

# Kultur & Technik

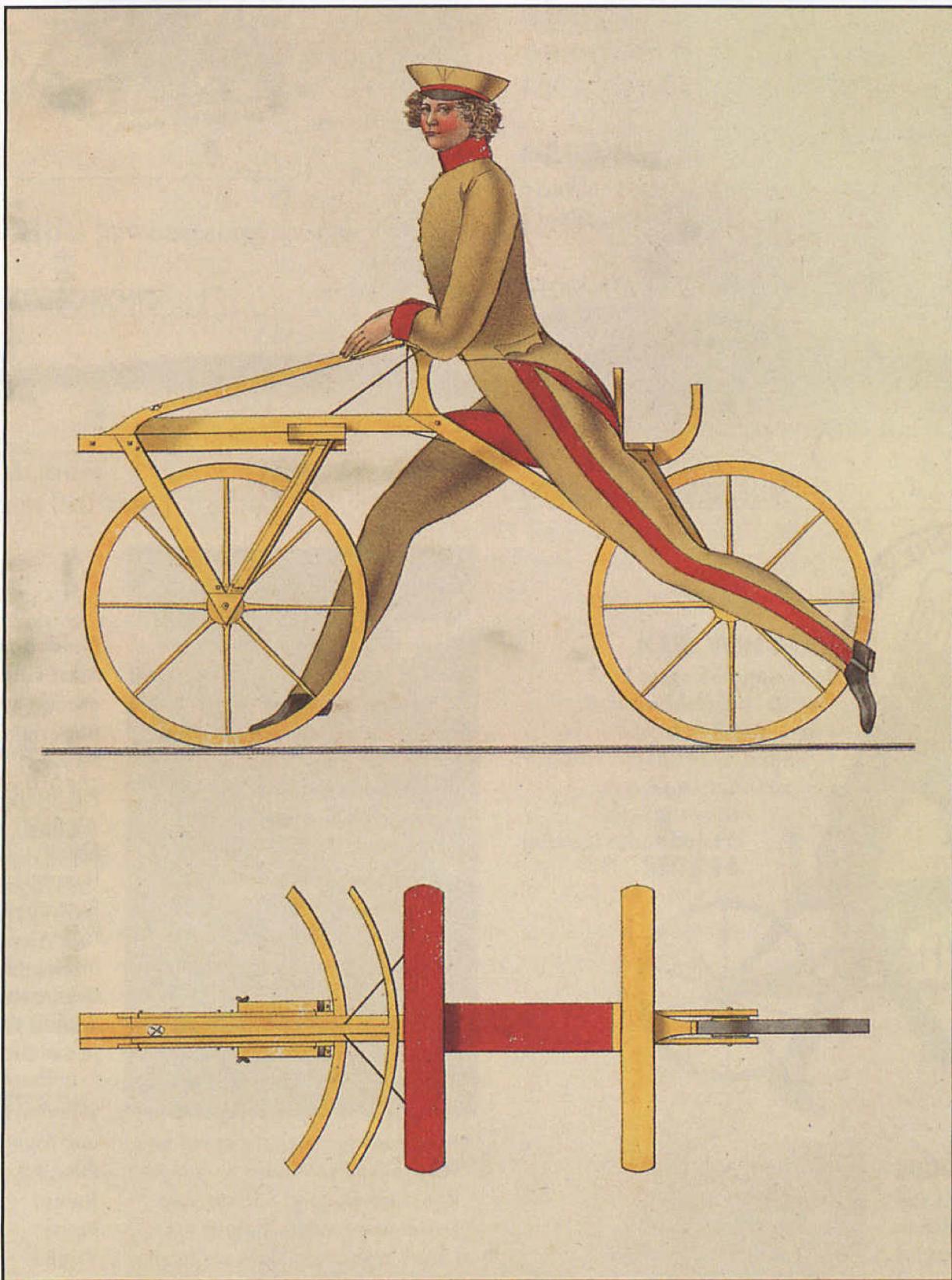
Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

1/1993

ZB 7361

## KARL VON DRAIS Neuentdeckung eines Erfinders



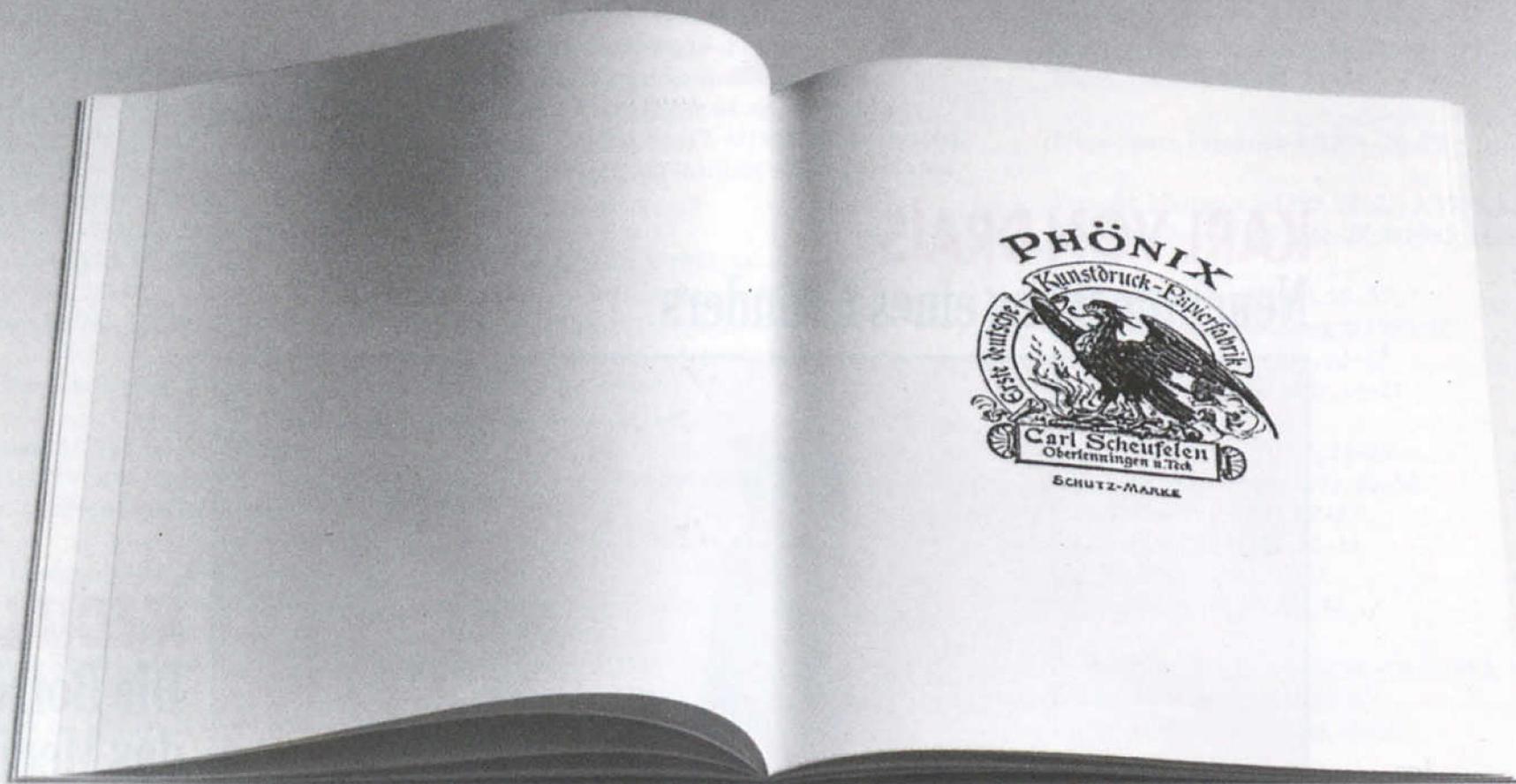
**MEDIALE**  
Die Botschaft ist  
das Medium

**ÖLSUCHE**  
Der Pionier  
Ludger Mintrop

**ZEITZEICHEN**  
Vorstellungen  
von Raum  
und Zeit

**ELEKTRONIK**  
Monolithisch  
integrierte  
Schaltkreise





## Die Sage des Phoenix

Der römischen Sage nach ist der Phoenix ein mythisches Wesen, das sich, in der Gestalt eines Reihers, alle 500 Jahre selbst verbrennt und verjüngt aus seiner Asche aufsteigt. Wir benutzen den Begriff »wie Phoenix aus der Asche« als Sinnbild für sich erneuerndes Leben. Und weil nichts so vergänglich ist wie Papier und doch täglich wieder zu neuem Leben erweckt wird, ist der symbolhafte Phoenix unser Markenzeichen.

Bereits im Jahr 1892 hat Adolf Scheufelen dem hochwertigen Druckpapier »Flügel verliehen«. Als erster auf dem europäischen Kontinent produzierte er ein gestrichenes Papier, das er Phönix-Kunstdruckpapier nannte, und er rief damit einen Begriff ins Leben, der noch heute weltweit für höchsten Papierstandard steht.

Im Sinne des Phoenix hat sich seitdem das Unternehmen Scheufelen ständig um neues Leben im Bereich der Druckpapiere bemüht. Als erster Hersteller haben wir das spezialgestrichene Bilderdruckpapier

**Pheno-Grand und Pheno-Matt** entwickelt und die Kunst- druck-Papiersorten **Phoenix- Imperial elfenbein und Phoenix-Imperial naturweiß** auf den Markt gebracht. Daß wir auch 1969 bei der ersten Mondlandung ein schwerent- flammbares Papier auf den Erdtrabanten »exportierten«, ist ein weiterer Beweis für die hohe Innovationskraft eines Unternehmens mit über 130 Jahren Tradition und Wissen in der Papierherstellung.

Wir sind an Informationen und Mustern der Marke Phoenix interessiert.

Name:  
Firma:  
Straße:  
PLZ/Ort:

Papierfabrik  
Scheufelen GmbH + Co. KG  
D-7318 Lenningen  
Telefon 0 70 26/66-5 96  
Telefax 0 70 26/66-7 03

## Scheufelen

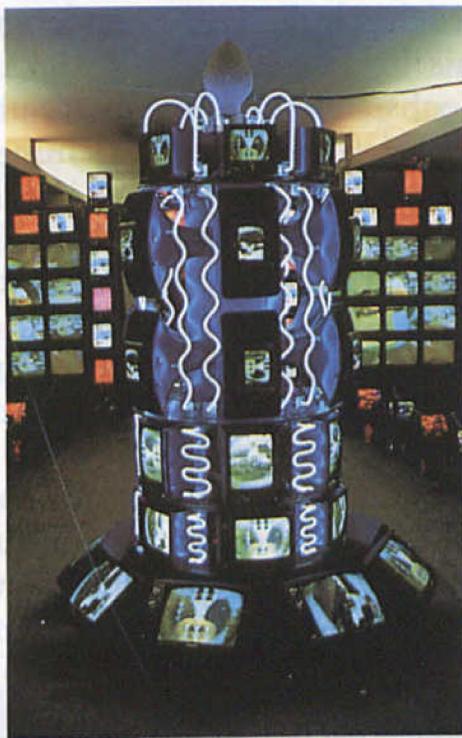
Erste deutsche  
Kunstdruckpapierfabrik



ZUM TITELBILD: KUPFERSTICH IN DER WERBESCHRIFT „DIE LAUFMASCHINE DES FREIHERRN CARL VON DRAIS“, 1817

<b>INTERVIEW</b>	<b>4</b>	<b>WISSENSCHAFTSFÖRDERUNG</b>	<b>35</b>
Strukturwandel der technischen Bildung	<i>Klaus-Peter Meinicke</i>	„Ein Preuße weiß, was er von Bayerns König zu erwarten hat“	<i>Kurt-R. Biermann</i>
<b>KULTUR &amp; TECHNIK RUNDSCHAU</b>	<b>6</b>	<b>ANGEWANDTE SEISMIK</b>	<b>38</b>
Nachrichten zu Technik und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Zündstoff Erdöl Der Pionier Ludger Mintrop	<i>Gerhard Keppner</i>
<b>KULTUR &amp; TECHNIK MEINUNG</b>	<b>12</b>	<b>GEORG CHRISTOPH LICHTENBERG</b>	<b>46</b>
Der fliegende Zug Die Zukunft des Transrapid	<i>Hans Georg Raschbichler</i>	„In diesem schön gemalten und glasierten Porzellan-Alter der Welt“	<i>Jürgen Teichmann</i>
<b>FAHRRADGESCHICHTE</b>	<b>14</b>	<b>ELEKTRONIK</b>	<b>50</b>
Revolution auf Rädern Der Erfinder Karl von Drais	<i>Hans-Erhard Lessing</i>	Aufbruch in die Siliziumzeit Die Entwicklung des integrierten Schaltkreises	<i>Alfred Kirpal</i>
<b>MESSTECHNIK</b>	<b>22</b>	<b>KULTUR &amp; TECHNIK RÄTSEL</b>	<b>56</b>
Zeitzeichen Entstehung und Wandel des Bewußtseins von Zeit	<i>Hartmut Petzold</i>	Spaziergänge durch das Deutsche Museum Des Rätsels Lösung	<i>Anonymus</i>
<b>BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE</b>	<b>28</b>	<b>GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR</b>	<b>58</b>
Glas aus dem Kloster Die Fraunhofer-Glashütte in Benediktbeuern	<i>Hans-Peter Sang</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfrid von Weiber</i>
<b>MEDIALE</b>	<b>30</b>	<b>DEUTSCHES MUSEUM</b>	<b>64</b>
Die Botschaft ist das Medium Visuelle Medien auf dem Prüfstand	<i>Horst Bredekamp</i>	Nachrichten und Veranstaltungen	<i>Rolf Gutmann</i>
		<b>VORSCHAU/IMPRESSUM</b>	<b>66</b>

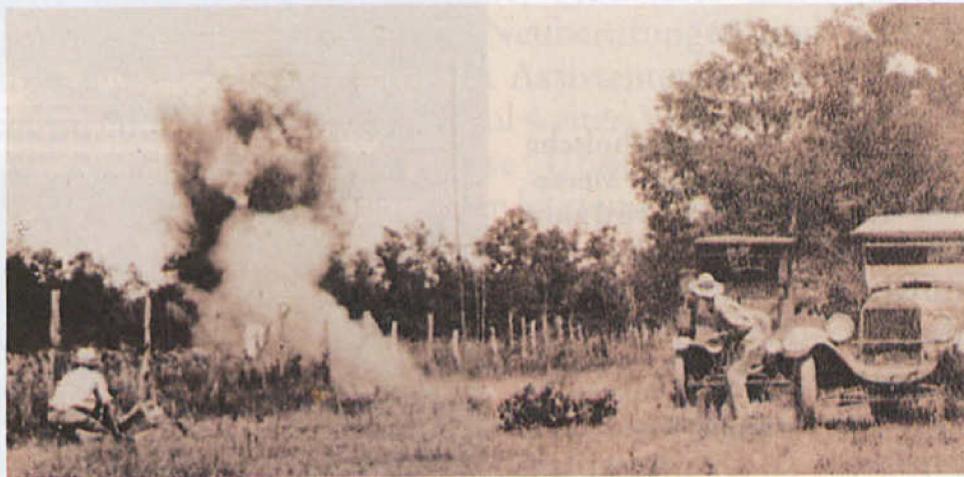
**MEDIALE.** Hamburg wird im Frühjahr 1993 zum Mekka der elektronischen Medien. Video-, Laser- und Computerkunst werden ebenso präsentiert wie experimentelle Musik oder virtuelle Realität. Dabei geht es um mehr als um eine Show des technisch Möglichen: Die Veranstalter erhoffen sich eine Ortsbestimmung zwischen Medienabhängigkeit und Medien-genuß. **SEITE 30**



**KARL VON DRAIS.**  
Lange Zeit galt er als „Schmuddelkind“ unter den Erfindern. Neuere Forschungen haben den Konstrukteur des Laufrads postum rehabilitiert. **SEITE 14**



**ERDÖLSUCHE.** Dem Geophysiker Ludger Mintrop gelang es in den 20er Jahren, mit der von ihm fortentwickelten Angewandten Seismik Ölquellen mit einer für die damalige Zeit erstaunlichen Präzision aufzuspüren. Bei seinem Verfahren wurden starke Detonationen ausgelöst und die Reflexion der Schallwellen im Boden analysiert. Niemand sonst beherrschte diese Technik. **SEITE 38**



# STRUKTURWANDEL DER TECHNISCHEN BILDUNG

GESPRÄCH MIT KLAUS-PETER MEINICKE,  
TECHNIKHISTORIKER AN DER TH MERSEBURG

Die höhere technische Ausbildung nahm in 40 DDR-Jahren eine andere Entwicklung als in Westdeutschland. Nun wird sie dem Westkurs angepaßt. Das ist mit Härten verbunden, aber auch mit Chancen für die wissenschaftliche Erforschung der Technikgeschichte. Klaus-Peter Meinicke, promovierter Verfahrenstechniker, habilitierter Technikhistoriker und zum Zeitpunkt des Interviews Referent des Prorektors für Wissenschaftsentwicklung der TH Merseburg, beschreibt im Gespräch mit Hans-Liudger Dienel den Umbau der technischen Ausbildungsstätten in den neuen Bundesländern.

*K & T:* Wie unterscheidet sich die Entwicklung der ostdeutschen höheren technischen Lehranstalten von 1945 bis zum Ende der DDR von der ihrer westdeutschen Schwesterinstitutionen?

*Meinicke:* Zum einen gab es in der sowjetischen Besatzungszone nach Kriegsende viel weniger höhere technische Lehranstalten als im Westen, auch relativ zur Bevölkerung. Akademisches Niveau hatten nach dem Krieg nur zwei Institutionen: die Technische Hochschule Dresden und die Bergakademie Freiberg, beide in Sachsen. Dazu kam, allerdings mit anderem Profil, die Hochschule für Baukunst in Weimar. Für den großen Bedarf, vor allem auch an Ingenieuren, war das zu wenig. Die ständige Abwanderung nach Westen verschärfte die Lage.

*K & T:* Wie reagierte die DDR-Führung auf diese Situation?

*Meinicke:* Es wurden neue Hochschulen gegründet, und zwar – anders als im Westen – zunächst als technische Spezialhochschulen. Grundlage waren entsprechende Beschlüsse des SED-Politbüros und der DDR-Regierung vom Sommer 1953. In den 50er Jahren entstanden so Spezialhochschulen in Merseburg für Chemie – und später

Verfahrenstechnik –, in Ilmenau für Elektrotechnik, in Magdeburg für Schwermaschinenbau, im damaligen Karl-Marx-Stadt für Maschinenbau und in Leipzig eine Hochschule für Bauwesen. In Dresden entstand 1952 eine Hochschule für Verkehrswesen durch Ausgliederung der Verkehrswissenschaftlichen Fakultät aus der TH.

*K & T:* Unterschieden sich diese Hochschulen von den westdeutschen Technischen Hochschulen?

*Meinicke:* Diese Hochschulen waren spezialisiert und deshalb ziemlich klein. Überhaupt gab es nicht so viele Studenten wie im Westen. Ende der 60er Jahre wurden in der DDR etwa 7000 Studenten der Ingenieurwissenschaften neuimmatrikuliert, 20 Jahre später knapp 10000. Nach und nach wollten die Schulen ihr Profil erweitern. Äußerlich wurde das schon Anfang der 60er Jahre durch die Umbenennung in Technische Universität oder Technische Hochschule dokumentiert. Merseburg hieß seit der Gründung TH, Leipzig erst seit 1977. Trotz der Namensänderung behielten alle Hochschulen die alte Schwerpunktsetzung.

*K & T:* Es gab auch Ingenieurschulen...

*Meinicke:* ... von denen 1969 zehn zu Ingenieurhochschulen (IH) umgewandelt wurden. Deren Aufgabe war primär die Ausbildung sogenannter Produktionsingenieure, während die

THs akademische Ingenieure, also Forschungs- und Entwicklungsingenieure produzieren sollten. Später mischte sich das zum Teil doch, es gab beides an einem Ort wie in Merseburg. Man sprach von Ingenieuren des Profils 1, Forschung und Entwicklung, und des Profils 2, Produktion. Folglich existierte zwischen TU, TH und IH ein recht schwammiges rechtliches Verhältnis und Bildungsgefälle, das man mit den Zuständen im Westen nicht gut vergleichen kann. Für eine zusätzliche Vermischung sorgten die vielen Umbenennungen in den 80er Jahren.

*K & T:* Die Umbenennungswelle setzte schon vor der Wende ein. Wieso?

*Meinicke:* Man muß zwischen den Umbenennungen vor und nach der Wende unterscheiden. Noch in den Jahren 1988 und 1989 erhielten einige IHs den vollen Hochschulstatus, unter anderem Cottbus, Wismar, Zittau und Zwickau. Den THs in Karl-Marx-Stadt und Magdeburg wurde 1986 beziehungsweise 1987 die Bezeichnung TU verliehen. Das war natürlich noch keine Vorwegnahme des Kampfes um die besten Startbedingungen nach der Wende, sondern mehr Ausdruck des staatlichen Bestrebens, den hohen Bildungsstand der Bevölkerung international zu dokumentieren. Deshalb wurden in der DDR wohl auch insgesamt zu viele formal überqualifizierte Leute ausgebildet. Das Ergebnis dieser Politik war wiederum die Frustration

Die Technische Hochschule Merseburg wird zum 31. März 1993 „aufgehoben“. Leistungsfähige Bereiche werden in die Universität Halle-Wittenberg integriert.



vieler Absolventen, die in der Industrie unterqualifiziert eingesetzt wurden.

*K & T:* Was geschah nach der Wende?

*Meinicke:* Mit dem Zusammenbruch des alten Systems setzte sofort das Ringen um Sicherung des Status im neuen Deutschland ein. Bei den IHs und THs grassierte die Furcht vor einer „Abstufung“ auf den Status einer Fachhochschule. Die neuen Namen sollten den nach eigenem Verständnis erreichten Hochschulstatus deutlich machen und zementieren. So sind die Umbenennung der IH Köthen in TH im Februar 1990 oder der Antrag einiger THs auf Umbenennung in TU – zum Beispiel Merseburg – einzuordnen. Letzteres, schon in die Regierung de Maizière hineinreichend, wurde aber nur noch auf Eis gelegt.

*K & T:* Demnach gab es in der DDR keine Fachhochschulen nach westdeutschem Muster?

*Meinicke:* Nein. Vom Ansatz her sind wohl die IHs vergleichbar, durchliefen aber eben eine ganz andere Entwicklung. Möglicherweise resultiert aus dieser Unkenntnis und diesen Unterschieden auch die große Furcht, vielleicht den Hochschulstatus zu verlieren.

*K & T:* Was für Maßnahmen wirkten nun mit der Wende konkret auf die Technischen Hochschulen ein?

*Meinicke:* Für den Umbau der Hochschulen wurden sogenannte Landeshochschulstrukturkommissionen geschaffen, die unter westdeutscher Leitung Empfehlungen für die Gestaltung der Wissenschaftslandschaft in den einzelnen Ländern erarbeiten sollten. Unabhängig davon setzte der Wissenschaftsrat Kommissionen ein, zum Beispiel für Ingenieurwissenschaften, die eine Evaluation der Einrichtungen oder relevanten Fachbereiche, nicht aber von Personen, vorgenommen haben. Heraus kam eine Empfehlung – Land für Land, Einrichtung für Einrichtung – zur zukünftigen Stellung. Dabei ging es um Bewahrung der Eigenständigkeit und Ausbau, Fusion mit anderen Einrichtungen, Schließung oder Neugründung von FHs. „Abgewickelt“ wurden an den THs nur die gesellschafts- und wirtschaftswissenschaftlichen Sektionen. Die Abwicklung bedeutete, daß eine Evaluierungskommission das wissenschaftliche Personal einzeln hinsichtlich folgender Kriterien überprüfte:

persönliche Eignung – insbesondere politische Integrität –, fachliche und methodisch-didaktische Befähigung, das letzte Kriterium übrigens häufig durch Umfragen unter Studenten ermittelt. Die meisten Hochschullehrer dieser Bereiche wurden 1990/91 abberufen.

*K & T:* Verlieren auch Professoren für technische Fächer ihre Stellung?

*Meinicke:* Ja. Es gab einen drastischen Stellenabbau auch in den nicht abgewickelten Bereichen. Hier wurden die Beschäftigten durch Personalkommissionen geprüft, die der Minister auf Vorschlag der jeweiligen Einrichtung aus Personen des öffentlichen Lebens und aus Hochschulangestellten zusammensetzte. In den individuellen Anhörungen vor dieser Kommission, zu der auch die noch beschäftigten Mitarbeiter der abgewickelten Bereiche geladen wurden, ging es hauptsächlich um die persönliche Eignung für den öffentlichen Dienst aufgrund der früheren Tätigkeit. Die Kommissionen haben ihre Arbeit mit entsprechenden Empfehlungen an den Minister beendet. In diesem Zusammenhang wird es noch viele Kündigungen geben. Dagegen wurden die einzelnen Hochschullehrer nicht fachlich evaluiert. Denn mit den Neuberufungsverfahren für Hochschullehrer ist automatisch eine Evaluierung durch die Berufungskommissionen verbunden.

*K & T:* Wie weit ist der akademische Mittelbau von der Umstrukturierung betroffen?

*Meinicke:* Für ihn, der zahlenmäßig noch recht stark ist, sehe ich große Probleme. Nach der Besetzung der strategisch wichtigsten Lehrstühle – die letzten Rufe für Bereiche in Sachsen-Anhalt sind im August herausgegangen – erfolgt die fachliche Evaluierung des wissenschaftlichen Personals im Zusammenhang mit der Bewerbung auf eine bestimmte Stelle. Dabei gelten grundsätzlich neue, reduzierte Stellenpläne. Durch Neuberufungen und „Mitbringen“ von Assistenten verringert sich dieser Pool weiter. Vielen Mitarbeitern ist diese Unsicherheit zu groß, sie sind in den letzten zwei Jahren in die westdeutsche Industrie gegangen oder arbeiten fachfremd.

*K & T:* Wie reagierten die Hochschulen auf die Aufforderung zum Stellenabbau und die zum Teil drohende Schließung oder Abstufung?

*Meinicke:* Alle Hochschulen versuchten natürlich zunächst, ihren Status zu halten oder sogar zu verbessern. Das geschah auch mit Blick auf die Personalstruktur. Außerdem wurden rechtzeitig neue Diplom-Studiengänge angeboten, alte attraktiver gestaltet. Grund-, Prüfungs-, Promotions-, Habilitationsordnungen und so weiter wurden nach westdeutschem Muster überarbeitet, der gesamte Studienbetrieb grundlegend umgestaltet. Zu den an der TH Merseburg neu ausgearbeiteten Studiengängen zählten die Informatik, der Technische Umweltschutz und die Biotechnologie. Dort hat man sogar versucht, parallel zur ingenieurwissenschaftlichen Ausbildung ein geistes- und sozialwissenschaftliches Institut zu gründen – als Erbe der alten M/L-Sektionen.

*K & T:* Einzelne Hochschulen steigen zu Technischen Universitäten auf, andere werden geschlossen. Stand ein Gesamtplan für die fünf neuen Länder hinter diesen Beschlüssen?

*Meinicke:* Hochschulpolitik ist Länderpolitik. Damit hängt das Schicksal der einzelnen Hochschulen nicht unwesentlich von der geographischen Lage im Land ab und nicht von ihrer länderübergreifenden Bedeutung. Das war für uns eine neue Situation. Ich kann das am Beispiel Merseburgs erläutern. Die TH Merseburg – sie liegt in Sachsen-Anhalt – wird zum 31. 3. 1993 „aufgehoben“. Natur- und ingenieurwissenschaftliche Teilbereiche, denen der Wissenschaftsrat Leistungsstärke und Konkurrenzfähigkeit bescheinigte, werden in die Universität Halle-Wittenberg integriert. Ausschlaggebend war dafür nicht zuletzt, daß Halle und Merseburg so nahe beieinander liegen. Ganz anders ist die Situation zum Beispiel in Cottbus und Ilmenau, deren fachliche Ausgangsbedingungen bestimmt nicht günstiger waren. In Brandenburg, wo die Hochschule für Bauwesen Cottbus bisher die einzige höhere technische Bildungsstätte war, wird de facto eine TU neu gegründet. Oder Ilmenau in Südthüringen wird zur TU weiter ausgebaut. Das bietet natürlich auch Chancen. Ich denke, die begonnene Institutionalisierung sozialwissenschaftlicher Lehrstühle speziell für eine fachübergreifende Ingenieurausbildung ist ein Schritt zu neuen Wegen im Osten. □

VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL

## DAS AUTO ALS LEINWAND FÜR KÜNSTLER

Das Kunstsponsoring von Industrieunternehmen pflegt das Image, aber schlägt nicht immer eine wirkliche Brücke zwischen Technik und Kultur. BMW will die Kunst direkt auf das Firmenprodukt Auto bringen und fördert schon seit 1975 die Collection „Art Cars“, die als rollende Galerie mit mittlerweile zwölf Wagen von Ausstellung zu Ausstellung reist. Zeitgenössische Künstler, darunter so berühmte Namen wie Roy Lichtenstein und Andy Warhol, erhielten ein Auto zur freien Gestaltung nach ihren Vorstellungen.

Stilistisch scheint sich die Pop art besonders leicht von der Leinwand auf die Karosserie transportieren zu lassen. Aber auch traditionelle Künstler wurden von BMW eingeladen, so der australische Ureinwohner Michael Jagamara Nelson und zuletzt 1991 die südafrikanische Künstlerin Esther Mahlangu. Sie setzt in ihrer Malweise die traditionelle Kunst der Frauen vom Stamme der Ndebele-Frauen fort. Ihnen ist es vorbehalten, die Außenwände der Stammeshäuser mit überkommenen, von Müttern an die Töchter weitergegebenen und immer neu variierten Mustern zu bemalen. Esther Mahlangu hat diese Kunst auf mobile Bildträger übertragen und damit über Südafrika hinaus bekannt gemacht. Frei von Berührungsängsten vereinte sie die Stammestradi-tion mit der Moderne des Automobils.

## DAS CHARAKTERBILD EINES JUGENDLICHEN HACKERS

Wer ist ein Hacker? Der Frage nach den Charaktereigenschaften jugendlicher Computerfans gingen Peter Noller und Gerd Paul vom Frankfurter Institut für Sozialforschung nach. Das Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützte die Studie, in der fast 400 junge Hacker nach ihrem Weltbild und ihren Gewohnheiten gefragt wurden. Kriterium für die Auswahl war, mindestens 13 Stunden pro Woche vor dem Rechner zuzubringen. Dieses Kriterium erfüllten nur 17 Mädchen, ansonsten waren die Männer unter sich.

Der typische Hacker besucht ein Gymnasium und ist mathematisch-naturwissenschaftlich interessiert. Am auffallendsten sei, so die Frankfurter Forscher, der Hang zum Konformismus. Sicherheit, Leistung, Aufgabentreue, Ordnung, Disziplin und Pflichterfüllung gäben die Jugendlichen als wichtigste Werte an. Ein Aussteigen aus der Gesellschaft könnten sie sich ebenso wenig vorstellen wie eine radikal veränderte Zu-

kunft. Als Jung-Technokraten strebten sie Karriere, Geld und Leistung an, nur jeder zehnte nenne als Freizeitbeschäftigung Lesen.

Ob Computerfans allerdings strebsamer und braver sind als andere Jugendliche, konnte die Studie nicht beweisen. Und die vielgescholtene Isolierung des Hackers stellte sich als Chimäre heraus: Die Jugendlichen verbringen ihre Freizeit nicht alleine, sondern am liebsten mit Freunden und Gleichgesinnten, privat oder in Computerclubs. Sie lieben Fachsimpeleien, tauschen Tips und Programme aus – und unterscheiden sich damit in ihrem Sozialverhalten nicht von Briefmarkensammlern oder Bergsteigern.

## MOBILTELEFON ZWEITER KLASSE

Mobiles Telefonieren ist bisher noch das Privileg der Besserverdienenden. Denn ein Autotelefon kostet immerhin einige Tausender, 70 DM feste Grundgebühr im Monat und 1,72 DM pro Gesprächsminute. Die Telekom erprobt zur Zeit eine Alternative für weniger Betuchte, das Telepoint-System *Birdie*. Nach einem Feldversuch in Münster wird dieser Mobiltelefon-Dienst seit Oktober 1991 auch in München getestet.

Mit den *Birdie*-Endgeräten – klein, leicht und vergleichsweise billig – kann allerdings nur im 100-Meter-Umkreis von den *Birdie*-Stationen telefoniert werden. Diese sind zumeist an Telefonzellen installiert und erkennbar an einer auf der Spitze stehenden weißen Pyramide mit dem *Birdie*-Schriftzug. Im Münchner Stadtgebiet gibt es zur Zeit etwa 200 solcher Stationen.

*Birdies* Vorteile sind schnell genannt: Das Gerät wiegt nur 200 Gramm, und es ist billig: Die monatliche Grundgebühr kostet 8,80 Mark, die Telefoneinheit 39 Pfennig. Die Nachteile dagegen häufen sich: Man kann nur anrufen, nicht angerufen werden. Um ein Gespräch zu beginnen, muß man sich zunächst auf 100 Meter einer *Birdie*-Station nähern, und



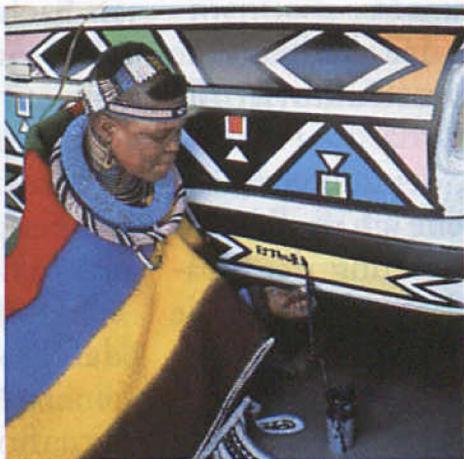
Das handliche Mobiltelefon „Birdie“: nur eine Spielerei?

das ist trotz mitgeliefertem Lageplan zumeist schwieriger, als eine gewöhnliche leere Telefonzelle zu finden. Auch kann der Telefonierwillige nicht einfach eine Nummer wählen, sondern er muß zuvor verzwickte Codes auf kleinen Knöpfen eintippen.

*Birdie* soll aber gar nicht mit dem „echten“ Mobil-Funktelefon konkurrieren, sondern ist von vornherein mehr als Spielerei konzipiert. Ob die Telekom dafür aber das Geld hat, ist höchst fraglich. Der Telekom-Vorstand berät zur Zeit darüber, den Versuch abubrechen.

## SATELLITEN LENKEN MÄHDRESCHER STATT WAFFEN

Der Krieg ist der Vater aller Dinge, ganz besonders in der Militärtechnik. Allzu großes öffentliches Interesse für ihre Erfindungen sehen die Militärs dennoch mit gemischten Gefühlen. Das gilt jedenfalls für das amerikanische Verteidigungsministerium, das seit Anfang der 80er Jahre einen Satelliten nach dem anderen in den Orbit schickt, um ein weltumspannendes Orientierungsgitter für die Bewegung im Feindesland und für die Steuerung



Die südafrikanische Künstlerin Esther Mahlangu schmückte einen BMW mit den traditionellen Motiven der Ndebele-Frauen.

Fotos: Telekom (r.o.); Esther Mahlangu (2)

von lenkbaren Waffensystemen zu schaffen. Im Laufe dieses Jahres wird der 24. und letzte Satellit installiert. Jeder Satellit enthält eine Atomuhr und sendet ununterbrochen die genaue Uhrzeit zur Erde. Die Laufzeit des Signals ermöglicht die Entfernungsmessung zwischen irdischem Empfänger und Sender am Himmel. Da von jedem Punkt der Erde gleichzeitig vier Satellitensignale empfangen werden können, ist eine trigonometrische Lage- und Höhenbestimmung auf 20 Meter genau möglich. Die Signale stehen weltweit als *Globales Positionierungssystem* (GPS) kostenlos zur Verfügung und werden von Zivilisten genutzt, zunächst in der Seefahrt und bei der Landvermessung. Mittlerweile wenden aber auch Feuerwehreinheiten das System an, um den aktuellen Standort und die Verteilung ihrer Löschfahrzeuge zu koordinieren (so im westfälischen Hamm), PKW-Hersteller bieten GPS als Bord-Navigationshilfe an. Um auf großen Feldern einen Mähdrescher exakt zu steuern oder sogar Dünger und Saatgut differenziert je nach Bodenqualität zu verteilen, können auch Landwirte aus dem GPS Nutzen ziehen.

Für sinnvolle zivile Anwendungen ist die Genauigkeit der Lagebestimmung ebenso entscheidend wie bei der militärischen Nutzung. Aber das Pentagon läßt den zivil zugänglichen Satelliten-Code absichtlich verzerren, so daß die Lagebestimmungen nur auf 100 Meter genau sind. Mit einem Trick haben daher zivile Ingenieure die militärtechnisch verordnete Ungenauigkeit aufgehoben. Ein zusätzlicher Empfänger auf der Erde, dessen genaue Position bekannt ist, genügt, um die Fehler der Satellitensignale rechnerisch auszuschalten und die Abweichung an die mobilen GPS-Empfänger zu senden. Die Ortsbestimmung wird damit zentimetergenau. Fünf oder sechs solcher Stationen würden ausreichen, um die ganze Bundesrepublik abzudecken.

Neben den GPS-Satelliten umkreisen auch ihre russischen

Pendants die Weltkugel und bilden das *Globale Navigations-Satelliten-System* (Glonass). Beide Systeme zusammen würden auch so heikle Navigationsmanöver wie Landungen im Blindflug auf allen Flughäfen der Welt möglich machen.

## CALL FOR PAPERS

Das XII. Treffen des „Gesprächskreises Technikgeschichte“ wird vom 9. – 11. Juni 1993 in Aachen stattfinden. Als Rahmenthema wurde gewählt: Soziale Gruppen als Träger des technischen Fortschritts oder Niedergangs. Sämtliche Referate sind auf exakt 30 Minuten begrenzt, um eine ausführliche Diskussion zu ermöglichen; Projektvorstellungen auf 20 Minuten. Ein Thesenpapier und eine knappe Inhaltsangabe im Umfang von 20 bis 30 Manuskriptzeilen sind als verbindliche Anmeldung bis zum 15. Februar 1993 an folgende Adresse zu senden: Carmelita Lindemann, Lehrstuhl für Geschichte der Technik, RWTH Aachen, Kopernikusstraße 16, 5100 Aachen.

## TECHNIKFOLGENABSCHÄTZUNG FÜR DEN BUNDESTAG

In einer beengten Parterrewohnung in der Bonner Rheinstraße 121 befindet sich das Büro für Technologiefolgenabschätzung des Deutschen Bundestags. Am 16. 11. 1989 durch Beschluß des Bundestages gegründet, beendete es im Sommer seine Pilotphase.

Rund 50 Institutionen hatten sich Ende der 80er Jahre um die Durchführung der Pilotphase dieser Einrichtung beworben; die Abteilung für angewandte Systemanalyse (AFAS) des *Kernforschungszentrums Karlsruhe* unter der Leitung von Professor Herbert Paschen hatte damals den Zuschlag erhalten.

Das Bonner Büro soll die technische Informationslage des Bundestages verbessern. Im

Auftrag des Bundestags-Ausschusses für Forschung, Technologie und Technologiefolgenabschätzung vergibt es Gutachteraufträge oder führt selbst Evaluationen durch. Außerdem beobachtet es die wissenschaftlich-technische Entwicklung im Hinblick auf zukünftig brisante Themen, und es arbeitet an der methodischen Verbesserung der Technologiefolgenabschätzung. Inhaltliche Schwerpunkte waren bisher Hausmüll, Wasserversorgung, Gentechnik, der Raumtransporter Sänger und die Wasserstofftechnik.

Die Technikfolgenabschätzung ist aus den USA nach Deutschland gekommen. In Washington berät das *Office of Technology Assessment* schon seit vielen Jahren den Kongreß. Die Zukunft der kleinen, knapp zehn Mitarbeiter umfassenden deutschen Einrichtung ist dagegen noch ungewiß.

## LERNFÄHIGE METALLE MIT FORMGEDÄCHTNIS

Ein verbogener Draht wird von allein nicht mehr gerade. Größere Bereiche seines molekularen Kristallgitters haben sich verschoben. Fast alle Werkstoffe kehren, wenn sie einmal verformt worden sind, nicht mehr freiwillig in ihre alte Form zurück.

Aber es gibt Ausnahmen: Seit etwa 30 Jahren sind der Forschung sogenannte „Formgedächtnismetalle“ bekannt, zumeist Nickel-Titan-Verbindungen. Ihre Kristallgitter werden bei einer Verformung als Ganzes verzerrt, und sie kehren bei einer Temperaturänderung in die alte Form zurück. Die neue Form müssen sie erst „lernen“. Die Drähte werden erwärmt und von Hand in die gewünschte Form gebracht, etwa eine Spirale, dann wieder entspannt und abgekühlt. Nach etwa 20 Wiederholungen reicht die bloße Temperaturänderung, damit der Draht sich von allein in die Spirale krümmt. Er hat nun zwei Kristallgitterphasen, gerade und gekrümmt, die jeweils in einem bestimmten Temperaturbereich stabil sind.

Lange war das alles nur eine Laborspielerei. Mittlerweile gibt es aber Legierungen, deren Formgedächtnis nach millionenfachen Wechslen noch stabil bleibt. In der Friteuse eines französischen Herstellers sorgt schon jetzt eine Blattfeder aus Formgedächtnismetall dafür, daß der Korb mit Fritiergut bei genau 170 Grad in das siedende Fett getaucht wird.

Formgedächtnismetall-Bauteile öffnen bei eingeschalteten Lampen selbsttätig Lüftungsklappen oder regeln die Kühlwasserzirkulation. Zwar ist bei diesen Anwendungen auch eine herkömmliche Konstruktion mit Thermostaten möglich, aber die Materialien mit Formgedächtnis ermöglichen eine einfache, elegante und äußerst robuste, wenn auch nicht billige Lösung. Vermutlich werden sie noch viele Erfinder inspirieren – über medizintechnische Anwendungen zum Beispiel wird schon nachgedacht.

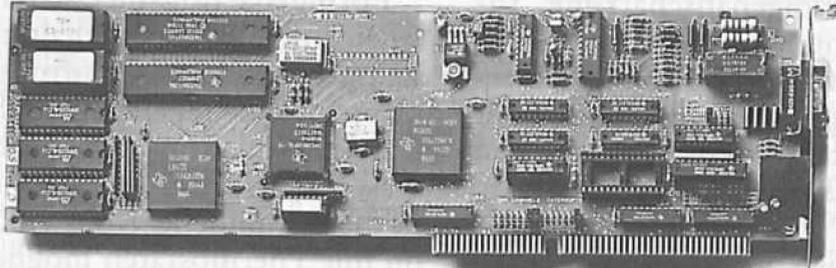
Formgedächtnismetalle „lernen“ es, mit veränderten Temperaturen die Form zu ändern.



# Wieso Meyer & Sohn für ihre neuen Computer arbeiten mußten wie verrückt.

Als kleines Unternehmen verfügen wir nur über beschränkte Mittel. Also kauften wir die billigsten Computer, die wir kriegen konnten.

## 1. Wir müssen uns denselben Drucker teilen.



Zuerst mußten wir das Netz installieren. Dazu kauften wir Netzwerkkarten und die entsprechende Software, installierten sie in jeden Computer, konfigurierten das Ganze und schlossen den Drucker an.

Wir brauchten ewig, um das alles hinzukriegen, schließlich mußten wir zwischendurch ja auch mal arbeiten.

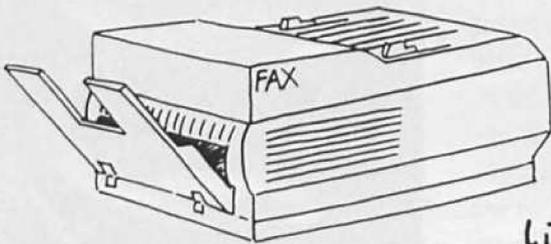
## 2. Wir müssen Zugriff auf dieselben Dateien haben.

Dafür mußten wir wohl oder übel die entsprechende Software kaufen. Und natürlich auch noch installieren. Diesmal nahmen wir allerdings einen Experten, damit das nicht wieder ewig dauerte. Außerdem konnte der dann gleich noch unsere Mitarbeiter einarbeiten.

## 3. Wir müssen Dateien mit Macintosh-Computern austauschen können.

Davor hatten wir ein wenig Angst, aber unsere Geschäftspartner mit Macintosh-Computern beruhigten uns damit, daß ihre Computer unsere Dateien nicht nur lesen, sondern auch für uns wieder lesbar abspeichern konnten.

## 4. Wir wollten von unterwegs Zugriff auf unsere Büro-Infrastruktur haben.



Also fragten wir den Experten, ob das mit ein paar Note.book-Computern ginge. Es schien zwar durchaus möglich, wäre aber gleichzeitig kompliziert und recht teuer geworden. Tja, dann bleiben wir doch lieber beim guten alten fax.

Paul Meyer (von Meyer & Sohn)



Noch eines von den vielen kleinen Dingen, die einen Macintosh so wunderbar einfach machen. Alles am Macintosh ist leicht zu bedienen. Tausende von professionellen Programmen arbeiten auf die gleiche, graphische, intuitive Art und Weise, also haben Sie die Grundkenntnisse von allen, wenn Sie erstmal eins kennen. Ein Macintosh verfügt über eingebaute Netzwerkanschlüsse und File-Sharing Software. So können Sie innerhalb von Minuten ein Netzwerk kreieren, indem Sie die

# Wieso Gutenberg & Co. mit ihren Macintosh Computern arbeiten konnten wie Gutenberg & Co.

Wir wollten uns nicht weiter mit Computern beschäftigen.  
Deshalb entschieden wir uns für Macintosh.

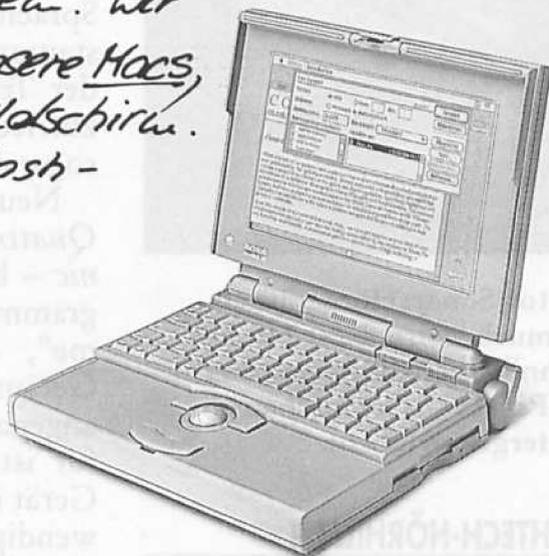
- Wir müssen uns denselben Drucker teilen.  
Also kauften wir einen Drucker und vernetzten die Computer mit einfachen Kabeln.



- Wir müssen Zugriff auf dieselben Dateien haben.  
Macintosh hat integrierte File-Sharing-Möglichkeiten.  
Damit wählt man einfach die Dateien aus, die man gemeinsam benutzen will.



- Wir müssen Dateien mit anderen Personal Computern austauschen können.  
Ist für Macintosh überhaupt kein Problem. Wir stecken die PC-Disketten einfach in unsere Mac's, und prompt sehen wir sie auf dem Bildschirm. Dann öffnen wir sie, als wenn es Macintosh-Dateien wären.



- Wir wollen von unterwegs Zugriff auf unsere Büro-Infrastruktur haben.

Wir müssen blitzschnell auf Kundenwünsche reagieren können. Also kauften wir uns ein paar PowerBooks, und zwar mit eingebauten Faxmodems und Apple Talk Remote Access-Software. Jetzt haben wir per Telefon von überall in der Welt auf unsere Macintosh Computer und Drucker im Büro direkten Zugriff. Fast so, als ob wir selbst im Büro säßen.

Peter Gutenberg (von Gutenberg & Co.)

Macintosh Computer mit einem einfachen Kabel vernetzen. Bis zu sechs zusätzliche Einheiten können ohne Karten oder Komplikationen angeschlossen werden. Die Kapazität lässt sich also in Sekundenschnelle erweitern. Mehr als ein Dutzend Schrifttypen liegen für Sie bereit, um Ihren Ideen Gestalt zu verleihen. Außerdem die Optionen für Klang, Farben und Animationen. Suchen Sie das alles mal bei einem anderen Computer. **Apple Macintosh. Unbegreiflich begreiflich.**



Apple



Anfangs waren sie groß wie ein Telefon und hatten voluminöse Kopfhörer. Kleine Hörhilfen hinter dem Ohr oder in den Brillenbügeln wurden erst vor 30 Jahren entwickelt. Seit zehn Jahren sind die Geräte dank der Mikroelektronik weiter geschrumpft und passen jetzt in den Gehörgang. Nicht nur aus kosmetischen Gründen – auch akustisch werden die natürlichen Verhältnisse besser nachgebildet, wenn der Schall dort empfangen wird, wo ihn die Ohrmuschel konzentriert hinleitet, Richtungsartung ist nur mit den Innerohr-Geräten möglich.

Die alten Hörgeräte waren simple Verstärker. Aber gewöhnlich betrifft Schwerhörigkeit nicht alle Frequenzen gleichermaßen, deshalb werden Hörgeräte seit den 60er Jahren auf das jeweils beeinträchtigte Frequenzspektrum abgestimmt. Trotzdem bleibt bei den Trägern große Unzufriedenheit: In ruhiger Umgebung funktionieren die meisten Apparate einwandfrei; sobald aber die Lautstärke abrupt ansteigt oder die Hintergrundgeräusche zu stark werden, hört das Sprachverständnis auf. In Restaurants sind nur 35 Prozent der Träger mit ihrer Hörhilfe zufrieden, im Straßenverkehr sogar nur 20 Prozent.

Neueste Entwicklungen – *Quattro select* von *Micro-Technic* – bieten deshalb vier programmierbare „Hörprogramme“, die den verschiedenen Geräuschumwelten des Trägers angepaßt werden können. Dafür ist allerdings ein externes Gerät in der Westentasche notwendig, das die Informationen digitalisiert bei 137 oder 148 Kilohertz an die beiden Innerohr-Geräte sendet.

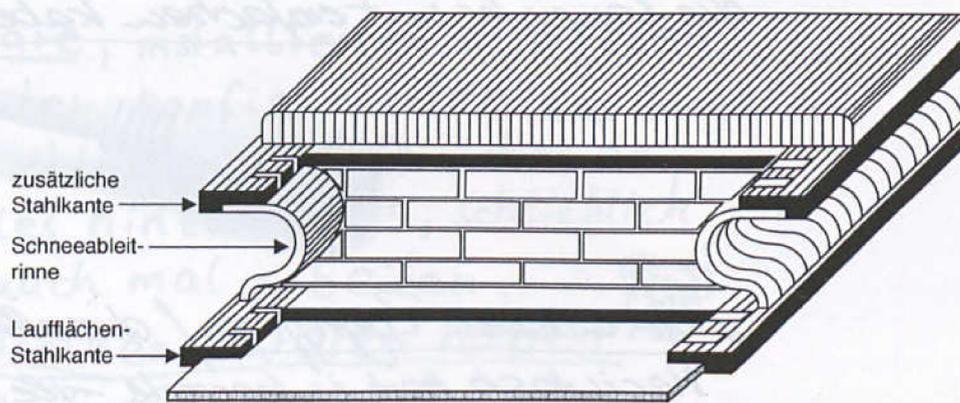
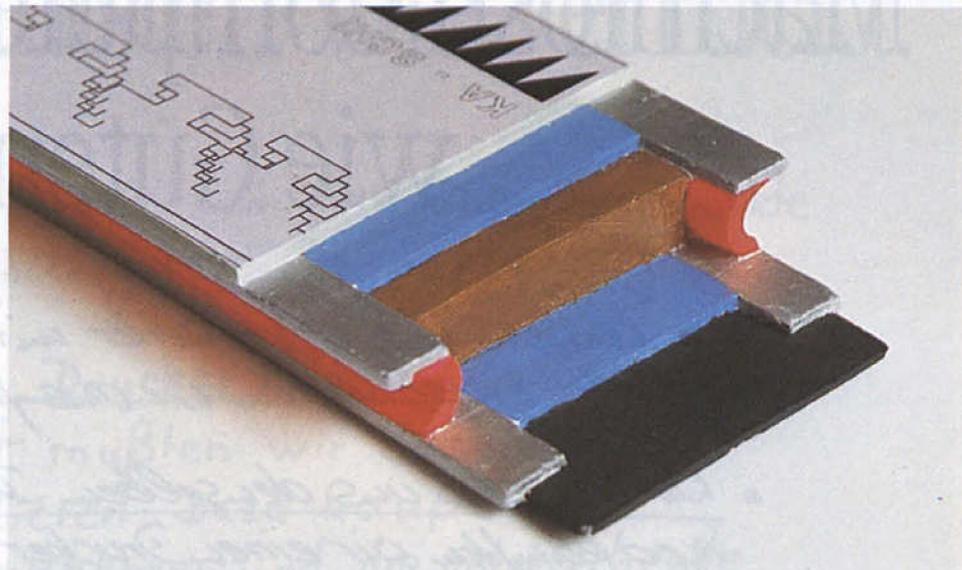
Doch das lobt der Hersteller als Vorteil: Diskret und aus der Tasche heraus könne das Hörgerät verstellt werden, ohne auffällig im Ohr herumzudrehen und sich als Hörgeräteträger zu entlarven. Diese Scham herrscht noch vor – andere Geräte tarnen sich als Schmuckstücke. Nur wenige Hersteller bieten Hörhilfen an, die den modischen Brillen Konkurrenz machen.



Rexton Sonar: Hörgeräte als Schmuck (ganz oben). Micro-Technic bietet die Anpassung an den Pegel von Geräuschen im Hintergrund (oben).

## HIGHTECH-HÖRHILFEN

Hörgeräte gelten noch immer als ungeliebte technische Hilfe, wecken Assoziationen von Alter und Behinderung. Vermutlich haben etwa 14 Millionen aller Westdeutschen Hörprobleme, aber nur 1,3 Millionen benutzen ein Hörgerät. Hörhilfen haben allerdings auch noch nicht viel Zeit gehabt, sich einzubürgern. Während schon Shakespeares Zeitgenossen Brillen benutzten, gibt es elektronische Hörgeräte erst seit den 20er Jahren.



Sichere Fahrt bei Schwüngen auf glatter Piste will Karl Schimanek durch ein mehrstufiges System von Stahlkanten an den Skiern der Alpinfahrer erreichen.

## REVOLUTION IN DER SKITECHNIK?

Nie mehr beim Kurvenfahren abschmieren – das verspricht der Tüftler Karl Schimanek den Wintersportlern. Mit seiner Erfindung, die er in Deutschland bereits zum Patent angemeldet hat, hofft er die Skitechnik zu revolutionieren. Die Stabilität der Kurvenfahrt beim Skifahren hängt, wie jeder Abfahrtsläufer weiß, an der Griffigkeit der Stahlkanten im Pisten-schnee. Sind sie stumpf oder ist die Piste vereist, gelingt kein exakter Schwung mehr, die Bretter rutschen seitlich weg.

Mit einem eher simplen Trick soll das vermieden werden: Der Ski erhält nicht nur eine, sondern zwei oder mehr Kanten, die stufenförmig zur Skioberfläche hin angeordnet sind. Dazwischen liegen jeweils Hohlrinnen. Bei Geradeausfahrt wirken, wie bei herkömmlichen Brettlern, nur die unteren Stahlkanten. Bei der Schrägfahrt in der Kurve aber haben auch die oben liegenden Kanten Pistenkontakt: Der Schnee wird durch die dazwi-

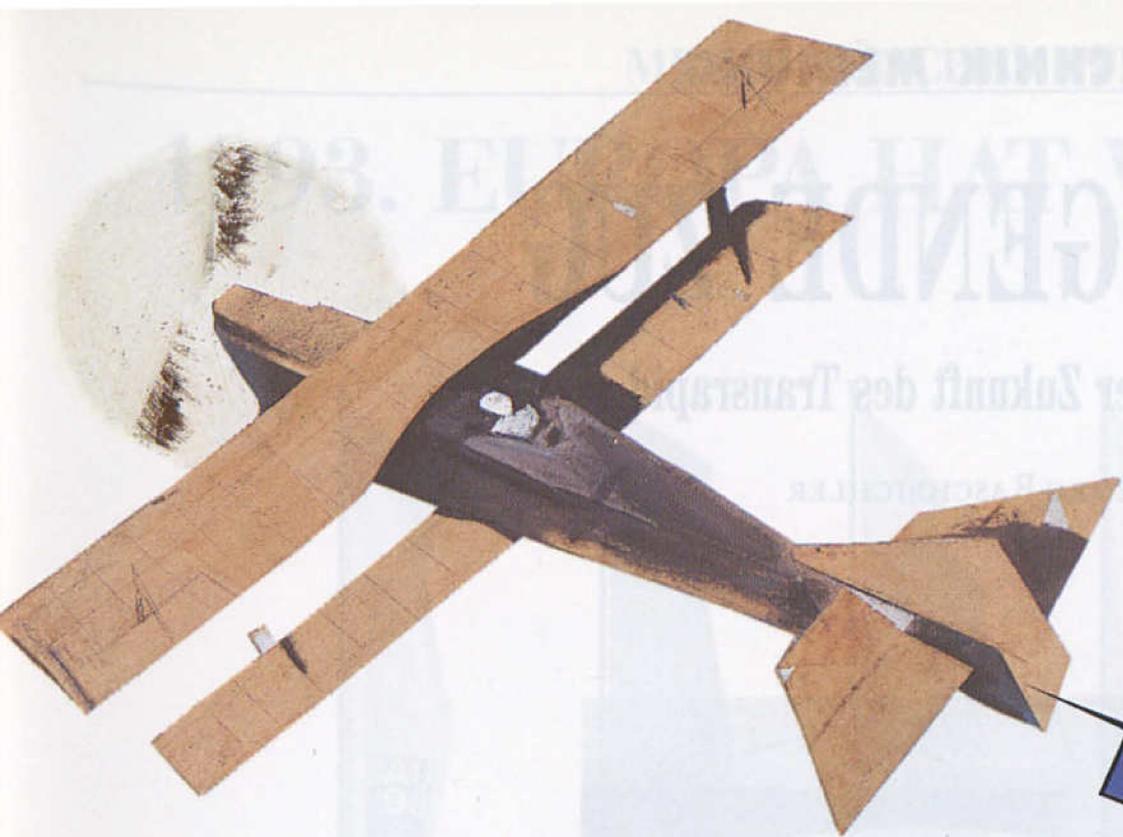
schen liegende Rinne abgeleitet, und der Fahrer soll wie auf Schienen sicher und kontrolliert durch jede Kurve gleiten.

Bis in den Fachhandel ist die Erfindung aber noch nicht vorgedrungen. In dieser Saison wird so noch mancher Ski-begeisterte mit herkömmlichen Skiern bei der Kehre wegrutschen.

### Die Autoren

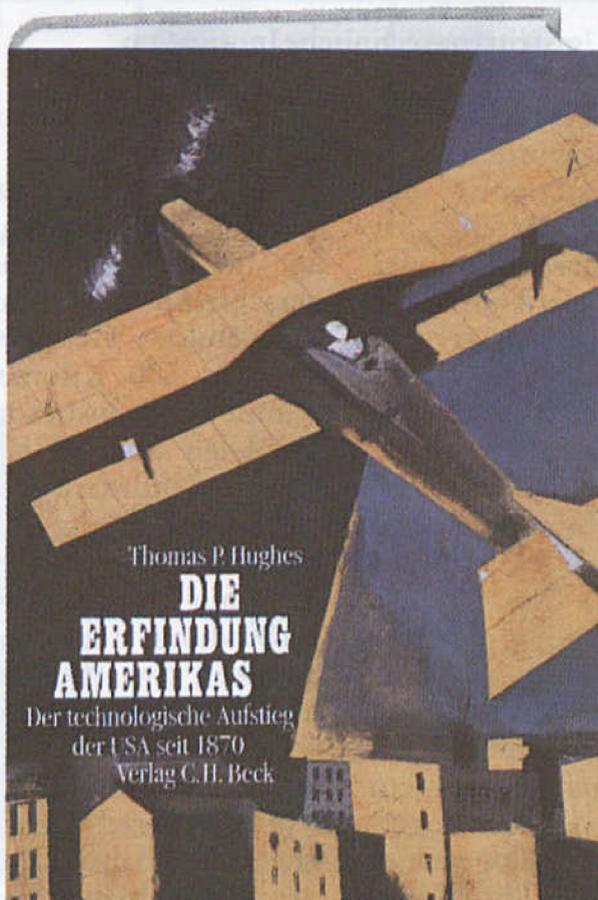
*Christiane Dienel*, geboren 1965, ist wissenschaftliche Assistentin am Institut für Neuere Geschichte der Universität München. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit ist deutsche und französische Sozialgeschichte im 19. und 20. Jahrhundert.

*Hans-Liudger Dienel*, geboren 1961, ist Diplom-Ingenieur für Maschinenwesen und M. A. in den Fachbereichen Geschichte und Philosophie. Dienel ist verantwortlich für die Vorbereitung der Ausstellung „Geschichte der Technischen Hochschule München“.



die Geburt Amerikas

aus dem Geist der Technik



Der Autor Thomas Hughes schildert mit kritischer Intelligenz die »Erschaffung der neuen Welt« und ihren technologischen Aufstieg in einem Zeitalter, das mit der Erfindung der Glühlampe begann und mit dem Bau der Atombombe endete.  
1991. 528 Seiten mit 144 Abbildungen.  
Gebunden DM 58,-

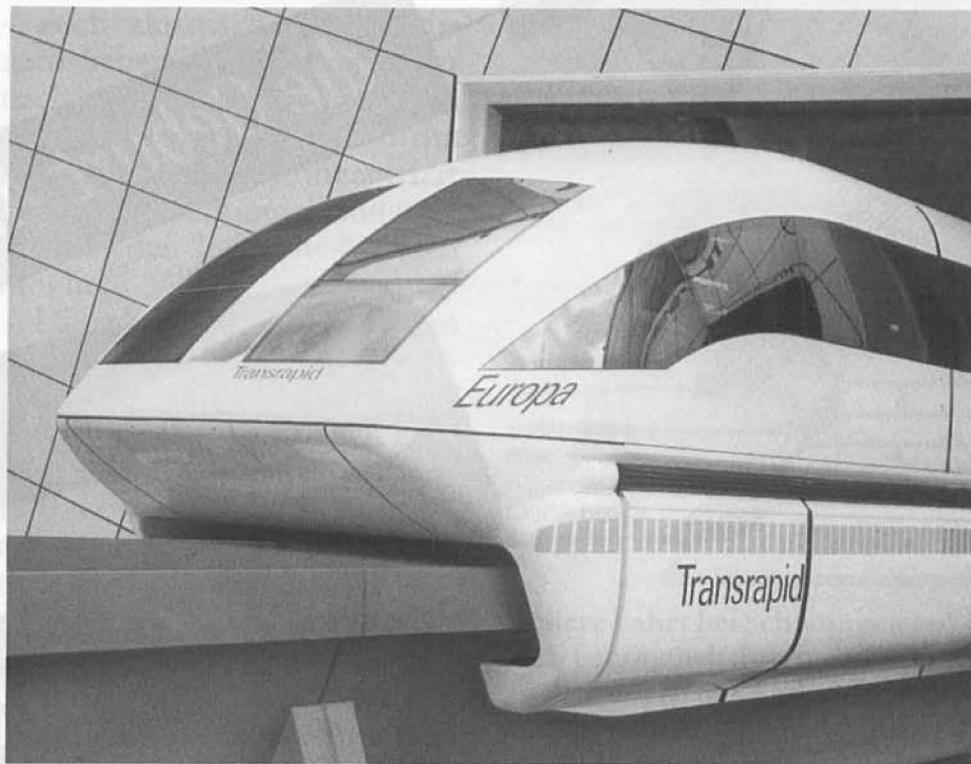
Verlag C. H. Beck



# DER FLIEGENDE ZUG

## Zur Einschätzung der Zukunft des Transrapid

VON HANS GEORG RASCHBICHLER



Der Transrapid: Umstrittene technische Innovation

In unserem Kurzbeitrag „Transrapid auf dem Abstellgleis?“ (Kultur & Technik 3/1992) wurde die Auffassung vertreten, daß der Transrapid nicht mit den Hochgeschwindigkeitszügen der Zukunft werde konkurrieren können und sein Einsatz auf einzelne Sonderstrecken beschränkt bleiben werde. Dipl.-Ing. Hans Georg Raschbichler, Direktor der Thyssen Industrie AG Henschel, sagt dem Transrapid eine andere Zukunft voraus. Seine Einschätzung der Magnetschnellbahn ist für ihre Beurteilung von Interesse.

Im November 1991 hat die Deutsche Bundesbahn der Magnetschnellbahn Transrapid nach einer zweijährigen umfassenden Systemprüfung die technische Einsatzreife testiert. Neben den Experten des Bundesbahn-Zentralamtes München war ein unabhängiger, aus sieben Hochschulinstituten bestehender Gutachterkreis mit den Prüfungen und Bewertungen befaßt.

Den Untersuchungen vorausgegangen war der Nachweis von mehr als 100 000 Kilometern Fahrleistung, die im anwendungsnahen Betrieb auf

der Transrapid-Versuchsanlage Emsland erreicht wurden.

Mit der Bestätigung der technischen Einsatzreife ist die Grundsatzentwicklung der Magnetschnellbahn Transrapid positiv abgeschlossen, es geht jetzt noch darum, in einem überwiegend von der Industrie finanzierten Programm die Serienreife, das heißt die Optimierung von Subsystemen und Komponenten bis 1995 durchzuführen.

Bei der Beurteilung der bisher aufgewandten Fördermittel ist selbstverständlich zu berücksichtigen, daß es sich bei der Magnetschnellbahn um ein von Grund auf neu entwickeltes System handelt, wogegen es bei dem modernen Rad/Schiene-System im wesentlichen nur um eine kontinuierliche Weiterentwicklung eines bestehenden Systems geht.

Die für das Rad/Schiene-System prognostizierte Einsatzgeschwindigkeit von 300 Kilometern pro Stunde wird die von der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit bestimmte Gren-

ze für dieses mechanische System darstellen.

Im Gegensatz dazu funktioniert der Transrapid völlig berührungs- und damit verschleißfrei; somit sind problemlos Geschwindigkeiten von 500 Kilometern pro Stunde und insbesondere im Vergleich zum ICE um den Faktor 5 kürzere Beschleunigungswege möglich. Damit eignet sich die Magnetschnellbahn nicht nur für die Fernverkehrsverbindung, auch für kürzere Strecken zwischen zwei Ballungszentren oder eine Flughafenanbindung ist sie eine attraktive Lösung.

Ein weiterer Vorteil der Magnetschnellbahn ist ihre besondere Umweltfreundlichkeit. So entwickelt das berührungsfreie Schweb- und Antriebssystem, das weder Drehgestelle noch Stromabnehmer aufweist, keinerlei Rollgeräusche; erst ab circa 300 Kilometern pro Stunde treten aerodynamische Windgeräusche auf. Die Geräuschentwicklung des Transrapid bei 400 Kilometern pro Stunde

entspricht in etwa der des ICE bei 300 Kilometern pro Stunde, oder anders ausgedrückt: Der Transrapid ist um circa 100 Kilometer pro Stunde leiser als die moderne Eisenbahn.

So wie die erste deutsche Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth keine Insellösung blieb, so wird auch die Transrapid-Strecke Hamburg-Berlin Ausgangspunkt für ein Transrapid-Netz sein.

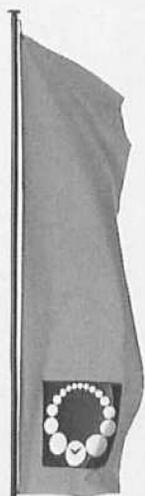
Insbesondere für die europäischen Länder wäre die Überlagerung der vorhandenen, technisch unterschiedlichen Bahnsysteme mit einem europaweiten Magnetschnellbahn-Netz von besonderer Attraktivität. Mit einer solchen Lösung könnten auch die außerordentlichen Schwierigkeiten, die bei der Anpassung der unterschiedlichen Bahnsysteme in Europa auftreten, überwunden und horrenden Finanzsummen eingespart werden.

Es bleibt zu hoffen, daß der bisher von der Bundesregierung und der Industrie eingeschlagene konsequente Weg bei der Entwicklung und Erprobung des Magnetschnellbahnsystems mit dem Ziel einer ersten Anwendungstrecke in Deutschland konsequent weiterverfolgt wird. Nur so kann der Vorsprung von Deutschland auf diesem High Tech-Gebiet gegenüber Japan und Amerika erhalten werden. □

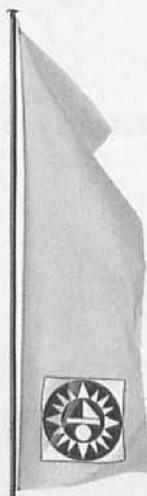
# 1993. EUROPA HAT VIELE TERMINE.



BAU  
19. - 24. JAN. 1993



INHORGENTA  
MÜNCHEN  
5. - 8. FEB. 1993



C-B-R MÜNCHEN  
6. - 14. FEB. 1993



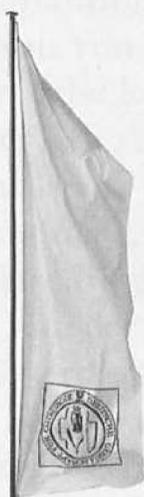
MODE-WOCHE-  
MÜNCHEN  
14. - 16. FEB. 1993



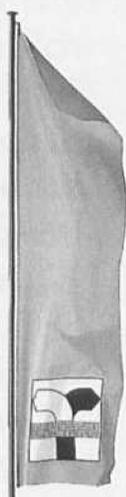
ISPO FRÜHJAHR  
25. - 28. FEB. 1993



IHM  
13. - 21. MÄRZ 1993



110. KONGRESS  
DEUTSCHE  
GESELLSCHAFT  
FÜR CHIRURGIE  
14. - 17. APRIL 1993



IFAT  
11. - 15. MAI 1993



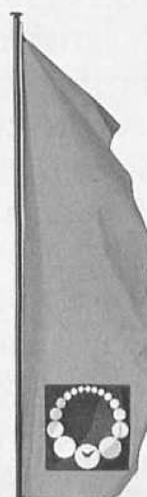
LASER  
21. - 25. JUNI 1993



MODE-WOCHE-  
MÜNCHEN  
15. - 17. AUG. 1993



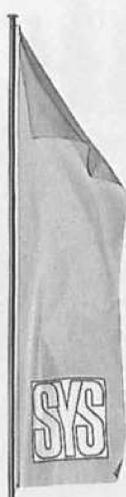
ISPO HERBST  
31. AUG. -  
3. SEPT. 1993



INHORGENTA-  
HERBST MÜNCHEN  
11. - 13. SEPT. 1993



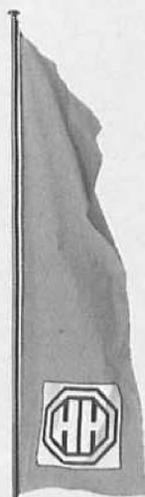
DRINKTEC-  
INTERBRAU  
24. SEPT. -  
1. OKT. 1993



SYSTEMS  
18. - 22. OKT. 1993



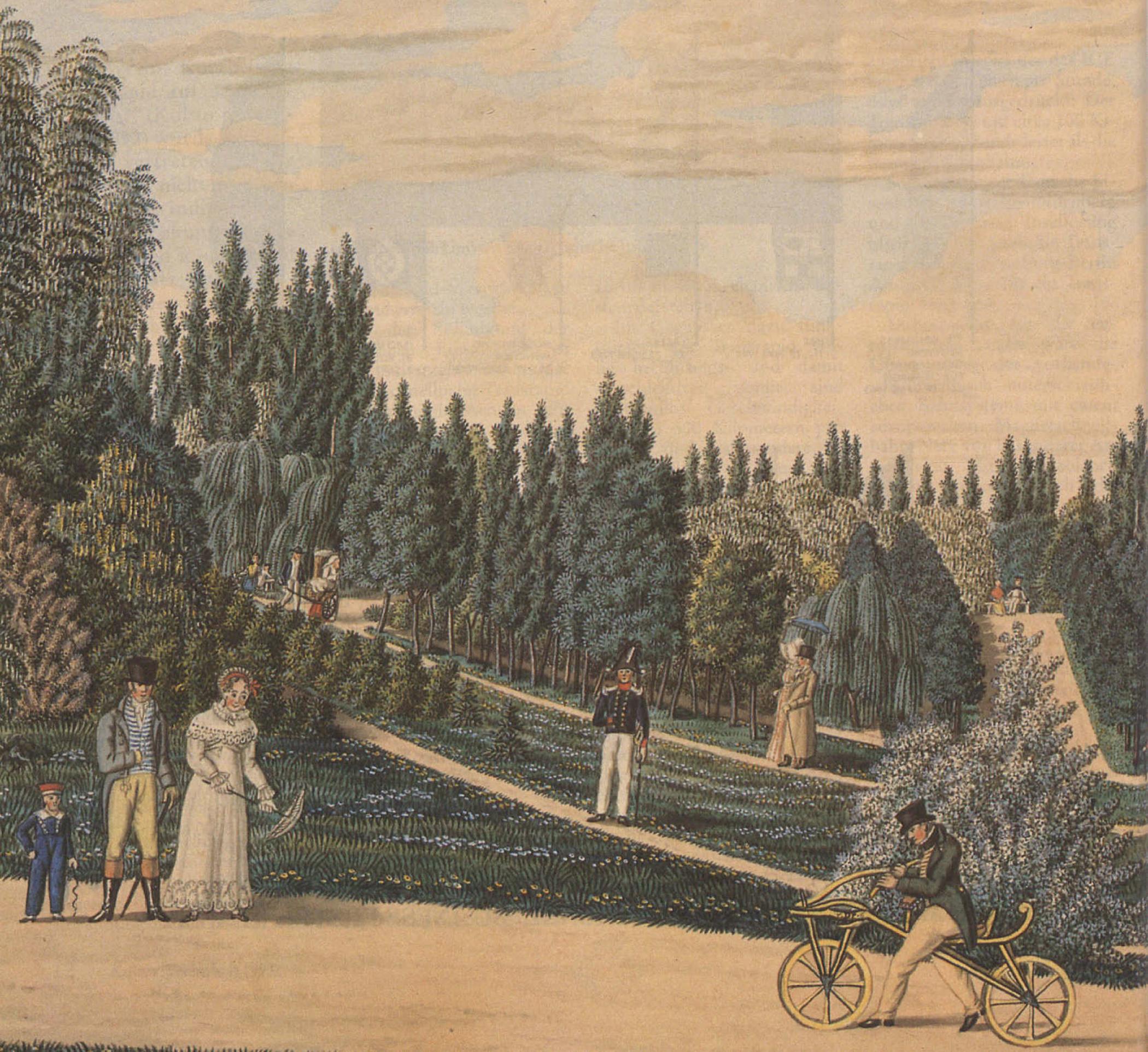
PRODUCTRONICA  
9. - 13. NOV. 1993



16. HEIM +  
HANDWERK  
27. NOV. -  
5. DEZ. 1993

Einige der wichtigsten finden in München statt. Denn der Messeplatz München, im Herzen Europas, bietet einfach mehr. In München treffen sich internationale Fachleute und Entscheider der Weltwirtschaft – ein erstklassiges, kompetentes Fachpublikum. Münchener Messen sind immer perfekt durchgeführte Fachmessen mit klar definierten Zielmärkten – für Besucher genauso wie für Aussteller. Hier sind Sie eben zur rechten Zeit am rechten Ort. Kommen Sie zu den Münchener Messen – damit aus Terminplänen Erfolge werden. Fragen Sie uns, wir informieren Sie gerne: Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, Postfach 121009, D-8000 München 12, Telefon 089/51 07-0.

Eine „Draisine“ vor dem Park der  
Großherzogin von Baden in  
Mannheim. Aquarell des Mann-  
heimer Malers Joseph Paul Karg  
aus dem Jahr 1820.



# REVOLUTION AUF RÄDERN

## Die Neuentdeckung des Erfinders Karl von Drais

VON HANS-ERHARD LESSING

Lange Zeit waren die meisten Darstellungen des Mannheimer Erfinders Karl von Drais von Verächtlichkeit geprägt. Er habe keinen Erfolg gehabt, sei mit der Zeit zum Clochard verkommen, und auch die Priorität bei der Erfindung der „Laufmaschine“ wurde ihm streitig gemacht. 175 Jahre nach dem Bau der ersten Draisine im Jahr 1817 wird ein gerechteres Bild gezeichnet: Seine innovative Erfindung hatte keine Vorläufer, und die schicksalhaften Begleitumstände seines Lebens erscheinen in anderem Licht.

Der Freiherr von Drais, welcher nach glaubwürdigen Zeugnissen Donnerstag, den 12ten Juni des Jahres, mit der neuesten Gattung der von ihm erfundenen Fahrmaschine ohne Pferd von Mannheim bis an das Schwetzingen Relaishaus und wieder zurück, also 4 Poststunden Wegs in einer Stunde Zeit gefahren ist, hat mit der nämlichen Maschine den steilen, zwei Stunden betragenden Gebirgsweg von Gernsbach hierher in ungefähr einer Stunde zurückgelegt und auch hier mehrere Kunstliebhaber von der großen Schnelligkeit dieser sehr interessanten Fahrmaschine überzeugt.“ Das Badenwochenblatt des Kurorts Baden-Baden hat mit dieser Meldung 1817 den Beginn einer Entwicklung dokumentiert, die heute in alle Lebensbereiche eingreift und nicht zuletzt häufig zu Stauungen auf der Autobahn bei Baden-Baden führt.



Möglicherweise das Porträt von Karl von Drais. Gemälde von C. Ph. Schwab, 1824.

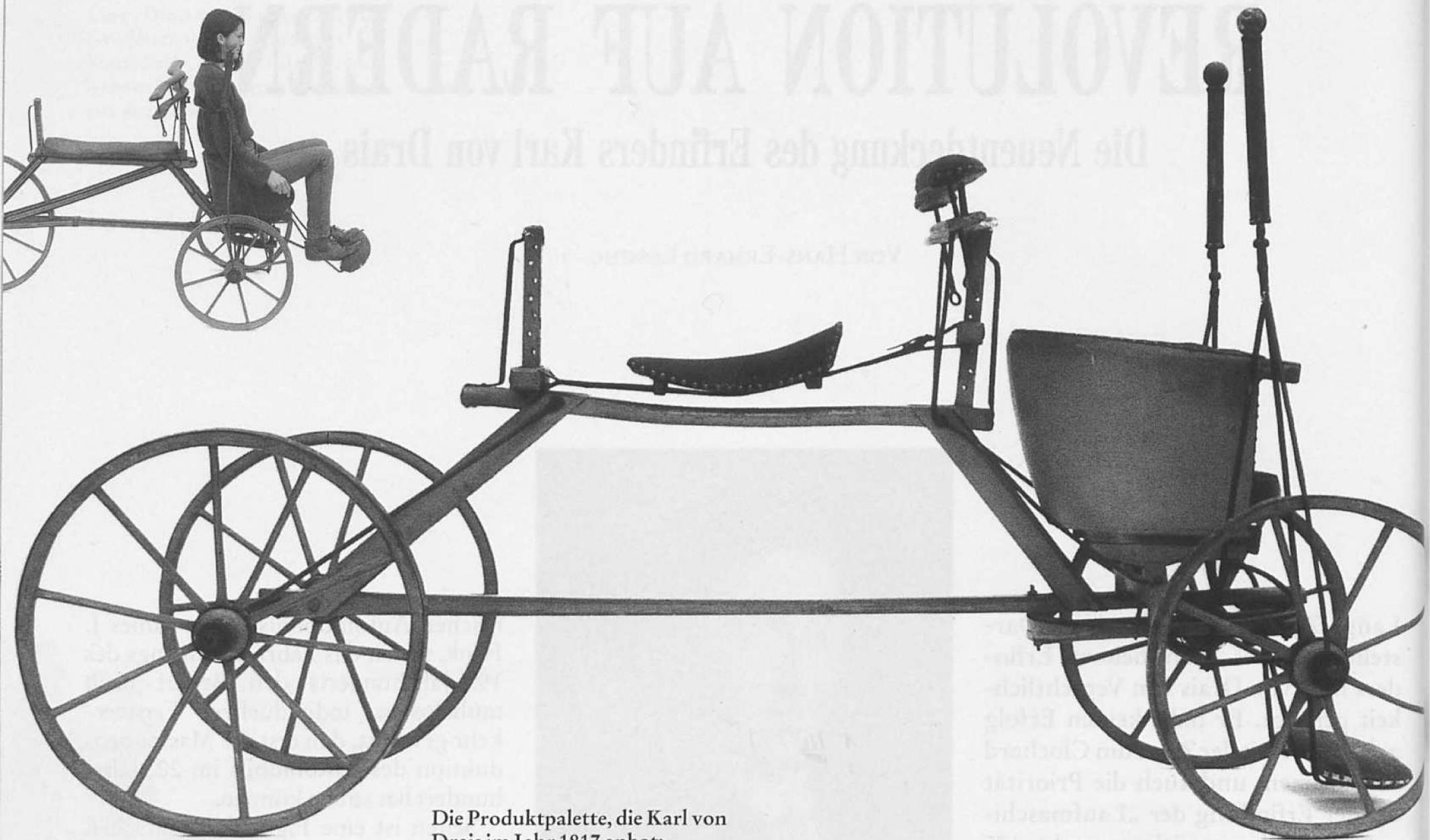
Mit der weltweiten Verbreitung der Zweiräder als Fahrräder oder Motorräder, die bald Milliardenhöhe erreicht, ist auch das Interesse an der Geschichte des Individualverkehrs ohne Pferd wiedererwacht. In all dem Wust von Prioritätsschwindeln aus viktorianischer Zeit, als sich die zweiradproduzierenden Nationen auf ihren Messen mit einem eigenen Erfinder des „ersten wirklichen Fahrrads“ schmücken wollten, wird erst jetzt allmählich die Basisinnovation des Karl von Drais international anerkannt. Auch in den meisten Büchern der Automobilgeschichte klappt zwischen Cugnotschem Dampfwagen und Benz-Dreirad eine 100jährige Lücke, wo – wenn es mit rechten Dingen zuginge – die Entwicklung des Zweirads abgehandelt werden müsste. Denn folgt man dem amerika-

nischen Automobilhistoriker James J. Flink, so hat das Fahrrad ausgangs des 19. Jahrhunderts den Bedarf nach mühelosem, individuellem Fernverkehr geweckt, den erst die Massenproduktion des Automobils im 20. Jahrhundert stillen können.

Selten ist eine Figur der deutschen Technikgeschichte so verächtlich gemacht worden wie Karl von Drais (1785 bis 1851). Ursache ist die weite Verbreitung der *Lux-Lesebögen* der Nachkriegszeit, in deren Nummer über von Drais die romanhaften Geschichtsklitterungen des Schriftstellers Rudolf Eger nochmals ausgewalzt wurden. Seither gilt der Erfinder als Clochard, der es versäumt habe, zu Lebzeiten den ach so kleinen Schritt zum Fahrrad von heute zu tun – ein unsinniger Vorwurf von der Qualität der Frage, warum Karl Benz nicht gleich noch ein Porsche-Cabriolet gebaut habe.

Zum 200jährigen Geburtstag jedoch erschien endlich die quellenreiche Monographie von Michael Rauck, und die Städte Karlsruhe und Mannheim zeigten eine Sonderausstellung, die Karl von Drais als ernstzunehmendes Multitalent rehabilitierte. Aber noch die gleichzeitig erschienene Biographie von Hermann Ebeling schwankt ständig zwischen Rehabilitierung und weiterer Verächtlichmachung. Klarheit schaffen nun die Internationalen Konferenzen zur Fahrradgeschichte, deren dritte 1992 in Deutschland stattfand.

Nicht nur mangelnde Solidarität der Deutschen, auch das Wesen der Zwei-



Die Produktpalette, die Karl von Drais im Jahr 1817 anbot: vier-, drei- und zweirädrige (rechte Seite) Fortbewegungsmaschinen.

rad-Erfindung selbst hat die internationale Anerkennung für Karl von Drais erschwert. Die Autoren der Prachtbände zur Fahrradgeschichte tappen im Dunkeln, wenn sie die Geschichte der Muskelkraft-Fahrzeuge einbinden – diese brauchte Karl von Drais nicht mehr zu erfinden. Auch die Erfindung der Lenkung ihm zuzuschreiben, ist falsch. Dies kam erst auf, nachdem Baudry de Saunier in seiner französischen Velozipedgeschichte von 1891 behauptet hatte, es habe schon zu Revolutionszeiten 1791 nichtlenkbare Zweiräder namens *Célérifère* eines Comte de Sivrac gegeben – nur Artisten können auf so etwas das Gleichgewicht halten. Eine linguistische Dissertation an der Sorbonne wies 1950 nach, daß es sich hier um eine Verwechslung mit einer vierrädrigen Eilkutsche namens *Célérifer* handelte, für die ein Jean Sievrac 1818 ein Importprivileg beantragt hatte.

Dieser „Comte“ geistert noch immer als Zweiraderfinder durch die Nachschlagewerke. Das *Germanische Nationalmuseum* in Nürnberg muß

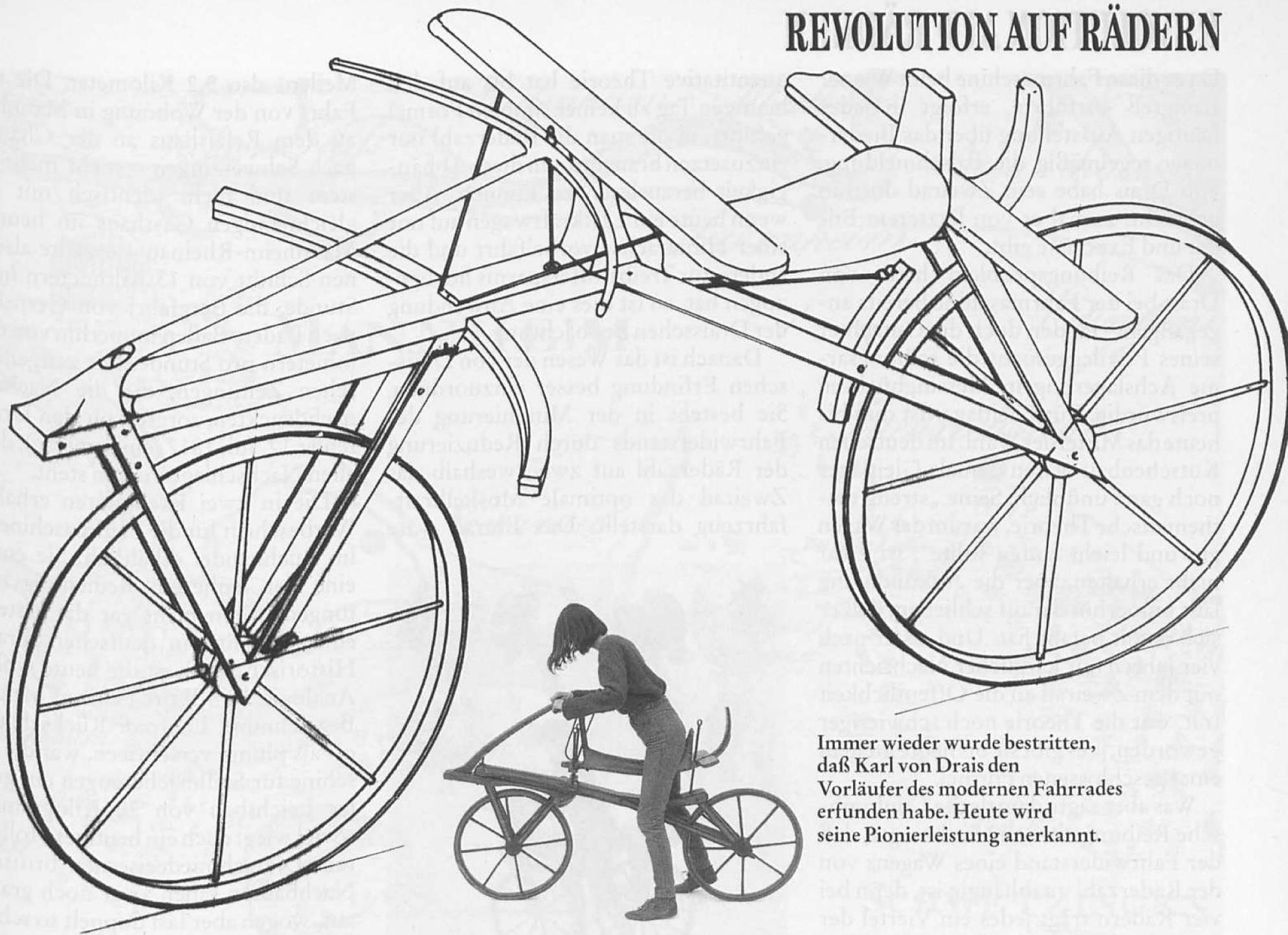
damals – glaubt man den Radsportzeitschriften der Zeit – einen faustdicken Gegenschwindel lanciert haben, indem es angeblich noch ältere Nürnberger lenkungslose Zweiräder ausstellte, die fahruntauglich waren.

#### SCHREIBMASCHINEN WERDEN DIE TYPEWRITER NOCH HEUTE GENANNT

Verlassen wir den ungunstigen nationalistischen Prioritätenstreit der Jahrhundertwende und wenden uns den Mannheimer Erfindungen des Beamtensohns zu, die er immer als Maschinen für die jeweilige Verwendung benannte: Fahrmaschine, Tauchmaschine, Verwandlungsmaschine, Laufmaschine, Schreibmaschine – so nennen wir den späteren Typewriter aus Amerika noch heute. Wohl noch von seinen Universitätslehrern, den Technologen an der Universität Heidelberg beeinflusst, begann sich Karl von Drais mit der Theorie der Kutschwagen zu befassen, die damals in mehreren Monographien breit diskutiert wurde. Ergebnis

war die „Fahrmaschine“, ein vierrädriger Wagen für zwei Personen, von dem kein Bild, aber die Beschreibung aus dem badischen Privileggesuch von 1813 erhalten ist. Von den zwei Insassen lenkte der vordere mittels zweier vertikaler Stangen, die zum Vorspannen eines Pferds am Berg abgelassen wurden und dann als Deichseln dienten. Der hintere trat mit den Füßen in die als Kurbelwelle ausgebildete Hinterachse.

Hier war also der Fußkurbelantrieb, den beim Zweirad dann nicht angewandt zu haben heute die Feuilletonisten dem Erfinder ankreiden. Nach heutigem Erkenntnisstand braucht der Mensch auf dem Fahrrad eine Entfaltung von fünf bis sieben Metern, das heißt, so weit muß er mit einer Kurbelumdrehung fahren, um einigermaßen bequem zu treten. Drais' Fahrmaschine hätte demnach einen Raddurchmesser von zwei bis drei Metern (statt 60 Zentimetern) haben müssen, um leicht zu fahren – von anderen Erleichterungen wie Luftbereifung oder Kugellagern, die wir heute kennen, ganz zu schweigen!



Immer wieder wurde bestritten, daß Karl von Drais den Vorläufer des modernen Fahrrades erfunden habe. Heute wird seine Pionierleistung anerkannt.

## Laufmaschinen-Fans unter sich

Als von Drais 1817 seine Druckschrift herausbrachte, erschien schon von einem Mechanikus Bauer in Nürnberg eine Beschreibung des Draisschen Zweirads mit einer „Verbesserung“ durch Bauer: ein mühseliger Handantrieb, der den Rückschritt zum Dreirad erforderlich machte! Dem Exemplar der Wolfenbütteler Bibliothek ist der folgende Brief beigeheftet, möglicherweise an den Herzog von Braunschweig gerichtet.

Euer Wohlgeboren,  
 sende ich anliegend nicht nur eine Zeichnung der v. Drais'schen Laufmaschine, sondern ein ganzes Werkzeug, was die genaue Beschreibung und Anleitung derselben enthält.

Die Erfahrung hat mich bereits gelehrt, daß je einfacher diese Maschine ist, desto besser und leichter in der Anwendung. Das hintere hohe Rad würde nicht nur die Maschine er-

schweren, sondern auch noch eine ganz entgegengesetzte Wirkung zustandebringen, da die vorzüglichste Last nicht auf demselben, sondern dem vorderen ruht – und aber dort auch von hinten hindern, indem Sie beim Niedersetzen der Füße – oder die Maschine müßte sehr lang sein – dagegen anstoßen würden.

Schon Mehrere haben Verbesserungen an dieser Maschine versucht – und ich selbst – bin aber jetzt ganz darauf zurückgekommen, daß sie so, wie sie in der Zeichnung angegeben, am besten und somit müßigsten ist. Die von dem H. Bauer vorgeschlagene mit der Jungnickelschen Gabel ist in der Ausübung auch nicht viel wert und ermüdet bei weitem mehr – ich habe es versucht –, da die Hände und Arme hier die Hauptarbeit haben, aber die Drais'sche Maschine eben die Fußbewegung die natürlichste, weil sie uns angeboren ist.

Zur mehreren Bequemlichkeit kann der Sitz in Federn hängen u. ich habe selbst wohl eine solche; und wenn das *vordere Rad* einen halben Fuß höher als das hintere ist, mit diesem läuft sich sehr leicht, da wie gesagt das vordere und nicht das hintere Rad – wie Ihnen beim Gebrauch die Erfahrung lehren wird – die Hauptlast zu tragen hat. Indessen gebe ich auch der Drais'schen den Vorzug – wegen ihrer Einfachheit und wenigen Künstlichkeit. Auch darf die Maschine *nicht kürzer* sein – das heißt – die Räder müssen nicht näher zusammengebracht werden – die Maschine läuft dann nicht so leicht, wie ich auch die Erfahrung gemacht habe.

Mit aller Hochachtung

Euer Wohlgeboren ergebenster  
 D(üssel)dorf, im März 1818

*Meurerbrecher*

# REVOLUTION AUF RÄDERN

Da er diese Fahrmaschine beim Wiener Kongreß vorführte, erfolgt in jeder heutigen Ausstellung über das Biedermeier regelmäßig die Falschmeldung, von Drais habe sein Zweirad dorthin gebracht, zumal es von letzterem Bilder und Exponate gibt.

Das Reibungsproblem hatte von Drais bei der Fahrmaschine bereits angegangen – fanden doch die Gutachter seines Privilegesuchs die reibungsarme Achslagerung in Messingbüchsen preiswürdig. Für Gleitlager ist dies bis heute das Mittel der Wahl. Im deutschen Kutschenbau waren damals Gleitlager noch ganz unüblich. Seine „streng mathematische Theorie, warum der Wagen gut und leicht laufen sollte“, ist zwar nicht erhalten, aber die Ankündigung läßt immerhin darauf schließen, daß er sich damit befaßt hat. Und als er nach vier Jahren nur kärglicher Nachrichten mit dem Zweirad an die Öffentlichkeit trat, war die Theorie noch schwieriger geworden, ja es gibt sie bis heute nicht in einer geschlossenen Formel.

Was aber sagte damals die Coulombsche Reibungstheorie? Sie besagte, daß der Fahrwiderstand eines Wagens von der Räderzahl unabhängig ist, denn bei vier Rädern trägt jedes ein Viertel der Last, die Reibungskraft an jedem Rad ist proportional hierzu: Viermal addiert ergibt sich der Fahrwiderstand zu vier Vierteln. Bei zwei Rädern trägt jedes die halbe Last, der Fahrwiderstand ist zwei Halbe – also genau so groß wie beim gleichschweren Vierrad.

Karl von Drais muß in den Jahren nach 1813 entdeckt haben, daß dies nicht stimmt. Heute weiß man, daß infolge der nichtlinearen Wechselwirkung zwischen Untergrund und Rad das Zweirad weniger Fahrwiderstand hat als ein gleichschweres Drei- oder Vierrad.

Dafür, daß von Drais dies empirisch herausgefunden hat und möglicherweise systematisch die Räderzahl von vier auf drei und dann zwei Räder verringerte, gibt es kein Selbstzeugnis des Erfinders – wie so oft in der Technikgeschichte. Einen Hinweis gibt aber die Tatsache, daß er in seiner Werbeschrift von 1817 sogleich eine ganze Produktlinie von Zwei-, Drei- und Vierrädern anbietet und zugleich einschränkt, letztere „taugen nicht so gut zum Reisen auf den . . . Landstraßen“.

Nur so, eben qualitativ, vermochte er seine Beobachtung auszudrücken. Die

quantitative Theorie hat bis auf den heutigen Tag zu keiner simplen Formel geführt, in die man die Räderzahl nur einzusetzen brauchte, um diese Abhängigkeit herauslesen zu können. Aber wenn heute ein Lastkraftwagen auf nur einer Hinterachse vorbeifährt und die andere zur Treibstoffersparnis hochgezogen hat, so ist dies eine Anwendung der Draisschen Beobachtung.

Danach ist das Wesen der von Draisschen Erfindung besser einzuordnen. Sie besteht in der Minimierung des Fahrwiderstands durch Reduzierung der Räderzahl auf zwei, weshalb das Zweirad das optimale Muskelkraftfahrzeug darstellt. Das Einrad wäre



Aus einer Modezeitschrift: Student in altdeutscher Tracht auf einer Draisschen Laufmaschine.

zwar noch vorteilhafter, ist aber ungleich schwieriger zu balancieren. Ein Vergleich mit dem Energieaufwand der Fortbewegung im Tierreich zeigt sogar, daß der Mensch auf dem Fahrrad energiesparender vorwärtskommt als der Rest der Fauna, also etwa die Möwe oder der Lachs – immer vorausgesetzt, er hat einen guten Weg! Karl von Drais hat nach heutigem Kenntnisstand das Zweirad allein und ohne Vorbild erfunden.

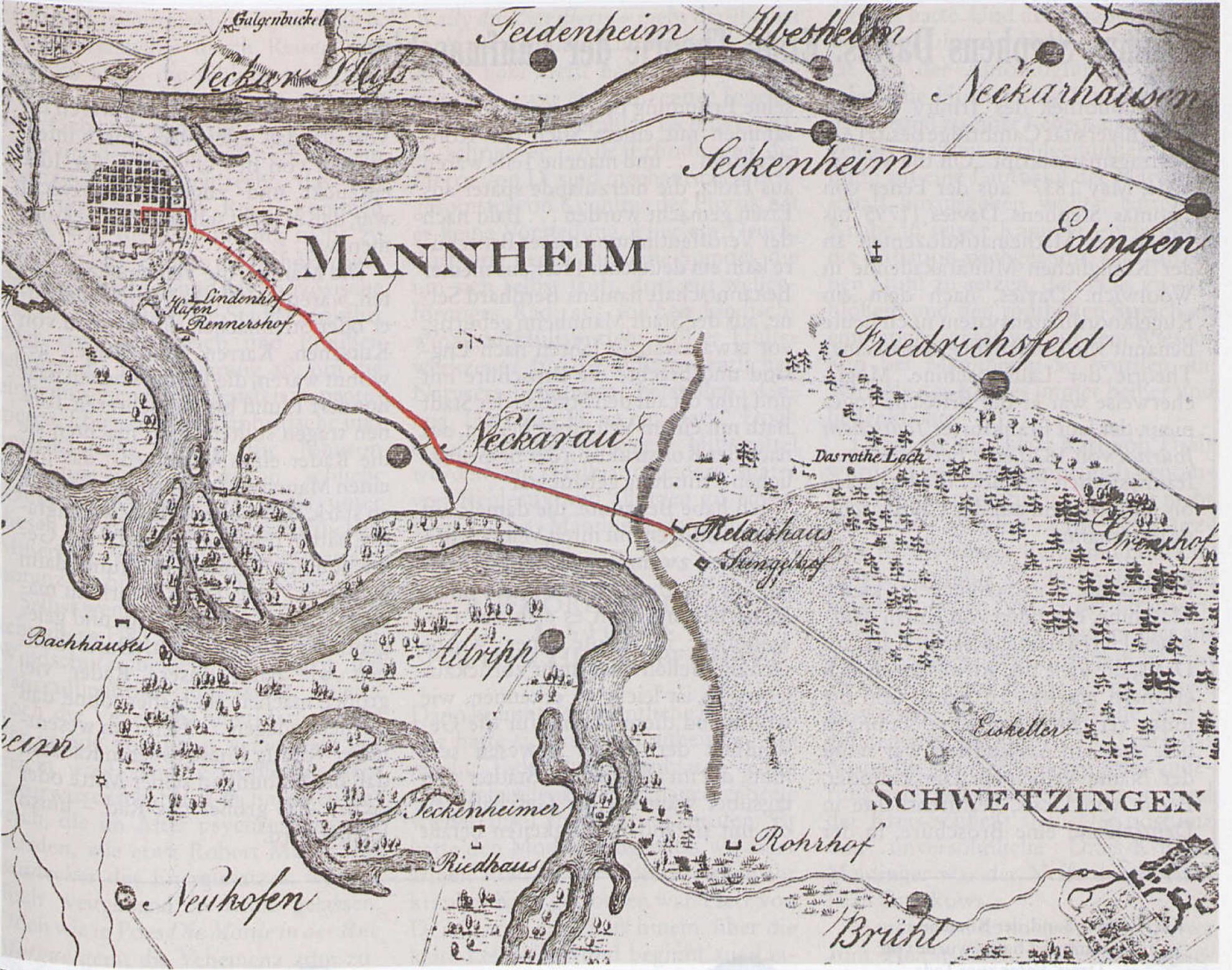
Die eingangs zitierte Zeitungsmeldung bedarf eines Kommentars. Obwohl noch von Fahrmaschine die Rede ist, geht aus dem restlichen Text hervor, daß es sich hier um das Zweirad handelt, dem der Erfinder erst im Herbst des Jahres den neuen Namen Laufmaschine gab. Eine Poststunde Wegs rechnete er selbst zu zwei englischen

Meilen, also 3,2 Kilometer. Die erste Fahrt von der Wohnung in Mannheim zu dem Relaishaus an der Chaussee nach Schwetzingen – nicht mehr existent und nicht identisch mit dem gleichnamigen Gasthaus im heutigen Mannheim-Rheinau – erzielte also einen Schnitt von 13 Kilometern in der Stunde, die Bergfahrt von Gernsbach nach Baden-Baden immerhin von 6 Kilometern pro Stunde. Die zeitgenössischen Zeitungen, die die Nachricht nachdruckten, sorgten für den Druckfehler 12. Juli 1817 (ein Samstag), der in allen Nachschlagewerken steht.

Die in zwei Exemplaren erhaltene Werbeschrift für die Laufmaschine war im Buchhandel erhältlich. Sie enthält eine der frühesten Bedienungsanleitungen, wenn nicht gar die erste für eine Maschine in deutscher Sprache. Historisch falsch ist die heute wohl in Analogie zum Wort Fahrrad benutzte Bezeichnung Laufrad. Rückschauend oft als plump verschrien, war die Maschine für Stellmacheraugen ein graziler Leichtbau von 20 Kilogramm – soviel wiegt auch ein heutiges Hollandrad. Die schmiedeeisernen britischen Nachbauten sahen zwar noch graziler aus, wogen aber fast doppelt so schwer. Die bald nach dem Erfinder Draisine genannte Maschine wurde nach Maß gefertigt: Der künftige Fahrer, damals Draisenreiter genannt, mußte seine Schritthöhe, damals Spaltlänge, angeben.

Ein exakt nach den Angaben der Werbeschrift gefertigtes Basismodell der Laufmaschine ist leider nicht mehr erhalten. Es wies eine Vielfalt von gut durchdachten Einzelheiten auf: Parkstützen, Reisetaschen, Gepäckträger oder Laterne. Mit der Hinterradbremse, damals Schleifsperr genannt, war Karl von Drais dem damaligen Kutschenbau weit voraus: Kutschen und Frachtwagen wurden allein von den Zugtieren gebremst, lediglich an Bergabfahrten benutzte man die Wege ruinierenden Schleppanker. Drais hat die Bremse denn auch auf der Zeichnung zum Schutz gegen unlicenzierten Nachbau hinter dem Bein des Draisenreiters versteckt, lediglich die Zugseilung zu ihrer Bedienung ist sichtbar. Tatsächlich hatten die Raubkopien, zum Beispiel in ganz England, deshalb keine Bremse.

Die Werbeschrift zeigt das ganze Dilemma, in der deutschen Kleinstaaterei



Bei seiner ersten Fahrt von seiner Mannheimer Wohnung zum Schwetzingener Relaishaus, das nicht in, sondern am Weg nach Schwetzingen lag, erreichte von Draiss 13 Kilometer pro Stunde.

Karte, in die die Steigungen der Gebirgsstraße von Gernsbach nach Baden-Baden eingetragen sind. Von Draiss legte sie am 12. Juni 1817 mit einer Geschwindigkeit von 6 Kilometern pro Stunde zurück.



## Thomas Stephens Davies: Erste Theorie der Laufmaschine

Die Bibliothek des Trinity College der Universität Cambridge besitzt ein Vortragsmanuskript „On the Velocipede, May 1837“ aus der Feder von Thomas Stephens Davies (1795 bis 1851), des Mathematikdozenten an der Königlichen Militärakademie in Woolwich. Davies, nach dem ein Kugelkoordinatensystem noch heute benannt wird, versuchte sich an einer Theorie der Laufmaschine. Möglicherweise war er der britische Ingenieur, der laut Frankfurter *Teutschem Journal* von 1820 eine Fernreise vom französischen Pau über die Pyrenäen bis nach Madrid auf der Laufmaschine unternahm.

Gentlemen, es gab einmal eine kleine Maschine, erfunden von einem deutschen Herrn namens Baron Karl von Drais, die viele der Anwesenden sich erinnern gesehen zu haben und die unter verschiedenen Bezeichnungen lief, aber am passendsten war wohl der Name Velociped. Der Erfinder, Baron von Drais, veröffentlichte in Deutschland eine Broschüre, in der

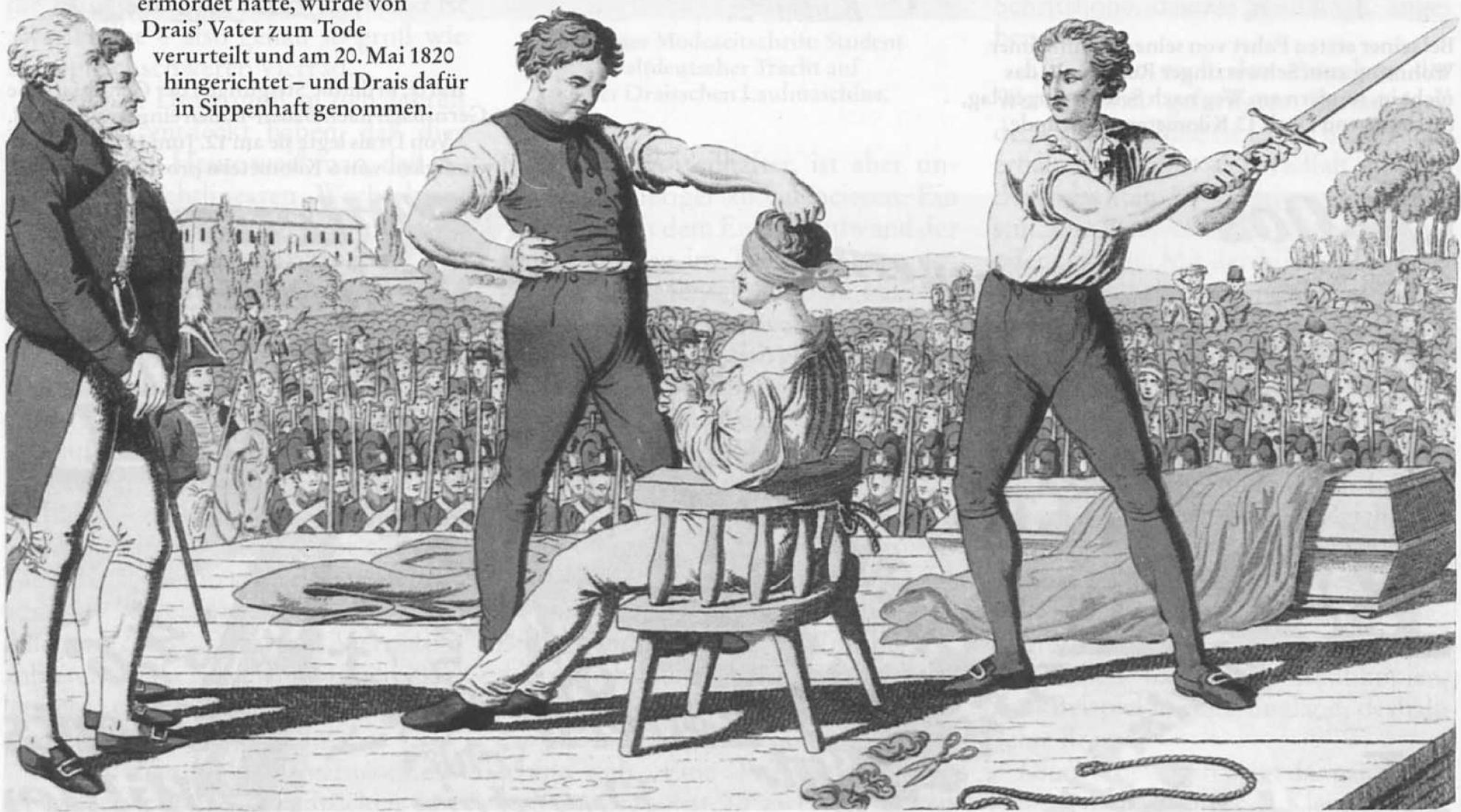
seine Erfindung beschrieben war zusammen mit einem Stich der Konstruktion . . . und manche Teile waren aus Holz, die hierzulande später aus Eisen gemacht wurden . . . Bald nach der Veröffentlichung dieser Broschüre kam ein deutscher Herr aus meiner Bekanntschaft namens Bernhard Seine, aus der Stadt Mannheim gebürtig, vor etwa zwanzig Jahren nach England und brachte die Broschüre mit und fuhr oft auf den Straßen der Stadt Bath mit einem Velociped herum, das nach der Konstruktion der ursprünglichen Erfindung gebaut war . . .

Ich habe Bekannte, die damals auf Landausflügen mit ihren Velocipeden zwischen zwanzig und dreißig Meilen am Tag fuhren, und viele junge Menschen machten es sich zur Gewohnheit, im Laufe einer Woche sechzig Meilen oder mehr zurückzulegen. Es ist leicht zu erkennen, wie wohltuend diese Übung für die Gesundheit der Fahrer gewesen sein muß, die im allgemeinen Städter und tagsüber während der Geschäftszeit oft mit sitzenden Tätigkeiten befaßt

waren . . . So einleuchtend waren die Vorteile, daß jeder mechanisch interessierte von der Genialität der Idee entzückt und zugleich überrascht war, daß er nicht selbst darauf gekommen war . . .

Die Männer, die Velocipede machten, waren gewöhnlich Kutschenbauer oder Stellmacher, die den Bau von Kutschen, Karren oder Wagen gewohnt waren, die Lasten von ein paar hundert Pfund bis zu mehreren Tonnen tragen sollten. Also machten sie die Räder eines Velocipeds, das nur einen Mann tragen sollte, gewöhnlich so stark, daß sie gern das Zwanzigfache hätten tragen können. Ist das Gewicht eines Mannes 120 Pfund, dann genügt es, jedes Rad so stark zu machen, daß es 60 Pfund trägt und gelegentliche Stöße aushält. Dafür können wir dann unsere Räder viel größer machen als bisher, ohne daß sie mehr wiegen . . . Denn ein wesentlicher Vorzug eines größeren Rads ist, daß die Reibung in seiner Mitte oder Achse – je größer das Rad – umso kleiner wird.

Karl Ludwig Sand, der Kotzebue ermordet hatte, wurde von Drais' Vater zum Tode verurteilt und am 20. Mai 1820 hingerichtet – und Drais dafür in Sippenhaft genommen.



geistiges Eigentum schützen zu wollen. Goethe versuchte durch Reisen von Staat zu Staat, die schlimmsten Auswüchse der Raubdrucker zu unterbinden. Genauso widerfuhr es Karl von Drais mit der Laufmaschine. Ohne ein überregionales Patentrecht, das erst 1870 im Deutschen Reich kommen sollte, war diese Erfindung nicht zu schützen. Er erhielt ein zehnjähriges Privileg für Baden und das französische Patent, aber schon die Stadt Frankfurt oder etwa Österreich und Preußen lehnten die Privilegierung ab, um die einheimischen Raubkopisten zu protegieren. Ebenso waren das britische und amerikanische Patent für Johnson beziehungsweise Clarkson schlicht Raubpatente. Karl von Drais unter diesen Umständen wirtschaftlichen Mißerfolg vorzuwerfen, zeugt von Ignoranz der historischen Verhältnisse.

Selbst wenn man allen Gelegenheits-schreibern Haß auf die Techniker oder Windschutzscheibenoptik gegen die Fahrradbenutzer unterstellt, bleibt doch die Vehemenz unerklärlich, mit der gerade von Drais verächtlich gemacht wird. Andere Köpfe aus dem naturwissenschaftlich-technischen Bereich, die im Alter psychisch instabil wurden, wie etwa Robert Mayer, der Entdecker des Energiesatzes, werden doch weitgehend in Ruhe gelassen. Doch wie in Poes *Die Morde in der Rue Morgue* gerät die Vehemenz zum zusätzlichen Indiz: Es muß noch etwas anderes gewesen sein.

Der Schlüssel liegt in einer Annonce des Erfinders in *Cotta's Deutschem Courier* vom 22. 12. 1837: „Das in Stuttgart herausgekommene Buch ‚Die Zeitgenossen, ihre Schicksale, ihre Tendenzen, ihre großen Charaktere‘ von Edward Lytton Bulwer enthält ein Gemisch von sehr entstellten Erzählungen und totalen Lügen. Ich warne daher das Publikum, den Inhalt dieses Buches für Wahrheit zu halten.“ Die Nachprüfung ergab dann nicht nur, daß hier ein heimtückischer Rufmord in Buchform lanciert worden war, sondern auch, daß der wahre Autor, der jungdeutsche Schriftsteller Karl Gutzkow (1811 bis 1878), sich hinter dem Namen des damals beliebten britischen Romanciers versteckt hatte, um die politische Zensur zu unterlaufen.

Gutzkow war im Mannheimer Gefängnis eingesperrt, verurteilt wegen „Pornographie“ in seinem Roman

*Wally die Zweiflerin* – mehr darüber ist in Arno Schmidts Rundfunkessay *Der Ritter vom Geist* nachzulesen. Gutzkow war zwar ein glänzender Journalist, aber ein miserabler Techniker. Also schrieb er: „Alle Erfindungen des Herrn von D. sind mechanische Hirngespinnste; von Kenntnis der Physik hat er keine Vorstellung. Hier ein Druck, dort eine Feder, hier eine Spindel, die um sich selbst läuft, dort ein wellenförmiges Rad; aus solchen kindisch-winzigen Hilfsmitteln will er Hilfswerkzeuge für die außerordentlichen Naturerscheinungen herstellen. Genug, Herr von D. ist ein Narr.“ Doch diese kindisch-winzigen Hilfsmittel wurden ein Halbjahrhundert später von Reuleaux und anderen zu einem System der Maschinenelemente zusammengestellt!

## RUFMORD AN DRAIS ALS FOLGE POLITISCHER SIPPENHAFT

Dann kommt der eigentliche Rufmord: „Er hatte sich nämlich anheischig gemacht, Todte durch Einblasen seines Odems frisch nach ausgehauchter Seele wieder ins Leben zurückzurufen. Er hatte den Moment abgepaßt, wo einer armen Frau in der Vorstadt eben ihr krankes Kind gestorben war. Herr von D. stürzt in das Haus hinein, über die kalte Leiche her und beginnt aus Leibeskräften ihrem krampfhaft offenstehenden Munde seinen Athem einzublasen.“ Dafür sei er ins Mannheimer Gefängnis geworfen worden. Karl von Drais war aber nachweislich nie dort inhaftiert – also liegt auch der Umkehrschluß nahe, daß dieses Melodram frei erfunden ist.

Aliquid semper haeret – etwas bleibt immer hängen –, und Gutzkows Rechnung ging auf. Der nach dem Tod des Vaters ohnehin labile, alleinlebende Alkoholiker wird degradiert, nächtens mißhandelt und schließlich in das Dorf Waldkatzenbach im Odenwald verbannt.

Der Vater, Präsident des Oberhofgerichts, ist denn auch das „missing link“ in der Erklärung der Gutzkowschen Motive. Hatte er doch damals 1819 die Begnadigung des Theologiestudenten Sand abgelehnt, der in einem Akt der „Volksrache“ den Stückeschreiber und Gegner der Burschenschaften, Kotzebue, in Mannheim er-

mordet hatte. Und der junge Gutzkow war ein glühender Verehrer Sands. Zitat aus der Autobiographie: „Hatte schon die Hinrichtung Ludwig Sands den Grund zu einer Lebensanschauung gelegt, die mit wohlgenügender Ergebung auf eine Laufbahn der Märtyrerschaft hinausgehen wollte; hatte der Knabe in seiner Kammer – wie oft! – die Situation nachgeahmt: sich auf einen Stuhl zu setzen, den Hals zu entblößen; und den tödtlichen Streich zu empfangen, grade wie auf dem Wiesenrain bei Mannheim; so wurden die Wirrsale des Kopfes immer heißer und bedenklicher.“

Damit ist nun klar: Karl von Drais wurde in politische Sippenhaft genommen für den mächtigen Vater, der nicht mehr lebte. An ihm rächte sich Gutzkow für die Verurteilung und Hinrichtung seines Idols. Da die Studenten die hauptsächlichen Nutzer der Draisinen waren, der Vater des Erfinders aber auf der Gegenseite stand, muß Karl von Drais, den seine Briefe als progressiv ausweisen, 1819 zwischen alle Stühle geraten sein. Dies dürfte 1820 auch das Motiv für seine zeitweilige Auswanderung nach Brasilien gewesen sein. Und der Kreis schließt sich: Der postume und unversöhnliche Drais-Kritiker Meidinger war der Neffe der zweiten Frau Gutzkows.

Manches wäre noch zu sagen, etwa zum Heiratsverzicht aller Drais-Geschwister wegen der Epilepsie des Vaters. Hier sollte vor allem eine Lanze gebrochen werden für die technisch und historisch richtige Würdigung einer Basisinnovation. Der Eros eines Erfinders für die Gesellschaft besteht nicht in seiner Kunst, ein schönes Leben zu führen, sondern in der Bereitstellung einer Problemlösung, die der Gesellschaft ermöglicht, ihre Zukunft zu meistern. □

### Der Autor

*Hans-Erhard Lessing*, geboren im Jahr 1938, Prof. Dr. rer. nat., promovierte und habilitierte sich in Physikalischer Chemie. Nach vierjähriger Tätigkeit am Landesmuseum für Technik und Arbeit in Mannheim wechselte er zum Zentrum für Kunst und Medientechnologie in Karlsruhe, wo er die begleitende Forschung betreut.

Stonhenge, im dritten Jahrtausend v. Chr. entstanden, wird heute allgemein als kultische Kalenderanlage der Megalithzeit interpretiert.

# ZEITZEICHEN

Von Hartmut Petzold

## Entstehung und Wandel des Bewußtseins von Zeit

Zeitbewußtsein reicht in prähistorische Zeiten zurück. Zeitmessung aber ist ein Erbe der Aufklärung, das in den modernen Industriegesellschaften besondere Bedeutung erlangt hat. Der Zeitbegriff stammt aus der Beobachtung von Natur. Im Zeitalter der Hochtechnik ist nicht zuletzt entscheidend, wie „Gleichzeitigkeit“ informationstechnisch zu bewerkstelligen sei.

Man kann wohl sagen, daß Albert Einstein die Auseinandersetzung mit der Natur in unserem Jahrhundert nachhaltig geprägt hat. Die Ersetzung der Newtonschen Vorstellung von der Zeit, die unabhängig von aller empirischen Erfahrung a priori stetig dahinfließt, durch die Vorstellung von der Zeit als „Denkweise“ der Menschen – so eine überlieferte Formulierung Einsteins – charakterisiert offenbar nicht nur das Denken einer

intellektuellen Elite, sondern zunehmend das der breiten Öffentlichkeit der hochindustrialisierten Gesellschaften in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts. Auch die Historiker sind dabei miteinbezogen – nicht nur, soweit es die Datierung innerhalb historischer Zeiträume betrifft. Sie sind auch zuständig für die Erforschung der Geschichte der Zeitbestimmung und -messung inmitten des jeweiligen historisch-gesellschaftlichen Umfelds.

Die Frage nach dem technischen und historischen Wandel der Bestimmung der Zeit steht im direkten Zusammenhang mit der Frage nach dem Verhältnis der Zeit zur Natur.

Ist Zeit etwas Natürliches? Die auch heute noch populäre Vorstellung Newtons stellte Zeit und Raum als vorgegeben außerhalb der Naturbeobachtung, eine Vorstellung, die mit den Erkenntnissen der modernen Physik nicht mehr vereinbar war. Als „reich-

lich scholastisch“ bezeichnete sie der Mentor der theoretischen Physik, Arnold Sommerfeld, in seinen Vorlesungen. Zweifellos ist die Zeit jedoch elementarer Bestandteil dieses „Topos der europäischen Kultur“, als den der Philosoph Gernot Böhme die Natur begreifbar zu machen sucht.

Um auf einen weiteren Zugang zur Zeitvorstellung hinzuweisen, sei der Zivilisationsforscher Norbert Elias zitiert, der in den 70er Jahren formulierte: „Nicht ‚Mensch‘ und ‚Natur‘ als zwei getrennte Gegebenheiten, sondern ‚Menschen in der Natur‘ ist die Grundvorstellung, derer man bedarf,



Die Gesamtanlage von Stonehenge.

um ‚Zeit‘ zu verstehen.“ Elias erklärt: „So erleichtert das Bemühen darum herauszufinden, was es mit der Zeit auf sich hat, auch das Verständnis dafür, daß die Zweiteilung der Welt in die ‚Natur‘, das Forschungsgebiet der Naturwissenschaften, und die menschlichen Gesellschaften, das Forschungsgebiet der Sozial- oder Menschenwissenschaften, eine Spaltung der Welt vortäuscht, die das Kunstprodukt einer wissenschaftlichen Fehlentwicklung ist.“

Die Darstellung in populärwissenschaftlichen Büchern über die Sonnenuhr, etwa dem von Arnold Zenkert, wird offenbar einer Uhrenart ohne berühmte Erfinder in besonderer Weise gerecht.

Zenkerts Buch beginnt mit einem geschichtlichen Abriss, an dessen Anfang die Vermutung geäußert wird, daß „der beständige Wechsel zwischen Tag und Nacht, die Veränderung des Sonnenstandes während des Tages und im Wechsel der Jahreszeiten ... die ersten Naturerscheinungen gewesen sein“

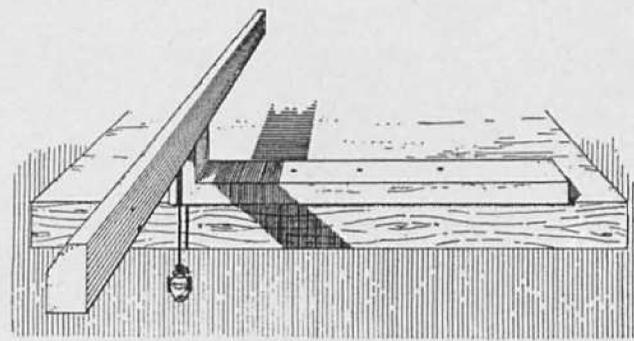


Auf Borneo wurde die Pflanzzeit für den Reis anhand der Schattenlänge festgestellt, 1912.

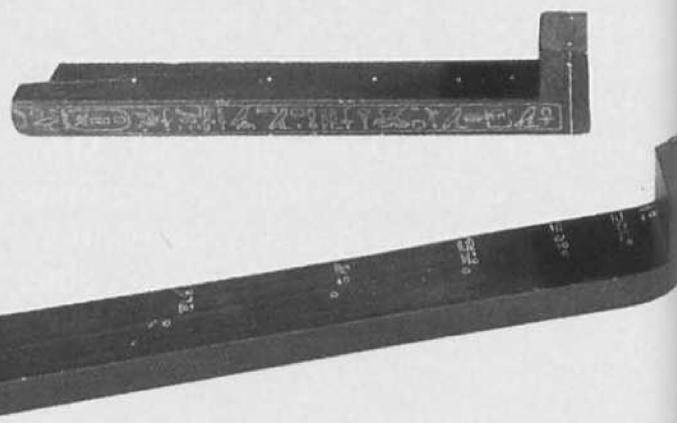
dürften, „die die Menschen bewußt wahrgenommen und über die sie sich schon frühzeitig Gedanken gemacht haben“. Diese Vermutung wird wohl für immer den Stand der Wissenschaft repräsentieren. Hier geht Geschichte in Anthropologie über: „Der Mensch“ steht „der Natur“ gegenüber. Es handelt sich hier offenbar um nichts weniger als um die Beschreibung der Entdeckung der Zeit – im Sinne eines Naturzustands oder eben auch im Sinne einer menschlichen Denkweise. Quellen gibt es nicht.

Arnold Zenkert fährt fort mit der Erwähnung der Anlage von Stonehenge, deren Entstehung in das dritte Jahrtausend vor Christus datiert wird – auch das wissenschaftliche Datieren ist eine moderne Umgangsform mit der Zeit –, und er stellt mit Recht fest, daß Anlagen wie Stonehenge, die

vielleicht eher als Kalender denn als Uhr verstanden werden, „für eingehende Naturbeobachtungen sprechen“. Stonehenge stellt als Artefakt eine historische Quelle dar – im übrigen eine ausgesprochen technikgeschichtliche Quelle –, an deren Interpretation sich die Gemüter nach wie vor erhitzen.



Sonnenuhr mit waagerechter Auffangfläche im Gebrauch (oben). Rekonstruktion einer Sonnenuhr aus der Zeit Thutmosis III., erste Hälfte des 15. Jh. v. Chr. (unten).



Bei den Interpretationen spielen die Berechnungen der Perioden von Sonnen- und Mondfinsternissen eine entscheidende Rolle. Ihre Abstände betragen – und betrogen auch in der Megalithzeit – Jahre und Jahrzehnte. Was heute in wenigen Minuten berechnet und aufgeschrieben werden kann, entstand damals vermutlich in jahrzehntelanger Naturbeobachtung, tradiert über viele Generationen und Jahrhunderte.

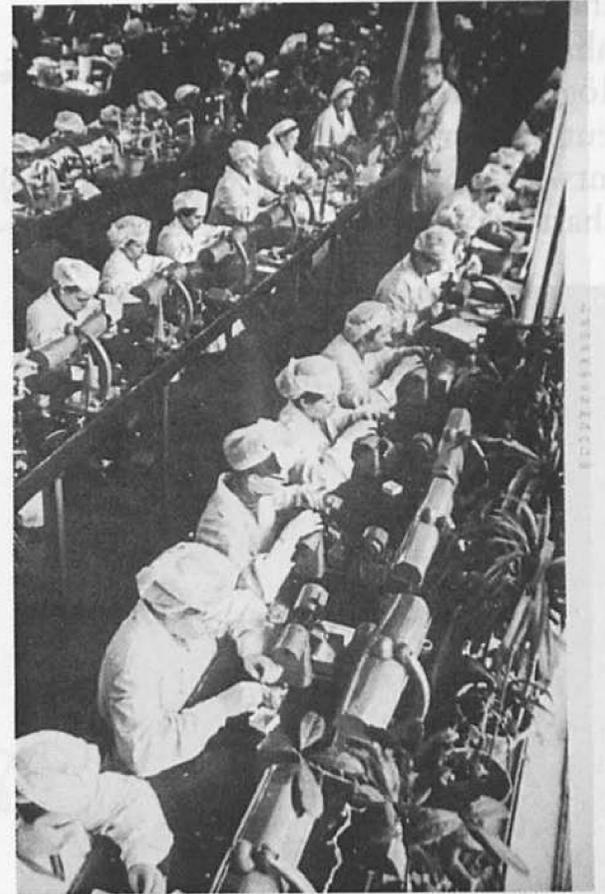
Aus der altägyptischen Gesellschaft sind uns einfache Sonnenuhren bekannt, deren Entstehung und Gebrauch auf das Jahr 1500 vor Christus geschätzt werden. Kann man sie mit Stonehenge vergleichen? Interpretiert als informationstechnisches Gerät, kann man eines sagen: Stonehenge war – und ist bis heute – unbeweglich an einem festen Platz aufgebaut – eine Kultstätte. Dabei hat sich der Kult im Lauf der Jahrtausende gewandelt. Ohne Zweifel pilgern heute viel mehr Menschen dorthin, als es in der uns wenig zugänglichen Megalithzeit der Fall war: offenbar nicht zuletzt gerade deshalb, weil die ursprünglich hier zum Artefakt gewordenen Ideen lange verloren gegangen sind.

Dagegen können die ägyptischen Sonnenuhren – heute wie damals – leicht transportiert werden. Es ist zumindest technisch möglich, daß sie an einem anderen Ort hergestellt worden sind als dem, an dem sie benutzt wurden. Auch sie werden heute als Museumsgegenstände gezeigt. Man kann annehmen, daß die bekannten Exemplare für eine größere Zahl stehen. In der organisierten ägyptischen Gesellschaft bestimmte man die Zeit an vielen Orten. Ein Vergleich der Ortszeiten war jedoch schwer möglich, weil die Entfernung informationstechnisch nicht schnell genug zu überbrücken war.

Eine nach wie vor verbreitete Meinung des von der Ideologie des technischen Fortschritts geprägten und als „gesund“ empfundenen Menschenverstands glaubt, daß die Sonnenuhr im Verlauf der historischen Zeit in immer genauer anzeigenden Konstruktionen weiterentwickelt wurde, um endlich durch die noch genauere mechanische Uhr abgelöst zu werden. Umgekehrt wird das historisch datierbare Artefakt Sonnenuhr zum Index des kulturellen Niveaus der Gesellschaften, welche sie hervorbrachten und benutzten. Sie eig-



Zwei Bilder aus der fabrikmäßigen Uhrenherstellung beleuchten den Gegensatz zwischen Individuum und Gesellschaft nicht unter dem Aspekt der Anwendung der Taschenuhr, sondern unter dem ihrer Herstellung. Das linke aus der Anfangszeit der mechanischen Fabrikation zeigt, wie die einzelne Taschenuhr, die später ihrem Besitzer eine individuelle Zeit liefern wird, fabrikmäßig produziert wird und – historisch gesehen – Bestandteil des Industrialisie-



rungsprozesses wurde. Das rechte zeigt die Arbeiterinnen einer Moskauer Taschenuhrenfabrik, die komplett aus den USA gekauft worden war und deren Uhren in verschiedene Länder, auch nach England und in die USA, exportiert wurden. Das Aufdröseln der dabei bestehenden vielschichtigen Raum-Zeit-Beziehungen und -kulturen, bei denen die Produzenten von Zeitmessern oft nicht mehr Herren ihrer Zeit sind, kann der Phantasie des Lesers überlassen werden.

nen sich als Quelle für die Rekonstruktion des theoretischen und ideellen Gebäudes, das aus der Beobachtung und Auseinandersetzung mit der Natur errichtet worden war. Dabei lassen sich Vergleiche zwischen den verschiedenen Gesellschaften zu bestimmten Zeitpunkten anstellen, die bis heute auf der Werteskala zwischen „primitiv“ und „höchstentwickelt“ eingetragen werden.

Die Interpretation von Sonnenuhren, die in unserer Zeit von unserer Gesellschaft noch gepflegt oder neu errichtet werden, erfolgt im allgemeinen aus einer freundlichen Haltung, der die erwähnte Fortschrittsideologie nachsichtig eine Nische einräumt. Auch wenn kaum jemand die abgelesene Zeit auf die mitteleuropäische Sommerzeit genau umrechnen kann, fühlt man sich der Natur – vielleicht auch einer als traditionsreich empfundenen, nicht in Mißkredit gekommenen und somit schon selbst als Natur empfundenen Verhaltensweise – enger verbunden. Sonnenuhren werden mit Enthusias-

mus Kindern vorgeführt: so seit kurzem im Hof des *Deutschen Museums*. Offenbar soll auch den Erwachsenen etwas von jenen als ursprünglich und damit als naturnah empfundenen Menschen übermittelt werden, die uns die immaterielle Idee der Sonnenuhr überlassen haben.

Im Unterschied zur Sonnenuhr beschränkte sich die Verbreitung der im

Reiseuhr von I. Michael Zeidlmaier, um 1700.



Abbildungen linke Seite: Aerofilms Ltd. (l.); The Bodleian Library (r.o.); aus: Ludwig Borchardt, *Altägyptische Zeitmessung*, Berlin 1920 (M.r.); Stiftung Preußischer Kulturbesitz (r.u.); Rechte Seite: Mansell Collection (l.o.); Kias Nowosti (r.o.); Deutsches Museum (r.u.)

Mittelalter aufkommenden mechanischen Räderuhr – trotz einiger Ausnahmen – auf das christliche Europa. Möglicherweise wurde über die Bedeutung der mechanischen Uhr für die Entwicklung der bürgerlichen Gesellschaft inzwischen mehr reflektiert als



Noch bis in die 1930er Jahre brachte Miss Ruth Belville die genaue Greenwich-Zeit zu 40 bis 50 Uhrmachern in London.

über die Bedeutung der Dampfmaschine – um an die vielzitierte Aussage von Lewis Mumford aus den 30er Jahren anzuknüpfen. Im Unterschied zu diesem ruffigen Ungetüm lassen sich Uhren hervorragend sammeln; sie eignen sich als dauerhafte und anerkannte Kapitalanlage.

In seinem Anfang 1992 erschienenen Buch zeigt Gerhard Dohrn van Rossum eindrucksvoll, wie wichtig und auch aufwendig das Studium schriftlichen Quellenmaterials zur Interpretation historischer Artefakte nach wie vor ist, wenn es um die Geschichte der Verbreitung der frühen mechanischen Turmuhren geht. Das Artefakt Uhr wird dort als Teil der Kommunikationsstruktur des zeitgenössischen gesellschaftlichen Lebens interpretiert. Der von Menschen gebaute Mechanismus legt nun fest, wann die Gebetsstunden sind, wann die Arbeit und wann die Gerichtssitzung beginnt. Dieser Mechanismus wird von einem

Angestellten der gesellschaftlichen Bürokratie nach der Sonnenuhr und damit nach der beobachteten Natur gestellt. Die Zeit wird noch nicht im modernen Sinn „gemessen“, sondern Zeitpunkte werden mechanisch markiert und über Glocke und Zeiger den Betroffenen mitgeteilt. Die Betroffenen sind mit fest geknüpften, unsichtbaren Fäden an den eisernen Mechanismus gebunden.

In den meisten Museumsausstellungen mit alten Turmuhren wird auf die Darstellung dieser Kommunikationsstrukturen ganz verzichtet. Das Interesse gilt den Mechanismen und den Unterschieden zwischen ihnen. Komplizierte Mechanismen wurden lange als die entscheidenden Symbole des mit Mühe und Arbeit erreichten „Stands der Technik“ kultiviert. Der Aspekt der komplexen und weitreichenden Kommunikations-Systeme erscheint heute wichtiger.

Der Wunsch, bei der Reise – also Ortsveränderung in der mobilen Gesellschaft – eine mechanische Uhr mitführen zu können, ist leicht nachvollziehbar. Seit dem Beginn des 16. Jahrhunderts wurden kleine, tragbare Uhren angefertigt und benutzt. Das damit prinzipiell gegebene Problem der Veränderung der Ortszeit war auch jetzt noch nebensächlich, da die Uhren sehr ungenau waren. Als die Genauigkeit der mechanischen Uhr sehr weit getrieben war, führten Postkutschen und Eisenbahnen „die“ Zeit in Form einer mechanischen Uhr mit sich. Noch bis in die 1930er Jahre brachte Ruth Belville, „The Greenwich Time Lady“, mit ihrem Chronometer einmal in der Woche die genaue Zeit vom Observatorium in Greenwich in 40 bis 50 Londoner Häuser.

Bei der historischen Interpretation der öffentlichen Turmuhr und der privaten Taschenuhr stößt man auf den Unterschied zwischen gesellschaftlich und individuell begriffener Zeit. Stellvertretend für den soziologischen Zugang zu dieser Frage soll Helga Novotny zitiert werden: Sie formuliert, daß die Geschichte der Uhr „das Verhältnis der Menschen in ihrer zeitlichen Bedingtheit zwischen ihrer sozialen Umwelt und ihrer ‚eigenen‘, sich erst allmählich herausbildenden individualisierten Zeit“ widerspiegelt. In der Herauslösung dieser subjektiven, individuellen Eigenzeit aus der gemein-

samen sozialen Zeit wurde ein Bestandteil des Entstehungsprozesses der bürgerlichen Gesellschaft erkannt. Es entstand „ein beziehungsreiches, konfliktuelles Nebeneinander von Zeitkulturen“. Helga Novotny verwendet ein Bild: „Wie eine Testflüssigkeit, die zum Nachweis bestimmter Stoffe und ihrer Wege durch den Körper fließt, so rinnt ... gesellschaftliche Zeit durch ein noch so individuell ausgeprägtes und eingereichtes Leben.“

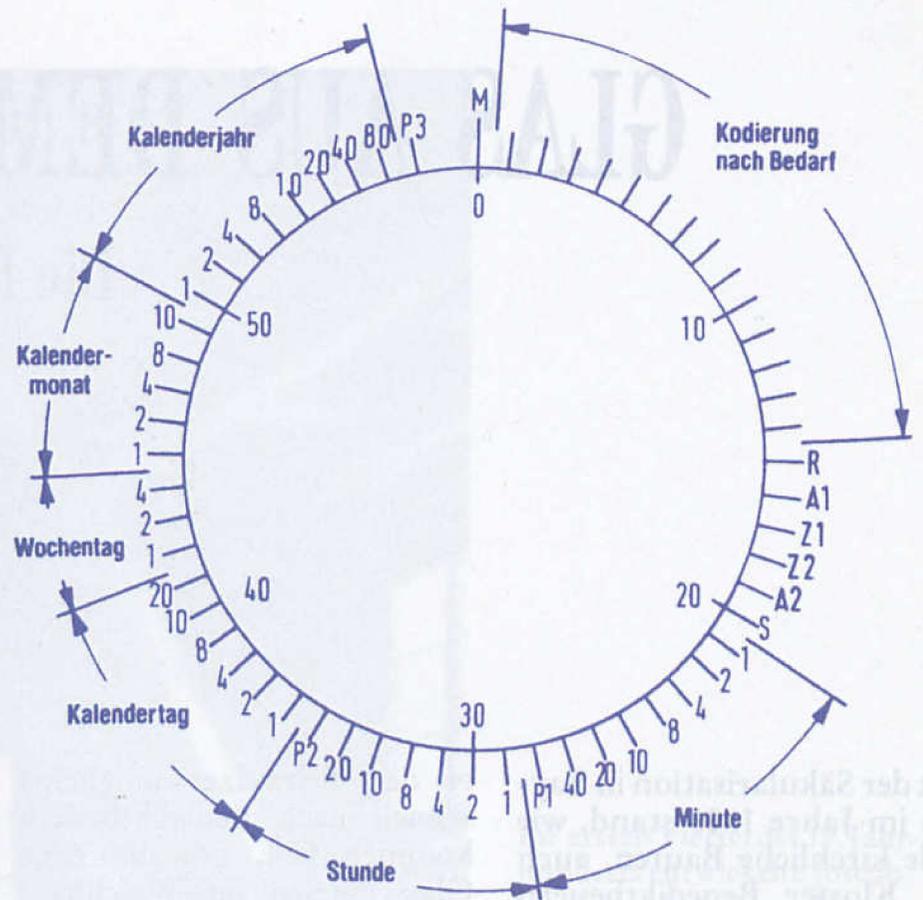
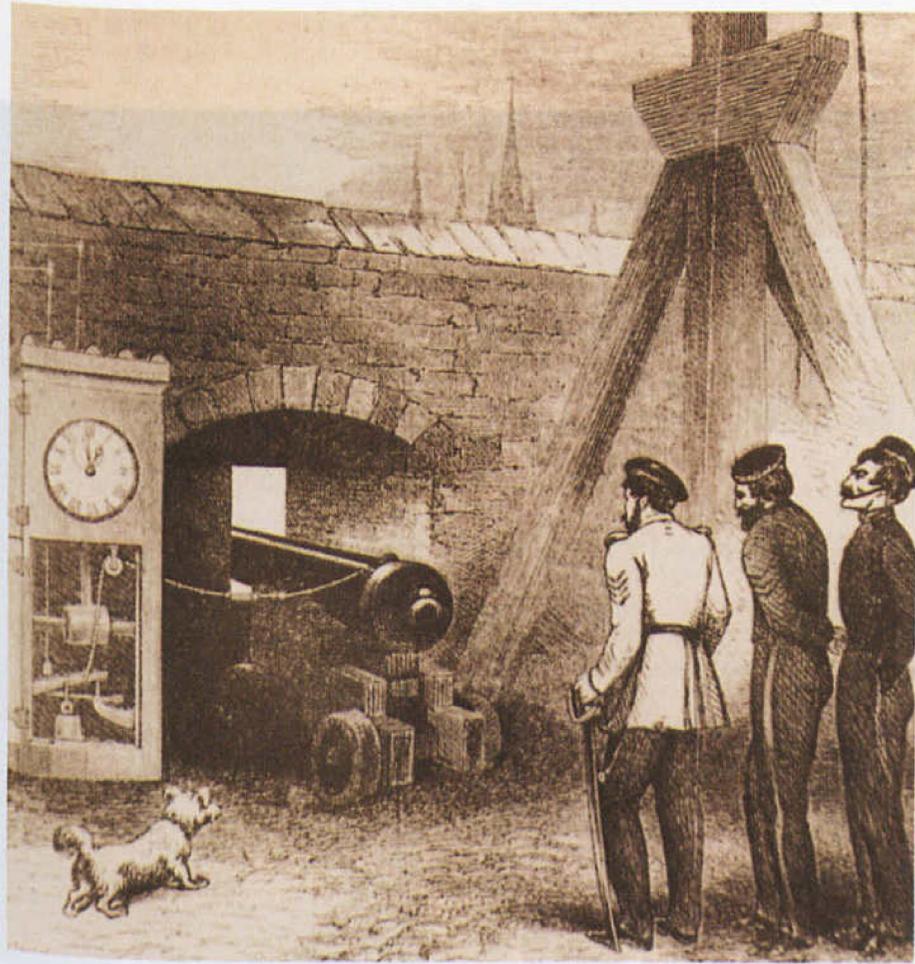
Mit der Verbreitung der elektrischen Telegrafie seit den 1830er Jahren und der gleichzeitigen Errichtung der Eisenbahnstrecken und -netze wurde der Widerspruch zwischen der für nur einen bestimmten Ort direkt nach der Sonne oder sonstigen Himmelskörpern – also nach der Natur – bestimmbar Zeit und der mit hoher Geschwindigkeit überwundenen geografischen Entfernung auch im Alltagsleben unübersehbar. Das galt sowohl für den Eisenbahntransport von Personen und materiellen Gütern als auch für den elektrischen Transport telegrafierter immaterieller Information.

## DAS ERLEBNIS DER GLEICHZEITIGKEIT

Bis ins letzte Viertel unseres Jahrhunderts, in dem der Betrieb von Satellitensystemen die Vorstellung von der Bedeutung kürzester Zeiten auch dem Bewußtsein der breiten Öffentlichkeit nahebrachte – etwa wenn der Fernsehzuschauer in Amerika sich über die Differenz von Hundertstelsekunden im olympischen Schwimmwettbewerb

Irische Postuhr,  
um 1830.





Der Abschuss der 1-Uhr-Kanone auf dem Schloß in Edinburgh (links) wurde automatisch von der elektromechanischen Präzisionsuhr ausgelöst. Die Information vom genauen Zeitpunkt gelangte mit Schallgeschwindigkeit flächendeckend in die Umgebung. – Heute wird in Deutschland die „gesetzliche Zeit“ entsprechend dem Bundesgesetz vom 25. Juli 1978 „von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) dargestellt und verbreitet“. Die Zeit der Atomuhr der PTB wird von der Sendefunkstelle Mainflingen auf 77,5 kHz in ei-

nem komplizierten Signal ununterbrochen ausgestrahlt. Das Kodierschema des Zeitsignals (rechts): Während jeder Minute werden die Nummern von Minute, Stunde, Tag, Wochentag, Monat und Jahr BCD-kodiert durch Impulsdauermodulation der Sekundenmarken übertragen. Die Sekundenmarken mit einer Dauer von 0,1 s entsprechen der binären Null und solche mit einer Dauer von 0,2 s der binären Eins. Die drei Prüfbits P1, P2, P3 ergänzen jeweils die vorhergehenden Informationswörter auf eine gerade Anzahl von Einsen.

im europäischen Barcelona erregte – stand das über den Leitungen aus Metall, später über modulierte Radiowellen übertragene Zeitsignal für die Gleichzeitigkeit an zwei oder mehreren geografisch weit voneinander entfernten Orten.

Als erste, die Zeitsignale über geografische Entfernung übermittelten, werden gewöhnlich die prominenten Wissenschaftler Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Eduard Weber in Göttingen genannt. Im Rahmen von elektrischen und magnetischen Messungen, also einer systematischen Naturbeobachtung, markierten sie als „gleichzeitig“ bestimmte Zeitpunkte an zwei voneinander entfernten Plätzen mit einem elektrischen Signal. Zwischen den beiden erwähnten „Gleichzeitigkeiten“ liegen nicht nur 160 Jahre, sondern auch Sekundenbruchteile. In München übernahm Karl August Steinheil das Verfahren, betrieb jedoch durch die elektrische Impulsfolge die Zeiger einer Uhr. Auch er beobachtete die Natur, allerdings im Rahmen astronomischer Messungen.

Noch im 19. Jahrhundert wurde in mehreren internationalen Konferenzen der Globus in Zeitzonen eingeteilt. Der Öffentlichkeit wurde verordnet, statt der genauen Ortszeit die „ungeheure“ Zonenzeit zu verwenden. Die mechanischen und elektrischen – naturunabhängigen – Uhren wurden entsprechend gestellt.

Die Mechanismen der einzelnen Uhren wurden zusätzlich zu den Telegrafleitungen und Radiostrecken in nationale und internationale Bürokratien aus proporzmäßig besetzten Institutionen, schriftlichen Verträgen, politischen Entscheidungen eingebaut. Um

sich mit ihnen zu befassen, müssen die Technikhistoriker einmal mehr von den mechanischen Mechanismen zu den gesellschaftlich-bürokratischen übergehen. □

**HINWEISE ZUM WEITERLESEN**

Böhme, G.: Natürliche Natur. Über Natur im Zeitalter ihrer technischen Reproduzierbarkeit. Frankfurt/M. 1992.  
 Dohrn van Rossum, G.: Die Geschichte der Stunde. Uhren und moderne Zeitmessung. München, Wien 1992.  
 Elias, N.: Über die Zeit. Frankfurt/M. 1988.  
 Forsee, A.: Einstein. Theoretical Physicist. New York 1963. Zit. nach: Wheeler, J. A.: Jenseits aller Zeitlichkeit. In: Gumin, H. und Meier, H. (Hrsg.): Die Zeit, Dauer und Augenblick. München 1989.  
 Howse, D.: Greenwich time and the discovery of the longitude. Oxford 1980.  
 Mumford, L.: Technics and Civilization. New York 1934.  
 Nowotny, H.: Eigenzeit. Entstehung und Strukturierung eines Zeitgefühls. Frankfurt/M. 1989.  
 Sommerfeld, A.: Vorlesungen über theoretische Physik, Band I, Mechanik. Leipzig 1943.  
 Zenkert, A.: Faszination Sonnenuhr. Frankfurt/M., Thun 1984.

**DER AUTOR**

*Hartmut Petzold*, geboren 1944, Ingenieur und promovierter Historiker, ist Abteilungsleiter für Informatik, Automatik und Zeitmessung am Deutschen Museum. Im Frühjahr 1992 erschien sein Buch „Moderne Rechenkünstler“ zur Geschichte des industrialisierten Rechnens.

Abbildungen: Greenwich Observatory (l.o.); H. M. Postmaster-General (l.u.); Mansell Collection (oben);

# GLAS AUS DEM KLOSTER

## Die Fraunhofer-Glashütte in Benediktbeuern

VON HANS-PETER SANG

Mit der Säkularisation in Bayern im Jahre 1803 stand, wie viele kirchliche Bauten, auch das Kloster Benediktbeuern zum Verkauf. Der Münchner Unternehmer, Politiker, und Wirtschaftsfachmann Joseph von Utzschneider erwarb die Klosteranlagen, um dort eine „Anstalt für farbenfreie Fernrohre“ zu errichten. Das Waschhaus des Klosters, das eigentlich nur ein einfaches Holzgebäude war, wurde als Glasschmelze umgebaut.

Joseph von Utzschneider hatte 1804 einen Gesellschaftsvertrag mit Georg von Reichenbach und Joseph Lieberr geschlossen, der zunächst vorsah, optische Geräte aller Art herzustellen. Die Aufträge sollten vor allem von der französischen Armee kommen, die dringend sehr gute Vermessungsinstrumente benötigte. Für die Mechanik der Geräte sorgten Reichenbach und Lieberr; ein Problem blieb allerdings, gutes optisches Glas zu erhalten. Da es in Europa niemanden gab, der optisches Glas in der Qualität herstellte, wie das Unternehmen Utzschneider, Reichenbach und Lieberr es benötigte, ging Utzschneider auf Reisen, um einen geeigneten Glasschmelzer zu finden.

In Le Brenet in der Schweiz machte er die Bekanntschaft mit dem Glockengiesser Pierre Louis Guinand. Dieser hatte sich in der Vergangenheit schon mehrfach mit Glasschmelzversuchen beschäftigt. Die Ausführungen Guinands überzeugten Utzschneider, so daß

er den Schweizer möglichst schnell nach Benediktbeuern kommen ließ, um die neue Glasschmelze im Waschhaus des Klosters zu übernehmen.

Die wesentlichste Neuerung Guinands war ein Rührverfahren, das er aus der Glockengiesserei übernommen hatte. Dabei wurde das flüssige Glas mit Hilfe eines Rührstabes, der mit Ton ummantelt war, in ständiger Bewegung gehalten. Man erreichte dadurch eine größere Konsistenz der Glasmasse. Dieser Rührstab ist auf dem Bild oberhalb des Glasofens sehr gut zu erkennen.

In den folgenden Monaten zeigte sich aber, daß Guinand offensichtlich zu viel versprochen hatte. Nach wie vor wiesen seine Gläser Streifen und Schlieren auf, die nur eine bedingte Brauchbarkeit ermöglichten.

Im Jahre 1804 trat ein junger Mann in das Optische Institut ein, der mit seinen Arbeiten Benediktbeuern und das Unternehmen von Utzschneider und Reichenbach weltberühmt machen sollte: Joseph Fraunhofer.

Fraunhofer war als Sohn eines Glasermeisters 1787 in Straubing geboren worden, hatte aber seine Eltern schon sehr früh verloren. Auf Anweisung seiner Vormünder mußte er eine Lehre bei dem „Spiegelmacher und Zieratenglasschleifer“ Philipp Anton Weichselberger in München antreten. Dieser unangenehme Lehrherr verbot ihm jegliche Schulung oder Fortbildung.

Erst der tragische Einsturz des Hauses von Weichselberger

brachte für Fraunhofer eine Wende. Bei diesem Ereignis wurde Fraunhofer unter den Trümmern des Hauses eingeschlossen. In einer dramatischen Rettungsaktion wurde er geborgen. Das Geschehen war so spektakulär, daß sogar der bayerische König Max I. Joseph an den Ort des Unglückes kam. Von ihm erhielt Fraunhofer ein Geldgeschenk, das ihn finanziell etwas unabhängiger machte. Außerdem machte er die Bekanntschaft von Joseph von Utzschneider. Dieser erkannte die Begabung des Kindes und sorgte für eine angemessene Schulausbildung.

Beim Eintritt Fraunhofers in das Optische Institut wurden ihm sicherlich noch keine großen Arbeiten zugeteilt, doch schon sehr bald wurden Fraunhofer verantwortungsvollere Aufgaben übertragen. Beim Polieren der Gläser stellte er bereits systematische Versuche an, die zum Bau einer Poliermaschine führten. Zur Überprüfung der Regelmäßigkeit des Schliffs der Linsen entwickelte er mit Hilfe der Newtonschen Ringe ein Verfahren, das eine bis dahin nicht gekannte Genauigkeit ermöglichte.

Da Guinand mit seinen Schmelzen in der Glashütte keine Fortschritte mehr vorzuweisen hatte, beschlossen Reichenbach und Utzschneider, die Glasschmelze Fraunhofer zu übergeben. Während Guinand sich bei seinen Schmelzversuchen ausschließlich auf das Ausprobieren von Menge und Art der Substanzen

beschränkt hatte, führte Fraunhofer, wie schon bei seinen vorhergehenden Arbeiten, systematische Versuche durch. Schon nach kurzer Zeit trug diese Methode Früchte. Das von Fraunhofer hergestellte Glas war weitaus besser, als das von Guinand.

Doch Fraunhofer erkannte, daß zur Herstellung guter optischer Geräte Grundlagen-



Abbildung: Deutsches Museum

forschung, wie wir heute sagen würden, notwendig war. Zur Herstellung „farbenfreier“ Fernrohre brauchte man damals Objektive, die aus zwei Linsen verschiedener Glasarten zusammengesetzt waren. Dazu mußte man deren Brechzahl und Farbaufspaltung sehr genau kennen. Die wissenschaftlichen Versuche, die Fraunhofer dazu in Benediktbeuern

unternahm, führten ihn zur Entdeckung der schwarzen Linien im Sonnenspektrum, die nach ihm „Fraunhofersche Linien“ genannt wurden.

Mit der Übernahme der gesamten Produktion durch Fraunhofer, erhielt das Unternehmen Utzschneider und Fraunhofer, wie es schließlich hieß, Weltgeltung. Nirgendwo auf der Welt wurden bessere

optische Geräte, insbesondere Fernrohre, hergestellt als in Benediktbeuern. Die Geschäftsbeziehungen des Unternehmens reichten nach einiger Zeit bis nach Brasilien.

Die Krönung von Fraunhofers Schaffen war ein Refraktor, der nach Dorpat in Estland geschickt wurde. Er galt als Wunderwerk der Technik und wurde vor seiner Verschickung in

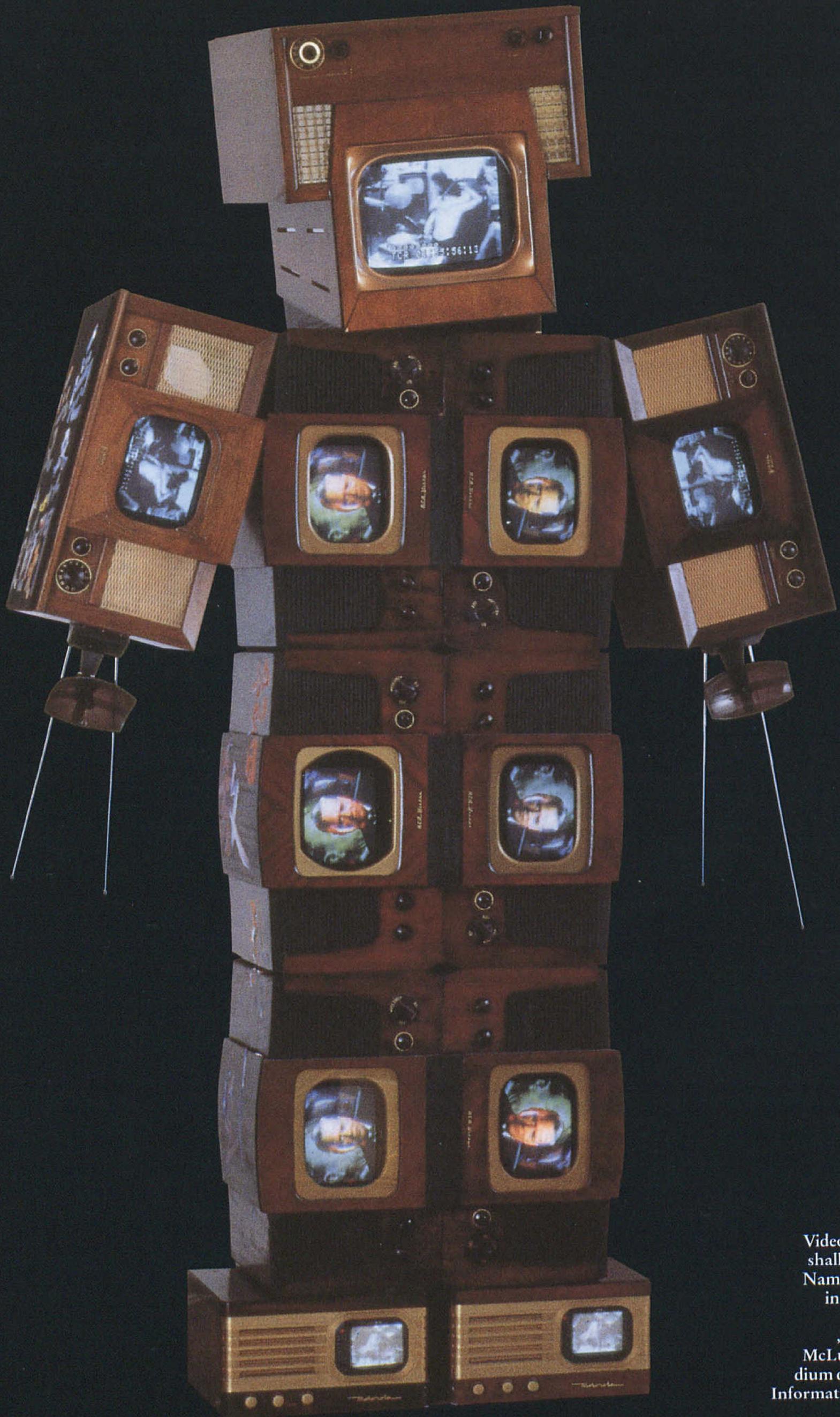
Im ersten Viertel des 19. Jahrhunderts entwickelte Joseph von Fraunhofer neue Verfahren, mit denen das beste optische Glas der damaligen Zeit hergestellt werden konnte.

Die Produktionsstätte war das ehemalige Waschhaus des Klosters Benediktbeuern, das zur Glasschmelze umgebaut worden war. Sie wurde um 1820 von Prof. A. Wimmer gemalt.

München dem staunenden Publikum vorgeführt.

Aufgrund der wirtschaftlichen Schwierigkeiten, in die Utzschneider geriet, mußten die Räume des Optischen Instituts in Benediktbeuern 1819 verkauft werden. Nur die Glashütte blieb noch im Besitz des Betriebes. Doch mit dem Tode Fraunhofers 1826 sank auch die Bedeutung des Optischen Betriebes, bis schließlich 1883 die Glashütte in Benediktbeuern geschlossen wurde.

Im Laufe des 20. Jahrhunderts verfielen das alte Waschhaus und damit auch die Glasöfen immer mehr. Erst 1976 wurde auf Initiative des Vorstandsmitgliedes der *Fraunhofer-Gesellschaft* Prof. Jebsen-Marwedel eine Restaurierung der Glashütte durchgeführt. Im Rahmen einer großen Ausstellung über die Säkularisation in Bayern im Jahre 1991 wurde die Fraunhofer-Glashütte restauriert und als eines der bedeutendsten Industriedenkmäler des Voralpenraumes wieder einem breiten Publikum zugänglich gemacht. □



Videoskulptur „Marshall McLuhan“ von Nam June Paik, 1991, in der Hamburger Mediengalerie „Weißer Raum“. McLuhan sah im Medium die Botschaft der Informationsgesellschaft.

# DIE BOTSCHAFT IST DAS MEDIUM

Die Mediale Hamburg im Februar/März 1993:

Visuelle Medien auf dem experimentellen Prüfstand

VON HORST BREDEKAMP

Elektronische Bildmittel im weitesten Sinne werden die Mediale Hamburg im Februar/März 1993 prägen: Video-, Licht-, Laser- und Computerkunst, aber auch virtuelle Realität und experimentelle Musik, Tanz und Theater – und nicht zuletzt industrielle Bildinnovation. Neben dem Unterhaltungswert will dieses groß angelegte Medienspektakel klären, ob in einer in hohem Maße von Medien bestimmten Gesellschaft noch die Botschaft das Medium – oder schon das Medium die Botschaft ist.

Durch die Verbreitung der Massenmedien sei die Welt zu einem elektronischen Dorf geworden, so die einfache, in ihrer Überschaubarkeit besonders einschlägige These Marshall McLuhans, mit der er den Einzug des Fernsehens in die Wohnzimmer der Industriegesellschaften begleitete. Da der Inhalt unter der Dominanz der Übermittlungsträger zurückweiche, kehre sich die traditionelle Beziehung von Sinn und Bedeutungsträger um. „The medium is the message“ – Das Medium ist die Botschaft: Mit diesem Dictum, das mit dem Ende des Buchzeitalters den Beginn einer epochal neuen Kommunikationsform prophezeite, hat McLuhan der Mediendiskussion bis heute ein Schlagwort vorgegeben.

So treffend oder zumindest kühn McLuhans Diagnose erschien, so haben sich doch Zweifel eingestellt. Sie

liegen einerseits darin, daß die These vom „Medium als der Botschaft“ nicht erst in Bezug auf die elektronischen Medien, sondern ursprünglich für die griechische Schrift formuliert wurde. Sie ist im Werk des Altphilologen Eric A. Havelock angelegt, der gemeinsam mit McLuhan in Toronto gelehrt und dort begründet hat, daß die griechische Schrift im Gegensatz zur oralen Sprache erstmals ein abstraktes Zeichensystem entwickelt, das Sinn und Sinnträger trennt und daher dem Medium eine eigene Seinswelt eröffnet.

Ironischerweise hatte sich diese erste und grundsätzlichsste Medienrevolution gerade in jener Schriftlichkeit entwickelt, die McLuhan enden sehen wollte, um seine These vom Medium, das allein schon Botschaft ist, entfalten zu können. Durch diese historische Relativierung war McLuhans Ansatz sozusagen der welthistorische Urhauch genommen.

Ein zweiter Einwand kommt aus der aktuellen Übersättigung. Der prophetische Gestus von McLuhans Buch *Die magischen Kanäle*, der ihm, hierin Walter Benjamins *Kunstwerk*-Aufsatz vergleichbar, zunächst die Sympathie des Revolutionären einbrachte, hat sich in der Einlösung ausgelöscht. Indem die elektronische Berieselung zu einer zweiten Haut geworden ist, hat sie ein in sich widersprüchliches Unbehagen erzeugt. Die neuartige Nähe globaler Ereignisse macht die Welt zwar zum Dorf, aber der unablässige Distanzverlust erzeugt unfreiwillig und

unablässig das Gefühl peinlicher Intimität. Da die Vertrautheit andererseits als Kunstprodukt bewußt bleibt, stößt sie in ihrer Künstlichkeit auf Widerwillen. Neil Postmans *Wir amüsieren uns zu Tode* hat dieser Stimmung einen vielgelesenen Ausdruck gegeben.

Schon mit ihrem Titel stellt sich die Hamburger *Mediale* in den skizzierten Problemkreis, und sie wird ihn nach allen Seiten hin – den bedenkenswerten, aber bewußt auch den bedenklichen – ausloten. Vom 3. Februar bis zum 26. März 1993 werden unter ihrem Dach eine Fülle von Medieninnovationen mit vielfältigen Versuchen, diese mit künstlerischem Widersinn zu füllen, zusammengeführt. Die *Mediale* wird sämtliche Kunst- und kunsttechnologischen Bereiche umfassen, die sich im weitesten Sinne elektronischer Bildmittel bedienen, also Video-, Licht-, Laser- und Computerkunst, virtuelle Realität und experimentelle Musik, aber auch Tanz und Theater sowie industrielle Bildinnovation.

Daß die *Mediale* in Hamburg stattfindet, ist nicht selbstverständlich, weil Hamburgs Ruf als Medienstadt derartige Aktivitäten lange Zeit zu erübrigen schien. Angeregt und herausgefordert erst durch Institutionen wie die Linzer *Ars Electronica* oder das Karlsruher *Zentrum für Kunst und Medientechnologie*, hat die Hamburger Kulturbehörde neben einer Reihe anderer Aktivitäten das erstmals im Jahre 1990 veranstaltete Symposium *Interface* ausgerichtet. Es hat sich die Aufgabe ge-

stellt, künstlerische Beiträge mit historischer und kritischer Reflexion zu konfrontieren, die sich von dem bewußtlosen Futurismus vergleichbarer Veranstaltungen abhebt.

Unabhängig davon hatte Thomas Wegner, Leiter der Mediengalerie *Weißer Raum*, den Plan einer im Vier- oder Fünfjahresrhythmus zu wiederholenden *Mediale* entwickelt, in der die weltweit innovativsten Produzenten bildtechnischer Medien mit Künstlern, die sich dieser Medien bedienen, zusammengebracht werden sollten. Entscheidend war in der Vorbereitungsphase, daß unter den Beteiligten die Gemeinsamkeit der Frage, wie die Herrschaft des elektronisch produzierten Bildes zu analysieren und wie das Verhältnis von Kunst und Technik unter den Bedingungen der Massenmedien zu bestimmen sei, im Vordergrund blieb. Die Stadt Hamburg unterstützt die *Mediale* mit einem zwar nicht entfernt deckenden, gleichwohl aber beträchtlichen Beitrag, und das zweite *Interface*-Symposium zum Thema „Bildwelten und Weltbilder“ wird im zeitlichen Rahmen der *Mediale* stattfinden.

Wegen ihrer Ausmaße mit einem gewissen Recht als „Dokumente der Medienkunst“ apostrophiert, unterscheidet sich die *Mediale* in konzeptioneller Hinsicht jedoch zu gravierend, als daß sie als elektronische Schwester der Kasseler Schau anzusehen wäre. Anders als die *Dokumenta* ist die *Mediale* als ein Organisationsrahmen konzipiert, innerhalb dessen die teilnehmenden Firmen, Künstler und Institutionen relativ frei sind. Vor allem aber unterscheidet sie sich darin, daß sie über den engeren Rahmen der Kunst hinaus auch die Industrie einbezieht.

In der ersten Woche werden die Großen Deichtorhallen eine Industriemesse aufnehmen, in der sich 20 der produktivsten Forschungsstätten von Firmen wie *Apple*, *IBM*, *Sony*, *Swatch* oder auch *Philips* präsentieren werden. Diese Selbstdarstellung soll sich weniger an den üblichen, glitzernd öden Verkaufsausstellungen orientieren als vielmehr an einer Konkurrenz zwischen Kunst und Industrie, wie sie von

den Weltausstellungen des 19. Jahrhunderts her bekannt ist. Um diesen Anspruch unübersehbar festzuschreiben, wurde der Theaterregisseur Bob Wilson mit der architektonischen Gestaltung dieser Veranstaltung beauftragt.

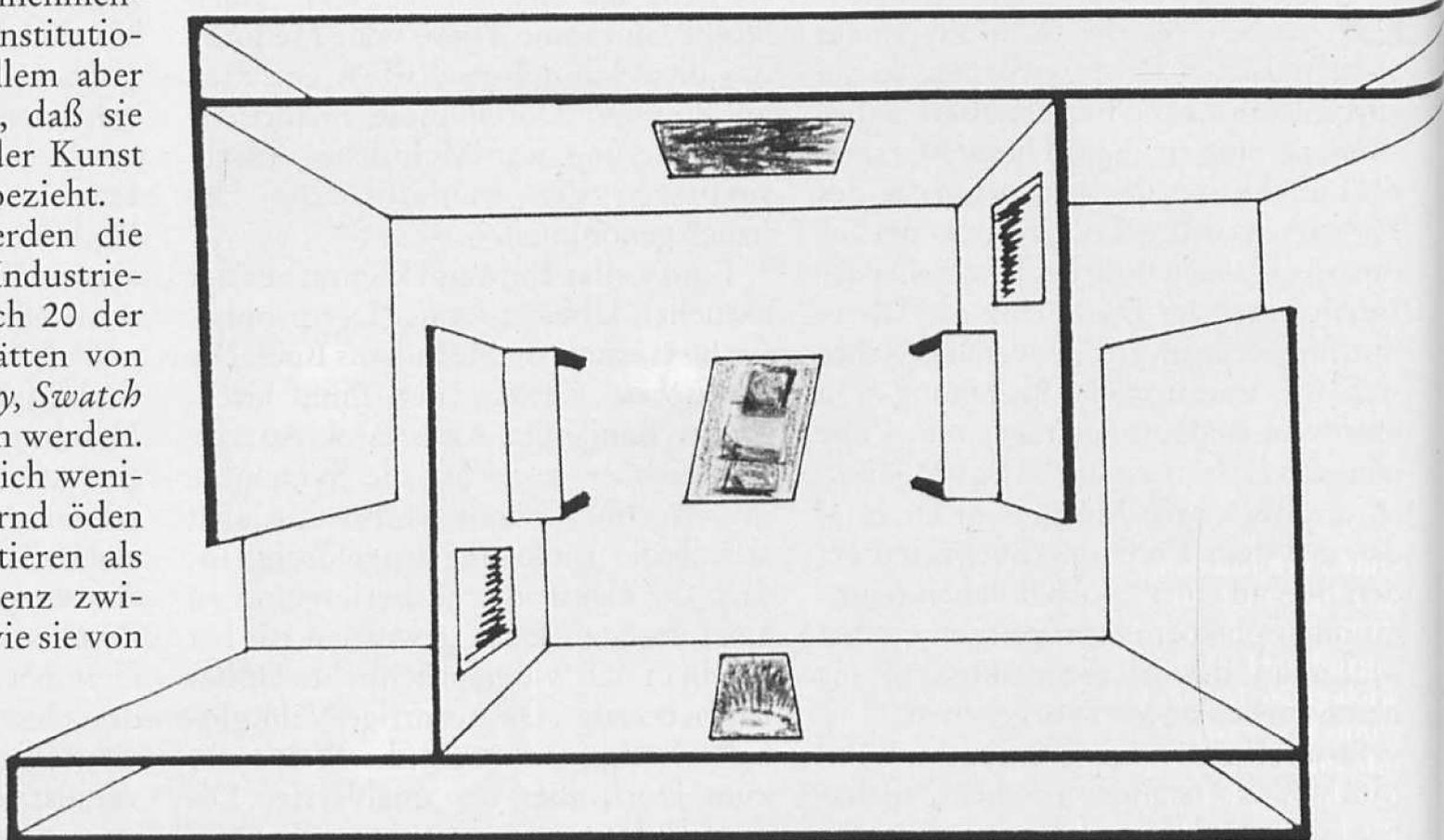
### FAST ALLE HAMBURGER KULTURINSTITUTIONEN SIND BETEILIGT

In der gegenüberliegenden Kleinen Deichtorhalle – und in dieser Konfrontation liegt das intellektuelle Herzstück der *Mediale* – wird die Ausstellung „Vier Elemente“ zu zeigen versuchen, wie sich das Thema von einer unmittelbaren Reflexion der Stoffe Feuer, Erde, Luft und Wasser in den 60er Jahren in eine immaterielle Simulation ihres Wesens verwandelt hat. Für die frühe Phase werden Installationen von Jannis Kounellis, Klaus Rinke, Richard Long und Hans Haacke sprechen, während für die Gegenwart Werke von Marie-Jo Lafontaine, Bill Viola, Bernhard Leitner, James Turrell und anderer zeugen werden. Die Naturgewalten sollen in Stephan von Huenes Illusionierung eines Erdbebens formuliert werden, und Nam June Paik wird eine Installation vorführen, die pflanzliches und elektronisches „Wachstum“ miteinander konfrontiert.

Die Verbindung einer privaten Initiative mit der städtischen Kulturpolitik hat dazu geführt, daß – was einen wohl beispiellosen Vorgang darstellt –

neben den Deichtorhallen mehr oder minder sämtliche Kulturinstitutionen Hamburgs an der *Mediale* beteiligt sind: die Kunsthalle mit einer Installation des Videokünstlers Ingo Günther, das Museum für Kunst und Gewerbe mit „Media Messages“, einer dreiteiligen Ausstellung zur Geschichte und Konsequenz der digitalisierten Bildproduktion, die Staatsoper mit der Aufführung „Im Garten der Klänge“ von Hans Otte, die Kampnagelfabrik unter anderem mit dem von Tänzern und Maschinenskulpturen ausgeführten Tanztheater „Energie“ der Gruppe COAX, dem Performance-Bildtheater „Ming“ von Maverick Quek und Ling Jian sowie der Ballett-Video-Operntragödie „Titanic“ von Fabrizio Plessi und Frédéric Flamand, sodann die Markthalle mit Musik-Videoinstallationen von Brian Eno, die Hochschule für Musik und Theater mit Glucks als „Medienoper“ thematisiertem Werk „Orpheus und Eurydike“, die Zeise Kinos und das Hamburger Filmbüro mit Vorführungen des neuen, Kino und Fernsehen verbindenden „High Definition TV“, die überregionalen Radio- und Fernsehprogramme mit Filmen, Berichten und Talkshows, Van Gogh TV mit einer Fortsetzung seiner auf der *Dokumenta* entwickelten Mischtechnik von Fax, Bildtelefon und Satellitenfernsehen, die Telekom mit einem „Electronic Café“ und schließlich am 23. bis 26. März das Literaturhaus mit drei Symposien zu „Materialität und

„Arche-Di-Em“ von Vito Orzani und Thomas Lück. Entwurf für die Ausstellung „Feuer Erde Wasser Luft – Die vier Elemente“.



Immaterialität der Elemente in der Geschichte und der Gegenwart“, zur Frage „Wie repräsentiert das Fernsehen Literatur?“ und zum „Chaos der Künste“.

Weitere Veranstaltungen werden in der Hochschule für bildende Künste, im Planetarium, im Kunstverein und in zahlreichen Galerien stattfinden, und die Partnerstädte Hamburgs, Marseille und St. Petersburg, werden durch die Klangbrücke des Künstlers Bill Fontana verbunden werden.

Die *Mediale* wird über Mangel an Masse nicht zu klagen haben. In ihrer umfassenden Anlage setzt sie sich vielmehr bewusst dem Risiko der Vermischung von Bereichen aus, die sich im Neben- und Ineinander nicht etwa stützen, sondern nivellieren könnten. Möglich ist, daß die vom 4. bis 11. Februar stattfindende Inszenierung der Industrielabors in den großen Deichtorhallen die Kunst zu einem Akzeptanzträger macht, und es scheint nicht von vornherein gesichert, daß Bob Wilsons minimalistisches Design einen Gegenpol zu setzen imstande sein wird.

Wenn die herausragenden Uhren und Instrumente des 16. bis 18. Jahrhunderts heute als Beispiele einer geglückten Symbiose von Kunst und Technik betrachtet werden und wenn sich die Grenzlinie zwischen Kunst und Industriedesign spätestens seit dem russischen Futurismus vernebelt hat, wird andererseits erst zu testen sein, wie das Verhältnis von Kunst und Bildindustrie heute zu bestimmen ist.

Auch die Ausstellungen und Auführungen werden erst in der Realisierung zu prüfen erlauben, wo die Vermittlung sinnlicher Vernunft oder wo eher das technische Nihilspiel im Vordergrund steht, wie dies, um ein Beispiel zu nennen, mit dem neuen Zauberwort „Cyberspace“ geschieht. Ursprünglich handelte es sich um einen Begriff der Literaturkritik, der erst später auf die Raumsimulation bezogen wurde. Diese stellt eine Fülle theoretischer Probleme bis hin zur kantischen Frage, welchen Realitätsgrad die uns umgebende Wirklichkeit besitzt. Lanciert wird diese Inszenierung eines virtuellen Raumes gegenwärtig jedoch weltweit in jener Rolle, die früher die Spielzeugeisenbahn für infantil gebliebene Erwachsene besessen hat.

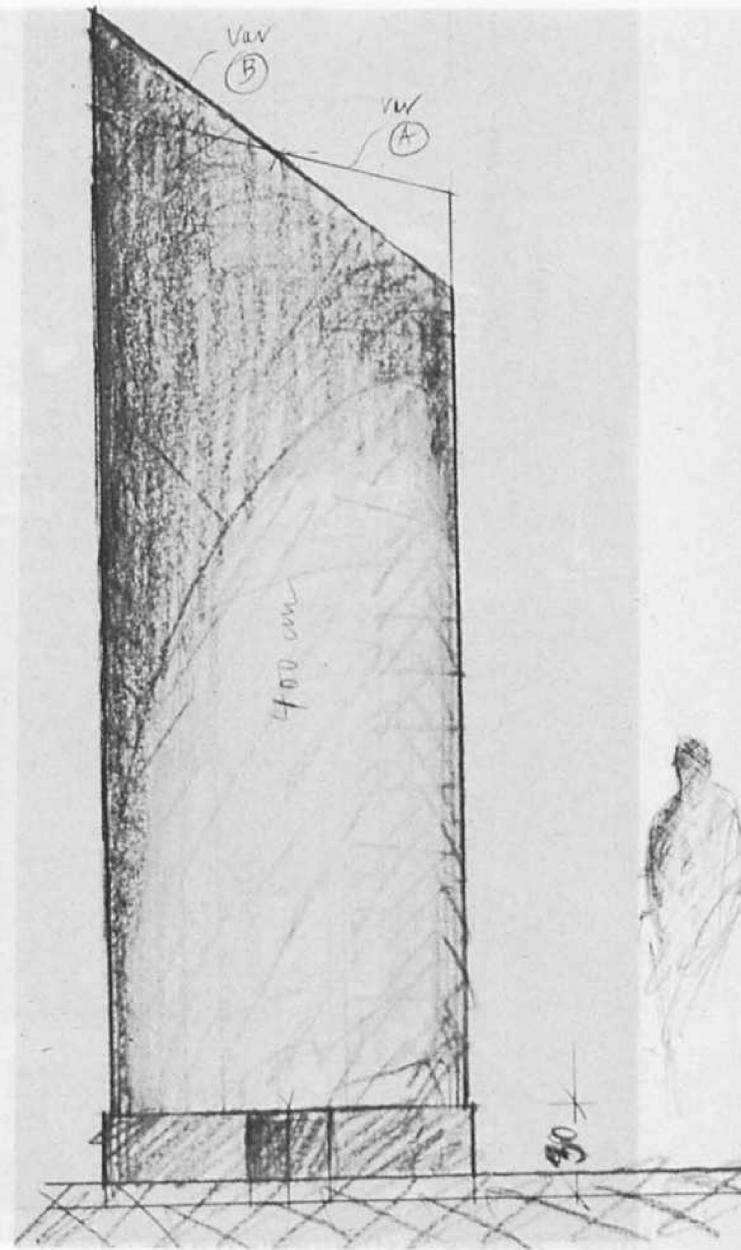
Ihre Hauptbedeutung als Darstellungs- und Testraum der avanciertesten Bildmittel wird die *Mediale* darin haben, daß sie, indem sie in vielen ihrer Bereiche Sinnfragen zu vermitteln versucht, zu prüfen erlauben wird, ob die Medien die „messages“ tatsächlich unterwerfen oder ob die Botschaften die Medien als Träger einer wirklichen Kommunikation angemessen zu nutzen vermögen.

Nicht eben alltäglich mag sein, daß die *Mediale*, die schließlich auch als Imagepflege für Hamburg verstanden wird, keinesfalls in Konkurrenz zu Institutionen anderer Städte tritt, sondern mit dem *Zentrum für Kunst und Medientechnologie* in Karlsruhe und der *Neuen Nationalgalerie* in Berlin kooperieren und damit den verbindenden Anspruch des Sachinteresses über die Kurzatmigkeit der üblichen Stadtpropaganda stellen wird.

Dasselbe gilt auch international. Niemand, der die osteuropäischen Verhältnisse von innen her kannte, hat versäumt, auf die eminente Rolle der Parabolantennen in den Umbrüchen des Jahres 1989 hinzuweisen. Der Empfang weltumspannender Signale hat aber nicht etwa zum Bewußtsein einer weltweiten Problemgemeinschaft, sondern zum Gefühl nationalistischer Ausgrenzung geführt. Bewußt auf das Jahr des europäischen Binnenmarktes gelegt, traut die *Mediale* jedoch trotziger eher den verbindenden als den trennenden Möglichkeiten der Neuen Medien.

Start und zugleich Symbol der Veranstaltung wird ein Eröffnungskonzert am 3. Februar sein, bei dem Kurt Masur von Leipzig aus via Glasfaservernetzung (ISDN-Schaltung) die Chöre von Leipzig, London und Paris dirigieren wird, um die Möglichkeiten auch künstlerischer Kooperation zu symbolisieren. Auch die Klangbrücken Bill Fontanas, mit denen Hamburgs Partnerstädte St. Petersburg und Marseille verbunden werden sollen, werden diesen verbindenden Aspekt betonen.

Eher Konflikt- denn Harmoniebotschaften bietet eine Reihe von Veranstaltungen, die dem oft gehegten Verdacht, daß Maschinen und Elektronik per se zu kalter Mechanik und glattem Hochglanz tendieren, eindringlich widersprechen. Hierzu gehört die Gruppe COAX, die mit ihrer gewalttätigen Assimilierung an die Maschinenwelt

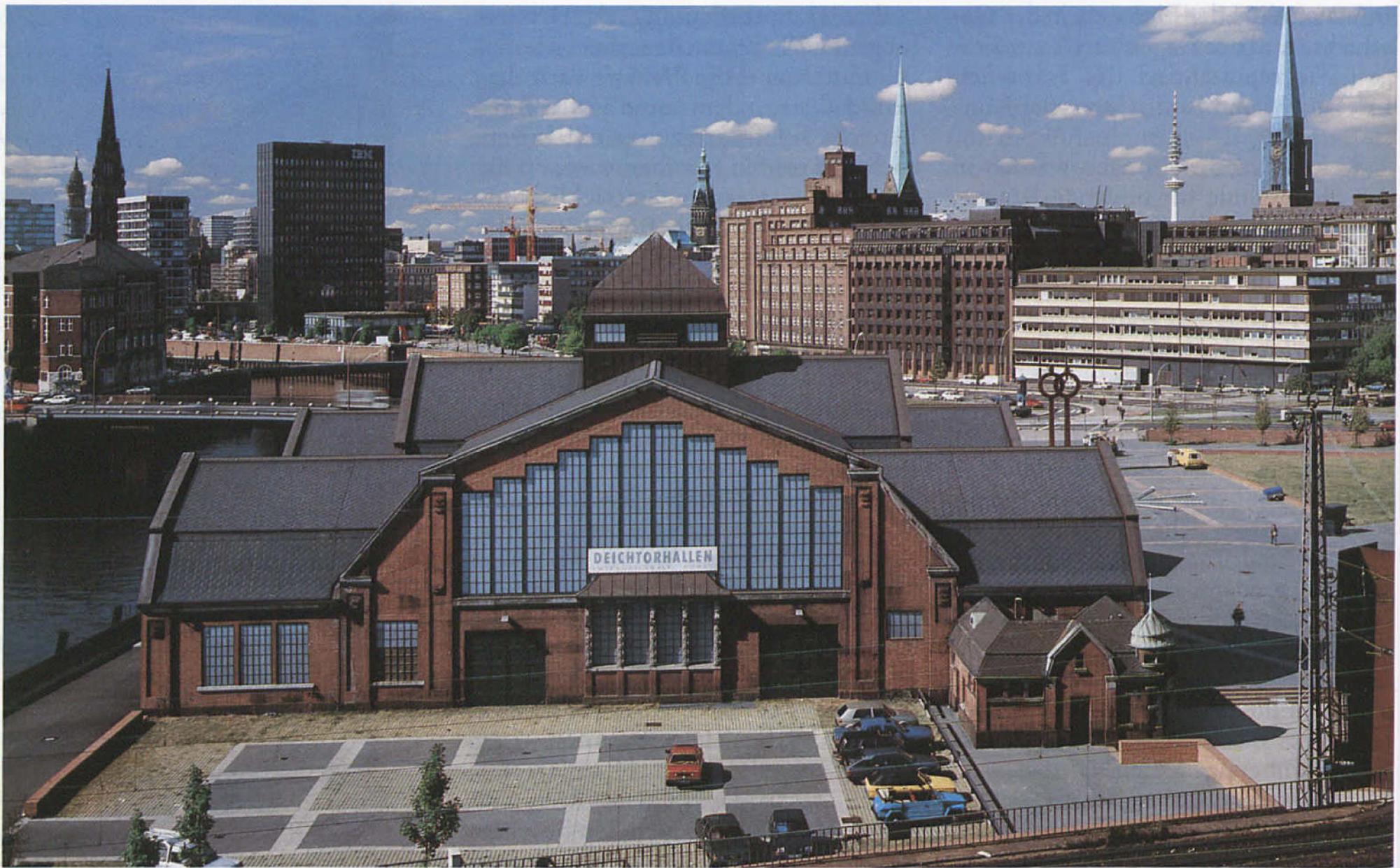


Bernhard Leitners „Skizze zum Klangforum“. Der Künstler: „Klangräume sollen als Raumklänge erlebbar werden.“

einen qualvollen Prozeß beschreibt, in dem die anarchischen Energien schließlich dominant bleiben. Als Exemplum einer Kunst, die sich als Fortführung des Lebens mit anderen Mitteln begreift, werden die Installationen Ingo Günthers in der Kunsthalle im Gegenzug zu zeigen versuchen, daß ein Krieg, der sich nur mehr als künstlerische Simulation abspielt, zu jenen geometrischen und eher strategischen denn blutigen Kriegsformen der frühen Renaissance zurückführt, die Jakob Burckhardt vom „Krieg als Kunstwerk“ sprechen ließ.

Die Lichtträume von James Turrell und das minimalistische Theater von Peter Brook werden sich schließlich der elektronisch geprägten Gegenwart auf eine nicht minder radikale, aber diametral entgegengesetzte Weise stellen. Bei ihnen sind es Lichtskulpturen und elementare Raumereignisse, die in die Fluten der Oberflächenimpulse einen Damm der Kontemplation zu setzen suchen.

Die Elementenausstellung in der Kleinen Deichtorhalle – um ein weite-



Das Zentrum der Hamburger „Mediale“: die Deichtorhallen. Veranstaltungsorte sind aber auch: Kunsthalle, Museum für Kunst und Gewerbe, Staatsoper, Kampagnenfabrik, Markthalle, Hochschule für Musik und Theater und andere.

res, besonders sinnträchtiges Beispiel zu nennen – wird neben dem geschichtlichen Rückblick von der Gegenwart auf die 60er und 70er Jahre einen weiten Rücksprung in das 17. Jahrhundert vornehmen. Anhand verschiedener Kosmos- und Weltmodelle soll die These von der gegenwärtigen „Immaterialisierung“ der von der Kunst bearbeiteten Stoffe nochmals überprüft werden; vor allem aber könnte sich in diesem historischen Spiegel zeigen, daß die Entwicklung der Medien und der an sie gebundenen Naturauffassungen nicht nur als ein glatter Siegeszug, sondern auch als eine Verlustgeschichte zu begreifen ist.

Welcher Eindruck immer sich einstellen mag: Kaum wird zu bestreiten sein, daß die Fragen, die in der *Mediale* zu erörtern sein werden, in jene neuralgischen Zonen der hochtechnisierten Gesellschaften reichen, in denen sich der kulturelle Wert unseres Medienzeitalters entscheiden wird. Für mehrere Wochen wird sich Hamburg als Trainingslager eines selbstbewußten Umganges mit den elektronischen Medien darstellen.

Über den Erfolg wird die Beantwortung der Frage entscheiden, ob sich weiterhin die Erbärmlichkeit des Slogans bewahrheitet, daß „das Medium die Botschaft“ ist, oder ob – wie es der Titel dieses Vorberichtes in apotropäischer Hoffnung behauptet – in den Medien Botschaften zu erfahren sein werden: „The message is the medium“ – „Die Botschaft ist das Medium“. □

*Die Mediale Hamburg beginnt am 3. Februar 1993 und dauert bis Ende März 1993. Vorstand: Thomas Wegner, Dr. Wulf Herzogenrath, Christian Stephan. Weitere Information bei der Geschäftsführerin der Mediale: Petra von der Osten-Sacken, ABC-Str. 45, 2000 Hamburg 36.*

## ZITIERTE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Aleida und Jan Assmann, in: Eric A. Havelock: Schriftlichkeit. Das griechische Alphabet als kulturelle Revolution. Weinheim 1990. S. 1 ff.  
Walter Benjamin: Das Kunstwerk im Zeitalter seiner technischen Reproduzierbarkeit (zweite Fassung). In: Gesammelte Schriften, hrsg. von Rolf Tiedemann und Hermann Schwepenhäuser, Bd. VII/1, Frankfurt/M. 1989, S.

350–384. – Zum Vergleich McLuhan-Benjamin: Horst Bredekamp: Der simulierte Benjamin. Mittelalterliche Bemerkungen zu seiner Aktualität. In: Kunstforum International 120/1992.

Jakob Burckhardt: Die Kultur der Renaissance in Italien. Ein Versuch. Von Konrad Hoffmann hrsg. Urausgabe, Stuttgart 1985, S. 70 ff. (I/8).

Marshall McLuhan: Die magischen Kanäle. Düsseldorf/Wien 1968.

Neil Postman: Wir amüsieren uns zu Tode. Urteilsbildung im Zeitalter der Unterhaltungsindustrie. Frankfurt/M. 1988.

## DER AUTOR

Horst Bredekamp, geboren 1947, Dr. phil., ist Professor am Kunstgeschichtlichen Seminar der Universität Hamburg und Beiratsmitglied der „Mediale“. Neben Aufsätzen unter anderem zum Verhältnis von Kunst und Technik folgende Buchpublikationen: „Kunst als Medium sozialer Konflikte“ (1975); „Kunst um 1400 am Mittelrhein“ (1975); „Vicino Orsini und der Heilige Wald von Bomarzo“ (1985); „Botticelli, La Primavera“ (1988).

# „Ein Preuße weiß, was er von Bayerns König zu erwarten hat“

Maximilian II. von Bayern und  
sein Ratgeber Alexander von Humboldt

VON KURT-R. BIERMANN



Maximilian II. von Bayern, Förderer der  
Wissenschaft. Aufnahme von 1860.

Obwohl Maximilian II. von Bayern (König von 1848 bis 1864) intensiv um die Förderung von Wissenschaften bemüht war und den Ausbau Münchens fortgesetzt hat, steht er im Schatten des Nachrumes seines Vaters Ludwig I. und seines Sohnes Ludwig II. So ist weitgehend in Vergessenheit geraten, daß sich Maximilian II. auf wissenschaftlichem Felde vom „Heros deutscher Wissenschaft“, wie er ihn nannte, dem Naturforscher Alexander von Humboldt (1769 bis 1859), beraten ließ. Gegenstand und Umfang der Konsultationen sollen daher hier ins Gedächtnis zurückgerufen werden.

Die persönliche Bekanntschaft zwischen dem damaligen bayerischen Kronprinzen und dem preußischen Forschungsreisenden rührt von Anfang Februar 1831 her, als sich Maximilian zu akademischen Studien in Berlin aufhielt und Humboldt dort zwischen zwei Parisaufenthalten weilte. Es kam im Potsdamer Stadtschloß zu ausgedehnten Gesprächen, die auch politische Fragen nicht ausklammerten und die ein ausgesprochenes Vertrauensverhältnis zwischen dem damals 30-jährigen Prinzen und dem mehr als doppelt so alten Gelehrten begründeten. Maximilian erlaubte Humboldt, sich jederzeit unmittelbar an ihn zu wenden. Später hat Maximilian seinen

nannten Erlaubnis ist ein Briefwechsel von wenigstens 20 Briefen, zu 75 Prozent aus Humboldts Feder, entstanden, deren Inhalt hier resümiert sei.

Der zeitlich erste überlieferte Brief dieser Korrespondenz wurde von Humboldt am 26. 6. 1846 an den Prinzen gerichtet, und er ist insofern von besonderer Wichtigkeit, als in ihm auf Wunsch Maximilians sowohl allgemeine Grundsätze für die Wissenschaftsförderung als auch Ratschläge für die Gründung wissenschaftlicher Anstalten enthalten sind sowie Namen bedeutender Gelehrter genannt werden, deren Konsultierung bei der wünschenswerten Besetzung von Lehrstühlen angeraten wird.

Gleich am Beginn des Schreibens heißt es: „Wahl und Berufung der Männer, welche die Wissenschaften durch Lehrvortrag oder literarische Produktionen beleben und erweitern sollen, sind neben der vollsten intellektuellen Freiheit, sich in den Gebieten der Philosophie, der Geschichte, der Altertumskunde, der mathematischen, physikalischen und naturbeschreibenden Wissenschaften zu bewegen, die Grundlage allen Fortschritts. Für einzelne spezielle Aufgaben mühsamer archivarischer Geschichtsforschung, für chemische Untersuchungen, Beschreibung einzelner Organe in verschiedenen Tierklassen können Geldprämien und akademische Preise von Nutzen sein, aber große literarische Arbeiten, eigentliche Schöpfungen der Intelli-

Berliner Korrespondenten ausdrücklich gebeten, ihm die „Hauptrichtungen und Hauptmittel“ zu bezeichnen, „durch welche, gleich wie sein Vater (Ludwig I.) für die Kunst, so er (Maximilian II.) für die Wissenschaft in großartiger und dauernder Weise wirken könnte“.

Aus direkt an Humboldt gerichteten Fragen und aus der Befolgung der ge-

genz oder der Einbildungskraft sind nie dadurch erlangt worden.“

Humboldt machte nicht weniger als 32 potentielle Konsulenten auf den Gebieten der Philosophie, der Geschichte, der Mathematik, der Astronomie, der Chemie – hier unter anderen Liebig, der 1852 nach München berufen und der ganzen Gunst Maximilians teilhaftig wurde –, der Geologie und Mineralogie, der Physik und Meteorologie, der Botanik, der Zoologie und Physiologie namhaft, die für Beratung und für Besetzungsvorschläge kompetent seien. Es ist bemerkenswert, daß sie alle einen Platz in der Geschichte ihrer Fächer behaupten. Somit stellt die Liste der Urteilsfähigkeit Humboldts das beste Zeugnis aus. Übrigens waren sämtliche von ihm benannten Ratgeber aus dem deutschen Sprachgebiet mit Ausnahme des schwedischen Chemikers Berzelius.

Humboldt konstatierte, daß München hinsichtlich der Herstellung astronomischer, geodätischer und optischer Instrumente dem ganzen Kontinent, sogar England, überlegen sei. Die Regierung dürfe keine Kosten scheuen, um „diesen Ruhm zu erhalten“. Hingegen fehle es im südlichen Deutschland an mathematischen Berühmtheiten, während es in Norddeutschland mehr vorzügliche Mathematiker und Chemiker gäbe als benötigt würden. Das gelte auch für klassische Philologie und für Sanskrit. In diesem Zusammenhang nannte Humboldt seinen Schützling Gotthold Eisenstein, zitierte dessen hohe Wertschätzung durch Carl Friedrich Gauß, „den größten Mathematiker unseres Zeitalters“, und erwähnte, daß Eisenstein „nur zu gern jeden Ruf annehmen“ würde.

Er lobte die durch J. von Lamont geleitete Münchner Sternwarte und regte an, ihm auch gesonderte Wetterwarten zu unterstellen, da „die Ergründung der meteorologischen Prozesse im Luftkreise und für den Ackerbau um so wichtiger“ sei, „als das Land (Bayern) eine so große Verschiedenheit der Oberfläche und Gestalt des Bodens darbietet“. An Aufgaben nannte er die Beobachtung der Luft- und Erdwärme und des Barometers, die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit, der Niederschlagsmenge sowie der geomagnetischen Variationen. Er empfahl die Übernahme der preußischen Beobach-

tungstermine und berichtete, daß auf seine Anregung hin schon in ganz Rußland meteorologische und erdmagnetische Meßstationen gegründet worden seien. Er riet ferner zur Herstellung einer „geognostischen“ – das heißt einer geologischen, mineralogischen und Lagerstättenkundlichen – Karte Bayerns „mit Angabe der auch für den Ackerbau so wichtigen Höhenbestimmungen“.

Der Umstand, daß Maximilians Bruder Otto seit 1832 Griechenland als König regierte, bot Humboldt schließlich Veranlassung zu dem Vorschlag einer bayerisch-griechischen geologisch-mineralogischen Sammelreise durch Hellas unter besonderer Berücksichtigung des Vulkanismus zur Vervollständigung der Exponate der Münchener und zugleich der griechischen Museen. Die Mitnahme eines qualifizierten Gärtners könne gleichzeitig den Münchener Botanischen Garten um griechische Gebirgspflanzen bereichern.

### PLÄDOYER FÜR DEN FÖDERALISMUS

Es vergingen indessen noch fast zwei Jahre, bis Ludwig I. im März 1848 auf die Krone verzichtete und Maximilian an die Verwirklichung seiner Pläne zur Wissenschaftsförderung gehen konnte. Zuvor aber war die deutsche Frage vorrangig, das heißt ob und wie nach der Märzrevolution die deutsche Einheit hergestellt werden könne. Maximilian erbat daher am 26. Oktober 1848 Humboldts diesbezügliche Ideen. Sein Berliner Ratgeber sprach sich dafür aus, nicht so zu tun, als müsse man nun „ein Reich stiften“ und „als kämen die germanischen Stämme eben erst aus den Urwäldern“. Es gelte vielmehr, „das partielle, die Intelligenz so mächtig und ruhmvoll hebende Leben der früh gesonderten Volksstämme zu erhalten“.

Wir übergehen hier Humboldts Überlegungen über die Verteilung der Macht an der Spitze des Bundes und beschränken uns auf die Feststellung, daß Humboldt für Föderalismus und gegen Partikularismus argumentiert. Der Zentralgewalt will er nur die Fragen der Verteidigung, die Gewährleistung der Glaubensfreiheit und die Sorge für das materielle Wohl (Handels- und Zolleinrichtungen) überlas-

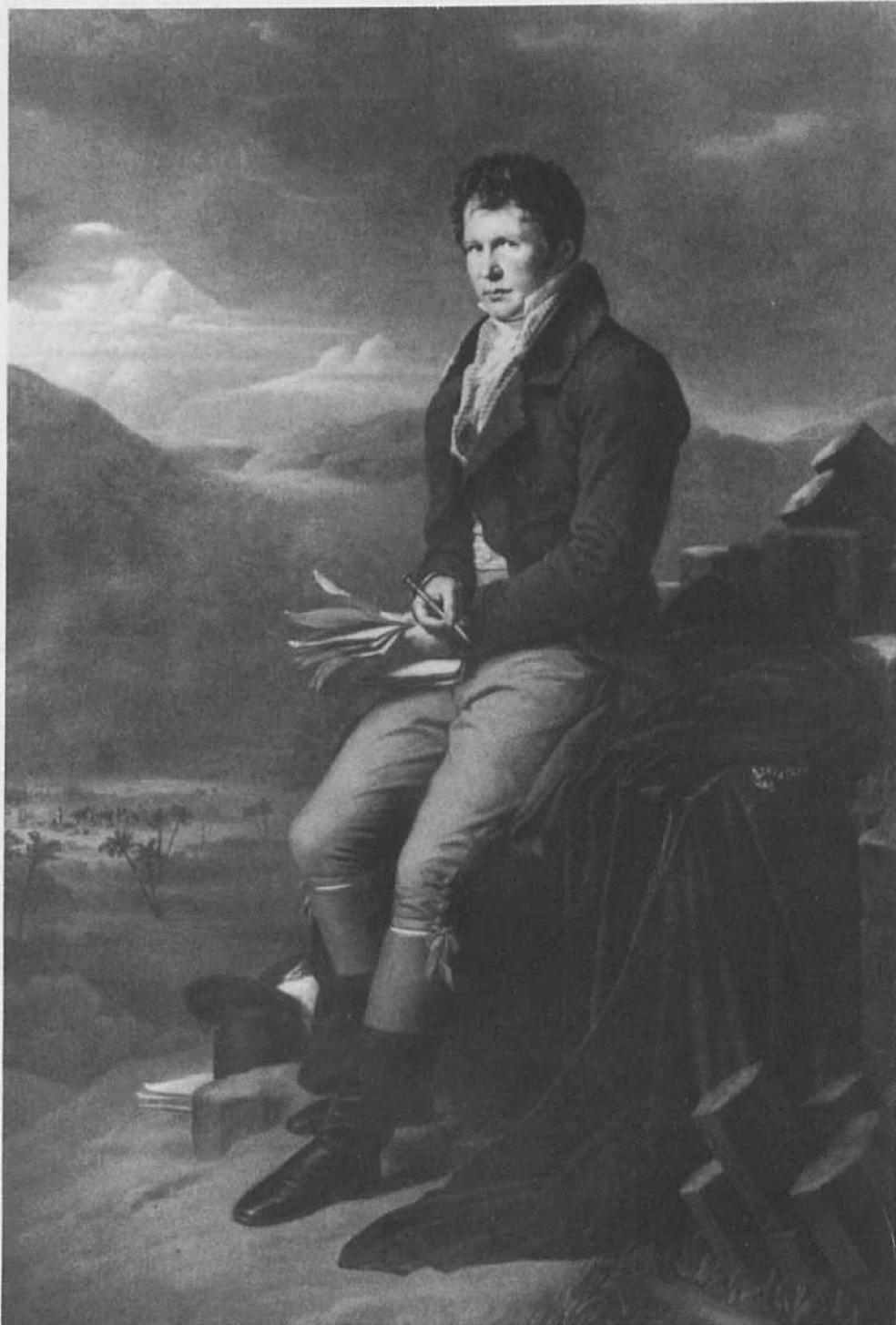
sen sehen; im übrigen sollten die Länder ihre Selbständigkeit bewahren und nicht im Bund „aufgehen“. Die Völker hätten „das Recht, gut regiert zu werden“. Sie hätten „den alten und sehr vernünftigen Glauben“, daß „man besser aus der Nähe regiert“ werde, „von denen, die ihre Bedürfnisse kennen“.

„Die Absonderung des südlichen Deutschland von dem nördlichen“ hält Humboldt „für eine große Kalamität“; sie „gäbe das Vaterland fremden Einflüssen preis“. Die Bundesverfassung müsse „die Rechte der Teile schützen, gerecht und freisinnig zugleich“. Humboldt schließt mit dem Ausspruch, der – leicht verkürzt – in der Überschrift wiedergegeben ist: „Ein Preuße weiß, was er von Bayerns edlem, sinnigen, ernst wägenden König zu erwarten hat.“

Als Humboldt 1801 in Bogotá, Kolumbien, sein Fernweh als Jugendlicher und die daraus resultierenden Reiseprojekte seinem Tagebuch anvertraute, fügte er hinzu: „Ich hatte entfernte Pläne geschmiedet.“ Das Gleiche hätte er von seinen vorstehend resümierten Vorstellungen sagen können – bis zur Vereinigung war noch ein weiter Weg zurückzulegen.

Es ist sicher der Hinweis darauf nicht überflüssig, daß Humboldt seine Antwort zumindest in *einem* Punkt mit dem preußischen König Friedrich Wilhelm IV., der mit einer bayerischen Prinzessin verheiratet war, abgestimmt hat: Er versicherte Maximilian, Preußen strebe im vereinten Deutschland keine Hegemonie an, vielmehr solle die Zentralgewalt der „Dreiheit“ – Österreich, Preußen und den deutschen Mittel- und Kleinstaaten – übertragen werden. Diese sogenannte Trias-Idee lag dem bayerischen, mit einer preußischen Prinzessin verheirateten Monarchen besonders am Herzen.

In den Briefen, die Humboldt in seinem letzten Lebensjahrzehnt dem bayerischen König schrieb, ging es vor allem um personelle Empfehlungen, etwa der Alpenforscher Hermann und Adolph Schlagintweit, des Botanikers H. Schacht, des Mathematikers G. Rosenhain, des Geologen J. Roth, des Geographiehistorikers F. W. Ghillany. Aber auch die Namen von Literaten, Malern, Bildhauern und Architekten finden wir unter denen, auf die Humboldt die Aufmerksamkeit Maximilians zu lenken suchte.



Alexander von Humboldt (1769–1859) war nicht nur der wissenschaftliche Entdecker Amerikas, sondern vor allem auch Wissenschaftsförderer in Deutschland. Maximilian II. von Bayern suchte seinen Rat. Karl von Steuben malte von Humboldt 1812 vor der Kulisse des Chimborasso nach Vorlagen, die der Forscher auf seinen Reisen gezeichnet hatte.

Wie schätzte nun Humboldt den Erfolg seiner Bitten, Anregungen und Hinweise ein? Die Antwort auf diese Frage finden wir in Humboldts Briefen vom 5. November und 18. Dezember 1857, in denen es heißt: „Sie haben über alle Maßen gehalten, was als Kronprinz . . . Sie uns verhiessen. Sie haben auf großartige und dauernde Weise wie der edle König Ludwig (I.) für die Kunst, so für die Wissenschaft gewirkt und das gesamte deutsche Vaterland zu tiefgefühltester Dankbarkeit verpflichtet. Meine gewagten Wünsche für die Erweiterung des botanischen Gartens und Berufung eines der großen mathematischen Illustratoren haben damals nicht in Erfüllung gehen können, aber wieviel ist seitdem nicht zum Flor der Universität durch die Berufung meines Freundes, des einzig großen Meisters Baron von Liebig, (des Physiologen K. Th. E.) von Siebold, (des Historikers H.) von Sybel, (des Astronomen und Physikers J.) von Lamont, (des Staatswissenschaftlers W. H.) Riehl, die Er-

richtung der historischen und mathematisch-physikalischen Seminarien, die Unterstützung der Reisenden nach Palästina, Zentralamerika und Spanien, durch Gründung des Maximilian-Ordens (für Wissenschaft und Kunst), durch Geldspenden für Unternehmung und möglichst Fortsetzung großer Werke Herrliches geschehen!“

„Die Geschichte bietet kaum ein anderes Beispiel von zwei aufeinander folgenden, sich gleichsam ergänzenden Regierungen dar. Der hellenischen Kunstliebe (von Maximilians Vater), die so Großes sinnig geschaffen, folgt ein Wirken, das auf eigene, gründliche und mannigfaltige Kenntnisse gegründet, einen anderen wichtigen Teil der Gedankenwelt, die Naturseite, in ihren organischen und geologischen Beziehungen zu umfassen strebt, ohne daß der Erforschung der physikalischen Erscheinungen der belebende Hauch der Einbildungskraft entzogen bleibt.“

Den Abschluß der Korrespondenz bildet ein aus dem Rahmen fallender

Brief des fast 90jährigen Humboldt vom 16. Januar 1859, wenige Monate vor seinem Tode. Er bat um Befragung alter Diener, wann ein sehr seltener schwarzer Papagei *Grand Vaza* durch Maximilians Großvater erworben worden war. Dieser Papagei war über den Großherzog von Weimar, Karl August, in Humboldts Besitz gekommen, hatte mehr als 30 Jahre bei ihm gelebt und war nun am 13. Januar plötzlich verstorben. Es schien sich die Möglichkeit zu bieten, an einem konkreten Beispiel die Langlebigkeit jener Vögel zu belegen.

Maximilian ließ sogleich nachforschen, konnte aber zu seinem Bedauern die Frage nicht beantworten, da Maximilian I. mehrere schwarze Papageien besessen hatte.

Daß Humboldt den König direkt in der Angelegenheit bemühte und dieser unverzüglich reagierte, zeugt einmal mehr von dem geradezu freundschaftlichen Umgang des demokratischen Konsulenten in Berlin mit dem fürstlichen Konsultanten in München. □

*Der Verfasser dankt der Alexander von Humboldt-Forschungsstelle in (Ost-) Berlin für die Erlaubnis der Einsichtnahme in deren Sammlung von Kopien der Briefe von und an Alexander von Humboldt. Die Klammern in Zitaten kennzeichnen Ergänzungen des Autors.*

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Ludwig Trost (Hrsg.): Briefe Alexanders von Humboldt an König Maximilian II. In: Neue Freie Presse Nr. 10795 und 10796 vom 12. bzw. 13. 9. 1894, jeweils Morgenblatt, S. 1–3.  
Kurt-R. Biermann in: Spectrum 1/1986, S. 29; 9/1987, S. 29; 7/8/1989, S. VIII.

## DER AUTOR

Kurt-R. Biermann, Dr. rer. nat. habil. und Professor emeritus, Vizepräsident der *Académie internationale d'histoire des sciences*, zählt zu den anerkanntesten deutschen Wissenschaftshistorikern. Seit über 35 Jahren ist er in der Alexander von Humboldt-Forschung tätig. Den Lesern von *Kultur & Technik* ist der in Berlin lebende Autor auch durch seine Forschungen zur Mathematik- und Physikgeschichte vertraut.

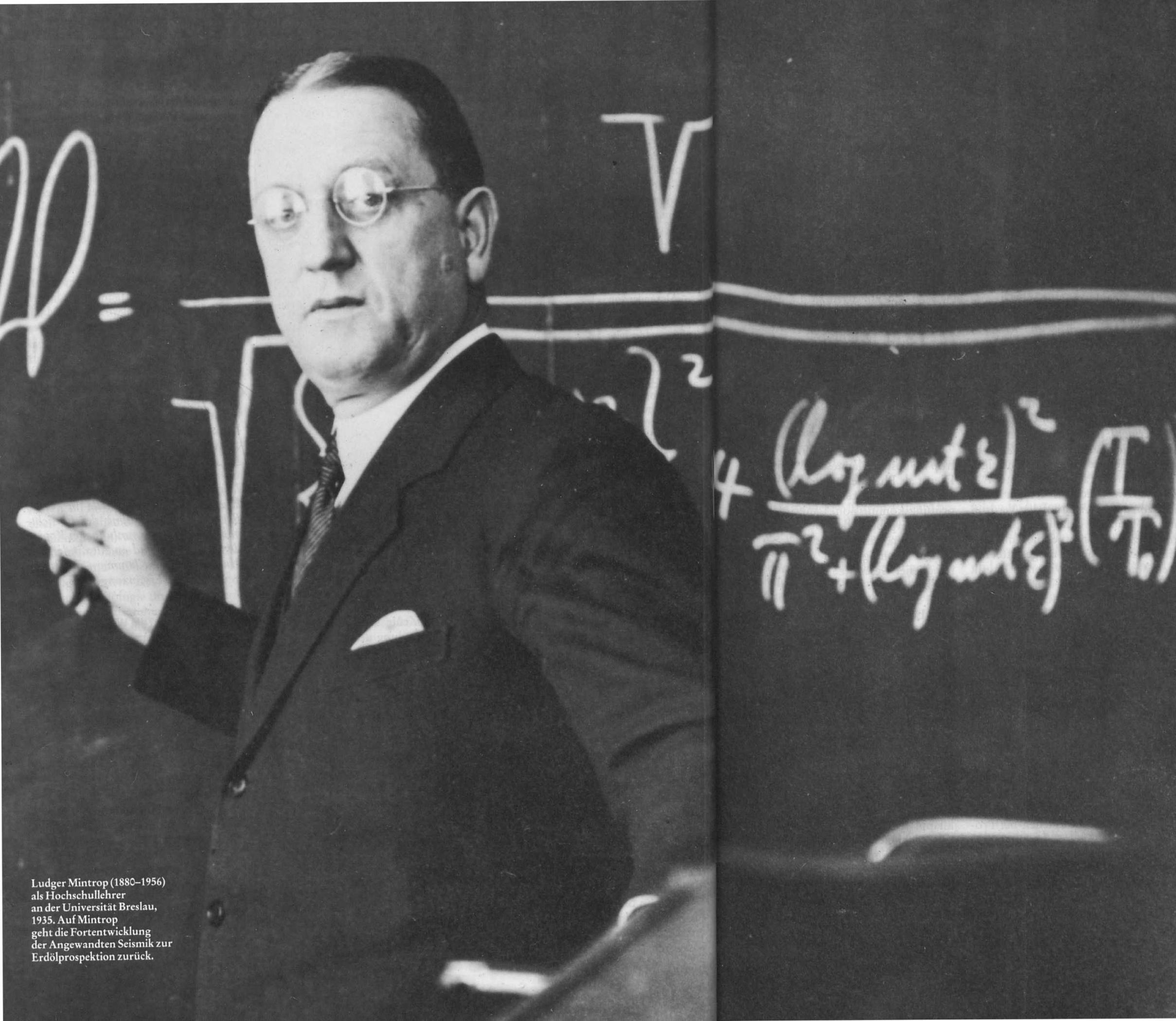
# ZÜNDSTOFF ERDÖL

Ludger Mintrop,  
Pionier und Begründer der  
Angewandten Seismik

VON GERHARD KEPPNER

Der Markscheider und Geophysiker Ludger Mintrop (1880 bis 1956) hatte eine für die damalige Zeit erstaunliche Methode entwickelt, Öllagerstätten aufzuspüren, zunächst in Verbindung mit Salzstöcken. Er löste Detonationen aus und ortete höffige Gesteinsstrukturen aufgrund genauer Erfassung und Analyse der zurückgeworfenen Schallwellen. In den 20er Jahren hatte er das Monopol bei dieser Technik. Betriebsspionage und verbesserte Verfahren unterhöhlten das Monopol gegen Ende der 20er Jahre.

Am 19. November 1924 hatte eine Ölbohrung in Texas unweit Houston in 103 Metern Tiefe den Gipshut eines Salzstocks angetroffen, genau in vorausgesagter Tiefe. Die Ölwelt staunte. Wem war es hier gelungen, die Salzstockobergrenze so exakt vorauszusagen, ja überhaupt den Salzstock aufzuspüren? Mysteriöses schien im Spiel. In der Ausgabe des *Houston Post Dispatch* vom 19. November 1924 las sich das wie folgt: „Der genaue Mechanismus des Instruments jedoch bleibt für alle ein Geheimnis, eine kleine



Ludger Mintrop (1880–1956) als Hochschullehrer an der Universität Breslau, 1935. Auf Mintrop geht die Fortentwicklung der Angewandten Seismik zur Erdölprospektion zurück.

Gruppe ausgewählter Leute der Ölindustrie ausgenommen. Diese wenigen weigern sich, die Arbeitsweise jener Maschine zu enthüllen, mit deren Hilfe man die Lokation von Salzdomen exakt herausgefunden hat.“ Von einem deutschen Patent war dann noch die Rede und von Wissenschaftlern, die aus Deutschland angereist waren und es verstanden, mit dem Zaubermittel umzugehen.

Ludger Mintrop hatte, von der Erdbebenseismik her kommend, den Grundstein zur „Angewandten Seismik“ gelegt, angewandt im Sinne von technisch-ökonomisch durchführbar und sinnvoll. Unüberhörbar trommelte er für seine Ideen, schuf sich 1921 ein Werkzeug in Gestalt der SEISMOS, ließ seine Meßtrupps ausschwärmen in Europa und bald auch in der Neuen Welt – und hatte Erfolg. Und Erfolg heißt hier: Einführung der Angewandten Seismik als entscheidendes Mittel zur Aufsuchung von Erdöl und Erdgas.

Der Funke hatte gezündet. Geophysikfirmen entstanden fast explosionsartig in den USA, darunter die berühmtesten der Branche. Und der Durchbruch ließ nicht lange auf sich warten, ausgedrückt in einem lawinenhaften Anschwellen neuer Salzstock- und damit Erdölfunde in Texas und Louisiana.

Wenn wir in Ludger Mintrop den „Begründer“ und nicht den „Erfinder“ der Angewandten Seismik sehen, so tun wir das bewußt. Den Gedanken, Seismologie zur Erforschung von Gesteinskomplexen praktisch anzuwenden, hatte schon der Ire Robert Mallet 1846. Er verwendete Schießpulver als Energiequelle und bestimmte 1859 die Geschwindigkeit von Oberflächenwellen in Sand und Granit. John Milne (1885) setzte diese Experimente fort und führte auch das Fallgewicht als Energiequelle ein. Zahlreiche Wissenschaftler arbeiteten von jetzt an weltweit theoretisch und praktisch an der Anwendung seismischer Methoden zur Erfassung des Untergrundes. Nur einige seien genannt: August Schmidt (1888), Ferdinand A. Fouqué und August Michel Lévy (1889), A. Bélar (1901), Andrija Mohorovičić (1910), Reginald Fessenden (1917). Der große Göttinger Seismologe Emil Wiechert, zu dessen Schülern so bedeutende Köpfe wie Beno Gutenberg und Ludwig Geiger gehörten, veröffentlichte

1907 zusammen mit Karl Zoeppritz sein epochales Werk *Über Erdbebenwellen*. Weitere Arbeiten folgten. Doch der Lehrer Wiechert bedurfte eines Schülers, der den Weg von der Theorie zur praktischen, nutzbringenden und damit kommerziellen Anwendung suchte und fand. Er sollte ihn bekommen: in Ludger Mintrop, Markscheider aus dem Ruhrgebiet.

Für die geschichtliche Rolle, die Mintrop zu spielen bestimmt war, sollte sich die Fachrichtung Markscheidewesen als eine außerordentlich günstige Fügung erweisen. Die Geologen dieser Epoche hatten wenig Ahnung von Physik und Mathematik und deren Methoden und Möglichkeiten. Die Physiker hatten ihrerseits von Geologie keinen Schimmer und deshalb kaum das Bedürfnis, geologische Probleme mit physikalischen Mitteln anzupacken. Mintrops Fachwissen hingegen überdeckte beide Gebiete in idealer Weise. George Elliott Sweet bekennt in seiner *History of Geophysical Prospecting*: „In dieser Hinsicht war Mintrop einzigartig für seine Zeit. E. Wiechert hätte es gekonnt (seine eigenen Ideen in die Tat umzusetzen; d. A.), nur war Dr. Wiecherts Temperament nicht von der Art, sich auf den Verdruß und die Kämpfe einzulassen, die ein kommerzielles Unternehmen mit sich bringt ... Mintrop aber, ausgestattet mit einem soliden Grundwissen in Physik und Geologie, besaß die natürliche Voraussetzung, den ersten großen Sieg in der Erschließung des Untergrundes zu erringen.“

## ZWISCHEN PRAXIS UND WISSENSCHAFT

Ludger Mintrop wurde am 18. Juli 1880 auf dem elterlichen Gut Barkhoven bei Essen-Werden als fünfter Sohn von 15 Geschwistern geboren. Die Reifeprüfung legte er am Realgymnasium in Aachen ab. Nach gründlicher Praxis im Ruhrbergbau studierte er an der Bergakademie in Berlin und der Technischen Hochschule Aachen bei Professor Karl Haußmann. Im Jahre 1905 erhielt er, nach Ablegung der Staatsprüfung, vom Oberbergamt Dortmund die Zulassung als Markscheider und ging dann zunächst als Assistent zu Haußmann zurück, wo er den für seinen Lebensweg entscheidenden Kontakt mit der Geophysik bekam.

Nachdem er eine seismische Station in Aachen nach Göttinger Vorbild eingerichtet hatte, wechselte er 1907 zu Professor Emil Wiechert nach Göttingen über und wurde hier zu eingehenden Versuchen mit künstlich erzeugten Erdbeben und zum Bau leichter transportabler Seismographen angeregt. An die Bergschule Bochum als Dozent für Markscheidkunde berufen, richtete er auch hier eine seismische Station ein, verfolgte aber gleichzeitig seine Ideen zur Nutzbarmachung der Seismik für praktische Aufgaben weiter.

Mintrop also war Pendler geworden: Er lehrte in Bochum und lernte in Göttingen. 1911 promovierte er bei E. Wiechert „Über die Ausbreitung der von den Massendruckern einer Großgasmaschine erzeugten Bodenschwingungen“. Auch das Seismogramm eines künstlichen Erdbebens, hervorgerufen durch den Aufprall einer von der Firma Krupp gespendeten 4 Tonnen schweren, aus 14 Metern Höhe fallenden Stahlkugel, ist in seiner Dissertation wiedergegeben.

Den Ersten Weltkrieg erlebte Mintrop im besten Mannesalter. Erst tat er Dienst als Physiker bei der Luftschiffabteilung und später bei der Artillerieprüfungskommission. Lange bemühte er sich vergebens, den Generalstab zu überzeugen, daß er in der Lage sei, mit seinen Seismographen die Stellung feindlicher Geschütze schnell und präzise zu erfassen. Aber erst nach der blutigen Somme-Schlacht gelang es Mintrop, Ludendorffs Generalstab von den Möglichkeiten der seismischen Ortung zu überzeugen. Die Konsequenz war Ende 1916 eine Demonstration seines Verfahrens auf dem Artillerieschießplatz Wahn. Mintrop erfaßte die „feindlichen Batterien“ mit solcher Präzision, daß Ludendorff die Aufstellung von 100 Ortungstrupps genehmigte und sie schon 1917 an der Front zu sehen wünschte. Der Generalstab befahl, und Mintrop stürzte sich in die Arbeit. Aber sachkundiges Personal und auch geeignetes Material waren knapp. Jedenfalls kam es bis Kriegsende nicht mehr zur gewünschten Massenproduktion von Seismographen.

Als „Sound-Ranger“ erlebte Mintrop ähnliche Frustrationen wie seine Kollegen auf der anderen Seite, die den Ort der feuernden Batterie über Messungen des Luftschalls zu erkennen versuchten. John C. Karcher und Wil-



Mintrops SEISMOS-Trupp 1928 im Iran, wo die „Turkish Petroleum Compagny“ mit Hilfe von Mintrops Technik Erdöl zu finden hoffte.

liam P. Haseman gehörten zu ihnen, Wissenschaftler also, mit denen er sich auch später wieder als Konkurrent zu messen hatte.

Bereits 1917, also noch während des Krieges, meldete Mintrop Patente beziehungsweise Gebrauchsmuster für einen leichten Feldseismographen sowie für ein Verfahren zur Ermittlung des Ortes künstlicher Erschütterungen an. Am 7. 12. 1919 kam es schließlich zur Anmeldung seiner berühmten Patentschrift über ein seismisches „Verfahren zur Ermittlung des Aufbaus von Gebirgsschichten“. Der Grundstein war gelegt.

Was hatte Mintrop den Geologen anzubieten? Zweierlei: Einmal ein leichtes, feldtaugliches Instrument von großer Präzision – relativ gesehen – und zum anderen ein Verfahren, das wir heute als Refraktionsseismik bezeichnen. Mintrop durchschaute Natur und Laufweg jener Kopf- oder „indirekten Welle“ – seine eigene Bezeichnung –, die den Geophysikern heutzutage als „Mintropwelle“ geläufig ist. Anhand von Weg/Zeit-Diagrammen, den Laufzeitkurven, ermittelte er Tiefe und Verlauf der refraktierenden Schicht, was ihn befähigte, geologische Strukturen – in erster Linie Aufwölbungen, besonders Salzdom – zu erfassen und relativ genau zu umgrenzen.

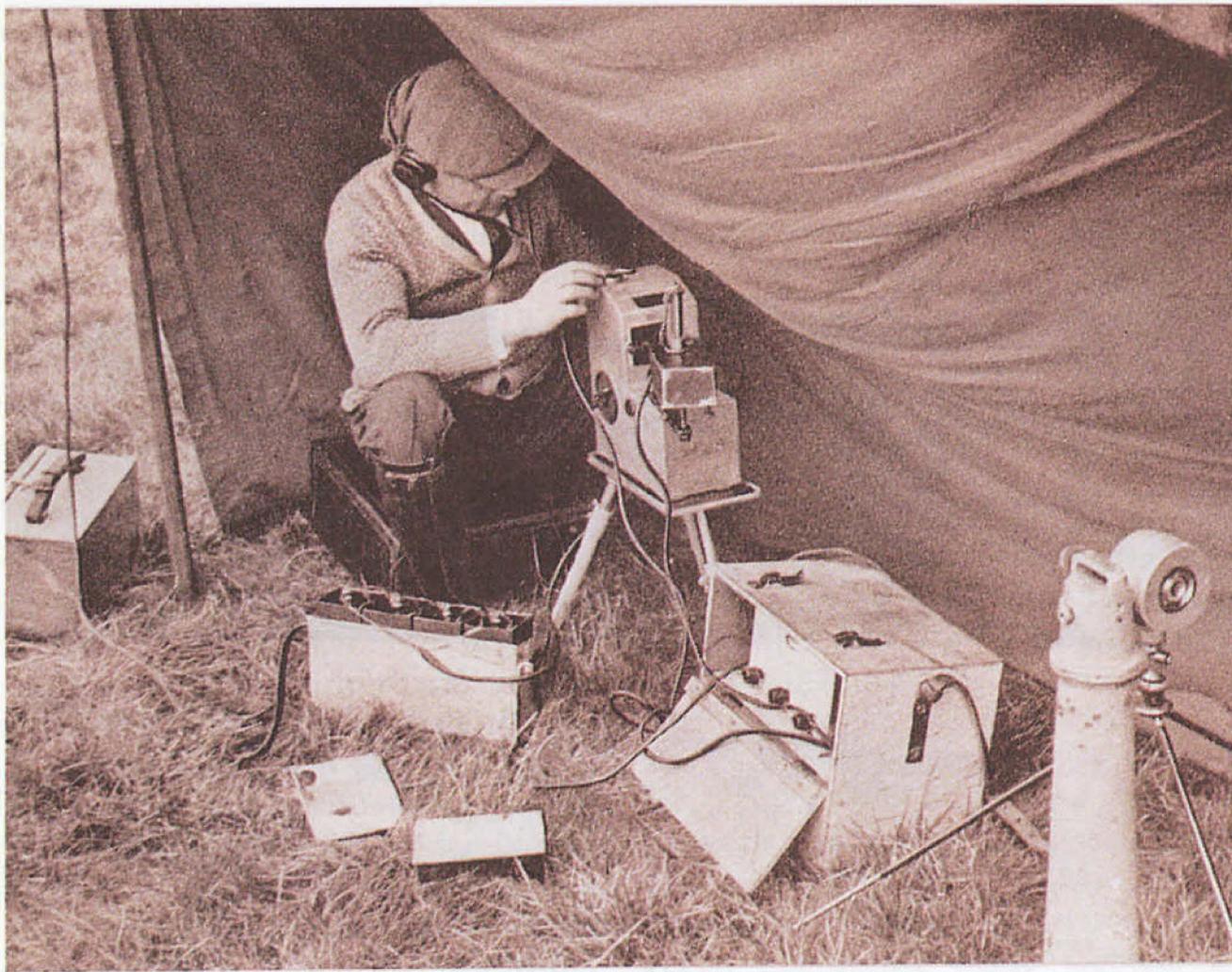
Als Mintrop am 4. April 1921 die SEISMOS gründete, finanziert von den großen Montankonzernen *Thyssen*, *Rheinstahl*, *Phönix*, *Hoesch* und *Deutsch-Lux*, hatte er sein Verfahren schon im harten Test erprobt. Er hatte bei Neuengamme gemessen, bei Wietze, er hatte den noch unbekanntem Salzstock von Meißendorf klar erfaßt und sich die ersten wesentlichen Erfahrungen angeeignet. Es waren also Montan- und keine Ölfirmen, die sich für das neue Verfahren interessierten, was deutlich macht, daß man in erster Linie ein Instrument zur Erfassung und Begrenzung von Erz- und Kohlelagerstätten in der Hand zu haben meinte. Das Grundkapital der neuen Gesellschaft „zur Erforschung von Gebirgsschichten und nutzbaren Lagerstätten“ betrug eine Million Reichsmark. Das war nicht viel. Wo aber nahm man die Experten her? Die mußten erst herangebildet werden. Am Ende des ersten Geschäftsjahres bestand die SEISMOS nur aus acht Mann.

Aber es ging voran. Erste Aufträge führte die SEISMOS in Deutschland und Österreich durch. Aufträge in Holland und Schweden, dann Mexiko, kamen hinzu. Das war 1923. Mintrops erste Erfolge, besonders sein Rezept zur Erforschung von Salzstöcken, exemplifiziert am Salzdom Meißendorf, hatten die großen Ölkonzerne bei al-

ler gebotenen Skepsis aufhorchen lassen. Besonders Waterschoot van der Gracht, Chefgeologe und Vizepräsident der *Marland Oil Co.* (später *Conoco*) war es gewesen, der sich für den Einsatz von SEISMOS-Trupps in Mexiko und den USA stark machte.

Am 27. März 1923 stach der erste SEISMOS-Meßtrupp in See. Ziel war Tampico in Mexiko, genauer: der Dschungel zwischen Tampico und Veracruz. Die berühmten Golden-Lane-Ölfelder sollten weiter in noch unerschlossene Zonen vorgetrieben werden. Otto Geußenhainer, ebenfalls ein Schüler Emil Wiecherts, leitete die Unternehmung. Auftraggeber war die *Mexican Eagle Oil Company (Aquila)*, Kind des legendären Lord Cowdray und ab 1918 eine Adoptivtochter der *Shell*.

Heute braucht ein seismischer Meßtrupp ein halbes Schiff für sich allein. Damals genügten ein paar Kojen. O. Geußenhainer schreibt in einem Brief an G. E. Sweet: „Die ganze technische Ausrüstung bestand aus einem Mintrop-Seismographen, einem Lichtschreiber und einem Beobachterzelt. Sie wog weniger als das persönliche Gepäck der drei SEISMOS-Leute.“ Es sei allerdings erwähnt, daß Mintrop seine Mexico-Party I sehr rasch mit zwei weiteren Seismographen nachrüstete. Eines dieser Systeme steht heu-



Zelte für Seismographen dienten als Sichtschutz vor Spionen.

te im *Deutschen Museum* in München. Der zweite Meßtrupp der Gesellschaft auf dem amerikanischen Kontinent begann im gleichen Jahr unter Mintrops persönlicher Leitung in Oklahoma für die *Marland Oil Co.* Doch bald wandte sich das Interesse jener Region zu, die von vornherein für eine refraktionsseismische Vermessung prädestiniert gewesen war: der Golfküste von Texas und Louisiana. Im April 1924 sprang Geußenhainers Party I von Mexiko nach Texas. Die *Gulf Production Company* hatte den Trupp gechartert. Erst mußte Geußenhainer seine Kunst an einigen bereits bekannten Salzstöcken beweisen, dann schickte man ihn und seine Mannen in die Grafschaft Fort Bend in Texas.

Geußenhainer beschreibt den weiteren Gang der Handlung in einem Brief an G. E. Sweet: „Die Gulf-Leute glaubten an die Existenz eines Salzstocks auf Grund einer auffälligen Biegung des Brazos-Flusses; zwei erfolglose Bohrungen wurden auf diese Theorie hin abgeteuft. Aber all diese Fakten wurden geheim gehalten, man sagte uns nur: schießt diese und diese Linien und seht, was dabei herauskommt. Da die ersten Schüsse nichts Auffälliges zeigten, übernahm ich die Verantwortung und zog mit unserer Ausrüstung etwa fünf Meilen weiter nach Südwesten. Und schon die ersten Schüsse in diesem

neuen Gebiet zeigten das Vorhandensein von Material mit hoher Schallgeschwindigkeit (Salz hat eine sehr hohe Schallgeschwindigkeit; d. A.). In den Seismogrammen waren die typischen Symptome eines Salzstocks erkennbar.

Bevor ich der Gulf Company über den Fund berichtete, telegraphierte ich Dr. Mintrop in New York. Der nahm den nächsten Zug nach Houston. Das war Ende Juni 1924. Nach Mintrops Ankunft schossen wir zusätzliche seismische Profile in allen Richtungen. All dieses Schießen erhärtete meine ursprüngliche Analyse und bestätigte exakt die Lage und Ausdehnung des Salzdomes. Am 20. September 1924 fixierten Mintrop und ich Punkt ‚K‘ in der Karte des Untersuchungsgebiets und schlugen der Gulf vor, genau an dieser Stelle eine Probebohrung niederzubringen. Die Geologen der Gulf Production Company waren etwas skeptisch, was den Bohrpunkt ‚K‘ betraf, weil er sich nicht mit den vorgefaßten Ansichten von ‚creekology‘\* in Einklang bringen ließ.

Nichtsdestotrotz entschieden sie, daß der einzige Weg, Mintrops Metho-

\* Creek = kleiner Fluß. Auffällige Flußbiegungen lassen auf Salzauslaugungen im Untergrund schließen und damit auf die Existenz eines Salzdoms. Vor Einführung der Angewandten Seismik war man auf solche unsicheren Hinweise angewiesen.

de zu testen, eben der sei, dort zu bohren, wo er dies forderte. Und mit einigen Befürchtungen gaben sie grünes Licht ... Es gab eine Menge Zweifler bei der Gulf und viel Gelächter und Hänseleien über den ‚Deutschen Bohrpunkt‘ ... Am 19. November 1924 stieß die Bohrung auf den Gipshut des Salzstocks in einer Tiefe von 350 ft, und im Dezember schließlich auf Öl ... Nach der in der Nähe gelegenen Ortschaft nannte man das Ölfeld ‚Orchard‘ ... Niemand scherzte jetzt noch über den ‚Deutschen Bohrpunkt‘. Die Neuigkeit verbreitete sich wie ein Präriefeuer und verursachte die höchste Aufregung in den Öl-Kreisen.“

Geußenhainer schreibt an anderer Stelle, daß die Skepsis dem neuen Verfahren gegenüber anfänglich sehr groß gewesen sei und daß man im Mintropschen Instrumentarium kaum mehr als eine neumodische Art von Wünschelrute gesehen habe. Diese Attitude war nach dem Fund von Orchard mit einem Schlag vorbei, und G. E. Sweet beschreibt den Sachverhalt in seiner *History of Geophysical Prospecting* lapidar: „Mintrops initialer Erfolg am Orchard Dom in Fort Bend County, Texas, war das größte Ereignis (biggest event) in der Geschichte der geophysikalischen Exploration ... So war der Mintrop-Seismograph verantwortlich sowohl für das Aufspüren des ersten Salzdoms überhaupt (Meißendorf), als auch für die Entdeckung der ersten ölführenden Salzstruktur (Orchard).“

### DAS ÖLFIEBER IM GOLF VON MEXIKO UND SEIN ENDE

Zwei Jahre nach seiner Entdeckung produzierte das Orchard-Feld aus einer 1150 Meter tiefen Sonde an der Ostflanke des Salzstocks 400 Tonnen Erdöl täglich. Gemessen an dem Ausstoß eines sogenannten „Riesen“ war Orchard eher eine bescheidene Quelle. Und dennoch war die Wirkung, die von diesem Fund ausging, kaum geringer zu bewerten als die Folgen der Drakeschen Pionierbohrung.

Der zweite Funke hatte also in Texas gezündet. Und die Golfregion bekam die Folgen zu spüren. Nach dem Spindletop-Zufallstreffer von 1901 war Texas wieder in das Erdöl-Nichts zurückgesunken. Man hatte sich jahrzehntelang vergeblich bemüht. Doch

jetzt hatte man den Schlüssel zu den Schätzen in der Hand. Und der Schlüssel hieß: Angewandte Seismik.

Für die *Gulf Oil* schoß Geußenhainer noch drei weitere Salzstöcke heraus. Im Mai zog seine legendäre Party I wieder in das permanent revolutionsgeschüttelte Mexiko. 1928 finden wir Geußenhainers Crew in Persien. Die *Anglo-Persian* und spätere *British Petroleum* (BP) wollte auch nicht länger abseits stehen. Bald tummelten sich drei Trupps in dieser Region. Die Messungen im zerklüfteten Bakhtiari-Gebirge stellten höchste Anforderungen an Methode und Mannschaft. Arbeiten für die *Turkish Petroleum Company* (T.P.C.) im Irak schlossen sich an. Auch die ägyptische Regierung bediente sich des neuen Verfahrens.

So bedeutsam die Expansion in andere Weltgegenden auch sein mochte, entscheidend blieb die Entwicklung in den USA. Bis zu vier SEISMOS-Meßtrupps standen dort gleichzeitig im Einsatz. Mintrop spricht von 22 von der SEISMOS bis zum Jahre 1930 in den USA gefundenen Salzstrukturen. Auch das sehr ergiebige Ölfeld des Hackberry-Salzstocks geht auf dieses Konto. Nicht weniger als neun Ölgesellschaften hatten sich der SEISMOS in den USA bedient. Mächtiges war in Bewegung geraten.

Wie reagierte nun das Ölland USA auf solch spektakuläre Ereignisse? Presse und Fachpresse berichteten aus-

föhrlich darüber. Entscheidend jedoch waren die konkreten Folgen dieser Entwicklung. Ein Kronzeuge der Epoche war O. Scott Petty, Mitbegründer der *Petty Geophysical Engineering Co.* (heute in *Halliburton Geophysical Services* aufgegangen). Er erzählt die Gründung seiner Gesellschaft in der Broschüre *Seismic Reflections*. Dabei zitiert er einen Brief, den er, damals Statiker in Dallas, am 25. 3. 1925 von seinem Bruder Dabney, Geologe in Austin, erhielt. Und O. S. Petty bewertet dieses Schriftstück als „The Letter That Sparked The Beginning“ (Der Brief, der als Zündfunke den Beginn auslöste) – den Beginn seiner Gesellschaft nämlich:

„Scottie, ich schicke Dir da die Kopie eines Papiertes, das die SEISMOS-Leute von sich geben („put out“, vermutlich handelte es sich um ein Seismogramm; d. A.), die die Gulf mit ihren Seismographen ausstatten ... Es gibt nur drei Gesellschaften, die sie jetzt an der Golfküste benutzen. Aber die anderen arbeiten daran, und werden sie ohne Zweifel auch bald benutzen ... Vielleicht wäre es Dir möglich, die Methode zu studieren und vielleicht kannst Du herausfinden, wie man die Ergebnisse (readings) lesen muß ... Ich kriege höchsten Ärger, wenn ich nicht bald hinter das Geheimnis dieser Instrumente komme ... Wenn Du herausbringen könntest, wie diese Dinger funktionieren, könnten wir mit

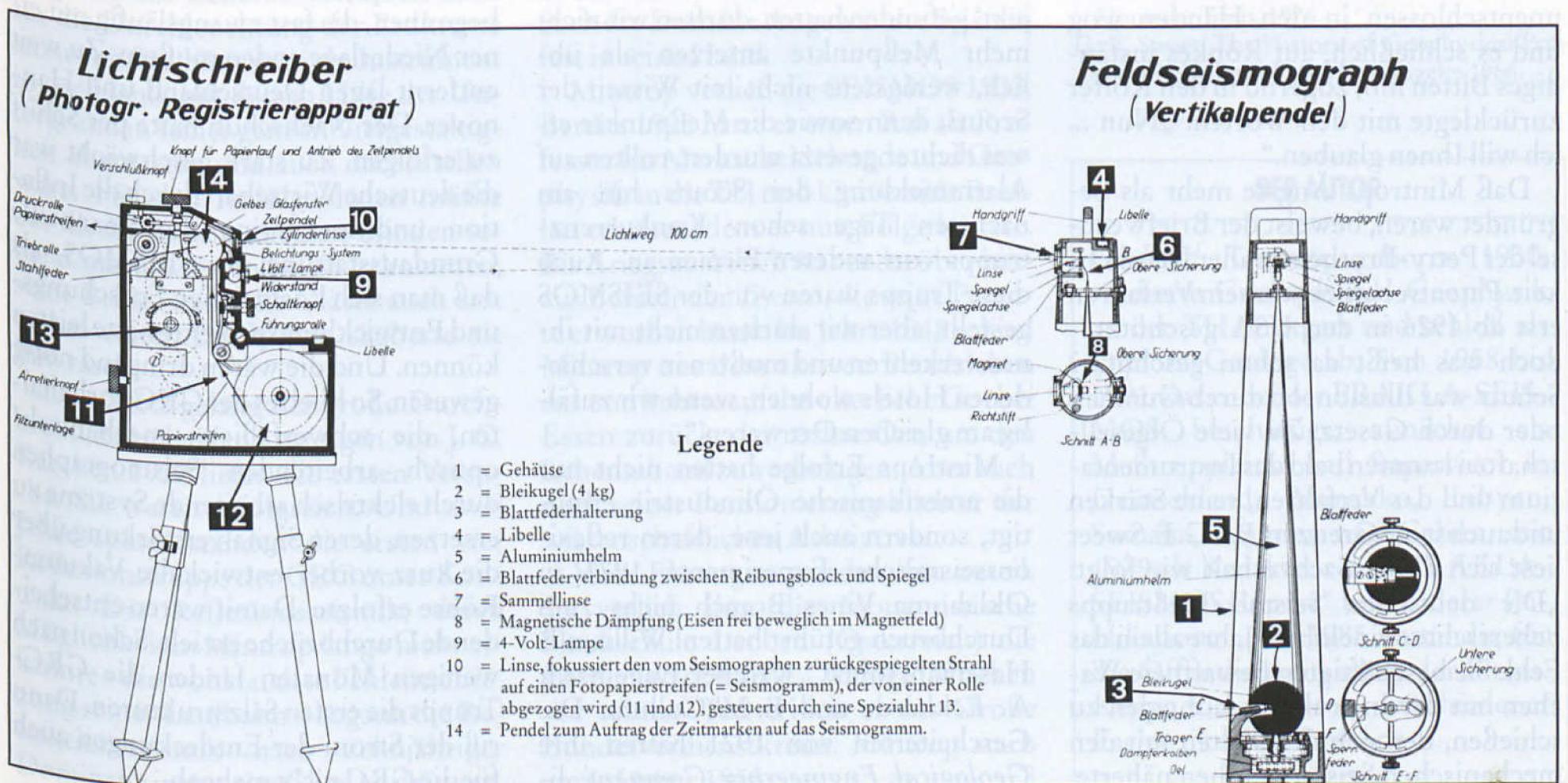
Consultingarbeiten ein großes Geschäft machen ...“.

Die Hatz hatte begonnen.

Als zweiter Kronzeuge fungiert kein geringerer als Everette Lee DeGolyer, der wohl bedeutendste amerikanische Erdölgeologe seiner Epoche. „Mr. De“ geht sehr freimütig auf Mintrops Erfolge an der Golfküste ein und bekennt: „Ich neigte zur Skepsis, was den möglichen Wert der seismischen Methode anbetraf. Aber wiederholte Erfolge der SEISMOS-Trupps für die Gulf überzeugten mich, daß man mit dieser Methode zu rechnen hatte ... 1925 wurde praktisch die ganze kommerzielle Tätigkeit von der SEISMOS ausgeführt. Im November dieses Jahres operierten drei Meßtrupps für die Gulf und einer für Marland.“

Aus einem „Saulus“ war ein „Paulus“ geworden. Und „Paulus“ DeGolyer bedurfte keiner weiteren Beweise für die Wirksamkeit der Meßmethode. Er schritt zur Tat. Zusammen mit John C. Karcher und wissenschaftlich beraten von dem genialen Erfinder R. Fessenden gründete er 1925 die *Geophysical Research Corporation* (GRC) als Tochter der *Amerada Oil Corporation*. Der legendäre „Amerada-Stammbaum“ war gepflanzt. Die Gesellschaft sollte Urmutter einiger der erfolgreichsten amerikanischen Geophysik-Un-

Systemzeichnungen von Mintrops Erfindung, die 1917 patentiert wurde.



# LUDGER MINTROP

ternehmen werden. Mintrop hatte den Ölriesen USA wachgeschossen.

Karl Lehmann, Freund und Mitstreiter während der entscheidenden Formationsjahre der SEISMOS, beschreibt Mintrop als breitschultrig, etwa 175 Zentimeter groß mit einem „gewaltigen Kopf wie von Barlach gemeißelt“ unter einem Schlapphut, mit hoher Stirn und übergroßer Haken-nase. Seine Arbeitskraft sei „ungeheuer“ gewesen und seine mathematischen Kenntnisse fulminant. Atemberaubend etwa seine Fertigkeiten im Kopfrechnen sowie seine Virtuosität im Gebrauch von Logarithmentafel und Rechenschieber, Fähigkeiten, die uns Heutige, die wir ohne Taschenrechner kaum noch eine mathematische Aussage riskieren wollen, irritieren müssen.

Den Geschäftsmann und Firmenlenker Mintrop beurteilt G. E. Sweet nicht ohne Süffisanz: „DeGolyer, Mintrop und Karcher waren alle Superkaufleute ... Aber es kann gut sein, daß Mintrop der größte von ihnen war.“

Es hatte Mintrop wenig genutzt, daß er seine Seismographen wie ein Staatsgeheimnis hütete und sie bewachen ließ, daß er seinen Mitarbeitern technisch-wissenschaftliche Aufzeichnungen strikt untersagte, die in falsche Hände hätten kommen können. Von seinem langjährigen Mitarbeiter Karl Röpke ist bezeugt, daß Mintrop einmal dessen Koffer filzte, ein kleines Bündel sehr privater Briefe fand – kenntlich an einem rosa Bändchen – dieses Bündel unentschlossen in den Händen wog und es schließlich, auf Röpkes inständiges Bitten hin, zögernd in den Koffer zurücklegte mit den Worten: „Nun ... ich will Ihnen glauben.“

Daß Mintrops Ängste mehr als begründet waren, beweist der Briefwechsel der Petty-Brothers in aller Deutlichkeit. Patentrechtlich war sein Verfahren erst ab 1926 in den USA geschützt – doch was heißt da schon geschützt? Schutz war Illusion, ob durch Gunmen oder durch Gesetz. Zu viele Ölgesellschaften kannten bald das Instrumentarium und das Verfahren, seine Stärken und auch seine Grenzen. Bei G. E. Sweet liest sich dieser Sachverhalt wie folgt: „Die deutschen Seismik-Meßtrupps beherrschten eineinhalb Jahre allein das Feld. Sie beschäftigten bewaffnete Wachen mit der Instruktion, auf jeden zu schießen, der sich den Zelten mit den mechanischen Seismographen näherte.

Diese bewaffneten Wachen hatten auch dafür zu sorgen, daß kein Teil der Ausrüstung gestohlen wurde. Andere Gesellschaften kundschafteten die Deutschen mit Hilfe von Feldstechern aus – aus sicherer Entfernung.“

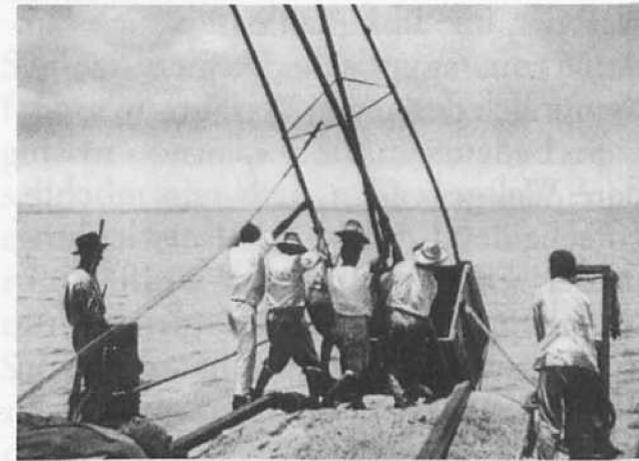
Scouts waren aber nicht allein hinter Mintrops Ausrüstung und Verfahren her, sondern auch hinter den Meßergebnissen selbst, was durch die Grundeigentümer-Mineralrechte in den USA bedingt war. Truppleiter und Wiechert-Schüler Wilhelm Haubold schreibt darüber sehr humorvoll in seinen Erinnerungen: „Die Arbeitsgebiete wechselten ständig. Selten waren wir



länger als 14 Tage an einem Ort und wurden oft zwischen Texas und Louisiana hin und her geworfen, verfolgt von den Scouts, deren Aufgabe es war, unsere Arbeiten ständig zu beobachten, alle unsere Meßpunkte in ihren Karten einzutragen und den Stand der Arbeiten laufend ihren Firmen zu melden. Wenn wir ein interessantes ‚Objekt‘ gefunden hatten, durften wir nicht mehr Meßpunkte ansetzen als üblich, wenigstens nicht mit Wissen der Scouts; denn sowie die Meßpunkte etwas dichter gesetzt wurden, rollten auf Alarmmeldung der Scouts hin am nächsten Tage schon Konkurrenztrupps von anderen Firmen an. Auch diese Trupps waren von der SEISMOS gestellt, aber wir durften nicht mit ihnen verkehren und mußten in verschiedenen Hotels wohnen, wenn wir zufällig am gleichen Ort waren.“

Mintrops Erfolge hatten nicht nur die amerikanische Ölindustrie ermutigt, sondern auch jene, deren reflexionsseismische Experimente 1921 in Oklahoma Vines Branch nicht zum Durchbruch geführt hatten: William P. Haseman, John C. Karcher, Engelhardt A. Eckhardt und B. McCollum. Die Gescheiterten von 1921 hatten ihre *Geological Engineering Company* li-

quidiert und sich in alle Winde zerstreut, doch nach Mintrops sensationellem Einstand besann man sich ihrer. DeGolyer gründete mit Karcher die *Geophysical Research Corporation* (GRC). Marland, der sonst allem Neuen aufgeschlossene Ölmann, hatte das Vines-Branch-Projekt erst halbherzig gesponsert, dann platzen lassen und einen Mintrop-Trupp gechartert. Doch jetzt besann er sich jener Eggheads von anno 1921, und es gelang ihm, Haseman und Eckhardt für sein Geophysical Department zu gewinnen. McCollum ging zur *Atlantic Refining Company* mit allen Patenten aus dem Schatz der



liquidierten Gesellschaft. Die Saat ging auf. Die mächtigste Industrie des mächtigsten Landes war sich einer neuen großen Möglichkeit bewußt geworden.

Von 1923 bis 1925 hatte Mintrop in den USA allein das Feld beherrscht. Aber 1926 erschienen die ersten Refraktionsmeßtrupps der GRC auf dem Plan. Die Kampfjahre der SEISMOS hatten begonnen, die fast zwangsläufig mit einer Niederlage enden mußten. Zu weit entfernt lagen Deutschland und Hannover. Der Nachschub hatte per Schiff zu erfolgen. Zu stark geschwächt war die deutsche Wirtschaft durch die Inflation und zu gering die finanzielle Grundausstattung der SEISMOS, als daß man sich kostspielige Forschungs- und Entwicklungsprojekte hätte leisten können. Und die wären dringend nötig gewesen. So blieb es der GRC vorbehalten, die schwerfälligen mechanisch/optisch arbeitenden Seismographen durch elektrisch arbeitende Systeme zu ersetzen, deren Signalverstärkung über die kurz vorher entwickelte Vakuumröhre erfolgte. Damit waren entscheidende Durchbrüche erzielt. Schon nach wenigen Monaten fanden die GRC-Trupps die ersten Salzstrukturen. Dann riß der Strom der Entdeckungen auch für die GRC nicht mehr ab.

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN UND QUELLEN

- D. C. Barton: The Seismic Method of Mapping Geologic Structure. Geophysical Prospecting 1929. American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.
- E. DeGolyer: Notes on the Early History of Applied Geophysics in the Petroleum Industry. In: The Journal of the Society of Petroleum Geophysicists, Vol. VI, July 1935, Nr. 1.
- O. Geußenhainer: Das Goldene Buch der Angewandten Geophysik. Band 1, 1957, unveröffentlicht.
- W. Haubold: Ein Leben für die Geophysik. „Unser Betrieb“ C. Deilmann Bergbau GmbH, 1959.
- G. Keppner: Zündstoff Erdöl. Meyster Verlag, Wien-München 1979.
- Ders.: SEISMOS – 60 Jahre Angewandte Geophysik. In: PRAKLA-SEISMOS Report 1/81, 1981.
- K. Lehmann: Ludger Mintrop der große Markscheider und Geophysiker, ein Lebensbild. Kartenberg, Herne 1956.
- L. Mintrop: On the History of the Seismic Method for the Investigation of Underground Formations and Mineral Deposits. SEISMOS G.m.b.H., Hannover 1930.
- Ders.: Geschäftsbericht der SEISMOS von 1930, unveröffentlicht.
- Ders.: Geophysikalische Verfahren zur Erforschung von Gebirgsschichten und Lagerstätten. Der deutsche Steinkohlenbergbau, Technisches Sammelwerk. Verlag Glückauf G.m.b.H., Essen 1942.
- Ders.: Über Anwendung des seismischen Verfahrens im Erdölbergbau und ihre wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Auswirkungen. Sonderdruck aus „Oel und Kohle 39“, 269, 1943.
- E. W. Owen: Trek of the Oil Finders: A History of Exploration for Petroleum. AAPG, Tulsa 1975.
- O. S. Petty: Seismic Reflections. Geosource Inc., Houston, Texas, 1976.
- G. E. Sweet: The History of Geophysical Prospecting. Science Press, Los Angeles 1966.

### DER AUTOR

*Gerhard Keppner*, geboren 1930, studierte Geologie und Geophysik an der TH Stuttgart und schloß als Diplom-Geologe ab. Von 1958 bis 1991 war er bei der PRAKLA-SEISMOS beschäftigt, zunächst als Meßtruppeliter und Supervisor in Deutschland, Marokko, Libyen, Somalia, Algerien und Gabun, seit 1979 als Redakteur des „PRAKLA-SEISMOS Report“ und anderer Publikationen, seit 1985 zuständig für die Öffentlichkeitsarbeit der Firma. Keppner ist Autor verschiedener Fachartikel und Romane.

Auch unter Wasser bewährte sich Mintrops Methode: Ein Sprengsatz wurde zur Detonation unter die Wasseroberfläche versenkt – links Bilder aus dem Golf von Mexiko.

Der Unterwasser-Sprengsatz im Golf von Mexiko hat gezündet, eine Wasserfontäne steigt auf (rechts): So begann die Erdölsuche in der Karibik.



Doch da kam eine weitere und noch stärkere Bedrohung auf Mintrop und seine Gesellschaft zu: ein neues Verfahren, das seit Reginald Fessendens fundamentaler Entwicklung für die Seefahrt so bedeutungsvoll geworden war – das Echolot oder, zunftgerecht gesagt, die Reflexionsseismik. Denn gälänge es, das Echolot-Verfahren auch für die Durchleuchtung der Erdkruste anzuwenden, hätte man ein Instrument in der Hand, mit dessen Hilfe der Untergrund in seiner ganzen Vielgestaltigkeit abzutasten und auch darzustellen wäre. Für den Erdölgeologen müßte das die Brille sein, die den Blinden sehend machte. Er sollte sie bekommen, seine Brille, wenn die Gläser auch erst trübe waren. Doch man säuberte sie ihm rasch.

Der GRC gelang der große Durchbruch, entscheidend getragen von J. C. Karcher. 1927 liefen die ersten Versuche. Sie waren erfolgreich. Und zwei Jahre später standen die ersten vier Reflexionstrupps der GRC unter Kontrakt. Die Reflexionsseismik, deren Möglichkeiten Mintrop lange nicht erkannte – die wohl fatalste Fehleinschätzung seiner Laufbahn – begann die Refraktionsseismik nach zehnjähriger Dominanz ins zweite Glied zu drängen.

Der Vorsprung der SEISMOS war 1930 aufgezehrt, ihre historische Pionierfunktion beendet. Hinzu kam die Weltwirtschaftskrise, die ihrem Höhepunkt zustrebte. Neue Kräfte drängten mit neuen Ideen an die Spitze der Entwicklung. Der Ölriese Amerika besann sich seiner finanziellen und geistigen Ressourcen und nahm von jetzt an auch die Domäne Angewandte Seismik fest in seine Hand.

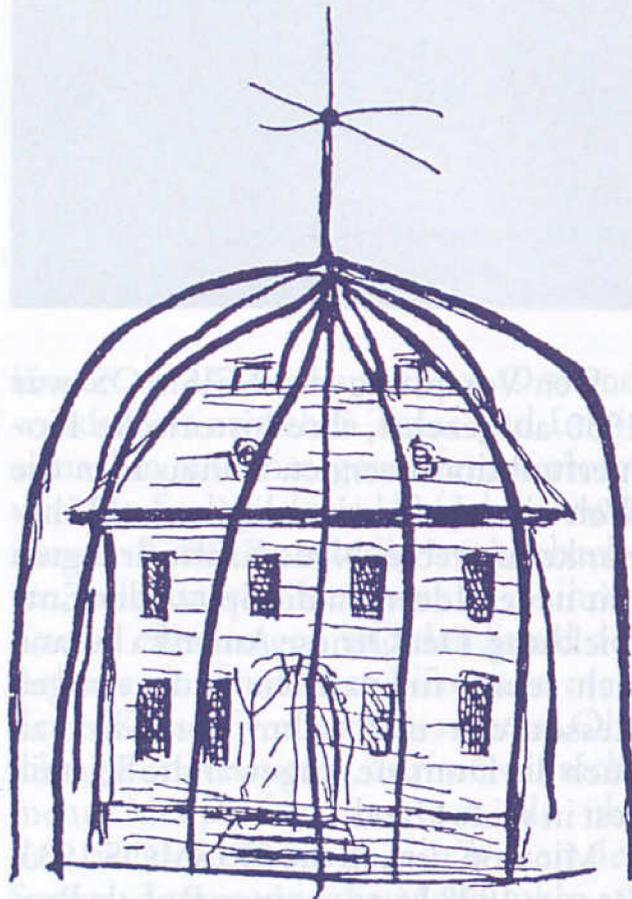
Mintrop verließ die SEISMOS 1933. Bereits 1928 hatte er einen Ruf als Professor für Markscheidkunde und Geophysik an die TH und Universität Breslau erhalten, dem er nun Folge leistete. Bis Kriegsausbruch war er darüber hinaus Berater der *Texaco*, die seine Patente erworben hatte. Im Jahre 1948 schied Mintrop aus dem aktiven Berufsleben aus und kehrte auf das elterliche Gut bei Essen zurück, der rechte Ort, um den Lebensabend zu verbringen. Aber auch nach seiner Pensionierung blieb er der wissenschaftlichen Arbeit treu.

Viele Ehrungen wurden ihm zuteil. So verlieh ihm die Montanistische Hochschule Leoben (Österreich) die Ehrendoktorwürde. Wenige Wochen vor seinem Tod erhielt er das Große Bundesverdienstkreuz. Mintrop starb am 1. Januar 1956. □

# „In diesem schön gemalten und glasierten Porzellan-Alter der Welt“

Georg Christoph Lichtenbergs „Sudelbücher“ und  
der 1992 erschienene Kommentarband

VON JÜRGEN TEICHMANN



Im Lichtenbergjahr 1992 liegen Lichtenbergs „Sudelbücher“ mit Kommentarband vollständig vor. Der 1992 erschienene Kommentarband zu den „Sudelbüchern“ mit ihren „weggeworfenen Bemerkungen“ – der Begriff Aphorismen wurde erst im 19. Jahrhundert eingeführt – gibt Anlaß zu einigen Reflexionen über den berühmten Dichter-Physiker des 18. Jahrhunderts und die Physik und Technik seiner Zeit.

Lichtenberg (1742–1799) hat die höchste Stufe der Berühmtheit naturwissenschaftlicher Größen erreicht. Er ist im Sachindex von Lehrbüchern – unter Lichtenbergsche Figuren – zu finden. Halbwegs berühmte Leute haben es nicht so weit geschafft, aber man kann sie immerhin ohne Vornamen zitieren. Am wenigsten bekannt sind solche, die ihren Vornamen nötig haben.

Lichtenberg war ein genialer Hochschullehrer für Experimentalphysik, vielleicht mit nicht ganz so genialen Forschungsergebnissen, aber in der Anregung interdisziplinärer Aspekte wegbereitend. Viele seiner „weggeworfenen Bemerkungen“ oder „Pfen-

Lichtenberg machte von seinem naturwissenschaftlich-physikalischen Wissen auch in Karikaturen Gebrauch.

So zeichnete er  
– frei nach dem Faradayschen Käfig –  
ein blitzsicheres Haus, geeignet als Festung  
gegenüber den Naturgewalten.

nigwahrheiten“ sind Allgemeingut der deutschen Literatur – Gattung: Aphorismen – geworden. Er ist in dieser Kombination Naturwissenschaftler/Dichter und mit der Spitzenbedeutung, die er in beiden Bereichen gleichzeitig einnahm, möglicherweise einzigartig in der Weltgeschichte, trotz Goethe und mancher anderer.

Eine so unauflösliche Personalunion solch verschiedener Bereiche konnte nur die Aufklärungszeit mit ihrem

noch ungebrochenen Glauben an gleichzeitigen materiellen, geistigen und sozialen Fortschritt liefern, mit den ersten noch umfassend einsichtigen Wissensexplosionen von Mechanik, Astronomie, Elektrizität und anderen Bereichen, aber auch mit den ersten Anzeichen einer geistigen Wende „vom Objekt zum Subjekt“, wie sie dann Kant im Bereich der Philosophie einleitete – von Lichtenberg sofort nachhaltig reflektiert.

Lichtenbergs kurze, manchmal auch längere, witzige, tiefsinnige Privatnotizen sind zu seinen Lebzeiten nie veröffentlicht worden. Bekannt war er trotzdem als Schriftsteller, durch Aufsätze und Kritiken meist satirischer Art.

Erst nach seinem Tod wurde veröffentlicht, was ihn unsterblich machte, was er selbst sicher nicht zur Veröffentlichung zugelassen hätte: „Die Kaufleute haben ihr Wastebook (Sudelbuch, Klitterbuch glaube ich im Deutschen), darin tragen sie von Tag zu Tag alles ein, was sie verkaufen und kaufen, alles durcheinander ohne Ordnung, aus diesem wird es in das Journal getragen, wo alles mehr systematisch steht, und endlich kommt es in den Leidger at

double entrance nach der italiänischen Art buchzuhalten. In diesem wird mit jedem Mann besonders abgerechnet und zwar erst als Debitor und dann als Creditor gegenüber. Dieses verdient von den Gelehrten nachgeahmt zu werden. Erst ein Buch, worin ich alles einschreibe, so wie ich es sehe oder wie es mir meine Gedanken eingeben, alsdann kann dieses wieder in ein anderes getragen werden, wo die Materien mehr abgesondert und geordnet sind, und der Leidger könnte dann die Verbindung und die daraus fließende Erläuterung der Sache in einem ordentlichen Ausdruck enthalten.“ (E 48)

Manches aus diesen Notizbüchern ist auch verlorengegangen, möglicherweise absichtlich von seinen Nachkommen unterdrückt, weil es vielleicht zu privat oder zu kritisch gegenüber politischen Verhältnissen war. Immerhin hat er auch die Französische Revolution ab 1789 häufig kommentiert.

Auf jeden Fall ist es ein Muß auch für alle Naturwissenschaftler und Ingenieure, die wissenschaftstheoretisch oder literarisch interessiert sind, Lichtenbergs ab 1967 zum ersten Mal vollständig edierte Sudelbücher wenigstens quer zu lesen und sich Bilder, Denkanregungen, Vergnügen zu besorgen:

- „Sie fühlen den Druck der Regierung so wenig als den Druck der Luft.“ (J 1293)
- „Experimental-Politik, die französische Revolution.“ (L 322)
- „Er konnte einen Gedanken, den jedermann für einfach hielt, in sieben andere spalten wie das Prisma das Sonnenlicht, wovon einer immer schöner war, als der andere, und dann einmal eine Menge anderer sammeln und Sonnenweiße hervorbringen, wo andere nichts als bunte Verwirrung sahen.“ (J 597)
- „Man sollte *Katarr* schreiben, wenn er bloß im Halse und *Katarrh*, wenn er auf der Brust sitzt.“ (G 164)
- „In diesem schön gemalten und glasierten Porzellan-Alter der Welt.“ (F 568)
- „Es ist eine bekannte Sache, daß die Viertel-*Stündchen* größer sind als die Viertelstunden.“ (L 417)



Wer konterkariert, wird selbst nicht unkarikiert bleiben: Zeitgenössische Karikatur Georg Christoph Lichtenbergs.

Lichtenberg hat auch Witz durch naturwissenschaftliche Analogien charakterisiert. Es gebe drei Arten: den linearen, den oberflächlichen und den profunden. Der profunde zielte eigentlich nicht auf Pointen, er war eine kurzgefaßte Erkenntnis, die nicht Verwandtes sinnvoll zusammenfügte: „... *Es denkt*, sollte man sagen, so wie man sagt: *es blitzt*. Zu sagen *cogito*, ist schon zu viel, sobald man es durch *Ich denke* übersetzt. Das Ich anzunehmen, zu postulieren, ist praktisches Bedürfnis.“ (K 76)

**„PFENNIGWAHRHEITEN“  
ALS WEGBEREITER  
MODERNER WISSENSCHAFT**

Der 1992 erschienene Kommentarband zu den Sudelbüchern erlaubt nun für Leser heute, in viele geistreiche Bemerkungen Lichtenbergs einzudringen, die sonst nur durch ein Studium der Literatur- und Wissenschaftsgeschichte des 18. Jahrhunderts ganz zugänglich wären. Das ist freilich nicht generell nötig, bei den mehreren tausend „Pfennigwahrheiten“ – so laut Lichtenberg, weil Pfennige weniger oft

gefälscht werden als Banknoten – sind genügend unmittelbar verständliche dabei. Aber im Kommentarband erfährt man zum Beispiel zum obigen Ausspruch: „*Es denkt*...“, daß er in den Umkreis der Reflexionen zu Kant gehört, daß Lichtenberg mit dem „*Es*“ eine Vordenkerrolle zur modernen Psychologie spielte, erhält einen entsprechenden Literaturhinweis (für 1985) und bekommt auch gesagt – falls man es nicht erkannt hat –, daß das *cogito* auf den berühmten Grundsatz von Descartes *Ich denke also bin ich* anspielt.

Ähnlich findet man viele Informationen zu naturwissenschaftlich-technischen Hintergründen, etwa wenn Lichtenberg die Sprechmaschine von Wolfgang Ritter von Kempelen (1778) erwähnt. Automaten waren im 18. Jahrhundert, das mitunter auch Leben als Mechanismus erklären wollte, große Mode. Der berühmte Franzose Vaucanson hatte zum Beispiel eine Ente konstruiert, die laufen, Flügel schlagen, schnattern und sogar essen und (mechanisch) verdauen konnte. Im Kommentarband erfahren wir etwas über den österreichischen Ingenieur v.

Kempelen, der auch einen Schachautomaten konstruierte. Wir erhalten Tips für neuere Literatur. Der Tip, daß v. Kempelens Sprechmaschine im Original im *Deutschen Museum* steht, fehlt allerdings – verzeihlich, man kann nicht alles bringen; die Maschine ist außerdem bis heute nicht ausgestellt und müßte dringend restauriert werden.

Wir erfahren, daß der Begriff „Triebfeder“, treibende Stahlfeder eines Uhrwerks, erst seit Lichtenbergs 18. Jahrhundert im übertragenen Sinn – wie heute noch – in der Schriftsprache verwendet wird. Spannend ist auch zu wissen, daß bei Lichtenbergs Satiren über Deutschlands Straßen- und Postkutschenverhältnisse – im Gegensatz zu England – seine einzige lobende Erwähnung der schnellen Postkutschenstrecke Göttingen-Hamburg heißt: „Montag bzw. Freitag 4.00 früh Abfahrt, Dienstag bzw. Samstag nachmittag Ankunft.“

Über Lichtenbergs Versuche wird viel informiert, zum Beispiel über seine originellen Experimente mit Kleinpolypen, die wissenschaftlich – und literarisch – einiges Furore machten, neben den Untersuchungen anderer Wissenschaftler. Querverweise auf den von Lichtenberg veröffentlichten Aufsatz dazu sind selbstverständlich. Überhaupt ist durch diesen Kommentarband erst eine passable Orientierung zwischen den tausenden Notizen möglich geworden. So gibt es ein ganz ausführliches Sachwortregister von über 250 Seiten, ein Personenregister, ein Werkverzeichnis, in dem man unter anderem finden kann, wo welche Werke von Kant oder Newton zitiert werden. In den Anmerkungen werden fast alle Namen biographisch erläutert.

Die physikalischen und astronomischen Forschungen Lichtenbergs werden breit kommentiert, nahmen sie doch in seinem Leben – und damit auch in den Sudelbüchern – einen großen Anteil ein. Sie sind, mit den übrigen naturwissenschaftlich-technischen Bemerkungen in den Sudelbüchern, von der Germanistik bisher immer links liegengelassen worden.

Nun erhalten wir Querverweise zu Lichtenbergs Instrumentenanschaffungen, erfahren insbesondere einiges über englische Instrumentenbauer wie Jesse Ramsden und George Adams, werden über Epizykel und Zykloiden

aufgeklärt, über die Entdeckung des Planeten Uranus durch Friedrich Wilhelm Herschel im Jahr 1781, über Lichtenbergs Treffen mit Graf Rumford 1795 und über zeitgenössische Theorien zur Entstehung des Donners.

Erklärungen zur Physik und Astronomie werden übrigens meistens aus zeitgenössischen Quellen, vor allem aus Johann Samuel Traugott Gehler's *Physikalisches Wörterbuch* gegeben. Das hat den Vorteil, daß sie Lichtenbergs Verständnis und das seiner Zeit spiegeln, allerdings den Nachteil, daß der moderne Leser das Verhältnis zum heutigen Wissensstand meist nicht erkennen kann. Leider werden bei den naturwissenschaftlich-technischen Anmerkungen zu selten neuere wissenschaftliche Arbeiten oder Nachschlagewerke herangezogen. Und das merkt man auch dann, wenn – selten – moderne Erklärungen versucht werden. Sie geraten oft schief bis falsch: so etwa, wenn angeblich nach den Gründen der Entstehung von Polarlichtern heute noch geforscht wird. Man wisse nur, daß sie von elektrischen Feldern erzeugt werden. Der Zusammenhang mit der Teilchenstrahlung des Sonnenwindes, die je nach Aktivität der Sonne durch das Erdmagnetfeld in die Polarregionen gelenkt wird und dort beim Zusammenprall mit Luftteilchen Licht erzeugt, ist aber heute ziemlich gut geklärt.

Die Liste läßt sich leider verlängern: von den Rudolfinischen Tafeln, die von Kepler und nicht von Brahe stammen, über den Mond, der der Erde natürlich immer die fast gleiche Seite zukehrt, über das galvanische Element, das natürlich – bei der geringen Spannung eines einzigen Elements – noch keinen knallenden Funken erzeugen kann, und so weiter. Bei solchen Fehlern kann auch Gehler nicht zur Entschuldigung herhalten. Hier fehlte wohl der intensive Kontakt zu Naturwissenschaftlern und Wissenschaftshistorikern. Sie hätten eine Menge an Korrekturen, vor allem aber an weiteren Erklärungshinweisen unterbringen können. Trotzdem bleibt der Kommentarband ein unschätzbare Führer durch das Dickicht der Lichtenbergschen Notizen.

Wie Wissenschaft um Lichtenberg weiter anschaulich werden könnte, sollen ein paar Vorschläge für Zusatzerklärungen zeigen.

Lichtenberg hat auch zum Perpetuum-mobile-Glauben Stellung genommen: „Von dem Perp(etuum) mob(ile) ist noch zu merken, was Langsdorf von einer neu hinzu gekommenen Kraft sagt. Es wäre allerdings eine Elektrifiziermaschine möglich, die sich durch eigene Kraft triebe, weil Erweckung elektrischer Kraft gar nicht mit mechanischer verglichen werden kann. So wenig als 3 Ellen Band mit 9 Bouteillen Wein...“ (L 783).

### LICHTENBERG STAND AN DER SPITZE DER FORSCHUNG – SELTEN WAR ER IHR VORAUSS

Die Französische Akademie der Wissenschaften, mit der *Royal Society* in London die höchstrichterliche Instanz für Naturwissenschaft und teilweise auch für Technik in der damaligen Welt, hatte es 1775 öffentlich abgelehnt, Lösungsvorschläge für bestimmte Probleme weiter zu begutachten, darunter die Dreiteilung des Winkels, die Verdopplung des Würfels, Maschinen mit immerwährender Bewegung. Unter Wissenschaftlern galt schon um diese Zeit ein mechanisches perpetuum mobile als unmöglich. Aber ein elektrisches war noch denkbar! Der allgemeine Erhaltungssatz der Energie von 1842 war ja erst eine Frucht der langjährigen Beschäftigung mit den Umwandlungen chemischer „Kräfte“ in elektrische, magnetische und mechanische nach 1800. Auch Alessandro Volta glaubte noch um 1800, daß die neue galvanische Elektrizität ein perpetuum mobile sei und unauflöschlich ohne sonstige Veränderung aus dem Kontakt der verschiedenen Metalle in einem flüssigen Elektrolyten erzeugt werde. Lichtenberg stand auch hier an der Spitze der Forschung, aber keinen Millimeter darüber hinaus.

Mensch und Weltbau waren die zwei Pole Lichtenbergschen Denkens, die ihm Energie, Konflikte, Phantasie lieferten. Das Menschliche, Private, Komplex-Persönliche war die eine Welt, die andere war der Kosmos, der ab Copernicus, Kepler, Newton eine solche Symbolrolle für Wissensfortschritt und damit gleichzeitig menschliche Größe erhalten hatte und andererseits für menschliche Verlorenheit in immens wachsenden leeren Dimensionen zwischen Sternen und kosmi-

sehen Nebeln. Hier war Lichtenberg ein rückhaltloser Bewunderer von Friedrich Wilhelm Herschel selbst in Bereiche hinein, in die die Zeitgenossen dem genialen deutsch-englischen Astronomen noch nicht folgen wollten. Berühmt wurde er insbesondere durch die Entdeckung des Uranus – seit Jahrtausenden kannte die Menschheit die „Wandelsterne“ nur von Merkur bis Saturn – und durch seine großen Fernrohre. Sein allergrößtes hat allerdings wissenschaftlich am wenigsten gebracht.

Lichtenberg reflektierte aber ebenso begeistert die weniger anerkannten Thesen Herschels über den „Bau des Himmels“, zum Beispiel über die von ihm entdeckten „Nebel“ im Weltall als Sternenansammlungen wie unsere Milchstraße. Herschels Arbeiten gelten auch als der Beginn der Strukturforschung über unsere Milchstraße mit Hilfe der später sogenannten Stellarstatistik: „Adams in seinen *Astronomical Essays*, wie er es glaube ich nennt, hat aus Herschelschen Beob-

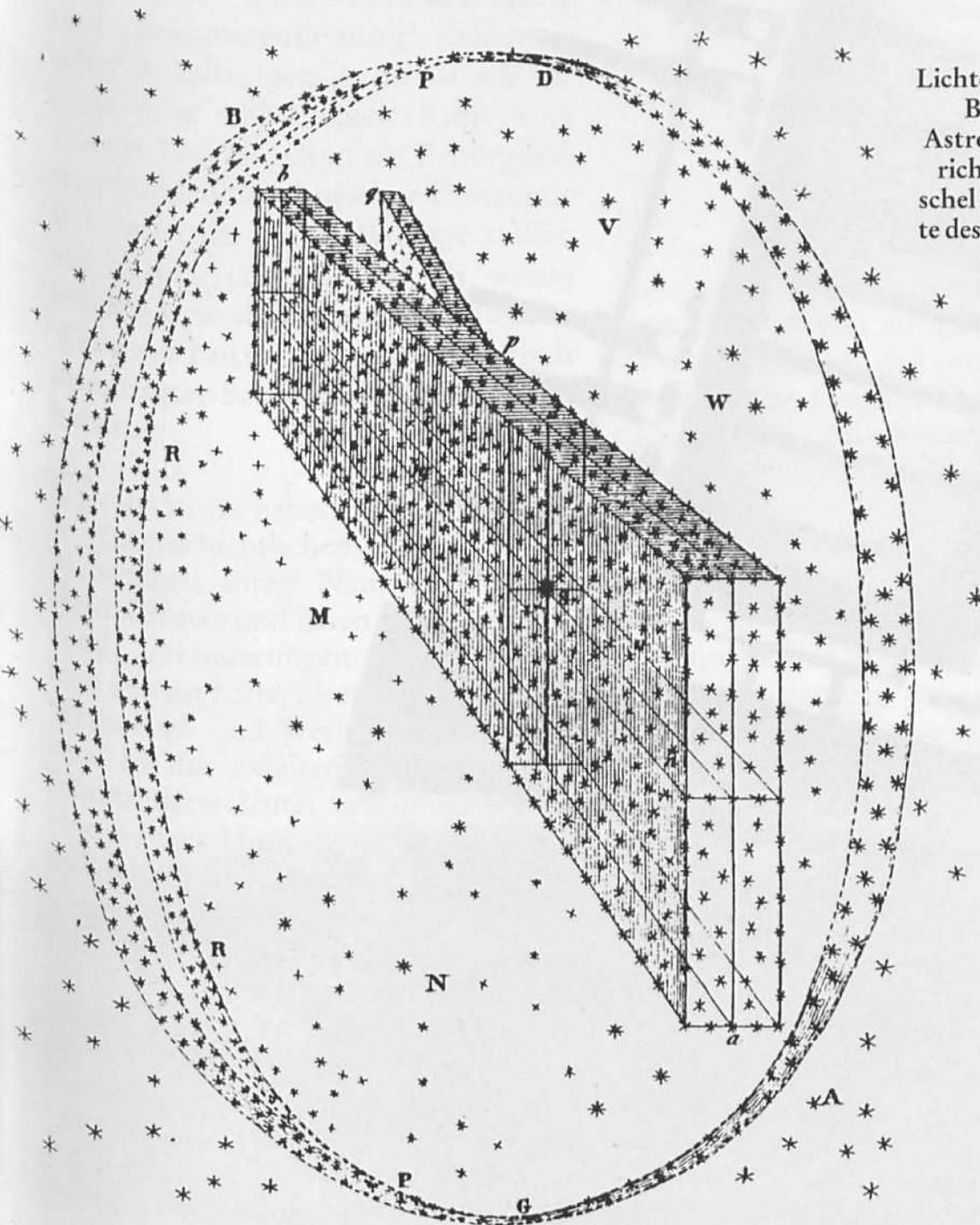
achtungen nach einer ohnge[fähren] Schätzung die Anzahl der Fixsterne auf 75 Millionen gesetzt.“ (J 259)

Und Lichtenberg weiß dazu die literarische Brücke zu finden: „Eine ganze Milchstraße von Einfällen!“ (J 344) Aus Adams kann Lichtenberg die 75 Millionen nicht haben, sagt uns der Kommentarband. Herschel hat als erster die flache Struktur unserer Milchstraße abgeschätzt und kam – vorsichtig – auf viele Millionen Sterne. Wir wissen heute, daß es etwa 100 Milliarden sind!

Herschels Theorie der Nebel als Sternenansammlungen wurde erst in unserem Jahrhundert wieder ernsthaft aufgegriffen und in den 20er Jahren in einer berühmten astronomischen Debatte bestätigt. Hier waren insbesondere genauere Entfernungsmessungen – über indirekte neue Verfahren – nötig, die nachwiesen, daß auch unsere Milchstraße nichts Ungewöhnliches im All ist – so wie durch Copernicus die Erde ihren Sonderplatz verloren hatte. Unsere Galaxis ist nicht größer

als all die anderen Sterneninseln (Galaxien) im All, die nur durch ihre riesige Entfernung so klein erscheinen. Alle sind, bis auf den Andromeda-Nebel, nur in Fernrohren sichtbar.

Vor dieser Erkenntnis hatte allerdings die Spektralanalyse die Unterscheidung zwischen wirklichen Gasnebeln und Sternenansammlungen gebracht. Das war von Herschel noch nicht generell zu trennen gewesen. Immerhin blieben zum Beispiel seine „Planetarischen Nebel“ – so heißen sie noch heute und so kannte sie auch Lichtenberg – wirklich Gasnebel. Er glaubte allerdings, daß es Materieansammlungen waren, die kurz vor ihrer Komprimierung zu einem Planeten standen, Planetenembryos sozusagen. Wir wissen heute, daß es eher umgekehrt ist: Es sind Gaswolken, die von einem sterbenden Stern (nicht Planeten) abgestoßen wurden, sich um diesen weiter ausdehnen, während er als Weißer Zwerg in Milliarden Jahren weiter abkühlt und schließlich unsichtbar als dunkle Schlacke endet. □



Lichtenberg war ein Bewunderer des Astronomen Friedrich Wilhelm Herschel und reflektierte dessen Theorien – hier Herschels Modell der Milchstraße.

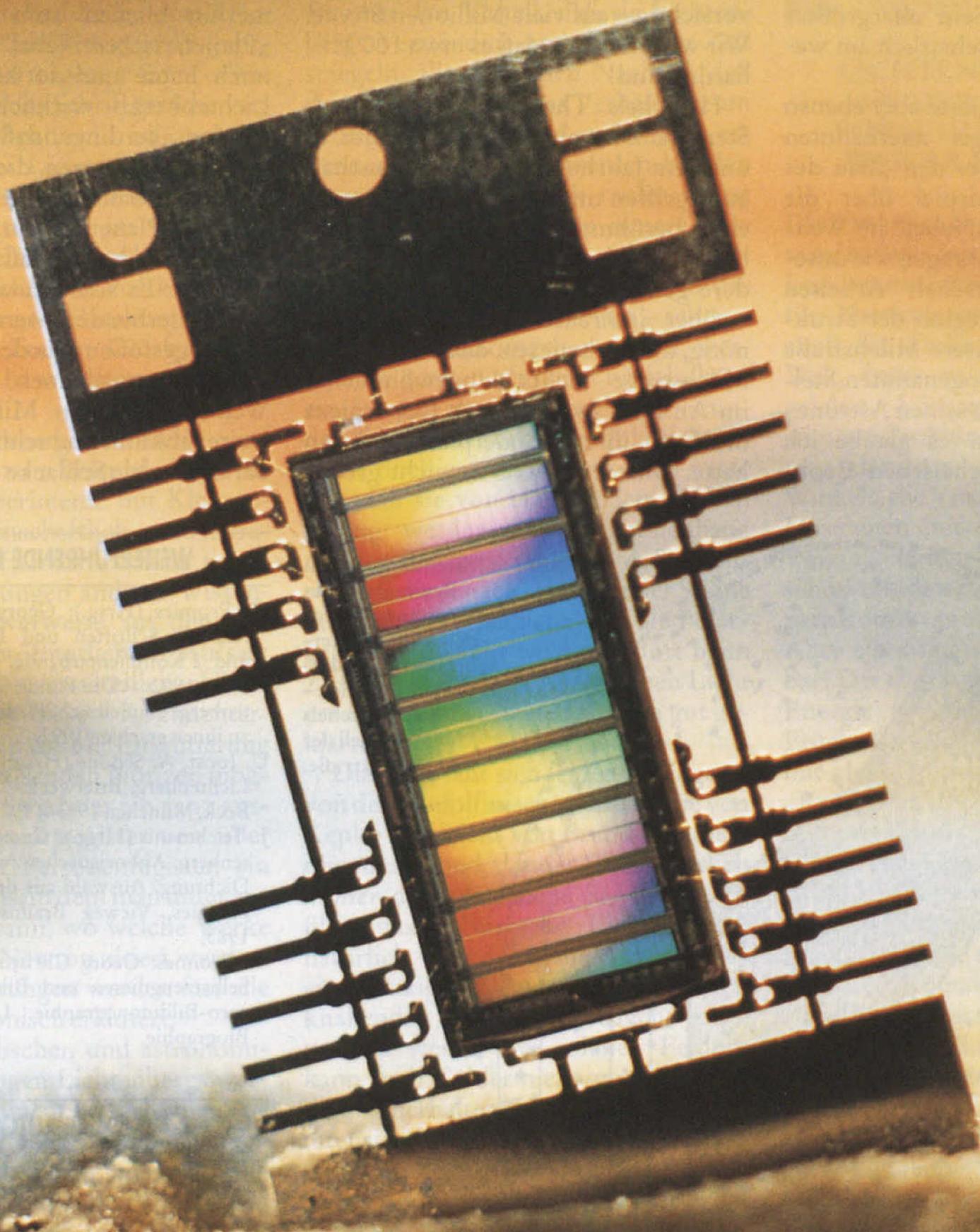
## WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- W. Promies (Hrsg.): Georg Christoph Lichtenberg, Schriften und Briefe. Bände 1–4 und 2 Kommentarbände. Hanser, München 1967–1992. – Die Bände 1–2 enthalten Lichtenbergs „Sudelbücher“, der Kommentarband zu ihnen erschien 1992.
- U. Joost, A. Schöne (Hrsg.): Georg Christoph Lichtenberg, Briefwechsel. Bände 1–4, C. H. Beck, München 1983–1992.
- J. Teichmann (Hrsg.): Georg Christoph Lichtenberg. Aphoristisches zwischen Physik und Dichtung. Auswahl aus der Ausgabe von W. Promies, Vieweg Braunschweig/Wiesbaden 1983.
- W. Promies: Georg Christoph Lichtenberg in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. rororo-Bildmonographie. Leicht zugängliche Biographie.

## DER AUTOR

Jürgen Teichmann, geboren 1941, Dr. rer. nat. und Privatdozent, ist Museumsdirektor und Leiter der Hauptabteilung Naturwissenschaften im Deutschen Museum. Er war Projektleiter bei der Planung der neuen Ausstellung *Astronomie* (siehe „Kultur & Technik“ 3/1992). Verschiedene Publikationen zu wissenschaftshistorischen und didaktischen Themen.

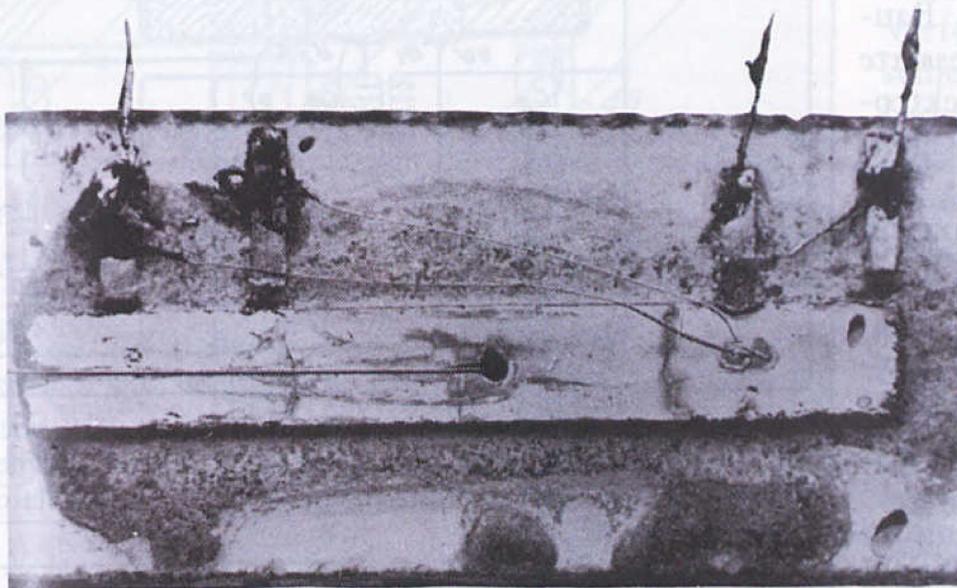
Nicht mehr auf Sand gebaut:  
Aus Sand gebaut die  
4-Megabit-Chips (hier von Siemens),  
die das vorläufige High-Tech-  
Ergebnis auf der langen Suche nach  
perfekt funktionierenden  
elektronischen Schaltkreisen sind.



# AUFBRUCH IN DIE SILIZIUMZEIT

## Die Entwicklung des monolithisch integrierten Schaltkreises

VON ALFRED KIRPAL



Der erste Phasenoszillator, der von J. Kilby im September 1958 hergestellt wurde. Das Gerät war der Vorläufer des integrierten Schaltkreises.

Der Wunsch nach Miniaturisierung und Zusammenfassung elektronischer Schaltungen ist so alt wie die Elektronik selbst. Jack Kilby und Robert Noyce gelten als Protagonisten halbleitertechnischer Konzepte. Bei ihnen die Prioritätsfrage stellen zu wollen, erweist sich als wenig fruchtbar, weil beide auf verschiedene Weise zur Entwicklung monolithisch integrierter Schaltkreise beigetragen haben.

Feste Stoffe haben den großen kulturgeschichtlichen Epochen der Menschheit ihren Namen verliehen. Stein, Bronze und Eisen haben umwälzende Veränderungen verursacht, als man gelernt hatte, diese Materialien als Werkzeuge und Werkstoffe einzusetzen. In der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts deutet sich immer klarer eine weitere Umwälzung an. Kristalle mit ganz besonderen elektrischen Eigenschaften und vielfältigem Nutzen erobern sich überall neue Anwendungen. Es sind die Kristalle der Halbleiter. Nun wird man mit Hans-Joachim Queisser, Direktor des *Max-Planck-Instituts für Festkörperphysik* in Stuttgart, darüber streiten können, ob es allein die festen Stoffe waren, denen eine solche Bedeutung zukommt. Man

könnte ebenso eine Unterteilung nach der Nutzung verschiedener Energiearten vornehmen, und noch weit zwingender wäre die Stellung des Menschen im Produktionsprozeß zum Maßstab kultureller und gesamtgesellschaftlicher Entwicklung zu machen. Unbestritten ist jedoch, daß mit der technischen Anwendung der Halbleiter, von Queisser als „Siliziumzeit“ apostrophiert, eine technische Entwicklung in Gang kam, die in alle Bereiche des menschlichen Lebens mit vorher ungeahnten Ausmaßen eingreift.

Ein „Schlüsselereignis“ der Entwicklung der Mikroelektronik war sicher die Erfindung des monolithisch integrierten Halbleiterschaltkreises. Jedoch nicht nur der sogenannte „Königsweg“ dieser Erfindung ist hierbei von Interesse, viel reizvoller scheint vor allem ein Vergleich verschiedener Miniaturisierungskonzepte, dabei eingeschlossen auch solche, die sich in der weiteren Entwicklung als Irrwege zeigen sollten.

Der Wunsch nach Verkleinerung und Zusammenfassung elektronischer Schaltungen ist so alt wie die Elektronik selbst. So gab es bereits in der Anfangsphase der Röhrenelektronik Ver-

suche, Elektronenröhren, Widerstände und Kondensatoren in ihren Abmessungen zu verkleinern und in Gehäusen und Baugruppen zusammenzufassen. Am bekanntesten ist wohl die 1926 entwickelte „Loewe-Dreifachröhre“, die einen kompletten Dreiröhrenverstärker in sich vereinigte und im Ortsempfänger *Loewe OE 333* zum Einsatz kam. Manfred v. Ardenne, unter dessen maßgeblicher Mitwirkung diese Röhre entwickelt worden war, bezeichnet die Dreifachröhre als „ersten integrierten Schaltkreis der Elektronik“.

Die Empfängerröhren wurden im Laufe der technischen Entwicklung immer kleiner, es entstanden die sogenannten Miniaturröhren und ab 1952 die Subminiaturröhren. Bei der Miniaturisierung der Röhren, Widerstände und Kondensatoren ging es nicht nur um eine Verringerung ihres Volumens und ihrer Masse, sondern es bestand ebenso der permanente Wunsch, durch Verringerung der Verbindungen und Zusammenfassen in Baugruppen die Zuverlässigkeit elektronischer Schaltungen immer mehr zu erhöhen und die Geräte „servicefreundlicher“ zu gestalten.

Das betraf vor allem solche Anwendungen, bei denen die elektronischen Schaltungen immer umfangreicher wurden, wie zum Beispiel in der elek-

tronischen Rechentechnik und der Militärelektronik. Bei einer einfachen Überschlagsrechnung muß man annehmen, daß der erste programmgesteuerte Elektronenrechner ENIAC aus dem Jahre 1946 – er war mit etwa 18000 Elektronenröhren bestückt – allein aufgrund der Ausfallrate der Elektronenröhren etwa alle 30 Minuten seinen Dienst versagt haben mußte. Doch weder die Miniaturisierung der Bauelemente noch die Integration zu Baugruppen *allein* garantierten verbesserte technische Eigenschaften der elektronischen Schaltungen oder eines elektronischen Gerätes, sondern es war schließlich die sinnvolle Kombination *beider* Richtungen.

### HALBLEITER ALS HOFFNUNGSTRÄGER DER MILITÄRS

Die rasche Elektronikentwicklung im Verlauf der 50er Jahre hatte schon bald Überlegungen zu verschiedenen Integrationsmöglichkeiten zur Folge. So sollen bereits während des Korea-Krieges Spezialisten der US-Armee ab dem Jahr 1952 daran gearbeitet haben, einzelne Halbleitermoleküle so anzuordnen, daß die entstehende Struktur eine elektronische Funktion ausüben kann. Man nannte das Konzept „Molekularelektronik“. Jedoch konnten auch bei den späteren Versuchen im Jahr 1959 keine brauchbaren Ergebnisse erzielt werden, da sich die Vorstellungen weitab der technologischen Realisierungsmöglichkeiten befanden.

Erfolgreicher verliefen Bemühungen zur Realisierung nichtmonolithischer Integrationstechniken. Beispielsweise wurden in der Modultechnik Miniaturwiderstände und Miniaturkondensatoren sowie verkapselte Transistoren auf Keramikplättchen aufgelötet und zu einer Schaltung vereinigt. Die Verbindungsleitungen wurden mittels Siebdruck aufgebracht. Durch Übereinanderschichten mehrerer Keramikplättchen und Anbringen von Verbindungsdrähten zwischen diesen wurde es möglich, mit dieser Technik umfangreichere elektronische Schaltungen herzustellen. Herauszuheben ist weiterhin das von der US-Marine zu Beginn der 50er Jahre initiierte „Tinkertoy-Projekt“, bei dem die passiven Bauelemente auf den verklei-

Sept. 25, 1951

W. SHOCKLEY

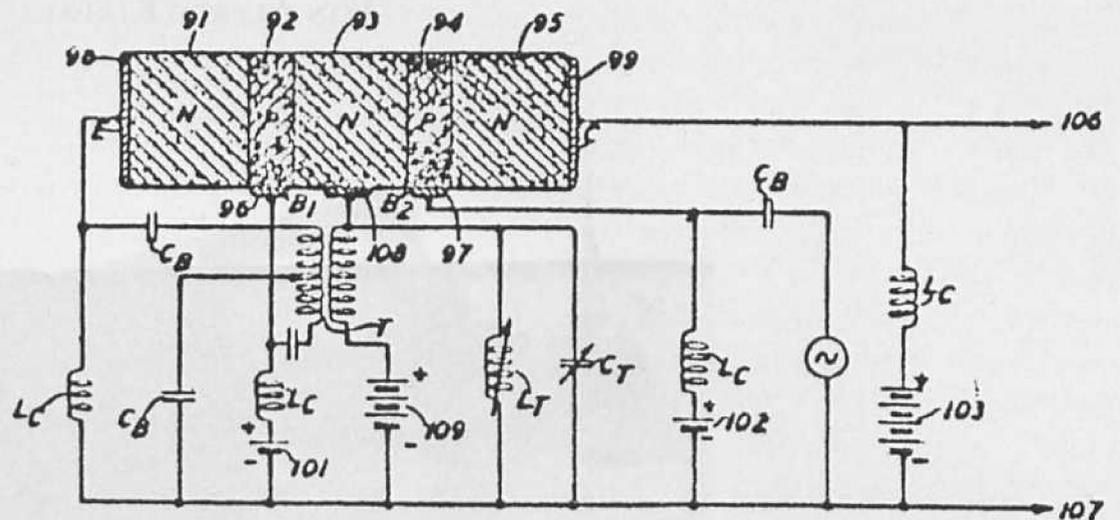
2,569,347

CIRCUIT ELEMENT UTILIZING SEMICONDUCTIVE MATERIAL

Filed June 26, 1948

3 Sheets—Sheet 2

FIG. 9



W. Shockley: Mit einer Mehrfachhalbleiterschichtstruktur sollte eine ausreichende Oszillator-Wirkung erreicht werden (oben).

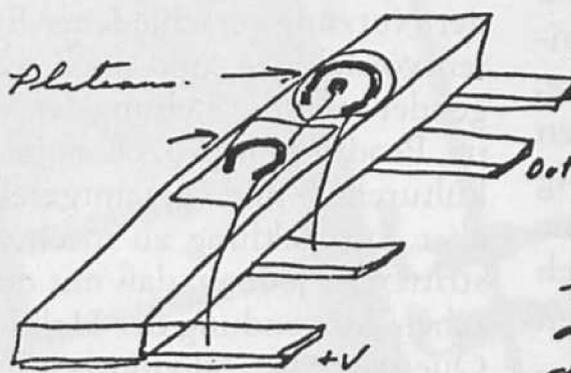
J. Kilby: Handschriftliches Dokument des Phasenschieberszillators (unten) vom 12. September 1958.

20

EO NO. 043601

DATE Sept 12, 1958

*A wafer of germanium has been prepared as shown to form a phase shift oscillator.*



*The bulk resistance of the germanium was used for resistor, and a p-n junction for a capacitor. The p-type wafer was diffused by conventional techniques and an aluminum anode dot was evaporated, alloyed.*

*Solder was evaporated and alloyed to provide connections to the transistor base and to the capacitor wire. Platens were formed by etching for the transistor and capacitor. Tabs were attached to make contact with the germanium wafer as shown. Total. The wafer was mounted on a glass slide with lacquer cement, and gold wires bonded thermally to make the necessary interconnections. The unit was then given a chancey test.*

*When 10 volts were applied (1000 ohm series current limiting resistor), the unit oscillated at about 1.3 Mc, amplitude about 0.2 v pp. This test was witnessed by W.A. Shock, F.O. Pritchard, Mark Shepard, and others.*

*J. Kilby  
September 12, 1958*

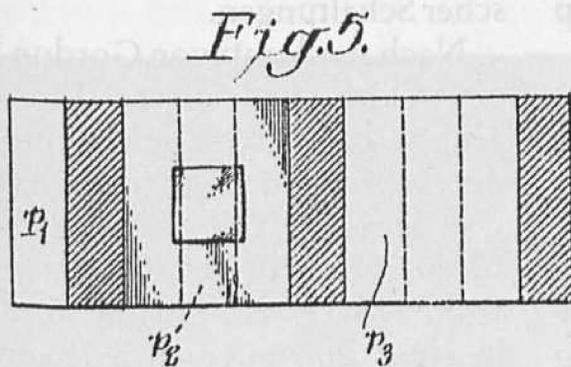
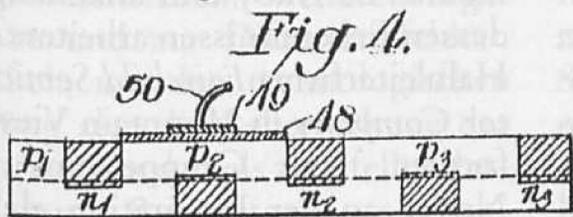
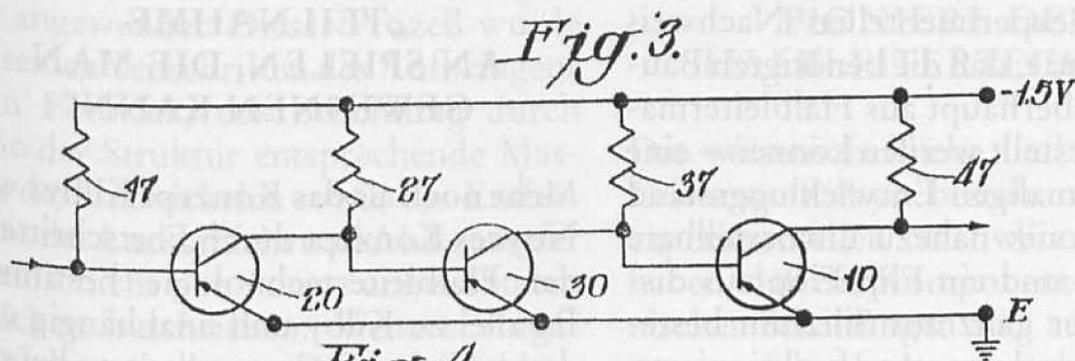
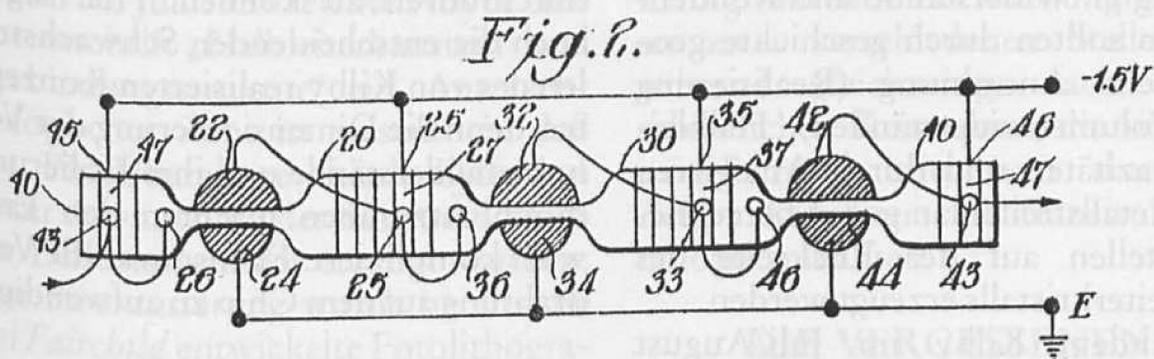
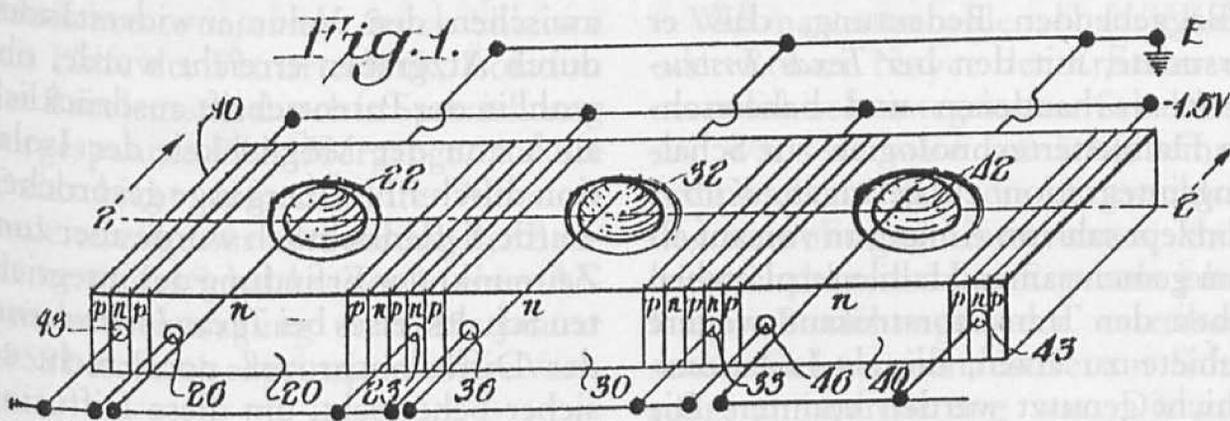
April 10, 1962

K. LEHOVEC

3,029,366

MULTIPLE SEMICONDUCTOR ASSEMBLY

Filed April 22, 1959



INVENTOR

Kurt Lehovec

BY

Connolly and Hutz

ATTORNEYS

K. Lehovec: Raffinierte Nutzung von Isolationsschichten in integrierten Schaltungen. Besondere Legierungen verstärken den Schalteffekt.

nerten Keramikplättchen durch Siebdruck hergestellt wurden. Auf die obere Platte wurden Miniaturröhren und später Transistoren in Miniaturgehäusen aufgesetzt. Dieses Konzept wurde zur Mikromodultechnik weiterentwickelt, indem man die Plättchengröße bis auf wenige Quadratmillimeter verringerte. Bis 1962 sollen fünf Millionen dieser Module hergestellt worden sein,

die vor allem in der militärischen Elektronik zum Einsatz kamen.

Mit der Dick- und Dünnschichttechnik wurden ab 1957 weitere Varianten der Schaltungsintegration entwickelt, die sich technisch in der Dicke der aufgedampften und fotolithographisch beziehungsweise durch Elektronenstrahl-Bearbeitung strukturierten Schichten unterschieden.

Schließlich ist als nichtmonolithische Integrationstechnik noch die Leiterkartentechnik zu nennen, die in der industriellen und der Konsumgüterelektronik mit Röhren- und Transistorbestückung eine große Anwendung gefunden hat.

Die Entwicklung des monolithisch integrierten Schaltkreises wird meist nur mit den Namen Jack Kilby und Robert Noyce in Verbindung gebracht. Verfolgt man jedoch seine Ideengeschichte weiter zurück, muß man unbedingt auf Vorgänger hinweisen. So machte Dummer vom britischen Royal Radar Establishment auf einer Halbleitertagung 1952 in Washington den Vorschlag, den nächsten logischen Schritt vom Transistor zum integrierten Schaltkreis zu gehen.

Doch wie so oft in der Technikgeschichte, wenn technische Ideen nicht auf entsprechende Realisierungsbedingungen treffen, verzögert sich unweigerlich ihre Umsetzung in technische Lösungen. Und so wurde auch der Vorschlag Dummers ein Opfer nicht vorhandener halbleitertechnologischer Möglichkeiten.

## VIELFÄLTIGE IDEEN EINER GENERATION VON ERFINDERN

Ideengeschichtlich interessant ist ebenso, daß bereits Shockley in seiner 1948 eingereichten Patentschrift zum Flächentransistor unter den Anwendungsmöglichkeiten auf „Mehrfachsteuerungen für Hochfrequenzstufen“ hinwies und entsprechende halbleitende Mehrfachstrukturen angab. Streng genommen handelte es sich bei diesem Vorschlag um die „Urform“ des monolithisch integrierten Halbleiterschaltkreises, denn die von Shockley angegebene Schichtenfolge stellte zweifellos eine mögliche Form der bipolaren Integrationstechnik dar, obwohl 1948 keinerlei Aussicht auf eine technische Realisierung bestand.

Eine ähnliche Idee für einen integrierten Schaltkreis findet man im Vorschlag von Lehovec wieder, Mitarbeiter bei der Sprague Electric Company, der in seiner Patentschrift „Multiple Semiconductor Assembly“ (eingereicht am 27. April 1959) die Möglichkeit der Herstellung eines integrierten Schaltkreises durch Halbleiterschichten unterschiedlichen Leitfähigkeits-

typs anführt. Der darin enthaltene Gedanke der Nutzung dieser PN-Übergänge als isolierende Schicht zwischen den Transistoren und zum Substrat hat sich für die gesamte monolithische Integrationstechnik als von entscheidender Bedeutung erwiesen. Im Zusammenhang mit früheren Vorschlägen für direkt gekoppelte Transistorschaltungen hebt Lehovec die außerordentliche schaltungstechnische Bedeutung der Isolation der einzelnen Transistoren im gemeinsamen Halbleiterkristall hervor.

Die PN-Übergänge der von Lehovec angegebenen Halbleiterstruktur sollten durch mehrmaliges Umdotieren beim Ziehen aus der Schmelze (rategrowing process) gewonnen werden. Bei aller Genialität des Vorschlages liegen seine Grenzen auch wieder in einer unzulänglichen Technologie. So dürfte es kaum möglich gewesen sein, diesen Vorschlag technologisch zu verwirklichen, denn mit dem mehrmaligen Umdotieren beim Einkristallziehen aus der Schmelze sind die benötigten Mehrschichtstrukturen nicht herzustellen.

Es ist sicherlich schwierig, den historisch exakten Nachweis zu führen, was Kilby veranlaßt hat, das Konzept für einen monolithisch integrierten Halbleiterschaltkreis zu entwickeln und welche Bezüge zu vorher geäußerten Gedanken vorhanden sind. Angenommen werden kann, daß Kilby die frühen Vorstellungen für eine „Integration“ kannte, denn er hatte 1952, als er bei der Radio-Firma *Globe Unions* tätig war, am Transistorlizenzsymposium der Bell-Laboratorien teilgenommen, mit dem Ergebnis, daß die entsprechenden Transistorlizenzen auch durch *Globe Unions* erworben wurden. Sicherlich waren damit die Firmenmitarbeiter sehr gut über die Transistorpatente und somit auch über den Inhalt des Shockley-Patentes 2.569.347 informiert. Ebenso scheint es zulässig, die kategorische Aussage, daß er Dummers Vorstellungen nicht gekannt hat, etwas abzuschwächen. Zumindest sind gewisse Zweifel berechtigt, denn Willi Adcock, Kilbys Vorgesetzter bei *Texas Instruments*, hatte Kenntnis von den Vorstellungen Dummers aus den Jahren 1952 und 1957 und bestätigte, daß es die Absicht ihrer Verwirklichung gegeben hat.

Kilbys Bemühungen waren zunächst darauf gerichtet, Realisierungs-

möglichkeiten von Widerständen, Kondensatoren und Transistoren in einem „Stück Halbleiter“ auszuarbeiten. Für die schnelle Umsetzung eines solchen Konzeptes war von ausschlaggebender Bedeutung, daß er versuchte, mit den bei *Texas Instruments* vorhandenen und beherrschten Halbleitertechnologien zur Schaltungsintegration zu gelangen. Kilbys Konzept sah von Anfang an vor, auf einem gemeinsamen Halbleiterplättchen neben der Transistorstruktur weitere Gebiete zu ätzen, die als Isolationschicht genutzt werden konnten. Die benötigten Widerstände und Kondensatoren sollten durch geschickte geometrische Anordnung (Realisierung von Volumenwiderständen), Halbleiterkapazitäten und durch Anlegieren von Metallstreifen an genau berechneten Stellen auf der Rückseite des Halbleiterkristalls erzeugt werden.

Nachdem Kilby im Juli/August 1958 den experimentellen Nachweis erbracht hatte, daß die benötigten Bauelemente überhaupt aus Halbleitermaterial hergestellt werden können – eine für den damaligen Entwicklungsstand der Elektronik nahezu unvorstellbare Tatsache – und ein Flip-Flop aus diskreten, aber ganz aus Silizium bestehenden Bauelementen funktionierte, stellte er im September 1958 aus diffundierten Germaniumscheiben drei Phasenschieberschaltkreise her. Am 19. September 1958 führte er einen in gleicher Technik hergestellten Flip-Flop vor.

### KILBYS MINIATURISIERTER ELEKTRONISCHER HALBLEITERSCHALTKREIS

Am 6. Februar 1959 meldete Kilby seine Vorstellungen zur Realisierung monolithisch integrierter Halbleiterschaltkreise zum Patent an. Erteilt wurde das Patent am 23. Juni 1964.

Das Konzept des integrierten Schaltkreises wurde gleich in den ersten Sätzen der Patentschrift benannt: „Diese Erfindung bezieht sich auf miniaturisierte elektronische Schaltkreise, die aus Halbleitermaterial hergestellt sind.“ Ein weiteres Kennzeichen dieses Integrationskonzeptes besteht darin, daß alle Einzelelemente nahe an der Halbleiteroberfläche angeordnet sind. Diese Charakterisierung deutete bereits auf die beim späteren Planarpro-

zeß übliche relativ geringe Bearbeitungstiefe des Halbleitermaterials und auf die prinzipiell von einer Halbleiterseite ausgeführten Prozessschritte hin.

Es fällt auf, daß die Isolation zwischen den Volumenwiderständen durch Ätzgräben erreicht wurde, obwohl in der Patentschrift ausdrücklich auch von der Möglichkeit der Isolation durch PN-Übergänge gesprochen wurde. Offensichtlich wurde aber zum Zeitpunkt der Erfindung des integrierten Schaltkreises bei *Texas Instruments* der Diffusionsprozeß noch nicht so sicher beherrscht, um diese Diffusion durchführen zu können. Hier lagen auch die entscheidenden Schwachstellen des von Kilby realisierten Konzeptes, denn die Dimensionierung der Volumenwiderstände und ihre Isolierung durch Ätzgräben machten den Entwurf kompliziert. Ebenso war die Verdrahtung auf dem Chip zu aufwendig.

### „TEILNAHME AN SPIELEN, DIE MAN GEWINNEN KANN“

Mehr noch als das Konzept Kilbys war Noyces Konzept durch Fortschritte in der Halbleitertechnologie bestimmt. Parallel zu Kilby und unabhängig von dessen Erkenntnissen arbeitete bei der Halbleiterfirma *Fairchild Semiconductor Company* in Mountain View, Kalifornien, eine Gruppe um Robert Noyce an der Integration elektronischer Schaltungen.

Nach Auskunft von Gordon Moore, einem Mitglied dieser Forschungsgruppe, handelte es sich bei Noyce um den führenden Kopf der Gruppe; er war derjenige, der die entscheidenden Ideen „produzierte“. Deutlich kommt wohl Noyces Auffassung vom Erfolg in einer ihm zugeschriebenen Äußerung zum Ausdruck, daß er gern an einem Spiel teilnimmt, besonders jedoch, wenn er gewinnen kann.

Als wichtige technologische Voraussetzung wurde die Entwicklung spezieller Kontaktierungs- und Ätztechniken für Mesa-Transistoren bearbeitet. Aus dieser Tätigkeit entstand der entscheidende Gedanke für Noyces Integrationskonzept: Einsatz einer Siliziumdioxidschicht zur Passivierung der PN-Übergänge und als Träger der Kontaktbahnen. Diese zur Planartechnik gehörenden Schritte waren von Jean Hoerni 1958 bei *Fairchild* zur

Herstellung diskreter Transistoren entwickelt worden. Zu Beginn des Jahres 1959 entwickelte dann Noyce sein darauf aufbauendes vollständiges Integrationskonzept: Realisierung aller Bauelemente in *einem* Stück Silizium mit Hilfe der Planartechnik, Isolation der Bauelemente durch in Sperrichtung vorgespannte PN-Übergänge, auf die Oxidschicht aufgedampfte Aluminiumleiterzüge zur Verbindung der Bauelemente des Schaltkreises. In einer Arbeitsbucheintragung vom 13. Januar 1959 beschrieb er prinzipiell diese Variante.

Am 30. Juli 1959 reichte Noyce eine Patentschrift „Halbleiterbaustein- und Verbindungsstruktur“ ein. Aus technologischer Sicht ist wesentlich, daß die PN-Übergänge durch Diffusion unter Ausnutzung des Siliziumdioxids als Diffusionsmaske erzeugt wurden. Zur Strukturierung wurde bereits die bei *Fairchild* entwickelte Fotolithografie angewendet. Dieser Prozeß wurde in seinen Teilschritten des Aufbringens von Fotolack, der Belichtung durch eine der Struktur entsprechende Maske, des Entwickelns sowie des Entfernens der Lackschicht und Abätzens der Oxidschicht an den unbelichteten Flächen beschrieben. Weitere Angaben dazu und zur Diffusion fehlten vermutlich, um den technologischen Vorsprung, den die Beherrschung des Planarprozesses damals zweifellos darstellte, durch Bekanntgabe von Pro-

zeßparametern nicht zu verlieren. Es hieß lediglich, daß die „P- und N-Diffusion unter Ausnutzung der bekannten Maskentechnik“ hergestellt wurden.

Will man entscheiden, ob Jack Kilby oder Robert Noyce der Erfinder des monolithisch integrierten Schaltkreises war, so wäre zunächst einmal festzustellen, daß die Entwicklung des monolithisch integrierten Halbleiterschaltkreises das Ergebnis jahrelanger Bemühungen der amerikanischen Elektronikindustrie um Schaltungsminiaturisierung war. Die zum Erfolg führende Entwicklung erfolgte an zwei verschiedenen Stellen annähernd gleichzeitig, nach unterschiedlichen Konzepten, die sich unmittelbar an die zum damaligen Zeitpunkt beherrschte Transistortechnologie anlehnten.

### DIE VERGESSENEN PIONIERE DER HALBLEITERTECHNIK

Die wissenschaftliche und technische Leistung Kilbys besteht darin, den experimentellen Nachweis geführt zu haben, daß die Komponenten elektronischer Schaltungen nur aus Halbleitermaterial aufgebaut werden können. So kommt Kilby der Ruhm zu, den *ersten* funktionierenden Halbleiterschaltkreis entworfen und *gebaut* zu haben. Noyce hat hingegen durch die

Übertragung der Planartechnik vom Transistor auf den herzustellenden integrierten Schaltkreis die *Voraussetzungen* für eine *massenhafte Herstellung* integrierter Schaltkreise geschaffen. Er hat das Konzept einer Integrationstechnik entwickelt, das die Probleme der Isolation im Schaltkreis und der metallischen Verbindungen prinzipiell löste.

Nach diesem Konzept, das durch weitere technologische Varianten verbessert werden konnte, werden heute alle monolithisch integrierten bipolaren und unipolaren Halbleiterschaltkreise hergestellt. Unbestreitbar ist jedoch, daß sich beide Forscher große Verdienste um die Erfindung des integrierten Schaltkreises erworben haben. In Anerkennung ihrer innovativen Leistungen bei der Entwicklung des integrierten Schaltkreises wurden völlig berechtigt *beide* 1966 mit der Ehrenmedaille des amerikanischen *Franklin Institute* ausgezeichnet.

So wurde indirekt zur Beendigung des jahrelangen Rechtsstreites um die Urheberschaft des integrierten Schaltkreises beigetragen. □

### HINWEISE ZUM WEITERLESEN UND QUELLEN

- M. v. Ardenne: Sechzig Jahre für Forschung und Fortschritt. Verlag der Nation, Berlin 1987.
- E. Braun, S. Mac Donald: Revolution in Miniature: The History and Impact of Semiconductor Electronics. Cambridge University Press, Cambridge. London, New York, Melbourne 1978.
- J. Kilby: Miniaturized electronic device. US Patent 3.138.743.
- K. Lehovc: Multiple semiconductor assembly. US Patent 3.029.366.
- K. Lehovc: Multiple junction transistor unit. US Patent 2.779.877.
- R. Noyce: Semiconductor device-and-lead structure. US Patent 2.981.877.
- H. Queisser: Kristallene Krisen. Piper, München 1985.
- W. B. Shockley: Circuit element utilizing semiconductive Material. US Patent 2.569.347..

### DER AUTOR

*Alfred Kirpal*, geboren 1944, Dr.-Ing. und Dr. phil. habil., promovierte und habilitierte sich mit Arbeiten zur Halbleiterelektronik und zur Geschichte der Halbleiterelektronik. Kirpal ist Hochschullehrer für Technikgeschichte an der TU Ilmenau.



Im Deutschen Museum ist die Dreifachröhre zu sehen, die Manfred von Ardenne in den 20er Jahren für den Ortsempfänger von „Loewe“ erfunden hatte: der erste integrierte Schaltkreis.

# SPAZIERGÄNGE DURCH DAS DEUTSCHE MUSEUM

## ! Verrätselte Technikgeschichte – oder: des Rätsels Lösung

Theophil Troll, Professor für Experimentelle Logik, gilt als Kauz. Als er neulich von einem Besuch des Deutschen Museums zurückkam, sagte er allen Ernstes, „Mann auf dem Gestelle“ sei die logische Folge der Geschichte der Museumsinsel.

Theophil Trolls Assistent Leberecht Moll ist mit den Launen des Professors vertraut. Sagt Troll beispielsweise, mit der Quadratur des Kreises verhalte es sich nicht anders als mit dem Verhältnis von Triangel und Bermuda, so ist für Moll eine solche Aussage völlig klar.

„Moll“, sagt Troll, „was soll ich meine Bewunderer denn heute schon wieder alles fragen?“

„Fragen, Professor? Sie sollten ihnen etwas sagen!“

„Habe ich ihnen etwas zu sagen? Was wollen sie denn hören?“

„Des Rätsels Lösung, Professor!“

„Moll, Sie spaßen! Nichts von allem war rätselhaft. Nehmen Sie doch nur die Frage zu Bild 1 im ersten Rätsel. Es war doch völlig klar, daß Helmuth Hirth im Jahr 1911 mit seinem Flug mit der Rumplertaube von München nach Berlin den Kathreinerpreis gewann. Erster oder letzter Buchstabe des Voroder Nachnamens war also in jedem Falle H.“

„Bild 2 zeigte die Bachem Natter Ba 349. Die erfragte Summe der Wurzeln der beiden Quadratzahlen in der Typenbezeichnung ergibt 5, und der 5. Buchstabe im Alphabet ist E.“

„Richtig, Moll. Und ebenso klar war, daß Uran das Glas in Bild 3 leuchten ließ – elementar ausgedrückt: U.“

„An Lise Meitner zu denken, die auf Bild 4 zu sehen war, war da sicher nicht

falsch, Professor. Dann aber ergaben sich R als letzter Buchstabe des Nachnamens und E als häufigster Buchstabe in Vor- und Nachnamen ganz von selbst.“

„Genau so einfach, Moll, waren die Fragen zum Minerva Coupé in Bild 5.“

„Natürlich, Professor, denn auf dem Nummernschild des Exemplars im Deutschen Museum steht R 814-400. Die Subtraktion beider Zahlen ergibt 414, und davon ist die Quersumme 9. Addiert man zu 9 die Zahl 1 als kleinste Zahl in 414 hinzu, erhält man, wenn man den Buchstaben J nicht berücksichtigt, als 10. Buchstaben im Alphabet den Buchstaben K. Und daß das Coupé die Hubraumzahl 5950 hat, somit die erfragte Quersumme der Quersumme der Quersumme 1 und der dazugehörige Buchstabe im Alphabet A ist – nun, das lernt man wohl schon im Vorschulalter.“

„Moll, Sie tun, als ob Sie noch im Vorschulalter wären! Wie auch immer war es keine Frage: Die Lösung des ersten Rätsels war ‚Heureka‘.“

„Das zweite Rätsel, Professor, hat Verwirrung gestiftet. Da stolperten einige Ihrer Bewunderer über die Diskrepanz zwischen Erfindung des Telefons durch Johann Philipp Reis im Jahr 1860 und öffentlicher Vorführung im Jahr 1861. Gefragt aber war das Jahr der Erfindung.“

„Es kann schon fatal sein, wenn man modernen Schmalspurlexika vertraut. Doch wonach hatten wir im zweiten Rätsel gefragt?“

„Zu Bild A wollten wir wissen, daß die eingestrahlte Sonnenenergie in München pro Jahr und Quadratmeter 1140 Kilowattstunden beträgt.“

„Spürt man doch auf der Haut, Moll. Und jetzt erinnere ich mich auch: Der im Deutschen Museum ausgestellte Feuermelder von Siemens & Halske – unser Bild B – wurde 1895, also 9 Jahre nach der ersten Installation eines Feuermelders in Berlin-Charlottenburg, aufgestellt.“

„Bei ‚Sire‘ Johann Philipp Reis in Bild C kommt nun das erwähnte Scheinproblem. Die Differenz zwischen 1860, dem Jahr der Erfindung des Telefons durch Reis, und dem Jahr 1885, in dem das erste Denkmal für ihn in seiner Heimatstadt Gelnhausen errichtet wurde, ist 25 – und das ist nach der zuvor erfragten 9 die zweite Quadratzahl in dieser Rätselfolge.“

„Ist das wichtig, Moll?“

„Professor! Wir hatten unter anderem verlangt, daß die Wurzel aus der kleinsten Quadratzahl mit der Anzahl der Quadratzahlen multipliziert wird!“

„Erstaunlich, Moll, daß Sie den Unterschied bemerken. Aber das ändert nichts daran, daß der in Bild D gezeigte Walfänger „Charles W. Morgan“ von 1841 bis 1921 und somit 80 Jahre seiner Bestimmung nachkam – und dies mit einer abgerundeten Länge von 51 Metern. Mit Mitteln der Experimentellen Logik läßt sich feststellen, daß  $80+51=131$  ist.“

„Großartig, Professor, daß Ihnen diese Rechnung ohne Logarithmentafel gelingt! Und danach mußte man nur noch wissen, daß der in Bild E gezeigte Pauscht in Deutschland 181 Bogen hatte.“

„Das ist keine Lösung, Moll!“

„Natürlich nicht. Die Summe der zu den Bildern des zweiten Rätsels erfragten Zahlen sollte ermittelt werden. Zu rechnen war demnach:  $1140+9+25+131+181=1486$ . Hierzu sollte die Wurzel aus der kleinsten Quadratzahl, also 3, mit der Anzahl der Quadratzahlen, also 2, multipliziert und das Ergebnis, also 6, zu 1486 hinzuaddiert werden. Fast ohne Zutun kam man so auf das Kolumbusjahr 1492.“

„Genial, wie ich das erdacht habe, Moll. Und wie hat sich mein Genie im dritten Rätsel geäußert?“

„Professor, da waren Sie nicht so genial, oder mit anderen Worten: Ihre Fragen waren zu leicht. Allzu offensichtlich war Dr. Ernst Alban der Kon-

Der Gewinner Hans-Joachim Hein mit dem „Gloggomobil“ der Firma Naef. Inzwischen spielen seine Kinder damit.



strukturer der Hochdruckdampfmaschine, die von der Eisengießerei und Maschinenbauanstalt Güstrow 1839 gebaut wurde und die wir in Bild A zeigten. Ebenso offensichtlich befindet sich das in Bild B gezeigte Ornament auf einem Spinettino, das aus dem Jahr 1707 stammt und von Joseph Mae de Coninus Bononiensis gebaut wurde. Am offensichtlichsten aber war, daß die in Bild C gezeigte Pelton-Turbine bei den Vorarlberger Illwerken ab 1931 im Einsatz war.“

„Und die in Bild E gezeigte Nachbildung der Bavaria-Hand?“

„Leider ebenso leicht, Professor. Wer wüßte denn nicht, daß das Original aus Geschützrohren erschmolzen wurde, die mit den Schiffen bei der Seeschlacht von Navarino im Jahr 1827 sanken?“

„Sie betrüben mich, Moll. Denn es war wirklich eine Unterforderung unserer Leser, die Jahreszahlen 1839, 1707, 1931 und 1827 zu addieren...“

„... und aus dem Ergebnis 7304 als Quersumme der Quersumme die Zahl 5 zu ermitteln. 5 aber steht im Serenissimorum Schacht des Deutschen Museums – wir zeigten die Situation in Bild D – für das Treibsignal: ‚Mann auf dem Gestelle‘.“

„Ich hoffe Moll, im vierten und letzten Rätsel haben Sie mich nicht ganz so entwürdigend einfache Fragen stellen lassen?“

„Ich bin Ihr Assistent. Das Genie sind Sie.“

„Das ist nur ein anderer Ausdruck für den gleichen Sachverhalt. Doch lassen Sie mich nachdenken. Wir wissen, daß Johann Philipp Reis der einzige Mann in der Rätselfolge war, der im Zusammenhang mit einer zur Lösung des Rätsels erheblichen Quadratzahl genannt wurde. Im Verlaufe des Rätsels gab es nur zwei Jahreszahlen aus dem Jahrhundert, in dem Reis lebte, nämlich 1827 und 1839. Die Differenz der Quersummen dieser Zahlen ist 3, so daß wir nun wissen, daß Sie zumindest

diesen Band von Meyers Enzyklopädischem Lexikon gelesen haben.“

„Professor, Sie haben es intuitiv erfaßt. War es auch Intuition, daß die mutierten *Ratten* aus der Bachem *Natter* entstanden, so daß wir aus der Quersumme der Quersumme der Typenbezeichnung 349 das Jahrzehnt des Erscheinens des Bandes, nämlich die 70er Jahre, bestimmen können?“

„Intuition, Moll, ist ein Wort, das ein Experimenteller Logiker nicht kennt! Um das zu verdeutlichen, genügt es, darauf hinzuweisen, daß der in Bild A gezeigte Prototyp eines ESO-Teleskops schon einmal auf Seite 19 von Kultur & Technik 3/1992 zu sehen war.“

„Tatsächlich: Die Addition aller Seitenzahlen im Inhaltsverzeichnis dieses Heftes – Doppelnennungen ausgeschlossen – ergibt die Zahl 538, zu der man dann nur noch den abgerundeten Winkelgrad des H-O-H-Moleküls, nämlich 104, sowie die Differenz der letzten beiden Ziffern des Geburtsjahrs 1493 von Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus Paracelsus und Gründungsjahr 1903 des Deutschen Museums hinzufügen muß, also die Zahl 90, um die Rechnung anstellen zu können:  $538+104+90=732$ .“

„Und sehen Sie, Moll, das ist die Seitenzahl in ihrem Lexikonband, auf der sie als erstes Stichwort in der rechten Spalte oben den Namen von Anonymus lesen können.“

„Was interessiert mich Anonymus?“

„Sie werden ihn vielleicht noch einmal anrufen müssen.“

„Das ist Nötigung, Professor!“

„Das wollen wir später entscheiden. Jetzt jedenfalls wäre klarzustellen, daß in Bild C die Dornier Do 31 im Museumshof zu sehen ist, wobei die 31 in der Typenbezeichnung auf das Jahr 1931 verweist, in dem die Illwerke die im dritten Rätsel gezeigte Pelton-Turbine in Betrieb genommen haben.“

„Nun, Professor, sehe ich klar. Wenn ich auf die Fußstritte in Bild D trete, bin

ich eigentlich ein Gnomon, und wenn ich mir Bild E betrachte, ist nicht zu übersehen, daß Sie den Astronomen Herschel meinen. Die Vokale im Namen Herschel sind ‚E‘, die Vokale in Gnomon ‚O‘. Sollen die Vokale ein im Verlaufe des Rätsels definiertes Gerät bezeichnen, kommt eigentlich nur die Pelton-Turbine in Frage, da nur sie mit der Zahl 31 in Verbindung zu bringen ist.“

„Sehen Sie, Moll: Deswegen bin ich mit dem Rad nachts in den Hof des Deutschen Museums gefahren und habe unter der Tafel zur Pelton-Turbine eine äthiopische Münze angebracht.“

„Sie meinen, Professor, daß Anonymus unter seinem richtigen Namen angerufen und ihm das Stichwort, Äthiopien als Herkunftsland der Münze mitgeteilt werden mußte?“

„So war es, Moll. Und dafür gab es das oben abgebildete Gloggomobil. Und wenn ich einmal gestorben bin, können Sie ja eine Münze aus einem anderen Land wählen.“

So sprach, es ist verbürgt, Professor Theophil Troll, bevor er sich zu seiner zweiten Weltraumreise aufmachte. Diesmal wollte er nicht nur den Urknall umrunden, sondern nachweisen, daß das Zentrum des Urknalls auf der Erde zu finden ist. □

Foto: K&T

VON SIGFRID VON WEIHER

## 5.1.1643

In Woolsthorpe, Grafschaft Lincolnshire, England, wird **Isaac Newton** geboren. Er entdeckte die Gravitation und deren Gesetzmäßigkeit, wodurch ihm die quantitative Erklärung der Keplerschen Gesetze gelang. Er ist der Schöpfer eines **Systems der Mechanik**, erfand die **Differential- und Integralrechnung** und gab Erklärungen für die Gezeiten und für Mond- und Planetenbewegungen. Seine **Emanationstheorie des Lichts**, nach der man sich das Licht als Summe feiner stofflicher Teilchen vorzustellen hat, erlangte auch philosophische Bedeutung, wenngleich sie der Wellentheorie Huygens weichen mußte.

## 5.1.1843

In Kleinalmerode bei Witzhausen wird **Karl Köbrich** geboren. Nach technischem Studium in Karlsruhe und praktischer Arbeit in Berg- und Hüttenbetrieben wurde er 1867 preußischer Bergeleve und brachte 1869 bis 1874 bei Staßfurt **Bohrlöcher** nieder, die wegen ihrer Fündigkeit die Gründung der Gewerkschaft Neu-Staßfurt zur Folge hatte. Köbrich ist die Einführung des **Diamantbohrverfahrens** in Deutschland und die Vervollkommnung der **Tiefbaugeräte** zu danken. Er hat zu seiner Zeit in Schladebach und in Paruschowitz die tiefsten Bohrlöcher der Welt geschaffen und die Literatur seines Fachgebietes durch wegweisende Publikationen bereichert.

## 7.1.1943

In New York, USA, stirbt im 87. Lebensjahr der aus Kroatien eingewanderte amerikanische Physiker und Ingenieur **Nicola Tesla**. Seit 1882 in den USA, gründete er, nach vorübergehender Tätigkeit bei Edison, ein eigenes Labor für elektrische Untersuchungen und eine Gesellschaft zur Verwertung eigener Erfindungen. 1888 entdeckte er das magnetische Drehfeld und verwirklichte als einer der ersten **Drehstrom-Kraftübertragungen**. Mit der

Erzeugung der hochfrequenten Wechselströme (**Tesla-Ströme**) schuf er die Grundlage für drahtlose Energieübertragung und **Hochfrequenz-Therapie**.

## 8.1.1643

Im Solberger Tal bei Aachen verstarbt **Jeremias Hoesch**. Auf der Flucht vor Religionskämpfen in der Pfalz kam er als junger Mensch in die Aachener Gegend, wo er sich dem Hüttenwesen zuwandte. So wurde er der Stammvater der rheinischen Industriefamilie Hoesch, die sich in Düren und Lendersdorf erfolgreich als **Eisen- und Stahlproduzent** betätigte.



Rudolf Diesel, Heinrich von Buz und Manfred Schröter (v.l.) auf der Hauptversammlung des VDI, 1897.

## 8.1.1918

Im 85. Lebensjahr stirbt in Augsburg **Heinrich von Buz**. Nach technischem Studium in Augsburg und Karlsruhe fand er 1857 bei der Maschinenfabrik Augsburg – der späteren MAN – seine Lebensaufgabe. 1864 war er 31jährig bereits Werkdirektor. Die Buchdruck-Rotationsmaschinen und Textilmaschinen, Dampfmaschinen, Wasserturbinen, die Unterstützung Lindes bei der Entwicklung effektiver Kühlmaschinen, ganz besonders aber seine ausdauernde Hilfe bei der Durchbildung von **Diesels Öl-motor** prägten Lebensweg und Schaffen dieses Mannes, der 1898 mit der Vereinigung der

Augsburger und der Nürnberger Maschinenfabriken die **Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg (MAN)** gründete und ihrem ersten Aufsichtsrat vorstand.

## 9.1.1843

In Burnhopeside Hall bei Lancaster, England, stirbt 64jährig **William Hedley**. Er gehört zu den Pionieren des Lokomotivbaues und hatte schon 1813 auf Grund wissenschaftlicher Reibungsmessungen nachgewiesen, daß es nicht nötig sei, Eisenbahnen in der Ebene mit Zahnrädern auszurüsten, gleich welche Lasten sie zu befördern haben. Mit seiner 1813 gebauten Lokomotive „**Puffing Billy**“, die bis 1862 in Dienst stand, wurde der für die Bahnentwicklung sehr wesentliche Beweis dafür erbracht. Das Original der Lokomotive steht im *Science Museum* in London, eine gute Kopie auch im *Deutschen Museum* in München.

## 12.1.1818

**Karl-Friedrich von Drais** (1785 bis 1851) erhält ein großherzoglich badisches Privileg auf seine „**Laufmaschine**“, die Vorform des Fahrrades. Am 26. 1. 1818 wird ihm für seine Erfindung der Titel eines „**Professors der Mechanik**“ verliehen. Wenig später erhält von Drais für sein Laufrad auch Patentschutz in Frankreich, Preußen, England und in den USA. (Siehe Bericht Seite 14.)

## 13.1.1843

Ein knappes Jahr nach der **Einführung des Dampfhammers** von James Nasmyth wird

auf der **Marienhütte bei Zwickau** der erste Dampfhammer Deutschlands in Betrieb genommen.

## 20.1.1818

Der englische Ingenieur **Marc Isambard Brunel** (1769 bis 1849) erhält das Patent auf den ersten **Bohrschild für den Tunnelbau**. Angeregt zu dieser Erfindung wurde er durch die Vorgehensweise des Bohrwurms (*Teredo navalis*). Bestens bewährt hat sich diese Methode beim Bau des **Themse-Tunnels**, den Brunel 1825 bis 1843 schuf.

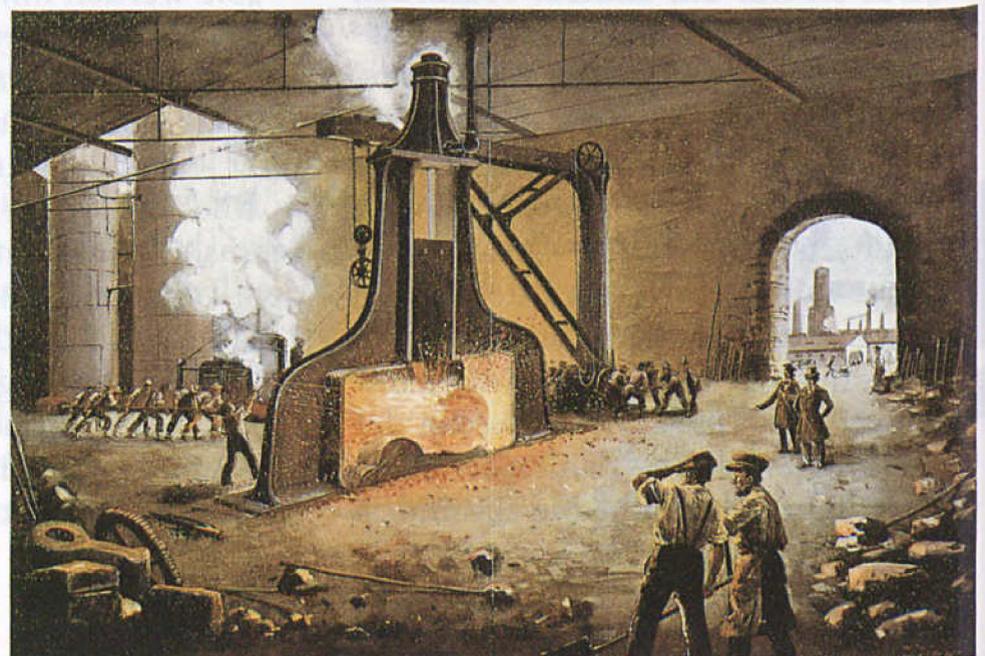
## 21.1.1843

In Naumburg/Saale wird **Theodor Otto** geboren. In Zusammenarbeit mit Adolf Bleichert nahm er 1873 den Bau von **Drahtseilbahnen** in Sachsen auf, die schnell internationale Verbreitung fanden.

## 21.1.1743

In South Windsor, Connecticut, USA, wird **John Fitch** geboren. Im Laufe eines von harten Schicksalsschlägen begleiteten Lebens hatte er mehrere technische Ideen zu verwirklichen versucht. 1785 präsentierte er das Modell eines neuartigen Kettenschiffes, 1788 führte er auf dem Delaware ein erstes **Dampfboot** vor. Monatelang fuhr das Schiff äußerst erfolgreich, bis es einem Sturm zum Opfer fiel. Enttäuschung über die geringe Anteilnahme der Zeitgenossen trieb ihn schließlich 1798 zum Selbstmord.

Der Dampfhammer von James Nasmyth, 1842.



**22.1.1893**

In Berlin wird der **Verband Deutscher Elektrotechniker** gegründet. Gründer waren die Vertreter der bereits bestehenden Elektrotechnischen Vereine Deutschlands, Fachleute aus Wissenschaft und Industrie. Zum Vorstand gehörten Professor **Adolf Slaby**, **Wilhelm von Siemens** und **Emil Rathenau** sowie weitere führende Männer aus der Elektroindustrie.

**26.1.1918**

Als Tochtergesellschaft der Firma **Telefunken** wird in Berlin die **Drahtlose Übersee-Verkehrs AG** (Transradio Nauen) mit erweiterten Sende- und Empfangsanlagen in Nauen und Geltow gegründet. Es wurde bereits vorgesehen, Nauen zum Hauptsender des deutschen **Weltfunkverkehrs** zu entwickeln.

Einführung einer Erfindung, die auch im Prinzip heute noch für die Konstruktion aller vierrädrigen Kraftfahrzeuge maßgebend ist. Die „A-Steuerung“, die sich nach dem Namen des Patentnehmers **Ackermann international** als Bezeichnung eingebürgert hat, sollte den Urheber nicht in Vergessenheit geraten lassen.

bei der Hitze elektrischen Bogenlichts und durch Erstarren des Schmelzflusses unter hohem Druck.

**7.2.1868**

Als Entschädigung für die Aufhebung des Salzmonopols tritt der preußische Staat die **Salzsiederei** und die **Braunkohlengruben** in Zscherben und Lan-

Technik und Industrie wichtige Impulse gegeben.

**9.2.1818**

Unfern St. Jacob in Tirol wird **Christian Reithmann** geboren. Er erlernte das Uhrmacherhandwerk und ließ sich 1848 in München als selbständiger Meister nieder. Über seine handwerkliche Arbeit hinausgehend hat er sich auch konstruktiv mit neuen Erfindungen beschäftigt, von denen hier eine bereits elektrisch angetriebene Zahnradfräsmaschine und ein früher **Verbrennungsmotor** als Werkzeugmaschinenantrieb bemerkenswert sind. Die Abgrenzung der Reithmannschen Erfindung gegenüber dem Ottomotor war seinerzeit sehr schwierig und ist in der Fachliteratur umstritten.

**9.2.1868**

In Königsbrunn, Württemberg, wird **Paul Reusch** geboren. Nach Studium an der TH Stuttgart wirkte er als praktischer Ingenieur in Berg- und Hüttenwerken in Tirol, Ungarn und Mähren. 1901 wurde er, 33jährig, Direktor der Friedrich-Wilhelms-Hütte in Mülheim/Ruhr, und 1905 wechselte er zur **Gutehoffnungshütte** nach **Oberhausen**, wo er 1909 den Vorsitz im Vorstand übernahm. Wirtschaftlich wie auch technisch hat er, namentlich nach dem Ersten Weltkrieg und dem Verlust der ausländischen Betriebe der Gutehoffnungshütte, die Geschicke seiner Firma mit Bedacht geleitet; 1935 konnte sein Sohn Hermann Reusch sein Werk fortführen. Dem *Deutschen Museum* und seinem Schöpfer Oskar von Miller war Reusch stets helfend und auf das Herzlichste verbunden.

**10.2.1868**

In Alberty bei Melrose, Grafschaft Royburgh in England, stirbt im 87. Lebensjahr der Physiker **Sir David Brewster**. Nach seinem Physikstudium war er lange Jahre Sekretär und Vizepräsident der *Edinburgh Royal Society*. Die Erfindung des **Kaleidoskops** (1817) wird



Blick in die Werkstatt Gutenbergs, nach E. Hillenmacher.

**3.2.1468**

In seinem Geburtsort Mainz verstirbt etwa 71jährig **Johannes Gutenberg** (eigentlich Gensfleisch zum Gutenberg). Er ist der **Erfinder des Buchdrucks** mit einzelnen, zusammenfügbaren, gußeisernen Lettern. Er hatte seine Versuche mit dieser Drucktechnik um 1438 in Straßburg begonnen und konnte sie, mit Unterstützung von Johannes Fust, um 1445 in Mainz vollenden. Zehn Jahre später konnte Gutenberg seine Neuerung mit dem **Druck der Bibel** in technischer und künstlerischer Vollendung präsentieren. Damit begann eine geistige Revolution, die die Zukunft prägen sollte.

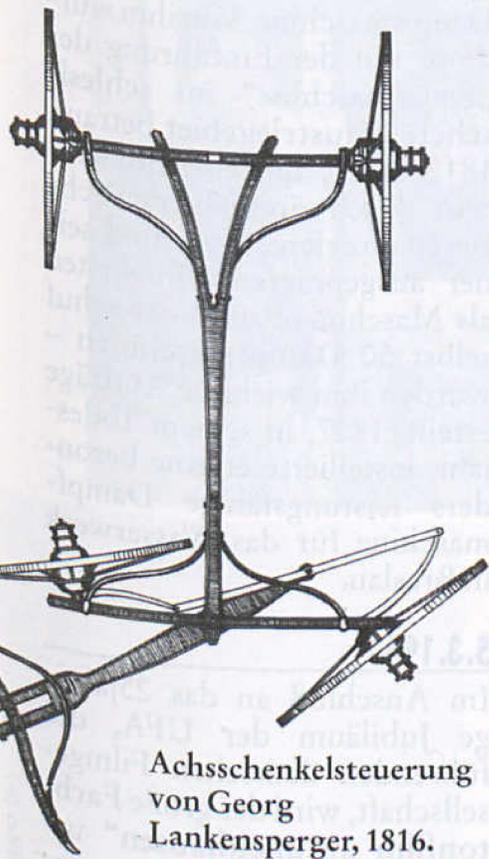
**6.2.1893**

Der Chemiker **Henri Moissan** (1852 bis 1907) berichtet der Akademie in Paris, daß es ihm gelungen sei, **künstliche Diamanten** bis zu 0,5 Millimeter Größe herzustellen. Er erzeugte sie durch Auflösung von Kohlenstoff in flüssigem Eisen

genbogen an die Hallesche Pfännerschaft ab. Damit kann die Gesellschaft neben dem **Salinenbetrieb** auch den Braunkohlebergbau ausüben, der wirtschaftlich von Effizienz geprägt sein wird.

**7.2.1893**

In Leipzig, wohin er im Alter übersiedelt war, verstirbt im 86. Lebensjahr **Ferdinand von Steinbeis**. Nach hüttenmännischer Ausbildung und Studium in Tübingen wurde er Hüttenverwalter und 1842 Direktor der Stummschen Werke in Neunkirchen. 1848 trat er in Stuttgart in die **Zentralstelle für Gewerbe und Handel** ein, deren Direktor er 1856 wurde. In dieser Funktion hat er bis zu seinem Ruhestand im Jahr 1880 äußerst effektiv und kreativ für die Wirtschaft im Königreich Württemberg gewirkt. Ein Museum, Modellsammlungen und eine wissenschaftliche Bibliothek, die er dem Gewerbeinstitut zuordnete, haben im Südwesten Deutschlands für



Achsschenkelsteuerung von Georg Lankensperger, 1816.

**27.1.1818**

**Rudolf Ackermann** (1764 bis 1843), ein vielseitiger Unternehmer und Wagenbauer, nimmt für seinen Münchner Freund **Georg Lankensperger** (1779 bis 1847) das britische Patent 4212 auf die von ihm erfundene **Achsschenkelsteuerung** für Pferdefuhrwerke. Damit war der Weg frei zur weltweiten

ihm zugeschrieben, ebenso die des dioptrischen Stereoskops und der Magnesiafackeln. Seiner Initiative ist die Gründung der *British Association for the Advancement of Science* im Jahr 1851 zu danken.

## 11.2.1868

In Paris stirbt im 49. Lebensjahr der Physiker **Léon Foucault**. 1844 beleuchtete er mit elektrischem Bogenlicht den Place de la Concorde in Paris; 1850 lieferte er den Beweis, daß sich Licht im Wasser langsamer als in der Luft fortpflanzt. Im gleichen Jahr wies er im Pantheon die Drehung der Erde mit seinem berühmt gewordenen **Pendelversuch** nach. Er untersuchte die von Arago entdeckten Wirbelströme in Metallen, die **Foucault-Ströme**, und er führte mit Fizeau Untersuchungen über Licht- und Wärmestrahlungen durch.

## 12.2.1843

Der Engländer **T. W. Naylor** in Newcastle-upon-Tyne veröffentlicht im *Mechanics Magazine* erstmals seine Idee, die altbekannte Technik der *Laterna Magica* mit der stroboskopischen Lebensradanordnung von Stampfer zu kombinieren und so **Bewegungsbilder** vorzutauschen. Er beabsichtigte, verschwindende und bewegliche Bilder zu kombinieren und an einer Blendenebene vorbeizuführen. Möglicherweise empfing **Franz Uchatius** in Wien dadurch die Anregung zu seinem Projektions-Lebensrad von 1845 – eine Vorstufe zum späteren Film.

## 14./15.2.1493

Auf der Rückfahrt von seiner ersten Entdeckungsreise in die Neue Welt gerät **Columbus** in einen heftigen Sturm, der seine Heimfahrt ernsthaft zu gefährden drohte. Darum steckte er eine kurze, aber genaue Nachricht über den Verlauf seiner Expedition als Bericht in ein kleines Faß, das über Bord geworfen wurde. Es war dies die **erste Flaschenpost**. Sie wurde nie gefunden – aber Columbus kehrte heim.



Dampf-Straßenwagen von Goldsworth Gurney, um 1826.

## 14.2.1793

In Treator bei Padsow, England, wird **Goldsworth Gurney** geboren. Er studierte Medizin und wurde Arzt, verfolgte aber bald weit mehr seine mechanischen Neigungen. So wurde er um 1822 einer der fähigsten Konstrukteure von **Dampfstraßenwagen**, wie sie um 1830 in und um London den Verkehr belebten. Weitere seiner technischen Arbeiten betrafen die Beleuchtung, Landwirtschaftsgeräte, Ventilatoren und Warmluftheizungen.

## 20.2.1893

In den Städtischen Wasserwerken von Göteborg, Schweden, wird eine der ersten **Dampfturbinen** nach der Konstruktion von **Carl Gustav Patrik de Laval** (1845 bis 1913) erfolgreich in Betrieb genommen. Auch auf der Columbus-Weltausstellung in Chicago 1892/93 wird eine entsprechende Dampfturbine als neueste technische Errungenschaft präsentiert.

## 25.2.1793

In Harkorten, Westfalen, wird **Friedrich Wilhelm Harkort** geboren. Er hatte die Kaufmannslehre absolviert, engagierte sich aber mehr für die Herstellung neuer Produkte und begründete mit Heinrich Daniel Kamp 1819 auf der **Burg Wetter an der Ruhr** eine mechanische Werkstatt, die er unter Heranziehung englischer Fachleute bald zu einer vielseitig orientierten **Maschinenfabrik** entwickelte. Mit besonderem Nachdruck setzte er sich für den Bau von Kanälen, Ei-

senbahnen und Dampfschiffen ein und förderte alle Bestrebungen zur Entwicklung einer eigenständigen deutschen Industrie.

## 26.2.1793

In Freiberg, Sachsen, stirbt 53jährig der Chemiker **Karl Friedrich Wenzel**. Nach etwas abenteuerlicher Jugend studierte er ab 1766 in Leipzig Chemie, und 1780 wurde er als staatlicher Hüttenchemiker eingesetzt. Mit großer Sorgfalt und Ausdauer hat er seiner Wissenschaft zahlreiche neue Erkenntnisse und Entdeckungen beigetragen, so 1785 das **Kobaltultramarin** (später auch **Thenard-Blau** genannt). Ab 1786 war er Mitarbeiter der Meißener Porzellan-Manufaktur. Wenzel kann als Pionier der **chemischen Meßkunst** gelten.



Friedrich Wilhelm Harkort (1793–1880).

## 26.2.1893

Das Bühnenstück „**Die Weber**“ von **Gerhart Hauptmann** erlebt in der Freien Bühne Berlin seine Uraufführung. In vier packenden, sich dramatisch steigernden Bildern zeichnete der Dichter den Aufstand der schlesischen Weber von 1844, die sich vergeblich gegen die Mechanisierung ihres Handwerks wehren: eine sozialkritische Anklage gegen den Kapitalismus, die so beabsichtigt war und auch so verstanden wurde. „**Die Weber**“ sind das bedeutendste Drama Hauptmanns.

## 4.3.1768

In Ellrich am Südharz wird **August Friedrich Wilhelm Holtzhausen** geboren. In Andreasberg wurde er zum Bergmann und Maschinenfachmann ausgebildet, bevor er zu Oberbergrat Bückling kam, dem Erbauer der ersten preußischen Dampfmaschine. Von ihm wurde er mit der Einführung der „**Feuermaschine**“ im **schlesischen Industriegebiet** betraut. 1812 führte ihn eine Studienreise durch sämtliche deutsche Bergbaureviere. Aufgrund seiner ausgeprägten Fähigkeiten als Maschinenbauer – er schuf selbst **50 Dampfmaschinen** – wurden ihm wichtige Aufträge erteilt. 1827, in seinem Todesjahr, installierte er eine besonders leistungsfähige Dampfmaschine für das Wasserwerk in Breslau.

## 5.3.1943

Im Anschluß an das 25jährige Jubiläum der UFA, der führenden deutschen Filmgesellschaft, wird der große **Farbtonfilm „Münchhausen“** uraufgeführt. Er war nicht nur einer der ersten deutschen Farbtonfilme (nach dem Agfa-color-Verfahren), er enthielt auch inhaltlich viel technikgeschichtliche Kuriositäten, die man schon vor 200 Jahren dem Lügenbaron angedichtet hatte, so ein Zielfernrohr, die Ballonfahrt zum Mond, eingefrorene Töne in einer Trompete und den Ritt auf der Kanonenkugel.

# SIEMENS

## Erlebniswelt der Technik



Technik sollten Sie live erleben, um sie wirklich zu verstehen.

Im SiemensMuseum läuft die gesamte elektrotechnische Entwicklung der letzten 150 Jahre nochmal für Sie ab.

Und alles zum Anfassen und Ausprobieren: egal, ob Sie ein Telefonat von Hand vermitteln wollen, einen Industrieroboter live bei der Arbeit erleben oder ein Ultraschallgerät selbst bedienen möchten.

Ein Ausflug ins SiemensMuseum ist deshalb für alle Technikinteressierten ein echtes Muß.

Das SiemensMuseum, Prannerstraße 10, ist Montag bis Freitag von 9.00 bis 16.00 Uhr, Samstag und Sonntag von 10.00 bis 14.00 Uhr geöffnet; jeden 1. Dienstag im Monat bis 21.00 Uhr.

Der Eintritt und alle Veranstaltungen, wie z. B. Sonderausstellungen, Computerkurse und Videoworkshops, sind kostenlos.

**SiemensMuseum**

Bitte

einbringen an:

Deutsches Museum

Postfach 26 01 02

8000 München 26

## 7.3.1893

Das grundlegende **Fernsprech-Patent von Alexander Graham Bell** in den USA erlischt. Dadurch ergibt sich für technische Unternehmer die Möglichkeit, selbständig und ohne Lizenzgebühren das Fernsprechwesen in vielen amerikanischen Städten einzuführen. In den folgenden drei Jahren werden 6000 selbständige Unternehmer für Fernsprechnetze aktiv.

## 11.3.1818

In St. Thomas auf den Antillen wird **Henri Etienne Sainte-Claire-Deville** geboren. Er bildete sich zum Chemiker, war 1845 bis 1851 Dozent in Besançon und danach Professor für Chemie an der École Normale und an der Sorbonne in Paris. 1854 errichtete er auf der Grundlage der Arbeiten Wöhlers in Paris die **erste Aluminiumfabrik**, deren Erzeugnisse auf der Weltausstellung 1855 stark beachtet wurden. Auch auf dem Gebiet der großtechnischen Erzeugung von **Natrium, Magnesium**, schließlich auch in der Reindarstellung von **Platin** leistete Sainte-Claire-Deville Pionierarbeit.

## 16.3.1893

In Reihen bei Heidelberg wird **August Karolus** geboren. Nach physikalischem Studium übernahm er 1921 an der Universität Heidelberg einen Lehrauftrag für das damals gerade entstehende Fachgebiet **Elektronik**. 1925 bis 1945 war er Professor für angewandte Physik in Leipzig, 1946 bis 1955 beratender Ingenieur in Zürich und danach bis 1962 Physikprofessor an der Universität Freiburg. 1925 hatte er mit seinen **Bildfunk-Versuchen** zwischen Berlin und Leipzig Schlagzeilen gemacht, und 1927 wurde sein mit der Industrie (*Siemens-Karolus-Telefunken*) erarbeitetes System Grundlage der ständigen Bildfunkverbindung Berlin-Wien. 1928 war es schon möglich, **Bildfunk von Berlin nach Tokyo** zu betreiben. Am Ende seines Lebens

beschäftigte sich Karolus – wie auch früher schon – mit Verfeinerungen zur Messung der Lichtgeschwindigkeit, wobei ihm seine **Kerr-Karolus-Zelle** als wirksamer Lichtmodulator diente.



August Karolus  
(1893–1972).

## 22.3.1768

In Sandoe, Northumberland, England, wird **Bryan Donkin** geboren. Auf dem Gebiet der Papierherstellung experimentierend, gelangen ihm wesentliche konstruktive Verbesserungen, die er 1803 bei der von Robert bereits eingeführten **Maschine zur Herstellung endlosen Rollenpapiers** realisierte.

## 25.3.1818

In Zschopau, Sachsen, wo die **Kattunfabrik Bodemer** erstmals in Deutschland einen **mechanischen Webstuhl** einführte, verlangen die Weber das Entfernen dieser Maschine, da sie um ihre Arbeitsplätze besorgt sind. Da der Betriebsführer Hessler dieser Forderung nicht nachkommt, werfen ihm die Handwerker die Fensterscheiben ein. Hessler ersucht darauf die zuständige Behörde, ihm und dem ihm anvertrauten Gut militärischen Schutz zu gewähren. Eine Eingabe der Weber an den König wird damit erledigt, indem der zuständige Justizamtmann angewiesen wird, die Fabrik vor den aufgebrachtten Arbeitern zu schützen und die Verwendung der neuen Webmaschine sicherzu-

stellen. Daß es nicht allein bei diesem Fall von **Maschinenstürmerei** blieb, zeigt unter dem Datum des 26. 2. 1893 der Hinweis auf Hauptmanns „Weber“, dem ein vergleichbares Geschehen im Jahr 1844 zum Vorwurf gedient hatte.

## 22.3.1868

In Morrison, Illinois, USA, wird **Robert Andrew Millikan** geboren. Er studierte Physik und wurde in diesem Fach Professor am *Californian Institute of Technology* in Pasadena. Seit 1910 arbeitete er über die **Ladung des Elektrons** sowie über **lichtelektrische Phänomene**. 1923 wurde ihm der **Nobelpreis** zuerkannt. 1920 bis 1925 gelang es Millikan, eine Beziehung zwischen Ultraviolett und Röntgenstrahlen nachzuweisen.

## 25.3.1843

18 Jahre nach Beginn seines Baues wird im Osten von London, bei Rotherhite, der **Thames-Tunnel** feierlich seiner Verkehrsbestimmung übergeben. Nach der Entwicklung seines Bohrschild-Verfahrens übernahm Marc Isambard Brunel den Bau dieser bis dahin einzigartigen Verkehrsanlage. Zwischen 1828 und 1835 hatte der Bau wegen Wassereinbrüchen praktisch geruht. Der nahezu 400 Meter lange Tunnel – 4,2 Meter breit und 4,8 Meter hoch – kostete 468000 englische Pfund, etwa neun Millionen Mark.

## 27.3.1968

Einer Verlautbarung des Obersten Sowjets und des Ministerrats der UdSSR zufolge ist Oberst **Juri Gagarin** (geboren 1934) bei einem Flugzeugunfall ums Leben gekommen. Er war im April 1961 **der erste Mensch**, der in einer sowjetischen Raumkapsel in den **Weltraum** gelangte. Als hervorragender Kosmonaut wurde er an der Kremlmauer in Moskau beigesetzt.

Der sowjetische  
Kosmonaut Juri Gagarin  
(1934–1968).

## 30.3.1818

In Kevelaer wird **Heinrich Schellen** geboren. Als Lehrer der Naturwissenschaften wurde er Direktor der Kölner Realschule. Daneben hat er als technischer Schriftsteller durch anschauliche, wissenschaftlich fundierte **Bücher über elektrische Nachrichtentechnik** – wie sie um 1850 bis 1870 entstand – besonders anregend gewirkt.

### DER AUTOR

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



Ein Geschenk:

# Steht nicht herum, staubt nicht ein und macht nicht dick.

Schenken ist (oft) schwer: Unser Vorschlag:  
Schenken Sie die Mitgliedschaft beim  
Deutschen Museum. Ein Jahr freier Eintritt  
für den Beschenkten, seine/n Begleiter/(in) und  
zwei Kinder (unter 18). Dazu viermal unser  
Museumsmagazin *Kultur & Technik* mit Berichten  
und Bildern aus Wissenschaft, Technik,  
Kultur und Zeitgeschehen. Zur Begrüßung  
gibt's ein paar nette kleine Überraschungen  
und fürs Revers eine (fast) goldene Ansteck-  
Eule... weil Ehre, dem Ehre gebührt.

Deutsches Museum



Ich schenk' Dir ein Museum



Geschenk-Coupon

Mit dem »Deutschen Museum« beschenke ich:

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Meine Anschrift lautet:

Name, Vorname

Straße, Hausnummer

PLZ, Wohnort

Für dieses besondere Geschenk bezahle ich  
gegen Zahlungsaufforderung den Mitgliedsbeitrag  
von (bitte ankreuzen)

- 58,- DM pro Kalenderjahr
- 34,- DM pro Kalenderjahr  
für Schüler und Studenten  
(bitte Schüler-/Studentenausweis beifügen)  
Bei diesem ermäßigten Beitrag gilt der  
freie Eintritt nur für das Mitglied.

Bitte  
einsenden an: Deutsches Museum  
Postfach 26 01 02  
8000 München 26

VON ROLF GUTMANN

## SANTIAGO CALATRAVA BRÜCKEN UND ANDERE INGENIEURBAUWERKE

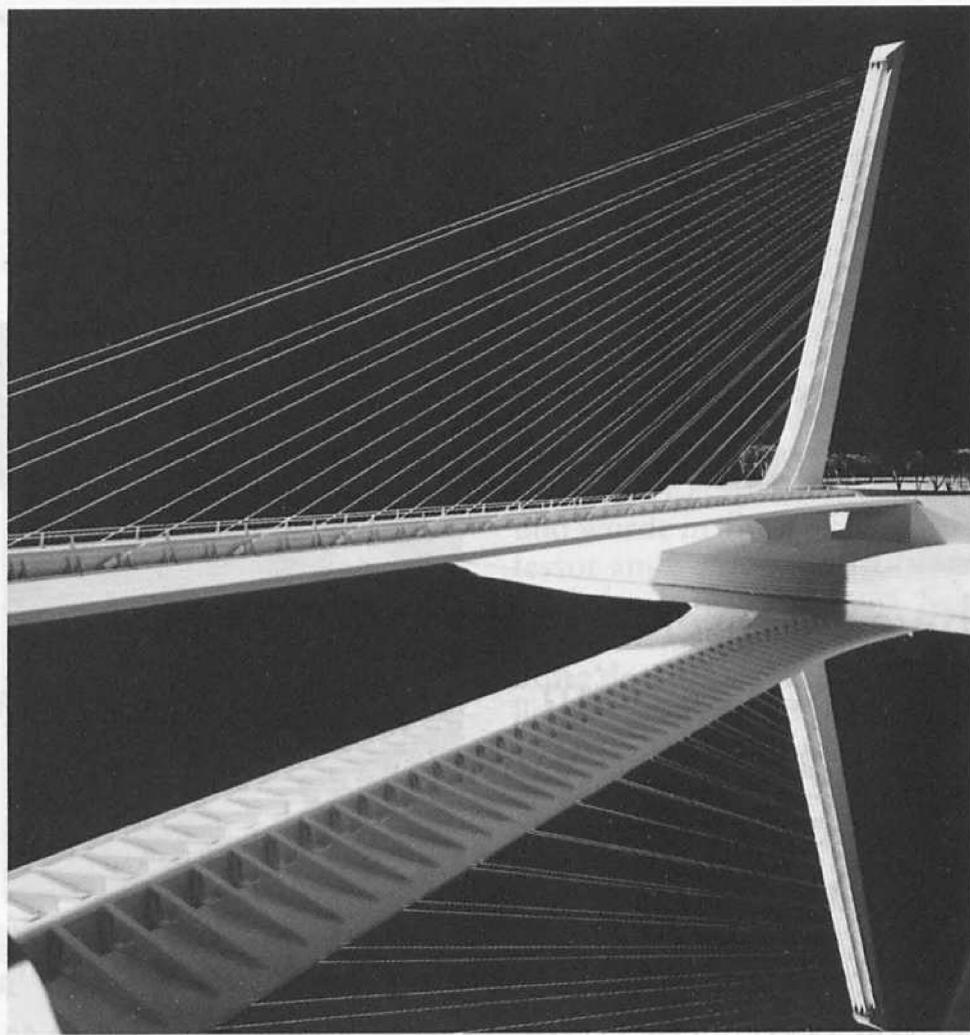
„Das Schicksal, vielleicht der Sinn der Technik ist, zu veralten . . . Die Kunst veraltet nicht, sie hat, wie immer auch sie sei und wie alt, eine in sich ruhende Gegenwartigkeit mit einer unmittelbar den Menschen erfassenden Wirkkraft“ – so Theodor Heuss im Jahre 1950 in einer Festrede im Deutschen Museum.

Der spanische Architekt und Bauingenieur Santiago Calatrava, geboren 1951 in einem Dorf bei Valencia, gewann allein im Jahre 1991, seinem 40. Lebensjahr, sechs internationale Wettbewerbe, zwei davon in Berlin. Bei seinen Bauwerken anlässlich der Olympiade in Barcelona, der Weltausstellung in Sevilla, aber auch im zukünftigen Regierungsviertel am Berliner Spreebogen geht Calatrava neue, faszinierende Wege und setzt mit seinen Brücken und anderen Ingenieurbauwerken aufregende künstlerische Akzente, die nicht unumstritten sind. Mit einer Ausstellung von 30 Modellen und zugehörigen Zeichnungen aus Calatravas „Werkstatt“ will das Deutsche Museum zeigen, daß Ingenieurbau mehr sein kann und aus städtebaulichen und landschaftsgestalterischen Gründen auch mehr sein sollte als reiner Zweckbau.

Die Ausstellung befindet sich im „Weißen Saal“ (2. OG. Sammlungsraum) und ist vom 3. Dezember 1992 bis zum 14. Februar 1993 täglich von 9–17 Uhr zugänglich (außer 9., 24., 25. und 31. Dezember und 1. Januar).

## „UMWELT“ - EINE NEUE AUSSTELLUNG IM DEUTSCHEN MUSEUM

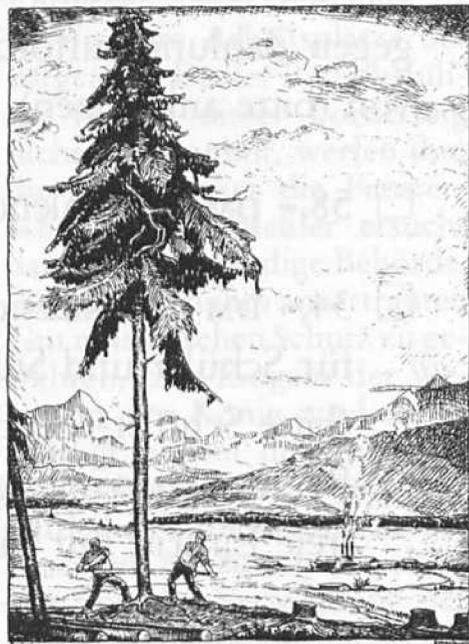
Umwelt und die Umweltverschmutzung sind Themen, die immer mehr Menschen bewegen und die mit großer Leidenschaft diskutiert werden. Die Suche nach technischen, politischen und ethischen Lösungen von Umweltproblemen hat



Brückenentwurf des spanischen Architekten Santiago Calatrava, dessen Modelle und Zeichnungen im Deutschen Museum zu sehen sind.

zwar in verschiedenen Fällen zu Erfolgen geführt – zum Beispiel bei der Verringerung der Schwefeldioxid-Emissionen in den westlichen Industriestaaten –, doch für andere Probleme – zum Beispiel den Anstieg von Kohlendioxid in der Atmosphäre – zeichnet sich eine Lösung noch nicht ab.

Zum erstenmal in seiner Geschichte widmet das Deutsche Museum dem Themenbereich „Umwelt“ eine Dauerausstellung (siehe Kultur &



Technik 4/1992). Sie geht unter anderem auf die Geschichte der Umweltprobleme und des Umweltbewußtseins ein. Bevölkerungswachstum und Wachstum des Energieverbrauchs stehen dabei im Vordergrund. Darüber hinaus will die Ausstellung den Besucher in die Schlüsselbegriffe der Ökologie einführen und einen Überblick über die wichtigsten Umweltprobleme geben. Den meisten Raum nehmen die Themen ein, welche die Verschmutzung unserer Atmosphäre betreffen: Smog, Saurer Regen, zusätzlicher Treibhauseffekt und – Ozonloch. Nicht nur die Probleme werden gezeigt, sondern auch Wege zu ihrer Lösung gewiesen. Dabei wird das Energiesparen besonders stark gewichtet.

Die Ausstellung auf 280 Quadratmetern befindet sich im Erdgeschoß, links von der Eingangshalle. Sie ist seit 26. November 1992 zu sehen.

„Der Letzte seines Stammes“:  
Der gefällte Baum als Symbol  
der Naturzerstörung, 1929.

## „FRAUEN FÜHREN FRAUEN“

Nach dem überaus erfolgreichen Führungszyklus des letzten Jahres mit etwa 500 Teilnehmerinnen begann am 14. Oktober 1992 eine neue Runde. Das neue Programm enthält neben den inzwischen „etablierten“ Fachgebieten auch einen Vortrag zum Thema „Berühmte Frauen in Naturwissenschaft und Technik“. Frau Sybille Nagler-Springmann, eine Journalistin, die eine gleichlautende Ausstellung konzipiert hat, untersucht die „Bedingungen von weiblichem Erfolg“. Damit wird auch der Bitte vieler Teilnehmerinnen entsprochen, speziell auf die Verdienste von Frauen in der Technik einzugehen.

Die ansteigende Nachfrage nach den Sonderführungen für Frauengruppen zeigt, daß diese Reihe inzwischen fester Bestandteil des Informations- und Bildungsangebotes der unterschiedlichsten Verbände ist.

Sylvia Hladky

## Termine:

- 13. 1. Marion Schröter:  
1993 Bücher ohne sieben Siegel  
Bibliotheksführung (kostenlos)
- 20. 1. Gudrun Wolfschmidt:  
Der gestirnte Himmel.  
Astronomische Instrumente
- 27. 1. Margarete Benz-Zauner:  
Aus Sand und Feuer.  
Glastechnik
- 3. 2. Isolde Wördehoff:  
„Dein Wunsch war immer – fliegen“.  
Entwicklung der Luftfahrt
- 10. 2. Margarete Benz-Zauner:  
Von der Kultfigur zur Kaffeekanne.  
Keramik
- 17. 2. Anita Kuisle  
Licht und Sehen.  
Optik
- 24. 2. Sibylle Nagler-Springmann:

Januar · Februar · März 1993

## Eröffnungen

seit 25. Nov. 1992 Dauerausstellung »Umwelt – Mensch und Technik auf dem Planeten Erde«  
EG

4. März Dauerausstellung »Geodäsie«  
3. OG

## Sonderausstellungen

3. Dez. bis 14. Febr. »Santiago Calatrava«  
Brücken und andere Ingenieurbauwerke  
2. OG

neu:  
3. März bis 31. Mai Historische Pharma-Plakate aus aller Welt  
Aus der Sammlung der BAYER AG  
2. OG

neu:  
29. März bis 1. April »Jugend forscht« – Landeswettbewerb Bayern  
Ausstellung der Arbeiten der Jungforscher  
Bibliothek

## Kolloquiumsvorträge

(16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

11. Januar Arbeitswelt und Technik des Handwerks im späten Mittelalter und in der frühen Neuzeit  
Dr. Reinhold Reith, TU Berlin

25. Januar Two Centuries of the Channel Tunnel Project  
Dr. Antony S. Travis, Edelstein Center, The Hebrew University of Jerusalem

8. Februar Alchemist oder Probierer? – Ein Fundkomplex des 16. Jahrhunderts aus Oberstockstall/NÖ  
Dr. Sigrid von Osten, Schattendorf/Österreich

1. März Industrieforschung und Unternehmenskultur in der Elektroindustrie 1930-1960  
Dr. Paul Erker, FU Berlin

15. März Die »umgekehrte Demontage«. Zur Kontextgeschichte der Atomeuphorie  
Dr. Bernd A. Rusinek, Universität Düsseldorf

29. März Naturwissenschaft und Technik im Nationalsozialismus. Kontinuität und Diskontinuität  
Dr. Monika Renneberg, Universität Hamburg

## Sonntagsmatineen und Orgelkonzerte in der Musikinstrumentensammlung

(1. OG, Platzkarten an der Kasse)

9. Januar »Münchner Organisten an den Barockorgeln des Deutschen Museums«  
15.30 Uhr  
Solist: Bernhard Gillitzer, München

10. Januar *Matinee: Cornelia Melián und Ensemble*  
11 Uhr  
Chansons und Klaviermusik französischer Komponisten der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts:  
Fauré, Ravel, Satie, Poulenc, Debussy

13. Februar »Münchner Organisten an den Barockorgeln...«  
15.30 Uhr  
Solist: Professor Hedwig Bilgram, München

14. Februar *Matinee: Meisterschüler der Cembalo-Klasse von Frau Professor Bilgram*  
11 Uhr  
spielen Cembalo-Musik des 17. und 18. Jahrhunderts

13. März »Münchner Organisten an den Barockorgeln...«  
15.30 Uhr  
Solist: Friedemann Winkelhofer, München

14. März *Matinee: Jean Goverts, Basel, Hammerklavier*  
11 Uhr  
Klaviermusik von Robert Schumann

13. Jan. bis 24. Febr. »Frauen führen Frauen«  
mittwochs, 10 Uhr

## Flugwerft Schleißheim

Effnerstr. 18, D-8042 Oberschleißheim, Tel. (089) 3 15 71 40

bis 31. März Sonderausstellung »Aufbruch zum Himmel«  
Reklamemarken der Luftfahrt – Plakate en miniature

## Deutsches Museum

Museumsinsel 1, 8000 München 22, Tel. (089) 2 17 91

Berühmte Frauen in Naturwissenschaft und Technik. Zu den Bedingungen von weiblichem Erfolg

Anmeldung: Tel. 089/2179-252 (Frau Ragnon)



## WOHLFAHRTSMARKEN MIT INSTRUMENTEN AUS DEM DEUTSCHEN MUSEUM

Am 15. Oktober 1992 erschienen zum 43. Male die neuen Wohlfahrtsmarken der Deutschen Bundespost. Ihr diesjähriges Thema lautet: »Kostbare Uhren aus deutschen Sammlungen.« Unter den fünf Motiven befinden sich zwei Meisterwerke aus den Sammlungen des Deutschen Museums. Interessenten finden diese sehr frühen »programmgesteuerten« Objekte in der Abteilung »Informatik und Automatik«.

Die *Tischuhr* wurde vermutlich von Johann Schönmann aus Konstanz um 1550 gebaut. Die *Figurenuhr* »Bärentreiber« entstand in Süddeutschland um 1590: Beim Stundenschlag verdrehen der Bär und der Treiber den Kopf, der Treiber zieht an der Kette. Die Augen des Löwen in der Kartusche vor dem Bären sind mit der Unruhe gekoppelt.

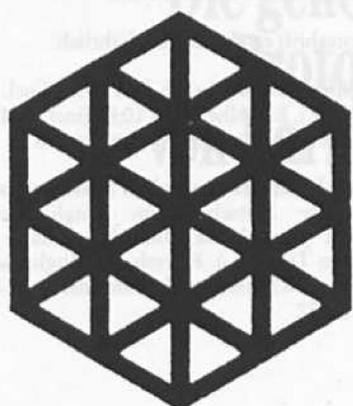
Glanz und Bedeutung der süddeutschen Instrumentenbauer sind zugleich Zeugnis der politischen Situation: Nicht Landbesitz und Agrarwirtschaft wie bei Fürstentümern, sondern Handel und Veredelungswirtschaft bestimmen den Wohlstand der politisch eigenständigen städtischen Selbstverwaltungen. Unter den Bedingungen einer streng geregelten und überwachten arbeitsteiligen Zunftwirtschaft, die charakteristisch für die Stadtrepubliken war, kam dem Kunst- und Uhrmacherhandwerk eine besondere Rolle zu.

Die neue Wohlfahrtsmarken-Serie erinnert an die großartigen Leistungen der süddeutschen Instrumentenbauer, die erst auf dem Hintergrund der republikanischen Verfassung der Freien Reichsstädte zur vollen Entfaltung gelangten.

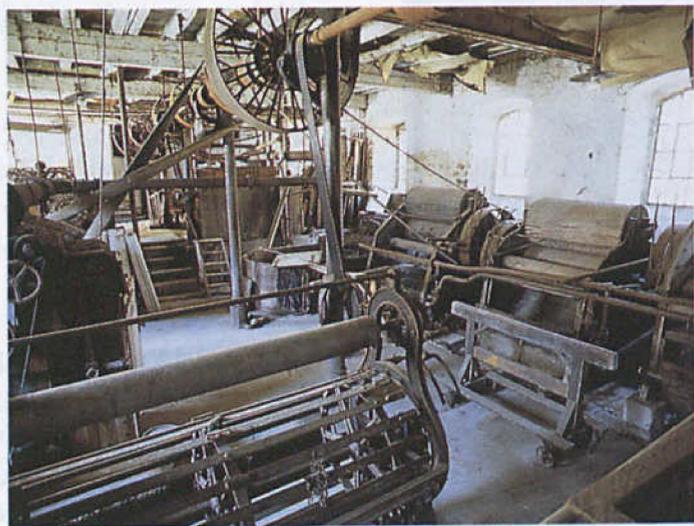
## FORUM DER TECHNIK

Am 5. November wurde das »Forum der Technik« im ehemaligen Kongreßgebäude des Deutschen Museums eröffnet. Die Hauptattraktion ist zunächst das erste IMAX-Theater Deutschlands mit einer 16x22 Meter großen Bildwand. Das IMAX-Bild ist zehnmals größer als das eines herkömmlichen Filmtheaters. Im Herbst 1993 wird dann das weltweit modernste Planetarium eröffnet werden. 2000 Quadratmeter Ausstellungsfläche und zahlreiche Konferenz- und Vortragssäle machen das Forum der Technik zu einer attraktiven Begegnungsstätte.

Auskünfte über Vorführungen und Eintrittspreise erhalten Sie unter der Rufnummer 089/21125-180. Anschrift: Forum der Technik, Museumsinsel 1, 8000 München 22.



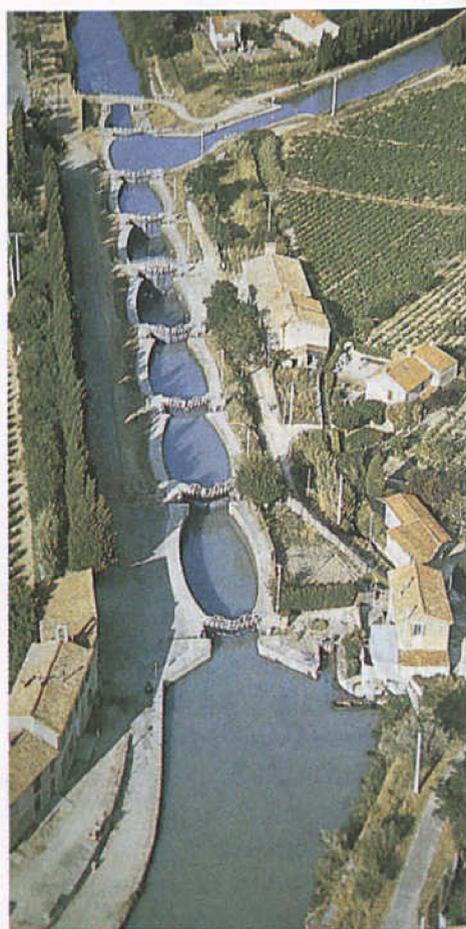
Die Idee eines künstlichen Wasserweges zwischen Atlantik und Mittelmeer war weit älter als das Vorhaben Pierre Paul Riquets, der die Möglichkeiten zur Realisierung fand. Ihm gelang nicht nur die Wasserzufuhr am Scheitelpunkt des Canal du midi, sondern auch die Finanzierung und Arbeitsorganisation in einer zuvor unbekanntem Größenordnung. □ Bei der Tuchfabrik Müller nicht weit von Köln ist der seltene Fall gegeben, daß ihr Inventar noch weitgehend dem zu Beginn des Jahrhunderts entspricht und sie nach der Stilllegung im Jahr 1961



Die Tuchfabrik Müller in Euskirchen-Kuchenheim mit ihrem alten, wenig modernisierten Inventar ist seit 1988 Standort des Rheinischen Industriemuseums.

nicht zur Industrieruine verkam. Seit 1988 ist sie Museum. □ Um die Jahrhundertwende zerschnitten Eisenbahnlinien viele Städte und störten bei häufig geschlossenen Schranken den innerstädtischen Verkehr. Oft dauerte es Jahre, bis Abhilfe geschaffen wurde. □

Der Bahnhof von Karlsruhe zu Beginn des Jahrhunderts. Da die Bahngleise in der Stadt den Geschäftsverkehr behinderten, mußte ein neues Konzept gefunden werden.



Die Staustufe von Fonserannes gehört mit ihren sieben Schleusenkammern zu den spektakulärsten Abschnitten des Canal du midi.

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 17. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum, Museumsinsel 1, D-8000 München 22, Telefon (089) 21 79-1

Redaktion: Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg. Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40. Telefon: (089) 38 189-331 oder -414. Telefax: (089) 38 189-402.

Verlag: C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung (Oscar Beck), Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40, Telefon: (089) 38 189-0, Telex: 5215085 beck d, Telefax: (089) 38 18 9-3 98, Postgirokonto: München 6229-802. Der Verlag ist oHG;

Gesellschafter sind Dr. Hans Dieter Beck und Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

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

Gestaltung: Prof. Uwe Göbel, D-8000 München.

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

Papier: Phoenogrand chlorarm Bilderdruck der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

Anzeigen: Fritz Leberherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Bockenheimer Landstr. 92, D-6000 Frankfurt 1, Postanschrift: Postf. 11 0241, D-6000 Frankfurt 11, Telefon: (069) 756091-0, Telefax: (069) 748683. - Zur

Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 9. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

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

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1993: Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene DM 58,-, Schüler und Studenten DM 34,-). Erwerb der Mitgliedschaft im Deutschen Museum: Museumsinsel 1, D-8000 München 22.

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

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

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

ISSN 0344-5690