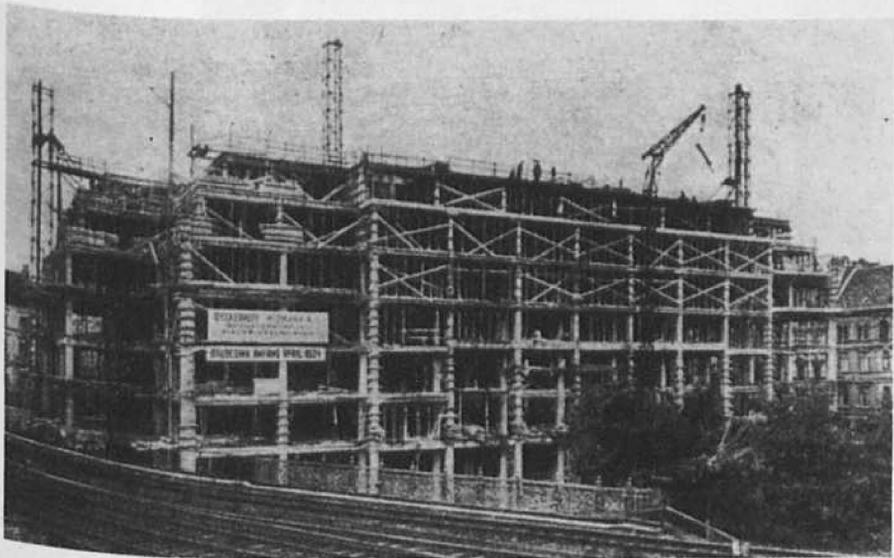
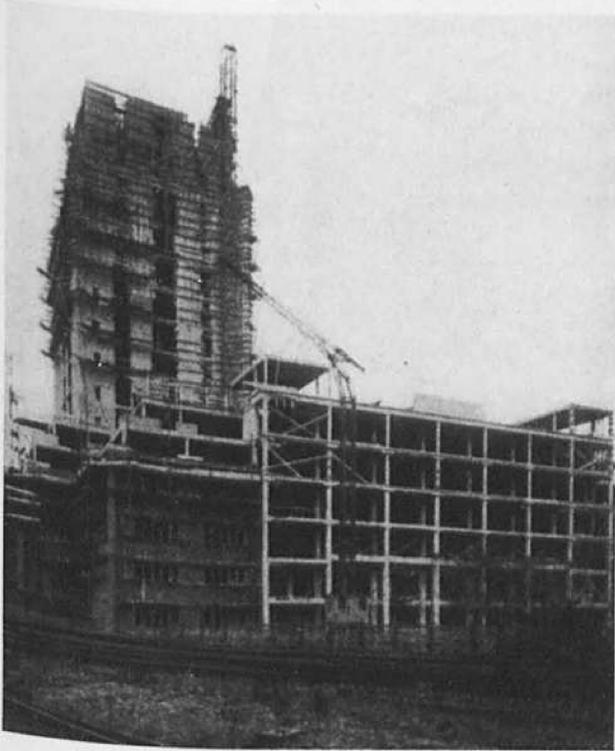
Die Aufgabe

Wie groß die Raumnot der Behörden nach dem 1. Weltkrieg war, läßt sich am Beispiel der Stadt Essen besonders deut-

lich veranschaulichen; als dort Hans Luther, der spätere Reichskanzler, 1918 sein Amt als Oberbürgermeister antrat, war die Stadtverwaltung in 75 verschiedenen Gebäuden untergebracht. Koerfer, der nicht nur Architekt war, sondern aufgrund seiner finanziellen Begabung zum Unternehmer avancierte, sah diese allgemeine Nachfrage nach preiswertem Büroraum. Und hier in Köln – der Handelsmetropole des Rheinlandes –, das nach Inkrafttreten des Versailler Vertrages (1920) entmilitarisierte Zone wurde und so als Bindeglied zwischen dem Ausland und dem übrigen Deutschen Reich fungierte, wurden die während des 1. Weltkriegs verlorengegangenen Handelsbeziehungen mit den westlichen Nachbarstaaten wieder aufgenommen; ein ungeheures Warenangebot des In- und Auslands konzentrierte sich in der Stadt, so daß hier die Nachfrage nach Büro-, Geschäfts- und Ausstellungsflächen besonders groß war.

Diese wirtschaftsgeographisch günstige Lage Kölns erklärt, warum sich Koerfer ab 1920/21 ganz dem Bau von Bürohäusern widmet, die er in erster Linie für die private Wirtschaft errichtete. Der Bau

Bauphasen des
Hansa-Hochhauses in
Köln, 1924. (Foto:
K. Klemmer)



dieser Häuser bot Koerfer, der zugleich als Bauherr seiner Bürobauten auftrat, nicht nur eine architektonisch interessante Bauaufgabe, sondern im Hinblick auf die fortschreitende Inflation war das Bürohaus eine sichere Wertanlage, die seine Kreditwürdigkeit bei Banken gewährleisten konnte, andererseits die Ausgangsbasis für den Bau weiterer Bürohäuser darstellte.

Koerfers erstes Bürohaus „Schwerthof“, das er 1921/22 in Köln am Neumarkt Ecke Zeppelinstraße in Zusammenarbeit mit Theodor Veil errichtete – übrigens ein reiner Stahlbetonskelettbau –, steht mit seinen Giebeln, Gesimsen und zierlichen Dachgauben noch ganz in der Tradition der Bürgerhausarchitektur. Der ein Jahr später entstandene Industriehof, auf einem ehemaligen Brikettlagerplatz der Stadt zwischen Glockengasse und Krebsgasse 1922/23 gebaut, verzichtete in seiner äußeren Gestaltung auf die bis dahin üblichen Gliederungsmechanismen. Hier wird die monolithische Bauweise klar in der Fassadengestaltung zum Ausdruck gebracht. Je nach Achsabstand des Stützenrasters füllen drei- oder fünfteilig gekuppelte Fenster den Raum zwi-

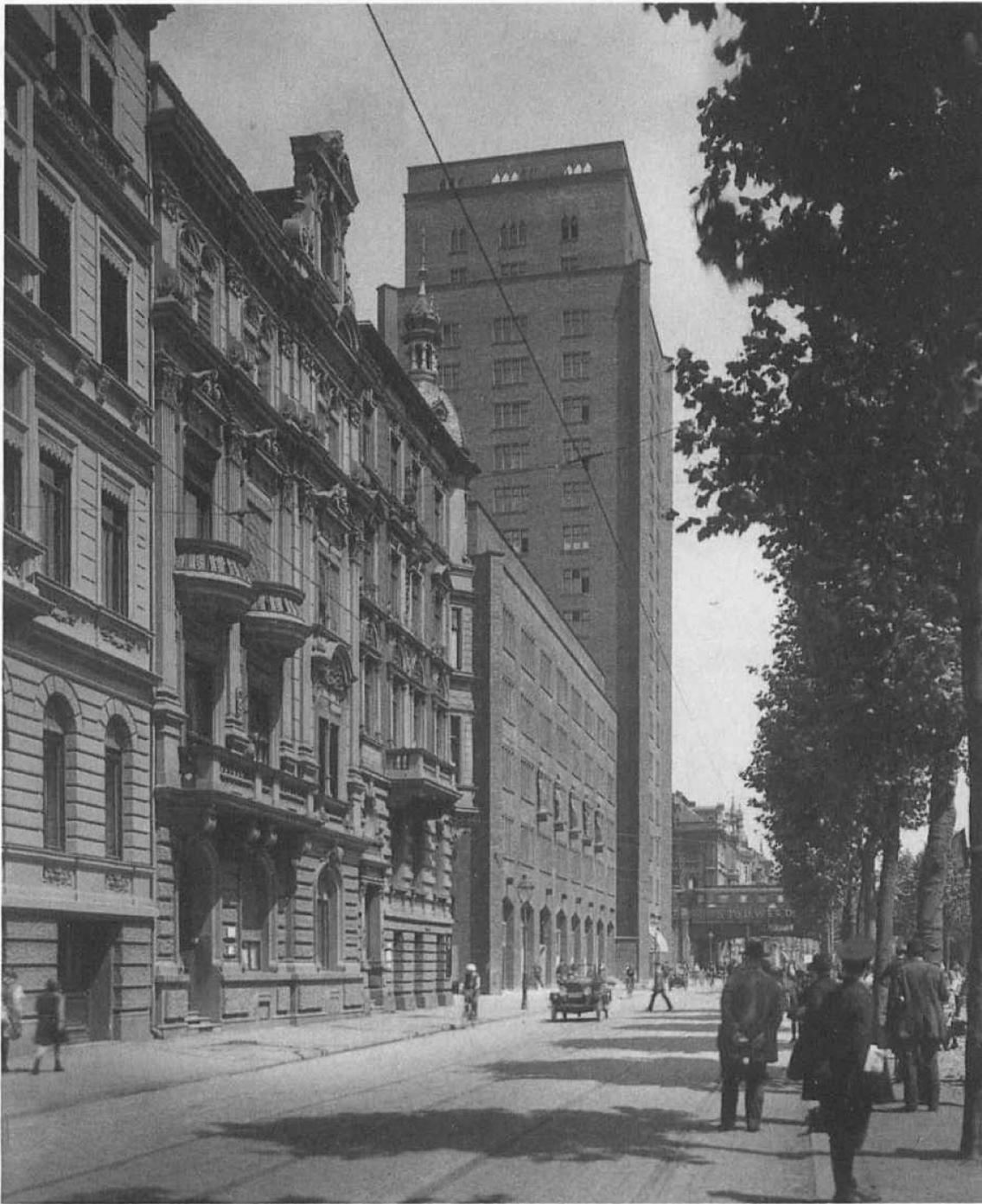
schen den Stahlbetonstützen, die in der Flucht der Außenwand liegen, um flexible Büro- und Ausstellungsflächen – je nach Bedarf des Mieters – zu schaffen.

Wie oben erwähnt, sah man im Bürohaus ein Mittel, die Wohnungsnot zu beheben. Indem aber die Nachfrage von seiten der Wirtschaft und der Behörden anhielt bzw. sich noch steigerte, entstand in Deutschland nach dem 1. Weltkrieg die Forderung nach dem Hochhaus, um – so die Argumentation – die zahlreichen über das Stadtgebiet verteilten Büros an einem Ort zu konzentrieren und so den Wohnungsmarkt wesentlich zu entlasten, wobei das Hochhaus – „triumphales Symbol der amerikanischen Stadt und der unwillkommene Eindringling in sie zugleich“ – in Deutschland immer umstritten war und zugleich bis heute als Synonym für eine moderne Architektur steht, die zur Zerstörung unserer Städte maßgeblich beigetragen hat.

Abgesehen von den Kritikern, die am Ende der 20er Jahre die wenigen Hochhäuser als Denkmäler des Irrwegs bezeichneten, teilte sich das Lager der Befürworter in zwei Gruppen, zeitlich durch den 1. Weltkrieg voneinander getrennt.

Unmittelbar vor und nach der Jahrhundertwende, als sich in den Innenstädten Europas die großen Kauf- und Warenhäuser etablierten, die dort vor allem den Wohnraum immer stärker zurückdrängten, und sich das Zentrum der Städte mehr und mehr zur Geschäftsstadt – der City – wandelte, artikuliert sich die Forderung nach dem Hochhaus, das gegenüber dem herkömmlichen Stockwerkbau in der Lage war, eine große Anzahl von Büro- und Geschäftsräumen zu konzentrieren. Doch weniger ökonomische Gründe, die erst später hinzukamen, waren für den Bau von Hochhäusern ausschlaggebend, sondern das erste deutsche Hochhaus sollte, wie es der Berliner Architekt Bruno Schmitz im Erläuterungsbericht zum Wettbewerb „Groß-Berlin“ 1910 formulierte, aus „Gründen der Schönheit“ errichtet werden.

Neben der Behebung städtebaulicher Mißstände war das Hochhaus nach dem 1. Weltkrieg vor allem ein Symbol des Wiederaufstiegs des desillusionierten deutschen Bürgertums. Bruno Möhring, Architekt und Stadtplaner, der sich schon vor dem 1. Weltkrieg mit dem Hochhausgedanken beschäftigt hatte, schrieb



Hansa-Hochhaus, Ansicht Hansaring, 1925. Der bauplastische Schmuck stammt von Franz Albermann und Joseph Pabst. (Foto: K. Klemmer)

Hansa-Hochhaus, Ansicht von den Bahnanlagen, 1925. (Foto: K. Klemmer)

Lichtspieltheater im Hansa-Hochhaus. Blick von der Bühne in den Zuschauerraum. (Foto: K. Klemmer)



1920: „Der Geist, der jetzt in Deutschland für die Hochhäuser eintritt, ist der der Ordnung und Konzentration, der Besserung, der Geist, der mit schöpferischer Sehnsucht nach dem Großen strebt und zu Arbeiten und Taten aufruft, die den Stumpfen aufrütteln sollen. Ein Volk, das nicht baut, stirbt. Bauen bringt Leben, Mut und Vertrauen.“

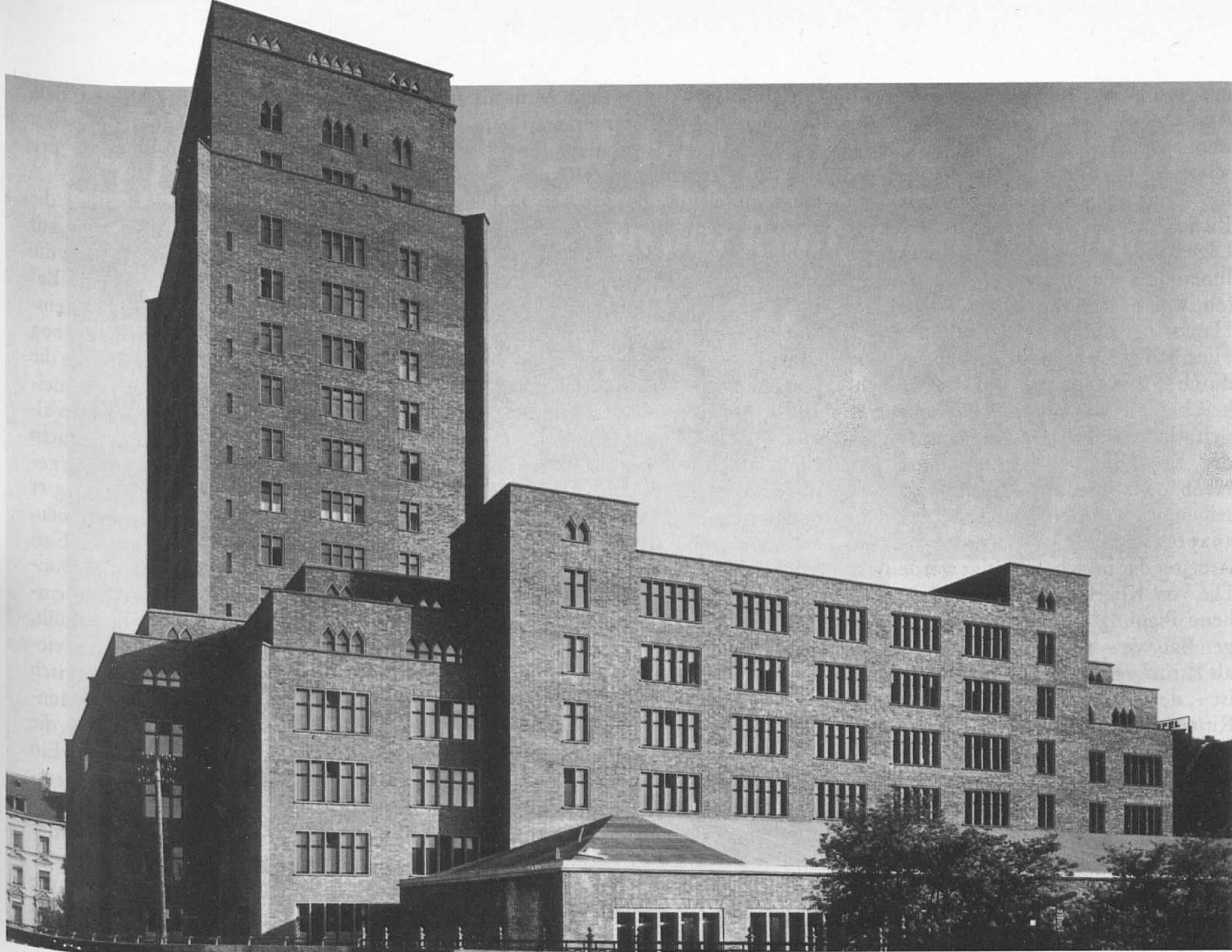
Eine regelrechte ‚Hochhausmanie‘ – Ausdruck einer „zurückgedrängten Sehnsucht nach dem Monumentalen“, wie es der Architekt Fritz Schumacher formulierte – ergriff Architekten wie Stadtverordnete gleichermaßen. Der Gesetzgeber sah sich gezwungen, den Bau von Hochhäusern, die übrigens ausschließlich für Geschäfts- und Verwaltungszwecke bestimmt waren, zu regeln. Die Genehmigung bzw. Zulassung war danach nur im Einzelfall auf dem Dispensweg möglich; von der Aufnahme allgemeingültiger Richtlinien sah man ab, um die „Erhaltung künstlerisch befriedigender Städtebilder“ zu gewährleisten; die Genehmigung blieb dem zuständigen Preußischen Minister für Volkswohl-

fahrt vorbehalten. Damit war die Bedeutung, die der Gesetzgeber in der Bauaufgabe ‚Hochhaus‘ sah, definiert und die Grundlage geschaffen, daß es die Ausnahme im Repertoire städtebaulicher Gestaltungsmöglichkeiten bleiben sollte.

Entwicklungen, wie sie in Boston, Chicago und New York stattgefunden hatten, wo eine hemmungslose Bodenspekulation die Grundstückspreise derart anwachsen ließ – so stiegen beispielsweise in Chicago von 1880 bis 1890 die Bodenpreise um das Fünffache –, daß die Rendite durch immer höhere Gebäude gesichert werden mußte, wollte man in Europa verhindern. Hier war das Hochhaus als ‚Einzelerscheinung‘ angesehen, ein probates Mittel, die Baumassen aus dem toten Gleichmaß der normalen Bauordnung herausheben zu können und damit jene Betonungen zu gewinnen – so Fritz Schumacher –, die uns heute, im Gegensatz zu früheren Zeiten, die öffentlichen Bauten nur selten geben. Ähnlich den gotischen Kathedralen, wie der Breslauer Architekt Max Berg erklärte,

sollten sie als „Tempel menschlicher Arbeit“ im Stadtbild dominieren.

Trotz vieler Wettbewerbe – fast jede deutsche Großstadt bemühte sich, in ihrem Stadtgebiet ein Hochhaus zu errichten – blieben die meisten Projekte aus finanziellen Gründen unausgeführt. Daß der Bau von Hochhäusern weit hinter den Vorstellungen der Architekten zurückblieb, hat im wesentlichen zwei Gründe: Zum einen sorgten die politischen und wirtschaftlichen Verhältnisse während der Weimarer Republik dafür, daß sich kaum Kreditgeber fanden, die bereit waren, den Bau eines Hochhauses zu finanzieren. Andererseits waren sie nicht als der Hauptverwaltungssitz großer Konzerne geplant wie ihre amerikanischen Vorbilder, sondern dienten in der Regel als Niederlassung kleiner und mittlerer Unternehmen, die eine begrenzte Anzahl von Büro- und Geschäftsräumen anmieteten. Selbst der mächtige I.G. Farben-Konzern, der 1928 eine Verwaltungszentrale in Frankfurt am Main baute, votierte in dem von ihm ausgeschriebenen engeren Architekten-



wettbewerb gegen ein Hochhaus. So wurden in Deutschland nie ‚Wolkenkratzer‘ im amerikanischen Stil gebaut.

Die Planungs- und Baugeschichte

Mit der Wahl Konrad Adenauers 1919 zum Oberbürgermeister der Stadt Köln, ein Amt, das er bis 1933 innehatte, erfolgte der Ausbau zur Großstadt, der zwar schon 1888 mit der Eingemeindung eingeleitet und nach der Jahrhundertwende mit dem Bau der großen Kauf- und Warenhäuser in der Altstadt fortgesetzt worden war, aber durch den 1. Weltkrieg vorerst sein Ende gefunden hatte. Erst ganz allmählich konnte 1919 an diese Entwicklung angeknüpft werden und der weitere Ausbau beginnen. Vor allem mit dem Bau der Messe in Köln-Deutz 1924 stärkte Adenauer nachhaltig die bereits erwähnte Stellung Kölns als Handelsmetropole des gesamten Rheinlands.

So steht der Bau des Hansa-Hochhauses in engem Zusammenhang mit der Entwicklung Kölns zur Groß-, insbesondere

zur Messestadt, denn – so Jacob Koerfer – „das Kölner Hochhaus soll nicht reinen Büro Zwecken dienen ... Bürohäuser habe die Stadt schon genug“. Schon der 1922/23 von Koerfer gebaute ‚Industrie-hof‘ war, da er die Industrie- und Reklameausstellung (IRA) aufnahm, eine „Messe in Miniatur“, auf diese zukünftige Funktion der Stadt hin errichtet worden. Da in der Altstadt kaum noch größere Baugrundstücke zur Verfügung standen, konnte ein weiteres Ausstellungshaus, das etwa der Kubatur des ‚Industrie-hofs‘ entsprach, nur noch auf einem Baugelände in der Neustadt errichtet werden, das unbebaut geblieben war, das aber zugleich in nicht allzu großer Entfernung von der Altstadt gelegen sein mußte, um die Fühlungsvorteile (Nähe von Banken, Behörden und Verkehrsknotenpunkten, zum Beispiel dem Hauptbahnhof) eines solchen Hauses nicht wesentlich zu mindern.

Am Hansaring, der 1,3 Kilometer langen Ringstraße nordwestlich der Neustadt, fand Koerfer ein geeignetes unbebautes 4000 m² großes städtisches Baugelände

vor, das 750 Meter vom Hauptbahnhof, der Hauptpost, der Bankenstraße sowie der Hohenzollernbrücke entfernt lag und somit den Anforderungen entsprach, um hier ein großes Ausstellungsgebäude aufnehmen zu können. Es diente als Kinderspielplatz, „weit entfernt durch seine Anlagen“ – so Koerfer – „mit Bäumen die Gegend freundlich zu gestalten, trug er besonders zu der Unschönheit der Örtlichkeit bei, indem er im Schwerpunkt der Gegend, bei der Eisenbahnüberführung, die Platzwand aufriß. Seinen einstweiligen Zweck als Kinderspielplatz vermochte er dabei trotzdem nicht zu erfüllen, da er dumpf und feucht und nach jedem Regen unbenutzbar ist“.

Von drei Straßenzügen – im Osten vom Hansaring, im Westen von der Maybachstraße, im Süden von der Ritterstraße – und der im Norden gelegenen Eisenbahntrasse wurde der Bauplatz begrenzt. Am 11. Januar 1924 schrieb Koerfer an den Leiter des Stadterweiterungsamtes, Oberbaurat Wilhelm Arntz, er habe „auf dem Platz die Errichtung ei-

ner Autogarage für 150 Automobile mit Autoausstell- und Zubehör-Verkaufsräumen im Parterre, in den 3 Obergeschossen Büro- und Ausstellungsläger für Engroseschäfte vorgesehen; mit Rücksicht – so Koerfer weiter – auf die Lage des Platzes mit seinem Hintergrund Ihnen die Bebauung vorschlagen zu dürfen, weil gerade durch diesen Platz der Hansaring langweilig und häßlich wirkt. Hier ist die Ringstraße unfreundlich; durch den Neubau wird diese Häßlichkeit beseitigt“. Zugleich verpflichtete er sich – bei Überlassung des Platzes – „mit der Errichtung dieses umfangreichen Neubaues sofort zu beginnen und denselben so zu fördern, daß er im Frühjahr 1925 bezugsfertig ist. Es werden 350–450 Arbeiter dadurch beschäftigt werden“.

Die von Koerfer ursprünglich vorgesehene Planung sah einen fünfgeschossigen Bau vor – wobei das 5. Obergeschoß als zurückgesetztes Geschoß ausgebildet ist –, der am Hansaring 14achsrig, an der Ritterstraße 6achsrig den Straßenraum schließt und die Formensprache des ‚Industriehofs‘ weiterführt; ja, er ist dessen konsequente Fortsetzung, so daß der Industriehof die entwurfliche Ausgangsbasis für die Gestaltung des Hansa-Hochhauses darstellt. Indem Koerfer hier auf das Walmdach als abschließendes bzw. bekrönendes Element verzichtet und den ‚Wohnhausgedanken‘ aufgibt, der beim Bürohaus ‚Schwerthof‘ noch prägend wirkt, während beim ‚Industriehof‘ schon ein Abklingen bemerkbar ist, verleiht er jetzt der Bauaufgabe ‚Bürohaus‘ eine eigenständige Form.

Am 18. Januar 1924 wurde in der Verwaltungskonferenz beschlossen, „daß der Freigabe des Platzes zwischen Ritterstraße, Hansaring, Eisenbahn und der Maybachstraße für die Bebauung mit einem Geschäftshaus grundsätzlich zugestimmt wird, unter der Bedingung, daß die Kosten für die Herrichtung eines Ersatzes des damit fortfallenden Spielplatzes von dem Unternehmer des Baues getragen werden. Desgleichen wird der Errichtung eines Teils des Gebäudes als ‚Hochhaus‘ zugestimmt, für den Fall, daß eine städtebaulich gute Lösung erzielt wird“. Damit wird erstmals Koerfers Absicht ausgesprochen, hier ein Hochhaus zu bauen.

Um die Wirkung eines Hochhauses im Stadtbild beurteilen zu können, beauftragte der Städtebauausschuß der Stadtverordneten-Versammlung am 18. Februar 1924 in Düsseldorf das bereits vollendete Wilhelm-Marx-Haus.

Gleichzeitig wurden dem Minister für Volkswohlfahrt die Unterlagen zur „Errichtung eines Hochhauses am Hansaring“ zur Beurteilung bzw. zur Genehmigung zugeleitet. Bereits am 23. Februar 1924 erteilte der Minister die Baugenehmigung zum Bau des ‚Hansa-Hochhauses‘, so daß im März mit dem Bodenaushub begonnen werden konnte. Um die entstehenden Baukosten möglichst gering zu halten, war die Herstellung des Rohbaus einschließlich des Turms von Koerfer auf 8 Monate festgesetzt worden. Dies konnte er nur erreichen, indem er die einzelnen Ausführungsarbeiten (Bodenaushub, Fundamentierung etc.) detailliert organisierte; ein Verfahren, das er schon bei seinen früheren Bürohäusern angewandt hatte, die durch ihre kurzen Bauzeiten allgemeinen Aufsehen erregten – beim ‚Industriehof‘, der über 30000 m³ umbauten Raum verfügte, betrug die Bauzeit nur 6,5 Monate.

Die ca. 60 Meter breite und 77 Meter lange Baugrube war 3,50 Meter tief. Nur in dem Bereich, wo der ca. 18 Meter breite Festungsgraben die Baugrube schräg durchzog – da man aus statischen Gründen heraus eine Einzelfundamentierung vorsah, um eine gleichmäßige Bodenpressung zu erreichen –, mußte 10,80 Meter tiefer ausgehoben werden. Aufgrund der Vorgabe einer achtmonatigen Rohbauzeit sollten im Mittel 300 m³ Erde an einem Arbeitstag gewährleistet werden. Man entschloß sich – so der technische Direktor der Dyckerhoff & Widmann AG –, von der Anwendung von Kränen abzusehen und den Boden von Hand direkt in zweirädrige Pferdekippkarren, die in Köln üblich waren, zu laden und unmittelbar abzufahren. Dadurch war es möglich, eine ausreichende Zahl von Angriffspunkten für die Erdarbeit zu schaffen und den Abtransport aus den angelegten zwei Rampen reibungslos vor sich gehen zu lassen. Es gelang auf diese Weise, bis zu 500 m³ Boden an einem Tage bei 10stündiger Arbeitszeit abzufahren.

Durch den raschen Bodenaushub und die weitgehende Mechanisierung aller Bauarbeiten – zur Bewältigung der Betonmengen setzte man Muldenkipper ein, die den auf der Baustelle hergestellten Beton über Aufzüge und Gleise auf den bereits fertiggestellten Decken in die Schalung beförderte (pro Tag wurden 465 m² betoniert) – konnten die Rohbauarbeiten für den gesamten Bau nach nur 5 Monaten (135 Arbeitstagen) abge-

schlossen werden; eine Leistung auf dem Gebiet des Stahlbetonbaus, die selbst amerikanische Ergebnisse (360 m² pro Tag) überbot.

Welche Faszination dieser Bau auf die Kölner Bevölkerung ausübte, die zur Baustelle am Hansaring pilgerte, um die Bauarbeiten zu verfolgen, belegt ein Bericht im Kölner Tageblatt vom 9. Dezember 1924: „In später Abendstunde bog ich auf meinem Wege ahnungslos um die Ecke Hansaring. Da erhob sich vor meinen Blicken das Hochhaus. Da ich an alles andere als an dieses Gebäude gedacht hatte, war mir der plötzliche Anblick geradezu packend. Aber auf jeden, mag er auch ganz vorbereitet daher kommen, wird dieses nächtliche Haus großen Eindruck machen. Rings liegt alles im Dunkeln. Gigantisch wuchtet der Turm empor; der größte Teil in Nacht gehüllt, aber hoch oben grell erleuchtet von vielen Laternen. Es sieht fast gespenstisch aus. Jetzt erkennt man auch die Menschen dort oben, winzige Lebewesen, die sich wie kleine Schatten bewegen. Ein Kran ragt ins Helle, an dem eine Last emporsteigt, Holz, das man unten im Dunkel kaum zu erkennen vermag, in der hellen Zone aber beleuchtet wird. Langgezogen klingen die Rufe durch die Nacht, laut und wie von den Wolken kommend. Viele Menschen stehen und schauen schweigend empor. Wirkt doch der Riesenbau so bei Nacht viel elementarer und gewaltiger. Alles Ablenkende verschluckt die Dunkelheit, kein anderes Haus ist deutlich und zum Maßstab bereit. Unheimlich hockt der viereckige Block des Wolkenkratzers, jäh reckt sich der Turmriese empor mit seiner hellen Kappe, die weit, weit leuchtet über die schlafende Stadt.“

Zwar hatte der Minister für Volkswohlfahrt seine Genehmigung zum Bau des Hansa-Hochhauses erteilt, aber der Abschluß des Turms war noch während der Ausführung ungeklärt. Am 31. Juli 1924 schrieb Koerfer an Oberbaurat Wilhelm Arntz: „Leider haben weder die Verhandlungen bei Ihnen, noch das zur Vorlage bei Herrn Oberbürgermeister in Eile gefertigte Modell eine Übereinstimmung in der Auffassung der Turmendingung meines Hochhauses gebracht. Ich bin mir völlig klar, welch ganz besondere Bedeutung dieser Bau für Köln hat, und werde bemüht bleiben, in zeichnerischen und plastischen Studien die beiderseits befriedigende Form zu finden. In wenigen Wochen schon hoffe ich, ein Modell des Turmkopfes zeigen zu können, das sich

Eine neue Dimension in der Röntgenastronomie



Zeiss Optik für ROSAT

Wenn der deutsche Röntgensatellit ROSAT durch Spektraluntersuchungen ausgewählter Sterne - vom winzigen Neutronensterne bis zur gigantischen Supernova - die Erkenntnisse der Astronomen und Astrophysiker über die Sternentwicklung erweitert, dann trägt auch Spitzentechnologie von Carl Zeiss dazu bei.

Carl Zeiss fertigte das Spiegelsystem für das 83-cm-Wolter-Teleskop des Satelliten, das bislang größte und leistungsfähigste seiner Art. Mit der außerordentlich geringen, für solche Spiegel noch nie erreichten Mikrorauigkeit von 0,3 Nanometer - das entspricht dem Dreifachen des Durchmessers des Wasserstoffatoms - wurde eine Auflösung erzielt, die die Auflösung aller bisher gebauten Röntgenteleskope weit übertrifft.

Die Herstellung solcher Spiegel kann wegen der extremen Anforderungen an Entwicklung, Fertigung und Meßtechnik nur Unternehmen mit hoher technischer Innovationskraft gelingen.



**Carl Zeiss
Kompetenz und Qualität**

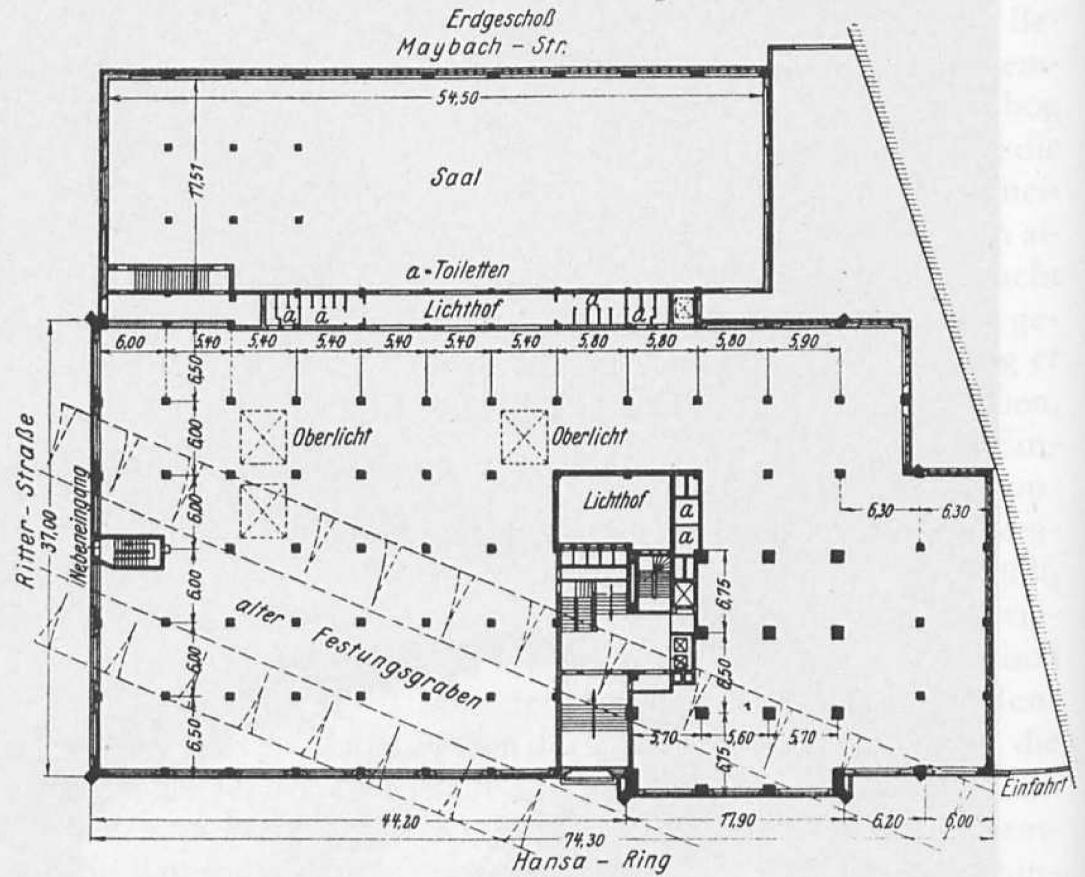
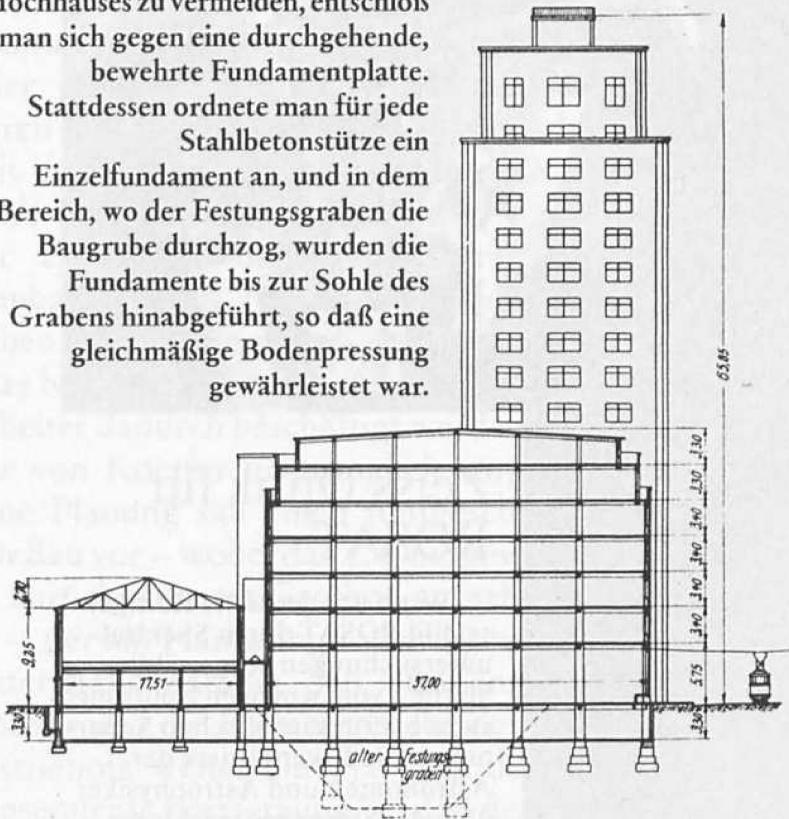


1. Falschfarben-Röntgenaufnahme des Krebsnebels.
Mit freundlicher Genehmigung des Harvard Smithsonian
Center for Astrophysics, USA.

2. Krebsnebel im sichtbaren Licht.
Mit freundlicher Genehmigung des Max-Planck-Instituts
für Astronomie, Bundesrepublik Deutschland.

Durch die nahegelegene Eisenbahntrasse, die das Grundstück begrenzte, war eine Abstufung des Hochhauses in zwei Zonen erforderlich. Im Anschluß der langgestreckte Saalbau, der das Lichtspieltheater aufnahm. Gestrichelt der Verlauf des Festungsgrabens, der die Baugrube tangierte.

Die Gründung des Hochhauses in ca. 3 Meter Tiefe auf festgelagertem Kies. In einer Breite von 20 Metern und einer Tiefe von 10 Metern tangierte ein um 1870 zugeschütteter Festungsgraben die Baugrube. Um ungleiche Setzungen des Hochhauses zu vermeiden, entschloß man sich gegen eine durchgehende, bewehrte Fundamentplatte. Stattdessen ordnete man für jede Stahlbetonstütze ein Einzelfundament an, und in dem Bereich, wo der Festungsgraben die Baugrube durchzog, wurden die Fundamente bis zur Sohle des Grabens hinabgeführt, so daß eine gleichmäßige Bodenpressung gewährleistet war.



als ausgereift präsentiert und das Ihre Zustimmung finden wird ... Das Herr Oberbürgermeister Dr. Adenauer gezeigte Modell konnte unmöglich restlos ausgereift sein; die hier gegebene Turm-Endigung stellte lediglich den Entwurf zu einer Art der Massengliederung dar.“ Erst als Koerfer die Dachausbildung des Hauptbaus – zwei zurückgesetzte Geschosse, die ein Flachdach abschließt – auf den Turm übertrug, war die Komposition in sich geschlossen, die endgültige Form gefunden.

Der Bau

Das Hansa-Hochhaus setzt sich aus drei Baukörpern zusammen: einem 3achsigen und 16geschossigen Turm sowie einem 10achsigen und 7geschossigen Hauptbau, an den sich im rückwärtigen Teil des Grundstücks ein langgestreckter, flachgedeckter Saalbau – das Lichtspieltheater – anlehnt.

Aus städtebaulichen Gesichtspunkten wurde der Turm – das eigentliche Hochhaus – aus der Mittelachse des Hauptbaus nach Norden hin verschoben. Die Asymmetrie bewirkt, daß das Hochhaus in der Achse der Hamburger Straße liegt und diese zum Hansaring hin abschließt. Außerdem findet das kräftige, horizontale Band der sich unmittelbar anschlie-

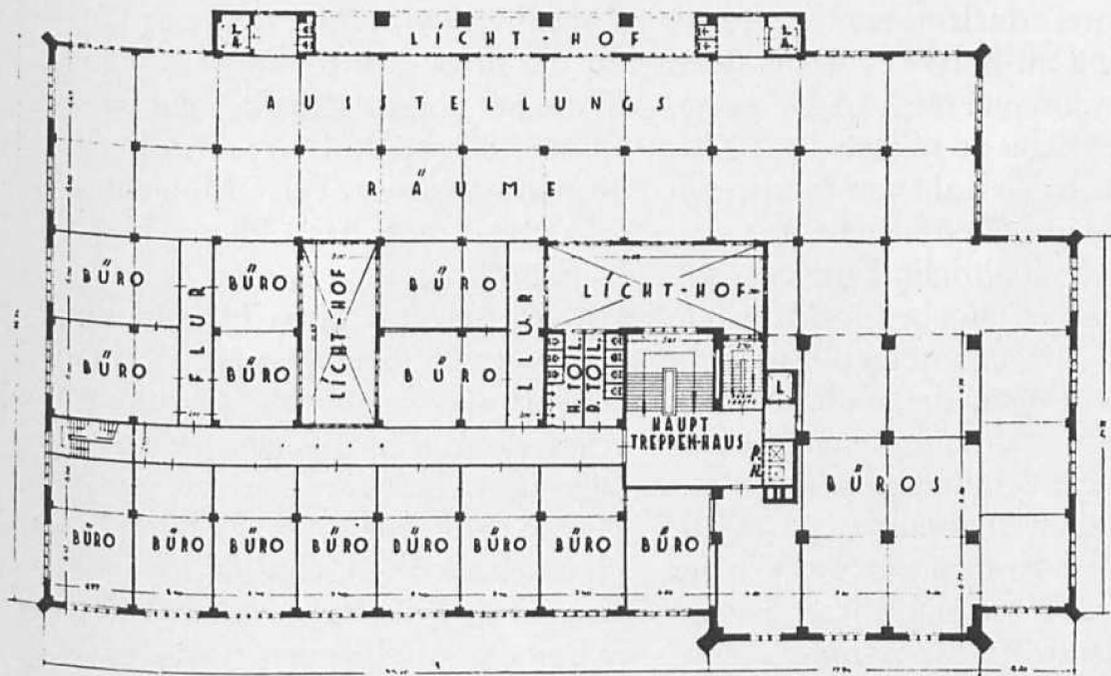
ßenden Eisenbahnüberführung sein Pendant.

Der Hauptbau tritt 2,30 Meter hinter die Fluchtlinie zurück, um den Turm, der in der Bauflucht des Hansarings liegt, kräftig hervorzuheben. Die diagonal vorgezogenen Ecken, ein Gestaltungsmittel, das die Gebrüder Gerson bei ihrem Ballnhaus in Hamburg 1923/24 erstmals angewandt hatten, verstärkt diesen Eindruck – verleiht diesem Bau etwas kantiges, begrenzt die Baumassen beziehungsweise die Baukörper scharf gegeneinander. Im rückwärtigen Teil des Hauptbaus wird der terrassenartige Aufbau von zwei Türmen, die um ein Geschloß höhergeführt sind, unterbrochen. Sie treten risalitartig aus der Bauflucht hervor und schließen die zwischen ihnen verbleibende 5achsige Fläche, so daß sie wie ein Riegel wirken, der den Hauptbau besonders akzentuiert. Koerfer erreicht damit einerseits, daß der monotone Eindruck des ca. 60 Meter langen Hauptbaus unterbrochen wird, andererseits wiederholen die beiden Doppeltürme nicht nur das Turmmotiv des Hochhauses an der Front des Hansarings, sondern sie dienen zugleich als Maßstabhilfen beziehungsweise maßstabsbildend, um das Hochhaus in seiner ganzen Masse und Größe zu erfahren und in seiner Wucht zu steigern.

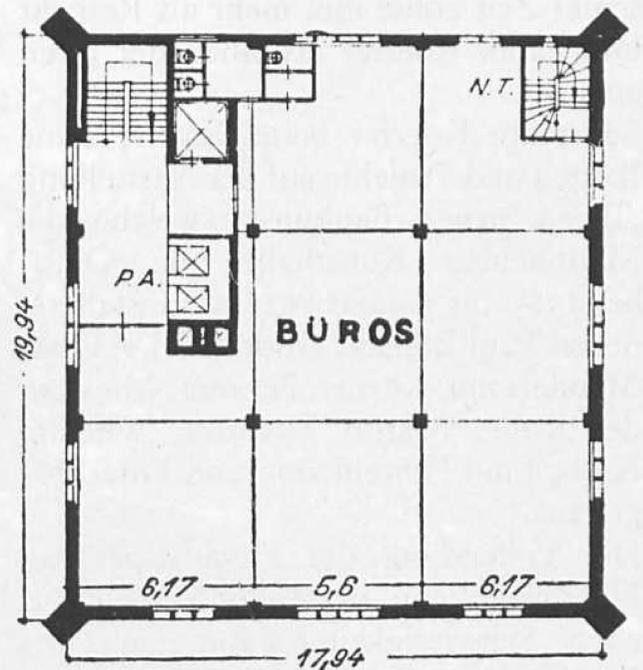
Der Grundriß des Stahlbetonskelettbau zeigt ein schmales, langgestrecktes Rechteck, aufgrund der verhältnismäßig großen Tiefe von ca. 37 Metern von zwei Lichthöfen unterbrochen. Der unmittelbar am Turm gelegene Hof belichtet und belüftet das Haupttreppenhaus, während der 2. Lichthof im Hauptbau angeordnet wurde. Das Erdgeschoß nahm Läden und Ausstellungsräume für die „Adler-Automobilwerke“ auf, so daß Koerfer hier geschloßhohe Wandöffnungen mit scheinrechten Bögen und geradem Strich vorsah, wobei die keilförmig eingesetzten Schlußsteine mit Majolikaköpfen verziert sind. Sie und die 2,30 Meter hohen, ebenfalls in der Majolikatechnik hergestellten Figuren, die auf Sockeln im 2. Obergeschoß zwischen den gekuppelten Fenstern standen, bilden den plastischen Schmuck des Hochhauses. Die Plastiken stammen von den Bildhauern Franz Albermann und Jacob Joseph Pabst, die nach dem 1. Weltkrieg bis in die Mitte der 20er Jahre die keramische Bauplastik für kurze Zeit in Köln wieder einführen.

Da das Hochhaus in erster Linie Ausstellungszwecken diente, sollten die gekuppelten Fenster – so Koerfer – „breiten Mittelpfeilern in einem Raum, die ungünstige Schatten hervorrufen, vorbeugen und durch grundsätzliche Schaffung

Grundriß des 3. bis 6. Obergeschosses. Während die rückwärtige Grundrißfläche die Ausstellungsräume aufnahm, dienten die zum Hansaring gelegenen Räume reinen Büro Zwecken. Die Abtrennung der Büros erfolgte durch Rabitzwände, die jederzeit verschoben werden konnten. Zugleich zeigt das Obergeschoß, wie Koerfer den Turm in das Stahlbetonraster integrierte.



Der Turmgrundriß wird aus 16 Stahlbetonstützen gebildet. Aufgrund des quadratischen Grundrisses reduziert sich der Anteil der Innenstützen auf vier, so daß neun Felder entstehen, die eine optimale Nutzung des Turmes ermöglichen. Die zur Versorgung des Turmes dienenden Flächen – Haupt- und Nebentreppe, Schnellaufzug und Paternosteraufzug, übrigens der längste Paternosteraufzug der Welt (26 Kabinen), WC's – wurden so disponiert, daß die Großzügigkeit der Turmgrundrißfläche erhalten blieb.



großer Einzelräume auch der Zweckbestimmung des Hochhauses Rechnung tragen“. Nur in den beiden zurückgesetzten Geschossen des Hauptbaus als auch des Turms sind die Fenster dreieckig als ‚Spitzbogenfenster‘ ausgebildet – eine Reminiszenz an das gotische Köln.

Der nahezu quadratische Turmgrundriß wird aus 9 Feldern gebildet, so daß nur 4 Mittelstützen des Mittelfeldes vorhanden sind und die Grundrißgestaltung der dortigen Büros frei gewählt bzw. disponiert werden kann. Am Ende der Achsenfolge des Hauptbaus liegt der Haupteingang, der von dem aus der Bauflucht tretenden Turm eingefasst wird. Über eine mit goldgelbem Travertin verkleidete Eingangshalle erreicht man die zweiläufige Haupttreppe, deren Treppengeländer flächig geschlossen sind. Seitlich von der Haupttreppe liegt der Paternosteraufzug (der heute noch in Betrieb ist und als technisches Denkmal unter Schutz gestellt worden ist) und der Schnellaufzug, die die vertikale Erschließung des Hauses sicherstellen. Die Läufe der Haupttreppe und die sie begleitenden Wandverkleidungen sind mit Treuchtlinger Marmor, der eine hellgelbe Tönung besitzt, verkleidet. Im Erdgeschoß, wo die Ausstellungsräume der Adler-Automobilwerke lagen, waren die Wände und

Pfeiler mit hellem, römischem Travertin und fast gleichfarbigem Razetto-Marmor verkleidet, während die Obergeschosse der Funktion entsprechend (Büro- und Ausstellungsräume) geputzt waren. Neben dem Haupteingang war in der 3. Achse des Hauptbaus ein weiterer Eingang, der zu dem Café-Restaurant und dem Lichtspieltheater, das sich – wie erwähnt – in dem Saalbau befand, führte.

Zur Einweihung des Lichtspieltheaters schrieb die in Köln erscheinende Rheinische Zeitung am 20. Oktober 1926 unter anderem: „Die Wände sind fast bis zur Decke mit Palisanderholz in leichter Gliederung vertäfelt. Ein schmaler Balkon läuft in eleganter Linie zur Bühne. Vielfach sich in die Tiefe staffelnde schwere Holzprofile lenken auf die Bühne hin, die durch einen Vorhang aus Goldstoff räumlich geschlossen ist. Der tiefe, rotbraune Ton der Vertäfelung, die ganz vergoldete Decke mit wenigen Ornamentbetonungen, die roten Bezüge der Bestuhlung bilden die wesentlichen Bestandteile der farbigen Wirkung des Raumes, der um sich bald feierlich, bald übermütig gibt, je nachdem von dem goldenen Untergrunde der Decke aus vielen Quellen bald rotes oder gelbes, oder sonst ein Licht der Regenbogenskala sich über den Saal ergießt ... der Saal allein

hat 15 000 Lampen mit einer Leuchtstärke von 80 000 Kerzen, Verdunkelungsvorrichtungen, das heißt langsames Aufleuchten und Dunkelwerden der Lichtquellen ... Vor allem aber eine Be- und Entlüftungsanlage, die nach den letzten Erfahrungen angelegt ist, die auf dem Gebiet der Theaterheizung und -Lüftung vorliegen. Aus mehreren Öffnungen an der Saaldecke wird mit Hilfe von Ventilationsmaschinen, die im Untergeschoß aufgestellt sind, ständig frische Luft, die im Winter erwärmt wird, und im Sommer gekühlt ist, mit geringem Druck eingeblasen. Die verbrauchte Luft wird aus zahlreichen Öffnungen über dem Boden des Parketts abgesaugt und durch Kanäle ins Freie befördert. Die Anlage bewirkt sechsfachen Luftwechsel. Gerade diese Einrichtung des neuen Theaters ist von unschätzbarem Wert, da sie auch bei stärkstem Besuch nach mehreren Vorstellungen stets die gleiche angenehme Tagestemperatur und den gleichen Grad von Luftreinheit zu schaffen vermag.“

Die Anerkennung

Der Bau des Hansa-Hochhauses in Köln machte Koerfer sozusagen über Nacht national wie international bekannt. Die großen überregionalen Tageszeitungen

mit ihren Bildbeilagen, die Fachzeitschriften berichten ausführlich über diesen Bau. Das Hochhaus übte eine Faszination aus, die man nur mit den Zeppelinluftschiffen vergleichen kann. Koerfer gab mit diesem Bau dem Bürgertum das Gefühl ‚wir sind wieder wer‘. Aber nicht nur Interesse wurde dem Hochhaus und seinem Architekten, dessen Ruhm es begründete, zuteil; auch die Fachwelt der international renommierten Architekten seiner Zeit zollte ihm mehr als Respekt und nahm Koerfer als einen der ihren auf.

So stellte Koerfer beispielsweise seine Bauten und Projekte auf der Ausstellung ‚Typen neuer Baukunst‘, welche die Mannheimer Kunsthalle von Oktober 1925 bis Januar 1926 veranstaltete, neben Paul Bonatz, Dudok, J.J.P. Oud, Mendelsohn, Körner, Behrens, Mies van der Rohe, Martin Elsaesser, Wilhelm Kreis, Emil Fahrenkamp und Fritz Höger aus.

Die Vollendung des Hochhauses am Hansaring kann, trotz aller wirtschaftlichen Schwierigkeiten, innerhalb des Schaffens Koerfers als erster Höhepunkt bezeichnet werden. Zugleich ist es aber auch von seiner Baumassenkonzeption – Turm, fünfgeschossiger, breitgelagerter Hauptbau mit zwei zurückgesetzten Geschossen und einem anschließenden Saalbau, der als Lichtspieltheater genutzt wird, um die Rentabilität zu gewährleisten – der ‚Prototyp‘, den Koerfer später immer wieder variierte. □

Hinweise zum Weiterlesen

Paul Goldberger: Das Hochhaus in Geschichte und Gegenwart. Stuttgart 1984.

Hiltrud Kier und Werner Schäfer: Die Kölner Ringe. Geschichte und Glanz einer Straße. Köln 1987.

Klemens Klemmer: Jacob Koerfer (1875-1930). Ein Architekt zwischen Tradition und Moderne. München 1987.

Walter Müller-Wulkow: Bauten der Arbeit und des Verkehrs (1929), Nachdruck: Architektur der Zwanziger Jahre in Deutschland. Königstein 1975.

Wolfgang Pehnt: Die Architektur des Expressionismus. Stuttgart 1973.

Jacob Koerfer (1875-1930)

Am 14. September 1875 wurde Jacob Koerfer als zweiter Sohn des Mechanikers Michael Koerfer und seiner Ehefrau Maria, geb. Küpper, in Aachen geboren. Nach dem Besuch der Volksschule, wo er durch seine naturwissenschaftlichen und künstlerischen Fähigkeiten auf sich aufmerksam machte, erhielt er seine berufliche Ausbildung im Büro des Architekten Hermann Joseph Hürth (1847-1935), der von 1872 bis zu seinem Tode Klöster und eine Vielzahl von Kirchen im Rheinland und Westfalen baute.

1900, nach elfjähriger Tätigkeit, siedelte er nach Köln über und arbeitete zunächst als angestellter Architekt beim Hochbauamt der Stadt. Koerfer, der bereits während seiner Ausbildung mit großen Bauaufgaben in Berührung kam, übernahm, erst 26jährig, den Bau der Feuerwache IV in der Vondelstraße, und nach deren Fertigstellung baute er das Kaiserin Augusta-Lyzeum II am Karthäuserwall. 1906 gründete er in Köln ein eigenes ‚Atelier für Bau- und Kunstgewerbe‘.

Sein Hauptaufgabengebiet wurde bis zum 1. Weltkrieg das bürgerliche Mietshaus, das er für das gehobene Bürgertum, aber auch als sein eigener Bauherr errichtete. Mit dem Namen Koerfer verband man im Wohnungsbau der damaligen Zeit Eleganz, Gediegenheit, Großzügigkeit in der Grundrißdisposition und eine detaillierte Ausführungsplanung, die auch den Entwurf von Interieur einbezog.

Nach dem 1. Weltkrieg begann Koer-

fer 1919 als erster mit dem Bau von Siedlungen. Die Siedlungen in Köln-Sülz (1919) und in Köln-Mülheim (1920), Blockrandbebauungen, die einen großen Binnenhof umschlossen, hatten für das Kölner Siedlungswesen Vorbildfunktion. Ab 1920 widmete er sich ganz dem Bau von Büro- und Geschäftshäusern, die er in erster Linie für die private Wirtschaft errichtete. In rascher Folge entstanden die Bürohäuser ‚Schwerthof‘ (1921/22), ‚Industriehof‘ (1922/23), ‚Mühlenhof‘ (1923/24) und das ‚Hansa-Hochhaus‘ (1924/25).

Für den Bau des Hansa-Hochhauses, den Koerfer nicht nur als Architekt entwarf und leitete, sondern für den er als sein eigener Bauherr die Finanzierung sicherstellte, erhielt er im Januar 1926 von der Technischen Hochschule Braunschweig den Grad eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber. In den darauffolgenden Jahren baute er weitere Hoch- und Warenhäuser in Aachen, Dortmund, Düsseldorf, Essen und Köln. Im Februar 1930 erhielt er eine Professur an der Technischen Hochschule Braunschweig. Im Programm für das Studienjahr 1930/31 kündigte er eine Vorlesung mit dem Thema ‚Geschäfts- und Hochbauten, ihre Architektur und Finanzierung‘ an.

Am 26. November 1930 starb Professor Koerfer an den Folgen eines Gallenleidens. In einem Nachruf der Zeitschrift *Bauwarte* heißt es über ihn unter anderem: „Für Deutschland war und bleibt er der Hochhausarchitekt.“

DER AUTOR

Dr. Klemens Klemmer, geb. 1956, Studium der Architektur an der Technischen Universität Berlin, dort auch Diplom und Promotion, arbeitet derzeit an einer Habilitationsschrift und ist als freier Architekt und Autor tätig. Mehrere Ausstellungen, Vorträge und Veröffentlichungen zur Architekturgeschichte und Denkmalpflege.

Wäre Wasser so klar wie unser Glasfaserkabel, bräuchte er keine Lampe.



Um Informationen kilometerweit unter der Erde zu transportieren, müssen Glasfaserkabel die Lichtsignale nahezu ungedämpft weiterleiten. Sie sind deshalb aus hochreinem Quarzglas gefertigt.

Spitzentechnologie von ANT sorgt dafür, daß die Signale, die von leistungsstarken Halbleiter-Lasern blitzschnell auf den Weg geschickt werden,

am Ende auch sicher erkennbar sind. Wie Informationen bestens übertragen werden, macht ANT in aller Klarheit deutlich.

ANT Nachrichtentechnik GmbH
Gerberstraße 33, 7150 Backnang
Telefon 07191/13-0



*Fertigung der Lichtwellenleiter-Kabel im
ANT-Werk Offenburg.*

ANT
Nachrichtentechnik

POSTFORDISMUS MODERNE ZEITEN?

Ulrich Wengenroth

Garantieren neue Technologien harmonischere Produktionsmethoden, erleben wir das Ende der Massenproduktion? Generationen nach Henry Ford scheinen integrative Arbeitsformen den Menschen am Fließband zu verdrängen. Der Autor relativiert die Utopien des Postfordismus anhand der jüngeren Geschichte dezentraler Arbeitsformen.

Eine der elegantesten Methoden, sich des Unbehagens an überkommenen Werten und gesellschaftlichen Formen zu entledigen, ist, sie zu Bestandteilen einer abgeschlossenen Epoche der Vergangenheit zu erklären. Diesem zur Zeit offenbar weitverbreiteten Bedürfnis verdankt das Präfix ‚post‘ seine Popularität in Architektur, Kunstkritik und Philosophie, wo heftige Debatten zwischen den Parteien der ‚Moderne‘ und der ‚Postmoderne‘ um die Bestimmung des ‚Zeitgemäßen‘ stattfinden. Wenngleich Techniker und Ökonomen gemeinhin gegenüber solchen Kontroversen einen möglichst großen Abstand wahren und ihre Verachtung geistig-kultureller Zukunftsvision meist nur sehr notdürftig verhüllen, so

DER AUTOR

Ulrich Wengenroth, Dr. phil., geb. 1949, ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Europäische Geschichte in Mainz und Lehrbeauftragter für Technikgeschichte an der Technischen Hochschule Darmstadt. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen auf dem Gebiet der Geschichte der Elektrotechnik und Schwerindustrie im 19. und 20. Jahrhundert.

Das Highland Park Werk in Dearborn/Detroit war 1911 die Geburtsstätte moderner Montagetechnik. Zunächst wurde die Magnetradfertigung auf Fließbandbetrieb umgestellt, hier eine Aufnahme von 1913. Nach Aufteilung des Montagevorgangs in Einzeloperationen konnte die Fertigungszeit von 20 auf annähernd 5 Minuten gesenkt werden. Später wurde auch die Endmontage auf das neue System umgestellt. Jedoch vergingen rund sieben Jahre, bis die Gesamtanlage reibungslos lief. (Originalfoto Ford)



sind manchen unter ihnen wegen der anhaltenden Beschäftigungsprobleme in den Industrieländern doch auch Zweifel gekommen, ob unsere Produktionsmethoden noch ‚zeitgemäß‘ sind.

Die drängendste Frage ist nicht mehr, wie noch vor einem Jahrzehnt, ob es eine moralisch gute und eine verwerfliche Technik gibt, in die Herrschaft gleichsam schon eingebaut ist. Angesichts der Arbeitslosenheere in Westeuropa und Nordamerika und der nachdrängenden Konkurrenz der sogenannten Schwellenländer auf dem Weltmarkt besteht vielmehr die Sorge, ob die hochindustrialisierten Gesellschaften künftig überhaupt noch in der Lage sein werden, ihr Arbeitskräftepotential zu nutzen. In dem gleichen Maße, wie die industriellen Grundpfeiler hundertjährigen wirtschaftlichen Erfolges, die Textil-, Stahl-, Auto- und jetzt auch schon Elektronikindustrie, vor allem nach Südostasien abwanderten, wuchs die Gewißheit, daß in den alten Zentren das Ende der Massenproduktion nahe sei. Das Synonym für Massenwohlstand durch extreme Arbeitsteilung und Spezialisierung, dem Henry Ford den Namen und mit seinem Automodell T das erste Symbol gab, hat Glanz verloren und scheint endgültig auf das reduziert, was uns Charlie Chaplin als ‚Moderne Zeiten‘ vorgeführt hat. Wer wollte da nicht postmodern oder genauer postfordistisch werden?

Utopien?

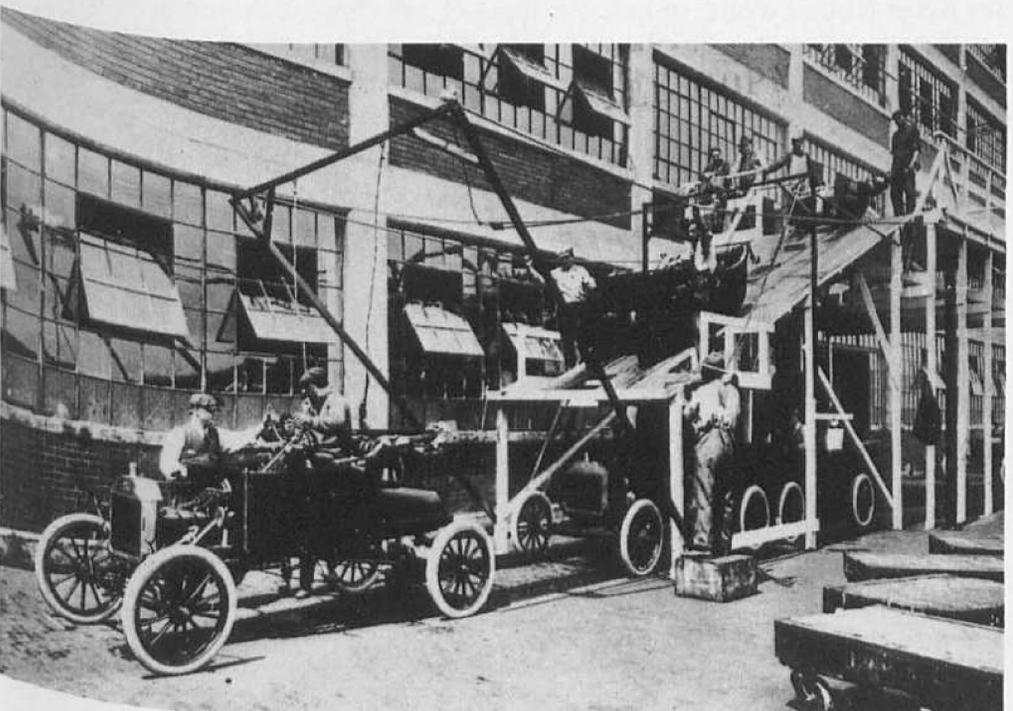
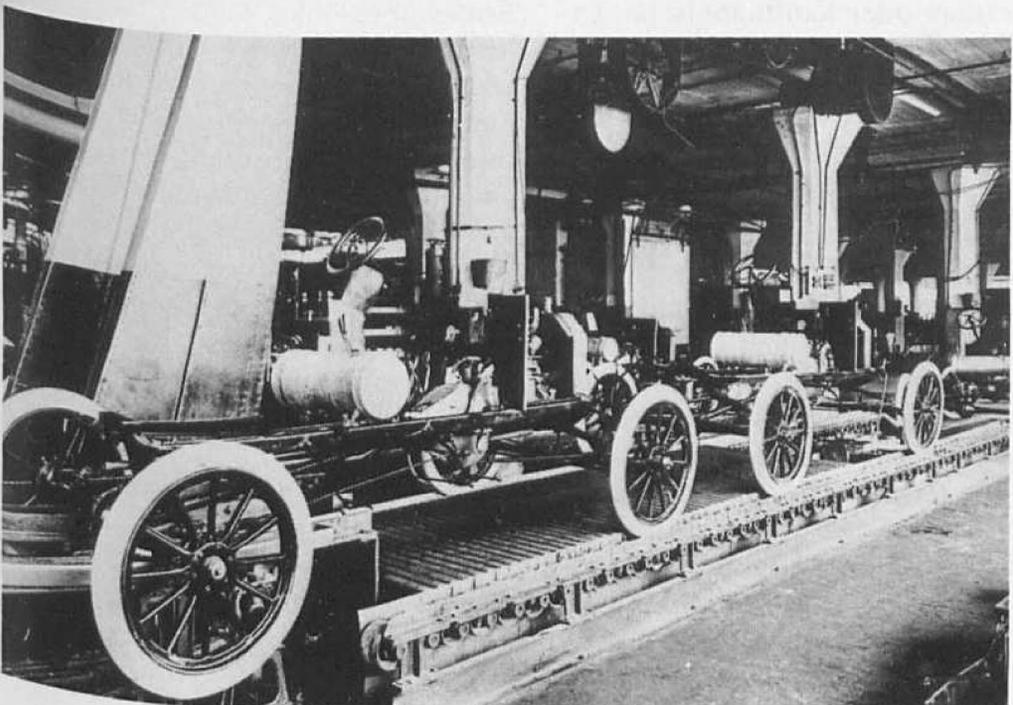
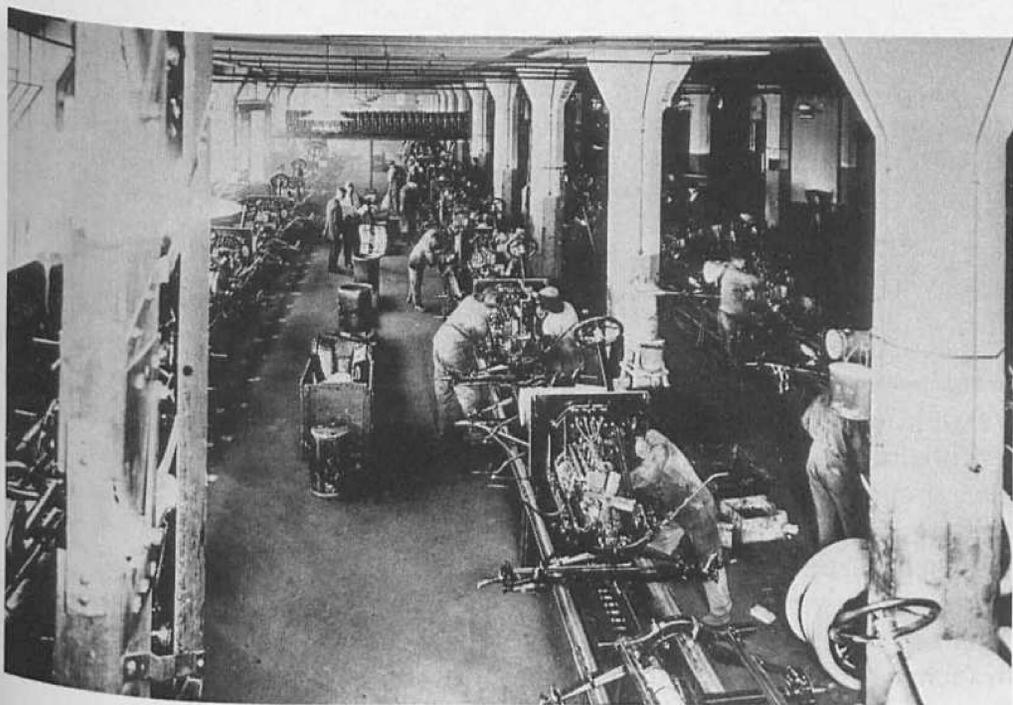
An prinzipiellen Gegnern des Fordismus, der ja auch nur der mit einem Namen versehene er-

ste Höhepunkt einer über hundertjährigen Entwicklung industrieller Produktion ist, hat es nie gefehlt. Doch fühlten diese sich meist einem Kulturpessimismus verpflichtet, der den Ausweg nur im Zurück zu einer vorindustriellen Idylle sah. – Sozialisten und Kommunisten störten sich dagegen meist nur an den Eigentumsverhältnissen in Fords Fabrik, während sie von Lenin bis Brecht deren Fabrikationsmethoden und Produkte durchaus bewunderten. – An einer positiven Überwindung des Fordismus zu neuen, effizienteren Produktionsformen waren und sind solche Fortschrittsskeptiker dagegen nicht interessiert, so daß ihre Zukunftsentwürfe auch kaum das Etikett ‚Postfordismus‘ für sich beanspruchen dürfen. Ganz anders sieht das jedoch bei einer aus den USA kommenden Schule radikaler Ökonomen aus, die uns für die Zeit nach dem Ende der Massenproduktion eine verheißungsvolle Zukunft auf der Basis flexibler Spezialisierung in einer Vielzahl kleiner selbständiger Betriebe verkünden.

Der Fortschritt der Computertechnologie, so die zentrale These, macht die Zusammenballung der Produktion in riesigen Fabriken überflüssig. Die Zukunft gehöre kleinen Unternehmen, in denen hochqualifizierte Arbeitskräfte mit vielseitig programmierbaren intelligenten Maschinen die stets neuesten Komponenten für unsere immer komplexeren Konsumgüter herstellen. Damit würde sowohl die menschliche Öde repetitiver Teilarbeit überwunden als auch die nachdrängende Konkurrenz der neuen Massenproduzenten in

den Billiglohnländern abgehängt. Der Schlüssel zu dieser schönen neuen Welt selbständiger Produzenten mit abwechslungsreicher Arbeit sei die neue Technologie der elektronischen Datenverarbeitung und Steuerung, die, richtig angewandt, nicht nur gesellschaftspolitisch, sondern auch ökonomisch bessere Ergebnisse bringen soll als die starre Spezialisierung in den riesigen Fabriken des fordistischen Zeitalters. Hier in Deutschland wurden vertraute Wahrheiten gewerkschaftlicher Technikfolge-Abschätzungen durch die zwar differenziertere, in ihrem Optimismus gleichwohl in eine ähnliche Richtung denkende Studie von Horst Kern und Michael Schumann über das ‚Ende der Arbeitsteilung‘ (München 1985) ins Wanken gebracht.

Nun ist es nicht das erstmal in der Geschichte des Industriezeitalters, daß mit dem Auftauchen einer neuen Technologie auch neue gesellschaftliche Utopien auf deren Basis entstanden oder, oftmals richtiger, alte Utopien mit neuer Technik in ein fortschrittliches Gewand gekleidet wurden. Das Vertrauen darauf, daß der technische Fortschritt selbst die Mittel zur Überwindung seiner problematischen Resultate bereitstellen würde, gab es auch schon im 19. Jahrhundert. Der Postfordismus hat also seine Geschichte, und sie wurde zum Teil von den gleichen Leuten geschrieben, die den Fordismus mitschufen und damit ihren eigenen Utopien den Boden entzogen. Ein besonders eindrucksvolles und der aktuellen Diskussion in vielen Aspekten verwandtes Beispiel bieten die Erwartun-



An einem Seil wurden die Fahrgestelle des Ford-Modells T durch die Werkshalle gezogen, bis außerhalb der Halle die Endmontage Fahrgestell und Karosserie vereinte. (Originalfotos Ford, 1914)

gen, die sich über viele Jahre an die Elektrifizierung der handwerklichen und industriellen

Produktion knüpften. Sie sollen hier im Zeugnis dreier herausragender Industrieller vorgestellt werden: Gian Battista Pirelli, Werner Siemens und Henry Ford, die den Weg in eine bessere Zukunft zumindest zeitweise auch in der Überwindung der zentralisierten Massenproduktion sahen.

Gian Battista Pirelli

Zunächst zu Gian Battista Pirelli, der aus dem laizistischen Industriellenmilieu Mailands stammte und Gründer eines der größten und frühesten multinationalen Unternehmen Italiens wurde. Er hatte am Mailänder Polytechnikum studiert und 1871 als bester Absolvent seines Jahrganges eine Studienreise durch die wichtigsten Industrieregionen Kontinentaleuropas gewonnen. Seine programmatischen Schlussfolgerungen aus dieser Reise faßte er in einem Artikel über seinen Besuch der Kruppschen Gußstahlfabrik in Essen zusammen. Nach seitenlanger Bewunderung der technischen Spitzenleistungen bei Krupp und der fast schon militärisch perfekten Organisation der Arbeitsabläufe, schloß er diesen Bericht mit sehr skeptischen Bemerkungen über die Zukunft der Fabrikindustrie.

Zwar erkannte er ausdrücklich die großen Leistungen Krupps für seine Arbeiter, wie Konsumanstalt, Werkwohnungen und Häuser, betriebliche Kranken-, Witwen- und Rentenversicherung usw., an, bezweifelte jedoch, ob dies auf Dauer genügen werde, um die Arbeiter für ihre verheerenden Arbeitsbedingungen, wie sie in den Fabriken damals herrschten, zu entschädigen. Daß die Arbeitsbedingungen so verheerend waren und zu vielen Stresskrankheiten führten, hielt Pirelli für ganz unvermeidlich. Doch sei es auch im vorbildlichen Falle Krupps nur ein Kurieren an den Symptomen, wenn z. B. den Arbeitern, die nur mit Hilfe großer Mengen von ‚bibite nervose‘ (anregenden Getränken) über den Tag kommen, gratis Kaffeekekchen eingerichtet werden.

Eine dauerhafte Lösung und Abwendung des drohenden Aufbruchs war in seinen Augen nur von einer neuen Technologie und einer völlig veränderten Organisation der Produktion zu erwarten. In eine moderne Terminologie übersetzt, liefen seine Vorschläge letztlich auch auf eine flexible Spezialisierung auf der Grundlage neuester Technik hinaus; sie seien darum ausführlich zitiert: „Die kleine Industrie möge den festen Regeln der Arbeitsteilung und Spezialisierung folgen; an die Stelle einer einzigen, riesigen Gruppe möge ein Konglomerat von Teilgruppen treten, und ein belebender Hauch wird den kleinen und zerstreuten Fa-

briken (opifici), die mit neuer Lebenskraft unter der zerstreuten Bevölkerung aufblühen werden, neue Energie zuführen. Und jene Wissenschaft, die die Spindel und den Webstuhl dem Heiligtum der Familie entwendete, ist vielleicht nicht mehr weit von der Krönung ihres Gebäudes: die Überwindung der Fraktionierung der Arbeit und die Wiederherstellung der häuslichen Industrie. Mit der Übertragung der Antriebskraft über große Entfernungen und mit dem kleinen wirtschaftlichen Motor beginnt schon das Morgenrot dieses schönen Tages aufzuleuchten; es wird der Mittag kommen, und jene gefährlichen Lästler der Gesetze der Menschheit, fanatische Träumer eines zersetzenden Kommunismus, werden aufhören, sich zu Beschützern der Leiden anderer zu machen, während die wahren Freunde des menschlichen Fortschritts mit Jubel die Herankunft der Erlösung und des Friedens feiern werden, die Kapital und Arbeit, gelenkt von Verständigkeit und Liebe, als Gäste zu brüderlichem Bankett laden wird.“ (aus Gian Battista Pirelli: La fabbrica d'acciajo fuso del sig. Federico Krupp ad Essen)

Die nächsten Jahrzehnte seines Lebens verbrachte Pirelli dann allerdings damit, ein industrielles Imperium zu errichten, dessen Rückgrat die Produktion von Kabeln für die ‚Übertragung der Antriebskraft über große Entfernungen‘ war.

Werner von Siemens

Werner Siemens, unser zweiter Zeuge, war auf diesem Weg schon weiter fortgeschritten. Er gehörte mit seinem Unternehmen bereits zur Spitzengruppe der deutschen Industrie, als er 1886 in Berlin seinen Vortrag ‚Über das naturwissenschaftliche Zeitalter‘ hielt. Ganz im Sinne Pirellis hieß es bei ihm: „Große Maschinen geben die mechanische Arbeitsleistung bisher noch viel billiger als kleine und die Aufstellung der letzteren in den Wohnungen der Arbeiter stößt außerdem noch immer auf große Schwierigkeiten. Es wird aber unfehlbar der Technik gelingen, das Hindernis der Rückkehr zur konkurrenzfähigen Handarbeit zu beseitigen und zwar durch die Zuführung billiger mechanischer Arbeitskraft, dieser Grundlage aller Industrie, in den kleinen Werkstätten und Wohnungen

der Arbeiter. Nicht eine Menge großer Fabriken in den Händen reicher Kapitalisten, in denen ‚Sklassen der Arbeit‘ ihr kärgliches Dasein fristen, ist daher das Endziel der Entwicklung des Zeitalters der Naturwissenschaften, sondern die Rückkehr zur Einzelarbeit!“ (aus Werner Siemens: Das naturwissenschaftliche Zeitalter). Siemens gebot damals über annähernd 4000 Beschäftigte und wählte diesen Vortrag zwei Jahre später für eine Sammlung seiner bedeutendsten Schriften und Reden aus, die er Kaiser Friedrich III. vorlegte, um damit seine Nobilitierung zu betreiben.

Allerdings stand Siemens mit diesen für einen erfolgreichen Großindustriellen doch recht erstaunlichen Ansichten damals schon inmitten einer breiten Diskussion um die sozialpolitischen Vorzüge des Elektromotors und dessen künftiges Einsatzgebiet. Aus dem Traum Pirellis war mittlerweile ein handfester Absatzmarkt geworden, den es gegen konkurrierende Antriebstechniken wie den Heißluftmotor oder mehr noch die Gasmaschine zu verteidigen galt. Dennoch wäre es allein zur Propagierung der Elektroenergie und damit der ganzen Palette von Siemensprodukten nicht erforderlich gewesen, das „kärghliche Dasein der Sklassen der Arbeit“ in den Fabriken zu beklagen. Wir müssen diesen Industriellen schon abnehmen, daß sie der selbstgeschaffenen Fabrikwelt innerlich gespalten gegenüber standen und auf Formen der Arbeitsorganisation sannen, die bei gleicher Produktivität für den Unternehmer einfacher zu führen waren.

Was den Arbeitern an ihrem Schicksal unerträglich war, erschien besorgten Industriellen auf Dauer zu gefährlich. Das idealisierende Bild des selbständigen Handwerkers, so scheint es, gewann mit fortschreitender Industrialisierung und Arbeitsteilung immer mehr an Anziehungskraft. Allerdings war es eine beschränkte Selbständigkeit, die die großindustriellen Vertreter der ‚Rückkehr zur Einzelarbeit‘ im Sinne hatten. Denn bei aller Dezentralisierung der Produktion war nie die Rede von einer entsprechenden Dezentralisierung der Kontrolle über die Produktion. Davon, daß diese neuen kleinen Betriebe in voller Autonomie auch auf eigene Rechnung und nach eigenem Plan arbeiten, war nie die Rede.

Besonders deutlich wird dies schließlich bei Henry Ford.

Henry Ford

In den frühen zwanziger Jahren begann Henry Ford, Pläne für die Dezentralisierung seiner Produktionsstätten in Highland Park und am River Rouge zu entwerfen und – im Unterschied zu Pirelli und Siemens – auch in die Tat umzusetzen! Die Überlegungen hierzu erläuterte er in dem Kapitel ‚Zurück zur Dorfindustrie‘ seines zweiten deutschen Buches mit dem beziehungsreichen Titel ‚Das große Heute – das größere Morgen‘. Technische Grundlage der Dezentralisierung war für ihn ebenfalls die Elektrotechnik.

Auch Henry Ford beginnt mit einer Schilderung der üblen Auswüchse des Fabriksystems seiner Zeit und der gedrückten Lage der meisten Fabrikarbeiter. Wohltätigkeit als einzige Abhilfe verwirft er ebenso wie fünfzig Jahre zuvor Pirelli, denn „Wohltätigkeit vertuscht nur Krankheitserscheinungen, die man heilen sollte und die sich auch kurieren lassen.“ Zwar konnte er sich rühmen, „die Schwierigkeiten im Umgange mit einer großen Belegschaft ... überwunden [zu haben], aber das genügt nicht. Es ist besser, Schwierigkeiten zu vermeiden, als sie zu überwinden, und wir finden es nicht nur einfacher, kleinere Fabriken zu leiten, sondern – und das ist das wichtigste – die Produktionskosten in den kleineren Werken sind auch geringer.“ Das war das entscheidende Kriterium für die Durchführbarkeit seiner Pläne, die Elle, an der eine Technik letztlich zu messen war.

Zur Umsetzung dieser Idee hatte Ford entlang des River Rouge die Konzession für eine ganze Reihe von Wasserkraften – alte Mühlenkonzessionen – aufgekauft und dort mit modernen Turbinen kleine Elektrizitätswerke errichtet, die die Antriebskraft für kleine Fabriken mit 11 bis 350 Arbeitskräften lieferten, die ausschließlich aus der ländlichen Umgebung rekrutiert wurden und daneben in der Regel eine eigene Land- oder Gartenwirtschaft hatten. Für Farmarbeiten erhielten die Arbeiter Urlaub, wurden jedoch bei der Mechanisierung ihrer Betriebe unterstützt, um ihre Abwesenheit von den Fordschen Werkstätten zu verkürzen.

Diese kleinen Fabriken waren modern ausgerüstet und hochspezialisiert, so z. B. auf Ventile, Vergaserteile, Spiralbohrer und anderes. Die Produktionskosten lagen nach Fords eigenen Angaben regelmäßig unter denen seines Werkes in Highland Park, zumal die Fabriken sich weitgehend selbst organisierten. „Die Verwaltung dieser Werke und die Buchhaltung sind außerordentlich simpel. Die Listen zeigen, wieviel Material hereinkommt, wie viele fertige Artikel hinausgehen und wieviele Leute beschäftigt werden. Etwas anderes brauchen wir nicht zu wissen ... Keines der Werke hat Bureau-räume oder kaufmännische Angestellte. Sie sind überflüssig, und das bedeutet wieder eine Kostenersparnis.“

Und schließlich zur Technologie: „Es ist durchaus nicht unmöglich, daß mit Hilfe automatischer maschineller Einrichtungen und eines ausgedehnten Kraftnetzes die Erzeugung mancher Artikel in das Haus selbst verlegt werden kann. Die Welt ist von der Heimarbeit zur Handarbeit in der Werkstatt und weiter zur Kraftarbeit in der Werkstatt fortgeschritten, jetzt kommen wir vielleicht zur Kraftarbeit im Hause.“ Für den Transport der Halbfertigprodukte von einer Verarbeitungsstätte zur nächsten entlang des River Rouge wollte er in letzter Konsequenz den Fluß selbst nutzen. In Henry Fords Vorstellung kehrte das Prinzip des Fließbandes wieder in die Natur zurück.

Das Ende dieser Pläne brachte die Weltwirtschaftskrise, die zur bestmöglichen Auslastung der zentralen Produktionsanlagen in Detroit zwang, während die kleinen Fabriken – auch das ein großer ‚Vorteil‘ dieser Produktionsform, der von den Propheten der flexiblen Spezialisierung kaum erwähnt wird – relativ leicht abgestoßen oder geschlossen werden konnten.

Ausblick

So zeigten die dreißiger Jahre überhaupt erstmals die besondere Eignung von modernen selbständigen Kleinbetrieben als Krisenpuffer, in den USA wie in Deutschland. Hierzulande zeigen die Absatzzahlen der öffentlichen Elektrizitätswerke für die frühen dreißiger Jahre, daß die damaligen modernen industriellen Kleinverbraucher sehr viel

seltener mit Produktionseinschränkungen reagierten als die Großindustrie.

Ein Zeichen von Wohlstand unter diesen Kleinbetrieben war das freilich nicht. Sie durchlitten die Konjunkturen vielmehr ebenso intensiv wie die Landwirtschaft, in deren Nähe sie von Pirelli bis Ford gerückt worden waren. Dennoch trugen sie ohne Zweifel – wiederum wie die Landwirtschaft – dazu bei, die Arbeitslosenzahlen in den Krisenjahren zu begrenzen, indem sie ihren Inhabern und wenigen Beschäftigten vielfältige Mischformen von Selbstversorgung und Gelderwerb ermöglichten. Diese stille Anpassungs- und Leidensfähigkeit unter wirtschaftlichem Druck war es letztlich ja auch, die ihnen die Sympathie und das Interesse der Großindustriellen eingetragen hatte, während die großen Unternehmen allemal erfolgreicher waren, wenn es darum ging, einen neuen konjunkturellen Aufschwung zu nutzen. Wir wissen heute, daß der Elektromotor trotz weiter Verbreitung im Handwerk und hochfliegender Hoffnungen bis in die zwanziger Jahre nicht die Rückkehr zur Einzelarbeit mit einer neuen ländlichen Gewerbeidylle gebracht hat. Und wenn sich Geschichte auch nicht wiederholt, so sollte uns dieses Beispiel doch zu etwas Nüchternheit gemahnen, wenn es darum geht, die Chancen weniger krisenanfälliger und sozial harmonischerer Produktionsmethoden auf der Grundlage neuer Technologien abzuschätzen. □

Hinweise zum Weiterlesen

Henry Ford: Das große Heute – Das größere Morgen. Leipzig 1926, Kapitel XII.

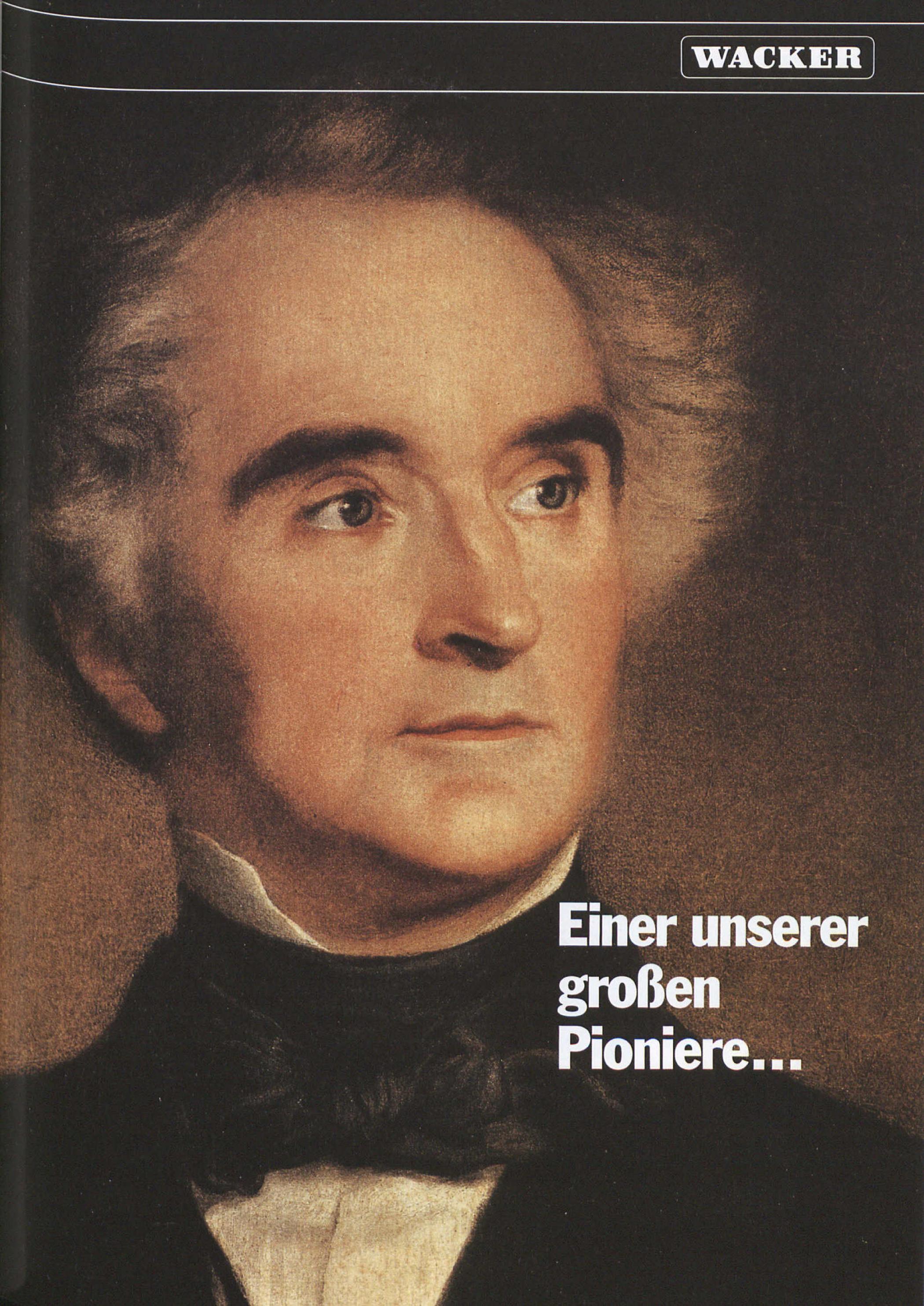
Horst Kern und Michael Schumann: Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München 1985.

Michael J. Piore und Charles F. Sabel: Das Ende der Massenproduktion. Studie über die Requalifizierung der Arbeit und die Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft. Berlin 1985.

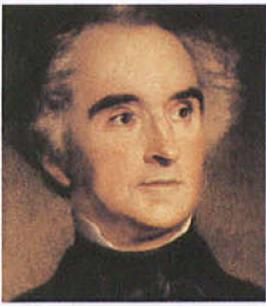
Gian Battista Pirelli: La fabbrica d'acciajo fuso del sig. Federico Krupp ad Essen (Prussia Renana). In: Il Politecnico. Giornale dell'ingegnere architetto civile ed industriale, anno XIX (1871), S. 669–679 und 757–771.

Werner von Siemens: Das naturwissenschaftliche Zeitalter. In: ders.: Wissenschaftliche Abhandlungen und Vorträge, 2. Aufl., Berlin 1889, S. 491–499, hier S. 498 f.

WACKER



**Einer unserer
großen
Pioniere...**



...für die wissenschaftliche Chemie war **Justus von Liebig**, (1803-1873). Er galt als "mäßiger" Schüler und

"explosionsfreudiger" Apotheker-geselle, der mit 21 Jahren zum außerordentlichen Professor der Chemie avancierte. Justus von Liebig entwickelte die "Elementaranalyse", untersuchte die Prinzipien der Ernährung, entdeckte das Aldehyd und das Backpulver und verfaßte wichtige Arbeiten auf dem Gebiet der Agrarchemie.

Liebig, der Reformator der Naturwissenschaften, der Publizist ("chemische Briefe") und Lehrer, war einer unserer großen Pioniere: Ein genialer Chemiker seiner Zeit...

Auch heute gilt der große Maßstab: Die geniale Lösung. Die Perfektion in Forschung, Entwicklung und Produktion. Ein Beispiel: **Wacker Silicone**.

Seit 40 Jahren forscht, entwickelt und produziert die Wacker-Chemie Silicone und bietet mehr als 1000 Einzelprodukte für zuverlässige Problemlösungen in den verschiedensten Bereichen: Kautschuk-, Gummi- und Kunststoffindustrie, Elektrotechnik und Elektronik, Bau- und Verkehrswesen, Raumfahrt und Maschinenbau, Lack-, Papier-, Textil- und Lederindustrie, chemische Industrie, Medizin, Pharmazie und Kosmetik.

Wacker Silicone - Rohstoffe nach Maß und Werkstoffe höchster Güte für das Kleben, Dichten, Formen, Trennen, Isolieren, Imprägnieren, Entschäumen.

Wacker-Chemie GmbH
Geschäftsbereich S
Prinzregentenstraße 22
D-8000 München 22
Telefon 089/2109-0
Telex 52912156
Telefax 21091771



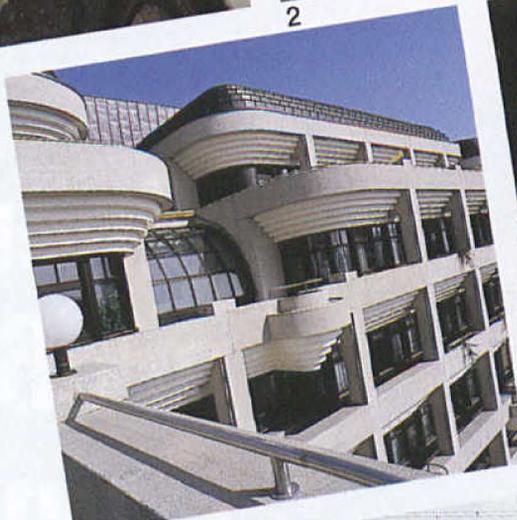
1

1 Silicon-Trennmittel bei der Reifenerstellung



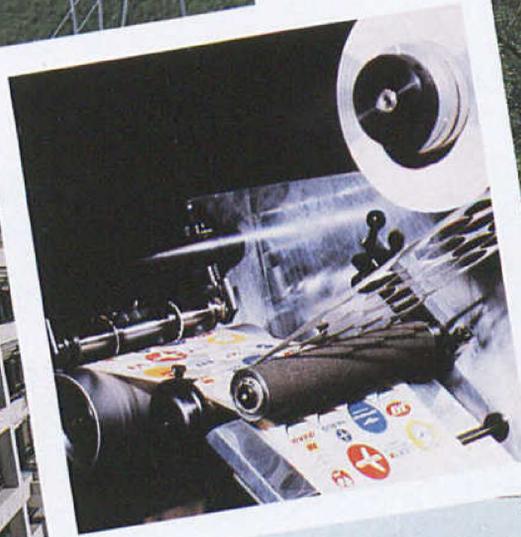
2

2 Begehbarer Isolator aus Siliconkautschuk



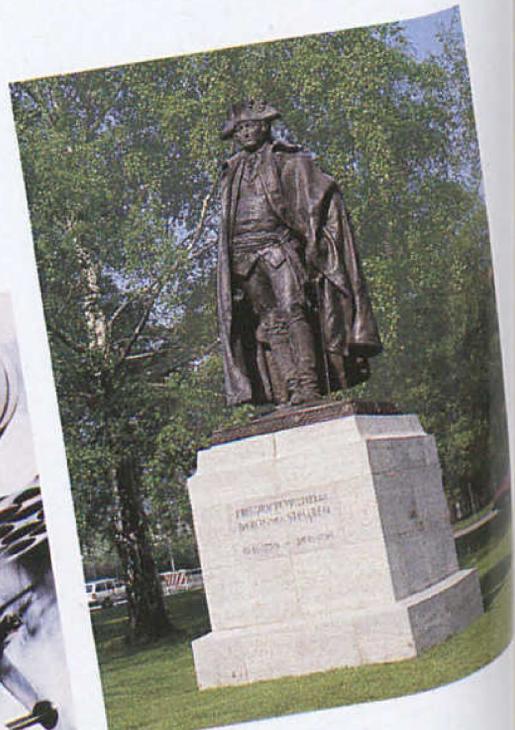
3

3 Fassadenimprägnierung mit Silicon-Bautenschutzmitteln



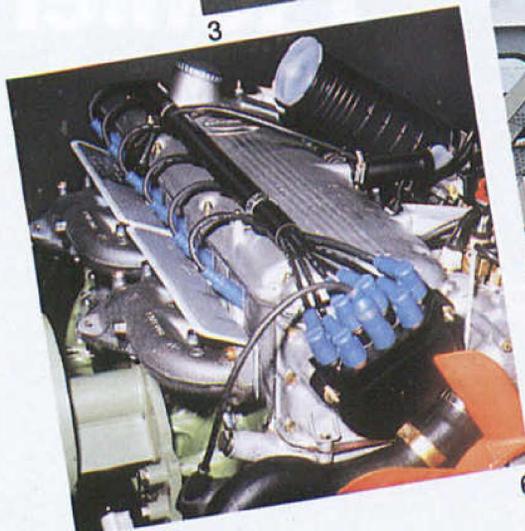
4

4 Si-Dehäsive für die Beschichtung von Trennpapieren



5

5 Elastische Formen aus Siliconkautschuk für originalgetreue Reproduktionen



6 7

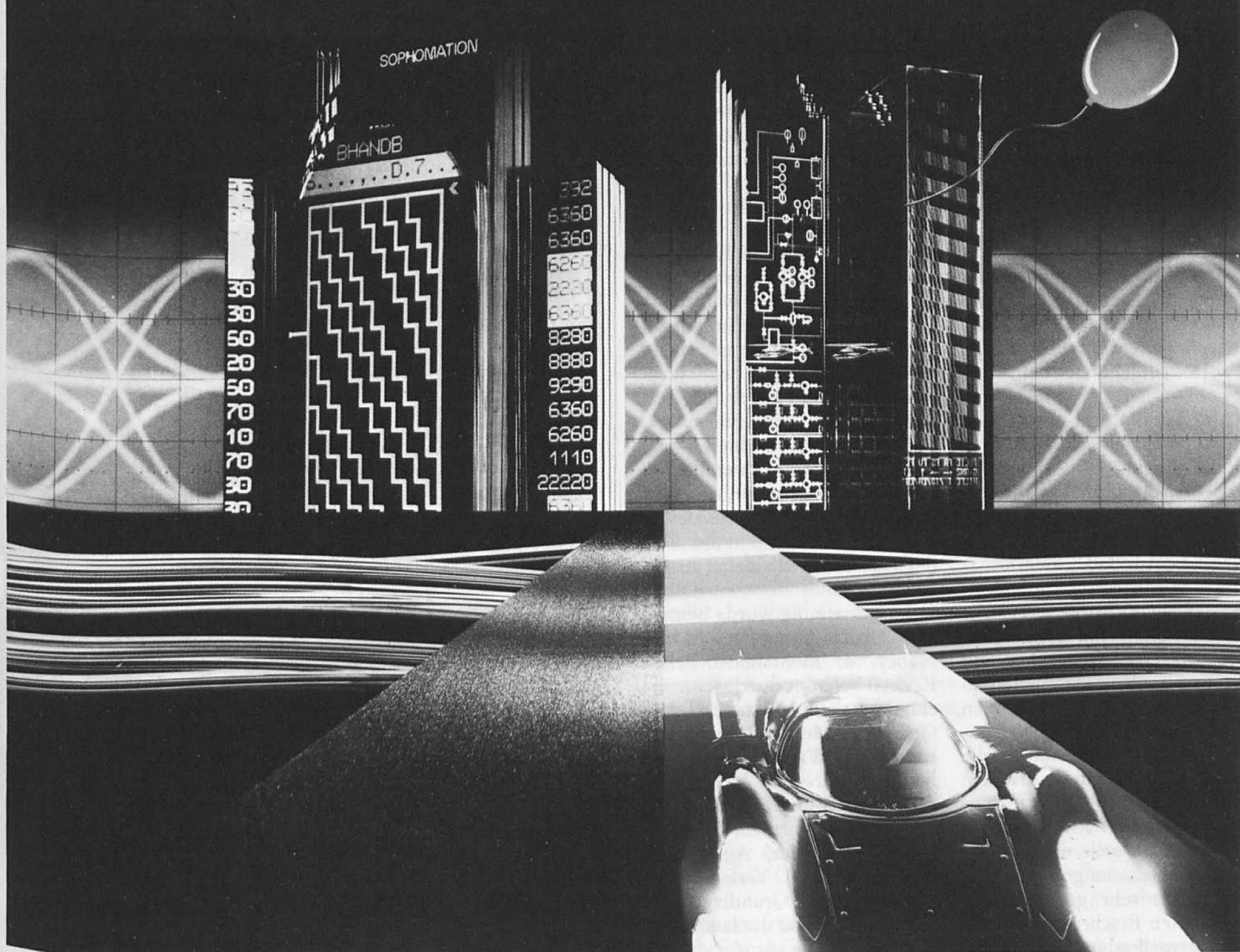
6 Zündkerzenstecker aus Siliconkautschuk

7 Siliconharze als Bindemittel für wetterfeste Anstriche





PHILIPS



HIGH TECH – EINE WELT VOLLER HERAUSFORDERUNGEN

Innovationen von Philips bringen neue Impulse und Chancen in unser Leben: MR-Tomographie für sichere Diagnosen in der Medizin. Nachtsichttechnik für Rettungshubschrauber. EDV-Programme für den Umweltschutz. Automatisierte Materialprüfung für die Ferti-

gung. Radarsysteme für Luft- und Seefahrt. Glasfaserkabel für die Telekommunikation. Computer und Netzwerke für das Büro der Zukunft. Haushaltsgeräte, Farbfernsehen, Compact Disc, digitales Telefon, Eurosignal und Videokonferenz.

BAUSTEINE FÜR EINE SICHERE ZUKUNFT: PHILIPS.



GEORG AGRICOLA: DE RE METALLICA

DIE ERSTE
ÜBERSETZUNG
IN FRANZÖSISCHER
SPRACHE

Hans Günter Lichtenbäumer

Im Europa des 15. und 16. Jahrhunderts erlebten Bergbau und Hüttenwesen eine glanzvolle Blütezeit; sie waren der Motor des Wirtschaftslebens und Rückhalt der politischen Macht des Hauses Habsburg. – Das Lebenswerk des Georgius Agricola ‚De re metallica‘ ist das umfassendste und in seiner Systematik vorbildlichste Zeugnis dieser technischen Entwicklung. Es ist 1556 – ein Jahr nach dem Tode Agricolas – bei Froben in Basel in lateinischer Sprache erschienen und auch später qualitativ ohne ein vergleichbares Gegenstück geblieben. Anderthalb Jahrhunderte war es *das* Standardwerk des Montan- und Hüttenwesens im In- und Ausland. Es wurde bereits 1557 ins Deutsche übersetzt; Übertragungen in die italienische Sprache und eine Reihe von Neuauflagen der deutschen und lateinischen Fassung folgten in den nächsten Jahren in kurzen Abständen.

Neue Aktualität gewannen die Arbeiten Agricolas in unserem Jahrhundert für die Wissenschaftshistoriker als technikgeschichtliche Quelle ersten Ranges. Durch das eingehende Studium ihrer sehr genauen und detaillierten Beschreibungen der instrumentellen, apparativen und mechanischen Ausrüstung im Berg- und Hüttenwesen lassen sich manche Fragen nach den damals neuen Verfahren und Techniken beantworten.

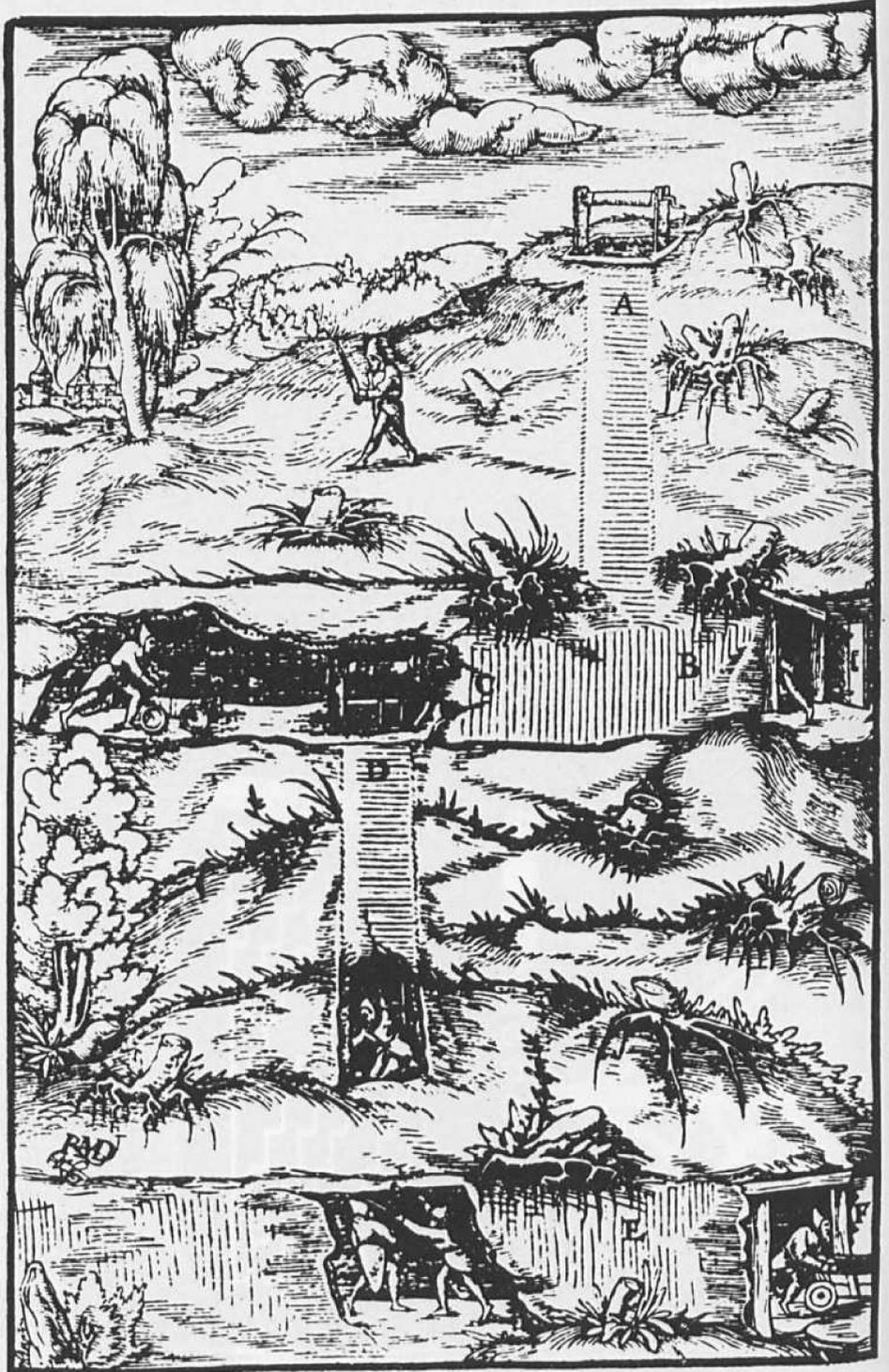
Für diese technikgeschichtlichen Arbeiten waren neue Übersetzungen notwendig: Nach der ersten englischen Ausgabe von 1912 durch Herbert Clark Hoover, den späteren amerikanischen Präsidenten, erschien 1928

die erste moderne deutsche Übersetzung im Auftrage der Georg-Agricola-Gesellschaft.

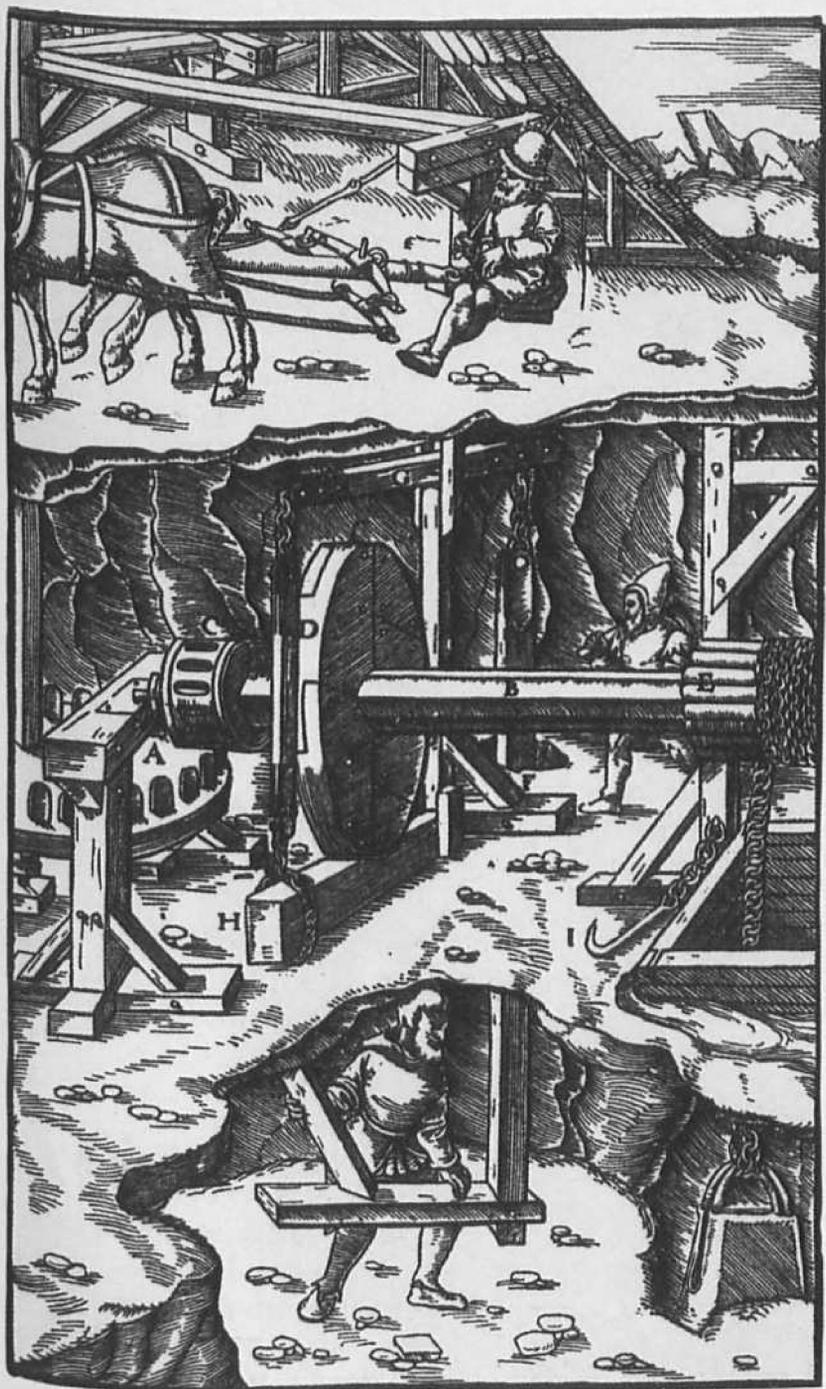
Das wachsende Interesse an montanhistorischen Fragestellungen dokumentieren die seit 1950 neu erschienenen Übertragungen ins Deutsche, Tschechische, Russische, Japanische, Spanische und Ungarische. Welches Gewicht man auch in Frankreich der Geschichte des Bergbaus und seinen Beziehungen zur wirtschaftlichen und kulturellen Entwicklung der Renaissance beimißt, zeigt die erste Übersetzung von Agricolas ‚De re metallica‘ in französischer Sprache, die 1988 in der ‚Académie des Sciences‘ in Paris vorgestellt und in der ‚Cité des Sciences de la Villette‘ ausgestellt wurde.

Die Übersetzung wurde besorgt von Albert France-Lanord aus Nancy, in montanhistorischen Kreisen bekannt durch seine archäologischen Arbeiten auf dem Gebiet der Metall-Hüttenkunde sowie seine Tätigkeit in Jarville im ‚Laboratoire d’Archéologie des Métaux‘ und im ‚Musée du Fer‘. Herausgeber der französischen Ausgabe des Agricola ist Gérard Klopp, Verleger aus Thionville. – Grundlage der Übersetzung war die lateinische Ausgabe von 1556, von der ein Exemplar im Besitz der Bibliothek des Königs Stanislaus von Lothringen war, das sich heute in der Bibliothek von Nancy befindet. Als Vorlage für die ausgezeichneten Wiedergaben der 292 Holzschnitte des Agricola diente die Ausgabe der Agricola-Gesellschaft bzw. deren Reprints von 1953 und 1961.

In der neuen französischen Ausgabe wird von France-Lanord



Aus Georg Agricolas ‚De re metallica‘: Zwei seigere Schächte mit Strecken, Fahrung im Bergwerk, handbetriebene Förder-Haspel und Förderanlage, die durch einen Pferdegöpel betrieben wird.



3



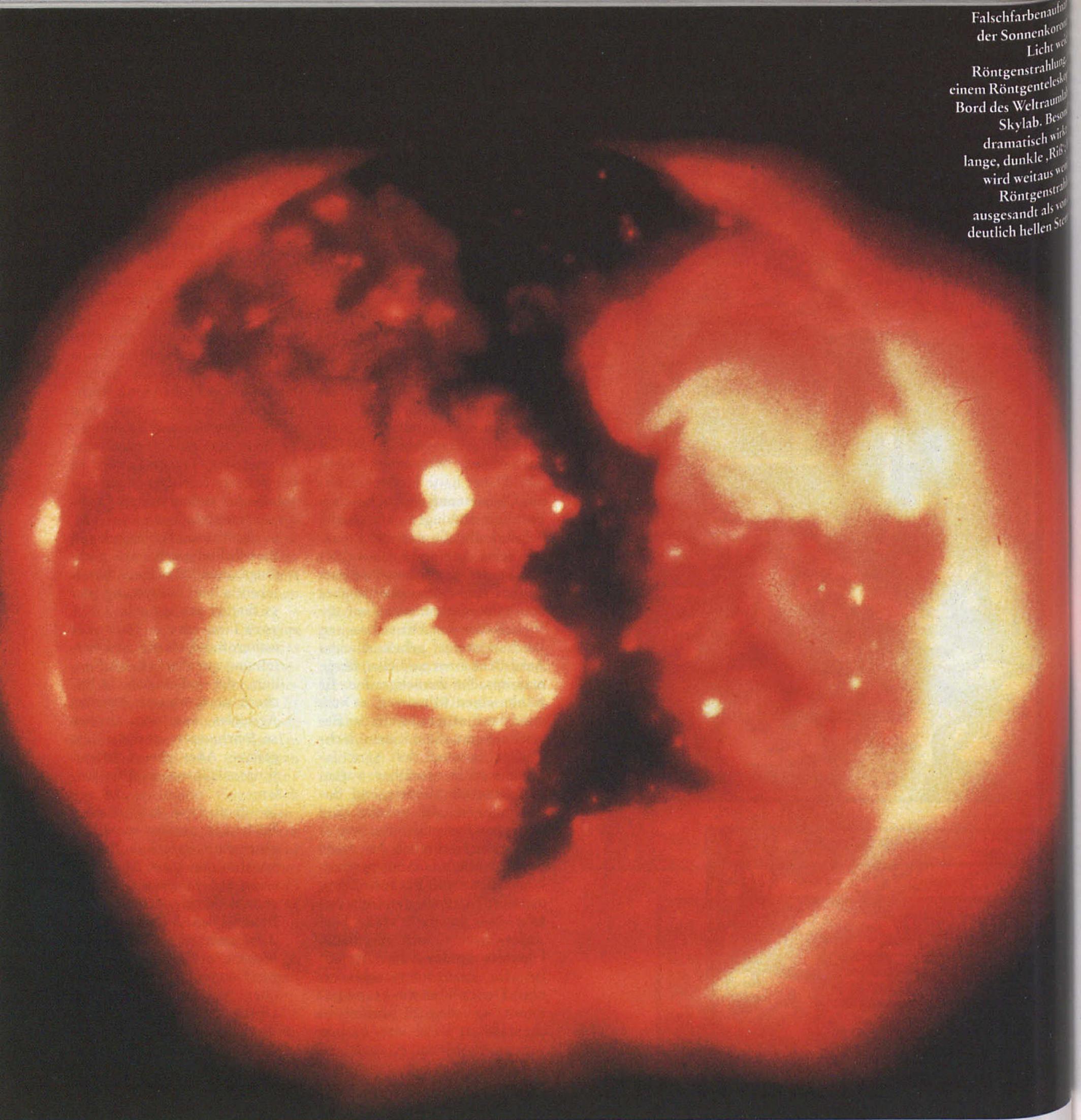
4

ein ‚Vorwort an den Leser‘ vorangestellt und in einer anschließenden ‚Introduction‘ eine Einführung in das Leben und Werk Agricolas und die Entstehungsgeschichte der französischen Übersetzung gegeben. Bei seiner Übersetzung hat France-Lanord versucht, für die technischen Ausdrücke der lateinischen Ausgabe möglichst äquivalente französische Begriffe zu finden. Das war besonders schwierig, da Agricola in der lateinischen Urfassung für eine Vielzahl von technischen Ausdrücken ein ganz neues Vokabular geschaffen hat, das es in dem klassischen lateinischen Wortschatz nicht gibt. Daher hatte Hoover in seiner Übersetzung die lateinischen Fachbezeichnungen als solche belassen und sie nur durch ausführliche Anmerkungen erläutert. France-Lanord wollte dieses System vermeiden, konnte aber im Französischen nicht auf die Vielfalt der im Deutschen seit Jahrhunderten gebräuchlichen Ausdrücke einer speziellen Bergmannsprache zurückgreifen. Er wählte einen Mittelweg: er vermied das Einfügen moderner Bezeichnungen, die mit dem ‚technischen System‘ der Agricola-Epoche nicht vereinbar waren, und benutzte überwiegend Bezeichnungen, die er aus dem Französischen entlehnte, wie es dem Sprachgebrauch bis Ende des 18. Jahrhunderts entsprach. Neben den zwölf Büchern ‚De re metallica‘ enthält die französische Ausgabe unter dem Titel ‚Etres vivants sous terre‘ die Übersetzung der Arbeit Agricolas ‚De animantibus subterraneis‘. Dieses Werk war 1549 – getrennt von den 12 Büchern – ebenfalls in Basel von Froben verlegt worden; es erschien erstmalig in deutscher Übersetzung in der Neuausgabe durch die Agricola-Gesellschaft von 1928. Obwohl erst jetzt die erste französische Ausgabe des Agricola vorliegt, hat es in Frankreich eine Reihe von Versuchen zu Übersetzungen in der Landessprache gegeben. Die neue Übertragung beginnt zum Beispiel mit dem Erlaß des französischen Königs Henri II. vom 18. 2. 1553 – er ist auch in der ersten Ausgabe von 1556 zu finden – im mittelfranzösischen Originaltext, durch den dem Verleger Froben in Basel die Genehmigung erteilt wird,

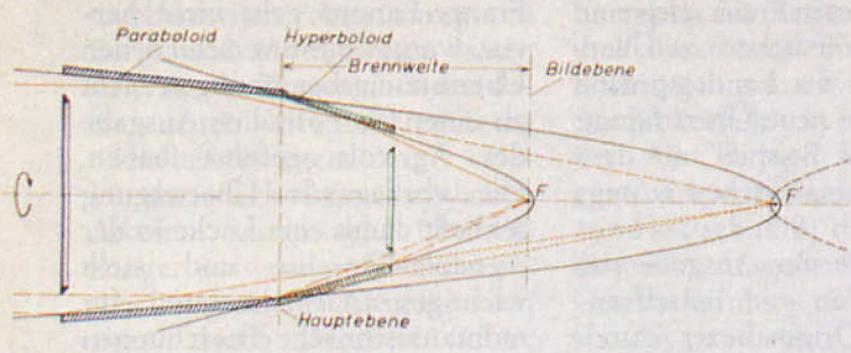
„die Werke Agricolas zu drucken oder drucken zu lassen und zum Verkauf zu bringen“. Die Tatsache, daß Froben ausdrücklich um diese Genehmigung beim französischen König nachgekommen ist, läßt vermuten, daß damals auch an eine französische Übersetzung gedacht war. Dies wird durch Nachforschungen bestätigt, die Hoover bei den Vorarbeiten zur englischen Übersetzung angestellt hat. Seine Mitarbeiter fanden im Archivmaterial von Froben eine Rechnung für Übersetzungsarbeiten sowie Hinweise auf Zahlungen Frobens für eine französische Übersetzung. France-Lanord ist bei weiteren Recherchen auf Angaben über andere frühere Übersetzungen gestoßen:

- In der Nationalbibliothek von Paris befindet sich eine – allerdings unvollständige – handschriftliche Übersetzung der 12 Bücher des Agricola.
- 1979 fand man in Paris eine weitere handschriftliche Übersetzung aus dem 18. Jahrhundert, die außer den 12 Büchern noch weitere Arbeiten Agricolas aus dem frühen 16. Jahrhundert enthält. Das genaue Alter dieses Manuskriptes läßt sich nicht feststellen.
- In dem 1779 erschienenen Buch ‚Les anciens minéralogistes du Royaume de France‘ erwähnt der Autor M. Gobert einen Bericht von César d’Arcons, in dem dieser über seinen Besuch des Silberbergwerks ‚La Caunette‘ im Bezirk der Montagne Noire, dem heutigen Caunes en Minervois, und über eine handschriftliche Übersetzung von Agricolas Werken durch den Besitzer des Bergwerkes spricht. César d’Arcons erwähnt noch, daß er seine eigenen Übersetzungsarbeiten von ‚De re metallica‘ nun nicht fortsetzen werde.

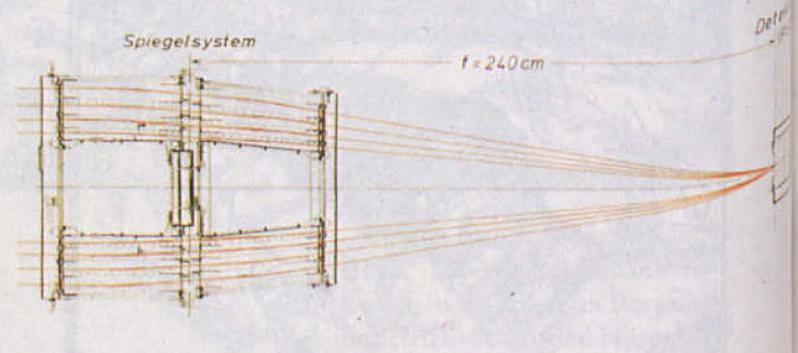
Aus den Nachforschungen von France-Lanord geht nicht hervor, warum diese verschiedenen Übersetzungsbemühungen nicht zu einer französischen Ausgabe des Agricola geführt haben. Die vorliegende Übertragung schließt damit eine Lücke in der Agricola-Literatur und stellt wichtiges Quellenmaterial für montanhistorische Forschungen zur Verfügung. □



Falschfarbenaufnahme
 der Sonnenkorona
 Lichtwellenlänge
 Röntgenstrahlung
 einem Röntgenteleskop
 Bord des Weltraumlaboratoriums
 Skylab. Besonders
 dramatisch wirken die
 lange, dunkle, röhrenförmigen
 Strukturen, die von der Sonne
 wird weitaus weiter als
 Röntgenstrahlung
 ausgesandt als vom
 deutlich hellen Sonnen
 diskus.



Das Prinzip eines
 ‚Wolterteleskops‘ für
 Röntgenstrahlen, wie es
 für den deutschen
 Röntgensatelliten
 ROSAT gebaut wurde,
 mit dem es 1990 in die
 Erdumlaufbahn
 geschossen wird. Zu sehen
 sind die vier ineinander
 geschachtelten und
 innen verspiegelten
 ‚Rohr‘-Kombinationen,
 an denen die Strahlen
 streifend reflektiert und in
 der Brennebene auf dem
 Detektor gesammelt
 werden.

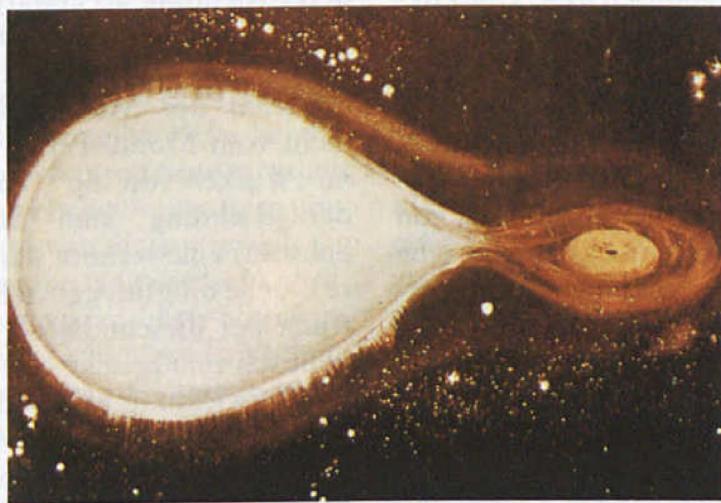


MIT RÖNTGENAUGEN IN EINE NEUE WELT

Die 40jährige Geschichte der Röntgenastronomie

Jürgen Teichmann

Ab 1990 wird der deutsche Röntgensatellit ROSAT neue Welten am Himmel eröffnen. Bereits heute sind einige tausend Röntgenquellen bekannt, unter ihnen fast alle Arten astronomischer Objekte, von den nahen Sternen bis zu den entferntesten Quasaren am Rande des beobachtbaren Universums. Während jedoch die Röntgenstrahlung normaler Sterne vergleichsweise schwach ist, bietet 'unser Stern' – die Sonne – die weitaus hellste Röntgenquelle am Himmel. Die Geschichte der Röntgenastronomie, die die beiden Autoren hier vorstellen, begann so auch mit Messungen an der Sonne.



Phantombild eines exotischen Doppelsterns im Weltall. Ein großer Riesenstern (links im Bild) wird durch die ungeheuren Kräfte eines Schwarzen Loches (rechts im Mittelpunkt der Materiescheibe) verformt und verliert beständig Materie dorthin.

Augen unsichtbare Welt. So revolutionär für die Wissenschaft heute wie einst die neue Welt Galileis?

Die Anfänge

Die Röntgenastronomie hat eine sehr junge Geschichte. Röntgenstrahlen (und die noch energiereichere Gammastrahlung) sind unsichtbar und werden außerdem durch den Luftmantel unserer Erde abgeschirmt, sie können also nicht bis zur Erdoberfläche durchdringen – ein großer Schutz für alles Leben, ein großes Hindernis für die Astronomie. Astronomie mit nicht sichtbaren Strahlen gab es allerdings

schon vor der Röntgenastronomie: 1932 wurde zum ersten Mal Radiostrahlung aus unserer Milchstraße beobachtet, ab 1940 entwickelte sich die Radioastronomie, bis 1950 vor allem als Sonnenforschung. Aber Radiostrahlung gelangt mühelos bis auf die Erdoberfläche, man konnte zu ihrer Messung also überall Teleskope bauen; im Prinzip große Radioantennen bis zu mehreren hundert Metern Durchmesser.

Röntgen- und Gammaastronomie dagegen konnte erst beginnen, als man gezielte Messungen in der oberen Atmosphäre (nicht unter 40 km Höhe) durchführte. Das begann mit Raketenflügen,

Ballonaufstiegen und schließlich Satelliten erst nach 1945.

Doch schon ab den 30er Jahren war vermutet worden, daß unsere Sonne Röntgenstrahlung aussendet – allerdings nicht von ihrer sichtbar leuchtenden Oberfläche, der Photosphäre. Mit ihren ca. 6000 °C ist sie zu 'kalt' für deren Erzeugung. Aber die äußerste Sonnenschicht, die Korona, mußte wohl sehr kurzwellige Strahlung aussenden. Denn durch solch eine Strahlung wird die Ionosphäre unserer Erde erzeugt, ferner zeigt die Korona ein Lichtspektrum, von dem man auf Temperaturen in Millionengradhöhe schließen mußte. Hier kann die sogenannte Röntgen-Bremsstrahlung entstehen nach dem gleichen Prinzip wie in der medizinischen Röntgenröhre. Sehr schnelle Elektronen knallen auf Gasatome, ähnlich wie auf feste Metallflächen in der Röntgenröhre. Dabei werden sie abgelenkt und verlieren einen Teil ihrer Energie – eben als Röntgenstrahlung.

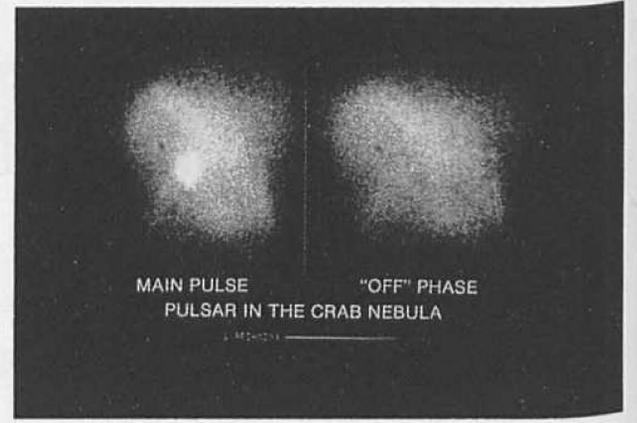
1945 beschlagnahmten die Amerikaner eine große Anzahl von V2-Raketenteilen aus einer unterirdischen Fabrik bei Nordhausen, bevor dieser Teil Deutschlands der russischen Besatzungsmacht übergeben wurde. In Neumexiko wurden bis 1951 66 Exemplare dieser damals ein-

Als Galilei 1609 zum ersten Mal sein Fernrohr auf den Himmel richtete, sah er eine neue Welt: Mondgebirge, Jupitermonde, vor allem aber eine ungeheure Anzahl von bisher nicht gekannten Sternen. Die Milchstraße, das milchig weiße Band am Himmel, sollte nach dem antiken Mythos Milch der Göttermutter Hera sein. Sie spritzte an den Himmel, als der an die Brust gelegte kleine Herakles zu ungestüm trank. Nun sah Galilei, daß diese 'Milch' aus ungeheuer vielen einzelnen Sternen bestand – wie wir heute wissen, sind es Milliarden Sonnen wie unsere eigene. 100 000 davon konnte Galileis Fernrohr vielleicht sehen. 5000 bis 6000 waren vorher bekannt, d. h. mit dem bloßen Auge zu sehen. Wir kennen heute etwa gleich viele Röntgensterne, kosmische Quellen also, die Röntgenstrahlung aussenden. Wir kennen diese 5000 Röntgensterne erst seit zehn Jahren, seitdem der amerikanische Röntgenastronomiesatellit 'Einstein' ins Weltall geschossen wurde. Und schon sind wir unzufrieden. Ein neuer Satellit ROSAT, unter deutscher Federführung, soll 1990 im All die Revolution Galileis wiederholen: Hunderttausend Röntgensterne wird er, so hoffen die Wissenschaftler, verzeichnen, eine neue, für unsere



Der Krebsnebel im Sternbild Stier, die Explosionswolke einer Supernova, die als Sternexplosion im Jahr 1054 hell am Nachthimmel der Erde zu sehen war.

Der Krebsnebel mit Zentralstern im Röntgenlicht. Der Zentralstern ist nur links zu sehen, während im rechten Bildteil durch die schnelle Drehung des Sterns die strahlende Polfläche gerade verschwunden ist.



zigartigen Rakete zusammengebaut und erprobt, um der militärischen Raketentechnik in den USA neue Impulse zu geben. Die Nutzlast, die mitgeschickt wurde, mußte nun allerdings kein Sprengstoff sein. So wurden Wissenschaftlergruppen aufgefordert, Meßinstrumente zur Untersuchung der oberen Atmosphäre zu installieren. Schon 1946 erhielt man dabei ultraviolette Spektren der Sonne, und 1948 wies man Röntgenstrahlung in der oberen Atmosphäre nach – durch Schwärzung von Fotoplatten.

Bei einem weiteren V2-Flug am 29. September 1948 konnten der Physiker Herbert Friedman und seine Gruppe mit einer Art Geigerzähler definitiv nachweisen: unsere Sonne sendet Röntgenstrahlung aus – aber im Vergleich zur Energieabstrahlung im sichtbaren Licht um 1 Million Mal weniger. Röntgenstrahlung von anderen Sternen zu empfangen, schien also unmöglich. Die nächsten Fixsterne sind mehr als zehntausendmal weiter als die Sonne von uns entfernt. Dafür war die Empfindlichkeit der Zähler viel zu gering. Bei Raketenflügen konnte außerdem nur einige Minuten lang gemessen werden.

Das Röntgenteleskop

1957 überrumpelte der Sputnikschock die stolzen USA. Rußland war das erste Land der Welt, das einen künstlichen Satelliten um die Erde schickte. Wo blieb die wissenschaftliche und technische Überlegenheit Amerikas? Der Schock stimulierte die USA zu neuen Entwicklungen. Die neugegründete nationale Raumfahrtbehörde NASA trieb nicht nur die Satellitentechnik voran, sondern unterstützte auch wissenschaftliche Ideen wie die Röntgenastronomie. Auch das 1958 gegründete 'Space Science Board' der Amerikanischen Akademie der Wissenschaften diskutierte die Möglichkeiten dieser

neuen Astronomie, insbesondere nachdem die Ergebnisse der jungen Radioastronomie eine Ausweitung der Forschung in energiereichere Strahlungsbereiche jenseits des sichtbaren Lichts nahelegten.

Bruno Rossi und Riccardo Giacconi, zwei Physiker mit Erfahrungen in kosmischer Strahlungsforschung, veröffentlichten 1960 die Idee eines neuartigen Röntgenteleskops, des 'Wolterteleskops'. Es basiert auf den Vorarbeiten des deutschen Physikers Hans Wolter, der 1952 die Konstruktion eines entsprechenden Röntgenmikroskops vorgeschlagen hatte: zwei Spiegel-, 'Rohre', innen parabolisch bzw. eines hyperbolisch geformt, werden hintereinander geschachtelt. Die zweimalige Totalreflexion von ganz flach auftreffenden Röntgenstrahlen (bei stärkeren Winkeln wird Röntgenstrahlung von Materie verschluckt) ergibt eine optische Abbildung von Röntgenquellen, d. h. auch eine große Steigerung der gemessenen Intensität, da die eingefangene Strahlung zu einem Bild der Quelle fokussiert wird. Doch die Herstellung solcher Teleskope erfordert eine sehr aufwendige Poliertechnik, um extrem glatte Rohinnenflächen zu erhalten (nur einige zehn Atomdurchmesser Rauigkeit sind zugelassen!). Um die gleiche Zeit wurde ausgiebig über mögliche Arten der Erzeugung von Röntgenstrahlen im Weltall diskutiert. Neben der schon erwähnten Bremsstrahlung sollte sich vor allem ein zweiter Prozeß als sehr wichtig im Weltall erweisen: Elektronen, die etwa durch Magnetfelder bis fast an Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden, senden von ihren gekrümmten Bahnen intensive Strahlung aus. In der Technik der Teilchenbeschleuniger kennt man sie als Synchrotronstrahlung. Aus der Radioastronomie nun gab es Hinweise auf riesige Magnetfelder im Kosmos. Sie konnten als Röntgenlieferanten dienen.

Erste große Entdeckungen

Die erste Entdeckung einer Röntgenquelle außerhalb unseres Sonnensystems gelang schließlich der Gruppe um Giacconi 1962, noch mit einer Rakete und ordinären Geigerzählern, die aber gegenüber den früheren viel empfindlicher geworden waren. In mehr als 200 Kilometer Höhe konnte sechs Minuten lang gemessen werden. Eigentlich wollte man diffuse Röntgenstrahlung vom Mond suchen, die durch Sonnenröntgenwellen oder Sonnenelektronen erzeugt worden war. Das Experiment war erfolgreich, aber in ganz anderer Richtung als erwartet. Die in der Tat gemessene Strahlung kam offenbar aus der Nähe zum Zentrum der Milchstraße und nicht vom Mond. Ferner wurde im Winkel von 60° dazu (in der Richtung zum Sternbild Schwan) eine weitere schwächere Quelle dingfest gemacht. Auch bei diesem Erfolg hatten politisch-militärische Interessen die Entwicklung begünstigt. Für Atombombentests ab 1961 sollten Meßprogramme der Elektronen-, Röntgen- und Gammastrahlung, die bei Atomexplosionen auftrat, entwickelt werden. Geld spielte keine Rolle. Giacconis Gruppe wuchs in einem halben Jahr von einem halben Dutzend Mitarbeiter auf 70 bis 80 Leute an.

Die starke Quelle in der Nähe des Milchstraßenzentrums – genauer im Sternbild Skorpion – erhielt den Namen Sco X-1 (1 = stärkste Quelle, X = Röntgenstrahlung, Sco = Skorpion). Kein Stern, der bemerkenswertes Licht oder Radiowellen aussandte, war in der Nähe bekannt. So ähnlich war es der Radioastronomie mit der Entdeckung einer Quelle im Sternbild Schwan einige Zeit früher gegangen. Sie war erst 1954 mit einer schwach sichtbaren Galaxie, einem weit entfernten Schwistersystem unserer Milchstraße, identifiziert worden. Würde man auch bei Sco

X-1 eine sichtbare Quelle finden können? Man fand sie 1966, als einen massearmen roten Stern – eine alte Nova.

1967 waren erst 30 Röntgenquellen am Himmel bekannt. Aber abbildende Wolterteleskope hatten mit Raketen schon mehrfach den Himmel erreicht. Von der hellen Röntgen Sonne gab es nun sogar ganz passable, richtige Bilder. Woher stammte aber die Röntgenstrahlung der anderen Himmelsquellen, die offenbar millionenmal stärker war als die unserer Sonne?

In diesem Jahr 1967 wurde eine sensationelle Entdeckung der Radioastronomie bekannt, die auch der Röntgenastronomie neue Impulse gab. 'Kleine grüne Männlein' aus dem Weltall schickten Radioimpulse zur Erde, alle 1,33 Sekunden einen, in streng periodischem Rhythmus. So lauteten in der Tat die ersten ernsthaften Interpretationen dieser so regelmäßig und kurz pulsierenden Energiequelle im Weltall. Man entdeckte bald mehr von diesen 'Pulsaren' und suchte nun doch eine vorsichtiger Erklärung. Sie lautet: Pulsare sind rotierende Neutronensterne.

Die Idee solcher Sterne geht bis auf die 30er Jahre zurück. Sie entstand nach der Entdeckung des Neutrons im Wunderjahr der Kernphysik 1932. Solche exotischen Himmelswesen erschienen aber selbst vielen Wissenschaftlern jahrelang ebenso fantastisch wie 'kleine grüne Männlein'. Die Theorie heute lautet: Ein Stern am Ende seines Lebens (mit einer Masse zwischen dem 1,4- und 10fachen unserer Sonne) entwickelt in seinem Inneren einen ausgebrannten Kern, der immer mehr der umliegenden Gasmasse anzieht. Ist dieser Kern schließlich 1,4 Mal so massereich wie unsere Sonne geworden, wird die Schwerkraft plötzlich so groß, daß er in wenigen Sekunden zusammengedrückt wird, bis auf eine Kugel von etwa 10 km Durchmesser. Hier hört die

Schrumpfung auf, falls die Masse nicht mehr als 3 Sonnenmassen beträgt. – Im Vergleich dazu müßten wir den Kölner Dom auf einige Zentimeter zusammenpressen! – Die Elektronen des Sterns werden durch die anwachsenden Gravitationskräfte schließlich in den Atomkern hineingequetscht und vereinen sich dort mit den Protonen zu Neutronen. Ein Neutronenstern ist entstanden. Die riesige Energie, die bei diesem Zusammenstürzen frei wird, wird abgestrahlt – in die umliegende Gashölle des alten Sterns. Sie explodiert nun als Supernova, milliardenmal heller als der Stern zuvor, so hell wie eine ganze Milchstraße. Der innere Neutronenstern bleibt schließlich übrig. Die Materie in ihm ist unvorstellbar dicht gepreßt. Ein Fingerhut dieses Restkerns kann bis zu zehntausend Ozeandampfer wiegen! Die Drehgeschwindigkeit dieses Himmelsexoten ist ferner außerordentlich angewachsen – wie bei der Pirouette einer Eistanzerin, falls die sich plötzlich um das 1.000fache zusammenziehen könnte! Auch das Magnetfeld ist unglaublich stärker geworden, bis zum Billionenfachen des Magnetfeldes der Erdoberfläche. In diesem Feld können z.B. Elektronen beschleunigt werden, bis sie nahezu Lichtgeschwindigkeit haben. Sie strahlen dann Radiosynchrotronstrahlung ab, genau mit der Rotationsperiode des Sterns, dessen Magnetfeld sich natürlich mit ihm mitdreht. Nur solche Neutronensterne können sich als größere Objekte im Kosmos überhaupt so wahnsinnig schnell drehen: in etwa 1 Sekunde 1 Umdrehung.

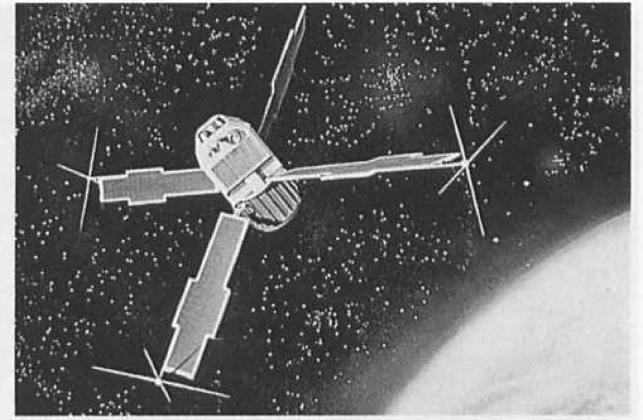
So unglaublich die These der Neutronensterne jahrzehntlang klang, 1967 hatte man also solche Rotationszeiten im Kosmos entdeckt. Erst jetzt schienen diese Exoten wahrscheinlich. Wenn es sie aber gab, sollten sie auch Röntgenstrahlen aussenden. Röntgenstrahlung wurde in der Tat 1969 am Zentralstern des Krebsnebels im Sternbild Stier gefunden, der seit 1968 als Radiopulsar bekannt war. Seine Strahlung schwillt in $\frac{1}{30}$ Sekunde auf und ab – in allen untersuchten Wellenlängen, stellte sich bald heraus. Der Krebsnebel ist die berühmte Restwolke einer Supernovaexplosion. Sie war im Jahr 1054 in japanischen, chinesischen und anderen Quellen als selbst am Tageshimmel sichtbar beschrieben worden. In Europa

gibt es keine wissenschaftlichen Aufzeichnungen dazu – vielleicht, weil Veränderungen am Himmel nach der antiken Philosophie nur in der Feuersphäre zwischen Mond und Erde zugelassen waren, in der sich auch Wettergeschehen, Kometenlauf und anderes abspielen sollte. Die wesentlich interessanteren Himmelsereignisse sollten dagegen ewig konstant bleiben.

Neue Welten am Erkenntnishimmel

Diese Entdeckungen gaben der Theorie und der praktischen Röntgenastronomie großen Auftrieb. 1970 kreiste der erste Röntgenastronomie-Satellit am Himmel. Er hieß Uhuru (auf Suaheli: Freiheit, da er von den USA in Kenia gestartet wurde). Er registrierte in $2\frac{1}{4}$ Jahren über 300 Röntgenquellen. Dabei fand er ein neues, unerwartetes Ergebnis: Es gibt Pulsare (die übrigens nur im Röntgenlicht pulsieren), die eine zweite Periode von etwa 1 bis 2 Tagen zeigen. In diesen Abständen verschwindet – ebenfalls regelmäßig – die starke Röntgenstrahlung für einige Stunden. Die Erklärung lag nun nahe: Es kann sich nur um Doppelsternsysteme handeln, bei denen der Neutronenstern einen größeren Nicht-Röntgenstern umkreist und von diesem jeweils einige Stunden lang verdeckt wird. Als man ein paar dieser Sterne im sichtbaren Licht identifiziert hatte, konnte man Genaueres ausrechnen. Von den Begleitern werden Gasmassen durch den kleinen, aber ungeheuer gravitationsstarken Neutronenstern angesaugt. Sie umkreisen ihn in immer engeren Bahnen und stürzen schließlich längs der Magnetpole beschleunigt auf den ‚Sauger‘ herab. Dabei werden riesige Energien frei, die diesen Neutronenstern, wie die Peitsche einen Kreisel, noch weiter antreiben. Die Pulse kommen in der Tat in immer kürzeren Abständen – im Gegensatz zu den einfachen Pulsaren, bei denen durch den Energieverlust die Rotation immer langsamer wird. Bei manchen dieser exotischen Kosmos-Paare berechnete man übrigens eine Röntgensternmasse von mehr als dem Dreifachen der Sonne. Hier gab es eine noch unheimlichere Lösung: ein ‚Schwarzes Loch‘. Es entsteht, wenn der Neutronenstern weiter schrumpft. Die große Masse besitzt also stärkere Schwerkraft als die Neutronen-

Der erste Röntgenastronomiesatellit Uhuru, der von 1970 bis 1972 Daten zur Erde funkte.



materie aushalten kann. Die Gravitation wächst bei dieser Schrumpfung so sehr an, daß nichts mehr aus dem Endprodukt entweichen kann, nicht einmal mehr Strahlung. Ein ‚Loch‘ im Raum entsteht. Was man als Strahlung mißt, stammt aus der um das Loch gesaugten wirbelnden Materie, die sich gegenseitig reibt und aufheizt und dabei strahlt.

Die Röntgenastronomie war plötzlich zu einem der spannendsten Bereiche der kosmischen Forschung geworden. 1973 flogen Wolterteleskope auf der Weltraumstation Skylab mit. 1973 war der erste europäische, nämlich britische Röntgensatellit ‚Ariel V‘ im Weltraum, 1977 registrierte der amerikanische Röntgensatellit HEAO I (High Energy Astronomical Observatory) 900 Röntgenquellen, ab Ende 1978 der Röntgensatellit HEAO II – genannt ‚Einstein‘ – etwa 5000. Er hatte als erster spezialisierter Röntgensatellit ein abbildendes Wolterteleskop an Bord, ein Wunderwerk der Spiegeltechnik, dessen Auflösung zum ersten Mal vergleichbar dem von optischen Teleskopen war. Noch zwei Röntgenquellen, die ein tausendstel Grad nebeneinander standen, konnten getrennt registriert werden. 1981 startete der erste japanische Röntgensatellit. 1987 wurde das sowjetische Raumlabor MIR in eine Umlaufbahn geschickt, das – als westeuropäisches Meßprogramm – unter anderem Röntgen- und Gammastrahlung der neuen Supernova 1987 A suchen sollte, die in der großen Magellanschen Wolke aufgetaucht war. Es war zum ersten Mal seit 300 Jahren, daß eine Supernovaexplosion so nahe an unserer Milchstraße betrachtet werden konnte. Bis heute hat man allerdings nur Gammastrahlung und harte Röntgenstrahlung gefunden. Weiche Röntgenstrahlung, wie sie das Wolterteleskop ausschließlich messen kann, ist offenbar noch nicht durch die dichte Explosionswolke gedrungen.

Neben Neutronensternen und Schwarzen Löchern hat die Röntgenastronomie auch Quasare und aktive Galaxien untersucht. Röntgenhintergrundstrahlung im Weltall und Röntgen-Burster (plötzliche Röntgenausbrüche auf Sternen) waren weitere Forschungsobjekte. Die neue Generation der Röntgenteleskope, die nach der Challenger-Katastrophe Gewehr bei Fuß steht, an der Spitze der deutsche Röntgensatellit ROSAT, wird sicher manche bis heute aufgeworfenen Fragen lösen, vielleicht auch noch aufregendere neue stellen. Der ROSAT-Himmel mit 100 000 Röntgenquellen könnte ab 1990 vielleicht sogar, wie einst Galileis Fernrohrhimmel, ganze Weltbilder ins Wanken bringen. □

DER AUTOR

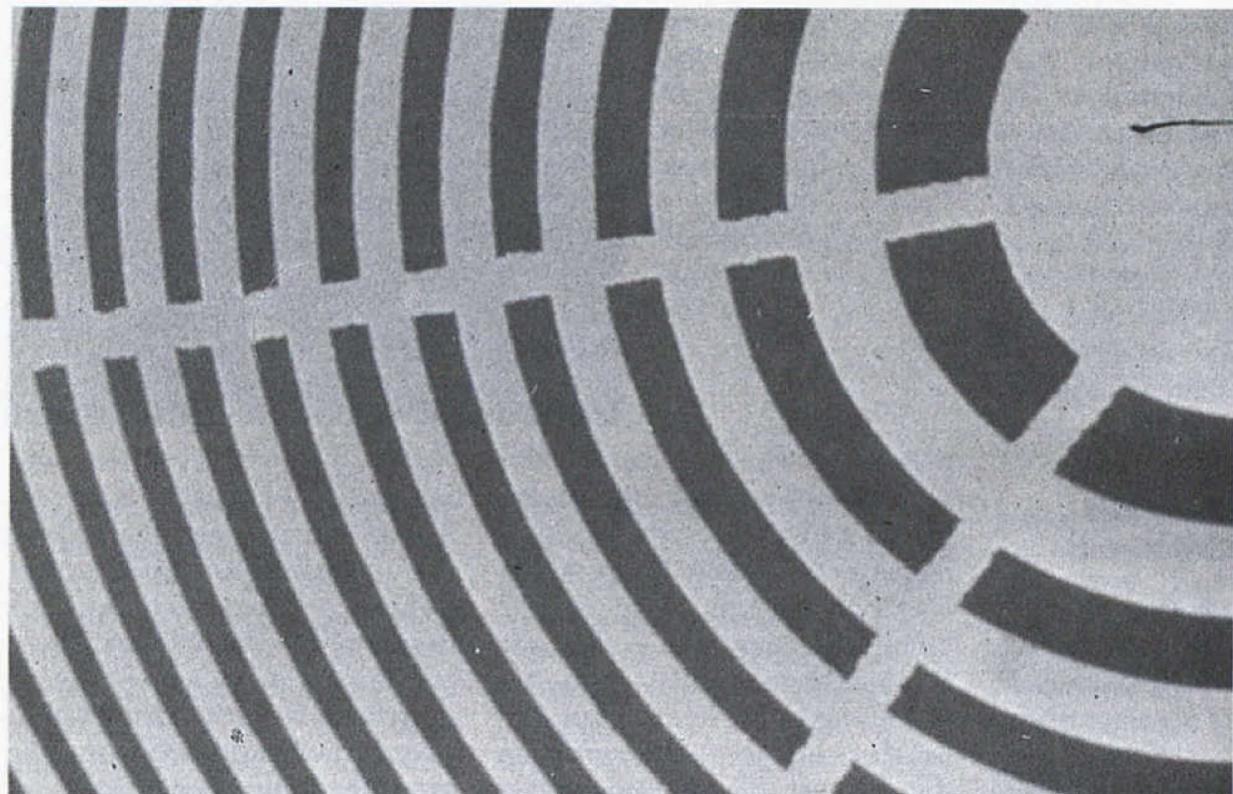
Privatdozent Dr. rer. nat. Jürgen Teichmann, geb. 1941, ist als Museumsdirektor am Deutschen Museum unter anderem verantwortlich für die Abteilung Astronomie. Er studierte Physik, Geschichte der Naturwissenschaften mit Wissenschaftstheorie und Neuere Geschichte. Verschiedene wissenschafts- und technikhistorische Projekte, etwa zur Geschichte der Festkörperphysik. Veröffentlichungen insbesondere zur Geschichte der Elektrizität, der Astronomie und der didaktischen Möglichkeiten der Wissenschafts- und Technikgeschichte.

Die Sonderausstellung ‚Mit Röntgenaugen in eine neue Welt‘ ist ab 17. Februar 1989 im 5. Stock des Deutschen Museums im Rundraum der Astronomie täglich von 9 bis 17 Uhr zu besichtigen.

Die Entdeckung der Röntgenastronomie in Deutschland

Joachim Trümper

Der Autor, Initiator und Wegbereiter der kosmischen Röntgenastronomie in Deutschland, schildert hier den Weg seiner Forschung bis zum Projekt ROSAT.



Mikroaufnahme einer Fresnelzonenplatte, hergestellt von der Fa. Johannes Heidenhain, Traunreuth.

Ballonexperiment HEXE vor dem Start in Palestine-Texas. Der Detektorblock ist azimenthal montiert. Die Stabilisierung der Ballongondel erfolgt über ein Drallrad-Regelsystem. Zur Lagemessung werden Magnetometer und Sternsensoren eingesetzt.

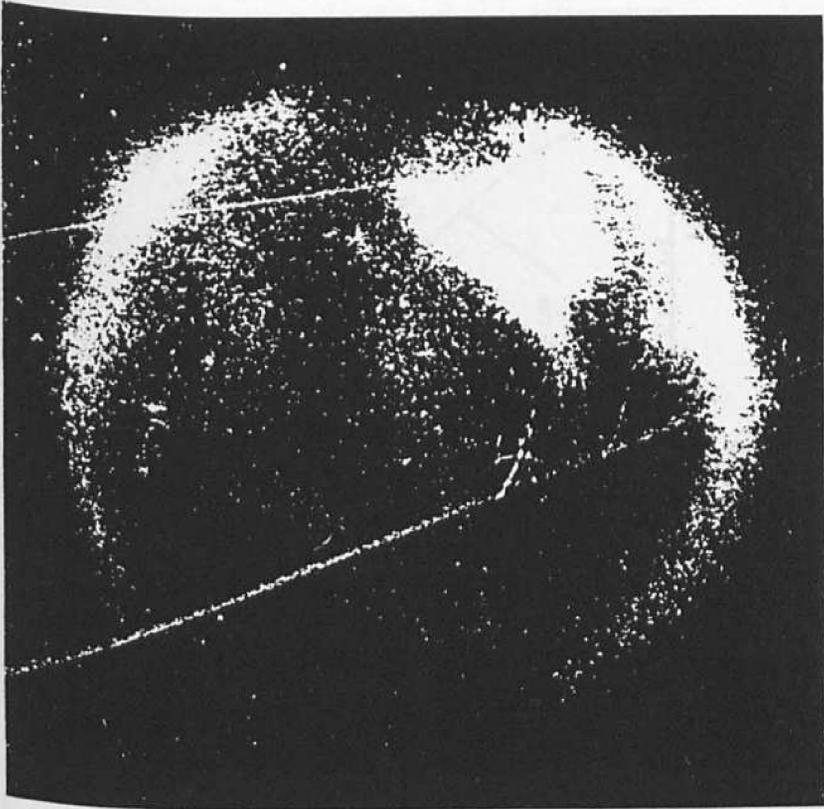
Als Ende der vierziger Jahre in den USA mit erbeuteten V2-Raketen die ersten Röntgenbeobachtungen der Sonne gemacht wurden, gab es in der Bundesrepublik als Folge des Krieges praktisch noch keine Weltraumforschung. Und doch spielten deutsche Forscher in dieser frühen Phase bereits eine Rolle. Es sind hier vor allem drei Namen zu nennen: Gerhard Elwert, Gottfried Möllenstedt und Heinrich Siedentopf. Letzterer war 1949 als Direktor des Astronomischen Instituts nach Tübingen berufen worden und hatte dort vielfältige Aktivitäten entwickelt. Unter anderem holte er als Mitarbeiter den Atomphysiker und Sommerfeldschüler Gerhard Elwert an sein Institut, der damit begann, sich mit der Röntgenemission der Sonnenkorona zu befassen. Elwert berechnete als erster die zu erwartende Röntgenstrahlung nach Intensität und Spektrum und sagte auch die Intensitätszunahme in heißen Aktivitätsgebieten sowie die Randaufhellung der Sonne voraus. Als diese beiden Eigenschaften 1960 mit einer Lochkameraaufnahme des Naval Research Laboratory bestätigt werden konnten, wurden die Elwert'schen Arbeiten mit einem Schlage sehr bekannt.

Im Tübinger Institut fing man danach an, über Verbesserungen der Abbildungs-

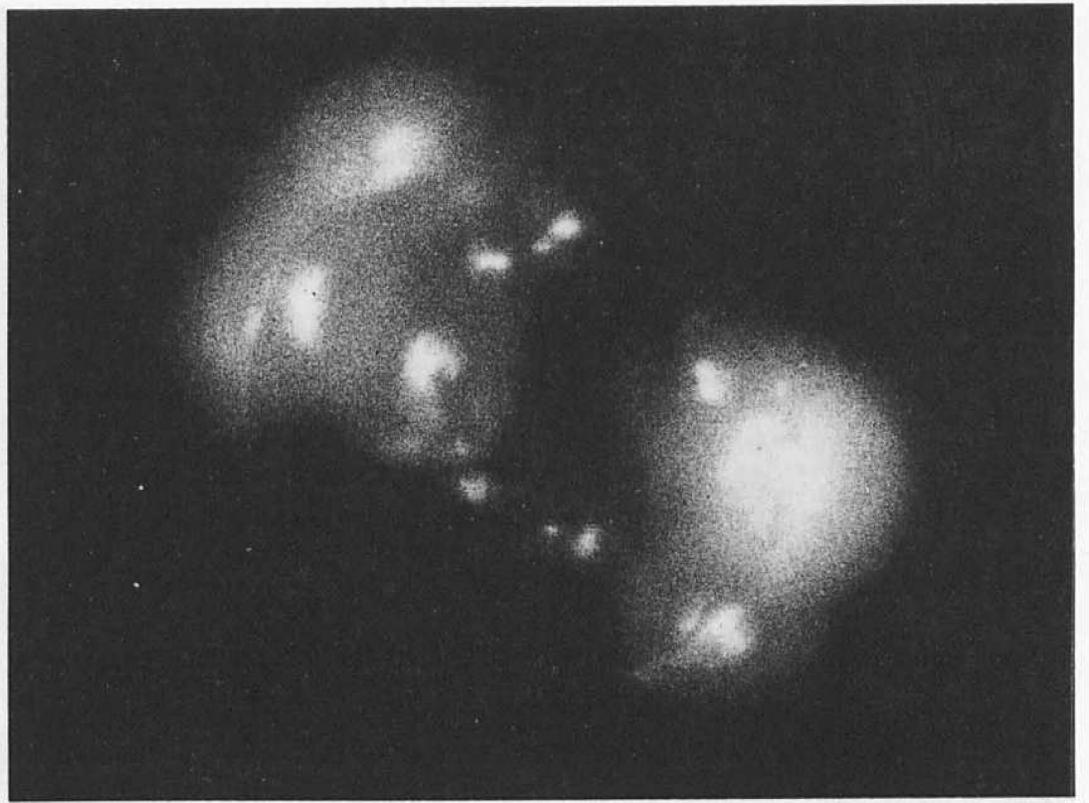
technik nachzudenken, wobei ein Zufall zu Hilfe kam. Möllenstedt, Direktor des Instituts für Angewandte Physik in Tübingen, hatte in den USA die Anwendung Fresnel'scher Zonenplatten für Abbildungen mit sichtbarem Licht kennengelernt. So kam man auf die Idee, diese Instrumente, bei denen es sich um konzentrierte Beugungsgitter handelt, zu verkleinern, um sie für die erheblich kürzerwellige Röntgenstrahlung verwenden zu können. Diese Verkleinerung – um einen Faktor 10 – gelang mit einem in Tübingen entwickelten neuartigen Mikrominiaturisierungs-Verfahren. Als Siedentopf im Jahr 1963 überraschend starb, war dies zwar eine einschneidende Zäsur für das Institut, aber die Arbeiten zur solaren Röntgenastronomie wurden unter Möllenstedt als kommissarischem Direktor unvermindert fortgesetzt. Da damals in der Bundesrepublik keine Raketen verfügbar waren, mit denen man Zonenplattenkameras aus der absorbierenden Erdatmosphäre herausbringen konnte, wurden erste Versuche 1964 zusammen mit der Universität Leicester in Woomera (Australien) und sodann 1966 mit dem Naval Research Laboratory in White Sands (New Mexico) gemacht. Die dabei gewonnenen Röntgenbilder waren erwartungsgemäß erheblich schärfer als die Lochkameraaufnahmen.



Inzwischen hatte die Tübinger Gruppe – in erster Linie H. Bräuninger, H. J. Einighammer, H. H. Fink, D. Höhn, G. Krämer, U. Mayer – auch einige Raketenexperimente bei der Europäischen Weltraumorganisation ESRO (später ESA) angemeldet. Jedoch schlug der erste Schuß in Woomera 1970 fehl, da der Sonnensucher nicht funktionierte und der Bergungsfallschirm sich nicht öffnete. Einen vollen Erfolg brachte dagegen ein zweites Experiment, das 1971 von Sardinien aus mit einer Skylark-Rakete



Erste Röntgenaufnahme der Sonne, hergestellt vom Naval Research Laboratory in Washington 1960 mit einer raketentragenen Lochkamera. Man erkennt deutlich die von Elwert vorhergesagte Randaufhellung.



Sonnenaufnahme, die am 13. 3. 1979 mit einer Fresnelzonenplatte und Film als Detektor von Bord einer Skylark-Rakete aus gefertigt wurde.

gestartet wurde. Es enthielt insgesamt 5 Kameras mit Zonenplattenobjektiven, die Bilder des solaren Röntgenspektrums bei verschiedenen Wellenlängen erbrachten. Sie zeigten die enge räumliche Beziehung zwischen den Kernen der Aktivitätsgebiete und den photosphärischen Magnetfeldern. Ein ähnliches Experiment, nur mit einer noch größeren Zahl, nämlich vierzehn, erheblich verbesserter Zonenplatten, wurde 1979 in Zusammenarbeit des Tübinger Instituts mit dem Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik gemacht. Anhand der gewonnenen Sonnenaufnahmen konnten zum erstenmal Temperatur- und Dichteverteilungen in den heißen Aktivitätsgebieten berechnet werden. Dieses Experiment stellt den vorläufigen Höhe- und Endpunkt der Erforschung der Röntgen-Sonne mit Zonenplattenobjektiven dar.

Abschließend sei dazu bemerkt, daß die angewandte Technik den Vorteil besitzt, scharfe Bilder der Korona in verschiedenen Spektrallinien zu liefern. Allerdings ist ihre Anwendung auf die Sonne beschränkt, da die Lichtstärke der Objektiv wegen ihrer geringen Durchmesser sehr klein ist. Für Beobachtungen der überaus interessanten, aber sehr viel schwächeren kosmischen Röntgenquellen sind Instrumente anderer Art nötig.

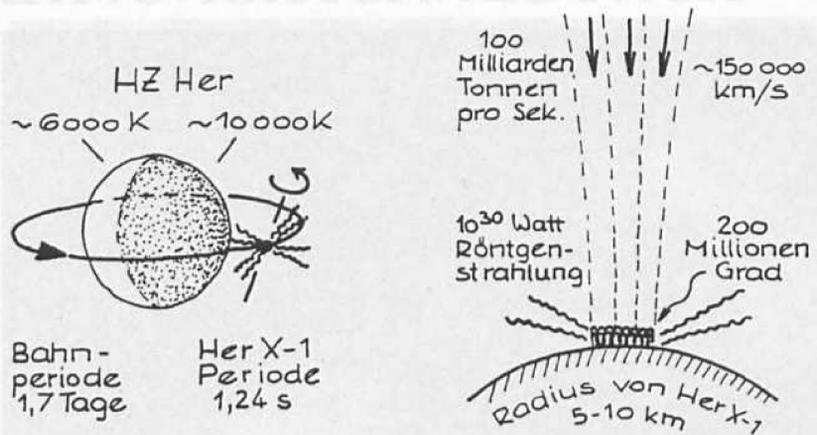
Supernovae, Neutronensterne und Schwarze Löcher

Die Entwicklung der kosmischen Röntgenastronomie in Deutschland begann in den sechziger Jahren am Institut für Kernphysik der Universität Kiel. Dort hatte ich mit einer Gruppe jüngerer Kollegen und Studenten ein Luftschauer-Experiment aufgebaut, mit dem wir die hochenergetischen Teilchen der kosmischen Strahlung bei Energien von 10^{15} bis 10^{17} eV untersuchten. Dabei ging es unter anderem um die Frage nach der Herkunft und Beschleunigung dieser Teilchen und ihrer Zusammensetzung; und dies führte uns zwangsläufig aus der Kernphysik heraus in die Astrophysik. Ein Schlüsselerlebnis auf diesem Wege war die Entdeckung der Pulsare durch Hewish und Bell im Jahre 1967 und ihre Identifizierung mit rotierenden magnetischen Neutronensternen. Kurze Zeit später folgte die Entdeckung des Krebspulsars im Radio-, optischen, Röntgen- und Gammabereich. Es war evident, daß man hier eine elektrodynamische Maschine vor sich hatte, die extrem hochenergetische Teilchen beschleunigen kann. In der Tat sollte ein Neutronenstern, der wie der Krebspulsar mit 2000 Umdrehungen pro Minute rotiert und ein Magnetfeld von etwa 100 Millionen

Tesla aufweist, Beschleunigungsfelder extremer Stärke besitzen. Ich beschäftigte mich damals – wie viele andere Kollegen auch – mit der spannenden Frage, wie ein solcher Teilchenbeschleuniger funktioniert. Allerdings gelang es uns damals nicht, eine endgültige Antwort zu finden, und eine solche steht heute immer noch aus. Immerhin schälte sich ein zumindest qualitatives Verständnis der Vorgänge heraus. Eine Erkenntnis war, daß die Fähigkeit des Pulsars zur Teilchenbeschleunigung rasch mit wachsendem Alter nachlassen sollte, und zwar mit einer Rate von einigen Zehntelprozent pro Jahr.

Im Jahre 1971 beantragte ich bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft Mittel, um ein Röntgenballonexperiment zu bauen, mit dem man diese relativ geringe Änderung – durch wiederholte Beobachtungen über einen Zeitraum von mehreren Jahren messen könnte. Ein anderes aufregendes Ziel war es, die mit dem Röntgensatelliten Uhuru gerade neu entdeckten Röntgendoppelsterne zu untersuchen, und zwar bei Energien von 20–100 keV, die erheblich oberhalb des Uhuru-Energiebereichs (2–6 keV) liegen.

Inzwischen war ich als Nachfolger Siedentopfs zum Direktor des Astronomischen Instituts in Tübingen berufen wor-



BLICK IN DIE BIZARRE WELT EINES RÖNTGENSTERNS. In einem Doppelsternsystem im Sternbild »Hercules« (links) umkreist in 1,7 Tagen ein kleiner, alle 1,2 Sekunden um seine Achse rotierender Neutronenstern (Her X-1) eine normale Sonne (HZ Her). Von ihr strömt Materie in den Anziehungsbereich des Neutronensterns: Pro Sekunde ungefähr 100 Milliarden Tonnen prasseln – von der riesigen Schwerkraft des kompakten Begleiters angezogen und in seinem gigantischen Magnetfeld kanalisiert – auf die Polflächen nieder (rechts). Hier wird die Oberfläche auf 200 Millionen Grad Kelvin (K) aufgeheizt, es entsteht intensive Röntgenstrahlung, die wiederum eine »heiße Wange« von etwa 10000 Grad Kelvin auf dem Hercules-Zentralstern verursacht, während auf seiner Schattenseite 6000 Grad Kelvin herrschen.

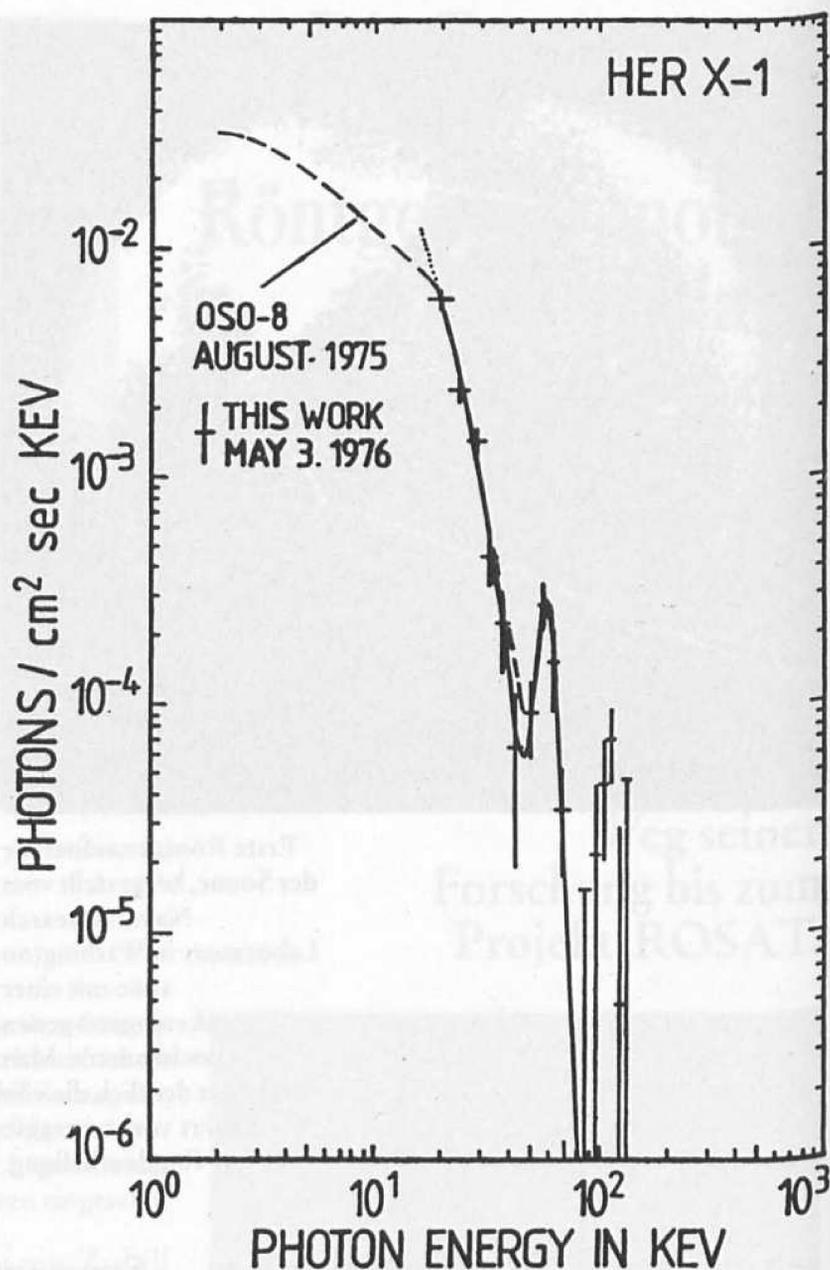
Zeichnung: Trümper

den, und eine Arbeitsgruppe, bestehend aus einigen Mitarbeitern – H. Böttcher, J. Krämer, E. Kendziorra, W. Pietsch, R. Staubert – und etlichen Studenten, ging an die Verwirklichung unseres Ballonprogrammes. Der erste Flug der neu erbauten, ferngesteuerten Ballongondel HEXE (High Energy X-Ray Experiment) fand 1973 von Palestine/Texas aus statt. Weitere Flüge folgten; und wir stießen bei der Beobachtung von Röntgendoppelsternen auf so interessante Dinge, daß wir unser ursprüngliches Ziel, die Messung der Abnahme der Intensität des Krebspulsars, allmählich aus den Augen verloren. Diese ist übrigens inzwischen durch optische Präzisionsmessungen nachgewiesen.

Im Jahre 1975 nahm ich einen Ruf als Direktor an das Institut für Extraterrestrische Physik in Garching an, das zum Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik gehört. Die Ballonexperimente wurden nun mit einer erweiterten Mannschaft – daran waren auf Garchinger Seite u. a. W. Pietsch, C. Reppin und W. Voges beteiligt – in Zusammenarbeit mit dem Tübinger Institut fortgesetzt. Insgesamt fanden mit einer wesentlich vergrößerten und verbesserten »Ballon-HEXE« bis 1982 acht weitere Flüge von den USA, Südamerika und Australien aus statt, die viele neue Ergebnisse brachten.

Ein besonders wichtiges Ergebnis unserer Ballonflüge war die Entdeckung der Zyklotronresonanz bei dem Röntgendoppelstern Her X-1. Bei diesem Objekt kreist ein Neutronenstern um einen normalen Stern und saugt von diesem Materie über eine Akkretionsscheibe ab. Beim Aufprall dieser Materie auf die Polkappe des Neutronensterns entsteht harte Röntgenstrahlung, die wegen der Rotation (1.24 sec) gepulst erscheint. 1976

Röntgenspektrum des Neutronensterns Her X-1. Aus der Resonanzstruktur läßt sich auf eine Polfeldstärke des Neutronensterns von 5×10^{12} Gauß schließen.



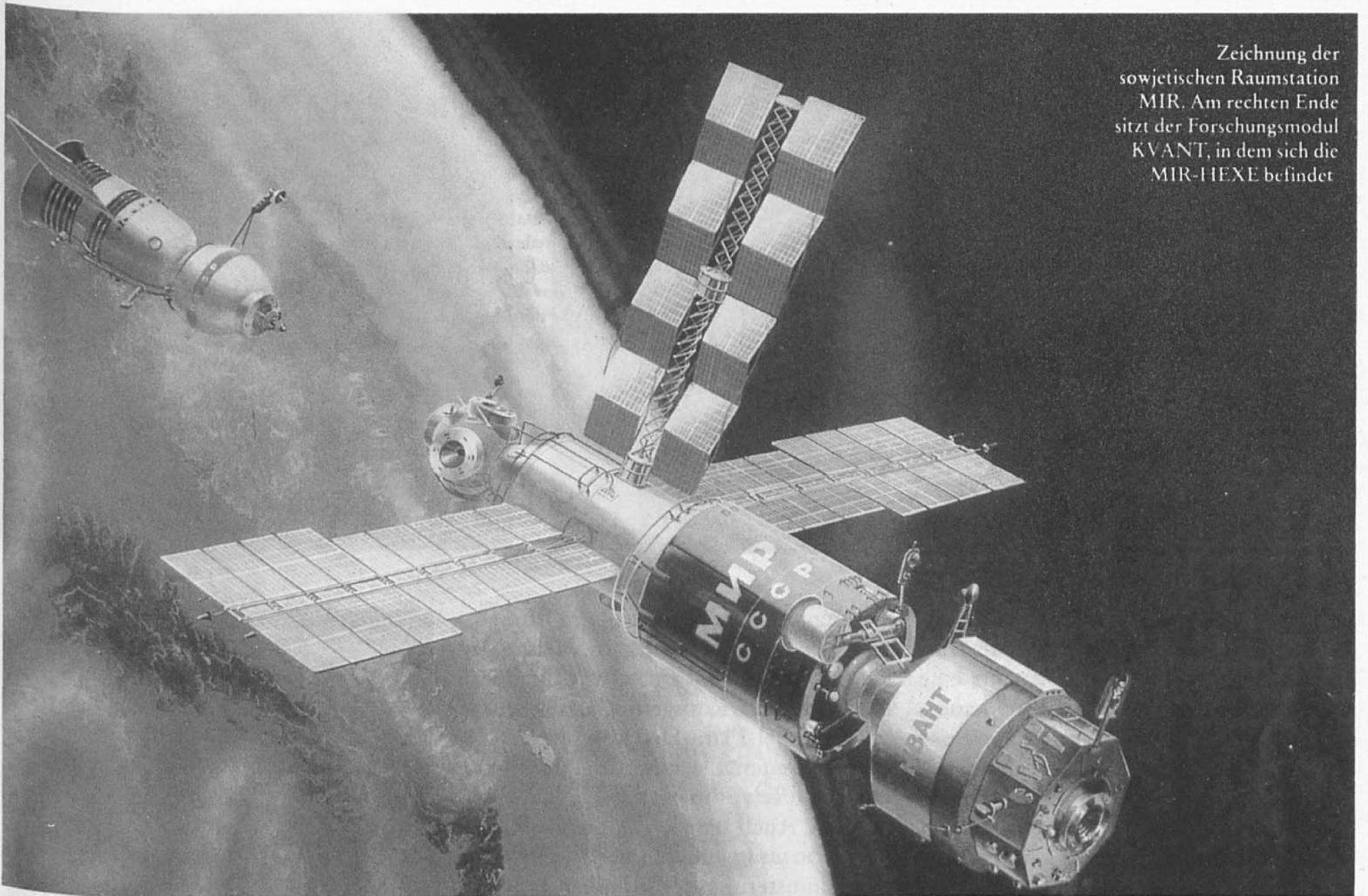
fanden wir im Spektrum dieses Sterns bei 58 keV eine merkwürdige »Zacke«, die von uns als Zyklotron-Resonanz gedeutet wurde. Diese Interpretation, die inzwischen durch weitere Messungen erhärtet werden konnte, bedeutet, daß man hier Übergänge zwischen quantisierten Elektronenbahnen im Magnetfeld sieht. Aus den Messungen ergibt sich dann direkt die Magnetfeldstärke – 500 Millionen Tesla. Dies ist das stärkste bisher gemessene Magnetfeld im Kosmos.

Von vielen anderen untersuchten Quellen sei noch eine weitere erwähnt: Cyg X-1. Auch dies ist ein Doppelsternsystem, wobei der Röntgenstrahler als Schwarzes Loch gilt. Hier gelang es uns erstmals, die Temperatur der Quelle zu messen – 170 Millionen Grad. Dies sollte die Temperatur des Plasmas sein, kurz bevor es in das Schwarze Loch stürzt.

An unseren Ergebnissen waren auch sowjetische Kollegen sehr interessiert, und so kam es ab 1978 zu einer Zusammenarbeit mit den renommierten Astrophysikern und Kosmologen Ya. B. Zeldovich und E. A. Sunyaev in Moskau. In unseren Diskussionen, die um die Strahlung von Neutronensternen und Schwarzen Löchern kreisten, entstand bald der Gedan-

ke, die Zusammenarbeit auch auf experimentelle Untersuchungen auszudehnen. Wir diskutierten die verschiedensten Möglichkeiten, bis wir schließlich übereinkamen, eine Weiterentwicklung der Ballon-HEXE auf der sowjetischen Raumstation zu fliegen. Ein entsprechendes Abkommen wurde zwischen Roald Sagdeev, dem Direktor des Weltrauminstituts in Moskau, und mir 1982 abgeschlossen. Allerdings dauerte es bis zur Realisierung fast fünf Jahre. Am 31. März 1987 wurde mit einer Protonrakete das KVANT-Modul gestartet, das wenige Tage später nach einigen Schwierigkeiten – ein Postsack hatte sich am Andockstützen verfangen – an die MIR-Station ankoppelte. An Bord waren neben unserer »MIR-HEXE« zwei andere westeuropäische und ein sowjetisches Instrument, die insgesamt einen sehr weiten Energiebereich überdeckten (2–2000 keV). Wir hatten großes Glück, denn wenige Wochen vor dem Start war die spektakuläre Supernova 1987A in der großen Magellanschen Wolke explodiert. Dieses Objekt wurde unser erstes Ziel, und im August 1987 gelang es, mit der MIR-HEXE erstmals harte Röntgenstrahlung von der Supernova zu entdecken.

Zeichnung der sowjetischen Raumstation MIR. Am rechten Ende sitzt der Forschungsmodul KVANT, in dem sich die MIR-HEXE befindet



Diese Strahlung ist ein direkter Beweis dafür, daß in der Supernovaexplosion große Mengen radioaktiven Materials entstehen. Dabei handelt es sich vor allem um Kobalt 56, das durch Kernfusion während der Explosion aus Silizium 28 gebildet wird. Beim Zerfall des Kobalt 56 entsteht Gammastrahlung, die zunächst nicht frei entweichen kann, weil die expandierende Hülle noch eine zu große Dichte aufweist. Die Gammaquanten werden auf ihrem Wege nach außen vielfach an Elektronen gestreut, verlieren dabei an Energie und verlassen die Hülle als Röntgenquanten, die zu einem breiten spektralen Kontinuum verschmiert sind. Diese Strahlung wurde mit der MIR-HEXE entdeckt. Übrigens spielt die Rückstreuenergie, die die Elektronen abgeben, während des ersten Jahres die Hauptrolle bei der Heizung der Hülle. Inzwischen wurden mit der MIR-HEXE eine ganze Reihe von weiteren Quellen beobachtet, darunter auch die Nova Vulpecula, die im Frühjahr 1988 aufleuchtete.

Sterne und Quasare

Wie die Ballon-HEXE so besitzt auch die MIR-HEXE als ‚optische‘ Elemente Kollimatoren, die nur eine begrenzte

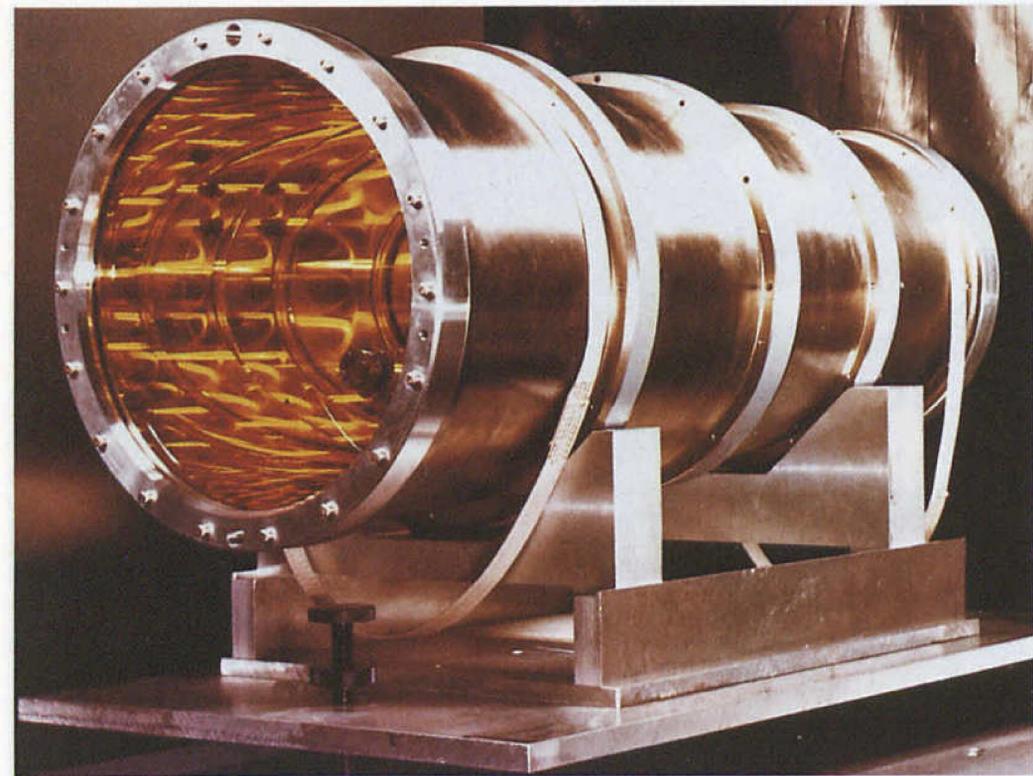
Winkelauflösung bieten – in diesem Fall 1.6 Grad. Ein viel höheres Winkelauflösungsvermögen, nämlich Bogensekunden, läßt sich mit Spiegelteleskopen erreichen, die nach dem von Hans Wolter 1952 angegebenen Prinzip gebaut sind. Die Bedeutung dieser Teleskope wurde von uns früh erkannt, und so fingen wir bereits 1973 in Tübingen an, zusammen mit der Firma Carl Zeiss, Röntgenspiegel zu entwickeln. Dabei kommt es u. a. darauf an, eine möglichst geringe Mikrorauigkeit der Oberfläche zu erreichen, damit die kurzwellige Röntgenstrahlung, deren Wellenlänge mit 1 nm etwa tausendmal kleiner ist als die des sichtbaren Lichts, nicht gestreut, sondern ordentlich reflektiert wird. Als erstes wurden von der Firma Carl Zeiss Polierversuche an ebenen Spiegeln gemacht, bei denen bald mit Mikrorauigkeiten von einigen zehntel Nanometern Weltrekorde aufgestellt wurden. Der nächste Schritt bestand in der Herstellung von Paraboloidspiegeln, die wir 1976 in zwei Raketexperimenten („ASTRO 8“) einsetzten, um die alten Supernova-Explosionswolken in den Sternbildern des Segels und des Schwans zu spektroskopieren.

Aber das eigentliche Ziel war die Herstellung eines Wolterteleskopes, also ei-

ner Tandem-Konfiguration aus Paraboloid- und Hyperboloidspiegeln. Das erste Teleskop dieser Art, das in Europa gebaut wurde, verließ das Carl Zeiss-Werk im Jahre 1978 und wurde von uns im Februar 1979 auf einer Skylark-Rakete von Woomera aus gestartet, um Bilder der Supernova-Explosionswolke ‚Puppis-A‘ und des Krebsnebels zu machen. Als Bilddetektor diente ein ortsauflösender Proportionalzähler, der bei uns im Institut für Extraterrestrische Physik entwickelt worden war. Das Experiment war ein voller Erfolg und lieferte die ersten Röntgenbilder mit spektraler Auflösung, die überhaupt je mit solchen Teleskopen gemacht worden waren. Ein weiterer Raketenschuß 1982 galt der Supernova-Explosionswolke Cassiopeia-A und der Quelle Cyg X-1.

Allerdings kann man mit derartigen Schnappschüssen von jeweils fünf Minuten Länge auf die Dauer keine Astronomie betreiben. So interessant auch die gewonnenen Ergebnisse waren – diese Experimente waren eigentlich technologische Vorübungen für etwas sehr viel Größeres, nämlich einen Röntgensatelliten.

Bereits im Jahre 1975 hatten wir beim Bundesministerium für Forschung und



Von links nach rechts:
32 cm-Röntgenteleskop,
gefertigt von der
Firma Carl Zeiss mit
einem abbildenden
Proportionalzähler des
MPE Garching. Auf
dem Erstflug mit einer
Skylark-Rakete am 22. 2.
1979 wurde die erste
Röntgenabbildung der
Supernovaexplosions-
wolke Puppis A gemacht.

Endmontage des
ROSAT-Spiegelsystems
bei der Firma Carl Zeiss.
Die Optik wiegt etwa
800 kg, besitzt 8 m²
polierte Oberfläche
und liefert ein
Auflösungsvermögen von
3 Bogensekunden.

Technologie (BMFT) den Vorschlag gemacht, einen mit einem großen Wolterteleskop ausgerüsteten Satelliten für eine Himmeldurchmusterung zu bauen. Diese sollte einige hundert Male empfindlicher sein als die des legendären Uhuru-Satelliten. Das Projekt bekam von dem Gutachterausschuß unter Leitung von Heinz Maier-Leibnitz gute Noten und wurde zusammen mit zwei anderen Projekten zur Realisierung empfohlen.

Allerdings schien der Satellit sehr teuer zu werden. Eine Kostenschätzung der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, die im wesentlichen auf der damals üblichen Formel „1 kg im Weltraum = 1 Million DM“ beruhte, ergab Kosten von 300 Millionen DM. Aber uns war klar, daß man einen solchen Satelliten, bei dem der Löwenanteil der Masse im Wolterspiegelsystem stecken würde, wesentlich billiger bauen könnte. Und so nannten wir das Projekt fortan ROBISAT (Röntgen-Billigsatellit). Obwohl unsere Kostenvorstellungen durch die ersten Industriestudien bei Dornier-System bestätigt wurden, bauten sich Ende der siebziger Jahre neue Hürden auf: Das BMFT erwartete bei allen ‚Großprojekten‘ eine angemessene ausländische Beteiligung. So machten wir uns auf die Suche nach Kollaborationspartnern und fanden sie. Die NASA bot einen kostenlosen Start mit dem Space Shuttle an, englische Wissenschaftler wollten im Huckepack-Verfahren ein zweites Teleskop fliegen, das den ROBISAT-Bereich (0.1-2 keV) zu kleineren Energien bis 0.025 keV hin ausdehnen würde.

Eine Konsequenz dieser Internationali-

sierung war allerdings, daß die Komplexität der Instrumente wuchs. Neben den beiden ‚deutschen‘ Proportionalzählern im Fokus des Röntgenteleskops wurde ein Channel-Plate-Detektor der NASA aufgenommen. Dazu kam das autonome englische Teleskop mit zwei Fokalinstrumenten. Auch wurde die Satellitenkonstruktion aufwendiger, weil neben der Durchmusterung des Himmels ein Programm für Detailbeobachtungen von Röntgenquellen durchgeführt werden sollte. Als Folge stiegen die Kosten, und so wurde bald die Silbe ‚bi‘ aus dem Projektnamen gestrichen. (Übrigens liegen im Jahre 1988 die Projektionskosten, die das BMFT-Budget belasten, bei insgesamt 260 Millionen DM und damit also trotz erheblich gestiegenen Leistungsvermögens und 13 Jahren Inflation unter der ursprünglichen Kostenschätzung!) 1982 konnten die Abkommen über ROSAT zwischen dem BMFT und der NASA bzw. Großbritannien abgeschlossen werden. Dornier-System bekam den Auftrag, den Satelliten zu bauen, mit Messerschmidt-Bölkow-Blohm als Unterauftragnehmer. Die Firma Carl Zeiss begann mit dem Bau des Spiegelsystems, dessen Vorentwicklung schon lange vorher begonnen hatte. Das Management der Industrieaktivitäten und die Vorbereitung des bodenseitigen Satellitenbetriebs wurden von Projektgruppen der DVFLR übernommen.

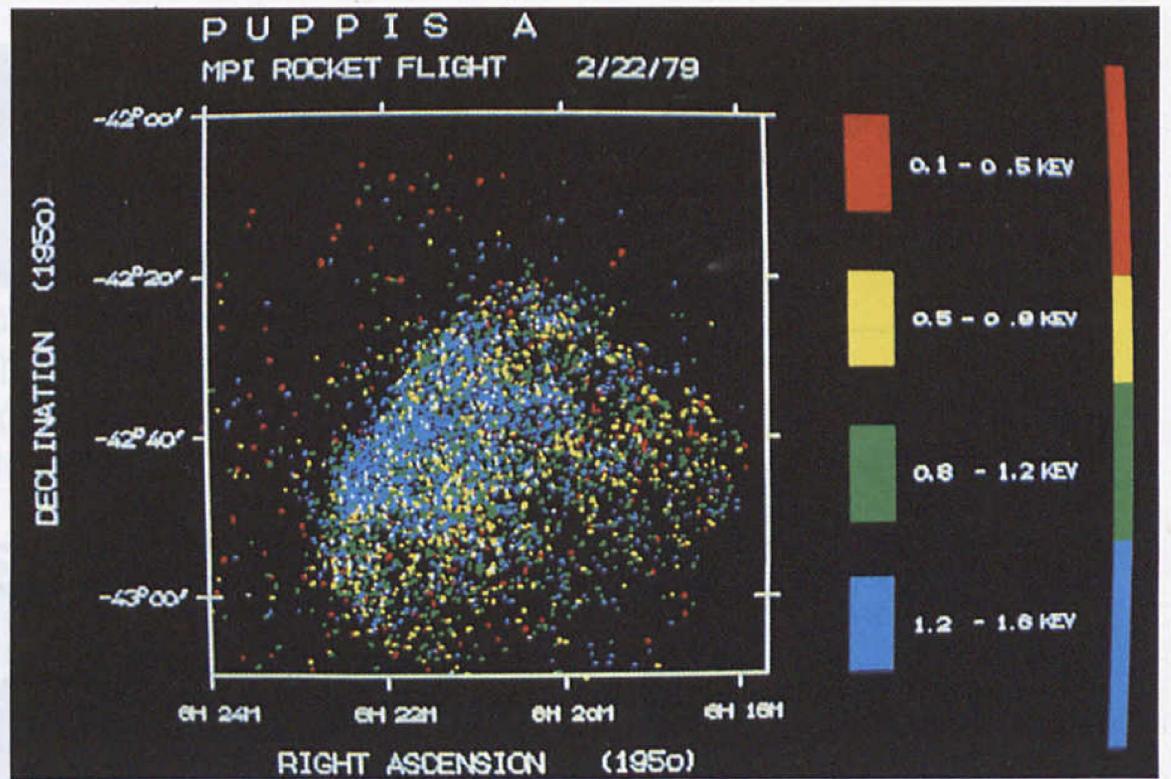
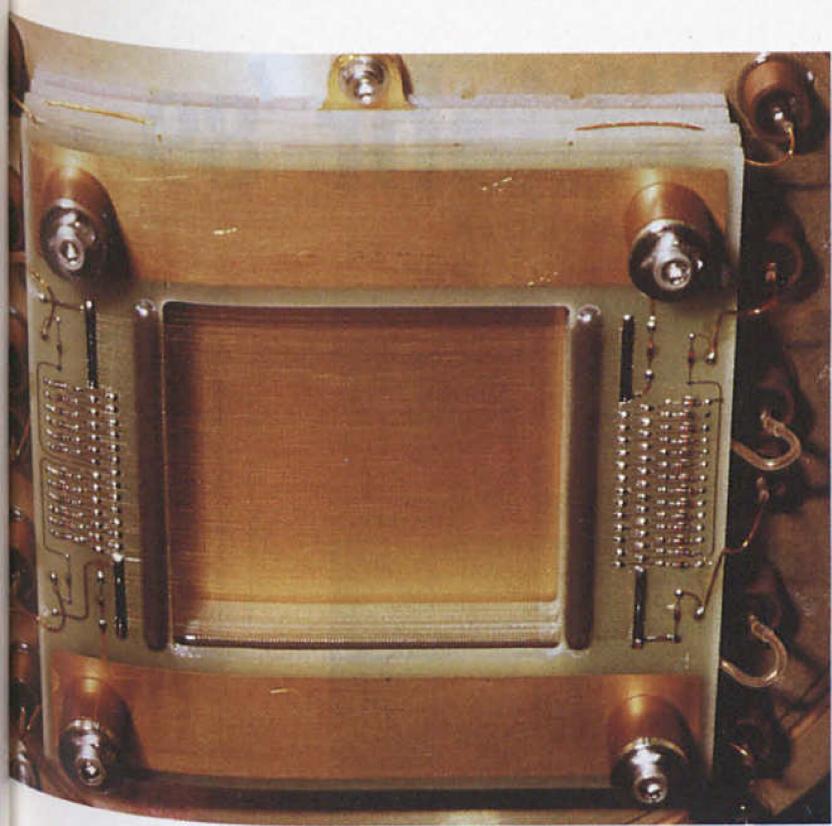
Bei unserem Institut liegen neben der wissenschaftlichen Leitung eine ganze Reihe von Aufgaben: Die wissenschaftliche Betreuung der Röntgenspiegel, ihre Tests in unserer 130 Meter langen Vakuumtestanlage ‚PANTER‘, die Entwicklung und der Bau der Fokalinstrumenta-



tion einschließlich der Proportionalzähler, die Kalibration der gesamten Instrumente sowie die Einrichtung und der Betrieb des wissenschaftlichen Datenzentrums. Am Institut für Extraterrestrische Physik sind u. a. B. Aschenbach, H. Bräuninger, U. Briel, W. Burkert, H. Hippmann, G. Kettenring, E. Pfeffermann, P. Predehl und H. U. Zimmermann seit langem am ROSAT-Projekt beteiligt.

Durch die Challenger-Katastrophe ergab sich noch einmal eine Klippe für ROSAT, die den Start auf unabsehbare Zeit zu verzögern drohte. Es gelang dann jedoch, die NASA zu überzeugen, für den ROSAT-Start eine DELTA-Rakete zur Verfügung zu stellen. Im Februar 1990 soll der Satellit auf eine 580 km Kreisbahn gebracht werden – Ende einer langen technischen Entwicklung und Beginn eines wissenschaftlichen Abenteurers.

ROSAT ist der größte Forschungssatellit, der bisher in Europa gebaut wurde. Er trägt das mächtigste und genaueste



Röntgenteleskop. Die Mikrorauhigkeit der etwa 8 m^2 polierten Oberfläche beträgt im Mittel etwa 3.5 Angström (0.35 nm), also etwa einen Atomdurchmesser! Die Fokalinstrumente erlauben Röntgen-,Farbbilder' von 30 Bogensekunden oder Schwarz/Weiß-Bilder von 3 Bogensekunden Auflösung. Einzigartig ist auch die wissenschaftliche Zielsetzung: Im ersten halben Jahr wird die erste vollständige Himmeldurchmusterung mit einem abbildenden Röntgenteleskop (und einem XUV-Teleskop) durchgeführt. Damit sollte sich die Zahl der bekannten Quellen von heute etwa 5.000 auf 100.000 erhöhen. Wichtiger als der quantitative Gewinn ist die neue Qualität, die in der Uniformität und Homogenität der Durchmusterung liegt.

Nach der Himmeldurchmusterung sollen Detailbeobachtungen für Gastbeobachter durchgeführt werden, um Röntgenquellen hinsichtlich ihres zeitlichen Verhaltens, räumliche Strukturen und ihre Spektren detailliert zu untersuchen. Verglichen mit dem Einsteinobservatorium der NASA kann ROSAT 5 - 10 mal schwächere Quellen 'sehen' und besitzt eine dreimal höhere Winkelauflösung. Wir rechnen damit, daß hunderte von Astrophysikern ROSAT nutzen und die gewonnenen Ergebnisse viele Teilgebiete der modernen Astrophysik befruchten werden.

Von ROSAT werden neue Aufschlüsse über fast alle Arten astronomischer Objekte erwartet:

- normale (nuklear brennende) Sterne aller Typen
- weiße Zwerge
- Doppelsternsysteme mit weißen Zwergen, Neutronensternen und

- Schwarzen Löchern als Begleitern
- heiße Neutronensterne
- Supernovaexplosionswolken
- das heiße Gas im interstellaren Raum
- normale Galaxien wie der Andromedanebel und die Magellanschen Wolken
- Radiogalaxien, Quasare usw.
- Galaxienhaufen
- die kosmische Hintergrundstrahlung

Während die normalen Sterne unserer nächsten Umgebung dem Milchstraßensystem zuzurechnen sind, handelt es sich bei den Quasaren und Galaxienhaufen um Objekte in kosmologischen Entfernungen.

Im Röntgenbereich erschließen sich uns Eigenschaften dieser Quellen, die durch Beobachtungen in den anderen Spektralbereichen nicht zugänglich sind. Es sind vor allem Regionen sehr hoher Temperaturen – von Millionen bis Milliarden Grad –, die am Röntgenhimmel hervortreten. Aber auch Konzentrationen relativistischer Teilchen in starken Magnetfeldern und überhaupt Gebiete extremer Energiedichten zeichnen sich durch die Emission von Röntgenstrahlung aus. Von ROSAT erwarten wir eine wesentliche Erweiterung unseres Wissens hinsichtlich der Rolle, die diese Hochenergieprozesse spielen.

Ein anderer wichtiger Aspekt ist die Bestimmung der Verteilung entfernter Objekte im Raum, – vor allem der Quasare und Galaxienhaufen – bis hinaus zu kosmologischen Distanzen. Von den entferntesten Quasaren ist die Strahlung über 10 Milliarden Jahre unterwegs, um zu uns zu gelangen. Durch Untersu-

chungen der Verteilung dieser Objekte im Raum kann man hoffen, etwas über die Struktur und Evolution des Kosmos zu lernen. Dabei geht es auch um die noch offene Frage, ob der Kosmos offen oder in sich zurückgekrümmt ist, ob er immer weiter expandiert oder ob die Expansion in eine Kontraktion umschlägt. □

DER AUTOR

Prof. Dr. Joachim Trümper, seit den sechziger Jahren in der kosmischen Röntgenastronomie tätig, steht heute als Direktor dem Institut für Extraterrestrische Physik des Max-Planck-Instituts für Physik und Astrophysik in Garching bei München vor. Unter seiner Federführung steht auch das Projekt des deutschen Röntgensatelliten ROSAT, des bislang größten europäischen Forschungssatelliten.

Neuerscheinungen Frühjahr '89

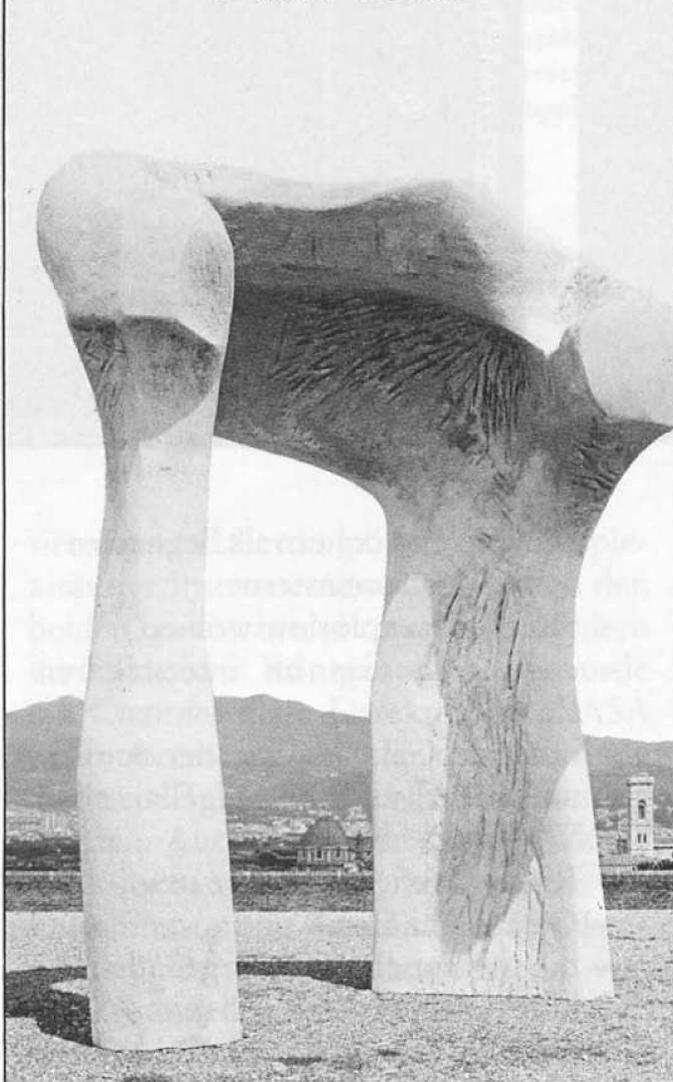
Kunstabücher von Klett-Cotta



Hans Thoma

220 Seiten, 128 Abb., 61 in Farbe,
Leinen mit Schutzumschlag,
98,- DM / öS 764,-
ISBN 3-608-76261-2

Hans Thoma, 1839 in Bernau im Schwarzwald geboren, 1924 in Karlsruhe gestorben, zählte um die Jahrhundertwende zu den bedeutendsten Malern in Deutschland. Vorliegende Monographie stellt mit zahlreichen Abbildungen und Selbstzeugnissen einen der, wenn auch heute nahezu vergessenen, Maler vor.



Giulio Carlo Argan

Henry Moore

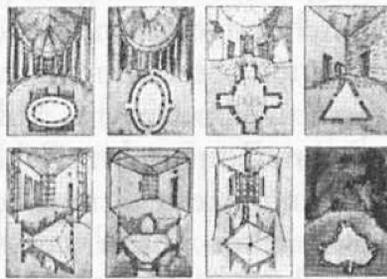


Klett-Cotta

247 Seiten, 240 Abb., 80 in Farbe,
Leinen mit Schutzumschlag,
168,- DM / öS 1310,-
ISBN 3-608-76268-X

In seinem prägnant formulierten Text entwickelt Giulio Carlo Argan die leidenschaftliche Suche Henry Moores nach der Identität von plastischen Gestaltungsprinzipien und natürlichen Entwicklungsprozessen. Er stellt dabei das umfangreiche bildhauerische und zeichnerische Werk des Künstlers vor und analysiert dessen kunsthistorischen Kontext.

ROB KRIER
ÜBER
ARCHITEKTONISCHE
KOMPOSITION



KLETT-COTTA

356 Seiten, 550 Abb., 184 in Farbe,
Leinen mit Schutzumschlag, 168,- DM / öS 1310,-
ISBN 3-608-76266-3

Die Architektur der letzten 30 Jahre ist variationsreicher und spannender als zu irgend einem anderen Zeitpunkt ihrer Geschichte. Charles Jencks hat in eindrucksvoller Weise die neue Stilrichtungen aufgespürt und analysiert. Er behandelt sowohl die Arbeiten der in Amerika, Europa und Japan führenden Architekten wie Ricardo Bofill, Norman Foster, Michael Graves, Hans Hollein, Arata Isozaki, Philip Johnson, Rob Krier, Richard Rogers, James Stirling und Robert Venturi als auch die der weniger bekannten, doch zukunftsweisenden der jüngeren Generation. Jencks führt eine intensive Auseinandersetzung mit der spätmodernen und postmodernen Architektur. Er untersucht die Entstehung beider Richtungen und verfolgt deren Entwicklungen und Wandlungen bis in die letzten Jahre hinein.

HANS PLATSCHEK



1949 BILDER 1988
Klett-Cotta

160 Seiten, 60 Abb., 40 in Farbe,
Leinen mit Schutzumschlag,
58,- DM / öS 452,- · ISBN 3-608-76277-9

Das vorliegende Buch, anlässlich der Retrospektive über Hans Platschek in Kiel und anderen Orten entstanden, zeigt etwa 50 Arbeiten des Künstlers. Die Beiträge erläutern das Werk eines Malers, der kafkaeske Verwandlungen, die ins Verderben führen, nicht als unveränderlich hinimmt, sondern um Rückverwandlung kämpft, auch wenn sie zu neuen Zweifeln und Fragen führt.

THE THYSSEN-BORNEMISZA COLLECTION

Early Netherlandish
painting



Colin Eisler

GENERAL EDITOR SIMON DE PURY

In englischer Sprache
Ca. 272 Seiten, ca. 150 Abb., ca. 50 in
Farbe, Leinen mit Schutzumschlag,
198,- DM / öS 1544,-
ISBN 3-608-76189-6

Dieser Bestandskatalog der frühen niederländischen Malerei in der Thyssen-Bornemisza-Sammlung verzeichnet 43 Meisterwerke.



Klett-Cotta

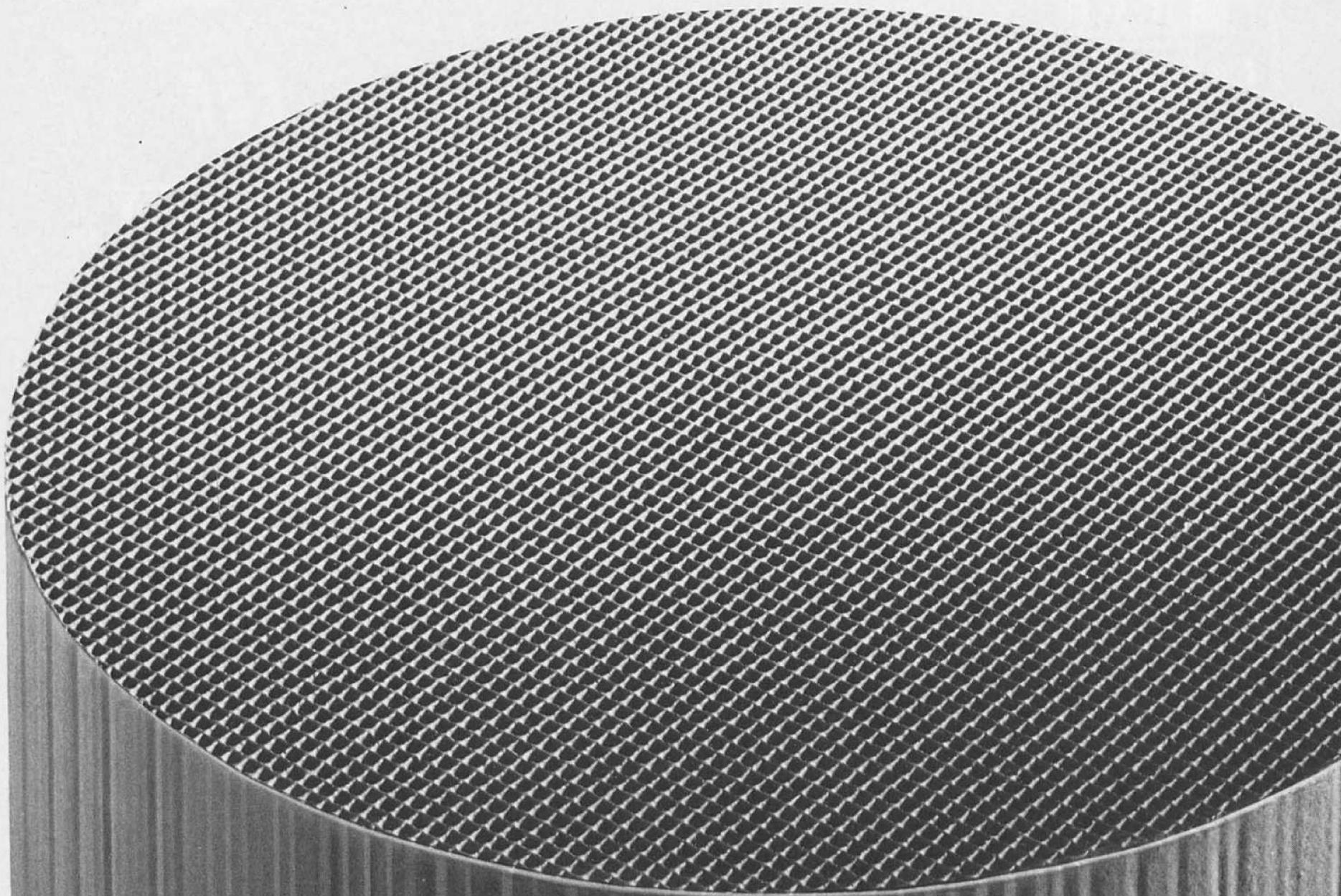
Postfach 10 60 16, 7000 Stuttgart 10

**Chemie
für die Umwelt**

Degussa-Katalysatoren wandeln
schädliche Autoabgase in
harmlose Stoffe um. Vor 25 Jahren eine Aufgabe für
unsere Forschung. Sie wurde erfolgreich gelöst.
Millionen Autos in vielen Teilen der Welt fahren mit
Degussa-Katalysatoren. Wir forschen weiter.

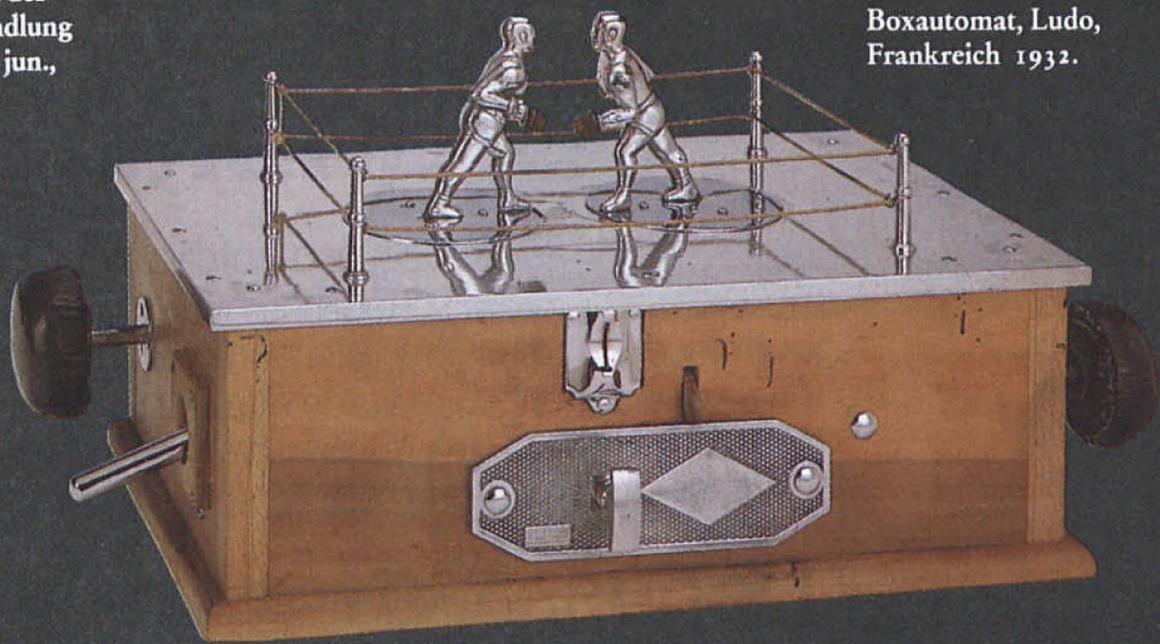
Degussa 

Metall. Chemie. Pharma.

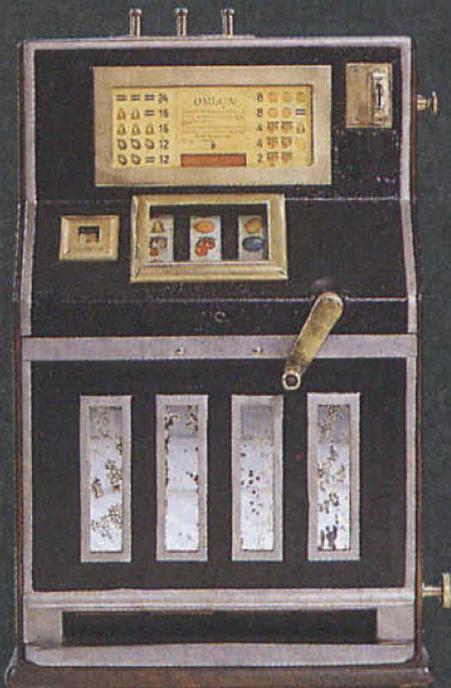




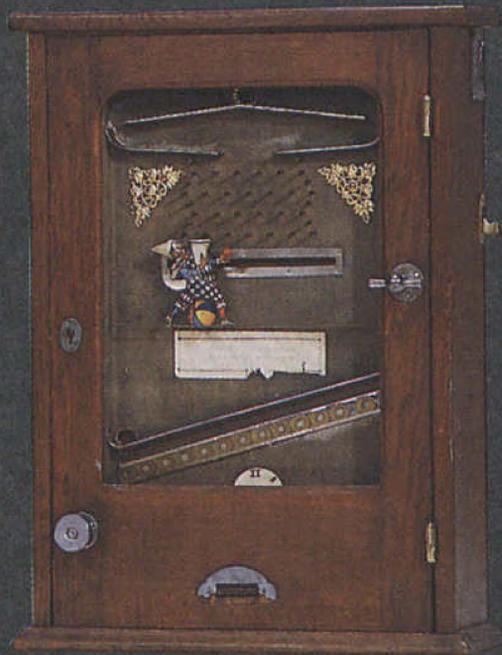
Bücherautomat der Verlagsbuchhandlung Philipp Reclam jun., Leipzig 1912.



Boxautomat, Ludo, Frankreich 1932.



„Omega“, Max Jentsch & Meerz, Leipzig 1931/32.



„Bajazzo“, Max Jentsch & Meerz, Leipzig 1906.



„Liberty Bell“, Mills Novelty Company, Chicago 1907-1910.



„Fortuna“-Prämienspielautomat, 1904.



„Le Cochon Electriseur“, Philippe Leoni, Paris 1898.

„WENN DER GROSCHEN FÄLLT..“

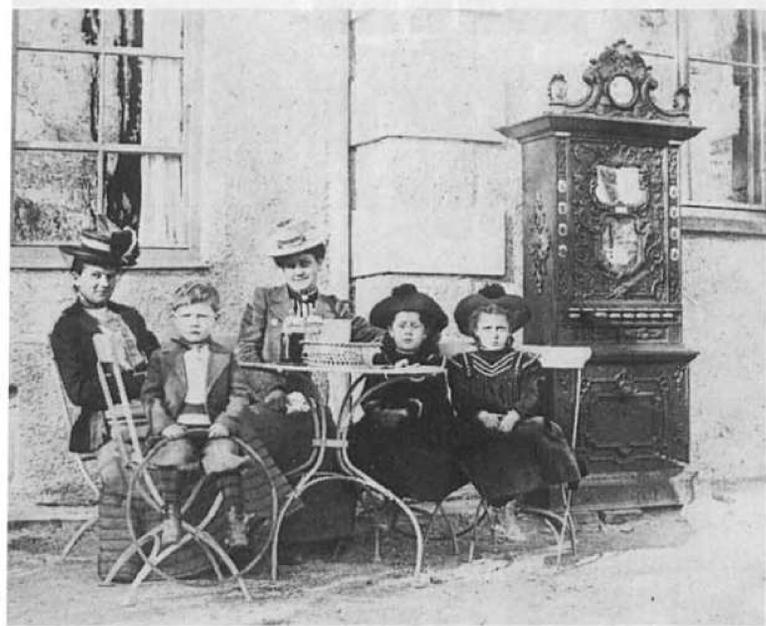
MÜNZAUTOMATEN IM DEUTSCHEN MUSEUM

Cornelia Kemp
und Ulrike Gierlinger

Seit dem 1. Dezember vergangenen Jahres lockt die neue Sonderausstellung des Deutschen Museums zusätzliche Besucher ins Haus. ‚Wenn der Groschen fällt ... Münzautomaten – gestern und heute‘ – unter diesem Titel bietet die Ausstellung noch bis zum 1. Oktober einen Gang durch die Geschichte der Münzautomaten. Zu sehen sind 120 ‚Selbstkassierer‘ aus der Zeit von 1890 bis 1960, zusammengefaßt nach Funktionsbereichen. Die Autorinnen, verantwortlich für die Ausrichtung der Ausstellung, geben hier einen Überblick.

1 887 berichtete das ‚Hannoversche Tageblatt‘ von einem „niedlichen Schränkchen“, das „Unterkommen im Zoologischen Garten gefunden“ habe und gegen Einwurf einer 10-Pfennig-Münze Schokolade und Bonbons ausgabe. Dieses rare Fundstück steht am Beginn der industriellen Fertigung von Münzautomaten in Deutschland, die in den folgenden Jahren einen rasanten Aufschwung nahm.

Gut 100 Jahre liegt diese Erwähnung nun zurück – Anlaß genug, um Rückschau zu halten über die Entwicklung des ‚Selbstkassierers‘ und seine vielfältigen Einsatzmöglichkeiten. In einer Sonderausstellung, die von der ‚Informationsgemeinschaft MÜNZ-SPIEL‘ in Bonn unterstützt wurde, gibt das Deutsche Museum



Gartenlokal mit großem Warenautomaten, um 1890.

vom 1. 12. 1988 bis zum 1. 10. 1989 erstmals einen historischen Überblick über alle Bereiche des Münzautomaten.

Heron und die Folgen

Als Urahn aller Münzautomaten gilt der Weihwasserautomat des griechischen Mathematikers Heron von Alexandria, der gegen Einwurf eines Fünf-Drachmen-Stückes ein Quantum Weihwasser spendete. Dieser Münzautomat blieb jedoch über Jahrhunderte eine kaum beachtete Kuriosität. Erst mit der Herausbildung eines funktionierenden Binnenmarktes und den technischen Möglichkeiten einer seriellen Fertigung von Geräten und Verkaufsartikeln im späten 19. Jahrhundert entsann man sich wieder des antiken Vorbildes, um alsbald Kapital daraus zu schlagen.

Wie so manche technische Errungenschaft verdankt auch der neuzeitliche Münzautomat seinen Erfolg nicht einem

einzigem Erfinder. Die Ursprünge liegen nach Lage der Forschung in England, wo seit Anfang des 19. Jahrhunderts wiederholt Automaten gebaut wurden, die gegen Münzeinwurf allerlei Konsumgüter ausgaben. Doch erst mit Percival Everitt in London, der seit 1883 Patente für Münzautomaten erhielt, begann der eigentliche kommerzielle Erfolg dieser Geräte. Durch verschiedene Gesellschaften beiderseits des Atlantiks organisierte Everitt nicht allein die Produktion der Automaten, sondern zugleich auch die Zulieferindustrie.

Das erste deutsche Patent für einen Münzautomaten datiert ebenfalls aus dem Jahre 1883. Doch auch hier bedurfte es eines organisatorischen Kopfes, der die Herstellung der Automaten, die Zulieferung der Waren und die Absatzmöglichkeiten in einer Hand zusammenfaßte, um diese ersten Versuche gewinnbringend zu nutzen. In den späten 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts baute Ludwig Stollwerck aus der Dynastie der Kölner Schokoladefabrikanten zusammen mit Max Sielaff in Berlin und den Eisenwerken in Gaggenau eine Produktionsgemeinschaft für die Herstellung von Verkaufsautomaten auf. 1894 folgte die Deutsche Automaten-Gesellschaft Stollwerck & Co. (DAG), die in großem Stil den Vertrieb aller im Handel befindlichen Münzautomaten organisierte.

Vom Schokoladenverkäufer zum Automatenrestaurant

Mit dem ‚Mercur‘-Automaten – benannt nach dem Gott des Handels (und der Diebe) – wurde schon in den ersten Jah-

ren der ‚Automatie‘ ein Selbstverkäufer vorgestellt, der sechs verschiedene Artikel enthielt. Den anfangs noch kleinen Tisch- und Wandautomaten, die höchstens zwei verschiedene Waren zum Verkauf anboten, waren schon bald große Standgeräte gefolgt, die auch im Freien oder in Bahnhöfen aufgestellt waren. Diese ersten Verkaufsautomaten besaßen mehrere Schächte, in denen die gleichförmig abgepackte Ware gestapelt war.

„Der Merkur-Automat ist sowohl in seiner äusseren architektonischen Form als auch in seiner inneren Ausstattung ein wahres Prachtstück und fällt überall, wo er aufgestellt ist, sofort in die Augen, zur Benutzung einladend.“ Dieses Zitat aus einem Verkaufskatalog der DAG von 1895/96 verweist auf die beiden Charakteristika, die für den Warenautomatenbau der Gründerzeit wesentlich waren: ein ansprechendes, möglichst originelles Gehäuse – hier von der Neugotik beeinflusst – und eine robuste Mechanik. Die dekorative Gestaltung der Gehäuse, die sich nach den Kunstströmungen der Zeit wie dem Historismus und dem Jugendstil richtete, wurde nach dem Ersten Weltkrieg zugunsten eines rein funktionalen Designs aufgegeben. Nun zählte vor allem die Reichhaltigkeit des Angebotes und die verbesserte Mechanik, die neben den alten Schachtkonstruktionen auch durch Gefach- und Fallklappenautomaten erreicht wurde.

Die Stollwerck-Automaten waren zunächst nur für den Verkauf der Firmenartikel von Stollwerck gedacht. Doch zu den kleinen Schokoladeschachteln, den Pfefferminzpastillen, Bonbons und Mandeln kamen bald weitere Produkte unabhängiger Firmen hinzu, wie etwa Zigaretten der Dresdner Firmen Jasmuzzi und Laferme oder das Kölnisch Wasser von Johann Maria Farina. Die Kundschaft wurde durch allerlei werbewirksame Beigaben an die Automaten gelockt. So gab es für 10 Pfennig nicht allein die Ware, sondern auch dekorativ gestaltete Papp- oder Blechschächtelchen und seit 1897 auch nach dem Vorbild von Liebigs Fleischextrakt die zu Serien zusammengefaßten Sammelbilder, für deren Gestaltung Ludwig Stollwerck namhafte Künstler wie Adolph Menzel, Heinrich Vogeler, Max Liebermann, Otto Modersohn und andere gewinnen konnte. Betrachtet man das Angebot dieser frühen Automaten, die bis zu 12 verschiedene Artikel feilboten, so scheint das Sortiment heutiger Selbstverkäufer kaum um-

Karikatur zum Automaten-Restaurant, 1895.



Erzsetzt den Kellner, bedient sofort, versagt nie. Speisenskarte wechselt täglich dreimal.

fassender zu sein. Neben den Automaten für die verschiedensten Genußmittel und Gebrauchsartikel verdient vor allem der 1912 von Peter Behrens für die Verlagsbuchhandlung Philipp Reclam jun. in Leipzig entworfene Bücherautomat besondere Erwähnung.

In dem Automatenrestaurant, das 1896 erstmals auf der Berliner Gewerbeausstellung vorgestellt wurde und bereits bis zum Ersten Weltkrieg in fast jeder größeren Reichsstadt zu finden war, erlangte der automatische Verkauf von Lebensmitteln seine höchste Perfektion. In diesen prunkvoll ausgestatteten Lokalen befanden sich neben den Buffets für kalte und warme Speisen auch Flüssigkeitsautomaten, die gegen Münzeinwurf alkoholische und nichtalkoholische Getränke ausgaben. Nach der Devise „Kein Trinkgeld, bediene Dich selbst, zwanglos, rasch und gut“ war hier dem eiligen Zeitgenossen Gelegenheit gegeben, sich ohne die Mitwirkung säumiger und trinkgeldsüchtiger Bedienung in kurzer Zeit ein preiswertes Menü eigener Wahl zusammenzustellen.

Orchestrien, die Vorläufer der Musikbox

Die Idee des ‚Selbstkassierers‘ wurde, kaum war sie an die Öffentlichkeit gedrungen, von den verschiedensten Gewerbebezügen aufgegriffen. In Leipzig, wo seit den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts eine aufstrebende Industrie für mechanische Musikinstrumente entstanden war, wurde der Münzeinwurf so gleich für die beliebten Orchestrien übernommen. Die neu gewonnene Möglichkeit, musikalische Unterhaltung jederzeit und für jedermann verfügbar zu machen, stellte einen großen Anreiz für die Betreiber von Tanzcafés und Gastwirtschaften dar, die damit auf die wesentlich teureren Musiker verzichten konnten. Zur Speicherung des Toninformationsprogramms wurden die Lochkarten, die 1806 erstmals von Joseph Marie Jacquard zur Steuerung von Webstühlen eingesetzt worden waren, weiterentwickelt und modifiziert. Bei dem ‚Kalliope Panorama Nr. 176 P‘ dient eine Lochscheibe aus Blech als Programmspeicher. Sternrädchen reißen hier den Zahn eines Stimmkamms an oder lösen einen Glockenschlag aus. Zu der reizvollen Melodie läuft bei diesem Automaten zudem ein Pferderennen ab, das durch das Spielwerk angetrieben wird. Bis in die 20er Jahre unseres Jahrhun-



Automatenspielhalle in Berlin, 1922. (Archiv Süddeutsche Zeitung)

derts blieb der mechanische Musikautomat in den öffentlichen Vergnügungseinrichtungen das beliebteste Wiedergabegerät für gespeicherte Instrumentalmusik, da er sich auch gegenüber dem Grammophon durch seine Robustheit und vor allem durch seine Lautstärke auszeichnete.

Bajazzo und Freiheitsglocke: Die Anfänge der Spielautomatenindustrie

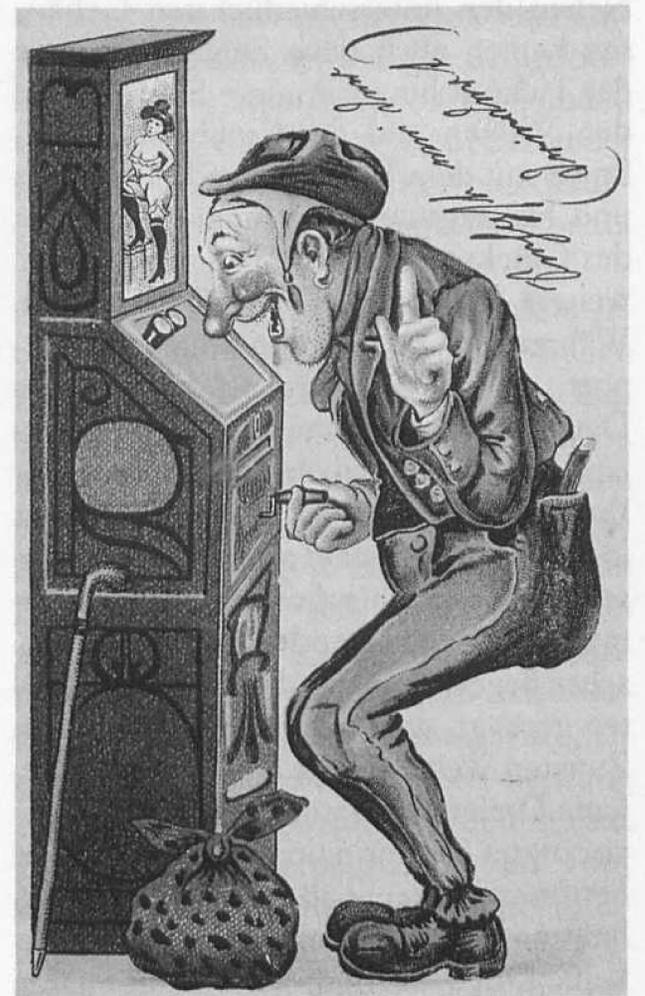
Die Hersteller von Musikautomaten waren wohl auch die ersten, die in Deutschland ab ca. 1895 als eine Art Nebenprodukt Geldspielgeräte auf den Markt brachten. Es waren dies Würfel- und Münzschleuderautomaten, wie sie in den USA schon einige Jahre zuvor eingeführt worden waren. Diese frühen Spielautomaten standen in Gaststuben und Kneipen; der Wirt mußte dem Spieler je nach Höhe des Gewinns Zigarren, Bier oder Wein ausgeben. Um ca. 1905 kamen dann auch Spielautomaten mit Bargeldauszahlung auf, die keiner ständigen Überwachung mehr bedurften und daher für die Aufstellung in den aufblühenden Automatenhallen geeignet waren.

Der wohl erfolgreichste Geldspielautomat dieser frühen Jahre, der sich auch in der Weimarer Republik noch großer Beliebtheit erfreute, war der ‚Bajazzo‘. Bei diesem ab 1906 mit verschiedenen Abweichungen gebauten Wandgerät muß der Spieler versuchen, eine Kugel, die über dem Spielfeld austritt und durch ein Nagelfeld herabgleitet, mit dem Hut einer in der Horizontalen zu bewegendem Bajazzofigur zu fangen. Dieses ‚Bajazzo‘-Prinzip hielt sich bis nach dem Zweiten Weltkrieg, die Gestalt der Fangfigur

wurde schon bald durch andere Motive, wie Zeppeline, Flugzeuge, Fußballer und Panzer, variiert. Neben dem Fangen der Kugel oder Münze waren auch das geschickte Balancieren von Münzen oder das Schleudern von Kugeln über spiralförmige Bahnen beliebte Spielprinzipien.

Während in Deutschland noch die beschriebenen, sogenannten Geschicklichkeitsspielautomaten den Markt beherrschten, kam in den USA eine entscheidende Neuerung auf, die sich bald als übermächtige Konkurrenz für die traditionellen Geräte erweisen sollte. Seit 1894 experimentierte der aus Vöhringen

Bauer vor einem automatischen Stereoskop, Scherzpostkarte um 1910.



bei Ulm nach San Francisco emigrierte Charles Fey an der Entwicklung verschiedener Geldspielautomaten, die mit traditionellen Spielelementen wie Karten und Würfel arbeiteten. Fey reduzierte nun die damals beliebten Pokerautomaten, bei denen die Karten auf fünf rotierenden Walzen befestigt waren, auf drei Walzen. Zudem verwendete er nur einige wenige Kartensymbole zusammen mit der Freiheitsglocke von Philadelphia, die nun auf Papierstreifen aufgedruckt wurden, und schuf so die ‚Liberty Bell‘, nach der bis heute alle Drei-Walzen-Geräte als ‚Bell-Machines‘ bezeichnet werden. Nach dem Erdbeben in San Francisco 1906 übernahm einer der großen amerikanischen Münzautomatenhersteller, die Mills Novelty Company in Chicago, die Produktion der ‚Liberty Bell‘. Mit ihrem prunkvoll verzierten, gußeisernen Gehäuse und größeren Walzen wurde dieses Gerät nun in ganz Amerika populär. Das Sichtfenster an der Vorderfront des Geräts wurde zudem verbreitert, so daß nun drei Reihen mit Gewinnkombinationen sichtbar sind, von denen allerdings nur die mittlere zählt. Hinter dieser scheinbar nur vom Design bestimmten Veränderung verbirgt sich eine raffinierte, die Spielermentalität berücksichtigende Überlegung. Hat der Spieler verloren und eine der beiden anderen Reihen im Sichtfenster zeigt eine Gewinnkombination an, so ist zu erwarten, daß er sich zu einem neuen Spiel verleiten läßt. Verschiedenste Varianten der ‚Bell-Machines‘ folgten in den nächsten Jahren. Neben den unterschiedlichsten Gehäusen kamen auch neue Spielanreize wie der Jackpot hinzu. Andere Symbole auf den Walzen und die Kombination des Spiels mit dem Verkauf von Pfefferminz und Fruchtgummi, mit dem das Verbot des Glücksspiels umgangen wurde, sind weitere wichtige Entwicklungsstufen. Während der Prohibition begann der Export der Drei-Walzen-Geräte nach Deutschland, wo 1928 auch das erste inländische Dreiwalzen-Gerät aus der Produktion von Max Jentsch & Meerz in Leipzig vorgestellt wurde. Die wechselvolle Geschichte dieser Geldspielautomaten in Deutschland war von euphorischer Begeisterung und radikalen Verboten geprägt, dennoch hat sich nach dem Zweiten Weltkrieg die hier zugrunde gelegte Dreier-Gewinnkombination als bevorzugtes Spielprinzip durchgesetzt und bestimmt bis heute alle gängigen ‚Unterhaltungsautomaten mit Gewinnmöglichkeit‘. Doch auch die Pokerautomaten

aus den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts sind in den letzten Jahren wieder als Neuerung auf den Markt gekommen. Im ‚Kleinen Spiel‘ der Casinos sind die ‚Einarmigen Banditen‘, wie sie wegen des Hebels zur Bedienung des Geräts auch genannt werden, heute auch als Glücksspielgeräte mit hoher Gewinnausschüttung und ebenso hohen Verlustchancen weiterhin zugelassen.

‚Electricity is life‘

Auch die Unterhaltungsgeräte, wie Kraftmesser, Schießautomaten, Elektrischer, Bildbetrachter und Horoskope, die auf Jahrmärkten, an Ausflugszielen und in den Passagen die Passanten anlockten, wurden schon frühzeitig für den Münzeinwurf eingerichtet. Hier galt es, gegen bare Münze seine Muskel- und Nervenkraft zu demonstrieren, hier wurde die Schaulust befriedigt und manch scherzhaftes Orakel vergeben. Einer besonderen Erwähnung bedürfen in diesem Zusammenhang die heute weitgehend vergessenen Elektrisierautomaten, die ihre Entstehung einer einst ernsthaft betriebenen medizinischen Anwendung, der Elektrotherapie, verdanken.

So sind auch die frühen Patente zu den Elektrisierautomaten unter der Klasse ‚Gesundheit‘ zu finden, denn es lag den Erfindern zunächst explizit daran, dem ‚größeren Publikum‘ die ständige Entnahme von Elektrizität zu ‚Kurzwecken‘ möglich zu machen. Betrachtet man jedoch das ‚Cochon Electriseur‘ aus dem Jahre 1898, bei dem man aufgefordert wird, die Augen des grinsenden Schweins zum Leuchten zu bringen, so wird unschwer deutlich, daß der Weg vom medizinischen Kurautomaten zum Jahrmarkt nicht weit war. Der Stromschlag, den sich der mutige Benutzer durch Drehen der beiden Knäufe verschaffte, war auch hier allein auf das Wohl der ‚Santé‘ gerichtet.

Sport ‚en miniature‘

Die vielfältigen Sportautomaten, die einen Boxkampf, ein Pferderennen oder ein Fußballspiel simulierten, forderten zu einem spielerischen Wettkampf heraus, bei dem es darum ging, seinen Gegner durch Reaktionsschnelligkeit und Geschicklichkeit zu schlagen. Mannschaftssportarten, wie Fußball oder Hockey, sind dabei derart konstruiert, daß zwei Teilnehmer jeweils die gesamte Mannschaft durch einen Drehknopf oder He-

Papp- und Blechschächtelchen aus den Stollwerckautomaten, um 1896/97.

‚Merkur‘-Automat, Gebr. Stollwerck, Köln um 1890.



MÜNZAUTOMATEN



„Kalliope Panorama Nr. 176 P“, Kalliope Musikwerke, Leipzig 1902.



bel in Aktion setzen; bei anderen Geräten wie den beliebten Pferderennen ging es vorrangig darum, durch schnelles Kurbeln sein Pferd als erstes über die Rennbahn ins Ziel zu bringen. Eine äußerst komplizierte Mechanik weisen die Boxautomaten auf, die seit 1894 in Deutschland belegt sind und bis in die 50er Jahre in verschiedenen Varianten gebaut wurden. Bei einem französischen Gerät von 1932 werden die beiden Boxer mit zwei Griffen nach allen Seiten bewegt; durch Druck auf einen gepolsterten Puffer, der im Inneren einen Luftstrom über verschiedene Blaspöhlge leitet, wird der Faustschlag der Boxer ausgelöst. Gelingt es, die gegnerische Figur k. o. zu schlagen, so kippt diese nach hinten. Durch einen eigenen Hebel wird der getroffene Boxer zur Fortsetzung des Spieles aufgerichtet; eine Zeituhr bemißt die Spieldauer, eine bei späteren Geräten vorhandene Punktzählung fehlt jedoch. In seiner kühlen Eleganz vermittelt der Automat etwas von der Wertschätzung des Boxkampfes in den 20er und 30er Jahren. Nicht nur Bert Brecht, sondern auch viele Bildende Künstler sahen im Boxkampf die Sportart des modernen Menschen, als deren Ideal vor allem Max Schmeling in Erinnerung geblieben ist.

Vom Nadelspiel zum Flipper

Trotz der langen und ehrwürdigen Tradition des Flippers, dessen Urahn – ein Bagatellespiel – schon von Abraham Lincoln gespielt wurde, gibt es die heutige Namensgebung erst seit gut vierzig Jahren. Sie beruht auf den erstmals 1947 in dem amerikanischen Gerät „Humpty Dumpty“ eingeführten beweglichen Armen im unteren Teil des Spielfeldes, eben den „Flippern“, die es dem Spieler ermöglichen, die Kugel immer wieder in das Spielfeld zurückzuschießen. Bis zu diesem Zeitpunkt konnte der Spieler allein durch die Betätigung des Abschußbolzens Einfluß auf den Verlauf der Kugel nehmen. Um 1930 setzte die industrielle Fertigung der „Nadelspiele“ ein, bei denen die Kugel über ein waagrechtes, mit Nadeln besetztes Spielfeld lief und in verschieden bewerteten Löchern landete. Trotz einiger Veränderungen dieses Spielablaufes, indem sich bald Klappen über den getroffenen Löchern schlossen oder Pferdchen auf einer Rennbahn weiterzogen, blieb der Spielablauf ruhig und beschaulich. Ab 1937 kamen die Schlagtürme (bumpers) auf, die bei jeder Be-

rührung durch die Kugel Punkte aufaddieren. Der „Nürnberg“ aus dem Jahre 1939 besitzt darüberhinaus auch Überrollkontakte, d. h. kleine, hochstehende Drähte, die beim Überrollen durch die Kugel Glockentöne auslösen und gleichfalls Punkte aufrechnen. Auch die heute als wesentliches Charakteristikum der Flipper geltende, rückwärtige Glaswand, auf der die Punktzahl angezeigt wird, war damals relativ neu. Dieser anfangs bescheidene Aufsatz des Geräts wurde bald zum Blickfang und Kennzeichen der modernen Flipper. Bei dem „Nürnberg“ ist hier die gleichnamige Autorennbahn in der Eifel wiedergegeben, auf der zu Beginn des Spiels fünf Rennwagen am Start hell aufleuchten. Im Verlauf des Spiels erscheinen dann weiterhin an den verschiedenen Etappen der Rennstrecke einzelne Rennwagen, wenn die Kugel einen der Schlagtürme berührt hat.

Unterhaltende Dienstleistung

Münzwaagen, die mit als erstes in Deutschland aufgestellt wurden, und Selbstfotografierer, wie der berühmte „Bosco“ von 1894, gehören in die außerordentlich reichhaltige Gruppe der Dienstleistungsautomaten. Sieht man einmal von Türschlössern, Fahrkartenverkäufern und Schuhputzautomaten ab, so war ein Großteil dieser automatischen Dienstleistungen doch vorrangig auch der Unterhaltung gewidmet: Wiegeautomaten standen auf Bahnhöfen und in Schwimmbädern, wo es kaum ernsthaft um eine strenge Gewichtskontrolle gehen konnte, und die Selbstfotografierer sorgten auf Jahrmärkten und in Cafés für ein Erinnerungsfoto, das weder reproduzierbar war noch in seiner Qualität mit einer Studioaufnahme konkurrieren konnte.

Aus dem heutigen Bewußtsein, dem jederzeit eine Vielfalt von technischen Kommunikationsmöglichkeiten zu Gebote steht, ist der Telephonautomat nicht mehr wegzudenken. Schon 1899 wurden in Berlin die ersten hundert „Fernsprechautomaten“ aufgestellt, und auch in München gab es seit diesem Jahr am Zentralkiosk am Karlsplatz ein Münztelefon. Eigenartig nimmt es sich allerdings für einen Dienstleistungsautomaten aus, daß für die erhaltene Leistung erst nachträglich bezahlt werden mußte. Bei dem Münzfernsprecher von 1905 wurde der Teilnehmer nach dem Abheben des Hörers zunächst mit dem Vermittlungsamt verbunden. War die ge-

wünschte Verbindung hergestellt, so forderte das ‚Fräulein vom Amt‘ den Anrufer auf, zu zahlen. Die eingeworfene Münze betätigte einen Umschalter, der der Vermittlungsbeamtin akustisch die Bezahlung anzeigte; erst dann kam das Gespräch zustande. „Das Sprechbedürfnis der Volksgenossen“, wie es so schön in einem Bericht über den Ausbau des Fernsprechnetzes von 1941/42 heißt, scheint bis heute ungebrochen zu sein.

Der Münzautomat und die Obrigkeit

Die Entwicklung der Münzautomatenindustrie, die Phasen ihrer Blütezeiten und ihrer Rezessionen werden seit ihren Anfängen von der argwöhnischen Kontrolle der staatlichen Behörden begleitet, die immer dann, wenn sich ein wirtschaftlicher Erfolg und ein breites Interesse der Öffentlichkeit abzuzeichnen begann, mit Steuern reagierten und durch Verbote dem vermeintlichen Mißbrauch entgegenwirkten. War es bei den frühen Warenautomaten um 1900 noch die vermeintliche Gefahr der Naschsucht und der Beschaffungskriminalität, die die um den Schutz der Jugend besorgten Politiker zur Kritik herausforderte, so ging es angesichts der aufstrebenden Musikautomatenindustrie vor allem um eine geeignete Besteuerung dieser Automaten.

Zur allgemeinen Landessteuer kam bald auch die ‚Lustbarkeitssteuer‘ hinzu, die für viele Gastwirte die Rentabilität von Musikautomaten in Frage stellte und um 1910 den Absatz im Inland um nahezu 60% verringerte. Die erste Blüte der Geldspielautomaten um 1907 führte alsbald zu einer heftig geführten Kontroverse, inwieweit diese Münzautomaten als verbotenes öffentliches Glücksspiel oder vielmehr als erlaubtes Geschicklichkeitsspiel zu bewerten seien. Da es bis 1934, als die Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR) zur alleinigen Prüfinstanz für Geldspielgeräte ernannt wurde, keine reichseinheitlichen Kriterien zur Beurteilung und Einschätzung von Geldspielgeräten gab, war es den regionalen Polizeibehörden freigestellt, über die Zulassung von Geldspielgeräten zu entscheiden. Die berüchtigten ‚Bajazzo‘-Prozesse der späten 20er Jahre legen ein beredtes Zeugnis von der juristischen Unsicherheit gegenüber diesem Unterhaltungssektor ab.

Erst unter den Nationalsozialisten wurden Anstalten getroffen, einheitliche juristische Grundlagen für die gesamte Münzautomatenproduktion und -auf-

stellung zu schaffen. Die Geldspielautomaten mit Gewinnmöglichkeit, und hier vor allem die aus den USA importierten und bald auch im Inland gebauten Dreiwalzen-Geräte, die sogenannten ‚Mintautomaten‘, waren zunächst mit bislang unbekanntem Werbeaktionen gefördert worden, so daß für kurze Zeit sogar Gewinne aus dem Jackpot zugelassen waren, doch die Gunst der Stunde währte nicht lange. Bereits 1934 erfolgte die erwähnte Einrichtung der PTR als Prüfinstanz, die jedoch über keine maßgeblichen Richtlinien zur Beurteilung der Geräte verfügte und daher auch nur wenige neue Zulassungen mehr vergab. Die Produktion und der Absatz von Geldspielgeräten gerieten ins Stocken und kamen ein Jahr darauf, als die Aufstellung von Geldspielgeräten auf befristete Veranstaltungen unter freiem Himmel begrenzt wurde, völlig zum Erliegen. Notgedrungen wandte sich in dieser Zeit das Interesse den Unterhaltungsautomaten ohne Gewinnausspielung zu, die keiner Beschränkung unterlagen. ‚Kampfspiele‘ wie Fußball, Eishockey und Autorennen waren Verkaufsschlager auf der Leipziger Messe, die bald schon mit den verschiedenen Vorformen des Flippers, den Pferdchenrennspielen, den Klappenspielen und ab 1937 mit den ‚Bombern‘ konkurrierten.

Parallel mit der Einschränkung der Geldspielautomaten ging eine Liberalisierung im Bereich der Verkaufsautomaten einher. Das Warenautomatengesetz von 1934 hob die bis dahin bestehende Bindung der Verkaufsautomaten an die Ladenschlußzeiten auf. Obwohl die Residenzpflicht, d. h. die räumliche Verbindung mit einer offenen Verkaufsstelle, für Warenautomaten weiterhin bestand, eröffnete diese Regelung doch völlig neue Umsatzmöglichkeiten, die der deutschen Automatenindustrie bald wieder den Anschluß an die führenden Länder, besonders an die USA, sicherte.

Neubeginn nach 1945

Durch die Kontingentierung von Rohstoffen und den Einzug von Arbeitskräften für die kriegswichtige Rüstungsindustrie war die deutsche Automatenproduktion ab 1940 bald völlig zum Erliegen gekommen. Nach 1945 hatte die deutsche Automatenindustrie einen bedeutenden Teil ihrer Produktionsstätten verloren, die verbliebenen Werke waren weitgehend zerstört oder demontiert.

Angesichts der existentiellen Not in den ersten Nachkriegsjahren bestand keiner-

lei Bedarf nach ‚stummen Verkäufern‘ und ‚selbstkassierenden‘ Unterhaltungsgeräten. Erst durch die Währungsreform und die Ausgabe neuer Münzen bis Anfang der 50er Jahre waren wieder die Voraussetzungen für den rentablen Einsatz von Münzautomaten geschaffen. Die zunächst vorwiegend aus der Vorkriegsproduktion stammenden Spielgeräte, wie Münzschleuder- und ‚Bajazzo‘-Spielautomaten, wurden ab 1953 durch Spielmechaniken abgelöst, die die bereits durch die Dreiwalzen-Geräte eingeführte Dreier-Gewinnkombination aufgriffen und sich rasch als beliebteste Spielversion durchsetzten. Mit der juristischen Neuordnung des Geldspiels ab 1951, die die Spieldauer auf 15 Sekunden begrenzte, den Einsatz (zunächst 10 Pfennig, 20 Pfennig 1968, 30 Pfennig 1976) festschrieb, den Höchstgewinn auf das Zehnfache des Einsatzes und den Gewinn des Aufstellers auf 40% des Gesamteinsatzes festlegte, war auch die bis dahin offene Streitfrage, ob mehr der Zufall oder die Geschicklichkeit über den Spielausgang entschied, hinfällig geworden. 1953 folgte die erneute Zulassung von Geldspielgeräten in geschlossenen Räumen, womit der Rechtszustand der Zeit vor 1934 wieder hergestellt war.

Der ausufernden Aufstellpraxis wurde bereits 1955 durch die bis heute bestehende Einschränkung entgegengewirkt, daß in Schank- und Speiselokalen nicht mehr als zwei „Unterhaltungsautomaten mit Gewinnmöglichkeit“ aufgestellt werden dürfen. In der ständigen Suche nach Verbesserungen kamen 1967 die Sonderspiele und 1979 die Risikoleiter hinzu, zwei Elemente, die heute als zentraler, wenn auch umstrittener Spielanreiz in jedem Gerät angeboten werden.

Mit der Aufhebung der Residenzpflicht waren die Warenautomaten ab 1962 nicht mehr räumlich an offene Verkaufsstellen gebunden, Selbstbedienungshallen und Automatenstraßen schossen aus dem Boden.

„Mit 17 da hat man noch Träume“

Inbegriff der deutschen Jugendkultur in den 50er Jahren wurde neben dem Flipper auch die Musikbox. Beide Geräte haben ihren Ursprung in den USA, mit den GI's kamen sie in die Bundesrepublik, wo sie der in- und ausländischen Konkurrenz ihren typisch amerikanischen Charakter aufgeprägt haben. Mit der Einführung des elektrischen Verstärkers 1927 hatte die Schallplattenwiedergabe die

MÜNZAUTOMATEN

Orchestrien endgültig verdrängt. Namhafte Firmen wie Wurlitzer, AMI, Rock-Ola und Seeburg brachten ab den 30er Jahren in schneller Folge Musikboxen auf den Markt, die durch die Plastikelemente und die magische Beleuchtung ihrer Gehäuse Modernität ausstrahlten.

Ähnlich wie bei der ‚Liberty Bell‘ von Mills, die namensgebend für die Drei-Walzen-Geräte wurde, sind auch die Jukeboxes von Wurlitzer heute zum Inbegriff der Musikbox geworden. Die ‚Wurlitzer 1015‘ von 1946 wurde mit einer in ihrem Umfang und wohl auch in ihrer Wirkung einmaligen Werbekampagne lanciert und erwies sich mit 56 000 verkauften Exemplaren als absoluter ‚Renner‘ des Musikautomatengeschäftes. Dabei stand nicht so sehr die Technik der Schallplattenanordnung und -abspielung im Vordergrund, sondern vor allem der optische Anreiz, der durch die wechselnden Farbtöne und besonders durch die ‚bubble tubes‘, schmale mit Flüssigkeit gefüllte Plastikröhren, in denen Blasen aufsteigen, erzielt wurde. Gewählt werden konnte gerade aus 25 Musiktiteln, einer geringen Anzahl, wenn man bedenkt, daß nur zwei Jahre später die erste Musikbox mit 100 Titeln gebaut wurde.

Ausblick

Mit dem Einzug der Mikroelektronik in die Münzautomatenindustrie hat ein neues Zeitalter begonnen. Sportlicher Wettstreit, Autorennen und Kampfhandlungen werden heute am Bildschirm ausgetragen; Mikroprozessoren steuern die Funktionsabläufe in den Geldspielgeräten und vielfach auch in den Warenautomaten, in den Münzprüfern haben Sensoren die Aufgaben der verschiedenen Kontrollvorgänge übernommen.

Dieser Ausblick auf die modernen elektronischen Geräte beschließt auch die Sonderausstellung ‚Wenn der Groschen fällt ... Münzautomaten – gestern und heute‘ im Deutschen Museum, in der 120 in verschiedenen Funktionsbereichen zusammengefaßte Münzautomaten aus der Zeit zwischen 1890 und 1960 zu sehen sind.

DIE AUTORINNEN

Cornelia Kemp, Dr. phil., geb. 1952, und Ulrike Gierlinger, geb. 1958, haben im Auftrag des Deutschen Museums die Jubiläumsausstellung ‚Wenn der Groschen fällt ... Münzautomaten – gestern und heute‘ erstellt.

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 4 x 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.

Besser erst kopieren und dann ausschneiden, sonst Beschädigung des Heftes!



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 48,- (für Jugendliche u. Studenten DM 24,-) 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

Titelkupfer zu Rockstrohs
'Leichte Künsteleien',
Berlin 1819. Zu sehen ist
eine experimentierende
Familie: der Sohn hat
gerade seine Berechnung
beendet, der Vater
mikroskopiert, die
Mutter bastelt mit
selbstgefärbtem Papier
und die Tochter überlegt,
ob sie die Rose für den
chemischen Versuch

abschneiden soll. In den
ersten Jahrzehnten der
neuen didaktischen
Bestrebungen sprachen
die Experimentierbücher
Jungen wie Mädchen
zumeist gleichermaßen
an; erst später setzte
sich die Fixierung
naturwissenschaftlich-
technischer Ausbildung
auf das männliche
Geschlecht durch.



VOM PHYSIKANTEN ZUM PHYSIKER

Experimentierbücher
für Kinder
im frühen 19. Jahrhundert

Klaus-Ulrich Pech

Zu den ersten Versuchen, eine junge, noch heranwachsende Generation mit den neuen Gebieten von Naturwissenschaft und Technik vertraut zu machen, gehören die Experimentierbücher für junge Leser, die seit der Wende zum 19. Jahrhundert erschienen. Bis dahin hatten sich sowohl die entsprechenden wissenschaftlichen als auch die popularisierenden Werke jener Gebiete nur an Erwachsene gewandt. Das gemeine Volk und vor allem die Kinder hatten Naturwissenschaftliches nur im obskuren und unseriösen Zusammenhang der Taschenspielerkünste auf den Jahrmärkten kennengelernt.

Doch Ende des 18. Jahrhunderts setzte sich – im Zusammenhang der Aufklärung, gewandelten pädagogischen Konzeptionen und neuen Sichtweisen der Kindheit – die Auffassung durch, daß es zur Bildung junger Menschen auch gehöre, sie mit Naturwissenschaften und der noch jungen Technologie vertraut zu machen. Pädagogisch und gesellschaftspolitisch fortschrittliche Männer sahen – innerhalb einer alten, traditionellen Ständegesellschaft und einem zersplitterten Deutschland – einen engen Zusammenhang von Fortschreiten des Wissens auf diesen Gebieten und der kulturellen Entwicklung.

Das Hinführen der Kinder zu Naturwissenschaft und Technik durfte nun nicht im Stil eines Lehrbuches gestaltet sein, trocken, abstrakt und womöglich nichts vermittelnd von dem Reiz des Neuen. Auch mußte man die Konkurrenz der unterhaltenden Kinderschriften beachten, von denen es seit Mitte des 18. Jahrhunderts bereits eine große Menge gab. Die Bücher sollten ansprechend, anregend, unterhaltend sein, der Stoff nach

„Lichtenberg sprach in der Einleitung zu der Physik von dem Nutzen dieser Wissenschaft und äußerte einige Empfindlichkeit darüber, daß der Name Physiker so oft gemäßbraucht werde. Selbst Taschenspieler pflegten sich oft Physiker zu nennen und – man mache dagegen keine Einwendungen. Da sei ihm eingefallen, für solche Afterphysiker einen neuen Namen zu suchen, und seine Bemühungen seien nicht ohne Erfolg geblieben. Man solle nämlich, nach Analogie von Musiker und Musikant – Physiker und Physikanten unterscheiden.“* Der Autor schildert hier die Bemühungen der aufstrebenden Pädagogik des 19. Jahrhunderts, in diesem Sinn Kinder und Jugendliche von Physikanten zu Physikern zu erziehen.

* Der junge Benzenberg. Freundschaftsbriefe eines rheinischen Naturforschers der Goethezeit. Hg. v. Julius Heyderhoff. Düsseldorf 1927, S. 13f.

didaktischen Gesichtspunkten aufbereitet, verständlich, aber durch Vereinfachung nichts verfälschend und die Neugierde weckend. Es bot sich an, den Drang der Kinder aufzugreifen, mit Gegenständen umzugehen, etwas selbst zu tun, eine Sache begreifen zu können. Dem kamen die inzwischen in unübersehbarer Zahl entwickelten und zum Teil seit langem überlieferten technischen Spielereien, Schauversuche und Experimente, die Basteleien und die großen Versuchsanordnungen entgegen.

Erste Ansätze

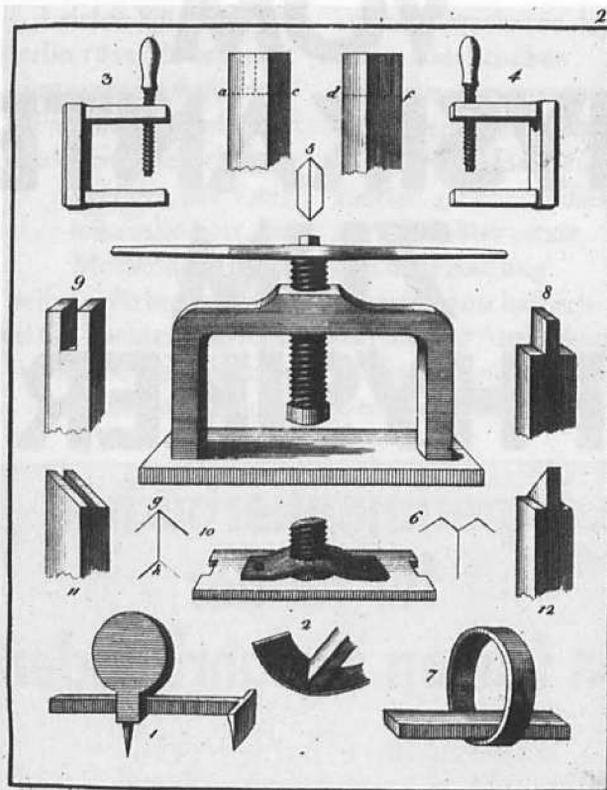
Der erste, der dies eigens für Kinder auf einem zunächst noch eng umgrenzten Gebiet versuchte, war Georg Heinrich

Seiferheld (1757–1818) mit einer zehnbändigen ‚Sammlung Elektrischer Spielwerke für junge Elektriker‘, in der er seit 1787 zunächst kleinere, dann zunehmend aufwendigere Spielereien und Versuche aus dem damals so überaus populären Gebiet der Elektrizität versammelte. Ein alle Aspekte des naturwissenschaftlichen Denkens und Arbeitens umfassendes physikalisch-technisches Experimentierbuch veröffentlichte Gerhard Ulrich Vieth (1763–1836). Der erste Band seines ‚Physikalischen Kinderfreundes‘ erschien 1798 und stieß auf so viel Resonanz, daß dieser ‚Kinderfreund‘ bis 1809 auf zehn Bände angewachsen war. In den folgenden Jahren erschienen dann zahlreiche, oft mehrbändige Experimentierbücher. Genannt seien hier nur von Adolf Friedrich Höpfner (1760–1806) ‚Der kleine Physiker‘, in fünf Bänden zwischen 1803 und 1805 erschienen, ‚Der kleine Taschenspieler und Magiker‘ (1810) von Heinrich August Kerndörffer (1769–1846), ein Buch, das bis 1830 sieben Auflagen erlebte, und ‚Carl der Tausendkünstler‘ von J.J. Funke (Pseudonym von Ludwig August Wilhelm Martell, 1782–ca. 1869), 1807 in erster, 1819 bereits in sechster Auflage erschienen. Besonders produktiv war Heinrich Rockstroh (1770–1835), der 1819 ‚Leichte Künsteleien‘ und ‚Der mathematische und physikalische Jugendfreund‘ herausgab, 1822 die ‚Curiositäten‘, 1824 ‚Der kleine mechanische Künstler‘ und 1831, sozusagen Summe und Höhepunkt seiner Produktion, die ‚Mechanemata‘.

Experimentierbücher wurden Bestandteil von mehrbändigen Reihenwerken mit allgemein aufklärerischer Thematik, oder die Versuche bildeten einen Teil ei-

nes Sachbuches für Kinder, wie zum Beispiel im vierten und letzten Band der ‚Werkstätte für Kinder‘ (1802) von Bernhard Heinrich Blasche (1766–1832). Genannt werden muß aber vor allem der in technikgeschichtlicher Hinsicht auch heute noch bekannte Johann Heinrich Moritz Poppe (1776–1854), der eine Vielzahl von zumeist mehrbändigen Experimentier-Werken für Kinder verfaßte. Dazu zählen u. a. die ‚Physikalischen Unterhaltungen für die Jugend‘ (2 Bde. 1802), die der Verleger 1807 wegen des großen Erfolges sogar ohne Wissen Poppes erneut auflegte, das achtbändige Werk ‚Der physikalische Jugendfreund‘ (1811–1821), ‚Der magische Jugendfreund‘ (3 Bde. 1817) bis hin zu, das Thema immer wieder variierend und ergänzend, ‚Der junge Physiker und Techniker‘ (1838).

Die Autoren dieser Kinderbücher waren auf die unterschiedlichste Weise mit dem Gebiet der Naturwissenschaften und dem der Technologie in Berührung gekommen. So war Seiferheld Ratsadvokat in Schwäbisch Hall, der noch ganz auf dem alten Weg der Liebhaberei und des gebildeten Dilettierens zur Physik gekommen war. Vieth besaß ebenfalls eine juristische Ausbildung, hatte sich aber schon während des Studiums mit Mathematik beschäftigt und schließlich auch als Lehrer gearbeitet. Höpfner war Lehrer und Verfasser naturgeschichtlicher Kinderliteratur, von der er dann zur Naturwissenschaft gelangte. Martell hatte in Theologie promoviert und verfaßte nebenher Kinderschriften aller Art. Blasche studierte Theologie und Philosophie, erweiterte aber zugleich seine technischen Kenntnisse so sehr, daß er 1795 als Lehrer für Naturgeschichte und Technologie an das Philanthropinum in Schnepfenthal (bei Gotha) gerufen wurde, damals eine der fortschrittlichsten Schulen in Deutschland. Mit einer mathematischen Dissertation promoviert hatte Rockstroh, der dann vor allem als Verfasser anspruchsvoller populärwissenschaftlicher Werke arbeitete. Den engsten Kontakt zu Naturwissenschaft und Technik hatte von Kindheit an Poppe, Sohn eines Universitätsmechanikus, Schüler des Kameralisten und ersten Technologen Johann Beckmann und von Georg Christoph Lichtenberg. Er war zunächst Lehrer in Frankfurt, dann Professor für Technologie in Tübingen (übrigens der erste Lehrstuhl dieser Art in Deutschland) und verfaßte weit über hundert technologische und technikgeschichtliche Bücher.



Tafel 2 ‚Geräteherstellung‘ aus Rockstrohs ‚Der kleine mechanische Künstler‘, Leipzig 1824.

Physikalische Früherziehung

Was bewog nun die einzelnen Autoren, ausgerechnet für Kinder über Gebiete zu schreiben, die kaum Erwachsenen näher bekannt oder gar geläufig waren und die bisher nicht zu den traditionellen, sogenannten kindgemäßen Themen der Kinderliteratur gehörten? Nahezu alle Autoren weisen auf den Nutzen physikalischer Kenntnisse im späteren Erwachsenenleben hin. So betont Vieth, „daß physikalische Kenntnisse zu den nützlichsten und angenehmsten gehören, welche sich der Mensch erwerben, und nicht früh genug erwerben kann; daß es den größten Gewinn bringt, in der frühen Jugend sein Nachdenken und seine Aufmerksamkeit besonders an Wahrheiten der Natur- und Größenlehre zu üben“. Poppe spricht davon, daß „ein Paar Wissenschaften, Physik und Technologie“ jetzt „als Lieblingswissenschaften aller gebildeten Menschen an der Tagesordnung“ seien und deshalb ein geschickt aufgebauter Unterricht, „gewürzt durch Experimente und Kunststücke“, der beste Antrieb für Kinder sei, später einmal diese Wissenschaften gründlich und systematisch zu studieren. An Kritiker gewandt, die es für sinnlos hielten, bereits Kinder mit naturwissenschaftlichen Versuchen zu konfrontieren, meint Seiferheld: „Merken Sie! aus Kindern werden Leute, und Spielwerke geben oft zu größeren Dingen Anlaß!“ Nicht Spiel und auch nicht bloße Kenntnis von Theoretischem werde in ihren

Büchern, so viele der Autoren, verbreitet, sondern späterer Nutzen für das praktische Leben, die Wohlfahrt der Menschen, ja, des Staates. Und als Vorbild beschreibt Poppe einen fiktiven Herrn Lichtenberg: „Die Zeit, der man so viele neue Entdeckungen in der Physik verdankte, war auch die Zeit, wo diese Entdeckungen auf tausendfache Gegenstände der Künste und Gewerbe angewandt wurden. Auf dieses machte Herr Lichtenberg seinen Sohn gleichfalls aufmerksam; er führte ihn in manchen, selbst von H. . . mehrere Tagereisen entfernte Fabriken oder sonstige technische Anstalten, worin er jene Anwendungen sehen konnte; er fuhr mit ihm auf Dampfschiffen und auf Eisenbahnen, und zeigte ihm genau die Einrichtung dieser Anstalten“. So früh wie möglich müßten heutzutage Kinder die Naturkräfte kennenlernen; sie müßten lernen, wie man sie bezwingt und für die Menschen nutzbar macht, so die Intention vor allem von Poppe und Rockstroh, die sich am intensivsten mit neuen Formen von Handwerk und Technik beschäftigten.

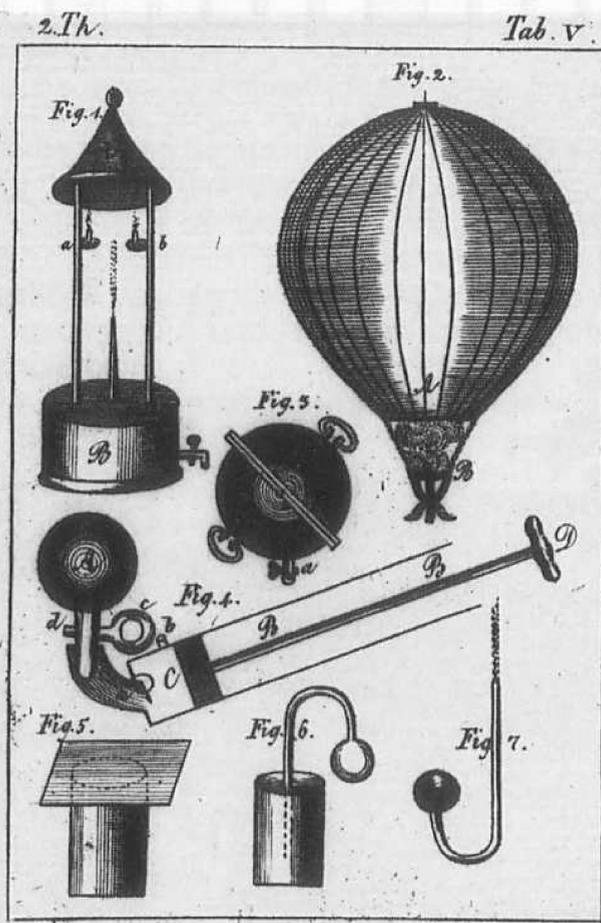
Doch neben dem praktischen Nutzen gab es noch einen weiteren Grund, bereits Kindern „das Paar Physik und Technologie“ nahezubringen. So schreibt Poppe in einer kennzeichnenden Akzentuierung der Stellung des Naturwissenschaftlichen im kulturellen Entwicklungsprozeß, sein neues Buch ‚Der neue Tausendkünstler und Magiker‘ enthalte nicht nur interessante Versuche, in einer „faßlichen, populären Sprache“ beschrieben und erläutert, sondern es erkläre auch „viele auffallende, höchst wunderbare Natur- und Kunst-Erscheinungen, welche schon gar zu oft zu Aberglauben und Mißdeutungen Anlaß geben“. Schon Vieth läßt einen Vater zu seinen Kindern, die sich das Schwimmen einer feinen Nadel auf dem Wasser nicht erklären können, sagen: „So müsset ihr es immer machen, lieben Kinder! Sucht in allen Dingen, so viel ihr könnt, auf den Grund zu kommen. Immer gelingt es nicht, aber schon das Nachdenken selbst ist euch sehr nützlich. Wer nicht weiter über das nachdenkt, was er sieht, dem scheinen tausend Dinge wunderbar, die ganz natürlich zugehen. Viele haben nicht Lust, über Erscheinungen, wie diese und ähnliche, nachzudenken, daher der schädliche Aberglaube!“ Und noch dreißig Jahre später sieht Kerndörffer eine wichtige Aufgabe seines Experimentierbuches darin, die Kinder zu befähigen, gegen abergläubische

Vorstellungen vorgehen zu können und sich auch mit sogenannten Wundern, wie sie die katholische Kirche dem einfachen Volke zu präsentieren beliebt, auseinanderzusetzen. Die Kinder sollen, so Poppo, „eine richtige Kenntniß von merkwürdigen Naturerscheinungen“ erlangen, vor allem „von solchen Erscheinungen, welche auf das menschliche Gemüt Einfluß haben.“ Früher hätten „Priester, Gelehrte und Fürsten“ ihre „Kenntnisse von den Kräften der Natur und den dadurch hervorgebrachten Erscheinungen“ dazu mißbraucht, „die Menschen zu täuschen und zu unterjochen.“ Jetzt aber sei selbst das gemeine Volk aufgeklärt und alle Geheimniskrämerei und Machtausübung habe ein Ende.

Lernen mit Spaß

Aber wie ernsthaft und wichtig auch manchmal die Anlässe waren, derentwegen die Bücher herausgegeben wurden, so ist ihnen doch auch gemein, daß sie die Unterhaltung und das Vergnügen nicht vergessen. Dabei denken die Autoren, wie beispielsweise Rockstroh, an die „Zeitverkürzung“ für sich allein oder „auch im geselligen Vereine zur angenehmen Unterhaltung“. Manche loben die große Belustigung einer Gesellschaft oder sie zählen gar einige der Versuche zu den „Feyerkünsten“ und liefern eine „Auswahl splendorer und auffallender physikalischer und chemischer Versuche“, die zu den „angenehmsten Unterhaltungen“ bei Familienfesten mit jungen Menschen gehörten.

Die Mehrzahl der Versuche stammt aus den Gebieten von Mechanik, Chemie, Optik, Elektrizität und Magnetismus. Gänzlich bunt zusammengewürfelt, mit Bedacht unsystematisch von einem Gebiet in das nächste springend, gehen zu meist Vieth und Rockstroh, gelegentlich aber auch andere Autoren vor. So stehen chemische Versuche neben optischen Täuschungen, Erläuterungen zur Elektrizität neben Beiträgen zur Lehre von Kraft und Bewegung, hydrostatische Spielereien neben der Erklärung, warum man nicht von schnellfahrenden Wagen abspringen sollte. Da werden unsichtbare Tinten hergestellt, Münzen geschmolzen, künstliche Blitze erzeugt, Hebelkräfte untersucht, Luftdruck vermindert und die Lichtstärke von Kerzen überprüft. Systematischer dagegen sind manche Schriften Poppes aufgebaut: 1. „Allgemeine physikalische und mechanische Kunststücke“, 2. „Akustische Kunst-



Tafel 5, 'Luftdruck' aus Poppes
'Der physikalische Jugendfreund',
2 Bände, Wien 1812.

stücke und Zaubereien“, 3. „Optische Zaubereien in der Natur und durch Kunst“, 4. „Pyrotechnische Wunder, oder Kunststücke, die auf Gesetze der Wärme und des Feuers sich gründen“, 5. „Verschiedene, besonders merkwürdige und nützliche, physikalische, chemische und technologische Kunststücke“.

Gelegentlich finden die Versuche auch im Freien statt, so bei aufwendigen chemischen und pyrotechnischen Vorführungen, aber auch, wenn die Kinder erst einmal zum genauen Beobachten und Analysieren des Gesehenen angeleitet werden sollen. Dann geht es zum Beispiel darum, wie eine Fähre ohne Antrieb einen Fluß überqueren kann, wobei selbst das Parallelogramm der Kräfte erarbeitet wird. Manche Versuche beschäftigen sich auch mit den Eigenarten von Tieren, und selbst das Mikroskopieren, eine Leidenschaft des 18. Jahrhunderts, findet in den Experimentierbüchern noch Raum. Oft geht es um Täuschung der Alltagsvorstellung, so in der Chemie bei überraschenden Stoffumwandlungen oder bei Versuchen zum Luftdruck, wo plötzlich in einer luftleeren Röhre Nagel und Feder gleichschnell fallen. Auch die optischen Versuche dienen dieser Täuschung, die eines der Grundprinzipien des Experimentierens mit Kindern aufdeckt: Es geht um die Erschütterung unkritischer, unreflektierter Gewißheit. Seiner Sache sicher könne man nur sein,

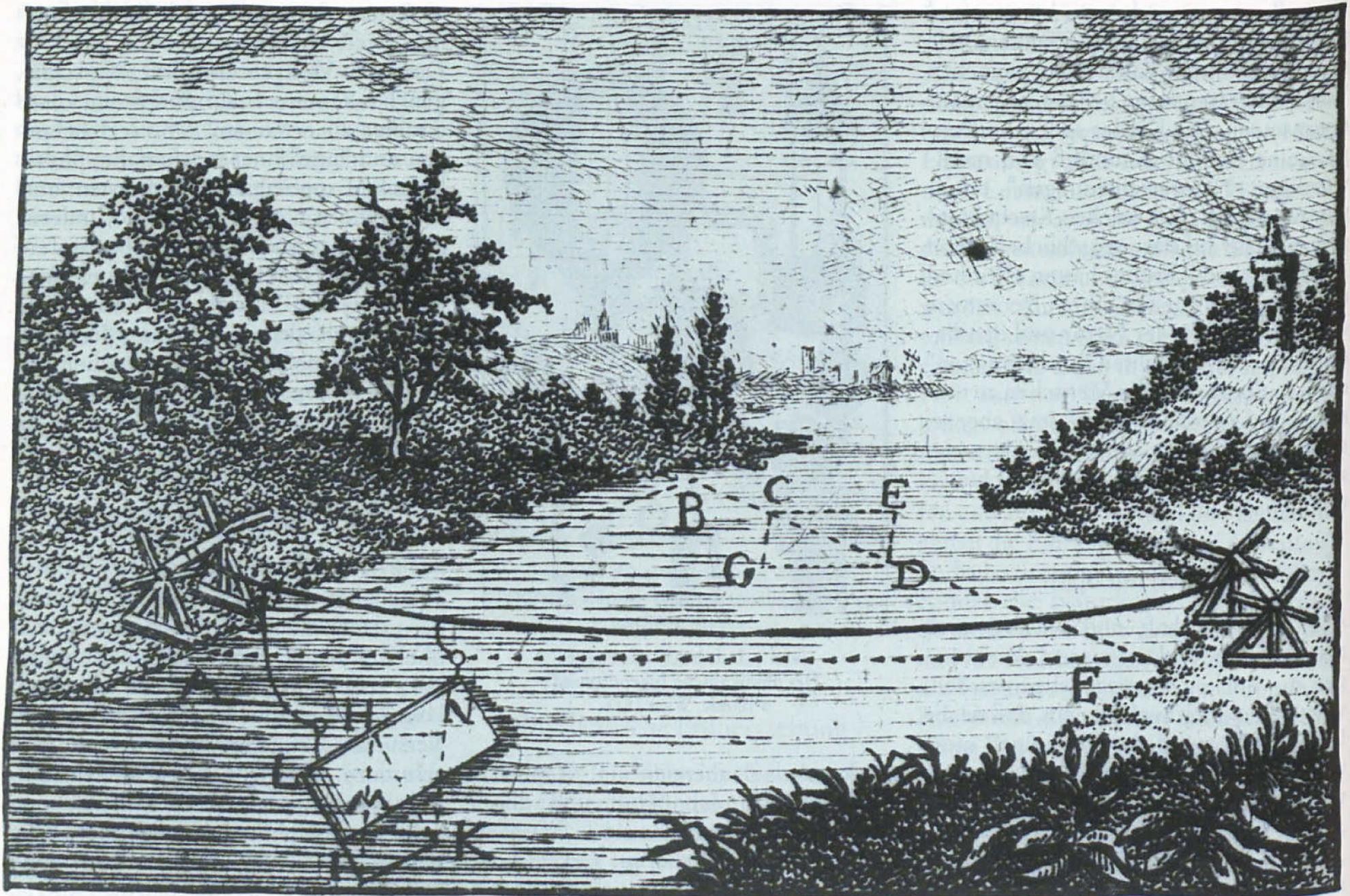
wenn man sie grundlegend erklären könne.

Dazu gibt Vieth ein Beispiel: „Wir schlagen Funken aus Stahl und Stein, ohne darüber zu erstaunen. Unsere Köchinnen und Tagelöhner machen dies physikalische Experiment am häufigsten, und es fällt ihnen nicht ein, sich zu wundern, daß es Feuer gibt. Wenn sie aber aus einem Conductor elektrische Funken sprühen und eine Luftart sich entzünden, oder durch den Stoß eines Stempels Schwamm in Gluth gerathen sehen; so kommt es ihnen wie Zauberey vor; obgleich im Grunde eins so wunderbar ist als das andere.“

Die Experimentierausstattung

Viele der Versuche beginnen bei solchen alltäglichen Erscheinungen und erfordern dann kaum mehr als das, was sich ohnehin bereits im Haushalt befindet oder schnell in der Apotheke besorgen läßt. Doch es gibt auch materialreiche Versuche, die längere Vorbereitungen erfordern, Hilfe von Erwachsenen und vor allem entsprechendes Experimentiergerät von geschliffenen Linsen über Luftpumpe mit Zubehör bis zur Elektrisiermaschine. Auch hierzu geben die Experimentierbücher viele Ratschläge. Sie fördern so weit wie möglich den Selbstbau der Apparate oder geben, wo dies nicht mehr möglich ist, Anleitungen für das kritische Überprüfen des auf dem Markt Angebotenen. Seiferheld macht genaue Angaben für den Selbstbau, denn nicht jeder könne „alles von Mechanikern“ kaufen; doch „soll denn nur der Reiche Freuden genießen –?“ So enthalten fast alle Experimentierbücher Abbildungen, die – in unterschiedlicher Qualität – den Großteil der beschriebenen Instrumente, Geräte und Versuchsaufbauten zeigen und zum Teil detaillierte Bauskizzen darstellen. Doch trotz dieser Anregungen mußten vermutlich zahlreiche Geräte dennoch gekauft werden.

Es gab bereits im 18. Jahrhundert überall in den deutschen Staaten Mechaniker und Instrumentenbauer, die eine Vielzahl von einzelnen Instrumenten, technischen Spielwerken und Apparaturen bis hin zu kompletten Ausrüstungen von Versuchsserien – vor allem in den Bereichen Luftdruck und Elektrizität – anboten, häufig in Form von ausführlich kommentierten Katalogen. Zu den bekanntesten gehören die von Georg Hieronimus Bestelmeier (1802), das 780 Artikel umfassende Verzeichnis von Gerhard Hie-



„Warum gelangt eine Fähre ohne Antrieb über den Fluß?“ Aus Anton Vieths ‚Physikalischem Kinderfreund‘, 1. Band der Auflage von 1798.

Pädagogischer Nutzen

ronimuss sen. (1799) und die in zahlreichen Lieferungen erschienenen Kataloge von Johann Conrad Gütle (1792). Dieser betont, er habe nicht nur an die erwachsenen Liebhaber der Naturwissenschaften gedacht, sondern „zugleich den Bedacht darauf genommen, unsern kleinen Nachfolgern, angenehme, ihnen zeitverkürzende und doch nützliche Unterhaltungen zu verschaffen“.

Die angebotenen Geräte waren, auch bei einfachster Ausführung, nicht billig und konnten nur von einer wohlhabenden Bürgerschicht angeschafft werden. Poppe schätzte 1809 in seinem ‚Handbuch der Experimental-Physik‘ die Kosten der „notwendigsten physikalischen Apparate“ auf mindestens 1000 Gulden, das entspricht, so weit man überhaupt verallgemeinern darf, einem halben bis nahezu einem ganzen Jahreseinkommen eines Apothekers, Gymnasiallehrers, erfolgreichen Kaufmannes oder eines in einer wohlhabenden Gemeinde tätigen Pfarrers. Sicher, man konnte diese Geräte auch nach und nach anschaffen, doch blieben selbst dann ihre Kosten für Handwerker, Lehrer oder einfache Beamte hoch.

Für Kinder weniger wohlhabender Bürger waren die aufwendigen Versuche also kaum durchführbar. Doch ging es in den Experimentierbüchern nicht nur um die Versuche. Sie wollten auch vertraut machen mit einem naturwissenschaftlich orientierten Denken, mit genauem Beobachten und Schlußfolgern, mit den Methoden, dem exakten Arbeiten. Noch gehen manche Begriffsbestimmungen etwas durcheinander, und erst Poppe gelingt es, die Unterschiede zwischen genauer Beobachtung, Experiment, Demonstrationsversuch und unterhaltsamer naturwissenschaftlicher Vorführung zu verdeutlichen. So erläutert unter anderem ein Hauslehrer seinem Zögling, „Beobachtungen allein, theils mit, theils ohne Werkzeuge, würden nicht immer hinreichen, die Beschaffenheit der Körper und die Erscheinungen, welche sie bewirken, richtig zu erklären. Der Physiker setzt auch die Körper durch Hilfe von Instrumenten in einen anderen Zu-

stand, d. h. er macht Versuche oder Experimente.“ Und durch diese Veränderungen lerne er „nicht bloß ganz neue Eigenschaften der Körper kennen, wie z. B. durch Versuche mit der Luftpumpe, mit der Elektrisiermaschine, mit Brenngläsern, Brennsiegeln u. dgl., sondern er kann dadurch auch oft sehr merkwürdige Naturerscheinungen im Kleinen nachahmen, z. B. ein Gewitter, einen Regenbogen u. s. w.“ Mit einer für ein Kinderbuch des frühen 19. Jahrhunderts bemerkenswerten Systematik fährt der Hauslehrer fort: „Wenn nun Beobachtungen und Versuche mit aller Genauigkeit wiederholt werden, so kann man daraus Regeln und Naturgesetze ableiten, welche zur Erklärung sehr mannigfaltiger Phänomene dienen.“ Dabei bleibt der Hauslehrer jedoch noch nicht stehen, sondern konfrontiert seinen Zögling mit einem weiteren Schritt der Theoretisierung: „Bisweilen muß man sich jedoch mit Hypothesen behelfen, d. h. man muß annehmen, die Erscheinung trage sich auf diese oder jene Art zu. Eine solche Annahme muß nur den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit haben, nicht gegen allgemein anerkannte Naturgesetze streiten, und die Phäno-

Jede Zeit hat ihre Spiele

Gestern wie heute stehen Spiele mit und um Münzen im Vordergrund für Spaß und Vergnügen — für Freizeitgestaltung.

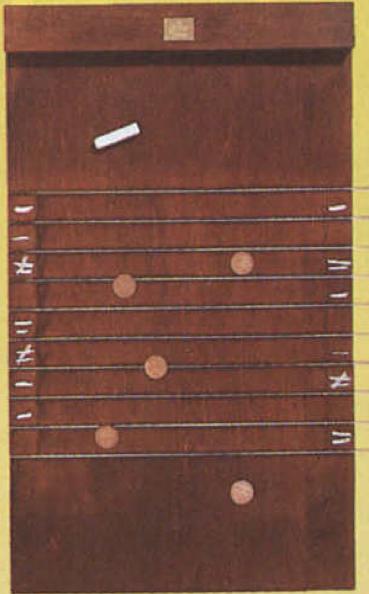
Weil wir uns dieser Tradition des Münzspiels verpflichtet fühlen, haben wir die MERKUR-SPIELE-EDITION ins Leben gerufen.

In limitierter Auflage werden Spiele mit Münzen aus vergangener Zeit originalgetreu nachgebaut und für begeisterte Sammler und Spiele-Interessierte angeboten.

Auf Wunsch schicken wir Ihnen gerne kostenlos die Info-Broschüre über die MERKUR-SPIELE-EDITION zu.



Spielbrett aus Ägypten, um 1200 v. Chr.



„Shovel Board“, England, 15. Jahrh.



Brettspiel „Glückshaus“, Europa, 16. Jahrh.



Punktspielgerät „Kniffel“, Deutschland, 1989

Den originalgetreuen Nachbau des „Shovel Board“, handgefertigt aus amerikanischem Ahorn, mit Messingbeschlägen und komplett mit Reinigungsöl, Kreide, Münzen und Spielanleitung bietet die MERKUR-SPIELE-EDITION zu einem Preis von 295,- DM allen Interessierten und Spielesammlern an, solange der Vorrat der limitierten Auflage reicht.

Deutsches Museum
Bibliothek



Unternehmensgruppe
Gauselmann
MERKUR-SPIELE-EDITION
Postf. 1240 · 4992 Espelkamp

MERKUR
SPIELE
EDITION®

Bestellcoupon

- Liefern Sie mir bitte das Spiel „Shovel Board“ zum Preis von 295,- DM incl. MwSt. und Versand
- Bitte kostenlos die Broschüre „MERKUR-SPIELE-EDITION“

Name _____

PLZ Ort _____

Straße _____

Physikalischer
Kinderfreund

von
Gerhard Ulrich Anton Vieth
Professor der Mathematik zu Dessau.



Erstes Bändchen.
mit acht erläuternden Wignetten.
Zweyte aufs neue durchgesehne Auflage.
Leipzig, 1801.
bey Johann Ambrosius Barth.

Titelblatt zu Anton Vieths
erstem Band seines
'Physikalischen
Kinderfreundes' – Leipzig,
2. Aufl. 1801 –, das eine
zweigeteilte Abbildung
zum Hebelgesetz zeigt.



Aus Poppes 'Der junge
Physiker und Techniker',
Stuttgart 1838. Das
Titelkupfer zeigt in der
unteren Hälfte, welche
Verwunderung eine
Laterna-Magica-
Vorführung hervorrufen
konnte, im oberen Drittel,
wie das Licht der
Aufklärung
abergläubische
Vorstellungen
vertreibt.

mene ganz ungezwungen und ohne Wi-
derspruch erklären, wenn sie die Stelle
der völligen Gewißheit ersetzen soll.“

Ebenfalls von nicht zu unterschätzender
Wichtigkeit war die Förderung des sich
noch entwickelnden Selbstbewußtseins
der Kinder nicht nur durch das eigen-
ständige Durchführen von Versuchen,
sondern auch durch deren quasi öffentli-
ches Vorführen im größeren Familien-
und Freundeskreis. Naturwissenschaft
trat vom privaten in einen öffentlichen
Zusammenhang und diente auf diese
Weise – in einer Zeit restriktiver Gesell-
schaftspolitik und biedermeierlicher
Rückzugsidyllen – der Einübung und
Stärkung bürgerlicher Souveränität. Daß
Kinder vor einem Publikum auftraten,
nicht zum Zwecke taschenspielerischer
Unterhaltung, sondern ernsthafter Be-
lehrung und Vorbereitung für zukünftige
Aufgaben, verlieh beiden einen neuen
Stellenwert: den Kindern wie der Natur-
wissenschaft. So sind die Experimentier-
bücher für junge Leser ein Beitrag zum
Weg vom Physikanten zum Physiker. □

DER AUTOR

Dr. Klaus-Ulrich Pech, geb. 1950, ist
wissenschaftlicher Angestellter an der
Universität Köln in der Arbeitsstelle
für Kinder- und Jugendliteraturfor-
schung.

Vergnügliches Experiment, betreffend die Materialität des Lichtes oder Lichtstoffes

„Man gieße in ein Glas 1 Theil zerflosse-
nes salzsaures Eisen und 2 Theile reinen
Schwefeläther (Schwefelnaphtha), ver-
stopfe das Glas und schüttele beide Flüs-
sigkeiten einige Minuten durch einander.
Das salzsaure Eisen wird an Farbe verlie-
ren und der Aether gelb werden. Wenn
sich nach einiger Zeit der letztere von der
salzsauren Flüssigkeit geschieden hat, so
sondere man jenen ab und gieße 4 Theile

Alkohol hinzu. Setzt man diese Tinktur
(sogenannte bestuschefische Nerventink-
tur) dem Lichte aus, so verliert sie nach
und nach ihre Farbe und wird weiß. Stellt
man sie dann wieder ins Dunkle, so kehret
ihre Farbe wieder. Man kann dieß mit ein
und derselben Tinktur so oft wiederholen
als man will.“

(Heinrich Rockstroh: *Mechanemata*. Berlin
1831, S. 11)

Von falscher Gewißheit

Wilhelm läßt Steine von einem Turm fal-
len und mißt ihre Fallzeit: genau drei Se-
kunden. Der Vater erscheint. „V. Was
meinst du, Wilhelm, wie hoch der Turm
wohl seyn mag?“

W. Wie könnt' ich das wissen, lieber Va-
ter?

V. Glaubst du nicht, daß gerade das Spiel,
was du da treibst, nämlich das Fallen der
Steine, ein Mittel abgeben könnte, die
Höhe zu finden?

W. Ach ja, das ist wahr! ich brauchte nur
einen Stein so hoch fallen zu lassen, daß er
gerade eine Secunde brauchte, dann
könnte ich leicht schließen, daß er in drey
Secunden auch dreymal so tief fallen müß-
te. . .

V. Und würdest sehr unrichtig schließen.
Siehst du! so leicht kann man irren, wenn
man eine Sache nur so obenhin ansieht,
und in seinen Urtheilen etwas voreilig ist.
Hast du Lust, die Sache etwas genauer zu
erwägen?“

(Gerhard Ulrich Anton Vieth: *Physikali-
scher Kinderfreund*, Bd. 1. Leipzig 1798,
S. 19)

Inszenierungen

„Beiläufig können wir bey dieser Gelegen-
heit unsern jungen Lesern, die einmal phy-
sikalische Experimente vor Andern ma-
chen wollen, und überhaupt Jedem, der
sich mit irgend Etwas sehen oder hören
lassen will, den Kunstgriff nicht genug
empfehlen, am Schluß etwas knallen zu
lassen. Das bringt Beyfall, wenn auch an
dem Vorigen nicht sogar viel gewesen ist.
Einige Kanonenschläge am Schluß eines
Feuerwerks, ein Zetergeschrey des gan-
zen Orchesters am Schluß einer Bravour-
arie, ein Glas voll Knallluft am Schluß phy-
sikalischer Kunststücke; das reißt zu
einem Klatschen und Bravorufen hin, wo-
vor man das Knallen selbst nicht würde
hören können, wenn es nicht schon vor-
bey wäre.“

(Gerhard Ulrich Anton Vieth: *Physikali-
scher Kinderfreund*, Bd. 4. Leipzig 1801,
S. 50)

Wir machen den Weg frei



Volksbanken Raiffeisenbanken



Maß und Messen im Lauf der Zeit

Hans Joachim Holtz

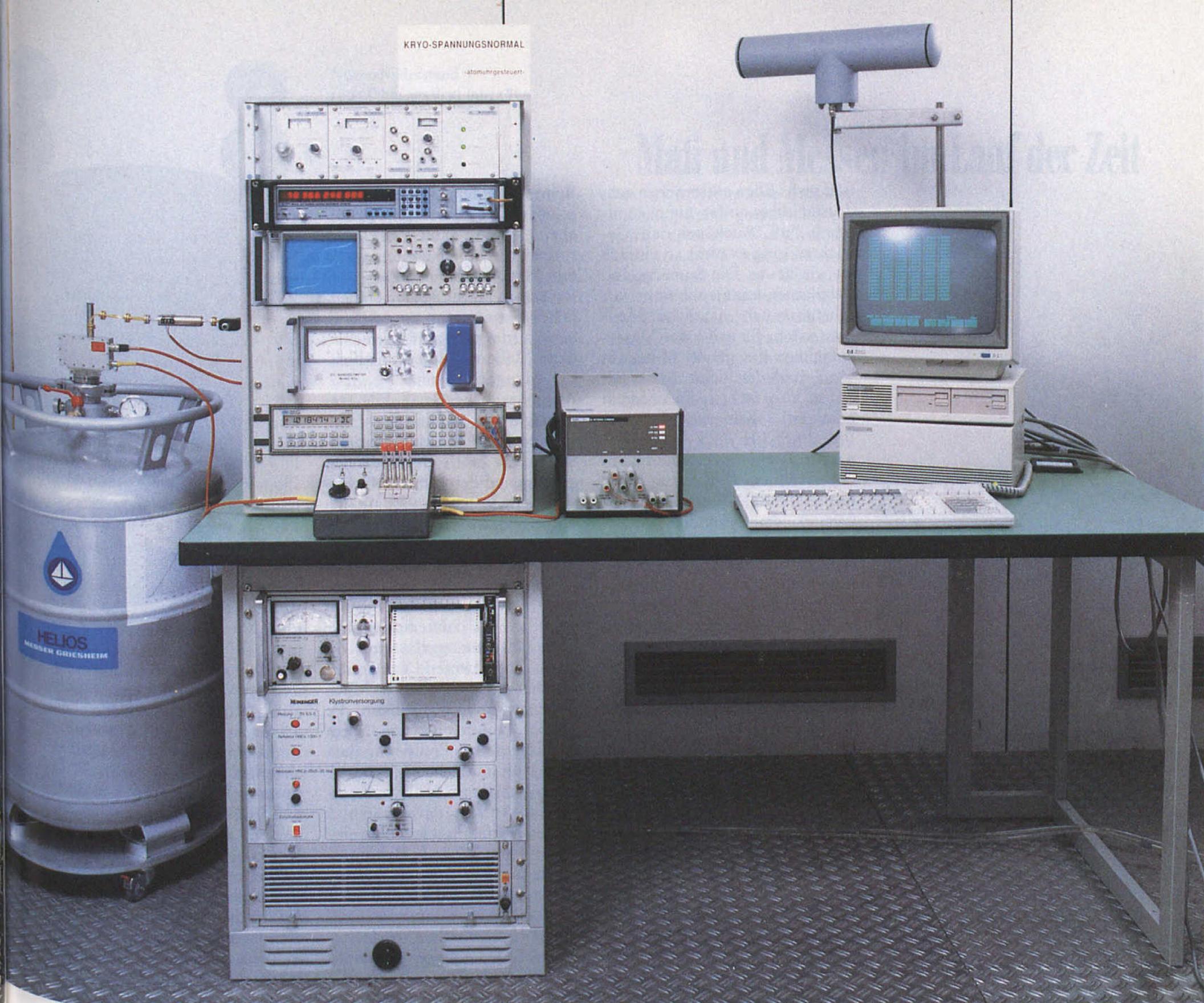


„Es sollen 16 Mann, klein und groß, wie sie ungefährlich aus der Kirche gehen, nacheinander ein jeder vor den anderen einen Schuh stellen. Dieselbe Länge ist und soll seyn ein gerecht Meßbrute“. Darstellung mit Erklärung von 1575.

Seit mehr als einhundert Jahren wacht auf deutschem Boden die Physikalisch-Technische Bundesanstalt, vormals Reichsanstalt, über Maße aller Art. Als Teil der internationalen Generalkonferenz für Maß und Gewicht gewährleistet sie ebenso wie die anderen nationalen Büros die gemeinsame Normierung dieser wichtigen Einheiten. Das war nicht immer so. Hier die wichtigsten Stationen der Entwicklung.

Manche Selbstverständlichkeiten unserer Tage haben eine lange und selbst für heutige Vorstellungen unglaubliche Entwicklungsgeschichte. So ist für uns etwa kaum noch begreifbar, daß noch im vorigen Jahrhundert Deutschland aus

Preußisches
Ur-Pfund von 1856.



KRYO-SPANNUNGSNORMAL

-atomuhrgesteuert-

39 selbständigen Königreichen, Herzog- und Fürstentümern, Grafschaften und Freien Städten bestand – mit eigenen Zollkontrollen, Maß- und Gewichtssystemen. In einer Zeit, als die Industrialisierung auch in Deutschland begann und die ersten Eisenbahnen die vielen Kleinstaaten miteinander verbanden. Seit Menschen eigenverantwortlich lebten, erkundeten sie ihre Umgebung und entdeckten sie naturgesetzliche Gegebenheiten. Schon vor Jahrtausenden begann die Geschichte der Zeit, Längen, Flächen, Rauminhalte, Massen und damit auch der Meßtechnik. Aus dem Sonnenstand ließ sich die Tageszeit ermitteln und aus den Schatten natürlicher und künstlicher Objekte waren sogar

Ortszeiten bestimmbar. Der in den Boden gesteckte Speer war Vorläufer der Sonnenuhren. Beobachtete Umläufe von Sonne, Mond und Planeten ermöglichten Zeiteinteilungen in Tage, Wochen, Monate und Jahre. Die Länge der Monate (30 oder 31 Tage, im Februar 28 und in Schaltjahren 29 Tage) blieb seit der Julianischen Kalenderreform vor fast 2000 Jahren unverändert. Ptolemäus, bekanntester Astronom, Geograph und Mathematiker des Altertums, errechnete im 2. Jahrhundert n. Chr. bereits annähernd die Entfernung zwischen Erde und Mond und kannte die Längen- und Breitengrade von rund 350 Orten auf unserer damals noch weithin unerforschten Erde.

Vielzahl der Maßeinheiten

Jahrtausendlang dienten die Menschen und ihre Arbeitskraft als Maßstab für alle möglichen Größen, Flächen und Entfernungen. Von Anfang an rechnete man in Fingerbreite, und noch heute sind bei Geländebeschreibungen Daumenbreite, Fuß, Elle, Klafter, Wegstunde oder Tagewerk übliche Maßangaben. Der Fuß als Basis des römischen Meßsystems maß 296,16 mm und war verschieden unterteilt: in 16 digiti (je 18,51 mm) und 12 unciae (24,68 mm); der drusianische Fuß war mit 18 römischen digiti, also 333,19 mm, sogar noch größer. Die römische Elle war mit 444,25 mm um die Hälfte länger als der römische Fuß,

Atomuhrgesteuertes Josephson-Spannungsnormalelement. Links im Kryostataten das Josephson-Element, rechts oben die Antenne zum Empfang der Normalfrequenz des Senders DCF 77.

Hefnerlampe, 1890 als Lichtstärkenormal eingeführt.



und sechs Ellen entsprachen acht drusianischen oder neun römischen Fuß. Auch bei den Gewichten ging es nicht so einfach zu wie heute. Die Sumerer und Babylonier kannten bereits vor Jahrtausenden staatliche Meßkontrollen. Es gab zwei Masseinheiten: die große Mine mit 982 g und die kleine Mine mit 491 g, also recht nahe unserem heutigen Kilogramm bzw. Pfund. Später kam das sogenannte Talent hinzu, unterteilt in umgerechnet 32, 28 und 24 kg, je nach Füllung (Wasser, Öl oder Gerste) eines amtlich vorgeschriebenen, würfelförmigen Hohlgefäßes mit 32 cm Kantenlänge, entsprechend einem assyrischen Fuß.

In Mitteleuropa ging die Entwicklung wesentlich langsamer voran. Karl der Große (742–814) schrieb seinen Untertanen ohne großen Erfolg bestimmte Maße und Gewichte vor. Heinrich I. (876–936) bestimmte, daß die sächsische Elle so lang sei wie sein Zepter. Englands König Heinrich I. (1068–1135) ordnete an, daß das Yard (Elle) dem Abstand seines ausgestreckten Daumens bis zu seiner Nasenspitze entsprechen solle. Ottokar II. von Böhmen (1230–1278) gab vier der Breite nach nebeneinanderliegende Gerstenkörner als Fingerbreite an, während Englands Eduard II. (1284–1327) drei längs aneinandergereihte, aus der Mitte einer Gerstenähre entnommene, trockene Körner als Inch-Länge (Zoll) einführt.

Der Wirrwarr nahm nicht zuletzt in Deutschlands Kleinstaaten immer mehr zu. So gab es noch im vorigen Jahrhundert über 30 verschiedene Fuß mit unterschiedlichen Längen. Das im Sprachgebrauch noch heute übliche Maß als Getränkemesse bedeutete im Großherzogtum Hessen 2,0 l, in Kurhessen 1,949 l, in Nassau 1,885 l Bier, aber nur 1,694 l Wein, in Württemberg 1,837 l, in Baden 1,5 l und in Bayern nur noch 1,069 l.

Beim Getreidemaß wurde unterschieden zwischen glatt gestrichen, gehäuft und dem noch sprichwörtlich bekannten gerüttelt Maß. Bevor im Königreich Bayern im Jahre 1809 ein einheitliches Getreidemaß vorgeschrieben wurde, waren 480 verschiedene Maße mit unterschiedlichsten Mengen bekannt.

Auch das Längenmaß Elle war oft sogar von Stadt zu Stadt verschieden lang und galt nicht einmal für alle Stoffe gleich, denn es gab eigene Ellen für Leinen, verschiedene Baumwollqualitäten und Seide. Im damaligen Großherzogtum Baden waren 112 verschiedene Ellen, 92 Flächen-, 65 Holz-, 163 Frucht-, 123 Flüssigkeits-, 63 Schenkmaße und 80 ebenfalls unterschiedliche Pfundgewichte zugelassen.

Handelsschwerend kamen neben den unterschiedlichen Maßeinheiten und Währungen die Zollbestimmungen hinzu. Allein im Königreich Preußen galten damals 67 staatliche Tarife sowie zahlreiche kommunale und private Binnenzölle, davon allein 70 in der Kurmark; zwischen einzelnen preußischen Provinzen waren sogar bestimmte Einfuhrverbote üblich.

Neuordnung und Normierung

Natürlich bemühten sich immer wieder vorausdenkende und über die engen Grenzen blickende Volkswirtschaftler und Industrielle um einheitliche Maßsysteme, aber Deutschlands Regierende konnten sich bedauerlicherweise nicht einigen, weil jeder seine landeseigenen Maße und Gewichte für die besten hielt.

Frankreich zeigte schließlich den Weg aus dem lähmenden Durcheinander. Während in Deutschland immer noch Tausende von Maßeinheiten das Wirtschaftsleben erschwerten, machten sich französische Wissenschaftler und Politiker an die Arbeit. Mit der Erstürmung der Burg von

Paris, der Bastille, am 14. Juli 1789 begann die Revolution und damit auch ein neues Zeitdenken. Im August 1790 beauftragte die Nationalversammlung die Akademie der Wissenschaften, auf der Grundlage einer geeigneten physikalischen Größe ein internationales Einheitensystem zu erarbeiten. Bereits zwei Monate später empfahl eine Expertenkommission das Dezimalsystem als beste Grundlage für die Teilung und Vervielfachung von Einheiten. Im März 1791 war man sich einig, daß aus internationaler Rücksichtnahme keines der bisher in irgendeinem Land verwendeten Maße und Gewichte übernommen werden sollte. Auf Vorschlag des Astronomen und Mathematikers Pierre Simon de Laplace (1749–1827) wurde 1791 der zehnmillionste Teil des Erdmeridianquadranten als zukünftige Längeneinheit Meter (m) festgelegt und weitere Einheiten eingeführt: Ar als Flächenmaß (100 m²), Ster als Raummaß (1 m³), Liter (1 dm³) und Gramm (g).

Leider folgten Rückschläge. Frankreichs Bürger lehnten die revolutionären Maßeinheiten ab und blieben bei den bisherigen. Auch die deutschen Staaten übernahmen vorerst nicht das Metrische System. Allmählich verringerte sich dann aber doch in den meisten Ländern die Vielzahl unterschiedlicher Maße und Gewichte; bis zur internationalen Durchsetzung des Metri-

Kopie des Ur-Kilogramm für Deutschland.





Normalwiderstand
1000 Ohm aus dem Jahr 1899

zelstaaten entstandene Deutsche Reich sowie an das ebenfalls eingegliederte Königreich Bayern, das weiterhin Sonderrechte beim gesetzlichen Meßwesen besaß. Im April 1893 wurde die in Paris beschlossene Maß- und Gewichtsordnung auch deutsches Reichsgesetz. Die bereits erwähnte Generalkonferenz für Maß und Gewicht ist seitdem die höchste Instanz für alle Fragen des Metrischen Systems und tagt im Abstand weniger Jahre. Die 11. Generalkonferenz im Jahre 1960 sorgte beispielsweise mit dem SI-Einheitensystem (Système International d'Unités) für eine völlige Neuordnung der Einheiten im Meßwesen, nämlich für ein auf sieben Basiseinheiten erweitertes Metrisches System (Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampere, Kelvin, Mol, Candela). Die Definitionen lassen deutlich die meßtechnischen Fortschritte gegenüber früher erkennen. Statt des einstigen einfachen, aber bei Kopien eben doch nicht extrem genauen Ur-Meters aus Platin-Iridium vor hundert Jahren hieß es 1960: „Das Meter ist das 1650763,73fache der Wellenlänge der von Atomen des Nuklids ^{86}Kr beim Übergang vom Zustand $5d_5$ zum Zustand $2p_{10}$ ausgesandten, sich im Vakuum ausbreitenden Strahlung.“ Und eine Sekunde ist das 9192631770fache der Periodendauer der dem Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstruktur-niveaus des Grundzustands von Atomen des Nuklids ^{133}Cs entsprechenden Strahlung.

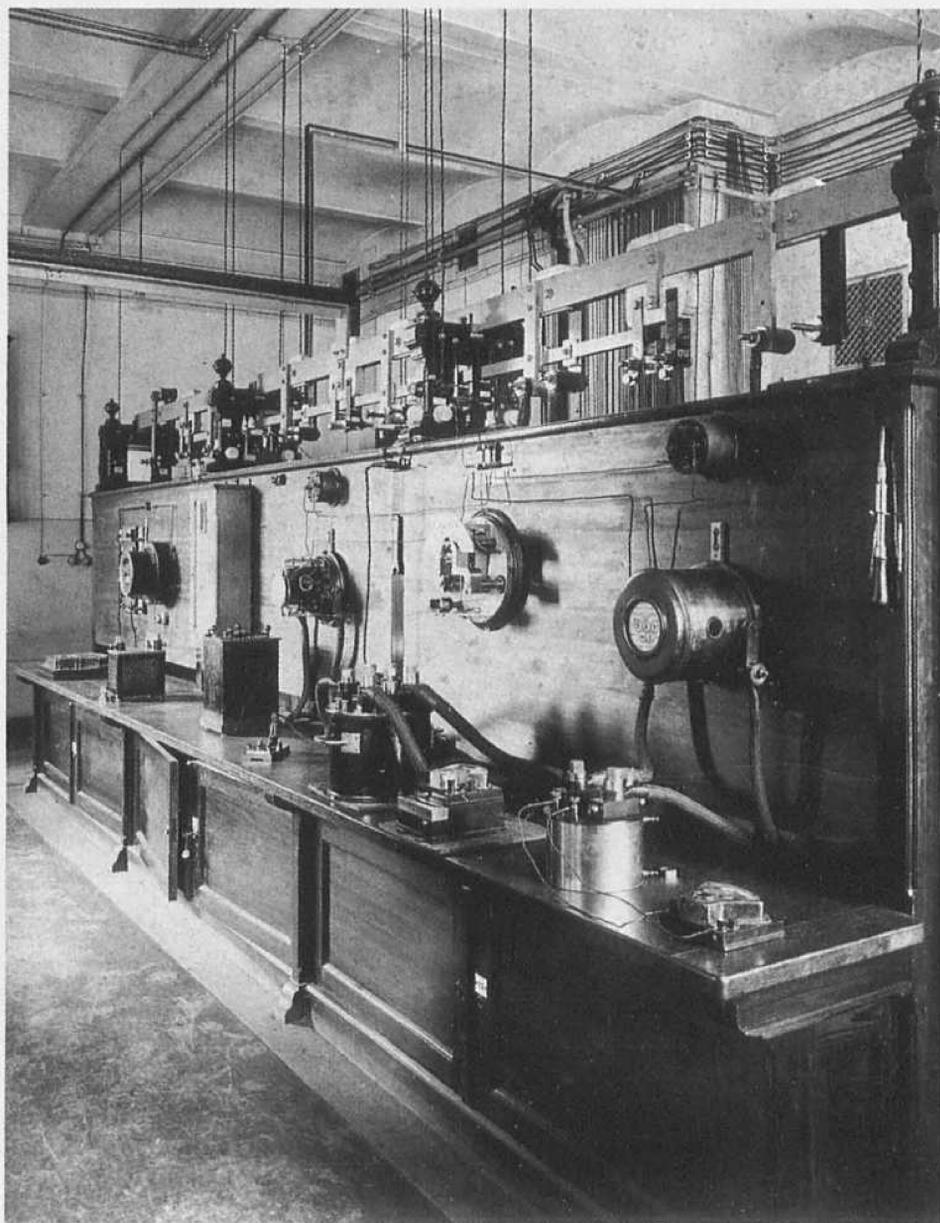
Über hundert Staaten haben mittlerweile die metrischen Einheiten gesetzlich eingeführt; und doch geht die Übernahme der SI-Einheiten und damit der Verzicht auf einige alteingebürgerte Einheiten teilweise nur langsam voran, vor allem in den angelsächsischen Gebieten: Großbritannien soll der Europäischen Gemeinschaft bis zum 31. Dezember 1989 den Zeitpunkt der Anpassung mitteilen. Die USA haben zwar schon 1866 für das

metrische System gestimmt, aber bis heute keine gesetzliche Vorschrift erlassen. Wirtschaftliche Exportnachteile mit nichtmetrischen Maßen und Gewichten stehen für die Übernahme der inzwischen international üblichen Einheiten, aber Traditionsdenken und damit verbundene innenpolitische Schwierigkeiten stehen dagegen.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt

Die Bundesrepublik Deutschland wird im Internationalen Büro für Maß und Gewicht durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) vertreten, die als Oberbehörde für das Einheiten- und Eichwesen nun seit 100 Jahren zuständig ist. In den Anfangsjahren fehlten dem

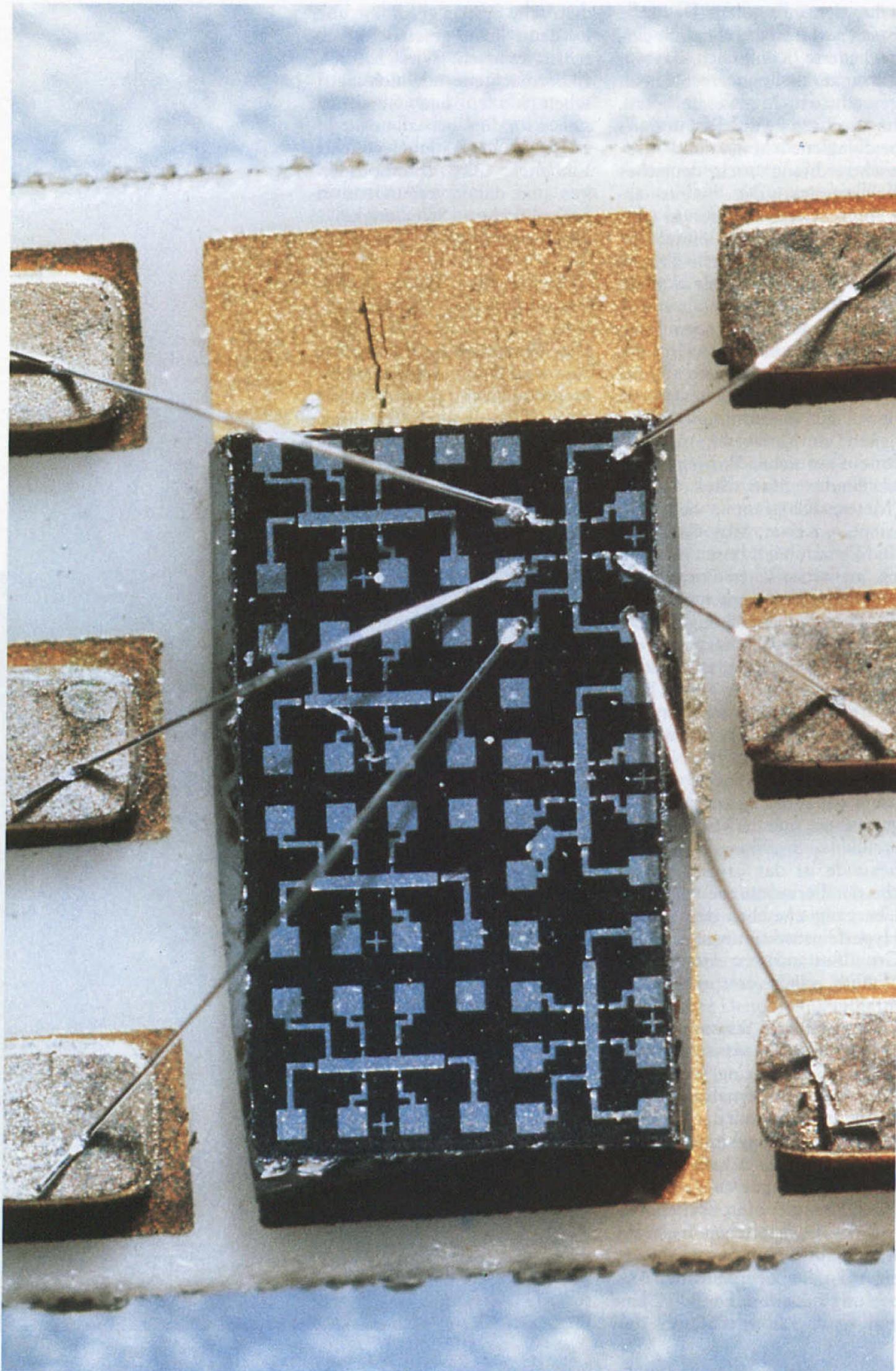
Stromzähler-Prüflabor der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt um 1900.



schen Systems vergingen aber noch Jahrzehnte. In der Neujahrsnacht 1834 entfielen dann mit der Gründung des Deutschen Zollvereins die Binnenzölle und andere Handels- und Reisebeschränkungen; gemeinsame Maße wurden notwendig.

Am 8. August 1870 wurde schließlich in Paris, wenige Wochen nach Beginn des Deutsch-Französischen Krieges, die Internationale Meter-Konvention gegründet. Nach mehreren Sitzungen tagte im Frühjahr 1875 schließlich erstmals die Meter-Konferenz, die auch zur Gründung eines ständigen internationalen Büros für Maß und Gewicht zur Vervollkommnung des Metrischen Systems führte; zu den ersten Aufgaben gehörte, aus Platin-Iridium ein genaueres Ur-Meter und Ur-Kilogramm herzustellen, als dies bei verschiedenen Versuchen seit 1799 möglich war. Ebenfalls in Paris entschied 1889 die 1. Generalkonferenz für Maß und Gewicht, die auch für die internationale Verbreitung des Metrischen Systems zuständig ist, Kopien vom Ur-Meter und Ur-Kilogramm allen beteiligten 18 Staaten zu geben; auch an das 1871 aus den vielen Ein-

Chip mit
MOSFET-Transistoren
zur Messung des
Quanten-Hall-Effekts aus
dem Experiment des
Nobelpreisträgers Klaus
von Klitzing.



Deutschen Reich noch gut ausgebildete Mechaniker, so daß viele Meßgeräte aus dem Ausland eingeführt werden mußten. Nach dem siegreichen Ende des Deutsch-Französischen Krieges folgten dann die ‚Gründerjahre‘. Frankreich mußte in drei Jahren fünf Milliarden Goldfranken zahlen und trug damit zum damaligen ‚Wirtschaftswunder‘ bei. Auch die Forschung weitete sich aus, die Meßeinrichtungen genügten nun oft nicht mehr den Anforderungen. Hermann von Helmholtz und Werner von Siemens erkannten die Notwendigkeit staatlicher Mithilfe. Sie empfahlen ein ‚Institut für die experimentelle Förderung der exakten Naturwissenschaften und der Präzisionstechnik‘. Im März 1887 bewilligte der Reichstag die Mittel für eine Physikalisch-Technische Reichsanstalt (PTR), die bereits im Oktober mit der Arbeit begann. In den ersten Jahren wurden hunderttausend ärztliche und wissenschaftliche Thermometer geeicht; 1884 hatte Otto Schott das erste Glas für meßgenaue Thermometer entwickelt. 1898 übernahm die PTR die exakte Darstellung der Einheiten Volt, Ampere und Ohm. Hunderte von Glühlampentypen verschiedener Hersteller wurden untersucht, um den Stadtverwaltungen kostengünstige Straßenbeleuchtungen empfehlen zu können, und viele Millionen elektrischer Stromzähler wurden geeicht. Ab 1923 war die PTR nach Eingliederung des 1918 entstandenen Reichsamtes für Maß und Gewicht für alle gesetzlichen Einheiten verantwortlich und führte damit auch die technische Aufsicht über die Eich- und Prüfämter. Noch vor Ende des Zweiten Weltkriegs wurden die meisten PTR-Laboratorien von Berlin nach Braunschweig verlagert, das seitdem Zentrum der heutigen Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) mit rund 1400 Mitarbeitern ist, davon rund 400 Wissenschaftler. Außer den traditionellen metrologischen Arbeiten betreut die PTB auch Teilgebiete der Sicher-

Maß und Messen im Lauf der Zeit

heitstechnik (z. B. Transport und Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten, explosionsgeschützte Betriebsmittel, Strahlenschutz, Transport und Aufbewahrung von Kernbrennstoffen, Endlagerung radioaktiver Abfälle). Während sie anfangs fast ausschließlich naturwissenschaftliche und technische Fortschritte förderte, dient sie nun inzwischen auch dem Schutz des Menschen vor den durch Wissenschaft und Wirtschaft verursachten Eingriffen. Zu allen Zeiten hatte die PTR/PTB sehr aktuelle Aufgaben mit vielen eigenen Entwicklungen, beispielsweise in den zwanziger Jahren die Nutzung von Quarzresonatoren als Frequenznormale. Schwingende Quarze in luftverdünnter Umgebung geben bei Resonanz so starke Spannungen ab, daß sie zu leuchten beginnen und als sehr genaue Frequenznormale dienen. Sorgfältige Auswahl des Schwingquarzes und hohe Temperaturkonstanz führten zur Quarzuhr, die bereits im Jahre 1940 täglich bis auf 1/1000 s ganggenau war. Inzwischen gibt es Atomuhren, die in Hunderttausenden von Jahren lediglich um eine Sekunde von der genauen Zeit abweichen und die mit Satellitenhilfe die Möglichkeit bieten sollen, an jedem Punkt der Erdoberfläche zu jeder Zeit die eigene Position mit einer Genauigkeit bis zu 3 m bestimmen zu können.

Zu den gegenwärtigen PTB-Aufgaben gehören: Zwei-Komponenten-Laser-Doppler-Anemometer für die Groß-Gasmenngemessung, atomuhrgesteuertes Spannungsnormale, Messung der isothermen Kompressibilität von Flüssigkeiten, Frequenzmessung sichtbarer Strahlung, kalorischer Defekt von Wasser bei der Dosismessung für die Strahlentherapie, Theorie und Experimente zum Quanten-Hall-Effekt, Nachweis des Elektronenspeicherrings Bessy als Primär-Normal für spektrale Strahlungsleistung vom Gebiet weicher Röntgenstrahlung bis ins nahe Infrarot, Messung der aku-

stischen Eigenschaften von Musikinstrumenten und daneben die Vielzahl an Meßgeräteichungen für Geschwindigkeit, Radlast, Luftdruck, Reifenprofil, Scheinwerfereinstellung, Transportbehälter für genießbare Flüssigkeiten, Karatgewichte, Abfüllmaschinen, Geburtsgewichtsfedern, Getreidefeuchtigkeitsbestimmung, Blutsenkungspipetten, Heizölaerometer und viele andere Aufgaben.

Einen interessanten Überblick über die gesamte Geschichte der Meßtechnik bietet das Deutsche Museum mit zahlreichen Ausstellungsstücken; angefangen bei einer Längenteilmachine zum Gravieren von Teilstrichen auf Maßstäben aus dem Jahre 1798 bis zum Lampengefäß mit Kryptonspektralröhre für die der Meterdefinition zugrundeliegende Strahlung. □

DER AUTOR

Dr. Hans Joachim Holtz ist technisch-wissenschaftlicher Journalist. Er studierte Publizistik und Soziologie mit technischen Nebenfächern an der Technischen Hochschule Karlsruhe und der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Anblasvorrichtung für Musikinstrumente zur Ermittlung der Tonqualität und Schallrichtung.



Zwei Cäsium-Uhren als Basis für die internationale Zeitmessung in der Atomuhrenhalle der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.

DER WEG ZUM AUTOPILOT

60 JAHRE FLUGREGLER- SYSTEME

Kurt Kracheel und Adalbert Kukan

1929 wurde erstmals eine selbsttätige Flugzeugsteuerung in einem Junkers-Wasserflugzeug erprobt. Damit begann die Geschichte des Autopiloten. Die Autoren zeigen die Anfänge des Flugreglers und den Gang der Technik bis heute.

Immer neuere und zugleich leistungsfähigere Flugzeuge, die nicht nur bei Schönwetter und Tageslicht zunehmend größere Entfernungen schnell und sicher zurückzulegen hatten, stellten seit den zwanziger Jahren die Piloten vor ständig wachsende Aufgaben, die ohne die Hilfestellung eines entsprechenden Instrumentariums kaum noch zu bewältigen waren. Steuerung, Stabilisierung, Navigation und Kurshaltung der Flugzeuge überforderten den Menschen allmählich; er stieß zusehends an seine Grenzen. Dies brachte Erfinder, Entwickler und Industrie auf die Idee, geeignete Geräte zu entwerfen, die dem Piloten die Hand-

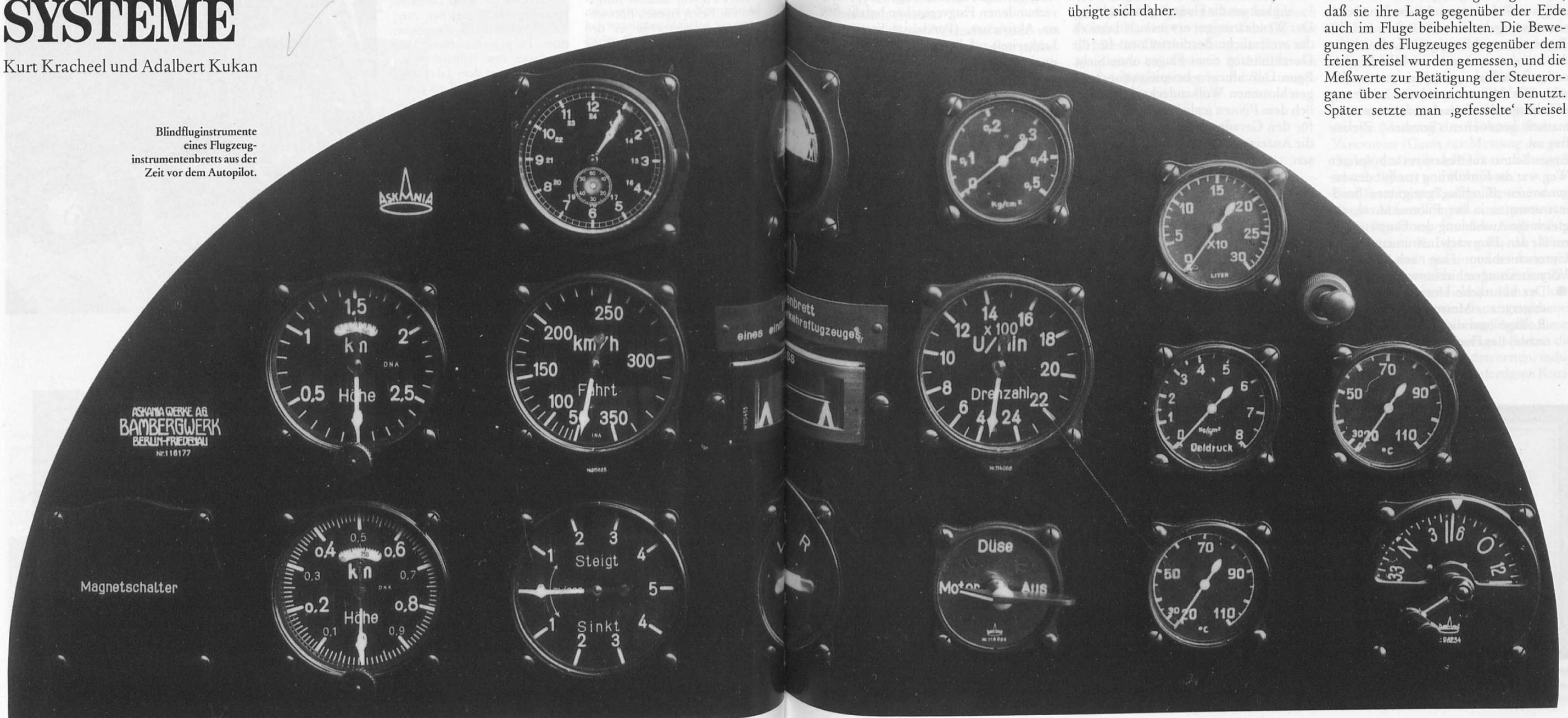
habung der Flugzeuge erleichtern und vereinfachen sollten. Die Technik war wirksam an die menschlichen Fähigkeiten anzupassen.

Zweckmäßige Konstruktionsmaßnahmen und eine effiziente aerodynamische Konfiguration verliehen den Flugzeugen eine gewisse Eigendynamik, die die Maschinen auch ohne Zutun des Piloten, das heißt ohne Betätigen der Steuerorgane, schon nach wenigen Bewegungen um die Quer- oder Hochachse eine ausgeglichene Fluglage einnehmen ließ. Eine künstliche Stabilisierung, wie in den Pionierzeiten der Fliegerei (Drexler 1908–1929, Sperry 1908–1923) zur Höhen- und Querruderbeeinflussung durch Pendel, Windfahnen oder Kreisel und mit abgeschlossenem Servomechanismus, übertrug sich daher.

Vorausgegangen waren Bemühungen zur Einhaltung der horizontalen Lage des Flugzeuges sowie zur Unterbindung von störenden Schwingungen in der Flugbahn. Hierzu verwendete man Pendelkonstruktionen, Flügelvorrichtungen (Windfahnen) sowie Kreiselgeräte. Dabei benutzte man Pendeleinrichtungen zur Betätigung der Querruder, teils auch der Höhenruder; oft wirkte der Pilot selbst als Pendel.

Flügelvorrichtungen messen ja die Richtung des Luftstromes am Flugzeug und beeinflussen – über mechanische Verbindungen – das Höhenruder derart, daß das Flugzeug gegenüber der umgebenden Luft gleichmäßig fliegt. Anfängliche Kreiselgeräte waren ‚freie‘ Kreisel, die so in Kardanrahmen aufgehängt waren, daß sie ihre Lage gegenüber der Erde auch im Fluge beibehielten. Die Bewegungen des Flugzeuges gegenüber dem freien Kreisel wurden gemessen, und die Meßwerte zur Betätigung der Steuerorgane über Servoeinrichtungen benutzt. Später setzte man ‚gefesselte‘ Kreisel

Blindfluginstrumente eines Flugzeuginstrumentenbretts aus der Zeit vor dem Autopilot.



(Wendekreisel oder Dämpfungskreisel) zur Messung der Drehgeschwindigkeit um die jeweilige Flugzeugachse – zusätzlich zum freien Kreisel – ein. Von den zahlreichen Entwürfen und Erprobungsmustern von diversen Flugreglern haben sich indes in der Praxis lediglich solche mit Kreiselgeräten bewährt.

Die gezielte industrielle Entwicklung von Autopiloten – auch als automatische Steuerung oder Kursregler bezeichnet, der Begriff ‚Autopilot‘ taucht erst viel später im Zuge der Siemens-Gebrauchsmusteranmeldung auf – setzte erst Ende der zwanziger Jahre in den USA (Sperry) und Deutschland ein. Unmittelbarer Auslöser war die laut gewordene Forderung von Publikum und Betreibern nach einem weitgehend vom Wetter und der Tageszeit unabhängigen Luftverkehr, der mit den vorhandenen Mitteln nicht mehr verlässlich genug sicherzustellen war. Die Militärs meldeten wiederum den dringenden Bedarf nach einem automatisch gesteuerten (Bomber-) Zielanflug an.

Erster Schritt auf diesem recht holprigen Weg war die Einführung von für den sogenannten ‚Blindflug‘ geeigneten Bordinstrumenten in der Pilotenkanzel, zugleich die Ausbildung der Flugzeugführer für den ‚Flug nach Instrumenten‘ – im Unterschied zum ‚Flug nach Sicht‘. Die Voraussetzungen hierfür waren:

- Der künstliche Horizont; ein Kreiselgerät zur Messung der Nick- und Rollage (um die Quer- und Längsachse) des Flugzeuges.

- Der Richt- oder Kurskreisel zur Messung der Flugrichtung.
- Der magnetische Kompaß zur Messung des Azimuts (im Uhrzeigersinn gemessener Winkel zwischen der Ziel- und Nordrichtung).
- Der barometrische Höhenmesser zur Feststellung der Flughöhe.
- Der staudruckabhängige Fahrtmesser zur Messung der Fahrt (Horizontalgeschwindigkeit) gegenüber der umgebenden Luft.
- Eine Libelle zur Messung der Querschleunigung für den scheinlotrichtigen Kurvenflug.
- Der Wendeanzeiger; ein Kreiselgerät zur Messung der Drehgeschwindigkeit um die Flugzeughochachse.

Der Wendeanzeiger erwies sich dabei als das wesentliche Bordinstrument für die Durchführung eines Fluges ohne Sicht. Beim Durchfliegen beispielsweise einer geschlossenen Wolkendecke fehlt nämlich dem Piloten jeglicher Richtungssinn für den Geradeausflug; er ist völlig auf die Anzeige des Wendekreisels angewiesen.

Pioniere

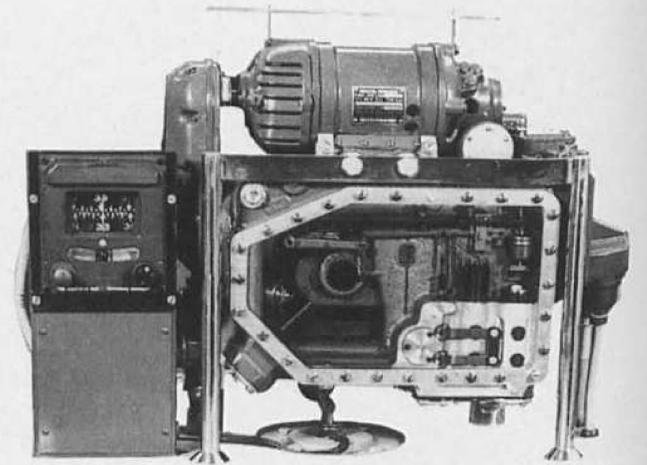
1929 wurde erstmals ein erfolgreicher Blindflug ohne Sicht, das heißt nach Instrumentenflugregeln durchgeführt, in Mitchel Field (New-York), Long Island, von Leutnant J.H. Doolittle demonstriert. Dabei standen ihm, außer den beschriebenen Bordinstrumenten, zwei Funkfeuer zur Seite, und zwar eines da-

von in Richtung der Landepiste. In der zweiten Hälfte der dreißiger Jahre flogen Verkehrsflugzeuge weltweit routinemäßig nach Instrumenten.

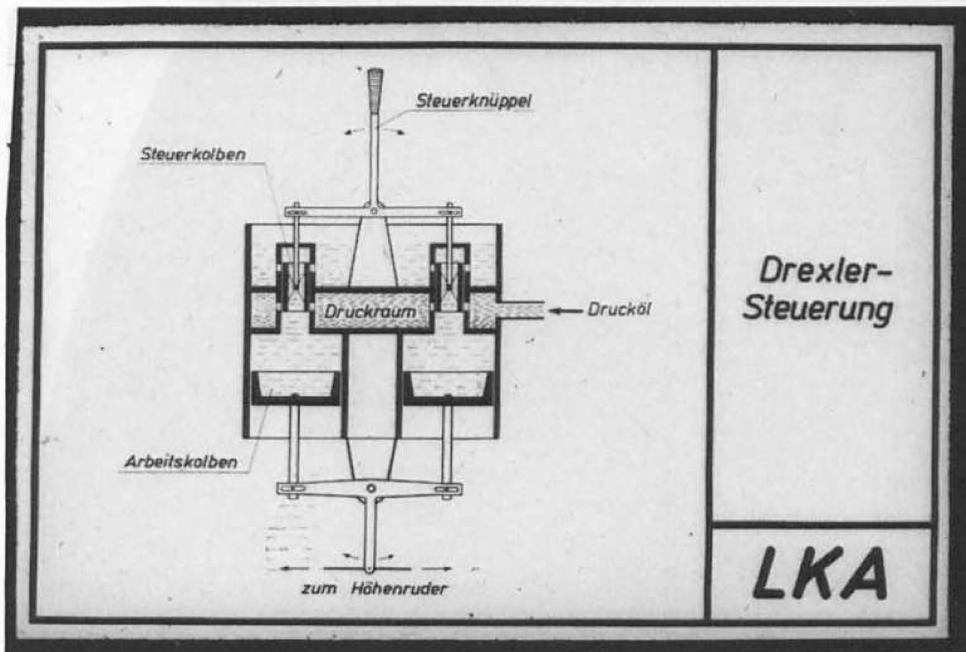
Die Forderung, die insbesondere im Streckenflug überaus ermüdende Tätigkeit der Beobachtung von 8 Meßwerten (Ist-Werte) beziehungsweise die Einhaltung der zielgebundenen Sollwerte dem Flugzeugführer zu erleichtern, wies den Weg zur Entwicklung von zielführenden Fluglage-Reglern, den Autopiloten.

In Deutschland hatte sich der Ingenieur Franz Drexler schon in der Zeit von 1908 bis zu seinem Tod 1929 intensiv mit Entwürfen und der Konstruktion von selbsttätigen Flugzeugsteuerungen und damit verbundenen Flugversuchen befaßt. Seine Aktivitäten (Pendelstabilisator und Lotkreisel) auf diesem Gebiet wurden jedoch wenig beachtet; zum Teil waren sie aber auch der damaligen Zeit weit voraus.

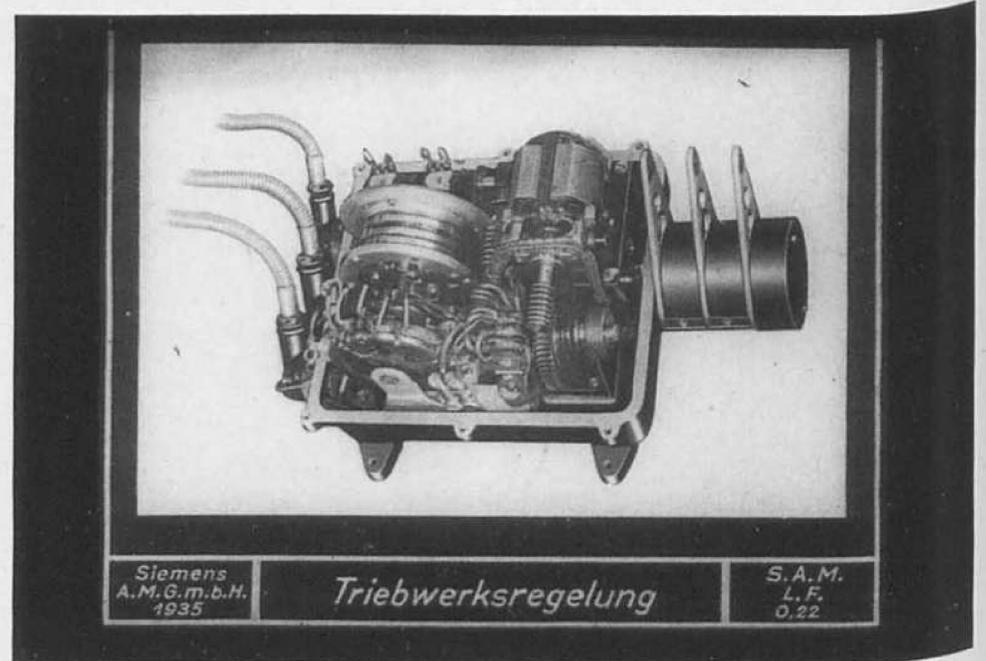
1926 begann dann Johann Maria Boykow, ein gebürtiger Österreicher und Wahlberliner, mit der Entwicklung einer selbsttätigen Flugzeugsteuerung. Er



Automatische Kurssteuerung für Flugzeuge, Typ K4.



Drexler-Steuerung.



Siemens-Triebwerksregelung.

steckte sich das Ziel, ein Flugzeug für die Zwecke von Luftbildaufnahmen genau auf dem vorgegebenen Kurs ruhig zu führen. Als Leiter der ‚Meßgeräte Boykow GmbH‘ in Berlin-Lichterfelde konstruierte Boykow eine Flugzeugsteuerung für alle drei Flugachsen mit Lagekreisel, Wendekreisel mit elektrischem Abgriff sowie elektrischen Rudermaschinen. Die Fertigung übernahm Siemens & Halske, Berlin. Die erste Flugzeugsteuerung wurde 1928 anlässlich der Internationalen Luftfahrtausstellung ILA in Berlin vorgestellt. Ein Jahr später wurde ein Exemplar der Nullserie in Kiel-Holtenau in einem Junkers-Wasserflugzeug (JuF 13) bei der ‚SEVERA‘ Seeflug-Versuchsanstalt erprobt. Im Verlauf dieser Versuche wurde von Siemens & Halske auch die erste probeweise Fernlenkung von Flugzeugen mittels drahtloser Kommandoübertragung, das heißt per Funk, in Szene gesetzt.

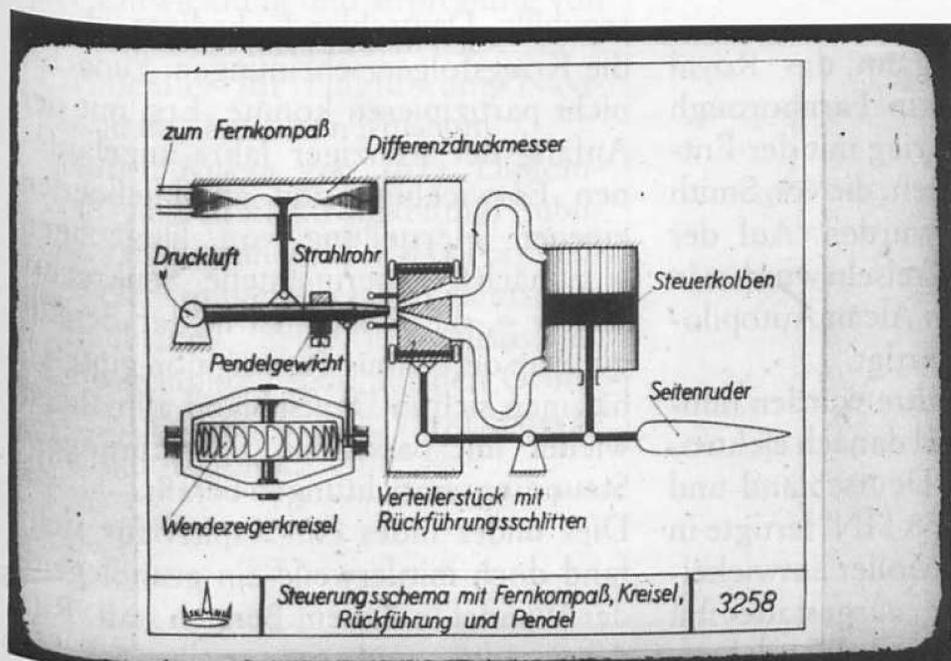
1930 konstruierte Boykow eine verbesserte Flugzeugselbststeuerung mit nunmehr hydraulischen Rudermaschinen, die ebenfalls von Siemens & Halske hergestellt wurde. Diese offenbar sehr nützliche Zusammenarbeit zwischen dem Konstrukteur und dem Hersteller mündete im Anschluß daran in einen Vertrag, der die Weiterführung von Arbeiten auf dem Gebiet der automatischen Flugzeugsteuerung durch Siemens & Halske fest schrieb. Mit der Aufgabe, im Rahmen der Signalabteilung des Hauses Siemens & Halske die Elektrizität in das Flugwesen einzuführen, wurde der Kapitän zur See a. D. Karl Otto Altvater betraut. Teilgebiete der Aufgabenstellung hat jedoch Eduard Fischel, ein junger Dipl. Ing. der TH Berlin-Charlottenburg, als Entwicklungsleiter bei Siemens & Halske mit großer Begeisterung in die Tat umgesetzt.

Der ‚Autopilot‘

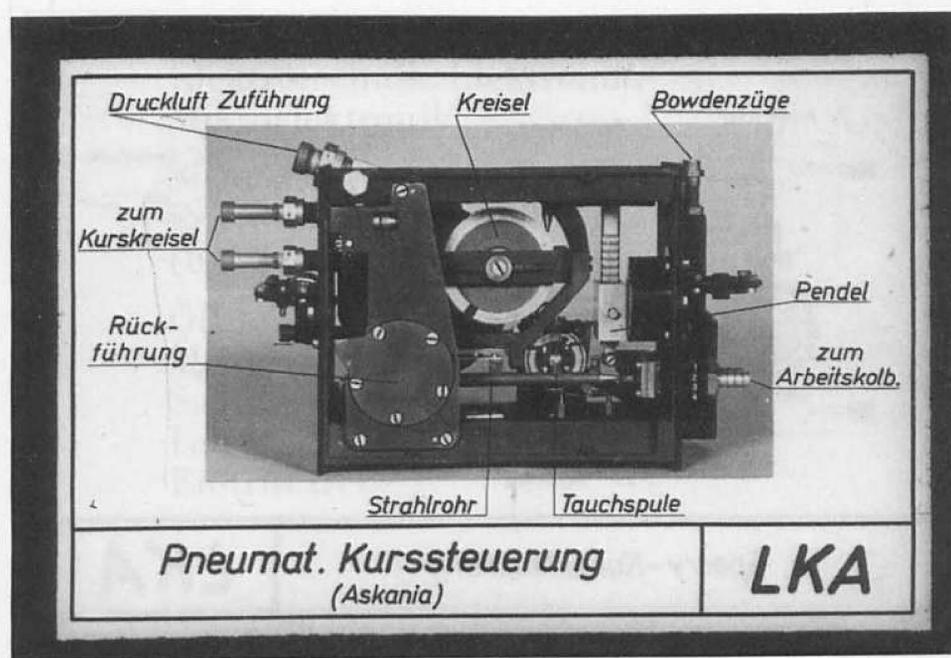
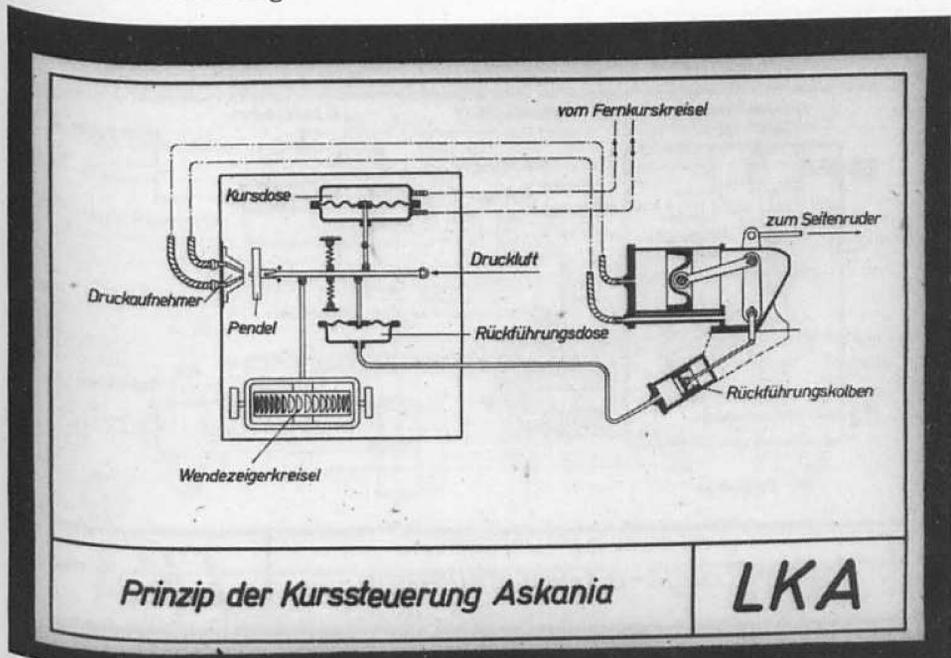
Bereits im Jahr 1934 stellte Fischel eine überarbeitete Dreiachsensteuerung vor, die mit einem automatischen Vortriebsregler kombiniert war. Das (Siemens-) Warenzeichen ‚Autopilot‘ war also geboren und gelangte als allgemein gültiger Begriff für automatische Flugzeugsteuerungen zunächst in die Fach-, später auch in die Umgangssprache.

1924 nahmen die Askania Werke AG Berlin-Friedenau die Entwicklung und Fertigung von Flugzeug-Bordinstrumenten auf. Zur Leitung der entsprechenden Abteilung wurde der ehemalige Pilot und Diplom-Ingenieur Waldemar Möller vom Askania-Direktor Max Roux berufen. Zunächst begnügte man sich mit der Konstruktion von damals zeitgemäßen Instrumenten sowie deren Erprobung an Bord eines Werkflugzeuges. Das Lieferprogramm umfaßte: Höhenmesser, Fahrtmesser, Statoskop (Gerät zur Messung der Höhendifferenz), Variometer (Gerät zur Messung der vertikalen, das heißt der Sink- und Steiggeschwindigkeit) und Kompass.

Eine Fernkompaßanlage, bestehend aus einem Mutterkompaß mit pneumatischer Abtastung für den eingestellten Kurs, einem Kursgeber für die Kursvorwahl und einem oder mehreren Kurszeigern, wurde im Laufe der Zeit von Askania entwickelt. Hinzu kam noch ein pneumatisch angetriebener Wendezieger mit Querlagelibelle; dieser und die Fernkompaßanlage bildeten die nötigen Meßfühler für den ersten, industriell entworfenen und gefertigten Kurs-



Askania-Kurssteuerung.



Askania-Kurssteuergerät, Prinzipbild (links) und Kreiselgerät (rechts).

regler. Als Verstärker (-Übertrager) hat man den vom Askania-Entwicklungsleiter Guido Wunsch erfundenen und in der Regeltechnik bewährten Strahlrohrregler eingesetzt.

Bei einem solchen - pneumatischen - Kursregler war der Wendekreis mit einem Strahlrohr gekoppelt und diente zur Ansteuerung des pneumatischen Arbeitskolbens, verbunden mit einer Stellungsrückführung zum Strahlrohr. Damit wurde das Seitenruder automatisch betätigt und auf diese Weise der vorgewählte Kurs mit guter Dämpfung des Flugzeuges um die Hochachse gehalten. Dies bewirkte eine bedeutende, willkommene Entlastung des Piloten beim Fliegen nach Instrumenten. 1931 wurde diese automatische Kurssteuerung nach zufriedenstellender Flugerprobung von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof (DVL) abgenommen und mit der Typenbezeichnung VC 5-31 für die Benutzung im Deutschen Reich zugelassen. Eine von Askania weiterentwickelte Ausführung des VC 5-31 mit zusätzlichen Kurskreisen wurde von der Deutschen Lufthansa bis Ende der dreißiger Jahre im Langstreckenverkehr nach Süd- und Nordamerika mit Erfolg eingesetzt. Askania fertigte in der Folge insgesamt etwa 2000 Exemplare der pneumatischen Kurssteuerung.

Weltweiter Siegeszug

Die seinerzeit aufsehenerregenden Versuche von Lawrence Sperry (USA) von 1909 bis zu seinem Tode im Jahr 1923 hatten gezeigt, daß ein Flugzeug mit Kreiselgeräten und Servosteuerung sehr

gut in der horizontalen Lage stabilisiert werden konnte. Nach der Entwicklung von für den Instrumentenflug ohne Sicht erforderlichen Kreiselinstrumenten durch die „Sperry Gyroscope Company“ ging zwischen 1930 und 1932 der weltweit allererste industriell konzipierte Autopilot A-2 in Serie. Durch Horizont- und Richtungskreis war die Einhaltung der vorgegebenen Fluglage vom Autopiloten gewährleistet.

Allerdings mußte dabei die nötige Dämpfung der Flugzeugbewegung durch eine entsprechende aerodynamische Formgebung des jeweiligen Flugzeuges sichergestellt werden. Der A-2 und der spätere, erweiterte Nachfolgetyp A-3 wurden bis 1955 in eindrucksvollen Stückzahlen hergestellt. Sie wurden vorwiegend im damaligen „Arbeitspferd“ der Fliegerei, der Douglas DC2 beziehungsweise DC3 („Dakota“) sowie in der militärischen Transportversion C-47 (sowjetischer Nachbau Li2) - zur vollen Zufriedenheit der Flugzeugführer - verwendet.

In Großbritannien begann das Royal Aircraft Establishment in Farnborough nach dem Ersten Weltkrieg mit der Entwicklung von Autopiloten, die von Smith Industries hergestellt wurden. Auf der Grundlage von freien Kreiseln wurden in Frankreich ab 1930 von Alcan Autopiloten konstruiert und gefertigt.

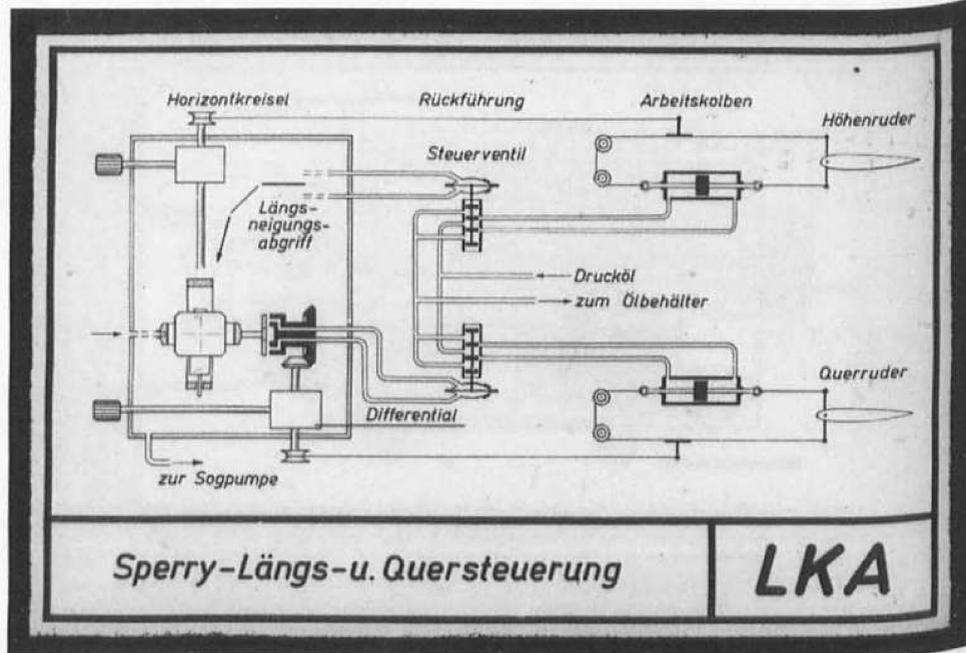
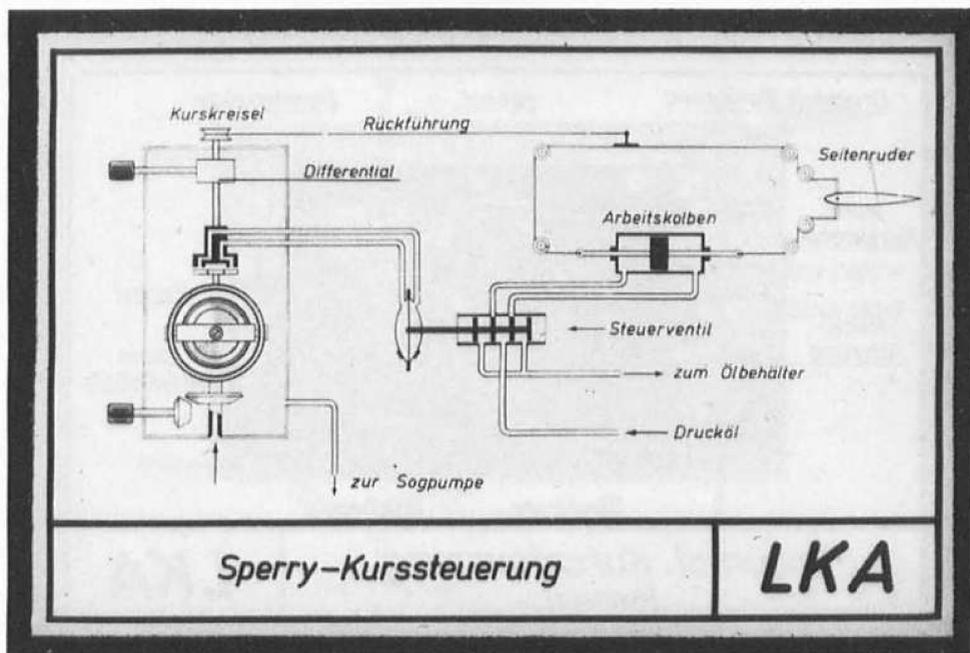
Anfang der vierziger Jahre wurden nunmehr vollelektrische und danach elektronische Autopiloten in Deutschland und den USA eingeführt. „PATIN“ fertigte in Deutschland eine von Möller entwickelte Dreiachsensteuerung, ausgestattet mit Lage- und Kurskreiseln sowie Wendekrei-

sel mit Potentiometer-Abgriff und gekoppelt mit einem Maschinenverstärker zur Betätigung der elektrisch angetriebenen Rudermaschine.

Währenddessen präsentierte 1941 Honeywell, USA, den elektrisch-elektronischen Autopiloten C-1 für den Einbau in die Bombenflugzeuge B-17 („Flying Fortress“) und B-25 („Super Fortress“), der bis Kriegsende in etwa 35 000 Exemplaren hergestellt wurde. Als wesentliche Bauteile enthielt der C-1 Horizontkreiseln und Richtkreiseln, Potentiometergeber, Röhrenverstärker, Relaisregler und elektrische Ruder-Stellmotoren. Interessanterweise beruhte der Aufbau des Verstärkers auf einem Entwurf, der ursprünglich zur Regelung der Innentemperatur von Flugzeugen gedacht war.

Nach dem Zweiten Weltkrieg verzeichnete die Entwicklung von immer leistungsfähigeren Autopiloten - zunehmend Flugregler beziehungsweise Flugführungssysteme genannt - einen rasanten Aufschwung, an dem die Bundesrepublik Deutschland, bedingt durch die Kriegsfolgeerscheinungen, zunächst nicht partizipieren konnte. Erst mit der Anfang der sechziger Jahre angelaufenen Entwicklung und anschließenden eigenen Herstellung von Flugzeugen - zunächst experimentelle Senkrechstarter -, die schließlich in der Beteiligung an der Airbus-Konzeption gipfelte, hat man sich in Deutschland allmählich wieder mit passenden Flugführungs-/Steuerungseinrichtungen befaßt.

Dies bildet indes ein Kapitel für sich, fand doch mittlerweile ein grundlegender Wandel in diesem Bereich statt. Rudergerüste und Steuerseile wurden



Sperry-Kurssteuerung A-2 und Sperry-Längs- und Quersteuerung A-2.

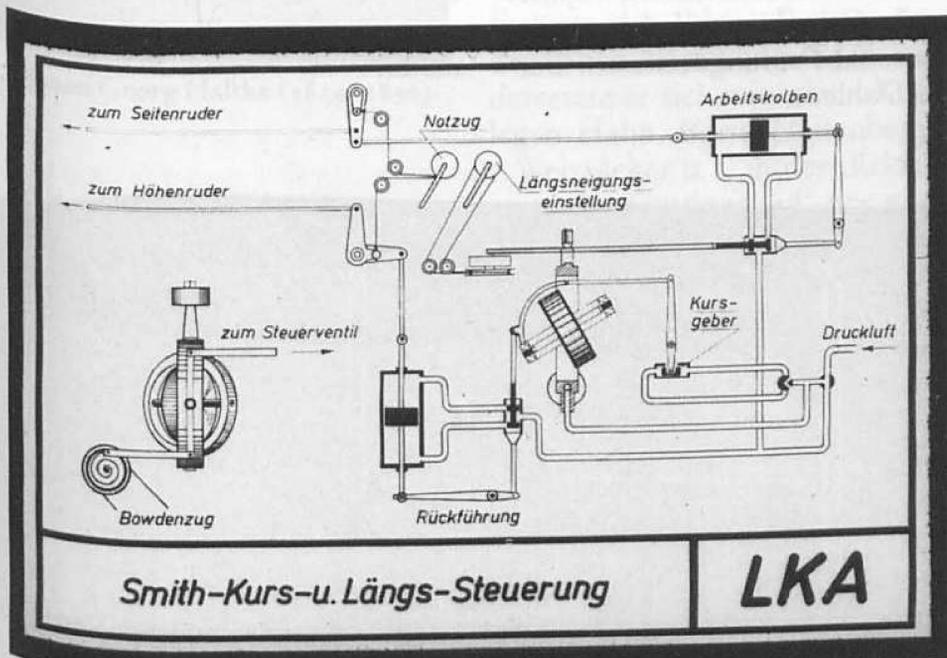
nämlich zunehmend durch elektrische Leitungen (wires) ersetzt und das Steuerungssystem mit Prozeßrechnern versehen, deren Kommando- und Steuersignale zur Betätigung der Ruder-Stellmotoren über das im Flugzeugrumpf und in den Tragflügeln verlegte elektronische Netzwerk gesendet werden. Ergebnis ist das zeitgemäße ‚Fly-by-wire-Konzept‘, das im Moment den Stand der Technik darstellt.

Einen guten Überblick über die Geschichte und Gegenwart des Flugreglers und Autopiloten vom Fahrtmesser bis zum integrierten Flugsteuerungssystem bietet übrigens die Ausstellung in der Luftfahrtabteilung des Deutschen Museums. □

DIE AUTOREN

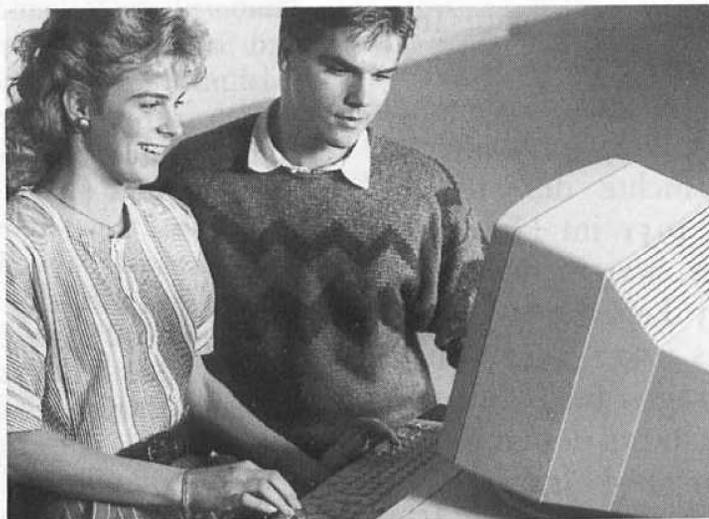
Kurt Kracheel, geb. 1921, Studium der Feinmechanik und Berufstätigkeit in der Entwicklung und Erprobung von Flugreglern/Autopiloten. Seit 1986 Fachberater für Flugführung/Navigation im Deutschen Museum.

Adalbert Kukan, geb. 1927, Diplom-Volkswirt, ist Elektroniker und Publizist. Als Fachmann für das Fernmeldewesen initiierte er den deutschen Urlaubsfunk. Seine journalistischen Schwerpunkte liegen auf den Gebieten Kommunikation, Verkehrstechnik und Arvionik.



Smith-Kurs- und Längssteuerung.

Siemens Museum



**Technik
erleben
begreifen
verstehen**

Elektrotechnik, Elektronik,
Mikroelektronik

Siemens-Museum,
Prannerstraße 10, 8000 München 2
(10 Minuten vom Marienplatz)

Öffnungszeiten:
Montag bis Freitag 9 Uhr bis 16 Uhr
Samstag, Sonntag 10 Uhr bis 14 Uhr
Feiertags geschlossen
Eintritt frei

Sigfrid von Weiher

DER AUTOR

Sigfrid von Weiher, Dr. phil., geb. 1920, Technik- und Industriehistoriker, gründete 1939 die Sammlung von Weiher zur Geschichte der Technik. Seit 1951 im Hause Siemens, war er dort 1960–1983 Leiter des Werkarchivs. 1970–1982 Lehrbeauftragter für Industriege-schichte 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.

3.7. 1914

Die quer durch die Vereinigten Staaten von Amerika verlaufende erste direkte *Fernsprechverbindung* – zwischen New York und San Franzisko (5400 km) – wird nach erfolgreichem Probebetrieb offiziell ihrer Bestimmung übergeben.

8.7. 1839

In Richmond/New York, USA, wird *John Davison Rockefeller* geboren. Kind armer Eltern, hatte er sich durch Fleiß und intuitiven Sinn für Kapitalbildung herausgearbeitet und 1862 in das gerade aufkommende *Petroleumgeschäft* eingeschaltet. 1870 gründete er die nach ökonomischen Prinzipien sehr effizient arbeitende Standard Oil Co., die 1882 durch Zu-Erwerb zahlreicher anderer Ölunternehmen zum Weltrust wurde. Trotz aller Anfeindungen und staatlichen Antitrust-Maßnahmen blieb Rockefeller seinem Prinzip treu und konnte so das preiswerteste Erdöl liefern. Um 1900 war er der reichste Mann der Welt und konnte durch Beiträge zu zahlreichen gemeinnützigen Stiftungen erhebliche Mittel beitragen, für Zwecke der Kultur und Wissenschaftsförderung allein 800 Millionen Dollar.

9.7. 1864

In Wien stirbt 86jährig *Paul Traugott Meißner*. Er gilt als der Begründer der modernen *Luftheizungstechnik* und unternahm frühzeitig Versuche, auf diese Weise Dampfschiffe und Eisenbahnwagen zu beheizen. 1823, als er in Wien eine Professur für Chemie hatte, machte er seine Erfindung des ‚Wiener Sparherdes‘ bekannt.

12.7. 1889

In Berlin wird *Hans Richter* geboren. Er entwickelte sich zum Schriftsteller. In mehreren seiner Romane hat er die Welt der Technik und Industriegesellschaft einem breiten Leserkreis vorgestellt. Einige Titel mögen dies veranschaulichen: ‚Kanal‘, ‚Hochofen I‘, ‚Der Hüttenkönig‘, ‚Tradition‘, ‚Turmstadt‘, ‚Fonti‘, ‚T 1000‘ und ‚Ozeania 3000 PS‘.



Charles F. C. du Fay (1698–1739).

16.7. 1739

In seinem Geburtsort Paris stirbt, erst vierzigjährig, der Gelehrte *Charles François de Cisternay du Fay*. Er war Mitglied der Académie des Sciences. 1733 hatte er seine Entdeckung der ‚zwei Arten der Elektrizität‘, der positiven und der negativen, bekannt gemacht. Er folgerte auch, daß gleiche Stromarten sich abstoßen, ungleiche sich anziehen. Unter anderen Aktivitäten, denen sich du Fay zuwandte, sei auch der von ihm gegründete ‚Jardin des Plantes‘ in Paris genannt.

24.7. 1914

In Berlin stirbt 64jährig *Adolf Martens*. Seit 1880 an der Technischen Hochschule in Charlottenburg mit dem *Material-Prüfwesen* beschäftigt, wurde er 1895 Direktor der Königl. Mechanischen Versuchsanstalt, später auch Gründer und Leiter des Material-Prüfungsamtes in Berlin-Dahlem.

27.7. 1914

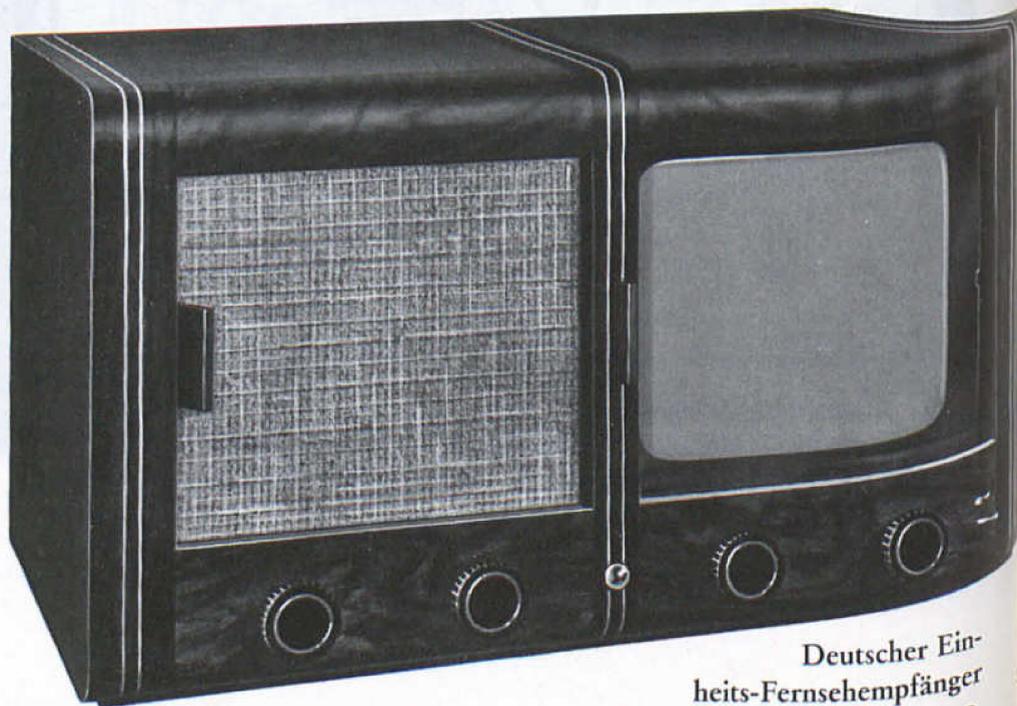
In Mülheim/Ruhr wird das von Professor Franz Fischer (1877–1947) aufgebaute ‚*Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohleforschung*‘ feierlich seiner Bestimmung übergeben. Hier wurde die von Fischer und Hans Tropsch 1925 gefundene Synthese von Erdölkohlenwasserstoff aus Wassergas, also das Verfahren zur Gewinnung von *Öl aus Kohle* unter gewöhnlichem Druck, erarbeitet.

28.7. 1939

Bei Eröffnung der 16. Großen Deutschen Funkausstellung in Berlin zeigt die junge Fernseh-Industrie den ‚deutschen *Fernseh-Einheitsempfänger E 1*‘ mit der im Jahre zuvor bei Telefunken entwickelten ersten Rechteck-Fernseh-Bildröhre. Die Bildgröße beträgt 19,5 × 22,5 cm, der Kostenpreis des Gerätes sollte 650 Reichsmark betragen. Wegen des wenig später ausbrechenden Krieges wurde die Serienproduktion nicht aufgenommen.

29.7. 1839

In Asnières bei Paris stirbt 84jährig der Physiker *Gaspard Clair François Marie Baron de Prony*. Er zählte zu den hervorragendsten Wasserbautechnikern seiner Zeit und gehörte auch zu den Gründern der Pariser Ecole Polytechnique. Bekannt ist sein Name noch heute durch den 1801 von ihm angegebenen ‚Pronyschen Zaum‘, ein Bremsdynamometer.



Deutscher Einheits-Fernsehempfänger von 1939.

Wladimir K. Zworykin
(1889–1982).

30.7.1814

In Hamburg wird, als Handwerkersohn, *Johann Georg Halske* geboren. Nach Mechanikerlehrezeit in Hamburg und Berlin arbeitete er zunächst für die Berliner Universität. 1847 wurde er Compagnon von Werner Siemens bei Gründung der ‚Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske‘, der Keimzelle der Weltfirma Siemens. Durch seine feinmechanisch wie auch künstlerisch hervorragende Handarbeit hat er an der früh erworbenen Weltgeltung der deutschen Elektrotechnik besonderen Anteil. In seinen späten Lebensjahren setzte er sich als Stadtrat für Auf- und Ausbau des Berliner Kunstgewerbemuseums erfolgreich ein.



gen Grundlage des elektrischen Fernsehens wurde. Um 1940 konstruierte er auch ein Elektronenmikroskop, 1947 wurde er Vizepräsident der Radio Corporation of America.

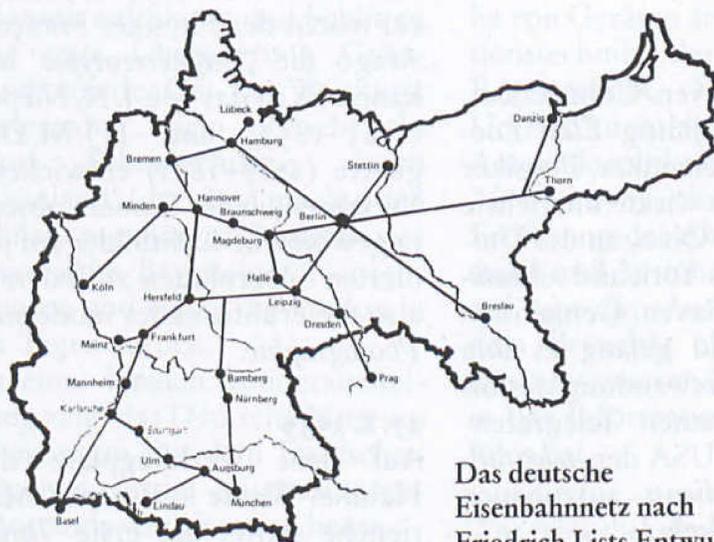
1.8.1889

In Biebrich/Rhein wird als Sohn eines Arztes *Walther Gerlach* geboren. 1908–11 hatte er in Tübingen Physik studiert und sich später dort habilitiert. 1921 wies er mit Otto Stern die Richtungsquantelung durch Ablenkung von Atomstrahlen im inhomogenen Magnetfeld nach; die Entdeckung des ‚Stern-Gerlach-Effektes‘ galt schon damals als Meilenstein in der modernen Physik. Ab 1929, und mit geringen Unterbrechungen bis zur Emeritierung, wirkte Professor Gerlach in München auf dem ehemaligen Lehrstuhl Röntgens. 1943 wurde er im Reichsforschungsrat Bevollmächtigter für *Kernphysik*. Nach dem 2. Weltkrieg widmete er sich auch den Fragen des Neuaufbaues der deutschen Forschung. 1957 widersetzte er sich mit seinen Kollegen Hahn, Born, Heisenberg, v. Weizsäcker u. a. in der ‚Erklärung der Göttinger 18‘ der von Adenauer und F.J. Strauß beabsichtigten atomaren Aufrüstung der Bundeswehr – mit Erfolg! Diese Aktivität begründete eine weltweite Solidarität für Frieden und Abrüstung. Schließlich wäre auch Gerlachs besonderes Interesse für die Geschichte der Naturwissenschaften und Technik zu erwähnen, dem er sich in den Jahren nach seiner Emeritierung aktiv widmete.

Walther Gerlach
(1889–1983).

6.8.1789

In Reutlingen wird *Friedrich List* geboren. Sein vielseitiges und unstetes Leben als Patriot, Professor und politisch Verfolgter schien sich zu beruhigen und konzentrieren, als er 1830 als amerikanischer Konsul nach Deutschland zurückkehrte und großartige volkswirtschaftliche Reformpläne propagierte. 1833 gab List seine richtungweisende Schrift über ein künftiges *deutsches Eisenbahnsystem* heraus, das die kommende Entwicklung nachhaltig beeinflusste. Aber zu gering erschien ihm der Wirkungsgrad seines Lebenswerkes, daher wählte er 1846 den Freitod.



Das deutsche Eisenbahnnetz nach Friedrich Lists Entwurf von 1833.

11.8.1464

In Todi/Umbrien, Italien, stirbt 63jährig der Kardinal *Nikolaus von Cues* (*Cusanus*). Aus Cues an der Mosel stammend, hatte er sich neben seinem Priesteramt auch mit mechanischen und physikalischen Problemen beschäftigt, so u. a. mit der Herstellung eines Feuchtigkeitsmessers und eines Schiffsgeschwindigkeitsanzeigers.



Johann Georg Halske (1814–1890).

30.7.1889

In Murom, Gouvernement Wladimir/Rußland, wird *Wladimir Kosma Zworykin* geboren. Nach naturwissenschaftlich-technischen Studien in St. Petersburg übersiedelte er 1919 nach den USA. Seine Arbeiten beziehen sich im wesentlichen auf die Hochfrequenztechnik, insbesondere auf Lichtelektrizität und Fernsehen. 1925 erfand er das *Ikonoskop*, das zu einer wichti-

14. 8. 1814

In Auteuil bei Paris stirbt 61-jährig *Benjamin Thompson* (seit 1785 *Graf Rumford*). Gebürtiger Amerikaner, war er zunächst Kaufmannslehrling, dann Soldat. Als Offizier zeichnete er sich ebenso aus wie später als Physiker und Staatsmann. Mit praktischem Sinn förderte er in Bayern, wo er 1785–99 als Minister wirkte, Technik und Volkswirtschaft. Er erkannte die Wärme als Bewegungserscheinung und machte auf den Gebieten der Heizung und Hygiene wertvolle Entdeckungen; 1799 regte er die Einrichtung eines Erfindungs-Instituts an. Zuletzt lebte er in England und in Paris.

15. 8. 1889

In New Haven/Connecticut, USA, stirbt 78-jährig *Elias Loomis*. Als Mathematiker, Physiker und Astronom wirkte und lehrte er in Hudson/Ohio, an der Universität in New York und schließlich in New Haven. Gemeinsam mit E. Redfield gelang es ihm 1849, unter Verwendung des bis dahin aufgebauten Telegrafennetzes in den USA den *telegrafischen Wetterdienst* aufzubauen und zu entwickeln.

15. 8. 1914

Ohne besondere Festlichkeit wird, rund zwei Wochen nach Ausbruch des Ersten Weltkrieges, der *Panama-Kanal* seiner Bestimmung übergeben. 1882 unter Ferdinand de Lesseps von den Franzosen begonnen, wurde nach längeren Jahren des Stillstands der Arbeiten 1904 der Bau von den Amerikanern unter Oberst *George Washington Goethals* (1858–1928) wieder aufgenommen und unter gewaltigem Kostenaufwand schließlich vollendet.



E. Heinkels erstes
Turbinen-Strahl-Flugzeug
von 1939.

19. 8. 1839

In einer denkwürdigen Sitzung der Pariser Académie des Sciences macht der Physiker François Arago die *„Daguerreotypie“* bekannt. Es ist das von J. N. Niépce (1765–1833) und L. J. M. Daguerre (1787–1851) entwickelte Verfahren, in der Camera obscura gewonnene Lichtbilder auf jodierten Silberplatten zu fixieren, also die Frühform der modernen *Photographie*.

27. 8. 1939

Auf dem Werkflugplatz der Heinkel-Werke in Rostock-Marienehe startet das erste *Turbinen-Strahl-Flugzeug* der Welt, die *He 178*, zum Jungfernflug. Die Maschine wurde von Kapitän Warsitz gesteuert und erreichte rund 700 km/h. Mit diesem erfolgreichen Flug, an dem das Reichsluftfahrtministerium zunächst kein Interesse zeigte, begann ein neuer Abschnitt in der Geschichte der Luftfahrzeug-Triebwerke.

2. 9. 1789

In Braunschweig stirbt 80-jährig *Johann Friedrich Wilhelm Jerusalem*. Sohn eines Pfarrers, wurde er 1742 persönlicher Berater des Herzogs Carl von Braunschweig und Erzieher des Erbprinzen. Seiner Initiative ist die 1745 erfolgte Gründung des *Collegium Carolinum* zu danken. 1747 wurde er alleiniger Kurator dieser Anstalt, an die er hervorragende Lehrkräfte berief. Da Jerusalem den Naturwissenschaften und den Ingenieur-Arbeitsgebieten breiten Raum im Collegium Carolinum gewährte, konnte sich später daraus die Technische Hochschule Braunschweig entwickeln.

2. 9. 1914

Die in den Ernemann-Werken in Dresden von dem Physiker *Hans Lehmann* (1875–1917) entwickelte *Zeitlupe* wird zum Reichspatent angemeldet. Die Zeitlupe ermöglicht es, Hunderte von Bildern pro Sekunde auf Filmstreifen aufzunehmen. Bei Wiedergabe mit normaler Bildfrequenz wird eine entsprechende Zeitdehnung erreicht, die den Ablauf schnellster Vorgänge in ihren Einzelphasen dem menschlichen Auge sichtbar macht.

3. 9. 1889

Richard Kirsch in Riga nimmt ein deutsches Patent auf den *Blechdosen-Konservenverschluss*. Die Dosen werden mit aufgelötetem Streifen absolut dicht verschlossen; mit Hilfe eines Schlüssels kann der Streifen dann zur Öffnung abgedreht werden.

11. 9. 1814

In Todmorden/Yorkshire, England, wird *John Ramsbottom* geboren. Er erwarb sich große Verdienste um den britischen Lokomotivbau, namentlich aber auch um die Austauschbarkeit einzelner, besonders dem Verschleiß unterworfenen Bauelemente. 1863 schuf er den ersten waagrecht arbeitenden *Dampfhammer*, bei dem das auf einer Drehscheibe ruhende Werkstück vom auf Rollen geführten Hammerbären mit Dampfkraft gehämmert wird.

11. 9. 1839

In Pützchen bei Bonn stirbt im 63. Lebensjahr *Johann Leopold Bleibtreu*. Anfänglich hatte er sich mit Vater und Bruder um die Ausbeutung der Kupfererz-Bergwerke bei Rheinbreitbach bemüht. 1803 wurde er in nassauischem Staatsdienst Bergmeister. 1806 gelang ihm bei Obercassel auf der Hardt, aus schwefelkieshaltiger toniger Kohle *Alaun* zu erzeugen. Damit konnte die heimische Textilindustrie vom Bezug ausländischen Alauns unabhängig gemacht werden. 1815 erstellte er dem Saarbergbau ein grundlegendes Gutachten über die dortigen Kohlevorkommen.

28. 9. 1864

In Aachen wird, als Sohn eines frühen Photographen, *Arthur Kampf* geboren. Er bildete sich in Düsseldorf zum Kunstmaler. In seinem Gesamtwerk, das meist der Historie zugewandt ist, nehmen aber auch Studien und Gemälde mit Motiven aus der Welt der Technik und Industrie einen breiteren Raum ein. Unter mehreren *Walzwerk-Bildern* wurde das entsprechende Wandbild im Berliner Reichspatentamt (1913 geschaffen) bekannt.

30. 9. 1964

Die italienische Nord-Süd-Autobahn Mailand – Bologna – Florenz – Rom – Neapel, die *„Autostrada del Sol“* mit einer Länge von 738 km, wird nach Fertigstellung des letzten Teilstücks verkehrsbereit. Früher als in Deutschland hatte durch die Aktivitäten des Straßenbauers *Piero Puricelli* (1883–1951) im Jahre 1925 in Italien – zunächst zwischen Mailand und dem Lago Maggiore (85 km) – der Bau von *Fern-Autobahnen* begonnen.

Nachrichten aus dem Deutschen Museum

Rolf Gutmann

Arsen und Dynamit

Kein Titel eines Thrillers, sondern Thema eines der Vorträge, die das Museum gemeinsam mit der VHS München anbietet: *Arsen und Dynamit – Chemie als geheimnisvolle Kulisse in der Literatur*. Chemische Experimente und literarische Texte schildern die Rolle von Chemie und Alchemie, die meist als Bedrohung und nur selten als Segen empfunden wurden. Weitere Vortragsthemen sind:

Die Entdeckung der Atomkernspaltung 1938. Eine Einführung in die Physik der Kernspaltung und deren geschichtliche Entwicklung.

Supraleitung – Physik und Anwendung. Neue supraleitende Materialien haben das Interesse erneut auf dieses physikalische Phänomen gelenkt. Der Vortrag gibt einen Überblick über das physikalische Phänomen, die geschichtliche Entwicklung und die Anwendung.

Naturwissenschaft und Technik – doch Frauensache? Tatsächlich gibt es wenig Frauen in diesen Disziplinen. Der Vortrag geht den Ursachen nach.

Sämtliche Vorträge finden im April statt. Auskunft: Deutsches Museum, Tel. 089/2179-287.

Sonderausstellung: 150 Jahre Photographie

In der für Mitte des Jahres geplanten Sonderausstellung werden etwa 50 Geräte und Bilder aus den Sammlungen des Muse-

ums die Frühgeschichte der Photographie (1839–ca. 1855) dokumentieren.

Herausragendes Objekt ist die erste nach Deutschland gelangte Daguerre-Kamera, die 1839 nach Daguerres Angaben von dem Pariser Optiker Giroux angefertigt wurde. Weiter werden ausgestellt: Die 1839 von Steinheil und Kobell hergestellten Photographien auf Papier, darunter auch die ältesten photographischen Stadtansichten von München, die erste Ganzmetallkamera von Voigtländer (1841) mit der vollständigen Ausrüstung zur Herstellung von Daguerrotypen sowie die große Aufnahmekamera von Hermann Krone mit Aufnahmen dieses Photographen. Krone beschäftigte sich bereits zu Beginn der 50er Jahre mit dem Kolloidum-Naßplattenverfahren und steht damit am Anfang einer neuen Ära der Photographie, die über das Negativ die beliebige Vervielfältigung der Aufnahme erlaubte.

Sonderausstellung: 50 Jahre Kernspaltung

Vor 50 Jahren machten Otto Hahn, Lise Meitner und Fritz Straßmann eine Entdeckung, die die Welt veränderte. Sie zeigten: Der Kern des Uranatoms ist spaltbar. Die Möglichkeit einer Kernspaltung lag bis dahin außerhalb der Vorstellungskraft der Naturwissenschaftler. Es war eine Entdeckung, nach der nicht gezielt gesucht worden war. Die Ausstellung und der beglei-

tende Katalog (202 S., DM 29,80) zeigen die wenig bekannte historische Entwicklung und beleuchten den Einfluß des nationalsozialistischen Regimes auf die Lebensumstände der beteiligten Wissenschaftler.

Die Ausstellung ist bis zum 18. August täglich von 9.00 bis 17.00 im Ehrensaal zu sehen.

Ski und Schlitten im Grönlandeis

100 Jahre ist es her, daß der norwegische Polarforscher Fridtjof Nansen auf Skiern und Schlitten die erste Überquerung Grönlands von der Ost- zur Westküste unternahm. Sein Reisebericht „Auf Schneeschuhen durch Grönland“ (dt. 1891) machte den Skilauf populär. 1988 folgten vier bayerische Bergsteiger Nansens Spuren und legten die 510 km in 32 Tagen zurück.

In einer kleinen Sonderausstellung zeigt das Deutsche Museum gemeinsam mit dem Deutschen Alpenverein die Ausrüstungsgegenstände von einst und heute.

Die Ausstellung ist noch bis zum 2. Juli täglich von 9.00 bis 17.00 im 1. Obergeschoß des Museums zu sehen.

Neu im Deutschen Museum: Mikroelektronik

Von Elektronik spricht man seit Anfang dieses Jahrhunderts, von Mikroelektronik, seit es gelungen ist, die Bauelemente einer Schaltung, die Widerstände, Kondensatoren, Dioden und Transistoren mitsamt ihren Verbindungen auf einem kleinen Siliziumkristall zu integrieren. Die ersten dieser integrierten Schaltungen 1959 bestanden aus etwa 10 Bauelementen. Heute, 30 Jahre später, gelingt es, 10 Millionen Transistoren auf einem fingernagelgroßen „Chip“ unterzubringen.

Diese Entwicklung stellt die neue Abteilung des Deutschen Museums – „Mikroelektronik“ – dar: von den ersten Chips bis zum 4-Megabit-Speicher. Die Ausstellung versucht, das Unvorstellbare anschaulich zu machen und damit auch das Unbehagen

vor dieser technischen Entwicklung abzubauen.

Wie die „Winzlinge“ aus Silizium mit ihren vielen Funktionselementen hergestellt werden, demonstriert eine Chipfertigungsstraße. Maschinen, die sonst streng abgeschirmt in Reinräumen unter Gelblicht stehen, werden hier gezeigt. Die Produktion des Reinstsiliziums wird ebenso erklärt wie die elektronischen Vorgänge im Silizium-Einkristall.

Die Breite des Einsatzes der Mikroelektronik wird an einer Reihe von Geräten aus der Informationstechnik, der Meß-Steuer-Regeltechnik, Medizintechnik, Unterhaltungselektronik und Autoelektronik vorgeführt.

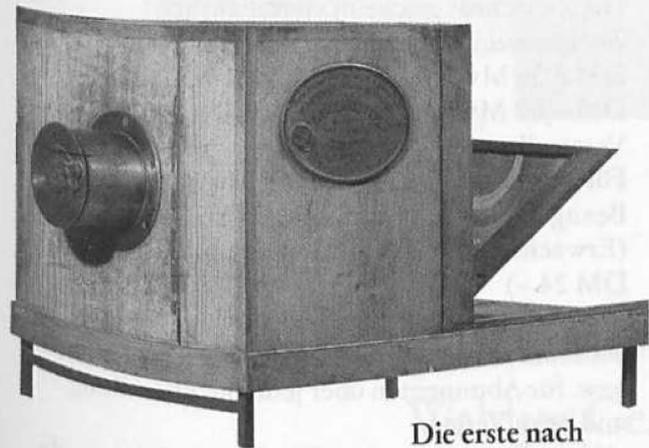
Ab Mai 1989, ein Jahr nach der Eröffnung der Abteilung „Informatik und Automatik“, bietet sich auf 400 qm Ausstellungsfläche dem Besucher ein Einblick in diese faszinierende Technik, die in das Informationszeitalter geführt hat.

E. Hofmeister

Die Bibliothek des Deutschen Museums ist nach Abschluß der Renovierungsarbeiten ab 3. April 1989 wieder geöffnet.

Beilagenhinweis

Dieser Ausgabe liegen Prospekte von Time Life Books, Amsterdam sowie Model/Creifelds, Staatsbürger-Taschenbuch vom Verlag C. H. Beck und „Wenn der Groschen fällt“ vom Deutschen Museum, bei.



Die erste nach Deutschland gelangte Originalkamera von Daguerre mit dessen Unterschrift und Siegel von Giroux, 1839.



Frauenkirche in München. Die Aufnahme gehört zu den ersten Bildern von Steinheil und Kobell. (Negativ auf Chlorsilberpapier, April 1839)

VERANSTALTUNGEN

April · Mai · Juni 1989

4. Mai
3. OG
Eröffnung der neuen Abteilung »Mikroelektronik«
- Sonderausstellungen**
1. Dez. 1988 bis
30. Sept. 1989
3. OG
»Wenn der Groschen fällt...« – Münzautomaten – gestern und heute
Sonderausstellung gemeinsam mit der Informationsgemeinschaft
MÜNZ-SPIEL GMBH, Bonn, über die Geschichte der Münzautomaten
(Katalog, 384 S., 403 teils farbige Abb., DM 29,-)
9. Dez. 1988 bis
31. Aug. 1989
3. OG
»Der Schritt ins Unermeßliche«
150 Jahre erster Nachweis einer Fixsternparallaxe
16. Febr. bis
Ende 1991
5. OG (Astronomie)
»Mit Röntgenaugen in eine neue Welt«
Von der V₂-Rakete zum Röntgensatelliten ROSAT
23. Febr. bis
2. Juli
1. OG
»Ski und Schlitten im Grönlandeis«
Sonderausstellung zusammen mit dem Deutschen Alpenverein
anlässlich der Wiederholung von Fridtjof Nansens Schneeschuh-
Expedition vor 100 Jahren
28. Febr. bis
31. August
Ehrensaal
»Kernspaltung, Geschichte einer Entdeckung«
Sonderausstellung aus Anlaß der Entdeckung der Kernspaltung
vor 50 Jahren (Katalog, 202 S., 75 teils farbige Abb., DM 29,80)
15. März bis
23. April
2. OG
Bayerischer Staatspreis für Nachwuchsdesigner
Ausstellung der preisgekrönten Arbeiten

Kolloquiumsvorträge des Forschungsinstituts

(16.30 Uhr, Filmsaal, Bibliotheksbau, freier Eintritt)

3. April
Katalyse – ein Wort als Herausforderung
Professor Dr. Hans-Werner Schütt, Technische Universität Berlin
24. April
Expectation and Assent in 17th Century Scientific Argument:
Kepler and Alhazen
Professor Dr. Alistaire Crombie, Trinity College, Oxford
8. Mai
Kastner und Liebig. Neuere Überlegungen zu einem gespaltenen
Verhältnis.
Professor Dr. Reinhard Löw, Forschungsinstitut für Philosophie,
Hannover
29. Mai
Fertigungsprozesse im deutschen Flugzeugbau während des
Zweiten Weltkrieges
Professor Dr. Hans-Joachim Braun, Hochschule der Bundeswehr,
Hamburg
12. Juni
Denkfiguren der Technokratiedebatte (Arbeitstitel)
Dr. Andreas Schüler, Bonn
26. Juni
»Gehirn von Stahl« und »Elektronengehirn«.
Zur Abhängigkeit der instrumentellen Vernunft vom Stand der Technik.
Dr. Hartmut Petzold, Deutsches Museum

Professor-Auer-Experimentalvortrag

(19.00 Uhr, Leibniz-Saal, Kongreßzentrum, freier Eintritt)

5. April
Gaschromatographie
Professor Dr. Adalbert Wollrab, Geschäftsführender Direktor
des Instituts für Didaktik der Chemie, Universität Gießen

Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums

(19.00 Uhr, Leibniz- oder Gutenberg-Saal, Kongreßzentrum)

18. April
Köhlerei und Teerschwelerei – zwei vorindustrielle Technologien
Dr. Dieter Osteroth, Bielefeld (Lichtbildervortrag)
20. Mai
Busausflug nach Aalen
(nähere Auskünfte bei Herrn Mielert, Telefon (089) 760 24 92,
oder bei Herrn Schmidt, Telefon (089) 79 92 80)
- Deutsches Museum
Museumsinsel 1, 8000 München 22, Telefon (089) 2 17 91

IMPRESSUM

Kultur & Technik



Zeitschrift des Deutschen Museums

13. Jahrgang,

Herausgeber: Deutsches Museum.

Museumsinsel 1, D-8000 München 22,

Telefon (089) 21 79-1

Verlag: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung

(Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40,

Telefon: (089) 3 81 89-1, Telex: 5 215 085 beck d,

Telefax: (089) 38 18 93 98,

Postgirokonto: München 62 29-802.

Schriftleitung:

Dr. Walter Bauer-Wabnegg (verantwortlich) und

Dr. Ernst-Peter Wieckenberg,

Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40,

Peter Kunze, Deutsches Museum

Ständige Mitarbeiter: Dr. Ernst H. Berninger, Rolf

Gutmann, Dr. Rudolf Heinrich, Dr. Otto Krätz,

Dr. Jürgen Teichmann

Gestaltung: Uwe Göbel, D-8000 München

Satz und Druck: Appl, Gutenbergstr. 3,

D-8853 Wemding

Bindearbeit und Versand: R. Oldenbourg,

D-8011 Kirchheim bei München

Papier: BVS* holzfrei Bilderdruck

der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigenverwaltung:

Verlag C. H. Beck, Anzeigen-Abteilung,

Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1,

Postanschrift: Postfach 11 02 41,

D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 75 60 91-0,

Telex: 4 12 472 beck f d. Telefax: (069) 74 86 83.

Verantwortlich für den Anzeigenteil:

Fritz Lebherz.

Anzeigenpreis: 1/4 Seite Schwarz/Weiß DM 3000,-

für Seitenteile lt. Tarif. Zur Zeit gilt Anzeigenpreis-

liste Nr. 5.

Anzeigenschluß: ca. 6 Wochen vor Erscheinen.

Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel geben

nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers

und der Schriftleitung wieder.

Kultur & Technik ist gleichzeitig Publikations-

organ für die Georg-Agricola-Gesellschaft zur

Förderung der Geschichte der

Naturwissenschaften und der Technik,

Tersteegenstr. 28, D-4000 Düsseldorf.

Diese Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen

einzelnen Beiträge und Abbildungen sind

urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung

außerhalb der engen Grenzen des Urheber-

rechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich

Bezugspreis 1989: 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 48,-, Schüler und Studenten

DM 24,-)

Bestellungen für die Mitgliedschaft im Deutschen

Museum: Museumsinsel 1, D-8000 München 22

bzw. für Abonnenten über jede Buchhandlung

und beim Verlag.

Abbestellungen müssen 6 Wochen vor Jahresende

beim Verlag erfolgen.

Adressenänderungen: Bei Adressenänderung muß

neben dem Titel der Zeitschrift die neue und alte

Adresse angegeben werden.

ISSN 0344-5690

