

# Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

Verlag C. H. Beck, München

3/1995

## FARBSYSTEME

Wie aus Photonen Farben werden

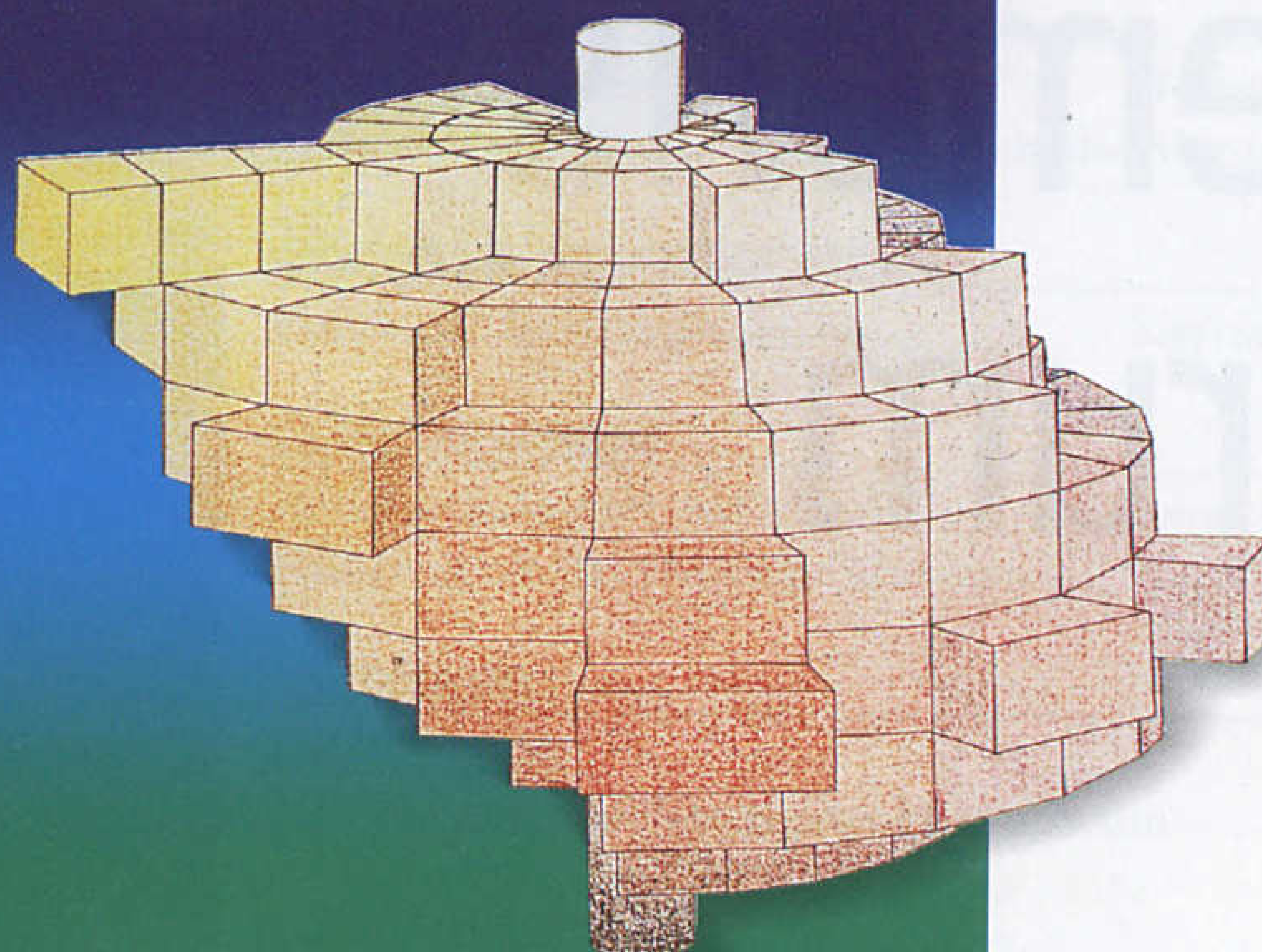
Gesch. 400  
ZB 7361

## ALTAMIRA

Sixtinische  
Kapelle  
der Eiszeit

## METALLE

Die neue  
Ausstellung  
im Deutschen  
Museum



## KUNST

Ausstellungen  
in der  
Flugwerft  
Schleißheim

## ENERGIE

Wieviel Wärme  
braucht  
der Mensch?





**SIEMENS**

# Hallo, hier Siemens Forum

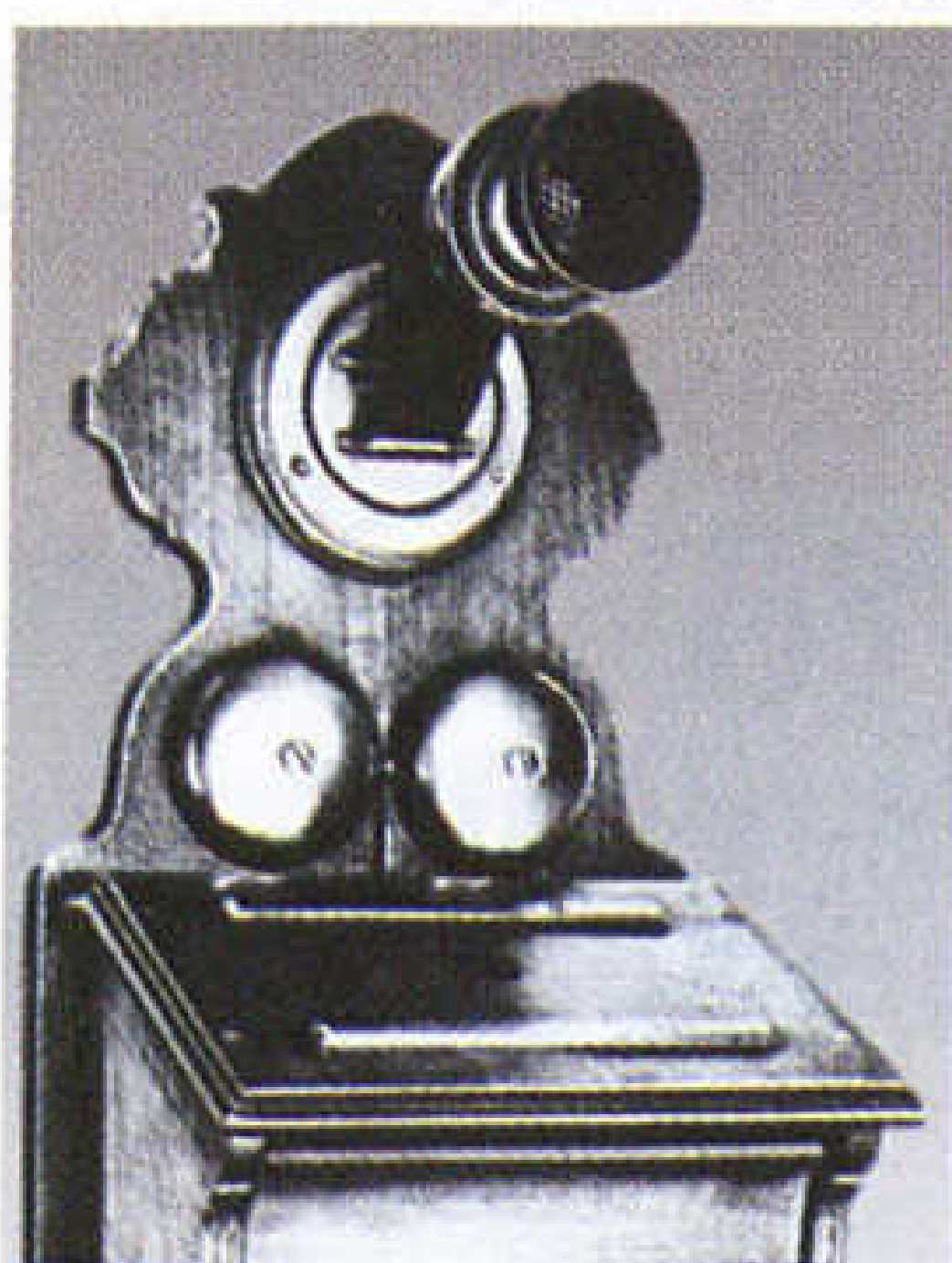
Technik live erleben, um sie wirklich zu verstehen: Im Siemens Forum läuft die gesamte elektrotechnische Entwicklung der letzten

150 Jahre nochmals für Sie ab. Und alles zum Anfassen und Ausprobieren: egal, ob Sie ein Telefonat von Hand vermitteln wollen, oder ein Ultraschallgerät selbst bedienen möchten.

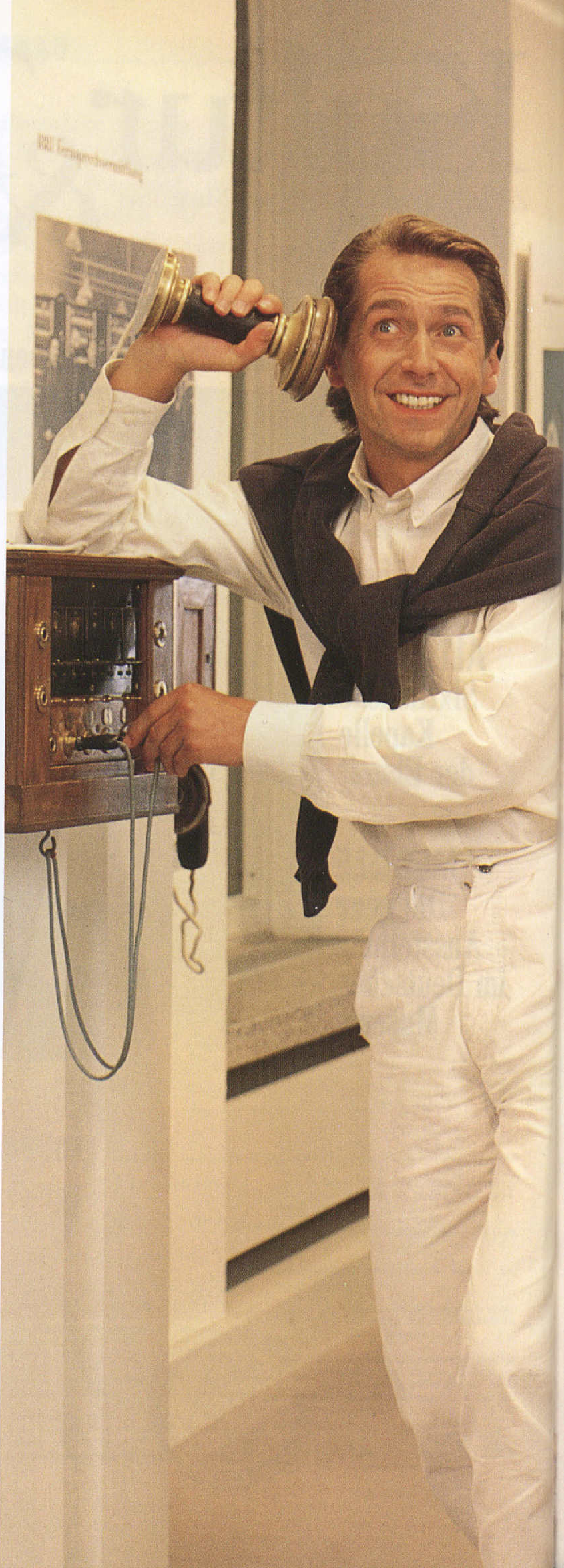
Das SiemensForum in München, Prannerstraße 10,

Öffnungszeiten: Montag bis Freitag von 9 bis 17 Uhr, sonntags von 10 bis 17 Uhr; jeden 1. Dienstag im Monat bis 21 Uhr. Samstags und feiertags geschlossen. Eintritt frei.

SiemensForum.  
Erlebniswelt der Technik.

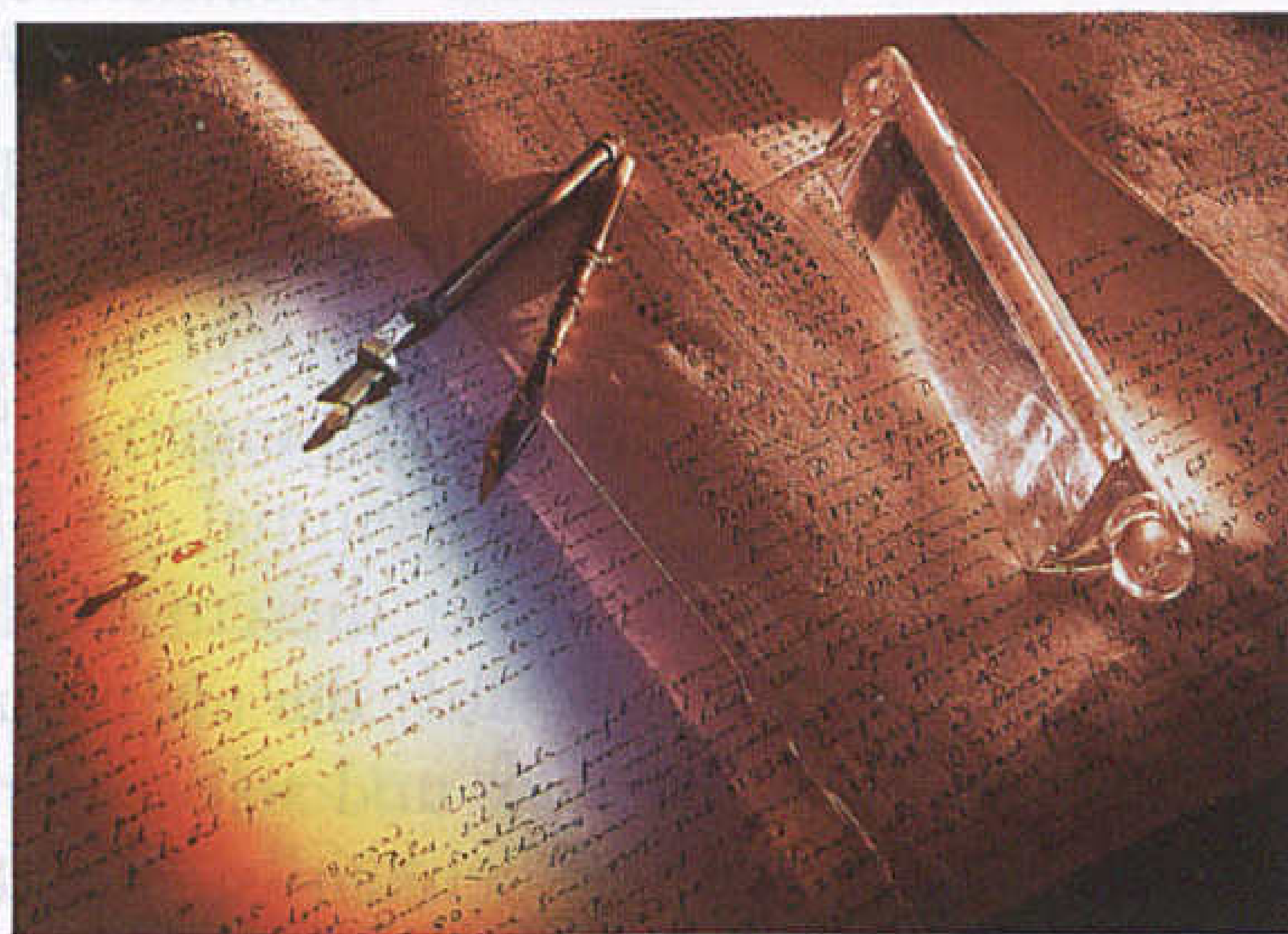


Wand-Fern-  
sprecher, 1905,  
von Siemens  
entwickelt.





<b>EDITORIAL</b>	<b>4</b>	<b>FARBEN I</b>	<b>35</b>
Von Altamira bis Schleißheim Eine Fülle von Ausstellungen	<i>Dieter Beisel</i>	Die Vermessung der Sinnlichkeit Farbsysteme und die Erklärung der Farben	<i>Urs Baumann</i>
<b>KULTUR &amp; TECHNIK RUNDSCHAU</b>	<b>6</b>	<b>FARBEN II</b>	<b>41</b>
Nachrichten zu technischer Kultur und Technikgeschichte	<i>Christiane und Hans-Liudger Dienel</i>	Wie aus Photonen Farben werden Physiologie der Farbwahrnehmung	<i>Ernst Peter Fischer</i>
<b>METALLE</b>	<b>10</b>	<b>VORGESCHICHTE</b>	<b>46</b>
Eiffelturm und Coladose Wirtschaftswachstum und Metallverbrauch	<i>Ulrich Wengenroth</i>	„Sixtinische Kapelle der Eiszeit“ Die Altamira-Höhle im Deutschen Museum	<i>Margareta Benz-Zauner</i>
<b>TECHNIKGESCHICHTE</b>	<b>16</b>	<b>ENERGIE</b>	<b>51</b>
Deutsche Holzwege Zur Geschichte des Holzes	<i>Joachim Radkau</i>	Energiesklaven aus der Steckdose Ausstellung „Wieviel Wärme braucht der Mensch?“	<i>Michael Andritzky</i>
<b>BILDER AUS DER TECHNIKGESCHICHTE</b>	<b>20</b>	<b>GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR</b>	<b>58</b>
Vision der Verkehrs-Metropole Die 1. Deutsche Verkehrsausstellung	<i>Hans-Liudger Dienel</i>	Daten zur Technikgeschichte	<i>Sigfrid von Weiher</i>
<b>BILDENDE KUNST</b>	<b>22</b>	<b>DEUTSCHES MUSEUM</b>	<b>62</b>
Abgehoben – Anvisiert Kunst in der Flugwerft Schleißheim	<i>Andrea Lucas und Dieter Beisel</i>	Münchner, Magier und Metalle Fest rund um das Deutsche Museum	<i>Thomas Brandlmeier</i>
<b>ACKERBAU</b>	<b>30</b>	<b>SCHLUSSPUNKT</b>	<b>65</b>
Furchen des Eisenpflugs Die Landschaft in der frühen Eisenzeit	<i>Hansjörg Küster</i>	Der Telegraph Cartoon aus dem Frankfurter Postmuseum	
		<b>VORSCHAU/IMPRESSUM</b>	<b>66</b>



**FARBEN.** Im Deutschen Museum werden in den nächsten Monaten mehrere Farbausstellungen gezeigt – die prismatische Brechung des Lichts zu Farben (Bild) wurde von Newton entdeckt. **SEITE 35**



**METALLE.** Das große Ereignis im Deutschen Museum war die Neueröffnung der Ausstellung „Metalle“. Der Eiffelturm stand als Symbol für den Fortschritt der Metallindustrie. Was haben Fortschritt und die heutige Strukturkrise miteinander zu tun? **SEITE 10**

**KUNST IN SCHLEISSHEIM.** In der Flugwerft finden immer wieder Kunstausstellungen statt. Im Bild „Der Sturz“ von Bernhard Prinz. **SEITE 22**





# VON ALTAMIRA BIS SCHLEISSHEIM

## Eine Fülle von Ausstellungen im Deutschen Museum

Wie nur selten spiegelt diese Ausgabe von *Kultur & Technik* das vielfältige Geschehen im Deutschen Museum wider. Während die Zeitschrift sonst eher die Ausstellungstätigkeit des Deutschen Museums ergänzt, indem sie technikgeschichtliche Zusammenhänge deutlich macht und auf Zeitfragen eingeht, die sich in einem Museum nicht so leicht darstellen lassen, haben fast alle Beiträge dieser Ausgabe einen engeren oder weiteren Bezug zu den Ausstellungen und Sonderausstellungen im Deutschen Museum.

Das Jahresereignis am 5. Mai, verbunden mit der Eröffnung des Museums vor 70 Jahren und dem Geburtstag des Museumsgründers Oskar von Miller am 7. Mai vor 140 Jahren, war die Eröffnung der neuen Ausstellung *Metalle*, die an die Stelle der alten Abteilung *Hüttenwesen* getreten ist. In seinem Beitrag „Eiffelturm und Coladose“ zeigt Ulrich Wengenroth, daß die Strukturkrise in der Metallindustrie nicht zuletzt mit den in der Metallurgie erzielten Fortschritten zusammenhängt: Immer bessere Verfahren sorgten dafür, daß für gleiche Aufgaben immer weniger Material benötigt wurde (Seite 10). Und Hansjörg Küster lädt zu einem Ausflug in die frühe Eisenzeit ein und vertritt die These: Die Spuren, die der Ei-

senpflug nach seiner Einführung in den mitteleuropäischen Landschaften hinterlassen hat, sind bis heute sichtbar (Seite 30).

Noch weiter in die Vergangenheit führt der Beitrag „Die sixtinische Kapelle der Eiszeit“. Das Deutsche Museum zeigt seit 1962 die erste form- und materialgetreue Kopie der Altamira-Höhle und wird um sie herum die Abteilung *Vor- und Frühgeschichte* aufbauen (Seite 46).

Seit Urzeiten auch ist die Welt voller Farben, hat die Evolution den Menschen dahin gebracht, sie wahrnehmen zu können. Vom 27. Juni 1995 bis 6. Januar 1996 ist im Deutschen Museum die Ausstellung „Idee Farbe - Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft“ zu sehen. Ausstellungsautor Urs Baumann gibt einen Überblick über die unterschiedlichen Farbsysteme (Seite 35), Koautor Ernst Peter Fischer führt in das physiologische Geheimnis der Farbwahrnehmung ein (Seite 41). Und damit die Museumswelt noch farbiger sei, kommen im gleichen Zeitraum zwei weitere Ausstellungen hinzu: „Faszination Farbe - Farbstoffe aus Natur und Technik“ und „Ein blaues Wunder - Blaudruck in Europa und Japan“.

Noch bis zum 30. September 1995 zeigt das Deutsche Museum in Zusammenarbeit mit der Siemens-Stiftung die engagierte Ausstellung „Wieviel Wärme braucht der Mensch? Die Geburt der Kultur aus dem Feuer und das Ener-

gieproblem heute“. Es ist offensichtlich, daß die Energiefrage von einer Lebens- zu einer Überlebensfrage geworden ist. Diese Ausstellung stellt den Dialog zwischen Technikgeschichte und technischer Innovation her, die heute drängender ist als je zuvor. Der Projektleiter des Teams, das die Ausstellung erarbeitet hat, Michael Andritzky, steckt den Horizont der Fragestellung ab (Seite 51).

Zu einem Geheimtip nicht nur für Flugfreaks, sondern vor allem auch für Künstler, ist die *Flugwerft Schleißheim* geworden. Hier fanden und finden immer wieder Ausstellungen statt, die die Faszination dokumentieren, welche Flugobjekte auf bildende Künstler ausüben, und die dem künstlerischen Nachwuchs ein Forum bieten. Der Bericht über die bisherigen Ausstellungen ab Seite 22.

Noch einmal das Thema Metalle: Unter diesem Motto stand das Fest auf der Museumsinsel am 6. Mai, und selbst der Eiserne - in Wirklichkeit steinerne - Kanzler Bismarck, den Oskar von Miller an das linke Isarufer verbannt hatte, mußte sich in Metall-Folie einwickeln lassen. So wurde Bismarck postum zum weithin sichtbaren Festteilnehmer. Impressionen vom Jubiläums-Fest auf der Museumsinsel ab Seite 62.

Dieter Beisel



*Recht, Politik, Wirtschaft – Schlagen Sie nach!*

Wieder neu

# Model/Creifelds/Lichtenberger/Zierl Staatsbürger-Taschenbuch

## Unsere Rechtsordnung

finden Sie in diesem Werk umfassend und konzentriert dargestellt. Mehr als 1150 Seiten enthalten alles Wissenswerte über die rechtlichen Grundlagen unseres staatlichen, wirtschaftlichen und sozialen Lebens. Der rechtliche Rahmen der Volkswirtschaft und alle wirtschaftlichen Grundbegriffe sind klar und verständlich erläutert. Zahlreiche Beiträge und Orientierungshilfen zur Außenpolitik sowie zu aktuellen Themen in Europa und der ganzen Welt runden das Bild ab.

## Auf neuestem Stand

gibt der *Model-Creifelds* in mehr als **700 Kapiteln** detailliert Auskunft über

- Staats- und Verwaltungsrecht
- Bürgerliches Recht
- Strafrecht
- Wehrrecht
- Rechtspflege
- Steuerrecht
- Arbeits- und Sozialrecht
- Kirchenrecht
- Wirtschaftsrecht
- Völkerrecht und internationale Beziehungen

## Die Neuauflage

berücksichtigt jetzt vor allem die rege Tätigkeit des Gesetzgebers im Jahr 1994. Zahlreiche Gesetze wurden geändert und einige wichtige neu geschaffen – so z. B. das Standortsicherungsgesetz, das Schuld- und das Sachenrechtsbereinigungsgesetz, das Verbrechensbekämpfungsgesetz und das Gesetz zur Einführung der Pflegeversicherung. Auch das Grundgesetz wurde mehrfach geändert, das Eisenbahn- und das Postwesen wurden reformiert. Ferner sind die Umstrukturierungen der Bundesregierung und vieler Landesregierungen durch das »Superwahljahr« 1994 berücksichtigt. Erfasst sind auch die wichtigsten außenpolitischen Veränderungen, z. B. die Erweiterung der Europäischen Union und die Friedensbemühungen im Nahen Osten.

## Allen Staatsbürgern

mit Interesse am öffentlichen Leben, besonders aber für Journalisten, Lehrer, Schüler, Auszubildende, Studenten und die Aus- und Weiterbildung von Erwachsenen gibt dieses kompakte Handbuch zuverlässig Auskunft über alle wichtigen Fragen unseres Rechts- und Wirtschaftssystems.



Alles Wissenswerte über Staat, Verwaltung, Recht und Wirtschaft mit zahlreichen Schaubildern

Begründet von Dr. Otto Model, weiland Rechtsanwalt und Regierungsrat a. D. Fortgeführt von Dr. Carl Creifelds, Senatsrat a. D., München, und Dr. Gustav Lichtenberger, Generalsekretär des Bay. Verfassungsgerichtshofs, ab der 28. Auflage bearbeitet von Gerhard Zierl, Ministerialrat

**28., neubearbeitete Auflage. 1995**  
**XXXII, 1123 Seiten. Gebunden DM 38,-**  
ISBN 3-406-39682-8

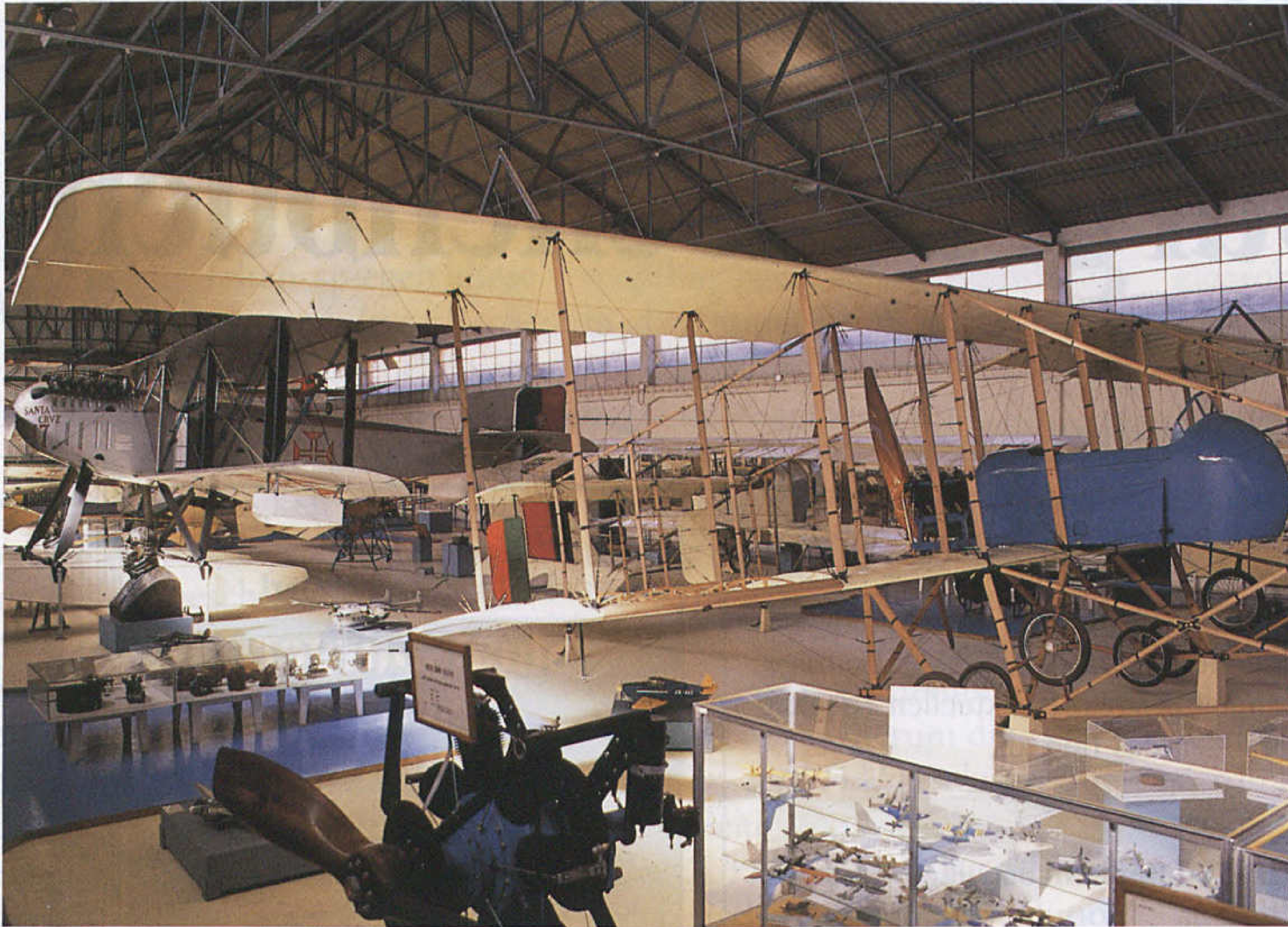


**VERLAG C. H. BECK**  
**80791 München**

A 541



VON CHRISTIANE UND HANS-LIUDGER DIENEL



Blick in die Ausstellungshalle des portugiesischen Luftfahrtmuseums in Alverca bei Lissabon.

## GESCHICHTE DER LUFTFAHRT IN PORTUGAL

Das bislang einzige portugiesische Luftfahrtmuseum befindet sich in der Kleinstadt Alverca nahe der nördlichen Stadtgrenze von Lissabon. Höhere Offiziere der portugiesischen Luftwaffe bemühten sich seit den 60er Jahren um eine solches Museum, und 1971 konnte der große Hangar in Alverca für das Publikum geöffnet werden. Auf 2500 Quadratmetern Fläche sind zwölf Flugzeuge sowie zahlreiche Modelle und Flugmotoren ausgestellt. Neben Originalen wie einer *Spitfire* wird auch eine 1:1-Replik der *De Moisselle* gezeigt, konstruiert vom berühmten brasilianischen Flugpionier Santos Dumont, der damit 1906 in Paris flog. Aus den portugiesischen *Oficinas Gerais de Material Aeronáutico* kommt die einmotorige Schulmaschine *Caudron G-3*.

Fotos und Objekte bieten eine vollständige Geschichte der portugiesischen Pioniere in der zivilen und militärischen Luftfahrt, angefangen mit Pater Bartolomeu Lourenço de Gus-

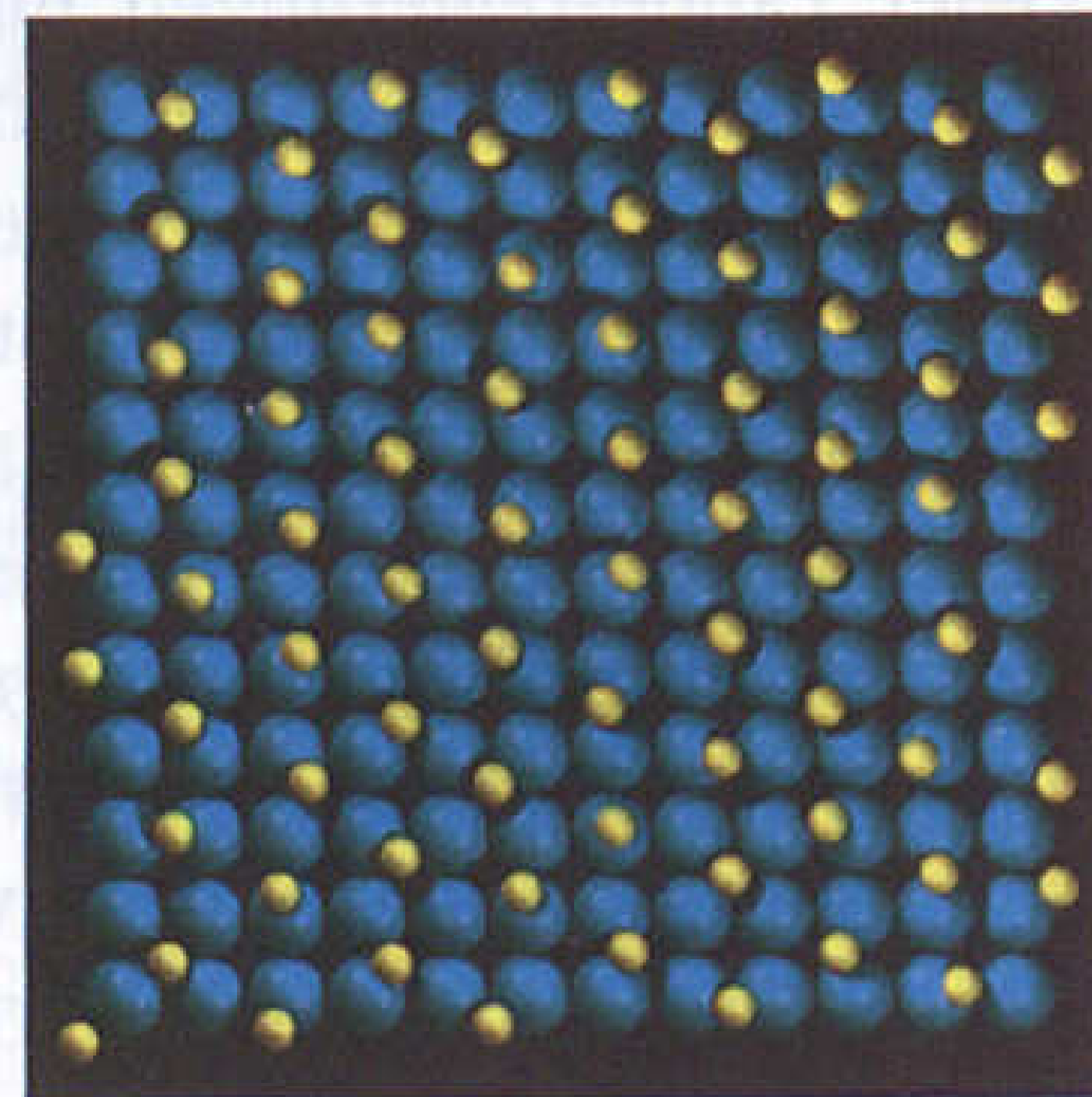
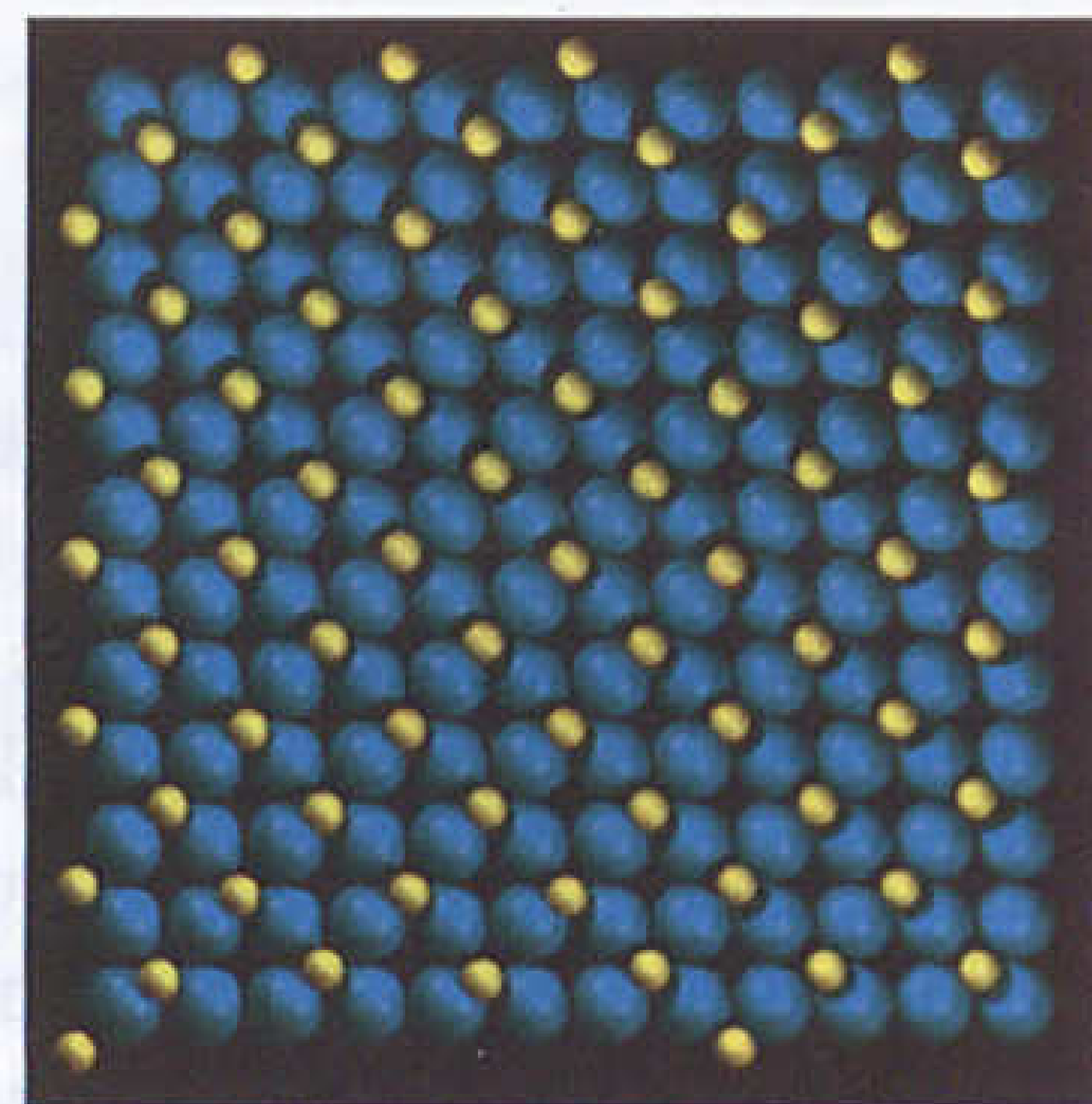
mão, der im August 1709 in Lissabon vor König João V. einen Heißluftballon vorführte, über die Einrichtung einer ersten Luftwaffeneinheit im Jahre 1916 bis heute. Demnächst werden auch einige Flugsimulatoren aufgestellt werden, die für die Besucher benutzbar sind.

Das Museum verfügt über eine der bedeutendsten Sammlungen von Flugzeugen, insgesamt 112, von denen zwölf flugfähig sind. Darunter befinden sich Raritäten wie der Schul-Doppeldecker *Avro Cadet*, eine *Hornet*, die für die ersten Postflüge nach Mosambik benutzt wurde, und eine *Dragon Rapide*, eine der ersten in Portugal eingesetzten Transportmaschinen. Auch zahlreiche *JU 52* befinden sich im Besitz des Museums.

Wegen Platzmangels werden die meisten dieser Maschinen derzeit auf verschiedenen Basen der portugiesischen Luftwaffe aufbewahrt, sie sind für die Öffentlichkeit kaum zugänglich. Doch in Sintra wird ein großes Luftfahrtmuseum mit eigener Startbahn errichtet. Bis zum Umzug werden allerdings noch fünf Jahre vergehen.

Bis dahin ist das Museum in Alverca in jedem Fall einen Abstecher wert.

*Museo do Ar* in Alverca (direkt am Bahnhof): Geöffnet täglich, außer Montag, 10.00 Uhr bis 17.00 Uhr.



## VDI-JAHRESTAGUNG TECHNIK IM SYSTEMVERGLEICH

Am 22. und 23. Februar 1996 wird die Technikgeschichtliche Jahrestagung des *Vereins Deutscher Ingenieure in Düsseldorf* die Thematik „Technik im Systemvergleich: Die Entwicklung in der Bundesrepublik und der DDR“ behandeln. Es werden die wichtigsten industriellen Branchen zu untersuchen sein. Referatangebote werden umgehend an den Vorsitzenden der Bereichsvertretung Technikgeschichte des *Vereins Deutscher Ingenieure* erbeten, der auch nähere Auskünfte erteilt: Prof. Dr. Hans-Joachim Braun, Neuere Sozial-, Wirtschafts- und Technikgeschichte, Universität der Bundeswehr Hamburg, 22039 Hamburg.

## NEUE THEORIE DER REIBUNG LÖST EIN ALTES RÄTSEL

Als der französische Physiker Charles Auguste de Coulomb am Ende des 18. Jahrhunderts die Reibung untersuchte, bemerkte er, daß die Kraft, die zum Starten einer Bewegung nötig ist, meist genau doppelt so groß ist wie die Kraft, mit der das Gleiten aufrecht erhalten wird. Bei der Erklärung dieses Unterschieds von Haft- und Gleitreibung sind Coulomb und seine Nachfolger bis heute kaum weitergekommen.

Nun hat der theoretische Physiker Bo Persson vom *Forschungszentrum Jülich* ein atomistisches Modell der Reibung aufgestellt. Sein Modell erklärt eine Vielzahl unterschiedlichster Phänomene der Reibung, darunter auch den mysteriösen Faktor zwei, der die Haftreibung von der Gleitreibung trennt. Persson geht dabei von den Schmierstoffmolekülen aus. Bei der Haftreibung seien die ruhenden Schmierstoffmoleküle der von den Reibflächen ausgehenden Kraft ausgesetzt, bei der Gleitreibung komme die Kraft der

Die unterschiedliche Stellung der Schmierstoffmoleküle bei der Haftreibung (oben) und der Gleitreibung (unten).

Abbildungen: Hans-L. Dienel (l.o.); Bo Persson (l.u.); aus Stromthemen/© Globus (r.o.); Mercedes Benz AG (r.u.)



bewegten Schmierstoffmoleküle hinzu, die im Mittel der äußeren Kraft gleich sei. Beim Gleiten addieren sich beide Kräfte auf das Doppelte, so daß konsequenterweise eine halb so große Kraft wie bei der Haftreibung genüge, um die Schmierstoffmoleküle in Bewegung zu halten. Dieses theoretische Gedankenspiel ist in der Nanotribologie – der Reibungsforschung im kleinsten Maßstab – von großer praktischer Bedeutung für die Simulationen von neuen Schmierstoffen.

## GESCHICHTE DER ZUKUNFT DES VERKEHRS

Vom 6. bis 8. Juli 1995 lädt das Forschungsinstitut des Deutschen Museums zu einem internationalen Kolloquium über Verkehrsentwürfe in Geschichte und Gegenwart. Die Tagung will die historische Analyse der Verkehrsplanung der letzten zwei Jahrhunderte vorantreiben und den historischen Verkehrsvisionen die gegenwärtigen Verkehrsplanungen gegenüberstellen.

In drei Sitzungen geht es um Verkehrsplanungen vom Beginn des Eisenbahnzeitalters bis zur autogerechten Stadt: zu-

von Verkehrsgeschichte, -wissenschaft, -politik und -industrie. Die Gegenüberstellung des im ersten Teil vorwiegend kulturhistorischen und im zweiten Teil vorwiegend ökonomischen Zugangs ermöglicht den Methodenvergleich. Dabei soll deutlich werden, ob und inwiefern die im ersten Teil des Kolloquiums geleistete Analyse für die Verkehrsplanung der Gegenwart von Nutzen ist.

Informationen und Anmeldung: Deutsches Museum, Forschungsinstitut, Tagung „Geschichte der Zukunft des Verkehrs“, Museumsinsel 1, 80538 München, Tel. (0049-89) 2179280, Fax 2179324, e-mail: T7911AF@SUNMAIL LRZ MUENCHEN.DE. – Keine Teilnahmegebühr, der Preis für Übernachtungen und Essen: 150,- DM.

## DAS KULTURELLE ERBE IN DEN MONTAN- UND GEOWISSENSCHAFTEN

In der Zeit vom 18. bis 20. September 1995 wird an der Universitätsbibliothek der Montanuniversität Leoben, Österreich, das „2. Erbe-Symposium“ stattfinden. Das Generalthema dieser Veranstaltung

ma ist weitgefaßt; es bilden oft die bildlichen Quellen erste Belege zur Technologie, zur Arbeitswelt. In diesem Sinne sollte das „2. Erbe-Symposium“ verstanden werden.

Veranstalter dieser Tagung sind die Universitätsbibliothek der Montanuniversität Leoben, die Bibliothek der Geologischen Bundesanstalt Wien und die Abteilung Wissenschaftlicher Altbestand der Universitätsbibliothek der TU Bergakademie Freiberg.

Anfragen und Information: Dr. Lieselotte Jontes, Universitätsbibliothek der Montanuniversität, Franz-Josef-Str. 18, A-8700 Leoben, Tel (0043-3842) 402/275, Fax 46380. – Dr. Peter Schmidt, Universitätsbibliothek der TU-Bergakademie Freiberg, Agricolastraße 10, D-09596 Freiberg (Sachsen), Tel (0049-3731) 513235 und Fax (0049-3731) 22195.

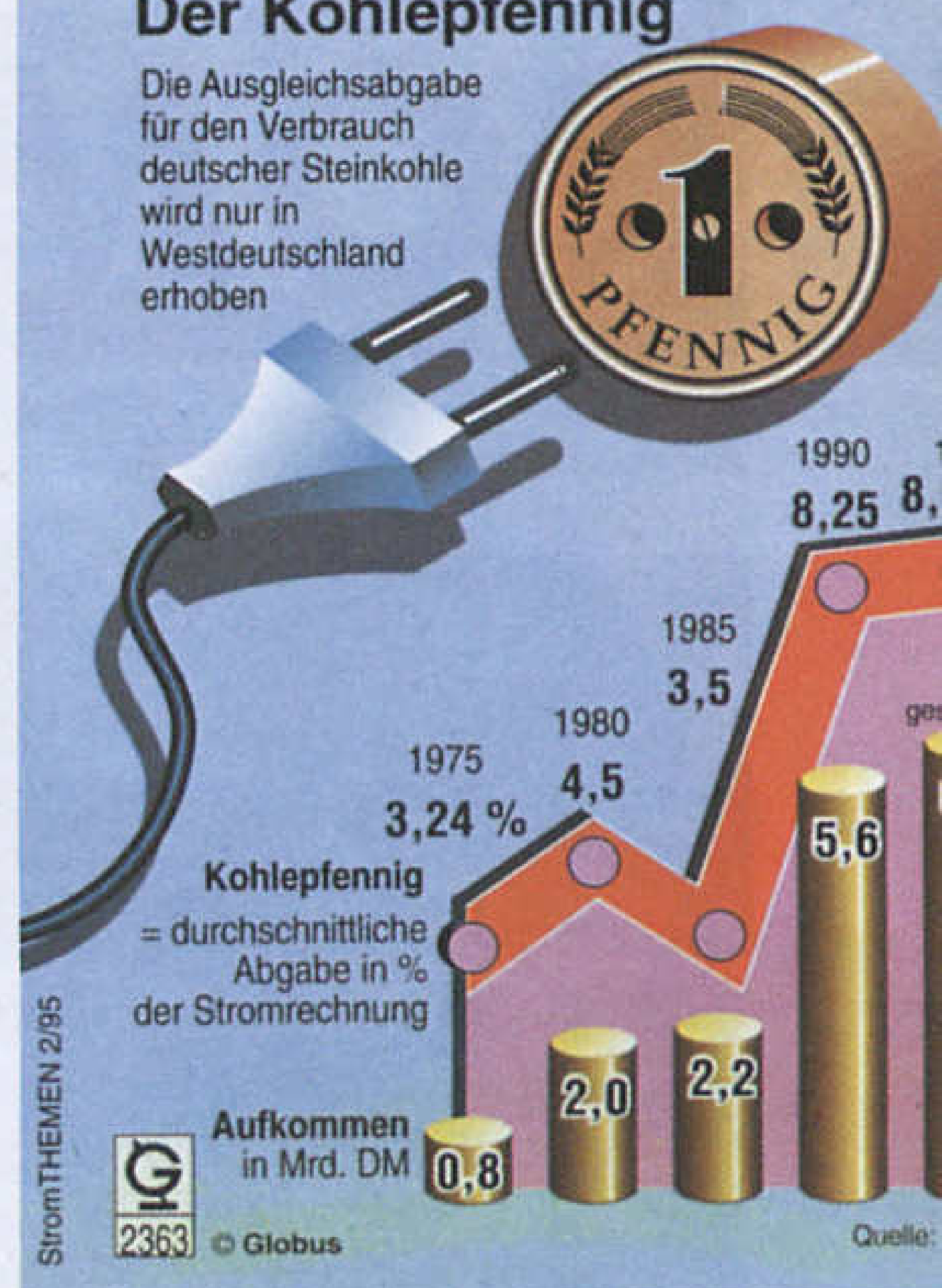
## DER KOHLESTROM IST DEN DEUTSCHEN TEUER

Zum letzten Mal wird der Stromverbraucher in diesem Jahr auf seiner Stromrechnung einen Aufschlag finden, der verhindern soll, daß „die Kumpel ins Bergfreie fallen“ (Johannes Rau). Der Kohlepfennig wurde am 7. Dezember 1994 vom Bundesverfassungsgericht für verfassungswidrig erklärt: Die Sicherung der Energieversorgung sei eine Aufgabe der Allgemeinheit, die nicht allein den Stromverbrauchern aufgebürdet werden dürfe.

Um einen „Pfennig“ handelt es sich allerdings schon lange nicht mehr: Während der Zuschlag im Jahr der Einführung 1975 durchschnittlich 3,24 Prozent der Stromrechnung betrug (Aufkommen 0,8 Milliarden Mark) und zehn Jahre später auch nur 3,5 Prozent, sprang er im Jahre 1990 auf 8,25 und 1995 auf 8,5 Prozent der Stromrechnung. Damit werden in diesem Jahr rund 6,1 Milliarden Mark – und zusätzlich rund 3 Milliarden Mark direkt bei den Stromerzeugern – abgeschöpft, um die Arbeitsplätze der Bergleute zu sichern. Je nach Bundesland

## Der Kohlepfennig

Die Ausgleichsabgabe für den Verbrauch deutscher Steinkohle wird nur in Westdeutschland erhoben

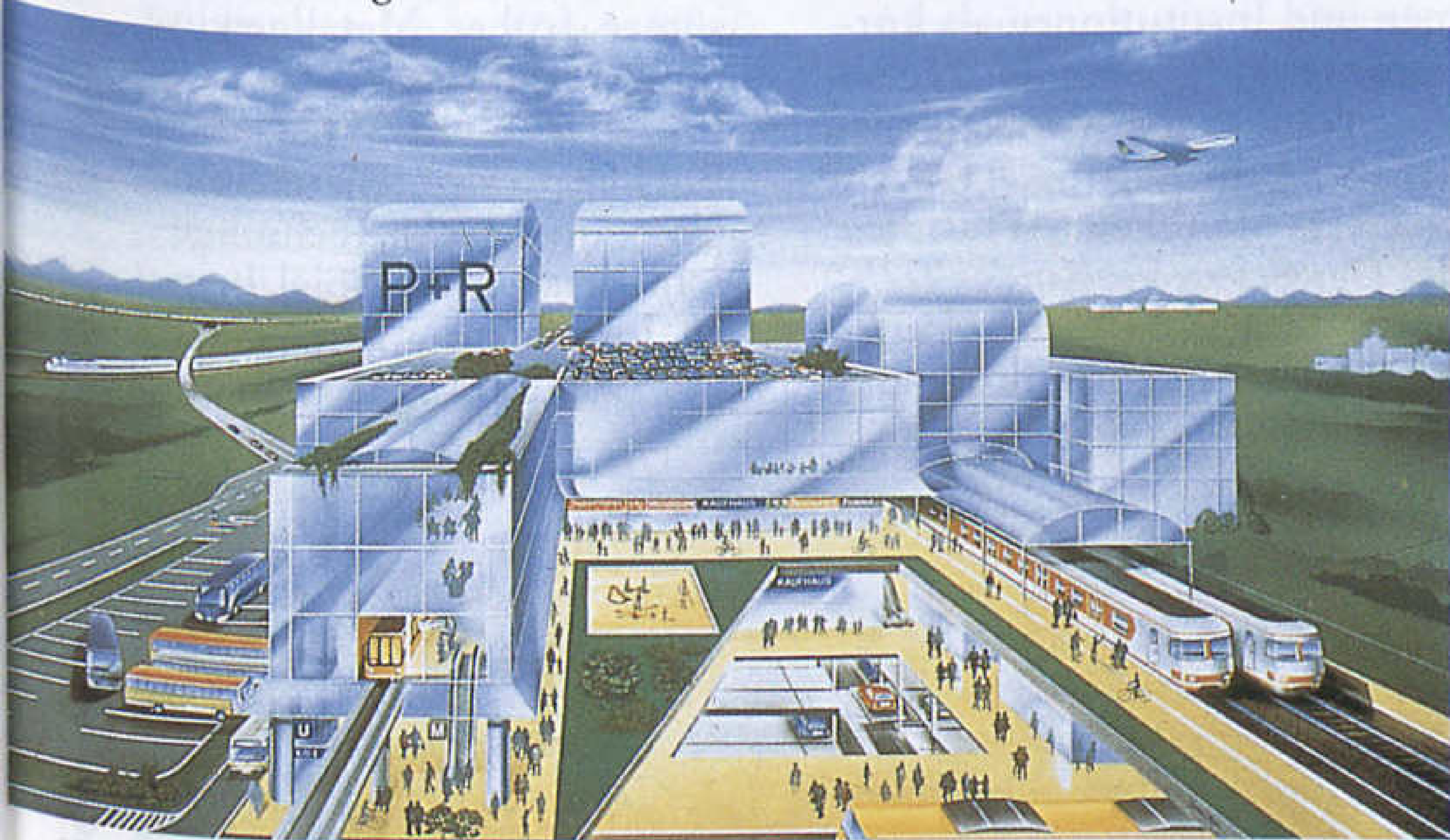


und Strompreisniveau ist der Zuschlag übrigens unterschiedlich hoch, er variiert zwischen 6,4 Prozent in Berlin und 9,2 Prozent in Hamburg. Die Ostdeutschen mußten den Kohlepfennig bisher nicht entrichten und werden es nach dem Willen des Verfassungsgerichts vermutlich auch zukünftig nicht tun müssen.

Die Finanzierung des deutschen Steinkohlebergbaus steht damit wieder auf der politischen Tagesordnung. Während CSU und Teile der FDP die Chance wittern, die Höhe der 1994 im Energie-Artikelgesetz vereinbarten Kohlebeihilfen überhaupt zu kappen, vermied die CDU zumindest bis zur Landtagswahl in Nordrhein-Westfalen peinlich den Anschein, sie trete nicht genügend für die Kumpel ein. Die SPD sucht derweil nach einem widersprüchlichen Junktim zwischen Beihilfen für die CO<sub>2</sub>-Verursacherin Kohle und einer ökologischen Energiesteuer.

## WENN KERNKRAFTWERKE VERSCHROTTET WERDEN

Ausgediente Kernkraftwerke müssen nicht als Ruinen zurückbleiben, sondern können vollständig abgebaut werden. Diese Behauptung ist durch eine vom Forschungs-

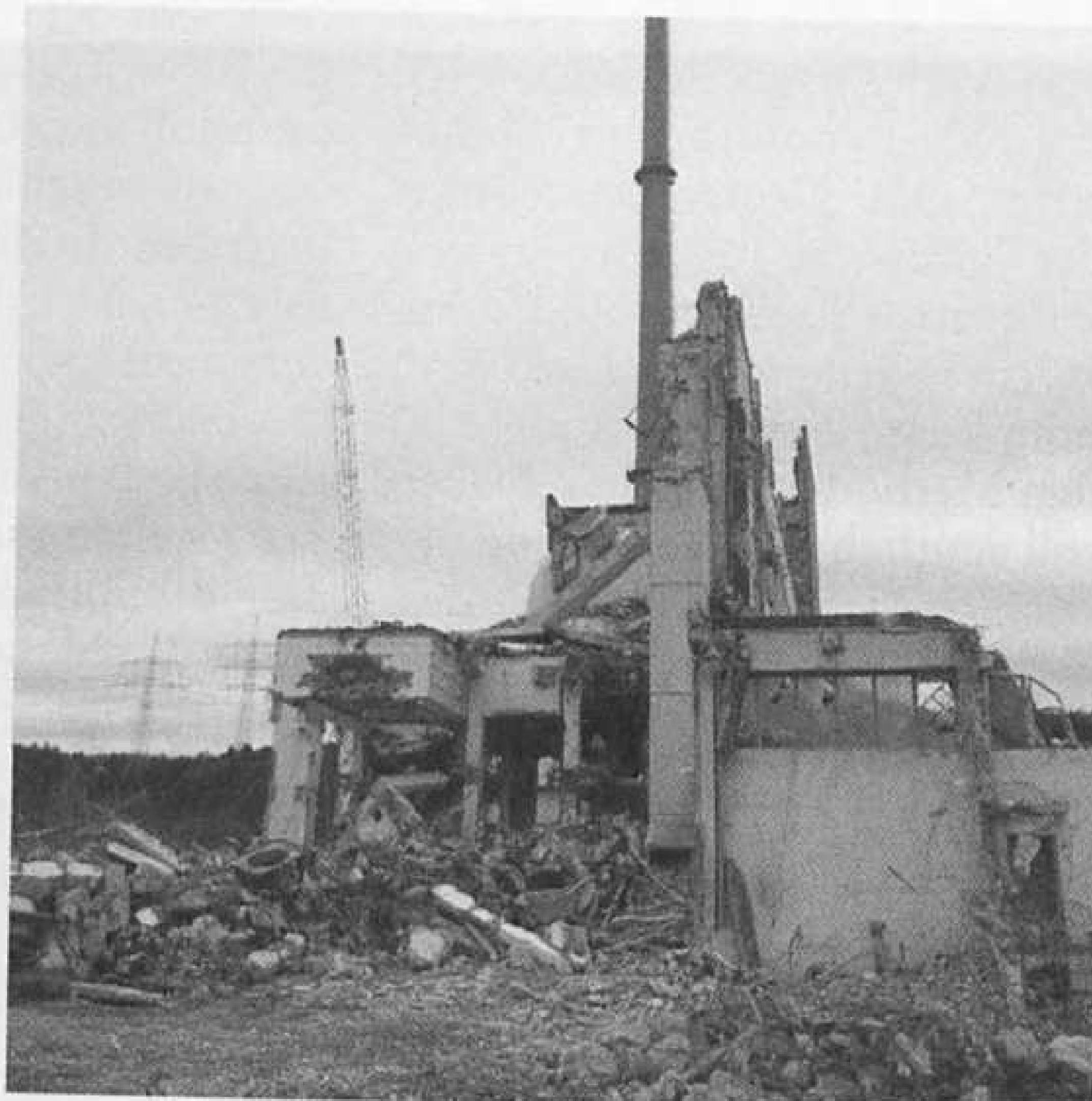
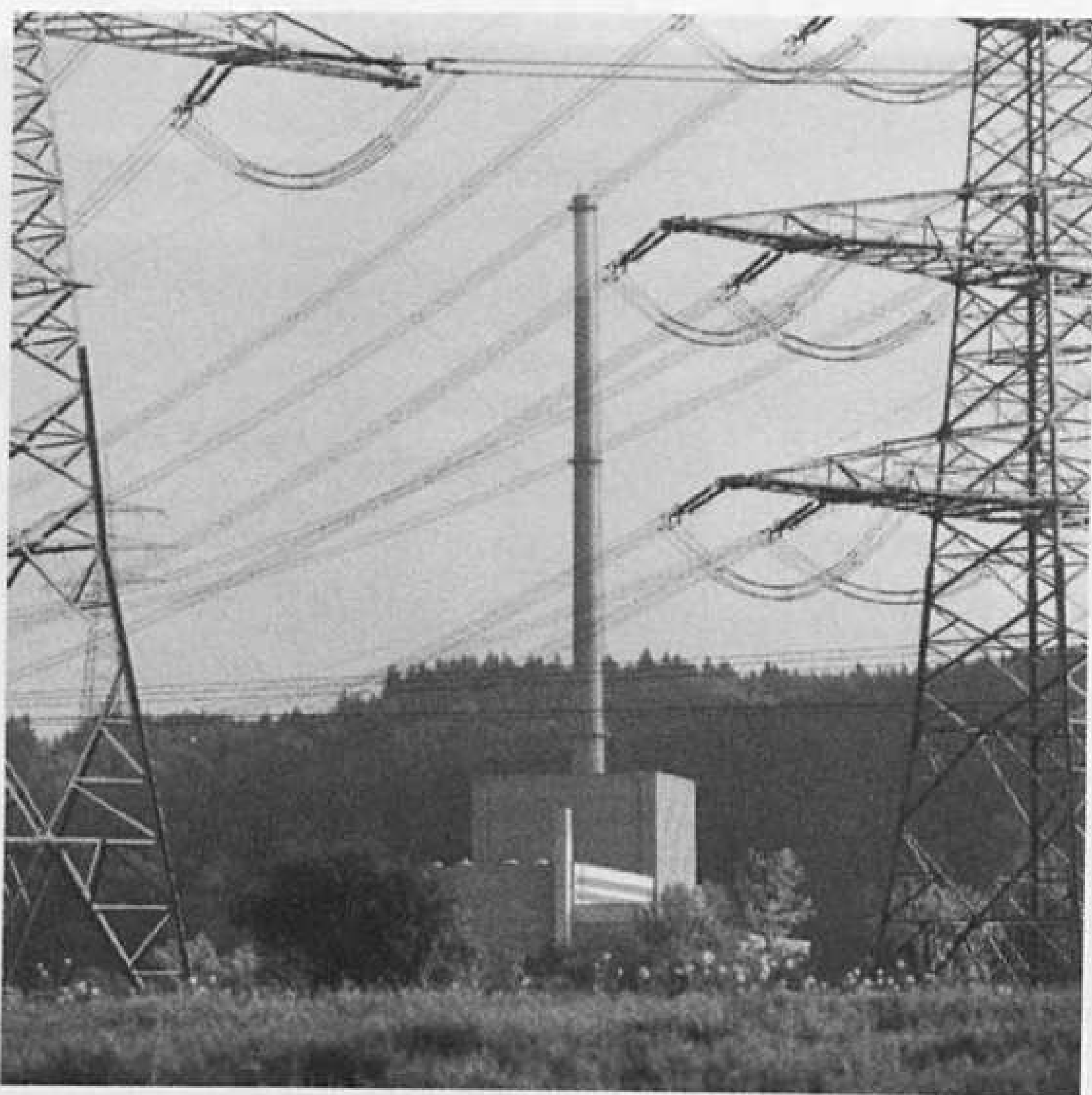


Moderne Vision eines Verkehrszentrums bei der Mercedes-Benz AG.

erst um Planungen öffentlicher Verkehrssysteme, sodann um den Individualverkehr und schließlich um gescheiterte Verkehrsvisionen. Es folgen zwei Sektionen, in denen heutige Verkehrsplanungen vorgestellt und diskutiert werden. Die Referenten sind Vertreter

lautet „Kunst und Kultur in den Montan- und Geowissenschaften“. Hatte das 1. Erbesymposium in Freiberg der Standortbestimmung gedient, soll nun bei der Fortsetzung in Leoben die Breite des Spektrums für Kunst und Kultur thematisiert werden. Das The-





Das Kernkraftwerk Norderaichbach in Betrieb (links) - und nach den ersten Sprengungen.

nisterium mit 280 Millionen Mark geförderte Demontage des Kernkraftwerkes Norderaichbach untermauert worden. Seit 1987 lief das Rückbauprojekt unter der Leitung des Forschungszentrums Karlsruhe. Am Anfang des Jahres 1995 wurde das Wahrzeichen des Kernkraftwerkes, der 130 Meter hohe Kamin, gesprengt. Die letzte Phase des Rückbaus – die Rekultivierung des Geländes –

wird im Herbst dieses Jahres abgeschlossen sein.

Inzwischen hat das Forschungszentrum Karlsruhe einen eigenen Geschäftsbereich für Stilllegung und Rückbau von Kernkraftwerken aufgebaut. Bis zum Jahr 2010 werden nach Schätzung der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEO) rund 250 Reaktoren aufgrund ihres Alters stillgelegt werden müssen.

## AUSSCHREIBUNG FÜR DEN PAUL-BUNGE-PREIS 1996

Bis 31. Oktober 1995 nimmt die Gesellschaft Deutscher Chemiker in Frankfurt Bewerbungen um den Paul-Bunge-Preis 1996 der Hans R. Jenemann-Stiftung entgegen. Der Preis wird international ausgeschrieben und zeichnet abgeschlossene, in deutscher, englischer oder französischer Sprache verfaßte Ar-

beiten aus dem gesamten Spektrum der Geschichte wissenschaftlicher Instrumente aus. Der Preis zur Wissenschafts- und Technikgeschichte ist mit 10 000 DM dotiert.

Es können Eigenbewerbungen sowie Vorschläge für Auszeichnungen eingereicht werden. Der Beirat der Hans R. Jenemann-Stiftung, die den Preis finanziert und verleiht, entscheidet unter Vorsitz ihres Stifters über die Vergabe, die auf der Analytica '96 in München erfolgen soll.

Die Hans R. Jenemann-Stiftung wird von der Gesellschaft Deutscher Chemiker und der Deutschen Bunsen-Gesellschaft getragen und verwaltet. Der Preis der Stiftung ist nach Paul Bunge, dem bedeutendsten Konstrukteur von Analysen-, Probier- und Hochleistungs-Präzisionswaagen des 19. Jahrhunderts benannt.

Weitere Informationen: Gesellschaft Deutscher Chemiker, Abteilung Öffentlichkeitsarbeit, Postfach 900440, 60444 Frankfurt am Main, Tel. (069) 79 17-3 25, Fax 79 17-3 22.

## GAG-JAHRESTAGUNG 1995: MONTANTECHNOLOGIE AN HISTORISCHEN SCHNITTSTELLEN

Nachdem die Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. (GAG), eine der traditionsreichsten deutschen Einrichtungen der Wissenschaftsförderung, ihren Sitz zum Deutschen Bergbau-Museum nach Bochum verlegt hat, wird dort am 25. und 26. Oktober 1995 die kommende Jahrestagung stattfinden. Die Vortragsveranstaltungen sind öffentlich.

Die Georg-Agricola-Gesellschaft war ursprünglich 1926 in München beim Deutschen Museum gegründet worden, um die Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen des großen sächsischen Humanisten Georgius Agricola, zuerst 1556 in Basel in lateinischer Sprache erschienen, in einer modernen deutschen Bearbeitung herauszubringen und sich danach der Förderung „des Ansehens der

Technik“ zu widmen. Im Jahre 1960 fand in Düsseldorf beim Verein Deutscher Ingenieure die Neugründung unter dem jetzigen Namen der Gesellschaft statt.

Sie kann seither auf beachtliche Leistungen zurückblicken, unter anderem bei der Einrichtung von Lehrstühlen oder Instituten zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik an zahlreichen deutschen Hochschulen. Soeben ist der zehnte und letzte Band der von der Gesellschaft besorgten Enzyklopädie Technik und Kultur erschienen; Herausgeber sind Prof. Dr. Armin Hermann, Stuttgart, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats der GAG, und Prof. Dr. Wilhelm Dettmering, Aachen, Ehrenvorsitzender der Gesellschaft, nach dem der GAG-Preis für Technikgeschichte benannt ist. Etwa 200 Autoren untersuchen in dem Werk die Rolle der Technik und ihre vielfältigen Verflechtungen mit allen Bereichen der Kultur.

Der Gesellschaft gehören gegenwärtig mehr als 200 persönliche sowie etwa 50 Unternehmen und Institutionen als korporative Mitglieder an. Neuer Vorsitzender des Vorstands ist Senator E.h. Dr.-Ing. Herbert Gassert, Mannheim, Präsident des Deutschen Verbandes Technisch-Wissenschaftlicher Vereine; neues Geschäftsführendes Vorstandsmitglied ist Dr. Werner Kroker, Abteilungsleiter am Deutschen Bergbau-Museum.

Dem Tagungsort entsprechend werden bergbauliche Probleme im Mittelpunkt des Programms stehen. Die Vorträge werden einen Bogen spannen von der „Erfindung“ der Metallurgie im Vorden Orient bis hin zu den zukünftigen Aspekten der Bergbautechnologie. Vorgesehen sind ferner die Besichtigung einschlägiger Forschungsinstitute sowie Exkursionen.

Das Programm der Jahrestagung „Montantechnologie an historischen Schnittstellen“:

- Prof. Dr. Hans Gert Bachmann, Frankfurt a.M.: Vom Erz zum Artefakt – Ein Resümee früher Metallgewinnungsverfahren.
- Prof. Dr. Gerd Weisgerber, Bochum: Montanarchäologie – mehr als Technikgeschichte: Das Beispiel Feinan, Jordanien.
- Dr. Andreas Hauptmann, Bochum: Kupfer aus Feinan – Archäometallurgie eines (prä-)historischen Kupferreviers.
- Prof. Dr. Lothar Suhling, Mannheim: Entwicklungen in der Montantechnik der Neuzeit aus historisch-ökonomischer Sicht.
- N.N.: Aspekte des modernen Tunnelbaus.
- N.N.: Der Weltkohlenmarkt der Zukunft und die deutsche Bergtechnik.

Tagungs-Anmeldungen bei der Georg-Agricola-Gesellschaft, Am Bergbaumuseum 28, D-44791 Bochum, Tel. (0234) 5877-140, Fax 5877-111.



## EINE HALBE MILLION PAPIERSCHIFFE AUS BREMERHAVEN

Als dauerhaft erfolgreich erwies sich ein eher altbackenes museumspädagogisches Instrument des *Schiffahrtsmuseums* in Bremerhaven: Modellbaubögen aus Pappe. Seit fünfzehn Jahren werden sie verkauft, und seither wurden bereits 500 000 Bögen verbreitet und – hoffentlich – daheim von Bastlern akribisch zusammengesetzt, die sich auf diese Weise spielerisch Einblick in die Schiffstechnik verschaffen. Seit sieben Jahren gibt es zusätzlich jährliche Karton-Modellbautreffen für Fortgeschrittene, die Erfahrungen austauschen wollen.

Beliebteste Modelle sind der „Leuchtturm Roter Sand“, die „Bremer Hansekogge“, die 127 Jahre alte „Jacht Grönland“ und das „Feuerschiff Elbe 3“. Gelegentlich wurde auch schon ein Pappschiff zum Werbebeschenk für Firmen, die Auflage stieg dann auf über 30 000 Exemplare.

1995 wurden zwei Modelle neu entwickelt: das auf der Kieker Förde eingesetzte Mehrzweckschiff „Kitzeberg“ sowie das Kreuzfahrtschiff „Zenith“ der Papenburger Meyer-Werft für 1374 Passagiere.

Die Modellbögen können direkt bestellt werden: Deutsches Schiffahrtsmuseum, Van-Ronzelen-Straße, 27568 Bremerhaven.

## URLAUB IM RUHRGEBIET

Das Ruhrgebiet hat in den letzten Jahren einen erfolgreichen Strukturwandel durchgemacht. Kohle und Stahl spielten nur noch in den zahlreichen neugegründeten Industriemuseen die erste Rolle.

Die Kulturlandschaft Ruhrgebiet – Industriebetriebe, der Duisburger Hafen, aber auch der blaue Himmel über der Ruhr (in der geschwommen werden kann!) – laden ein zum Sommerurlaub 1995. Nicht nur die Stadt Duisburg organisiert Rundfahrten durch die industrielle Kulturlandschaft des Ruhrgebiets. Die weniger technikinteressierten Familienmitglieder werden mit dem Sommerurlaub im Ruhrgebiet versöhnt, weil es nur wenige Kilometer zum Bergischen Land, ins Münsterland und zum Niederrhein, nach Xanten und zur niederländischen Grenze sind.

Den besten Überblick über die Höhepunkte im Ruhrgebiet liefert das *Jahrbuch Ruhrgebiet 1995*. Es enthält die Adressen aller wichtigen kulturellen Einrichtungen, Daten, Statistiken und informiert über den erfolgreichen wirtschaftlichen Strukturwandel.

Literatur: Roland Günter, Im Tal der Könige, Ein Reisebuch zu Emscher, Rhein und Ruhr, Essen 1994; Kommunalverband Ruhrgebiet (Hrsg.): Standorte. Jahrbuch Ruhrgebiet 1994/95, Essen 1995.



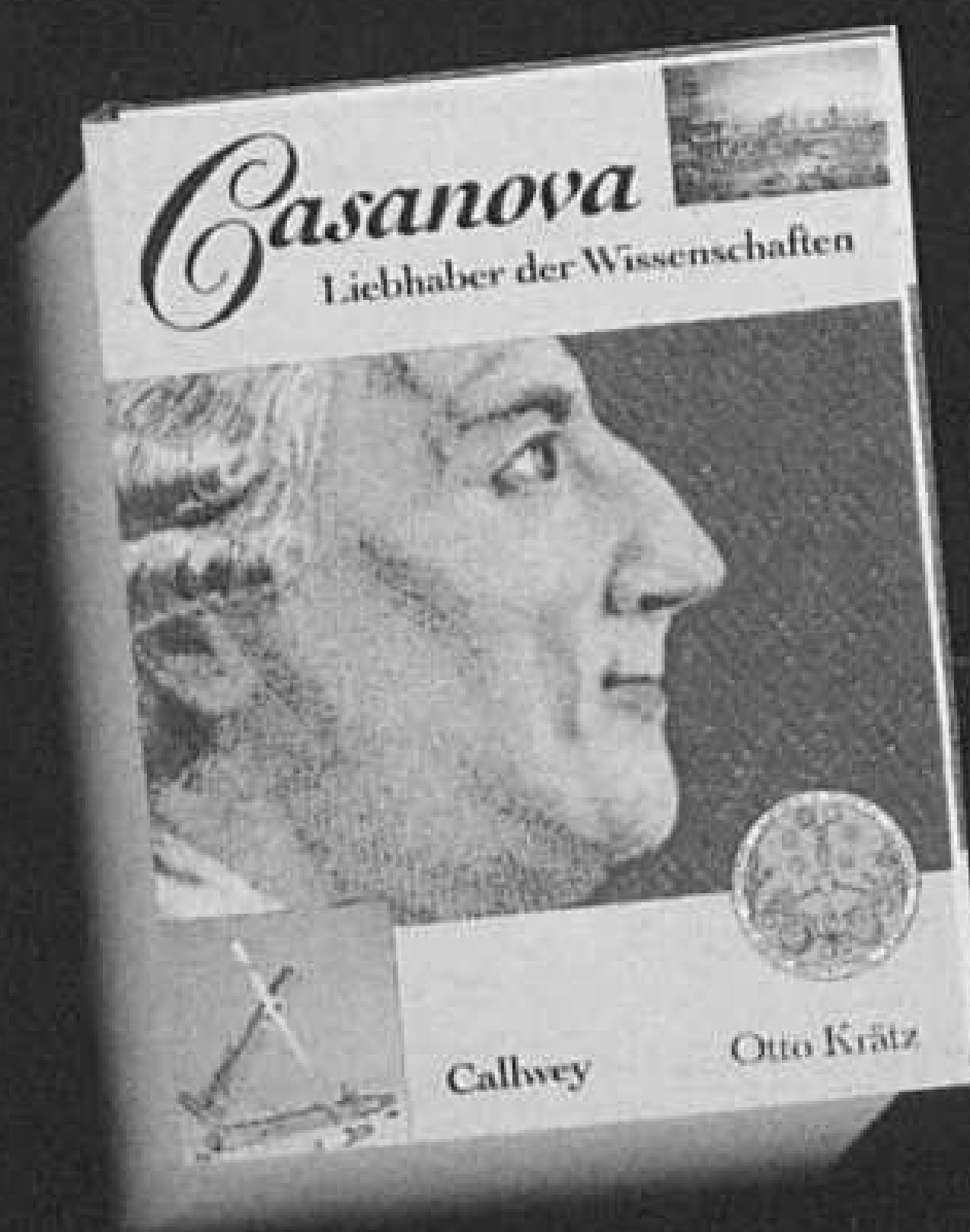
Siegfried Stölting, der „Vater“ der Bremerhavener Papierschiffe.

CALLWEY

Die Bücher.

## Casanova

Liebhaber der Wissenschaften



Otto Krätz/Helga Merlin  
**Casanova – Liebhaber der Wissenschaften**  
184 Seiten, 52 farbige und 158 sw. Abbildungen.  
Gebunden mit Schutzumschlag.  
Subskriptionspreis bis 11.11.95:  
DM 111,-, öS 866,-, SFr 111,-

**K**aum jemand ist es wie Casanova gelungen, seine Persönlichkeit derart zu einem Begriff zu stilisieren und gleichzeitig sein wahres Wesen zu verbergen. Dieser prachtvoll ausgestattete und reich bebilderte Band zeigt Casanova als eine der faszinierendsten Persönlichkeiten seiner Epoche.

Callwey Verlag · Streitfeldstr. 35 · 81673 München · Fax (089) 43 60 05-13

## WISSEN

C.H. BECK

## DAS WICHTIGSTE WISSEN

Eine »Universalbibliothek des Wissens«.  
Rainer Hoffmann, NZZ

»So etwas hat es auf dem deutschen Buchmarkt lange nicht gegeben«. Ulrich Raulff, FAZ



126 S. DM 14,80  
(BsR 2004)



123 S., 4 Abb.  
DM 14,80 (BsR 2008)



134 S., 26 Abb.  
DM 14,80 (BsR 2007)

Fordern Sie unser Gesamtverzeichnis an:  
Verlag C.H. Beck • Frau Petra Habecker • Wilhelmstraße 9  
80801 München







# EIFFELTURM UND COLADOSE

## Über den Zusammenhang von Wirtschaftswachstum und Metallverbrauch

VON ULRICH WENGENROTH

Moderne Gesellschaften sind ohne Metall-, insbesondere ohne Stahlindustrie nicht denkbar. Doch fast überall ist die Metallindustrie in schwere Krisen geraten. Einer der Gründe besteht darin, daß Innovationen einen geringeren Materialbedarf und damit eine geringere Nachfrage mit sich brachten. Ulrich Wengenroth nimmt die Wiedereröffnung der Ausstellung „Metalle“ im Deutschen Museum zum Anlaß, die Ursachen des Strukturwandels in der Metallindustrie deutlich zu machen.

**M**etalle waren und sind das wichtigste und vielseitigste Konstruktionsmaterial heutiger Gesellschaften. Sie haben die modernen Lebenswelten auffälliger als jeder andere durch chemische Umwandlung gewonnene „Kunststoff“ geprägt und sind dabei zum Sinnbild industrieller Leistungsfähigkeit geworden. „Eisern“ waren die neuen Herren des 19. Jahrhunderts, „hölzern“ dagegen die Ewiggestrigen und Ungeschickten. Militärische wie industrielle Macht dokumentierte sich vor allem in stählerner Form – vom Repräsentativbau bis zur schimmernden Wehr. Und auch dort, wo die vielen industriell erzeugten Dinge des täglichen Gebrauchs sich mit einer Oberfläche aus Holz, Lack oder Kunststoff darbieten, gibt ihnen meist ein metallener Kern ihre Stabi-

lität. Metalle sind im doppelten Wortsinn das Rückgrat unserer Zivilisation.

So nimmt es kaum Wunder, daß weit in das 20. Jahrhundert hinein jene Tonnenideologie herrschte, wonach industrielle Leistungsfähigkeit und nationale Größe am ehesten am Ausstoß der Hochöfen und Walzwerke abgelesen werden könne. Der Pro-Kopf-Verbrauch und die Pro-Kopf-Erzeugung von Eisen wurden neben den unanschaulich abstrakten Größen des Sozialproduktes zu den gebräuchlichsten Indikatoren industriewirtschaftlichen Fortschritts. Internationale Vergleiche bedienten sich seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts dieser Meßlatte, auch wenn dies zu merkwürdigen Befunden führte. So sahen alleine aufgrund dieser Vergleiche viele schon vor dem Ersten Weltkrieg das reiche Großbritannien hinter das deutlich ärmere Deutschland zurückfallen.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wiederholte sich dieses Wettrennen zwischen den USA und der UdSSR und ging klar zugunsten der im Vergleich noch ärmeren Sowjetunion aus, ehe diese an dem extravaganten Verbrauch ihrer natürlichen und menschlichen Ressourcen zugrunde ging und dabei zugleich das mit dem Metallverbrauch verbundene Fortschrittsparadigma mit ins Grab nahm. Das späte 20. Jahrhundert hatte die Erfahrungen des 19. Jahrhunderts revidiert.

Heute sind die metall erzeugenden Industrien, allen voran der immer noch dominierende Stahl, zu Kernen industriellen Verfalls und strukturpolitischer Ratlosigkeit geworden. Hüttenbetriebe sind „alte Industrien“, die möglichst durch hochinnovative Tech-

nologieparks ersetzt werden sollen. Nach mehr als einem Jahrhundert exponentieller Zunahme der erzeugten Mengen stagniert der weltweite Metallverbrauch seit den 1970er Jahren und wird so zur Ursache von Massenentlassungen. Der ehemals als unumstößlich geltende Zusammenhang zwischen verfügbarer Metallmenge und Wohlstand ist weitgehend aufgelöst. Eine Grobkalkulation elektronischer Geräte nach Gewicht, wie es in den frühen 50er Jahren noch üblich war, erscheint heute garadezu bizarr.

Was nach der ersten Ölpreiskrise 1973/74 wie ein konjunktureller Einbruch aussah, hat sich mittlerweile als neuer Trend etabliert, der von den Fachinstituten bis über die Jahrhundertwende fortgeschrieben wird: die Stagnation oder doch Beinahe-Stagnation des Metallverbrauchs, auf jeden Fall dessen Entkopplung vom allgemeinen wirtschaftlichen Wachstum.

### DEUTLICHE STAGNATION DES METALLVERBRAUCHS

Nun mag das auf den ersten Blick als ein eher sozial- und wirtschafts- denn im engeren Sinne technikhistorisches Problem erscheinen – als eines der vielen Beispiele für die Verdrängung eines alten Produktes durch ein neues, wie Segelschiffe durch Dampfschiffe oder Plattenspieler durch CD-Spieler. Dagegen, daß es ein einfacher Verdrängungsprozeß ist, spricht jedoch, daß der zunehmende Verbrauch der nichtmetallinen Konstruktionsmaterialien – in erster Linie Kunststoff – nicht ausreicht, um die Stagnation des Metallverbrauchs zu erklären.

Zum Bau des Eiffelturms – links ein zeitgenössischer Holzschnitt – wurden noch 7000 Tonnen Stahl benötigt. Heute würden 2000 Tonnen genügen.



Schließlich erweckt ein Rückblick auf einige Jahrzehnte Konsumerfahrung kaum den Eindruck, als habe sich hier mengenmäßig nichts bewegt. Auch wenn der im Titel genannte Eiffelturm immer noch einzig ist, so hat die Zahl der ähnlich eisenfressenden Hochhäuser und Großbauten wie auch der Coladosen ganz sicher erheblich zugenommen; und es gab auch noch nie so viele Autos, die – zumindest in Deutschland – zudem durchschnittlich schwerer geworden sind. Die kürzere Lebens- oder besser Nutzungsdauer vieler metallener Konsumgüter läßt eher eine Verbrauchssteigerung vermuten. Was ist also geschehen? Sind wir am Ende unbemerkt in eine Epoche ressourcensparender Industrialisierung eingetreten?

Die hier vertretene These ist, daß, zumindest partiell, genau dies geschehen ist. Das, was wir gemeinhin „technischen Fortschritt“ nennen, hatte schon immer sowohl eine ressourcenhungrige wie auch eine ressourcensparende Dimension. Erstere hat während der Industriellen Revolution jedoch so überwogen, daß wir sie als quasi „natürliche“ Erscheinungsform wahrgenommen haben, die die ressourcensparenden Potentiale verdeckt hat. Die Stagnation des Metallverbrauchs, die hier als Fallbeispiel vorgeführt wird, ist deshalb auch nicht als Ausdruck des einfachen Niedergangs einer „alten“, vom „technischen Fortschritt“ abgehängten Industrie zu verstehen, sondern vielmehr als eine – unbeabsichtigte und in ihren sozialen Auswirkungen nicht beherrschte – Verschiebung des innovatorischen Schweregewichts auf die immer schon vorhandene ressourcensparende Seite.

Das Bestreben eines jeden Industriebetriebes ist es, den Einsatz von bezahlten Ressourcen in der Güterproduktion zu minimieren. In dieser Richtung werden die Produktionsprozesse laufend optimiert; wir nennen das Rationalisierung, und sie hat in historischer Perspektive vor allem die Arbeitskräfte betroffen, die als Produktionsfaktoren laufend durch stets neue Kombinationen von Investitionsgütern und Energie ersetzt wurden. Dies begründete den Ressourcenhunger des „technischen Fortschritts“ im Gegensatz zum vorindustriellen Arbeitshunger. Genutzt wurde das zur Vermehrung des Angebots, woran wir uns so

gewöhnt haben, daß wir mit Selbstverständlichkeit erwarten, uns von Jahrzehnt zu Jahrzehnt mit mehr Industriegütern umgeben zu können: Zweitwagen, Drittfernseher, Viertra-dio etc. Das heißt, die Rationalisierungserfolge wurden in Form vermehrten Konsums von der Bevölkerung umgesetzt und nicht etwa zur Reduktion der Arbeitszeit genutzt – was zumindest denkbar wäre.

Warum wurden nun von dieser Entwicklung in den letzten 20 Jahren die meisten Metalle, auf die es hier ankommt, ausgeschlossen? An fehlenden Prozeßinnovationen zur Beschleunigung der Produktion bei gleichbleibendem oder sinkendem Arbeitseinsatz kann es nicht gelegen haben.

### IMMER MEHR PRODUKTE MIT IMMER WENIGER MATERIAL

Die Arbeitsproduktivität in den Aluminiumhütten und Stahlwerken ist sogar schneller gestiegen als in den meisten anderen Industriezweigen. So hat die „alte“ Stahlindustrie schon seit vielen Jahren eine höhere Computerdichte als selbst die Elektroindustrie und läßt ihre Walzstraßen mit Dauergeschwindigkeiten – 150 Kilometer pro Stunde – arbeiten, die nur noch auf wenigen Autobahnabschnitten erreicht werden. Die Stahl- und Aluminiumpreise sind, bei starken Schwankungen, weniger gestiegen als die Preise der Stahl- und Aluminiumprodukte. Nach allen Lehrbüchern hätte das zu einem steigenden Verbrauch führen müssen, den alle Sachverständigen noch in den 70er Jahren erwartet hatten.

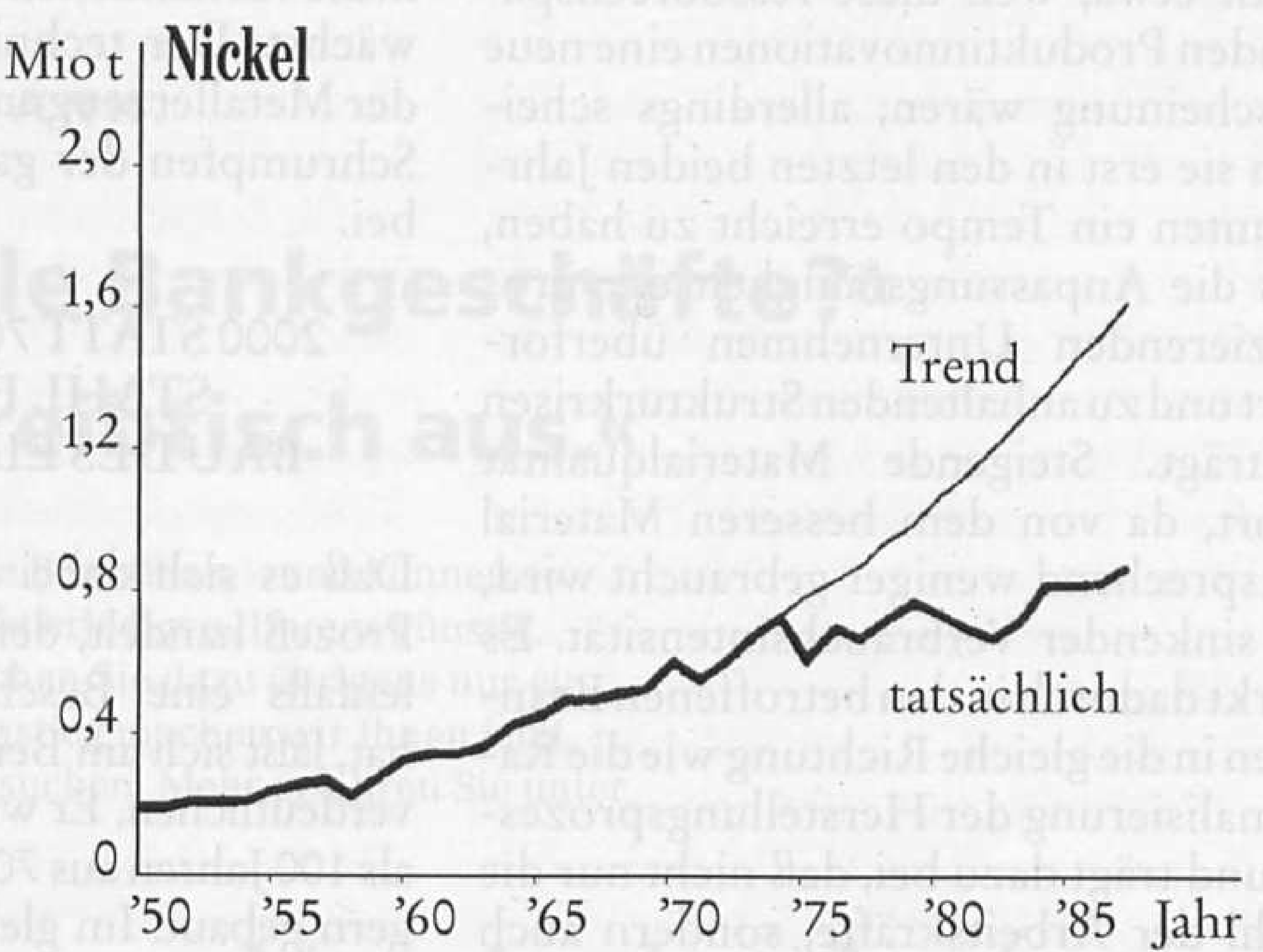
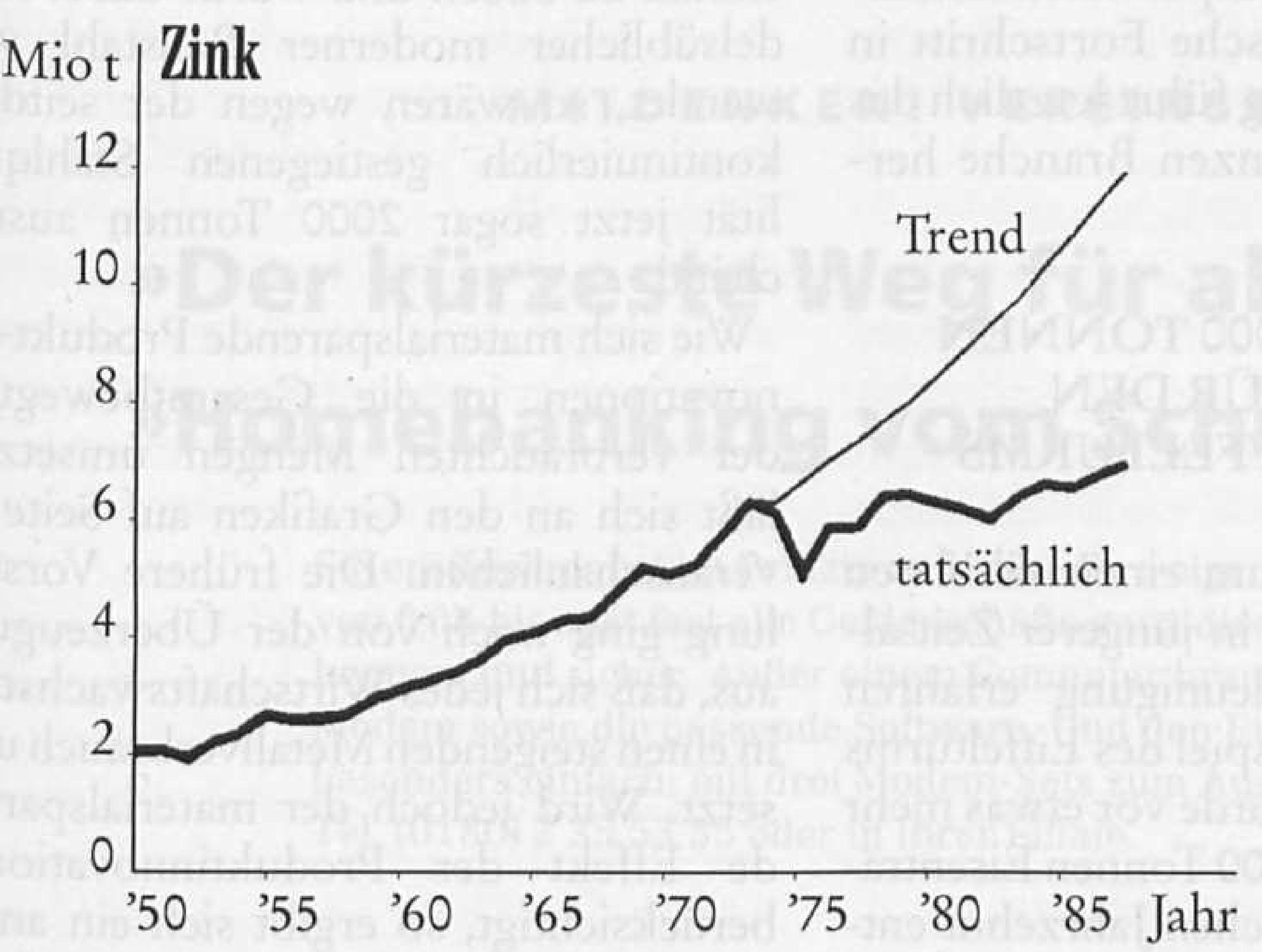
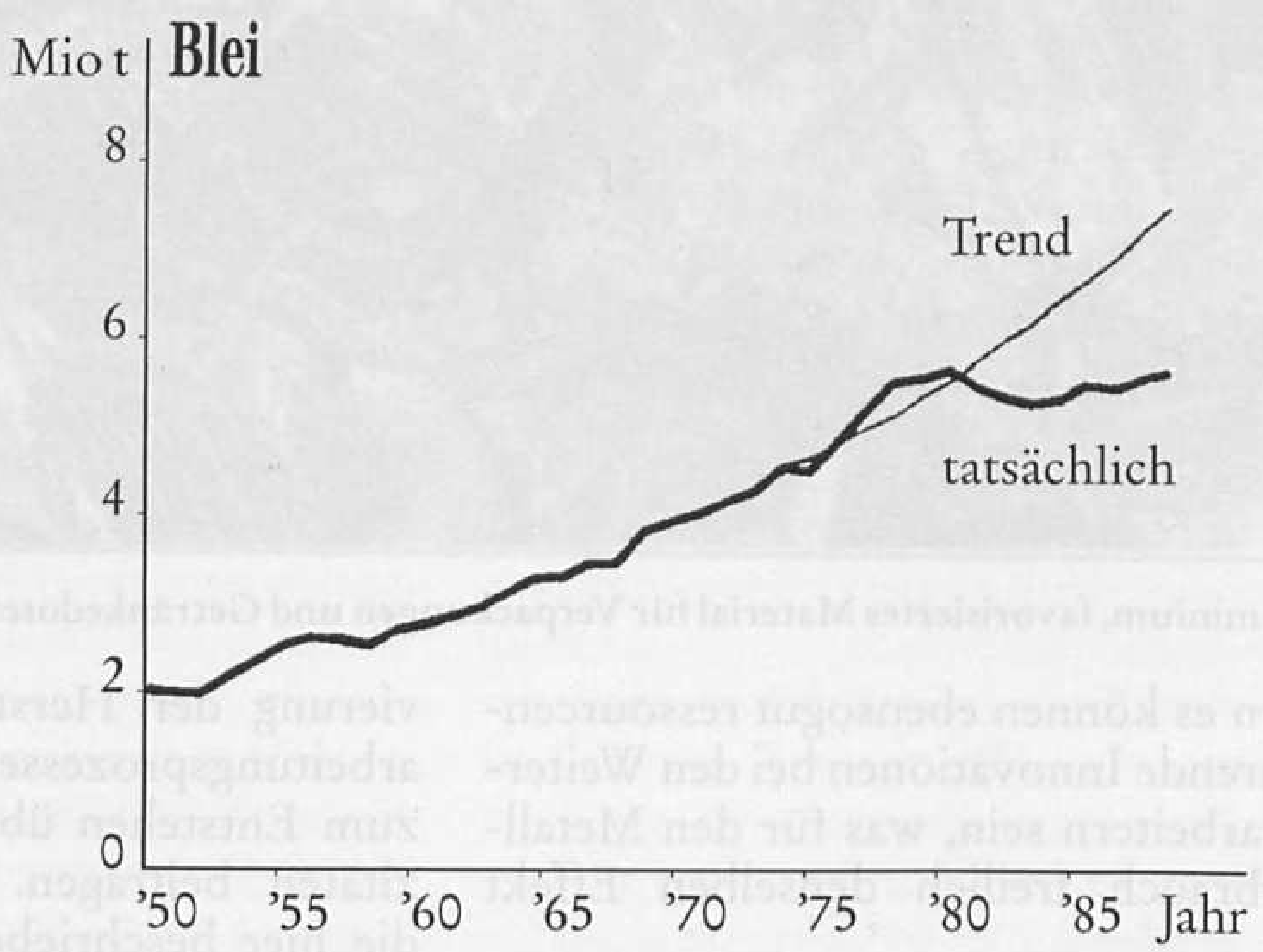
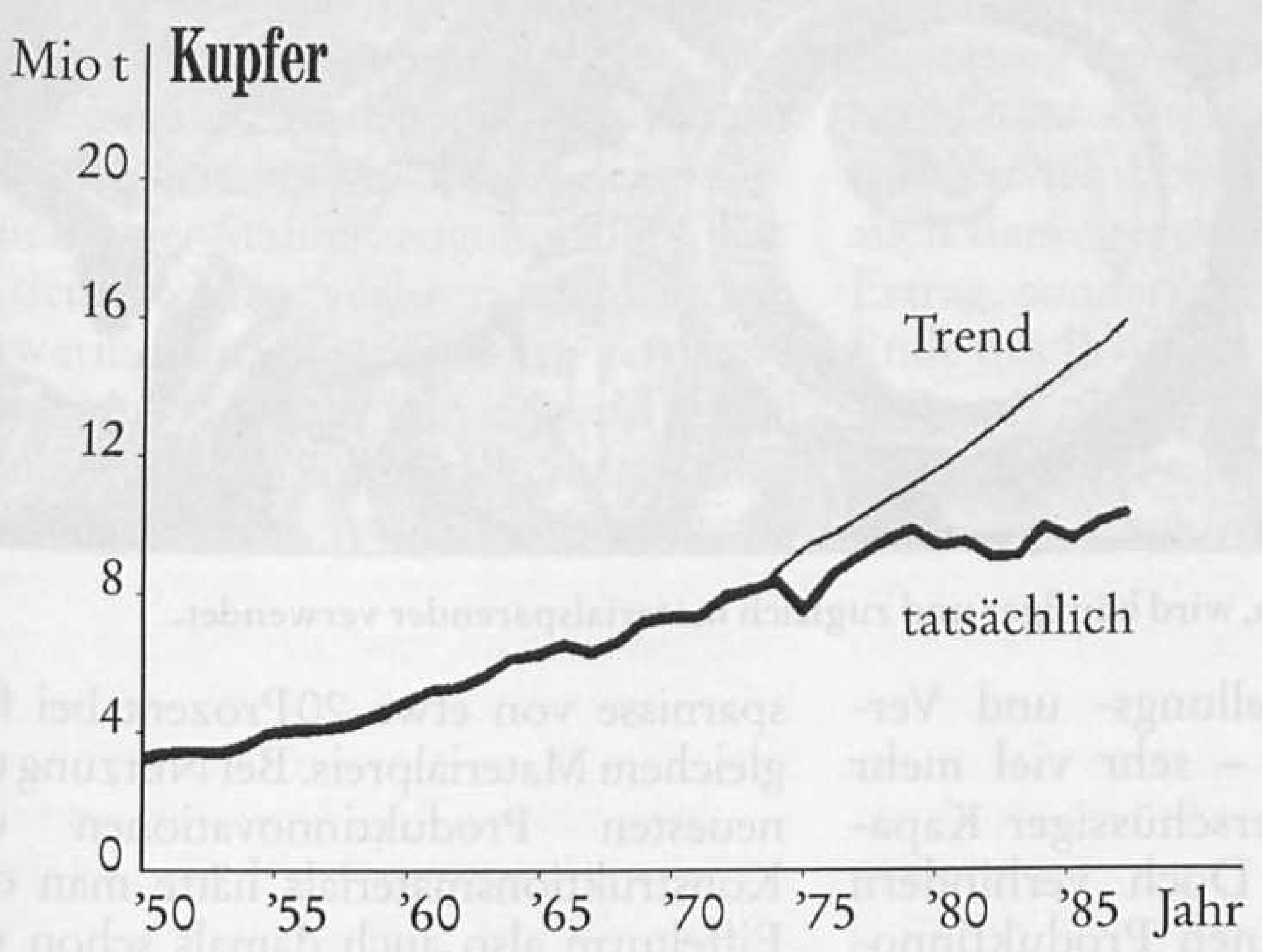
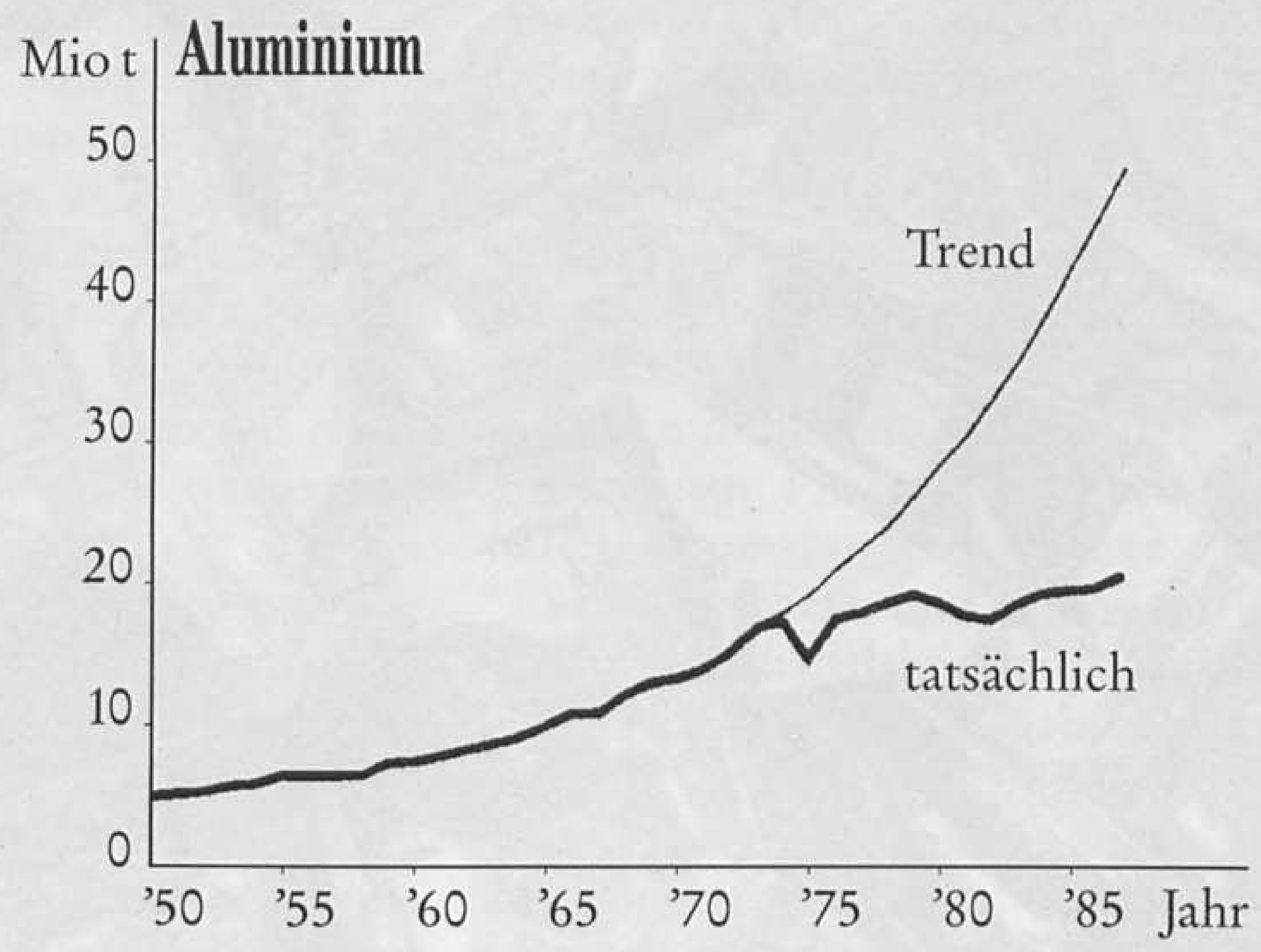
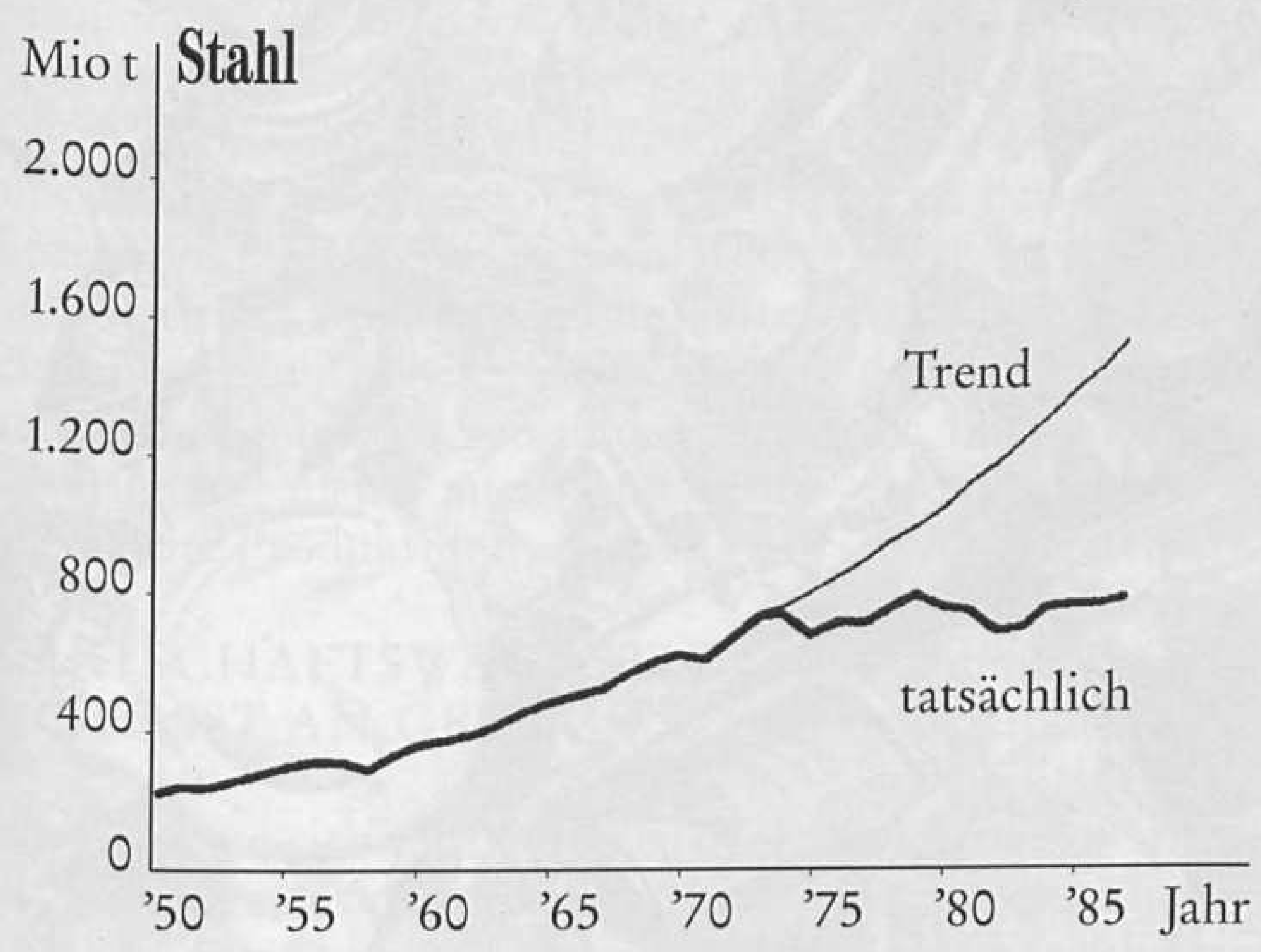
Statt dessen konnte die metallverarbeitende Industrie immer mehr Dinge mit der gleichen Menge Blech und Guß machen. Der Grund war, daß neben den mengensteigernden Prozeßinnovationen in historisch bislang einmaligem Tempo Produktinnovationen stattfanden. Die Metalle, die an die Weiterverarbeiter geliefert wurden, wurden besser, zäher, dauerhafter, so daß weniger davon für die gleichen Aufgaben und Belastungen genügten. Es konnten letztlich mehr Autos mit weniger Stahl gebaut werden; und das nicht etwa, weil sie kleiner wurden – das war nur in den USA der Fall –, sondern weil das Karosserieblech dünner wurde.

Das führte zwar zunächst einmal zur berüchtigten Rostwelle der 70er Jahre, wird mittlerweile jedoch durch Wärmebehandlung der Bleche und eine dadurch höhere Oberflächengüte beherrscht, die eine dichtere Lackschicht erlaubt. Ein neues wärmebehandeltes Karosserieblech (HS) hat bei wenig gestiegenen Kosten mehr als die doppelte Festigkeit früherer Bleche. Entsprechend weniger wird gebraucht beziehungsweise entsprechend größer kann das Auto bei gleichbleibendem Stahlverbrauch bleiben, um zusätzlich mit Kunststoff möbliert zu werden.

Die gleiche Geschichte läßt sich für Getränkedosen erzählen. Das dominierende Metall ist hier, ausgehend von den USA, Aluminium. Durch allmähliche Materialverbesserungen (H19 Aluminium) konnte dort das Gewicht der Dosen bei gleicher Füllmenge zwischen 1960 und 1984 um 40 Prozent gesenkt werden. Aus der gleichen Menge Aluminium konnten folglich mehr als anderthalbmal soviel Dosen hergestellt werden. Da der Verkauf von Getränken in Dosen in dieser Zeit zu Lasten anderer Behälter und des offenen Ausschanks rasant anstieg, kam es erst in den 80er Jahren – zunächst bei Bier – zu Stagnationserscheinungen. Weil andere Behälter mittlerweile jedoch weitgehend verdrängt sind, geht jede weitere Materialersparnis jetzt zu Lasten des Aluminiumabsatzes, der sich in den 80er Jahren allein dank des großen Coladurstes noch im positiven Bereich halten konnte.

Daß Cola- und Bierdosen Pioniere des dünnen Alublechs werden konnten, verdanken sie allerdings nicht nur den Materialverbesserungen der Aluhütten, sondern ebenso dem Umstand, daß sie sprudelnde Getränke sind, bei denen der Druck der Kohlensäure zur Stabilität der Dose beiträgt, so daß diese dünner sein kann. Diese Entdeckung war ein wesentliches Motiv für die Getränkeindustrie, ihre Kunden nun von der besonders erfrischenden Wirkung sprudelnder Limonade überzeugen zu wollen. Wo dies nicht verfangt, wurde mit einem Tropfen flüssigen Stickstoffs nachgeholfen, der bei Raumtemperaturen für einen ähnlich stabilisierenden Überdruck sorgt. Es sind also nicht immer nur Produktinnovationen bei den Metallproduzenten, die zu einer Senkung der Verbrauchsintensität führen, son-





Bei allen wichtigen Metallen zeigt sich: Der erwartete Mehrverbrauch bricht ab einem bestimmten Punkt ab, weil Innovationen bei steigender Produktion einen geringeren Materialeinsatz möglich machten.





Aluminium, favorisiertes Material für Verpackungen und Getränkedosen, wird häufiger und zugleich materialsparender verwendet.

dern es können ebenso gut ressourcensparende Innovationen bei den Weiterverarbeitern sein, was für den Metallverbrauch freilich denselben Effekt hat.

Wenn hier Beispiele aus der jüngsten Vergangenheit vorgestellt wurden, so nicht etwa, weil diese ressourcensparenden Produktinnovationen eine neue Erscheinung wären; allerdings scheinen sie erst in den letzten beiden Jahrzehnten ein Tempo erreicht zu haben, das die Anpassungsfähigkeit der produzierenden Unternehmen überfordert und zu anhaltenden Strukturkrisen beiträgt. Steigende Materialqualität führt, da von dem besseren Material entsprechend weniger gebraucht wird, zu sinkender Verbrauchsintensität. Es wirkt dadurch in den betroffenen Branchen in die gleiche Richtung wie die Rationalisierung der Herstellungsprozesse und trägt dazu bei, daß nicht nur die Zahl der Arbeitskräfte, sondern auch die der Produktionsanlagen dauerhaft abnimmt.

Allerdings gilt in diesem Zusammenhang, daß die Prozeßinnovationen – also die Beschleunigung und Intensi-

vierung der Herstellungs- und Verarbeitungsprozesse – sehr viel mehr zum Entstehen überschüssiger Kapazitäten beitragen. Doch verhindern die hier beschriebenen Produktinnovationen, daß die Nachfrage nach solchen Rationalisierungsschüben wieder in die vorhandenen Kapazitäten hineinwächst. Der technische Fortschritt in der Metallerzeugung führt letztlich das Schrumpfen der ganzen Branche herbei.

#### 2000 STATT 7000 TONNEN STAHL FÜR DEN BAU DES EIFFELTURMS

Daß es sich dabei um einen säkularen Prozeß handelt, der in jüngerer Zeit allenfalls eine Beschleunigung erfahren hat, läßt sich am Beispiel des Eiffelturms verdeutlichen. Er wurde vor etwas mehr als 100 Jahren aus 7000 Tonnen Eisenträgern gebaut. Im gleichen Jahrzehnt entstand in Schottland die Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth, bei deren Konstruktion bereits der damals neue und festere Siemens-Martinstahl verwendet wurde. Das brachte dort Gewichtser-

sparnisse von etwa 20 Prozent bei fast gleichem Materialpreis. Bei Nutzung der neuesten Produktinnovationen des Konstruktionsmaterials hätte man den Eiffelturm also auch damals schon mit 5600 Tonnen SM-Stahl errichten können. Und wäre der Eiffelturm heute noch einmal zu bauen und würde dabei handelsüblicher moderner Baustahl verwendet, so wären wegen der seitdem kontinuierlich gestiegenen Stahlqualität jetzt sogar 2000 Tonnen ausreichend.

Wie sich materialsparende Produktinnovationen in die Gesamtbewegung der verbrauchten Mengen umsetzen, läßt sich an den Grafiken auf Seite 13 veranschaulichen. Die frühere Vorstellung ging noch von der Überzeugung aus, daß sich jedes Wirtschaftswachstum in einen steigenden Metallverbrauch umsetzt. Wird jedoch der materialsparende Effekt der Produktinnovationen berücksichtigt, so ergibt sich ein anderes Bild. Dabei wird deutlich, daß bei Nullwachstum die Metalnachfrage schrumpft.

Ob es nun zu Stagnation, Niedergang oder Wachstum einer material-



erzeugenden Industrie kommt, hängt also nicht nur von der Höhe des Wirtschaftswachstums, sondern ebenso vom Tempo ihrer eigenen Produktinnovationen ab. In den ersten zwei Jahrzehnten raschen Wachstums nach dem Zweiten Weltkrieg dominierte nicht nur ein hohes Wirtschaftswachstum, sondern es gab in der Metallherzeugung meist auch nur sehr gemächliche Produktinnovationen.

## WIRTSCHAFTSWACHSTUM STÖSST AN GRENZEN

Beides änderte sich im Laufe der 60er und 70er Jahre, als die genannten neuen Stahl- und Aluminiumlegierungen neben vielen anderen entwickelt wurden und in der Stahlindustrie ein starker Trend zu Edelstählen und größerer Produktvielfalt einsetzte. Daß dies zeitgleich mit der bislang rasantesten Rationalisierungswelle in der Geschichte der Stahlerzeugung ablief, hat zu den sozialen Verheerungen in den schwerindustriellen Revieren geführt.

Es muß jedoch vor dem Hintergrund des hier vorgestellten technik-

historischen Befundes vor der Illusion gewarnt werden, als warte hinter der Durststrecke von Stilllegungen, Entlassungen und Kapazitätsabbau eine neue Periode stabiler Beschäftigung in einer „gesunden“ Metall- und dabei vor allem Stahlindustrie. Dazu wären gesamtwirtschaftliche Wachstumsraten notwendig, an die niemand mehr glaubt und die wir auch ökologisch nicht überstehen würden.

Ein hohes Innovationstempo, wie es immer wieder zur Überwindung von Strukturkrisen und Arbeitslosigkeit herbeigesehnt wird, muß sich also keineswegs stets in Mehrproduktion umsetzen. Die gleiche Dynamik, die die historisch beispiellose Aufblähung der Stoffströme vorangetrieben hat, kann durchaus auch in die entgegengesetzte Richtung wirken. Die Verbesserung der Relation zwischen Aufwand und Ertrag, die den Kern des technischen Fortschritts ausmacht, ist auch dann gegeben, wenn nicht mehr Ertrag, sondern weniger Aufwand am Ende des Prozesses steht.

Damit rückt die grundsätzliche Offenheit des technischen Fortschritts

ins Bild und verweist zugleich auf die Frage nach seiner gesellschaftlichen Beherrschung. Allerdings scheint es, als seien unsere Industriegesellschaften vorläufig noch in einer Weise verfaßt, die wenig dazu geeignet ist, mit der ressourcensparenden Dimension fruchtbar umzugehen. Sie reagieren auf diese im Grunde sehr erfreulichen Phänomene mit krisenhaften Anpassungsproblemen.

Wirtschaftliche und, davon abgeleitet, gesellschaftliche Stabilität stellt sich bislang nur bei Wachstumsraten ein, die eine Ausweitung der Stoffströme nach sich ziehen. Das wird sich ändern müssen. □

### DER AUTOR

Ulrich Wengenroth, geboren 1949, ist Professor für Technikgeschichte und Direktor des Zentralinstituts für Geschichte der Technik an der Technischen Universität München. Im Deutschen Museum ist er Mitglied des Fachbeirats der Abteilung Metalle.

## MIT DENKEN! VEREINSBANK.

»Der kürzeste Weg für alle Bankgeschäfte?«

»Homebanking vom Schreibtisch aus.«

Sie eröffnen dabei im Prinzip zu Hause Ihre eigene Bankfiliale – und können so von früh bis spät fast alle Geldgeschäfte ganz direkt erledigen. Immer günstig, bequem und sicher. Außer einem Computer brauchen Sie dazu übrigens nur ein Modem sowie die passende Software. Und den Einstieg machen wir Ihnen jetzt besonders einfach: mit drei Modem-Sets zum Aussuchen. Mehr erfahren Sie unter Tel. (0180) 2 35 53 55 oder in Ihrer Filiale.

Vereinsbank

BAYERISCHE  
VEREINSBANK AG



# DEUTSCHE HOLZWEGE

## Die Geschichte des Holzes als Energieträger und Landschaftsgestalter

VON JOACHIM RADKAU

Bis in das 19. Jahrhundert hinein war Holz im täglichen Leben allgegenwärtig. Holz war Werk- und Baustoff, war der wichtigste Brennstoff – auch und gerade für die Erzverhüttung, die Glasherstellung und die Salzgewinnung. Andere Baustoffe und Energieträger sind an die Stelle des Holzes getreten. Doch gerade die Folgen der Industriellen Revolution, die Wälder überflüssig zu machen schienen, sind es, die ihnen eine neue Bedeutung zuweisen.

Wenn sich ein Historiker über Jahre hinweg mit dem Thema Holz abgibt, so läuft er Gefahr, von manchen Kollegen merkwürdig angeschaut zu werden. Schon bald hängt ihm der Spitzname „Holzwurm“ an, und er wird mit humoriger Besorgnis gefragt, ob er nicht auf einen Holzweg geraten sei. Und wenn er so richtig in das Thema „Holz“ eingestiegen ist, steht er in der Versuchung, solchem Spott noch zusätzliche Nahrung zu liefern.

Denn wer einmal anfängt, in der Geschichte dem Faktor Holz und dem Faktor Wald nachzuspüren, gerät in ein immer tieferes Dickicht und findet so bald nicht wieder heraus. Zeitweilig kann er geradezu in eine Holz-Monomanie verfallen und in der Geschichte, wenn er nur etwas nachbohrt, überall Holz und nichts als Holz entdecken. Und wo er nicht im Hintergrund Holz aufspürt, stößt er doch auf den Wald.

Für die Bauern der alten Zeit bestand der Wald nicht nur aus Holz, sondern er lieferte vor allem Weide, Mast, Futterlaub. Oft entsteht das Gefühl, es gebe bei Wald und Holz untergründige, stumme Zusammenhänge und Gesetze der Geschichte zu entdecken.

Das hört sich vielleicht absonderlich an. Aber bis weit ins 19. Jahrhundert

hinein war Holz im täglichen Leben allgegenwärtig. Holz war der wichtigste, in den meisten Regionen der nahezu ausschließliche Brennstoff. Für die Eisenindustrie war Holzkohle fast noch wichtiger als Eisenerz. Auch die Salinen, die Salz durch Versieden von Salzsole gewannen, gehörten zu den allergrößten Holzverbrauchern der alten Zeit. Mehr noch als alle anderen Gewerbe hingen die Glashütten am Holz und stellten in Mitteleuropa ein ausgesprochenes Waldgewerbe dar.

In abgelegenen Waldgebieten hausten die Köhler, Pechbrenner, Pottaschesieder, deren Gewerbe zu den Hauptursprüngen der chemischen Industrie gehören. Holz war der wichtigste Bau- und Werkstoff; noch in der frühen Industrialisierung bestanden viele Maschinen zu großen Teilen aus Holz. Wolf Helmhard von Hohberg, ein niederösterreichischer Grundadeliger, der das bedeutendste Werk seiner Zeit über die Landwirtschaft verfaßte, schrieb 1682: „Hätten wir das Holz nicht, dann hätten wir auch kein Feuer; dann müßten wir alle Speisen roh essen und im Winter erfrieren; wir hätten keine Häuser, hätten auch weder Kalk noch Ziegel, kein Glas, keine Metalle. Wir hätten weder Tische noch Türen, weder Sessel noch andere Hausgeräte.“

Die vielbändige *Oeconomische Encyclopädie*, die im Revolutionsjahr 1789 zum Buchstaben H gelangte, widmete dem Stichwort „Holz“ nicht weniger als 500 Seiten; und auch unter vielen anderen Stichworten ist von Holz die Rede. Krünitz gerät bei dem Thema Holz förmlich ins Schwärmen. Er versichert, Wälder seien die beste und sicherste Vermögensanlage, die sich denken ließe. Der Venezianer Griselin nannte das Holz 1768 das „kostbarste und für die Bedürfnisse der Menschheit am meisten notwendige Gut“ – das auf Pfählen errichtete Vene-

dig besaß schon seit Jahrhunderten ein hochentwickeltes Wald- und Holzbewußtsein, mehr als die meisten anderen italienischen Stadtstaaten.

Werner Sombart, einer der Gründerväter der modernen Sozialwissenschaften, hat von dem „hölzernen Gepräge“ der europäischen Zivilisation bis zum 18. Jahrhundert gesprochen. In letzter Zeit ist der Begriff des „hölzernen Zeitalters“ in Umlauf gekommen. Der amerikanische Sozialwissenschaftler Lewis Mumford, einer der geistigen Ahnherren der heutigen ökologischen Bewegung, schrieb 1934: „Holz war das vielgestaltigste, das am besten formbare, das nützlichste von allem Material, das der Mensch in seiner Technik angewandt hat.“ Und weiter: „Take away wood, and one takes away literally the props of modern technics“ – „Man nehme das Holz weg, und man nähme buchstäblich die Grundpfeiler der modernen Technik weg.“

Mit Recht hebt Mumford hervor, daß die Menschheit ihre technischen Fähigkeiten vor allem am Holz entwickelt habe. Vielleicht müßte man heute genauer spezifizieren, daß vor allem der typisch männliche Zugang zur Technik über die Holzbearbeitung führte, während sich ein andersartiger, weiblicher Zugang mehr an formenden, verbindenden und verknüpfenden Tätigkeiten wie der Bereitung von Speisen und der Anfertigung von Kleidung herausbildete.

Der Umgang mit Holz prägte die Sensibilität der Hand, das Verhältnis des Arbeitenden zum Werkzeug und zum Stoff, das Tempo der Arbeit. Hölzerne Werkzeuge trugen die Spuren der Hand, die mit ihnen arbeitete. Maschinen mit hölzernen Transmissionen liefen langsam, und der Arbeiter mußte sich selber auf ihre Reparaturen verstehen; denn rasch waren belastete Einzelteile abgenutzt und mußten ersetzt



werden. Die Holzhandwerker gingen selber in den Wald, um sich ihre Bäume auszusuchen. Das wird auch aus unserer Region noch vom Anfang dieses Jahrhunderts berichtet.

Das Nutzholz war nicht wie heute auf wenige Standardqualitäten reduziert; es bestand vielmehr ein Bedarf nach sehr vielen unterschiedlichen Holzarten und Holzqualitäten: nach hartem Weißbuchenholz für die Kammräder der Mühlen, nach weichem Pappelholz für Holzschuhe, nach krummem Holz für Faßreifen, nach ästigen Stämmen für Dachstühle, die heute nicht mehr als Bauholz zu verkaufen wären.

Insofern bestand ein Zusammenhang zwischen der Vielgestaltigkeit der Natur und der Vielfalt des Holzbedarfs. Es ist jedoch äußerst umstritten, ob bei der vormodernen Waldwirtschaft mehr ein Gleichgewicht zwischen Mensch und Natur oder mehr der Raubbau überwogen.

Wie dem auch sei: Die Geschichte von Wald und Holz ist eine historische Sphäre, in der sich die politische und Sozialgeschichte mit der Geschichte der Arbeit und der Umwelt, mit der Geschichte der menschlichen Sensibilität und der Lebensrhythmen überschneidet. Viele Grundprozesse und Grundkonflikte der Sozialgeschichte spielten sich auch und nicht zuletzt im Wald ab: die Durchsetzung der feudalen Grundherrschaft, die Herausbildung der Dorfverfassung, der Aufstieg des absolutistischen Staates, die Ausbreitung der Geldwirtschaft, die großen Wachstumsschübe von Früh- und Hochkapitalismus, die Entstehung des modernen Eigentumsrechtes, die Revolution im Transportwesen, die Vernetzung der Weltwirtschaft, die Verschärfung weltweiter Ungleichheiten, die Bevölkerungsexplosion. In vielen Zusammenhängen öffnet die Waldgeschichte die Augen für die ökologischen Aspekte der Geschichte.

Will man bei deren Erforschung weiterkommen, ist jedoch eine neue Methodik der kritischen Aufarbeitung zu entwickeln. Es gibt sie erst in Ansätzen. Bisher überwiegt ein noch zu unkritischer Umgang mit den Quellen. Eine ganze Reihe von Historikern und Geschichtsliebhabern hat in letzter Zeit, von dem Alarm über das Waldsterben inspiriert, die Entdeckung gemacht, daß auch die Literatur der älteren Zeit

von Klagen über den Verderb der Wälder nur so wimmelt. Viele der unzähligen Forstordnungen, die die Landesherren seit dem 16. Jahrhundert erließen und die ein entscheidender Hebel für den Ausbau des frühneuzeitlichen Territorialstaats waren, beginnen mit dieser Klage.

Aber das ist nichts Besonderes: In allen Bereichen, in die sich der Landesherr entgegen altem Brauch einmischte, pflegte er seine Intervention mit angeblichen Mißständen zu begründen. Daher ist es fragwürdig, wenn Historiker in letzter Zeit auf der Suche nach aktuellen Bezügen und Aha-Erlebnissen immer wieder die These aufstellen, das gegenwärtige Waldsterben sei im Prinzip gar nichts Neues, in der frühen Neuzeit seien die Waldzustände noch viel trostloser gewesen, und daher bestünde heute gar kein so großer Grund zur Aufregung.

Solche Pointen erscheinen als ein Musterbeispiel dafür, wie durch unkritischen Umgang mit den Quellen irreführende Lehren aus der Geschichte gezogen werden. Die Schwierigkeit, hinter den Konflikten über den Wald die Geschichte des Waldes zu rekonstruieren, soll an einigen historischen Beispielen verdeutlicht werden.

Das erste Beispiel führt in die alte Salzsiederstadt Schwäbisch Hall und in das Jahr 1738. Der Haller Magistrat

und Wetter ausgesetzt war, war sehr reparaturanfällig und ohnehin nur bei gutem Wetter zu gebrauchen – die Sieder verspotteten es als „Sommer- und Kinderwerk“. Es gab auch kleintechnische Alternativen zu solchen Großanlagen, und die Devise „small is beautiful“ hätte gewiß die Zustimmung der damaligen Sieder gefunden.

Holz-mangel drohte immer nur dann, wenn die Stadt Hall mit den Schenken von Limpurg, den Herren der für Hall günstig gelegenen Wälder, im Streit lag. Holz-mangel war kein ökologisches oder technologisches, sondern ein politisches Problem. Der Sprecher der Siederschaft entgegnete daher auf das Holz-mangel-Argument: „Die Lymphurgischen Wälder stehen da, und der Holzgott lebt ja noch ... Kein Gericht Gottes hat sie angezündet oder umgestürzt, und Seine Gnade wird es noch weiter abwenden. Sie werden auch alle Tage besser und nicht so schlimm, als hiebevors besagt. Die Klagen über Holz-mangel sind uralte, daß einem Augen und Ohren wehe tun, die Acten davon zu lesen, da in der jährl. Holzrechnung die mehr als 200jährige Leyer derentwegen angestimmt und wiederholt worden, gleichwollen aber sobald man sich verglichen, das Holz wieder in Abundanz vorhanden gewesen. Nicht der Holz-mangel, nimmermehr nicht, sondern

## „MAN NEHME DAS HOLZ WEG. UND

wollte ein großes Gradierwerk errichten, das die Salzsole durch Einwirkung von Sonne und Wind anreicherte und auf diese Weise beim Salzsieden Holz einsparen half. Der Magistrat begründete diese Maßnahme mit „großem Holz-mangel“. Aber die Sieder glaubten davon kein Wort, und das mit gutem Grund: „Holz-mangel“ war nämlich in der frühen Neuzeit ein Allround-Argument, das fast so vielfältig zu gebrauchen war wie das Holz selbst.

Die Sieder von Schwäbisch Hall durchschauten, daß der städtische Magistrat den Bau des Gradierwerkes, dessen enorme Kosten die Finanzkraft der Sieder weit überforderten, dazu benutzen wollte, um den eigenen Anteil an den Salzsiedewerken zu erweitern. Das große Gradierwerk, das dem Wind

der beiderseitige temporal Eigennutz und Mißbrauch sind die Feinde.“

Der „Holzgott“ – war das nur eine Redensart oder ein Hinweis auf eine spirituelle Beziehung zum Wald? Der Schweizer Schriftsteller Jeremias Gotthelf spricht in seinem Roman *Die Käse-rei in der Vohfreude* von dem „Holzgewissen“, stellt allerdings zugleich fest, daß nur die wenigsten der von ihm geschilderten Dorfbewohner ein solches besäßen, vielmehr die meisten gewohnheitsmäßig Holz stählen, und zwar mit wachsendem sozialem Rang in unterschiedlichen Waldungen. Aber auch die von den Forstaufsehern so genannten „Holzfrevler“ waren eben in der Regel keine willkürlichen Gesetz-widrigkeiten, sondern hatten ihr eigenes, durch Gewohnheitsrecht be-



stimmtes soziales System. Wertvolles geschlagenes Bauholz blieb im allgemeinen unangetastet.

Wenn im frühen 19. Jahrhundert, wie ein preußischer Landrat verärgert feststellte, ein nicht unerheblicher Teil der Bewohner Bielefelds vom Holzdiebstahl lebte, so waren doch die Bielefelder, wie selbst der Landrat grollend anerkennen mußte, bis ins 19. Jahrhundert hinein auf den Holzdiebstahl geradezu angewiesen. Denn es gab in Bielefeld keinen Holzmarkt. Für den normalen Bürger war Brennholz und waren Bohnenstangen auf reguläre Art nicht zu bekommen.

Es wäre ganz falsch, aus den in den Akten allerorten massenhaft registrierten „Holzfreveln“ eine allgemeine Mißachtung des Waldes herauslesen zu wollen. Der gemüthvolle Schwarzwälder Pfarrer und Volksschriftsteller Hansjakob, der sein Leben lang dem Wald und seinen Bewohnern verbunden war, schrieb 1897: „Ich weiß nicht, wer das unschöne Wort erfunden hat: Forstfrevel und Frostfrevler. Es war ein harter Mann, der's erfand, daß er das Holen von Reisig und Brennholz, was nur arme Menschen tun, um sich zu wärmen und ihr kärgliches Mahl zu kochen, einen Frevel taufte, ein Wort, das heute noch blüht in der Justiz.“

Wenn Annette v. Droste-Hülshoff mit ihrer vielgelesenen *Judenbuche*,

außer Landes „verführten“ (so die stehende Wendung) und Trift und Flößerei in großem Stil betrieben, seien die wahren Verwüster des Waldes.

Solche bauerlichen Vorwürfe enthielten etwas Wahres. Wo die Bauern selber Wald besaßen und aus dem Wald einen Nutzen zogen, waren sie durchaus in der Lage, den Wald zu verteidigen und die Waldnutzung so zu regeln, daß der Wald erhalten blieb – was nicht sagen will, daß sie dies stets getan hätten. Unter welchen Umständen sich Bevölkerungsgruppen ökologisch vorsorglich verhalten und unter welchen Umständen *nicht*: diese Frage stellt noch ein weites Forschungsfeld dar.

Als Fallbeispiel kann ein Vorgang aus der Zeit um 1750 dienen, der sich in der oberrheinischen Grafschaft Hanau-Lichtenberg, die Straßburg gegenüberlag, abspielte und den der Historiker Werner Troßbach jüngst in den Archiven wiederentdeckte. Da ging es um den Maiwald, einen feuchten Auenwald, der von den dort wohnenden Bauern seit alter Zeit genossenschaftlich genutzt, aber nunmehr von dem neuen Landesherrn, dem Erbprinzen Ludwig von Hessen-Darmstadt, in Anspruch genommen wurde. Dieser übertrug dem Straßburger Bankier und Kupfer- und Schmieröhlhändler Daniel Kück gegen gutes Geld das Recht, in diesen Wald hinein einen Kanal zu gra-

schädigt und der eine Theil des Waldes bey erfolgreichem Gewässer beständig überschwemmet bleiben würde, und thäte mit der Zeit mittels eines solchen Canals die mehreste diesseitige Waldungen ausgehauen und das Holz zu Beschwernus der armen Leute jederzeit theurer werden.“

Besondere Erbitterung zeigten die Frauen: „Die Weiber aber schrien wie die Zahnbrecher“, heißt es in einer Quelle (die Zahnbrecher, also die Zahnärzte, mußten anscheinend durch Geschrei das Stöhnen ihrer Opfer, der Patienten, übertönen).

Die Bauern gingen bis zum Kaiser nach Wien und erklärten, so ein Lump wie der Daniel Kück gehöre an den Galgen. Der Kanal wurde gebaut; aber die Bauern schütteten ihn an manchen Stellen wieder zu. Lieder gegen den Kanal waren in aller Munde. 1756 gab der Wiener Reichshofrat den Bauern recht und untersagte die Fortsetzung der Flößerei.

Dieser bauerliche Erfolg ist gewiß nicht typisch. Dennoch verfuhrten die deutschen Obrigkeiten, die noch lange den Bauernkrieg von 1525 in böser Erinnerung hatten, bei der Annullierung alter Gewohnheitsrechte im Wald im allgemeinen vorsichtig, und wo Waldgenossen zusammenhielten und Festigkeit zeigten, konnten sie Walddrechte nicht selten behaupten. Solche Er-

## MAN NÄHME BUCHSTÄBLICH DIE GRUNDPFEILER DER MODERNE

die früher zur Standardlektüre des Deutschunterrichts gehörte, den Eindruck erweckt, als öffne sich mit dem Holzdiebstahl ein Abgrund allgemeiner Gesetzesverachtung, so war das eher die typische Sichtweise adliger Waldbesitzer.

In den Forstakten – und sie sind das bei weitem umfangreichste Quellenmaterial zur Waldgeschichte – erscheinen die Bauern und sonstigen kleinen Leute häufig als die geborenen Waldschädlinge, als die „Holzwürmer“ in Menschengestalt. Selten genug kommen die Bauern selber zu Wort. Dann aber findet man manchmal, daß sie den Vorwurf der Waldzerstörung an die Herren zurückgeben: Sie, die Herren, die Berg- und Hüttenwerke anlegten, Glasmacher in den Wald holten, Holz

ben und Flößerei und Holzhandel bis ins Ausland zu betreiben.

Gegen dieses Projekt sammelten sich die „Einheimischen“ zu einem heftigen und anhaltenden Widerstand, und sie ließen sich durch keine Drohung einschüchtern. Der Wald wurde zum Symbol ihrer alten Freiheit. Auch die Pfarrer schlugen sich auf die Seite der Bauern; Troßbach glaubt eine „religiöse Bindung der Gemeinden an den Maiwald“ zu erkennen.

Die „Waldgenossen“ erklärten, „daß sie nimmer zugeben können, daß durch ihren eigenthümlichen Maywald ein Canal gegraben werde, allermåßen dadurch erwehnter Wald in zwey Theile getheilet der Weydgang ruiniret und verhindert, bey zwei tausend Bäume theils abgehauen, theils sonst be-

fahrungen führten zu der Zuversicht, daß es noch eine Gerechtigkeit gebe. Wohl vor allem daraus – und nicht aus der angeblichen deutschen Untertanengesinnung – erklärt es sich, daß es in Deutschland zu keiner Revolution wie in Frankreich kam.

Gerade in den Jahren der Französischen Revolution von 1789 bekamen die Alarmrufe, die vor Waldverderb und Holznot warnten, in Deutschland vielfach einen auffällig schrillen Ton. Eine ganze Reihe von Schriften der 1790er Jahre erweckt den Eindruck, als ob ein katastrophaler Zusammenbruch der gesamten Holzversorgung unmittelbar bevorstehe, die Holzdiebe bald alle Zäune ausreißen würden und die Deutschen im kalten Winter erfrieren müßten.



Offensichtlich ging eine Welle der Angst durch Deutschland; sie mischte sich teilweise mit der Angst vor dem Umsturz der alten Ordnung. Um 1800 wurden selbst die bedächtigen Ostwestfalen von dieser Angst erreicht, und auch in Bielefeld ertönte die Standardklage, man sehe „überall den völligen Ruin der Wälder vor Augen“, obwohl zur gleichen Zeit ein Beobachter rings um die Leinenstadt herum „dick bewachsene Berge“ erblickte.

Der Alarmrufer macht über den Ruin der Wälder denn auch keine genauen Angaben, sondern nimmt das Thema vor allem zum Anlaß, um heftig gegen die „Philanthropen“, die menschenfreundlichen Justizreformer, zu Felde zu ziehen. Der Autor möchte die Holzdiebe mit Ruten prügeln, an den Schandpfahl binden, ins Arbeitshaus sperren, ja sogar an den Galgen hängen, dies allerdings mit Maßen. Es ist deutlich, daß es hier im Grunde nicht um den Wald, sondern um die knallharte Verteidigung der herrschenden Ordnung geht.

Wenige Jahre darauf beginnt in der deutschen Publizistik eine liberale Gegenoffensive. Die Alarmrufer wurden mit Hohn und Spott überschüttet: Die furchtbare Holznot sei gar nicht eingetreten, es gebe im Gegenteil viel zu viel Wald, das Holz müsse teurer

liberalen Zuversicht, daß die Dinge sich über den Markt selbst regeln und steigende Holzpreise schon für verbesserte Waldwirtschaft sorgen. Dies traf jedoch längst nicht immer zu: Die Waldwirtschaft erfordert ein langfristiges, auch auf spätere Generationen orientiertes Denken. Eher ist richtig, daß es sich bis ins 19. Jahrhundert hinein auf weite Waldgebiete im großen und ganzen vorteilhaft auswirkte, wenn sie infolge der Schwierigkeit des Holztransportes noch *nicht* vom Markt erreicht waren, zumindest nicht von überregionalen Holzmärkten, sondern ganz überwiegend der Versorgung der Einheimischen dienten und nicht großflächig, sondern nur einzelstammweise abgeholzt wurden.

Gewiß wurden auch dabei viele Wälder heruntergewirtschaftet. Dennoch wäre es falsch, Parallelen zum heutigen Waldsterben zu ziehen. Die Waldzerstörung jener Zeit war sinnlich eindrucksvoll: Man sah die abgeholzten Kahlfelder, das Zurückweichen der Wälder machte sich in einem rapide anwachsenden Aufwand beim Holztransport bemerkbar. Weil die Sorge vor Holznot zu den Grundängsten jener Zeit gehörte, ertönten Alarmrufe oft schon dann, wenn die Situation in Wirklichkeit noch nicht sehr bedrohlich war. Kausalzusammenhänge lagen vor aller Augen: Man wußte und sah, auf welche Weise der Wald zugrunde gerichtet wurde und wie er wieder hochgezogen werden konnte.

Heute ist das anders. Das gegenwärtige Waldsterben macht sich bisher nicht in Versorgungsmängeln bemerkbar. Über Ursachen und Gegenmaßnahmen können sich die Experten ohne Ende streiten. Es sollten in der Geschichte nicht nur Analogien gesucht, sondern mit dem Blick auf die Vergangenheit auch die *neuartigen* Dimensionen der gegenwärtigen Umweltprobleme bewußt werden.

Von der Sache her gesehen, müßten heute die Wald- und Holzwirtschaft und die ökologische Bewegung natürliche Verbündete sein. Es ist ja nicht der Holzschlag, der den Wald gefährdet, sondern es sind Schadstoffemissionen von außerhalb, die die Ökologen nicht nur um des Waldes willen bekämpfen. Dennoch besteht im allgemeinen, so weit zu sehen ist, zwischen der Forst- und Holzbranche und den Ökologen eine tiefe Kluft.

Dabei liegt ein Teil der Schuld vermutlich auf beiden Seiten. Radikale Naturschützer neigen dazu, jeglichen Holzschlag als fluchwürdigen Baumtod anzusehen und zu ignorieren, daß der Waldbesitzer, wenn er seinen Wald pflegen soll, vom Wald auch einen Nutzen haben muß. Ein Großteil der Holzbranche andererseits provoziert die ökologische Bewegung, indem er mit unvernünftigen Starrsinn auf der Nutzung der tropischen Regenwälder beharrt, obwohl eine nachhaltige Waldwirtschaft dort in den meisten Fällen eindeutig *nicht* funktioniert und obwohl die bundesdeutsche Holzbranche, wenn sie sich ernsthaft bemühte, auf das Tropenholz leicht verzichten könnte.

Diese Verständnisbarriere zwischen Holzindustrie und ökologischer Bewegung ist tragisch; denn beide Seiten brauchen einander. Vielleicht könnte die Beschäftigung mit der Geschichte dazu beitragen, Verständigungsebenen zu schaffen. Die eine Seite könnte erkennen, daß der unberührte Naturwald heute ein sinnloses Ideal ist und die Wälder gerade durch menschliche Nutzungsinteressen oft geschützt worden sind. Die andere Seite könnte einsehen, daß der heute gängige Ruf nach „Deregulierung“ im Walde nicht angebracht ist und von einer automatischen Gewährleistung ökologisch stabiler Wälder durch den Marktmechanismus keine Rede sein kann.

Geschichte sollte nicht krampfhaft aktualisiert werden. Aber Gegenwartsbezüge stellen sich ganz von selbst her, wenn man sich in das Studium der Waldgeschichte begibt. Holz war als Energiequelle und technisches Baumaterial unverzichtbar. Das ist es nicht mehr. Wälder stellen sich in neuer Bedeutung dar. □

## TECHNIK WEG.

werden, damit sich eine sorgfältige Forstwirtschaft lohne. Der bayerische Forstreformer Joseph Hazzi erklärte, der „fürchterliche Lärm über einbrechenden Holzangel“ sei eine Art, wie „Forstscharlatane“ der Regierung und Öffentlichkeit zu imponieren suchten. Der für seine Scharfzüngigkeit bekannte preußische Forstlehrer Pfeil spottete, „das sich immer mehr nahende Ungeheuer der schrecklichsten Holznot“ sei „ein Schreckbild, womit uns manche Forstmänner und andere Schriftsteller einschüchtern wollen, wie Afrikaner mit dem Mumbo Tumbo ihre Weiber“.

Solche Texte sind freilich mit Vorsicht zu genießen. Sie enthalten nicht nur eine objektive Feststellung dessen, was war, sondern auch ein Stück jener

### DER AUTOR

Joachim Radkau, geboren 1943, ist Professor für Neuere Geschichte mit besonderer Berücksichtigung der Technikgeschichte an der Universität Bielefeld. Er ist durch eine Reihe von Veröffentlichungen hervorgetreten, darunter das 1987 erschienene Buch „Holz - ein Naturstoff in der Technikgeschichte“ (zusammen mit Ingrid Schäfer) und „Technik in Deutschland“ (1989).



# DIE VISION DER VERKEHRS-METROPOLE

Die 1. Deutsche Verkehrsausstellung 1925 in München

VON HANS LIUDGER-DIENEL

Kurz nach der Eröffnung des Deutschen Museums öffnete ebenso spektakulär im Juni 1925 die Deutsche Verkehrsausstellung ihre Tore im Münchner Ausstellungspark an der Theresienhöhe, dem heutigen Messegelände. Mit 21 000 Quadratmetern Hallenfläche war sie etwas kleiner als das Deutsche Museum, doch zusätzlich standen über 200 000 Quadratmeter Freigelände zur Verfügung. Über 2,8 Millionen Menschen besuchten die Ausstellung bis Oktober 1925.

Oskar von Miller mußte 1924 die Bitte um Mitarbeit des Deutschen Museums an der Verkehrsausstellung abschlägig bescheiden – die Exponate wurden auf der Museumsinsel gebraucht –, aber er trat immerhin dem „Ehrenausschuß“ der Verkehrsausstellung bei. Abgesehen von dieser kleinen Mißstimmung ergänzten sich die beiden Giganten der Technikvermittlung im Jahr 1925 ganz wunderbar: Viele deutsche Vereine legten ihre Jahresversammlungen 1925 nach München, um die Verkehrsausstellung und das neue Deutsche Museum zu sehen.

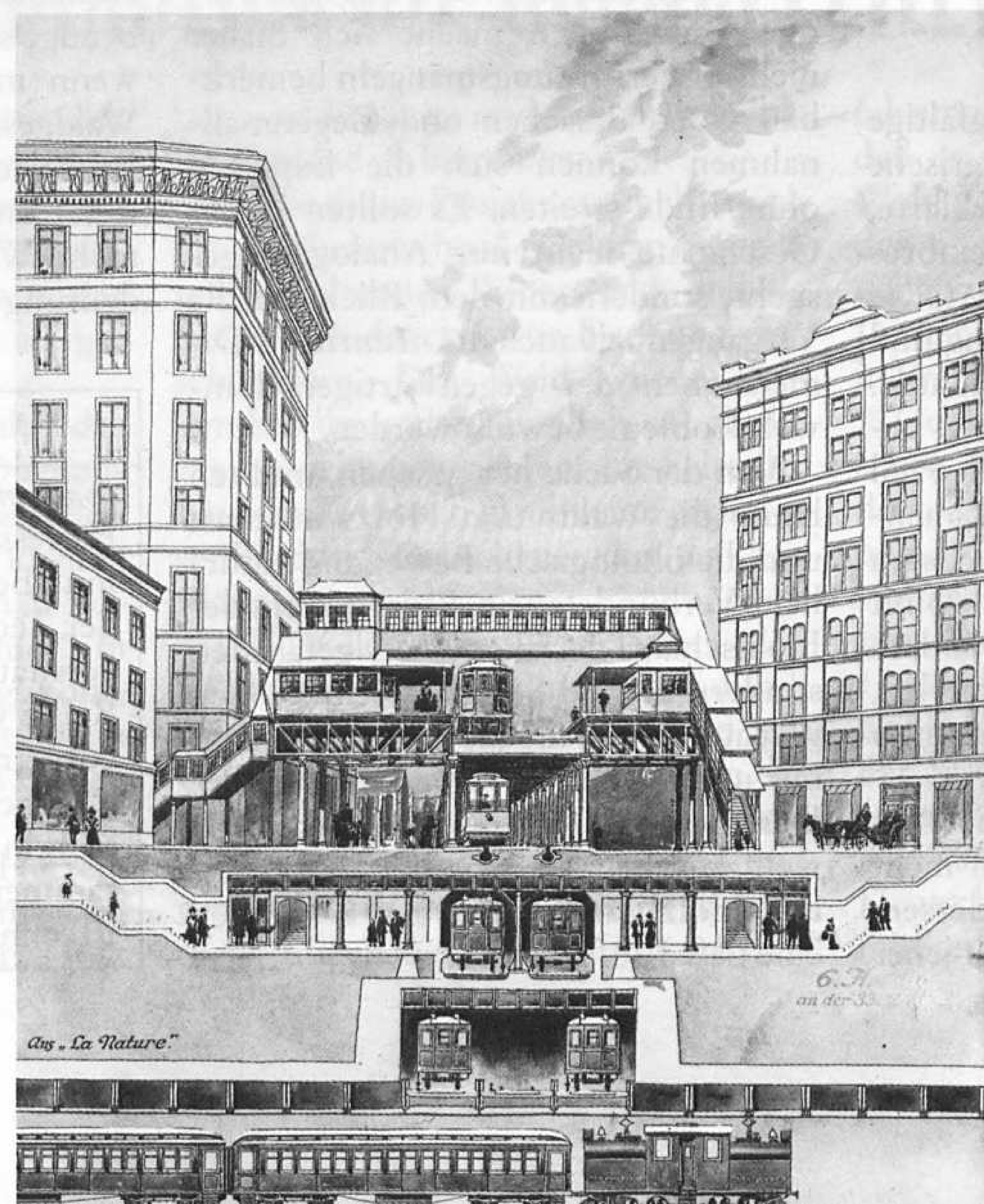
Seither erlebte die Stadt München zwei weitere große Verkehrsausstellungen: 1953 die zweite Deutsche Verkehrsausstellung. Sie hatte eine ähnli-

che Funktion wie die Ausstellung von 1925, die ein Zeichen dafür sein sollte, „daß Deutschland bestrebt ist, mit eisernem Willen in friedlichem Wettbewerb seine Stellung als Kulturvolk Europas zu erhalten“. 1965 folgte die erste Internationale Verkehrsausstellung. Es waren die technikeuphorischen 1960er Jahre in denen kritische Geister wie Helmut Schelsky oder Lewis Mumford, die vor den Gefahren des technischen Zeitalters warnten, noch in der Minderheit waren. Während 1925 und 1953 nostalgische Lilliputbahnen die Besucher durch den Ausstellungspark schaukelten, mußte es 1965 eine futuristische Einschienenhochbahn sein. Alle drei Ausstellungen fanden im Ausstellungspark, dem heutigen Messegelände, statt, am selben Ort,

wo das Deutsche Museum jetzt wiederum eine Verkehrsausstellung als Zweigmuseum betreiben möchte.

Auf dem Bild türmen sich vier Verkehrsebenen übereinander. Diese Vision der Metropole, in der sich mehrere Verkehrssysteme überlagern und ergänzen, ist seit dem 19. Jahrhundert ein Topos, zu dem Verkehrsplaner immer wieder griffen, wenn sie ihre Visionen in Bilder übersetzen mußten. Der Grundtyp des Bildes hat sich dabei seit über 100 Jahren kaum verändert. 1895 (unten) und 1995 (siehe Seite 7) sahen die Visionen ganz ähnlich aus.

Die Botschaft der turmhohen Verkehrsentwürfe war und ist die Behauptung: Die verschiedenen Verkehrssysteme ergänzen sich. Wir wissen, daß das allzu oft nicht stimmt, daß



Internationaler u.  
Verkehrs-Verkehrsmittel

DEUTSCHE  
VERKEHRS-AUSSTELLUNG  
MÜNCHEN 1925  
JUNI – OKTOBER

Plakat der Verkehrsausstellung München 1925, die 2,8 Millionen Menschen besuchten.

Verkehrssysteme tatsächlich nur selten Hand in Hand arbeiten, daß Intermodalität und Interoperationabilität der Verkehrssysteme meist nur ein frommer Wunsch bleiben. Wo liegen die Ursachen für die fehlende Zusammenarbeit? In der beinhalten Konkurrenz der Verkehrssysteme untereinander? Wohl kaum, sonst hätten die Verkehrssysteme Osteuropas in den letzten 50 Jahren wunderbar vernetzt sein müssen.

Auch auf der Verkehrsausstellung von 1925 ging es, abgesehen vom Einladungsplakat, mehr um einzelne Verkehrsträger und weniger um den Gesamtcharakter des Verkehrs als Gesamtsystem. Das Deutsche Museum will, daß in der Zweigstelle nicht die einzelnen Transportmittel isoliert ausgestellt werden, sondern ihre Konkurrenz, ihre gegenseitige Ergänzung und ihre Bedeutung für die Gesellschaft gezeigt werden – ein für Verkehrsmuseen bisher einzigartiges Konzept.

Schon seit zwei Jahren widmet sich das Forschungsinstitut des Deutschen Museums in einem Arbeitsschwerpunkt der historischen Verkehrsforschung. In diesem Rahmen findet in Kürze ein internationales Kolloquium zur „Geschichte der Zukunft des Verkehrs“ statt (siehe Seite 7).

## LITERATURHINWEISE

- Schaubuch der Deutschen Verkehrsausstellung. München 1925.
- Denkschrift der Deutschen Verkehrsausstellung. München 1925.
- Schlußbericht der Internationalen Verkehrsausstellung. München 1965.



# ABGEHOBEN ANVISIERT

Kunst in der Flugwerft Schleißheim

VON ANDREA LUCAS UND DIETER BEISEL

Die Flugwerft Schleißheim des Deutschen Museums gibt mit ihrer Sammlung historischer und moderner Flugzeuge nicht nur einen umfassenden Überblick über die Fluggeschichte, sondern sie ist auch Ausstellungsort für Künstler, die sich mit dem Thema Fliegen beschäftigen – seit das Zweigmuseum des Deutschen Museums im September 1992 eröffnet wurde. Unter den vielen Aktivitäten, die die Bedeutung der Eröffnungsveranstaltung unterstrichen, hatten ebenso künstlerische Arbeiten Gewicht. Wie damals präsentiert sich die Flugwerft Schleißheim mit ihren weiträumigen Ausstellungshallen auch heute als Kunstforum.

Fliegen wird immer wieder als uralter Traum des Menschen apostrophiert. Vor dem Aufkommen des Massentourismus und der Großraumjets konnte eine Airline an diesen Traum mit dem bekannten Slogan anknüpfen: „Nur Fliegen ist schöner!“ Doch die scheinbar heile Welt des Fliegens war schon lange zuvor brüchig geworden: Zwei Weltkriege hatten gezeigt, wie das Werkzeug des Traumes zur Waffe, wie aus dem Traum unversehens ein Alptraum werden kann.

Selten deutlicher als bei Flugzeugen zeigt sich die Ambivalenz technischer Erfindungen. Das technische Artefakt hat alle Unschuld des leblosen Werkzeugs. Die Ambivalenz liegt im Gebrauch des Werkzeugs, das Menschen sich geschaffen haben.

Künstlerische Arbeit ist, wenn sie sich dem eigenen Anspruch stellt, dadurch ausgezeichnet, daß sie sensibel

ist für all jene Ambivalenzen, die mit menschlichem Tun, Empfinden und zweckgerichtetem Handeln verbunden sein können. Der Ingenieurszweck findet im Künstler den Resonanzboden, der ihn, den Künstler, mit dem Maschinengedröhn vibrieren läßt oder ihn erschüttert. Das Deutsche Museum und der Leiter der Luft- und Raumfahrtabteilung, Werner Heinzerling, öffnen sich dieser künstlerischen Auseinandersetzung mit dem Fliegen, räumen ihr in der Flugwerft Schleißheim Platz ein – auch und gerade weil in diesem Zweigmuseum des Deutschen Museums viele Kampfmaschinen zu sehen sind. Sie haben nicht selten die ästhetische Wirkung von Skulpturen, so daß über dem ästhetischen Reiz allzu leicht vergessen wird, daß es diese Maschinen nicht gäbe, lebten wir in einer friedfertigen Welt, in der Ingenieure nicht auf Werkzeuge des Todes sinnen wollen oder müssen.

Die künstlerische Reaktion kann in Konflikte, kann in Kollisionen geraten mit dem, was in der Flugwerft Schleißheim zu sehen ist. Sich solchen Konflikten zu stellen, gehört zur Aufgabe eines modernen Museums, das mit der Ausstellung von Artefakten den Anspruch verbindet, aus der Geschichte des Werdens einer durch Technik bestimmten Welt den eigenen Standort zu bestimmen – und auf diese Weise ist die „Gestaltung eines lebendigen Museums“ einzulösen.

Einer der Künstler, dessen Arbeiten bei der Eröffnungsveranstaltung im Jahr 1992 zu sehen waren, war Christoph Bergmann (siehe *Kultur & Tech-*

Ulrike Ostermayer: Ohne Titel, 1993.  
Eisen, Entenfedern, 200 x 250 x 220 cm.



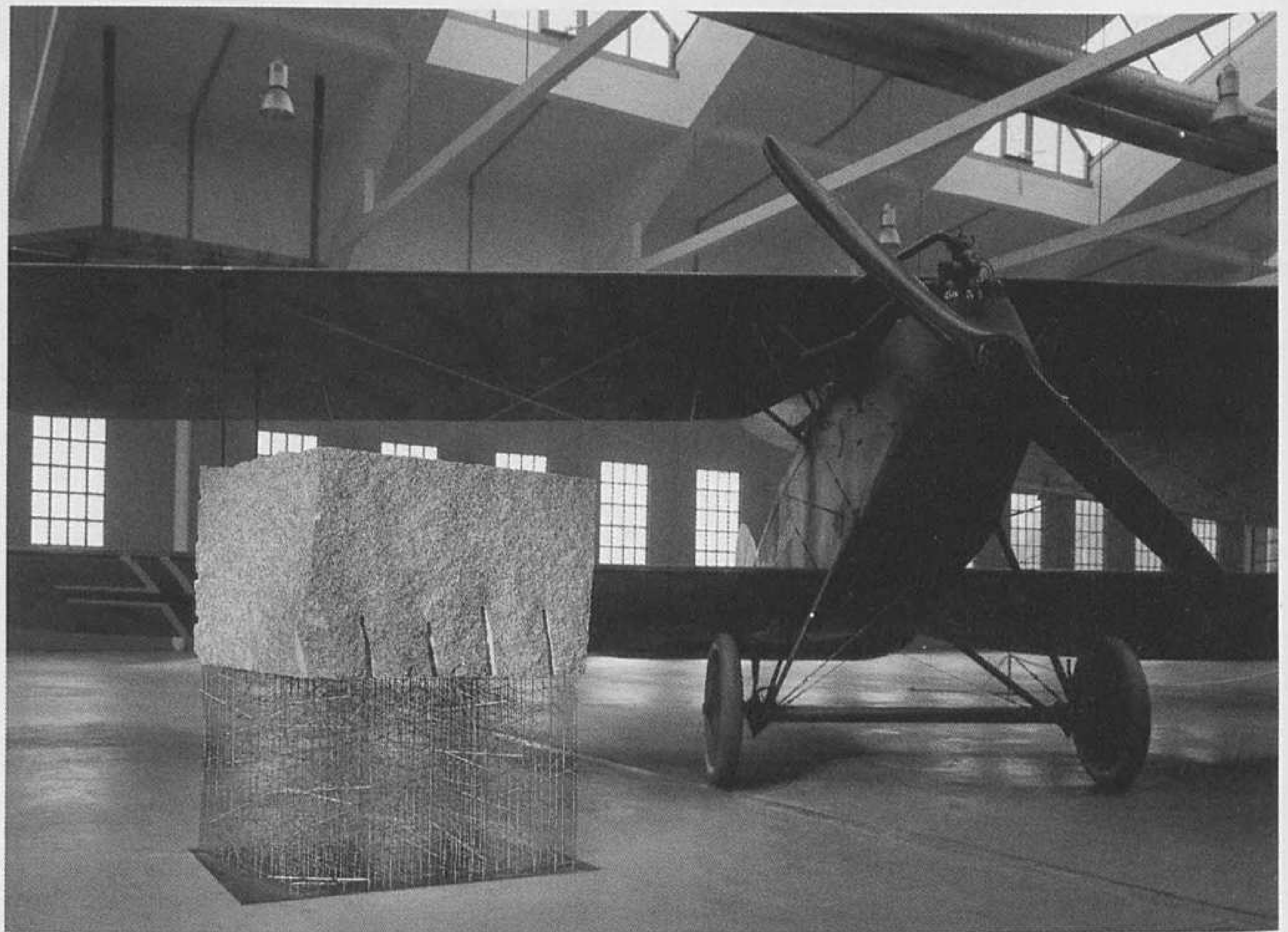


# KUNST IN SCHLEISSHEIM

nik 2/1993). Die Ausstellung hieß „Flugskulpturen“. Bergmann hatte sich schon lange zuvor mit dem Thema Fliegen und Luftfahrt auseinandergesetzt. Sein Ansatz ist weniger kulturkritisch, wohl aber versucht er zu zeigen, wie ununterscheidbar Mensch und (Flug-)Maschine werden, wenn die Ästhetik des Fliegens und des Flugzeugs den fliegenden Menschen vereinnahmt. In seiner „Venus“ dominiert die edelstahlglänzende Venus von Milo die phallischen Flugkörper, die sich an die Statue anschmiegen. Unübersehbar mutet Bergmann dem Betrachter einen Zusammenhang zwischen Erotik und Gewalt an.

Fast als Antipodin dazu kann man Sabrina Hohmann bezeichnen, die zwei Jahre nach der Eröffnung, im Sommer 1994, die Ausstellung „Unter uns“ präsentierte. Für Sabrina Hohmann standen die destruktiven Aspekte der Luftfahrt im Vordergrund. Auch sie war fasziniert von der Ästhetik der ausgestellten Militärflugzeuge in der Flugwerft, empfand diese ihre eigene Faszination aber auch als Gefahr. Als Gefahr, daß der Konstruktions- und Einsatzzweck der gezeigten Objekte übersehen werden kann.

Auch wenn kaum eine der in Schleißheim gezeigten Kampfmaschinen tatsächlich in militärische Kämpfe verwickelt war: Die junge Künstlerin Sabrina Hohmann wollte gegen das Vergessen demonstrieren und zeigen,



Markus Stangl: „1.3t“, 1993. Granit, Draht 2,5 mm, 130 x 100 x 70 cm.

wie leicht wir vergessen. Sie legte Teppichstücke mit den Bildern im Zweiten Weltkrieg zerstörter Städte an exponierten Stellen der Ausstellungshallen aus – Stellen, über die jeder Ausstellungsbesucher hinweggehen mußte. Mit einem raffinierten fototechnischen Verfahren hatte sie die Luftbildaufnahmen auf Textilien übertragen, die beim häufigen Betreten abgenutzt werden. So wird das Überschreiten von Bildern der Zerstörung zum Symbol: Wie sie abgenutzt werden und verblassen, so

schwindet auch die Erinnerung an die Zerstörungen des Krieges aus dem kollektiven Gedächtnis und verliert sich im Vergessen.

Weil Faszination und Widerspruch eng beieinander liegen, förderte die Flugwerft Schleißheim im Jahr 1993 das Experiment und forderte den künstlerischen Nachwuchs zur Stellungnahme heraus. Unter dem Thema „Kunstflug“ stellten zwölf Studentinnen und Studenten der Skulpturenklasse Professor James Reineking an der Akademie der Bildenden Künste München ihre Arbeiten vor. Zu sehen war ein vielseitiges Spektrum gestalterischer Ideen, die zum Teil einen gemeinsamen thematischen Ansatz verfolgten, in anderen Fällen auf die Individualität des Sehens verwiesen und sich damit jeder Einordnung entzogen.

Drei Arbeiten griffen ein Thema auf, das in der Geschichte des Fliegens von zentraler Bedeutung war: Leichter als Luft – schwerer als Luft. Leichter als Luft waren Montgolfieren und Zeppeline, schwerer als Luft konnten die Flugzeuge mit der Entwicklung von Antriebsaggregaten werden, deren Stärke ausreichte, die Erdanziehung zu überwinden. So führte die Skulptur von Markus Stangl eine Dimension vor, die im Zeitalter des Flugzeugs als Massentransportmittel kaum mehr gegenwärtig ist: Zwischen dem Verkehrsflugzeug *Douglas DC-3* und dem Kampfflugzeug *Halberstadt CL IV*



Sabrina Hohmann: „Unter uns“ – oder die Abnutzung des Erinnerungsvermögens.

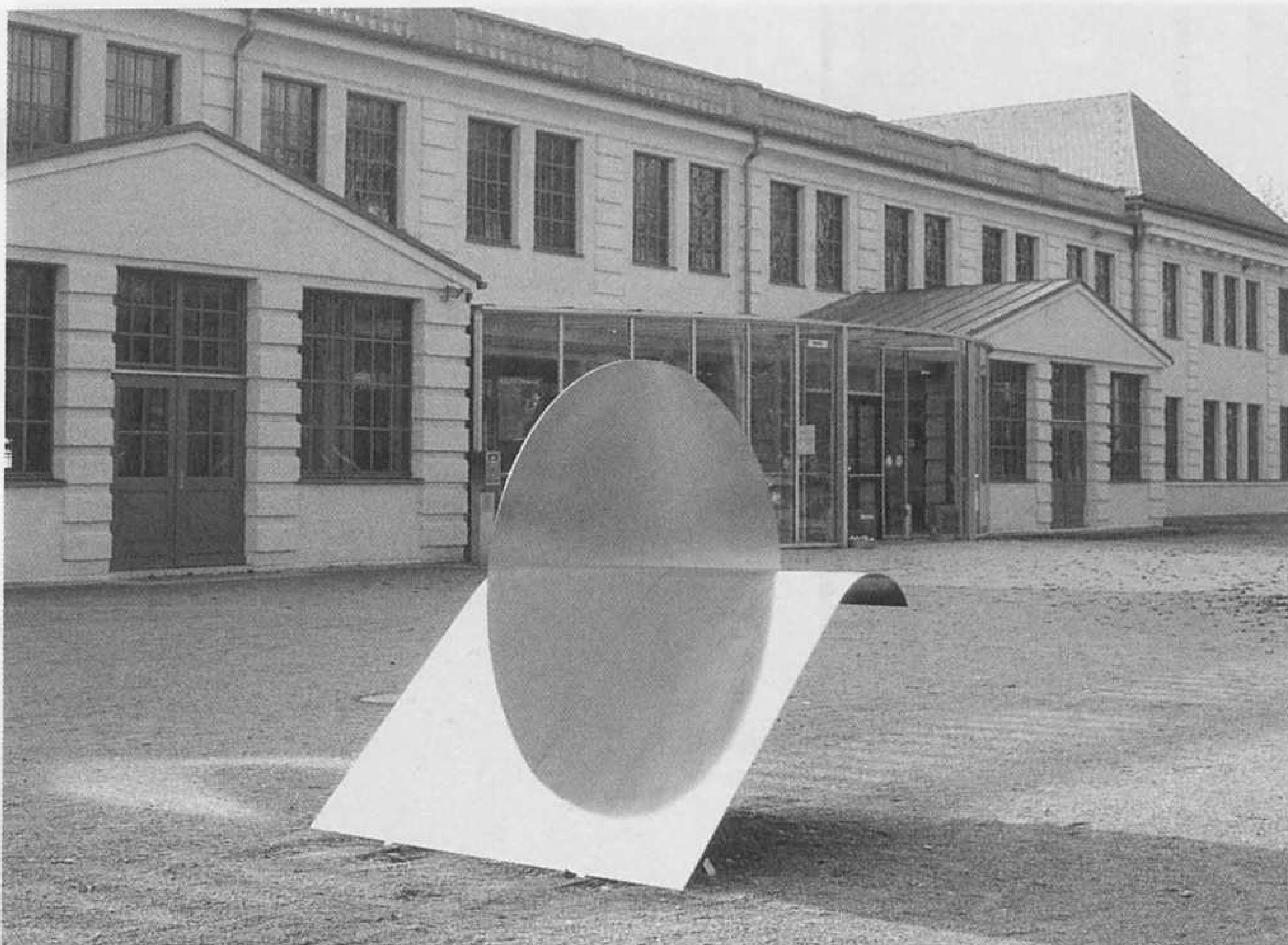


ruhte auf filigraner Eisenstruktur ein 1,3 Tonnen schwerer Block aus Granit. Fliegen ist selbstverständlich geworden – kaum ein Fluggast denkt noch daran, daß sich mit ihm einige 100 Tonnen in die Luft erheben.

Ulrike Ostermayer faßte mit zwei kantigen Eisenformen einen großen Federball ein (Seite 22/23). Auf der einen Seite nur auf einer Ecke der massigen Eisenform aufliegend, auf der anderen Seite vom Gewicht des Eisens fast „erschlagen“, schien der Federball in der Mitte den einwirkenden, mächtigen Kräften – mit Leichtigkeit – standzuhalten. Die Arbeit suggerierte ein Gleichgewicht zwischen leichten Federn und schwerem Metall, die hier eine ungewohnte Verbindung eingingen.

Neben der *Lockheed T-33* hatte Petia Knebel zwei kantige Betonklötze platziert, die mit ihrer Trapezform und der Gliederung in Segmente auf die Bedeutung „Flügel“ hinwiesen. Jede Andeutung, wie sich die überschwere Flügelmasse in die Luft erheben könnte, unterblieb. Doch indem der eine Flügel auf einer Paraffin-Schicht ruhte, das schwere Material auf dem weichen, wurde das Zusammentreffen scheinbar gegensätzlicher Prinzipien deutlich: hart-weich, leicht-schwer.

Drei weitere Arbeiten hatten das Verhältnis von Natur und Technik zum Thema künstlerischen Gestaltens gewählt. Die als Teil einer Zylinderfläche angelegte komplexe Lichtskulptur, die



Thomas Kroiher: Ohne Titel, 1993. Polierter Edelstahl, 150 x 150 x 150 cm.

Claudia von Funcke aus Eisen und verschmolzenen Flaschenscherben zusammengefügt hatte, löste zugleich Assoziationen an eine Radarantenne und an ein Insektenauge aus. Die Glasbausteine ahmten die Rezeptoren der Insektenaugen nach, die mit ihrer Empfindlichkeit für unterschiedliche Strahlungsintensitäten und Polarisierungsgrade die Himmelssphäre einzuteilen vermögen; die glasgefüllte Eisenstruktur beschrieb den parabolförmigen Reflektor: beides Systeme der Orientie-

rung im Raum, die sich hier wechselseitig ergänzten und gegenseitig durchdrangen.

Christine Zoche bildete in Siebdruck „12 ♀ und 12 ♂ Flugmaschinen“ auf den Fenstern der neuen Ausstellungshalle ab: das Körpergefüge von Libellen, die so als Objekte höchster organischer Präzision vorgeführt wurden. Der Gedanke an Otto Lilienthal lag nahe, der jahrelang Studien in der Natur angestellt hatte, um die Grundlagen des Vogelflugs, eines perfekt funktionierenden organischen Systems, auf einen technischen Apparat zu übertragen. Christine Zoches zweite Arbeit „Netzlandschaften“, ebenfalls in Siebdruck auf die Fenster aufgetragen, zeigte die perfekten Konstruktionsprinzipien der Natur am Detail von Insektenflügeln. Ein Adernetz harter Rippen stabilisiert die dünne Flügelhaut, bei der der Materialaufwand auf ein Minimum reduziert ist. Bestechend klar zeigt sich hier das „Prinzip Leichtbau“, das Bioniker gerade im Flugzeugbau nachzuahmen versuchten und das unter anderen Frei Otto, der Mentor des Olympia-Zeltdachs in München, wissenschaftlich entschlüsselt hat.

Regina Klinger und Tanja Römer machten die Natur zur Komplizin der Kunst. „Vogel-ansitz I“ und „Vogel-ansitz II“ nannte Regina Klinger ihre fast archaisch anmutenden Stelen aus Granit und Holz, die sie im Freigelän-



Claudia v. Funcke: „Ommatidien“, 1993. Eisen, Flaschenscherben, 202,5 x 300 cm.





Fotos: Boerboom/Vogt (l.); Kraft/Petz (r.o.); Anabas-Verlag (r.u.)



de der Flugwerft Schleißheim errichtete. Erst wenn die astähnlichen Querelemente an den Spitzen den begabtesten aller Flieger anlockten, wenn sich Vögel auf ihnen niederließen, seien die Skulpturen, so die Künstlerin, vollkommen. Tanja Römer hingegen suchte weniger das Urteil der Natur über die Skulptur, sondern sie ließ sich auf das Spiel mit ihren Kräften ein. Ihre ebenfalls auf der Freifläche installierten drei Windobjekte, bunte Nylonformen an Fahnenmasten, deuteten an, daß sich die Fliegerei bis heute nicht von Witterungseinflüssen unabhängig machen konnte; doch wenn ein Wechsel der Windrichtung das Wort WIND (fast) spiegelbildlich zu MIND werden ließ – und umgekehrt –, dann bedurfte es schon angestregten Bemühens, eine existenzielle Gefährdung hinter dem Wortspiel zu vermuten.

Die Selbstverständlichkeit des Fliegens läßt häufig den jahrtausendlang unerfüllten Wunsch vergessen, fliegen zu können. Fliegen war ein Mythos und verweist in den Mythos zurück. Einer der ältesten Mythen ist die Sage von Dädalos und Ikaros. Dädalos hatte für sich und seinen Sohn Ikaros aus Federn und Wachs Flügel gebaut, um der Gefangenschaft auf Kreta zu entinnen. Doch Ikaros war zu ungestüm in der neu gewonnenen Freiheit, flog trotz aller Warnungen des Vaters zu nahe an die Sonne heran, so daß das Wachs schmolz, das die Federn zusammenhielt, und Ikaros ins Meer stürzte. Mit einem hochschnellenden, sich nach oben zusehends verjüngenden Stahlbogen hatte Robert Condin vor der Eingangshalle der alten Werft den Mythos aufgegriffen. Die Dynamik des auffahrenden Bogens ließ die umgekehrte Bewegung des Stürzens vergessen. Oder bekundet sich in Steigen und Sturz ein dialektisches Verhältnis, das zeitlos ist und durch den Sturz eines einzelnen Individuums niemals zu einem Ende gebracht ist? Jedenfalls konnte auch der Titel der Arbeit „Dann begrub Dädalos seinen Sohn in



Verena Kraft, Kurt Petz: Guernica. Bilder von heute mit dem bleichen Schatten von damals.

den Sand“ die enorme Schubkraft nicht umkehren, die geradewegs nach oben strebt.

Fliegen ist das Gleichgewicht zwischen Fallen und Steigen, ein stabiler, fast statisch erscheinender Zustand, ermöglicht durch die Kenntnisse der Dynamik und durch den Einsatz von Energie. Das Wechselspiel von (scheinbarer) Statik und Dynamik hatte sich Thomas Kroiher zum künstlerischen Vorwurf gemacht. Eine Quadratfläche aus poliertem Edelstahl erhob sich in einem Winkel von 45 Grad über dem Boden. Das abgeogene Ende der Quadratfläche traf auf einen Kreis. Beide Formen gingen ineinander über und bildeten, getragen von nur drei Punkten, so etwas wie ein Gleichgewicht im Raum.

Fast als Ergänzung zum Gleichgewicht in Raum und Zeit mag ihre Berechenbarkeit erscheinen, ohne die sich Ikaros' Schicksal vieltausendfach vervielfältigt hätte – geschweige denn jemals eine Mondlandung möglich gewesen wäre. Fernab aller Blochschen

„Hoffnung auf das zukünftig Mögliche“ zeichnet sich das berechenbare Ereignis durch seine präzisierbare Eintrittswahrscheinlichkeit aus, die durch unumkehrbare Naturgesetze vorgegeben ist. Solche Überlegungen bestimmten die Arbeit von Angelika Böck: Sie hatte die verzerrte Silhouette des Senkrechtstarters VAK-191 an die südliche Fensterfront der neuen Ausstellungshalle projiziert, und ihren Berechnungen zufolge sollte sich genau am 31. Januar 1994, 12 Uhr, der Schatten des ausgestellten Senkrechtstarters mit der Projektion decken. Es tut hier nichts zur Sache, ob die Prognose richtig war – schon eine Verschiebung der VAK-191 um wenige Millimeter mußte sie verfälschen. Der mit künstlerischen Mitteln vorgetragene Hinweis bleibt dennoch richtig, daß selten eindringlicher als beim Fliegen deutlich wird, wie sehr eigenbestimmtes Handeln hinter die Kausalität von Geschehensabläufen zurücktritt.

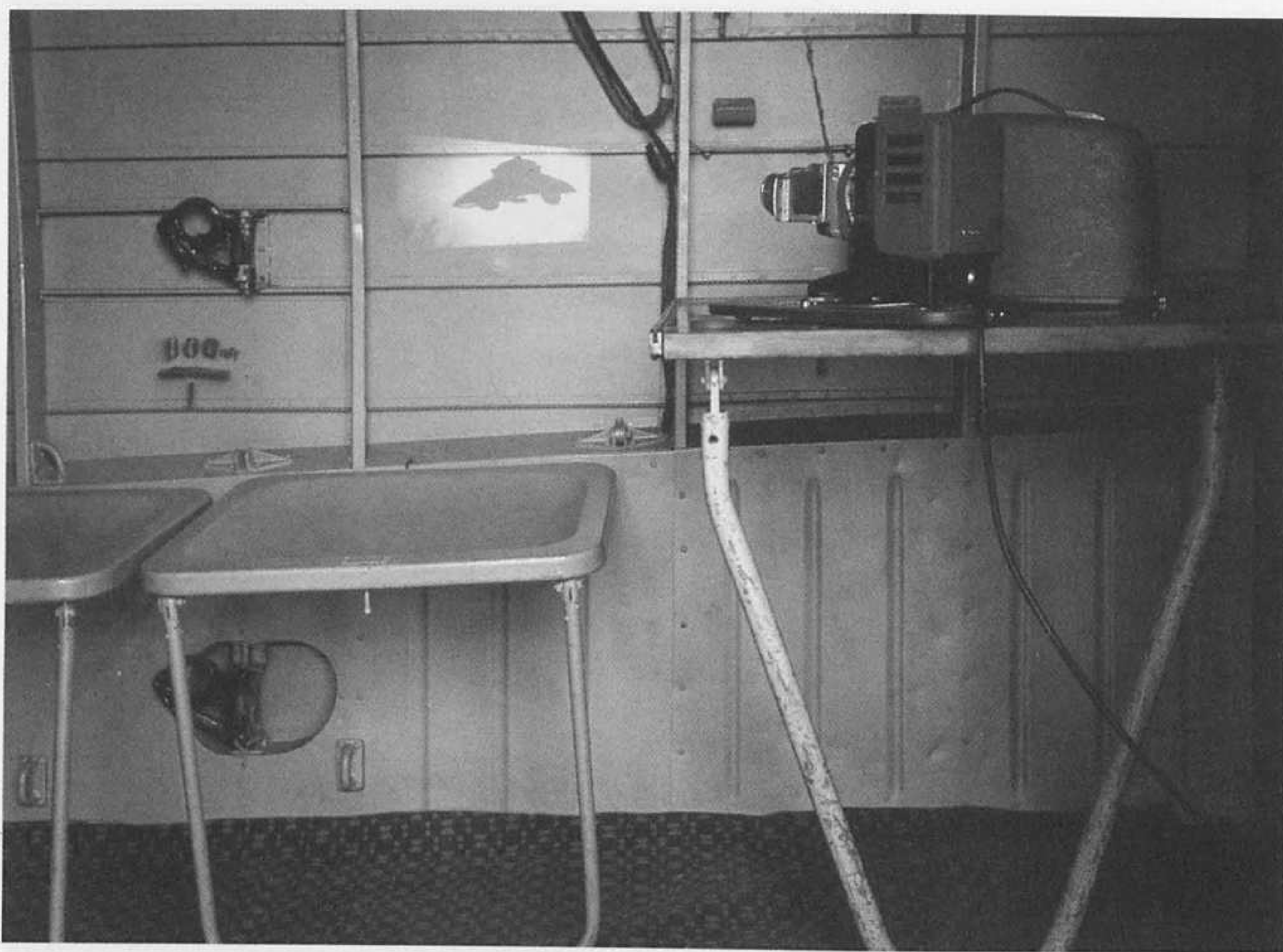
Was aber, wenn sich Rechenfehler eingeschlichen haben? Aus geschwärzten, groben Baumstammsegmenten und einer sie teilenden Paraffinader bestand die Arbeit von Wolfgang Weileder, der seine Bodenskulptur in spannungsreiche Nähe zum indischen Kampfflugzeug *Marut* rückte. Das Paraffinband mochte an einen Kondensstreifen erinnern, doch ebenso an ein Dunkles – in der Schwärze Unvorhersehbares – durchzuckenden

Boerbaum/Vogt:  
Ohne Titel.  
Exponat in der  
Ausstellung  
„anvisiert“.

Katalog-Titel-  
bild der Ausstel-  
lung „anvisiert“.







Robert Paulus: UFOs. Eine Installation zum Beweis des Unmöglichen.

Blitz. Das Holz-durchbrennende Paraffinfeld ließ „Aggression“, „Bedrohung“, „Tod“ assoziieren. Ist ein Krieg, sind die Zerstörungen durch ein Kampfflugzeug und ihre Folgen berechenbar?

Bei seiner zweiten Skulptur hatte Weileder aus einer Unmenge kleiner Flugzeuge aus Terracotta einen Einbaum geformt. Der ausgehöhlte Baumstamm ist die archaische Form eines Wasserfahrzeugs. Indem Flugzeuge als Konstruktionsmaterial verwendet wurden, wurde die moderne technische Entwicklung auf archaische Wünsche und Triebe zurückgeführt und aus ihnen hergeleitet. Auch wenn sich die Frühzeit des Menschen im Dunkeln verliert: Dädalos und Ikaros sind stets mehr als ein Mythos gewesen und haben im Laufe der Zeit nur die Gestalt gewechselt.

Wo Weileder die Bewertung der technischen Evolution offenließ, übte Quirin Bäumler Kritik. Er spiegelte „die Silhouetten zweier Düsenjäger über dem Horizont vom Himmel auf die Erde“. Mit Steinkohle markierte er die perspektivisch verzerrten Umrisse zweier sich jagender *F-4 Phantom* auf dem Freigelände. Die Steinkohle stand für die aus der Erde hervorgeholte Energie, ohne die Flugzeuge sich nicht in die Luft erheben können, und deren Gebrauch – wie die Steinkohle das Wachstum der Graspflanzen auf dem Freigelände erstickte – mit weit-

reichenden Beeinträchtigungen fast aller natürlichen Lebensgrundlagen verbunden ist. Bäumlers Kunstgriff: Blickte man vom Turm der Alten Werft auf die „Schatten“, erschienen die Silhouetten perspektivisch richtig, die tatsächliche Verzerrung wurde nicht wahrgenommen. „Richtig“ oder „unrichtig“ bemißt sich nach dem Standort des Beobachters, und oft ist es die Sicht „von oben“, für die sich Unstimmiges zu einem stimmigen Bild verdichtet.

Wie die Ausstellung „Kunstflug“ war auch die Foto-Präsentation „anvisiert“ eine Gruppenausstellung in Zusammenarbeit mit der Akademie der Bildenden Künste München. Fotografie ist bis jetzt noch kein festinstalliertes Fach an der Akademie. Da sie sich längst von ihrer klassischen Form des Ablichtens eines Motivs auf eine zweidimensionale Fläche emanzipiert hat, berührt sie auch andere Disziplinen, die sich ihrerseits der Fotografie bedienen, so daß eine Abgrenzung oft nicht mehr möglich ist. So bestand die Ausstellung neben Papierfotos auch aus Tafelbildern, dreidimensionalen Objekten und Installationen – insgesamt waren 20 Arbeiten zu sehen.

Dieter Rehm, Leiter der Studienwerkstatt der Akademie und zuständig für die Ausstellungskonzeption, ließ seinen Studenten bei der Auseinandersetzung mit dem Thema Luftfahrt und bei der Plazierung der Arbeiten im Kontext der Luftfahrtausstellung weit-

gehende Freiheiten. Gleich in der Eingangshalle wurde der Besucher darauf aufmerksam gemacht, daß Luftfahrt ein Bereich ist, der strengen Sicherheitskontrollen unterworfen ist: Die Aufnahme einer Leibesvisitation, die von Ranner/Rogg am Münchner Flughafen gestellt wurde, ragte unübersehbar über die Kasse empor und suggerierte, daß jedem Fremden mit Mißtrauen begegnet wird.

Doch nicht nur die Sicherheit des Flugbetriebs ist gefährdet, immer wieder waren die Flugzeuge selbst ein Synonym für Gefahr. Gleich hinter dem Foyer, in der Alten Werfthalle, hatten die international bekannten Performance-Künstler Verena Kraft und Kurt Petz ihre Arbeit „Guernica“ auf dem Tragflügel des Bombers *He 111* befestigt. Es waren Bilder der idyllischen Landschaft an der Peripherie Guernicas, aufgenommen bei ähnlicher Wetterlage wie am 26. April 1937, als Luftangriffe der auf Francos Seite kämpfenden „Legion Condor“ den Ort dem Erdboden gleichmachten. Doch die Idylle ist brüchig: Mit einer speziellen Technik hatten die Künstler die Silhouetten der Jagd- und Bomberflugzeuge *Me 109*, *Ju 52*, *He 51* und *He 111* in die Farbbilder hineingebleicht – Symbol zugleich des kollektiven Vergessens und der nicht verblassenden Schatten der Vergangenheit.

Walter Schreiner wies mit seiner Installation ebenfalls auf das Zerstörungspotential von Flugzeugen hin. Auf einem Wäschetrockner hingen T-Shirts und andere Kleidungsstücke, auf die Bilder der von Luftfahrt-Fans geschätzten Kampfflugzeuge und von jüngsten Lufteinsätzen in Kriegsgebieten aufgedruckt waren. Die Installation, eingepaßt in den Winkel zwischen Flügel und Rumpf des Militärflugzeugs *FIAT G 91*, nahm zynisch als Tatsache, wie selbstverständlich die Ausstattung unseres Alltags mit Schreckensbildern geworden ist. Inwieweit dabei Technik-Museen eine Rolle spielen, wurde von Michael Schultzes Video-Präsentation kritisch reflektiert. Er konfrontierte mit der These, daß eine Luftfahrtausstellung im Museum nur noch die „glänzenden Leiber der Flugapparate“ zur „Fetischisierung“ freigibt und Geschichte „als eine endlose Reihe von Erfolgen technologischer Entwicklung darstellt“.



Neben solch kritischen Arbeiten, kritisch auch gegenüber dem Selbstverständnis eines Technik-Museums, hatten andere Fotografen einen unbeschwerteren Zugang zum Thema gefunden. Auf dem „Blauen Drachen“ von Mia-an Wu erschien die immer gleiche, aus Papierstreifen geformte Weltkugel, die der Künstler auf mehreren Planfilmstücken fotografiert und zum Drachen zusammengeknüpft hatte. Robert Paulus installierte Dia-Projektionen von Ufos in der – damit den Außerirdischen etwas näher – *Antonov An-2*. Wolfgang Weileder fotografierte in Hellabrunn Pinguine, flugunfähige Vögel, die von flugfähigen Papierfliegern belagert wurden. Boerbaum/Vogt unterliefen mit ihrem zweieinhalb Meter großen Tafelbild eines Kopfstandes unser Verständnis von unten und oben, das durch die Schwerkraft definiert ist, und erweckten den Eindruck einer im Raum schwebenden Figur. Johannes Muggenthaler setzte vor dem Hintergrund einer Raketenstufe die ersten Schritte eines Astronauten auf dem Mond in originelle Beziehung zu denen eines kleinen Kindes auf der Erde.

Dieter Rehm hatte eine Reihe überregional bekannter Künstler eingeladen, sich mit einer vorhandenen Arbeit an der Ausstellung zu beteiligen: Neben Johannes Muggenthaler waren dies

Flatz, F. C. Gundlach, Verena Kraft/Kurt Petz, Bernhard Prinz und Matthias Wähner. So wurde der Dialog zwischen jungen Fotografen und Öffentlichkeit durch den zwischen jungen und erfahrenen Künstlern ergänzt und bereichert.

Bernhard Prinz brachte die moderne, weibliche Variante des sagenhaften Ikaros-Absturzes ins Bild. Für den Hamburger Modefotografen F. C. Gundlach wurde in „Deborah auf der Düse“ das Fluggerät zum modischen Accessoir; und hoch über den Dächern von New York stellte sich der distanzierte und distinguierte Künstler Matthias Wähner mit dem vor übernatürlicher Kraft strotzenden „Superman“ auf eine Stufe – ohne den kulturellen Bruch aufzulösen. Der Dokumentar-Künstler Flatz zeigte eine Arbeit von 1988: „Barbies Satisfactorily Born – Fat Man/Little Boy“ – ein verniedlichender Titel, der sich durch den Hinweis erschließt, daß die abgebildeten Atombomben „Fat Man“ und „Little Boy“ jene waren, die 1945 Hiroshima und Nagasaki auslöschten. Dieter Rehm selbst zeigte ein Kind, dem Skepsis und Kritik gegenüber Kriegsgerät unbekannt sind: Batman und Pistole gleichermaßen gehören zu seinem selbstverständlichen Spielzeug-Repertoire im Kinder-Alltag.



F.C.Gundlach: „Deborah auf der Düse.“  
Das Model als Accessoir des Jet-Sets.

Das durch verschiedene Ausstellungen eingeleitete Unterfangen, die Flugwerft Schleißheim auch als einen Ort künstlerischer Auseinandersetzung zu verstehen, brachte Wieland Schmied auf die Formel: „Ein gewaltiges, ja ungeheures Thema ist hier ‚anvisiert‘. Indem die Künstler sich in den Raum der Technik begeben, antworten sie auf die Herausforderungen und Bedrohungen unserer Epoche in der ihnen eigenen Weise – in der Sprache der Bilder.“ □

## AUSSTELLUNGS-KATALOGE

Akademie der Bildenden Künste München, Deutsches Museum München (Hrsg.): Kunstflug. München 1993.

Studienwerkstatt Fotografie der Akademie der Bildenden Künste München, Deutsches Museum München (Hrsg.): anvisiert – Fotografie in der Flugwerft Schleißheim. München 1994.

Deutsches Museum (Hrsg.): Flugwerft Schleißheim. Museum für Luft und Raumfahrt. München 1994.

## DIE AUTORIN

*Andrea Lucas*, geboren 1960, M. A., studierte Germanistik und Kunstgeschichte. Anlässlich der Eröffnung der Flugwerft Schleißheim im September 1992 betreute sie die Präsentationen Bildender Künstler. Heute ist Andrea Lucas Mitarbeiterin am Forschungsinstitut des Deutschen Museums.



Matthias Wähner, aus: „Mann ohne Eigenschaften“ („Man without qualities“).







# HISTORISCHE FURCHEN DES EISENPFLUGS

## Die Prägung der mitteleuropäischen Landschaft in der frühen Eisenzeit

VON HANSJÖRG KÜSTER

Im 8. Jahrhundert vor Christus begann mit einer Reihe technischer Innovationen ein neues Zeitalter in Mitteleuropa. Eisen wurde als Rohstoff entdeckt, es begannen Eisenerzbergbau und Eisenverhüttung. Mit verbesserten Ackerbaugeräten wurde es möglich, neue Böden in das zu beackernde Areal aufzunehmen. Was damals an technischer Innovation geschah, läßt sich bis heute in den Landschaften lesen, läßt Kulturlandschaften besser verstehen.

Das neue Zeitalter, in dem sich in Mitteleuropa die Eisentechnologie verbreitete, umfaßt nicht nur die Periode, die die Archäologen Eisenzeit nennen. Nicht nur in vorrömischer, sondern auch noch in nachrömischer, in historischer Zeit bestimmte die Eisenverarbeitung mit allen ihren Folgen das Leben der ländlichen Bevölkerung in Mitteleuropa: Menschen, die als Kelten in die Geschichtsschreibung eingingen; Völker, die als Germanen aus dem Dunkel der Vorgeschichte emportauchten und mit denen sich die Römer vor allem in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten auseinandersetzten; Bauern, die im Fränkischen, später im Deutschen Reich lebten.

Die historischen Umwälzungen bis zum hohen Mittelalter hinterließen ihre Spuren in der Kulturlandschaft, aber für die ländliche Bevölkerung änderte sich nicht viel, bis das Christentum und das städtische Siedelwesen im Mittelalter endgültig Einzug in Mitteleuropa hielten.

Es ist schwer zu sagen, zu welcher Zeit sich agrarische Innovationen, die auf die Entwicklung von Eisengeräten folgten, ausbreiteten, ob in vor- oder nachrömischer Zeit. Die Forschung konnte noch nicht stichhaltig nachweisen, welche damit zusammenhängenden Landschaftsveränderungen vor, welche nach der Zeitenwende einsetzten. Sie hat sich auf Hypothesen festgelegt, die nicht unbedingt zwingend sind. Für die Entwicklung der mitteleuropäischen Agrarlandschaften ging ein nachhaltiger Impuls von der Eisenverwendung aus, der bis zum Hochmittelalter wirkte.

Bis zum Mittelalter hatten agrarisch wirtschaftende Menschen fast allein Einfluß auf die Landschaftsgestaltung; danach bestimmte eine urban orientierte Bevölkerung über Land und Leute – dies ist, sieht man von der Phase der römischen Unterwerfung einiger Teile Mitteleuropas ab, der nächste

epochemachende Einschnitt für die Landschaftsgeschichte nach der Erfindung eiserner Geräte. Die römische Okkupation „platzte“ in eine Phase hinein, in der noch nicht alle Auswirkungen der Entwicklung eiserner Geräte voll „gegriffen“ hatten.

Am Anfang der Eisenzeit stand die Entdeckung des Eisens als Rohstoff, eines harten Metalls, das sich in aufbereitetem und erhitztem Zustand gut bearbeiten, formen und schmieden ließ, auch zu feinen, scharfen und stabilen Teilen von Werkzeugen. Das Schwermetall Eisen kommt in Silikatgesteinen vor, also im Urgestein, in Granit und Gneis.

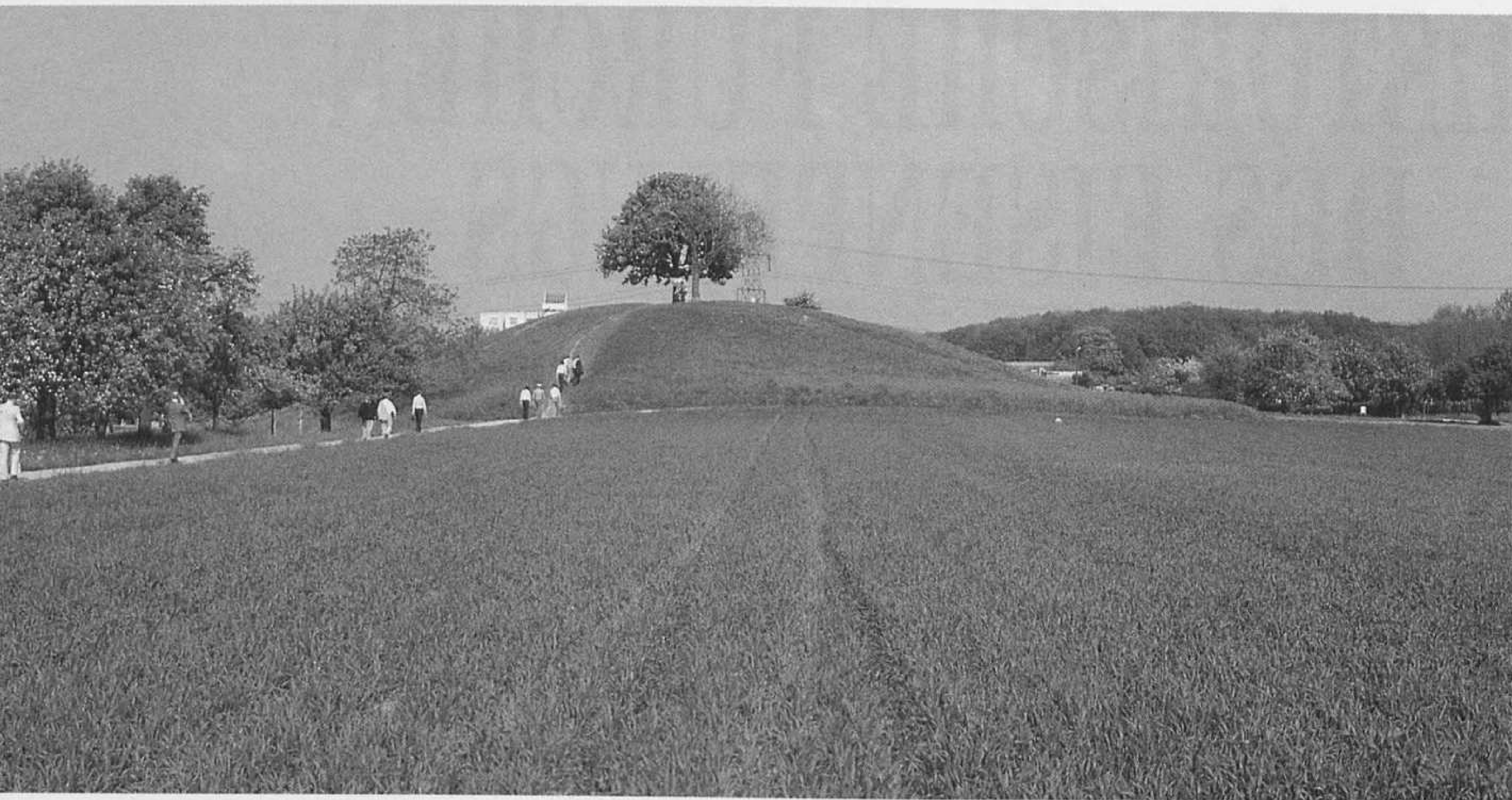
Aus diesen Gesteinen wurde in der Eisenzeit noch kein Eisen gewonnen. Viel Eisen ist in Eisenverbindungen wie Hämatit, Brauneisenstein und Pyrit enthalten. Eisenhaltige Mineralien gibt es auch in Sedimentgesteinen. Im Jurakalk sind Fossilien zu Pyritkör-

Der Eisenpflug führte zur Anlage von langen, streifenförmigen Äckern, weil auf ihnen der Pflug, und mit ihm das schwerfällige Ochsespann, seltener gewendet werden mußte.

Die Scholle wurde zur Ackermitte hin gebrochen. So entstanden Wölbäcker, wie sie bis heute – hier nördlich von München – zu sehen sind.







Keltische Fürstengräber – hier das rekonstruierte „Klein-Aspergle“ in Württemberg – markieren die Handelsstraßen, die in der frühen Eisenzeit Bedeutung hatten.

pern versteinert, aus denen sich Eisen gewinnen läßt. Und es gibt Böden, in denen sich Eisen anreichert.

Die Menschen der Eisenzeit entdeckten vor allem in den östlichen Zentralalpen reiche Eisenerzvorkommen. Dort traten die Erzadern dicht an die Erdoberfläche heran, weil während der tertiären Alpenfaltung die Urgesteinschichten weit in die Höhe gehoben worden waren, später von Wind, Wetter und den eiszeitlichen Gletschern zerklüftet wurden. Für Menschen war dort leicht erkennbar, wo es sich lohnte – zuerst in seichten Gruben, später in bergmännisch vorgetriebenen Stollen – nach Eisenerz zu schürfen.

Eisenerz konnte für die Werkzeugherstellung aber noch nicht verwendet werden. Es mußte zunächst verhüttet, also in einem Umwandlungsprozeß in schmiedbares Material überführt werden. Dazu waren hohe Temperaturen erforderlich, die man durch die Verbrennung von Holzkohle erzeugte. Da man zur Verhüttung mehr Holzkohle als Roheisen benötigte, führte man sie in den waldreichen Gegenden durch, in denen aus Holz die Holzkohle hergestellt wurde. Es war leichter, das Eisen dorthin zu bringen, als Unmassen von Holz oder Holzkohle in die Nähe der Eisenerzvorkommen zu transportieren.

Eisen oder Stahl brachte den Menschen viele bahnbrechende Neuerungen. Sieht man von der Vielfalt der Waffen ab, die nun geschmiedet wur-

den: Die Kelten bauten stabile und schwere Pflüge mit Pflugscharen, die den Berichten römischer Schriftsteller zufolge nicht nur den Boden aufrissen, sondern die Scholle wendeten. Dieses Gerät ermöglichte eine sehr viel intensivere Bodenbearbeitung und machte den Kampf gegen das „Unkraut“ auf den Äckern erfolgreicher.

Sobald eiserne Pflugscharen bekannt waren, konnte die Scholle immer nur in eine Richtung gewendet werden, nicht mal nach links, mal nach rechts, wie bei einem modernen Wendepflug. Als erste wurde die mittlere Pflugfurche ins Feld gezogen. Es folgten die benachbarte Furche, dann nach und nach alle anderen, wobei es darauf ankam, die Scholle immer zur Mitte des Ackerbeetes hin zu wenden.

### EISEN HAT MEHR ALS DIE PFLÜGETECHNIK IN EUROPA VERÄNDERT

Wurde immer wieder in dieser Weise gepflügt, warf sich die Mitte des Ackerbeetes auf, zu den Rändern senkte sich das Niveau der Langstreifenäcker leicht ab. So entstand der für die historische Kulturlandschaft so charakteristische Wölb- oder Hochacker.

Als Folge der Einführung von Eisen wandelten sich nicht nur die Techniken der Bodenbearbeitung, sondern auch die der Ernte. Die Sicheln wurden schärfer und stabiler. Als neuartiges Erntegerät kam die Sense zum Einsatz.

Während man mit der Sichel die Getreidehalme in jeder beliebigen Höhe schneiden konnte – entweder direkt unterhalb der Ähre oder aber tiefer –, wurden bei der Sensenernte die Halme immer in der Nähe der Halmbasis geschnitten.

Für die Viehhaltung brachte die Verwendung von eisernen Gegenständen ebenfalls zahlreiche Fortschritte. Viele Teile des Zaumzeuges für die Pferde wurden aus Eisen hergestellt. Deutlich wird daran die enorme Wertschätzung dieser Tiere; es mußte den Pferdehaltern entscheidend darauf ankommen, gute Weidegründe in der Nähe ihrer Ansiedlungen zu haben.

Mit eisernen Scheren ließ sich die Wolle der Schafe schneiden, mit eisernen Messern konnten die Felle besser bearbeitet werden. Die Wollproduktion gewann in der Eisenzeit erheblich an Bedeutung; eine Spezialität der Kelten waren kunstvoll gewebte Textilien, die am ehesten als wirtschaftlich interessantes Handelsgut gelten konnten, das die Bewohner der Landschaften nördlich der Alpen gegen mediterranes Luxusgut eintauschten.

Man hielt daher in immer mehr Landschaften Schafe, deren Wolle langfaserig war und daher gut verarbeitet werden konnte. Wolle und pflanzliche Fasern wurden gefärbt. Dafür mußten Färbepflanzen angebaut werden, zum Beispiel der Färberwaid, eine Pflanze, die in keltischer Zeit aus dem kontinentalen Osteuropa nach Mittel-



europa gebracht und dort angebaut wurde, wohl vor allem dort, wo auch viel Wolle anfiel, die es zu färben galt: zuerst auf der Schwäbischen Alb, später auch in den Marschgebieten an der Nordseeküste.

Färberwaid liefert Indigo, den begehrten blauen Farbstoff – aber erst dann, wenn seine Blätter einer komplizierten Aufbereitung unterzogen worden sind. Die Blätter müssen zuerst vergoren werden und danach an die Luft kommen, wobei sie sich verfärben. Ohne einen Gärungsprozeß ist Indigo farblos.

Bei der Fleisch- und Milchproduktion wirkte sich nicht allein die Verwendung eiserner Geräte günstig aus, sondern auch der Gebrauch von Salz. Dieses wurde bereits seit der Bronzezeit in großem Maßstab gewonnen, unter anderem in Halle an der Saale und im salzburgischen Hallstatt; in den Stollen von Hallstatt gelangen bei Ausgrabungen im 19. Jahrhundert derart spektakuläre eisenzeitliche Funde, daß die gesamte erste Phase der keltischen Eisenzeit „Hallstattzeit“ bzw. „Hallstattkultur“ genannt wurde.

Das Salz konnte im Stollen mit eisernen Geräten gewonnen werden. Für den „Verbraucher“ der Eisenzeit war Salz sehr wichtig, denn damit konnte er Fleisch und Milchprodukte konservieren. Der Viehhalter, der Salz besaß, konnte Fleisch nicht nur beim Schlachtfest nutzen, sondern noch Wochen und Monate später. Butter – einer

römischen Ansicht zufolge „Spezialität der Barbaren“, die es im Land des Olivenöls als fetthaltige Nahrungsquelle nicht gab – konnte unter Zusatz von Salz haltbarer gemacht werden. Noch haltbarer war der Käse, der ebenso gesalzen werden mußte wie der Brei aus Getreideprodukten und Milch.

Es entstanden wirtschaftliche Abhängigkeiten zwischen einzelnen Regionen, von denen die einen Rohstoffe wie Eisen und Salz besaßen, die anderen nicht, sie aber ebenso brauchten, nachdem sich die neuen Rohstoffe bewährt hatten. In diesen Regionen spezialisierte man sich auf die Produktion von Fleisch, Käse, Wolle, Textilien und Stoffen, die man vielleicht auch den Bergleuten zur Verfügung stellen konnte, die kräftige Nahrung und warme Kleidung benötigten. Die wirtschaftlichen Beziehungen, die sich entwickelten, waren auf gute Transportwege, auch auf Fernstraßen angewiesen.

Die Alpenpässe wurden genutzt, um Wein und andere Luxusgüter nach Norden zu bringen, Felle und vielleicht Wolle oder Textilien nach Süden. Die Wege nordwärts der Alpen lassen sich durch die Kartierung eisenzeitlicher Grabhügel rekonstruieren, die oft wie Perlen an einer Schnur aneinandergereiht liegen. Daher ist die Folgerung erlaubt, in ihrer Nähe den Verlauf einer Straße zu vermuten: Die „Kette“ eisenzeitlicher Grabhügel zwischen Murnau und Starnberg in Oberbayern be-

findet sich dort, wo auch in der Römerzeit und im Mittelalter ein bedeutender Handelsweg verlief.

Es gab in der Eisenzeit Produkte, mit deren Handel einzelne Menschen Wohlstand oder Reichtum erlangen konnten. Wer Eisen, Salz und Wein erwerben wollte, mußte anderes Gut dagegen einsetzen. Agrarisch orientierte Menschen konnten, wollten sie zu Reichtum kommen, nur die Viehhaltung intensivieren. So wurden überall die Weidegebiete ausgedehnt, ferner ließ man das Vieh in den Niederungen weiden, wobei aber weniger Siedlungen in hochwassergefährdeter Lage als in der Zeit der Urnenfelder- und Lausitzer Kultur entstanden. Die Siedlungen der Viehbauern lagen am Rand der Weidegründe, zum Beispiel an der Kante des breiten Urstromtals der Elbe bei Hamburg.

## EISEN, WEIN UND VASEN FÜR DIE FÜRSTEN

Vielleicht gelangten durch erfolgreiche Viehzucht diejenigen Menschen in Mitteleuropa zu Wohlstand, die man die „Fürsten“ der Kelten nennt. Solche „Fürsten“ saßen auf dem Asperg, dem isolierten Hügel inmitten des fruchtbaren Neckarlandes; mediterrane Despoten hätten in entsprechender geographischer Lage sicher eine Akropolis gebaut. Der „Fürst“ der Heuneburg blickte von den Albhöhen auf eine weite Niedermoorlandschaft hinab. Sein

Die sieben Kilometer lange Mauer des keltischen Oppidums von Manching ist auch heute noch als Wall zu erkennen.







Ein ausgegrabener Bohlenweg in Holland, eine Handelsstraße der frühen Eisenzeit.

Reichtum versetzte ihn in die Lage, Wein und Vasen aus dem Mittelmeergebiet zu erwerben. Die mediterrane Hochkultur imponierte ihm derart, daß auch er für seine Burg eine mediterrane Trockenmörtelmauer brauchte, die für die mitteleuropäischen Klimaverhältnisse allerdings ungeeignet war. Reich waren auch die „Keltenfürsten“, die sich in riesigen Grabhügeln beisetzen ließen, die heute noch in der Kulturlandschaft deutlich zu erkennen sind.

Die Eisenzeit ließ Ackerbau und Viehzucht in den zum Teil schon lange besiedelten Landschaften Mitteleuropas florieren. Die Bevölkerung wuchs, der neue Rohstoff Eisen ermöglichte es den Menschen, auch dort Äcker und Siedlungen anzulegen, wo der Boden mit scharfkantigen Steinen durchsetzt war: in Gegenden auf silikathaltigem Sandstein und Urgestein. Der Kolonisierungsprozeß dieser Landschaften zog sich von der vorrömischen Eisenzeit bis zum hohen Mittelalter hin, mit dem Resultat, daß ein Mittelgebirge nach dem anderen von Ackerbauern besiedelt wurde. Bei einigen Mittelgebirgslandschaften kennt man die Besiedlungsgeschichte besser, bei anderen weniger gut.

Schon in vorrömischer Zeit wurden die Silikatböden im Hunsrück und in der Eifel beackert, vielleicht auch Teile von Harz und Erzgebirge, während Schwarzwald und Böhmerwald sicher

erst im Mittelalter aufgesiedelt wurden. Immer ungünstigere, unfruchtbarere Böden wurden unter den Pflug genommen, mehr und mehr auch Landschaften in niederschlagsreichen Gebieten. Die angestammten Kulturpflanzen litten in ungünstigen Jahren unter dem vielen Regen, Körner verfaulten auf dem Halm oder wuchsen aus; das Unkraut wucherte empor, wuchs besser als das angebaute Getreide.

Zu diesen Unkrautpflanzen gehörten zwei Gräserarten, die in ihrem langen „Unkraut-Dasein“ allmählich die Eigenschaften von Kulturpflanzen angenommen hatten: Diese ehemaligen Unkräuter wurden zu sogenannten „sekundären Kulturpflanzen“. Man konnte sie in vielen Gegenden mit größerem wirtschaftlichen Erfolg anbauen und lagern als die „primären“ Getreidearten. So entstanden während der Eisenzeit die ersten Felder, auf denen die sekundären Kulturpflanzen Roggen und Hafer in Mitteleuropa angebaut wurden. Beide Pflanzen bereicherten das Inventar der mitteleuropäischen Kulturpflanzen.

Mitteleuropas Landwirtschaft hätte dadurch krisenfester werden können. Das Inventar der Kulturpflanzen war in Mitteleuropa so groß wie in kaum einer anderen Gegend der Alten Welt. Doch gab es immer noch kaum eine Siedlung, für die der Anbau von mehr als zwei bis drei Getreidearten belegt ist. Man hat wohl manchenorts Dinkel,

Gerste und Hirse in Kombination oder in Fruchtwechsel angebaut, anderswo statt dessen Gerste, Emmer und Hafer. Dabei sind die Grenzen eisenzeitlicher Wirtschaftsräume beim gegenwärtigen Forschungsstand noch nicht erkennbar.

Die Siedlungen waren damit in der Regel nicht stabiler geworden. Immer noch wurden sie von Zeit zu Zeit verlagert, was auch den antiken Schriftstellern, den Beobachtern keltischer und germanischer Siedlungen, auffiel: Am Mittelmeer hatten dagegen zumindest die städtischen Siedlungen nach ihrer Gründung „ewigen“ Bestand – eine Eigenschaft, die Rom sprichwörtlich zuerkannt wird.

Die Römer unterwarfen Teile der mitteleuropäischen Agrarlandschaft, mit deren Bewohnern sie zuvor Handel getrieben hatten. In Mitteleuropa schlummerten mächtige wirtschaftliche Ressourcen: Schließlich war dies ein Teil der Welt, wo sich trotz aller Krisenanfälligkeit Ackerbau jahrtausendlang so bewährt hatte wie kaum anderswo auf der Welt – und dies, ohne daß eine Hochkultur das Vorherrschen der bäuerlichen Lebenswelt verändert hätte.

Mit Feldformen, noch heute verwendeten Kulturpflanzen und dem Ausbau von Fernverkehrswegen hat die Eisenzeit bis heute sichtbare Spuren in der mitteleuropäischen Landschaft hinterlassen, über die wir – aus Unkenntnis – meist hinweggehen. □

## DER AUTOR

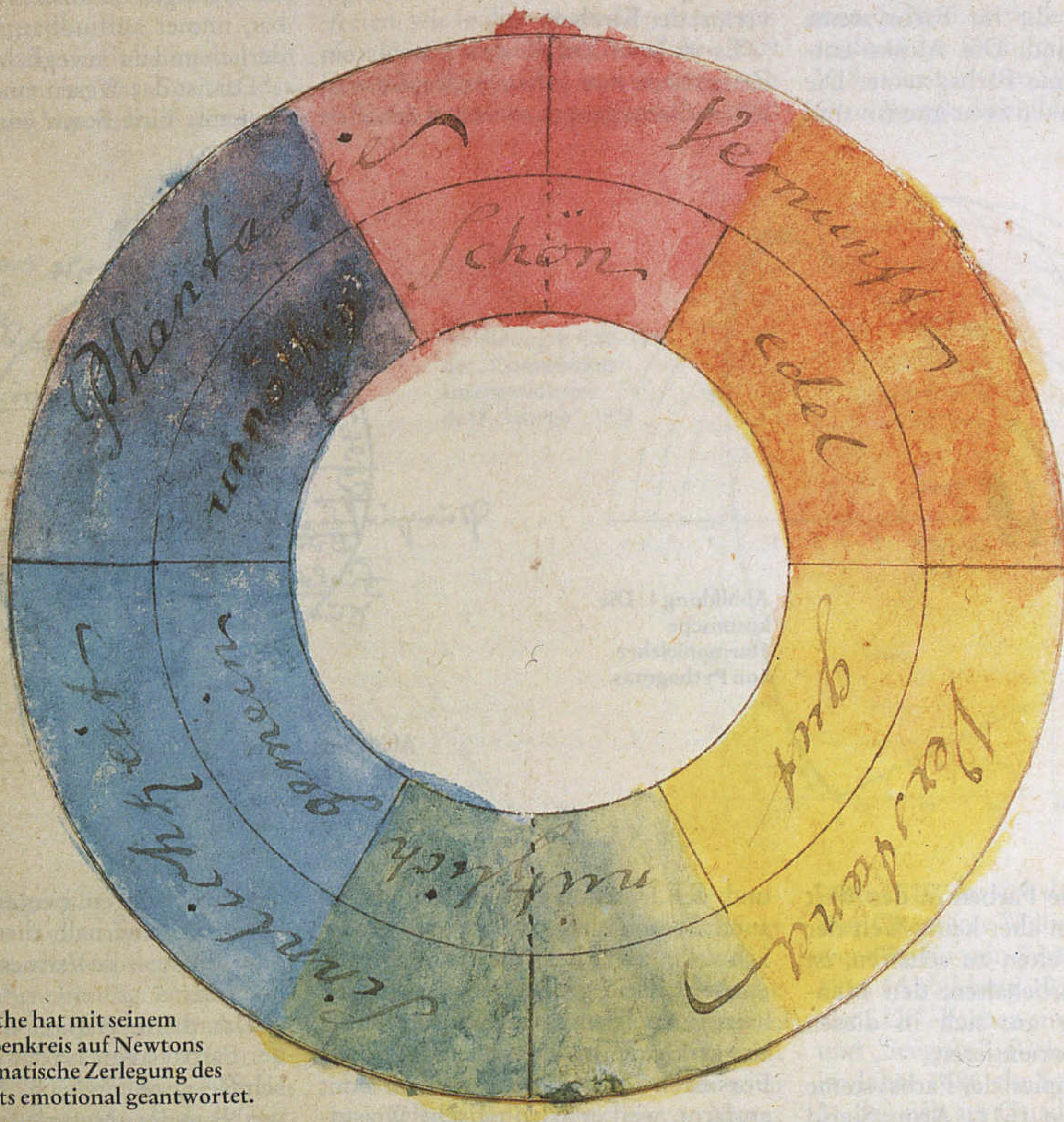
*Hansjörg Küster*, geboren 1956, ist Biologe und Privatdozent an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München. Seit 1981 ist er am Institut für Vor- und Frühgeschichte der Universität München tätig, deren Arbeitsgruppe für Vegetationsgeschichte er leitet. Darüber hinaus erfüllt er verschiedene Lehraufträge, so an den Universitäten von Würzburg und Potsdam. – Der hier wiedergegebene Beitrag ist, gekürzt und für *Kultur & Technik* bearbeitet, ein Kapitel aus: Hansjörg Küster, Die Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eisenzeit bis zur Gegenwart, Verlag C. H. Beck München; das Buch erscheint im Oktober 1995.



# DIE VERMESSUNG DER SINNLICHKEIT

Farbsysteme – oder: Die Erklärung der sichtbaren Welt

VON URS BAUMANN



Goethe hat mit seinem Farbkreis auf Newtons prismatische Zerlegung des Lichts emotional geantwortet.

Seit Urzeiten ist die Welt voller Farben, seit alter Zeit hat die Evolution den Menschen dahin gebracht, sie wahrnehmen zu können, und seit der Antike hat die Naturerklärung diese Welt voller Farben in verschiedene Welten der Farbe einzubinden versucht: in die Farbsysteme.

**E**inmal mehr beginnt die Geschichte in der Antike: Pythagoras, Aristoteles und Platon – was wäre anderes zu erwarten – nehmen sich des Phänomens der Farben an. Sie beschäftigen sich mit der Frage, wie die Farben in die Welt kommen.

Die Harmonienlehre des Pythagoras schafft Zusammenhänge zwischen den

grundlegenden Elementen der Welt (Abbildung 1). Er stellt sich die Welt als Organismus vor; Ausgangspunkt jeder Erkenntnis ist die göttliche Harmonie, in welche das zu Erkennende eingebunden ist. Der ewige Kampf des Lichtes mit der Finsternis ist das Feld, in welches die Farben eingebracht werden müssen, denn in der Vorstellung



der Antike sind die Farben gewissermaßen das harmonische Produkt dieser Auseinandersetzung. Einer ähnlichen Weltsicht folgen auch die beiden anderen Philosophen.

Die antike Welt ist geprägt von einem unbefragbaren religiösen Überbau; die Welt ist gemäß dieser Vorstellung zwingend eine harmonische, denn das, was Götter schaffen, muß vollkommen sein, weil es göttlich ist.

Das ist ein erster entscheidender Punkt für die Geschichte der Farbsysteme: Die Antike liefert wesentliche Beobachtungen, die für Farbsysteme unverzichtbar sind. Die Antike entwickelt aber keine Farbsysteme. Die Philosophen denken zwar intensiv und

mie bestrafen, sind geschlossene Systeme möglich, die eine Eigengesetz-mäßigkeit mit absolutem Geltungsanspruch behaupten; eben das war in der antiken Vorstellung den Göttern vorbehalten.

Modernen Zivilisationen leuchtet die Notwendigkeit der unbedingten Geltung geschlossener Systeme ein: Die Naturgesetze sind die Basis des Alltages, und es ist unvorstellbar, daß sie nicht mehr gelten sollten. Die Geschichte der modernen Naturwissenschaft geht einher mit einem Geltungsverlust der Kirchen.

Es ist kein Zufall, daß Forsius ein Zeitgenosse von Johannes Kepler war, jenem Grenzgänger zwischen der alten

Farbsysteme sind bei ihm gewissermaßen „geographische“ Werke. Er hat das in dieser Klarheit als erster erkannt: Es geht nicht mehr um einen göttlichen Kosmos, in dem Farben ihren Platz zusammen mit anderen Elementen einnehmen und den zu „verstehen“ den Göttern vorbehalten bleibt. Forsius' Sphären sind sachliche Form, die allein dazu dient, den Farben ihren Platz zuzuordnen – immer den gleichen, einer Gesetzmäßigkeit folgend. Sie verlassen ihren Platz nicht mehr, sind mit Hilfe des richtigen Schlüssels immer aufrufbar, immer auffindbar, stets unveränderlich und unbeweglich.

Das ist das Wesen eines jeden Farbsystems: Eine Form wird der Summe

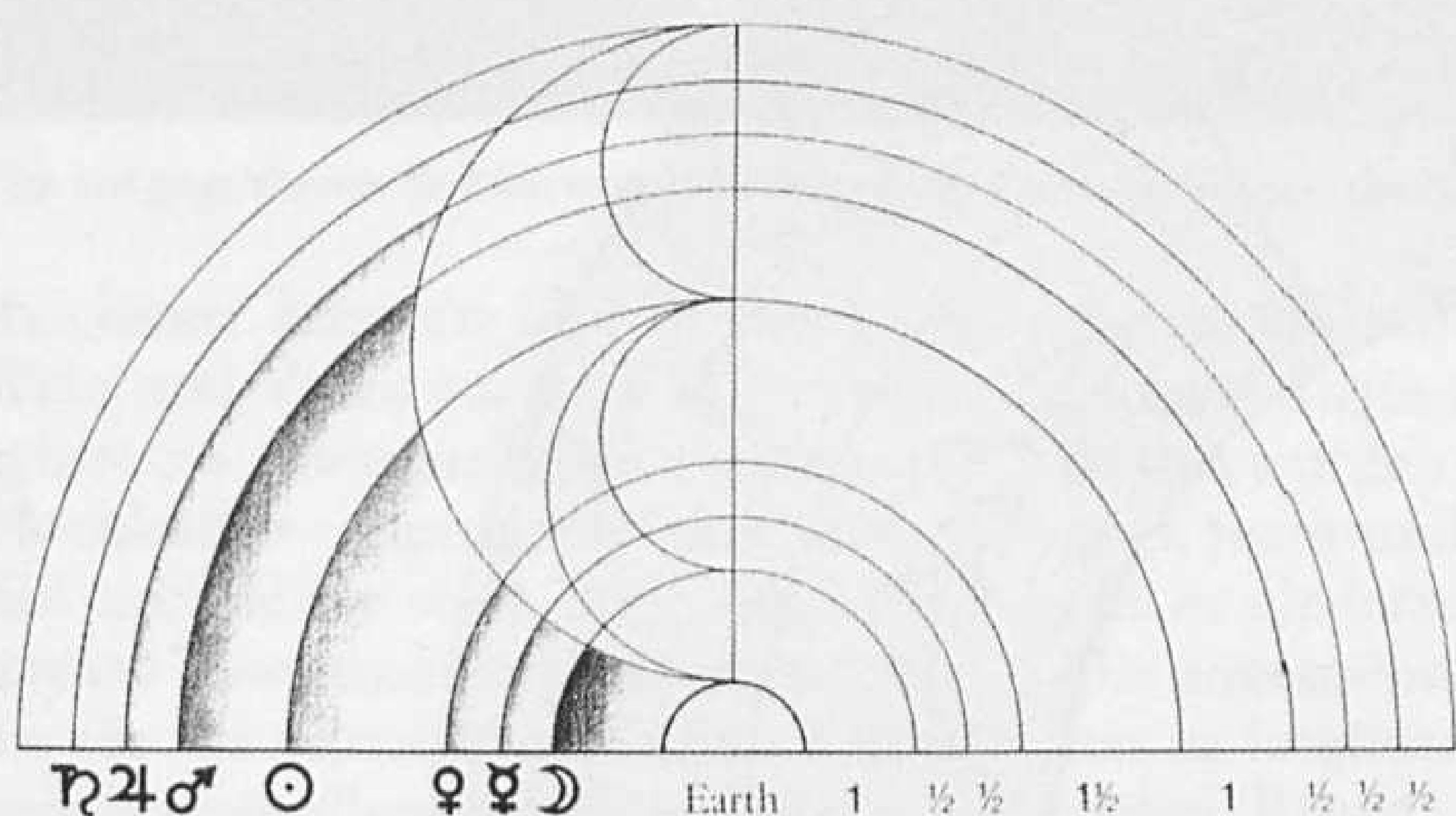


Abbildung 1: Die kosmische Harmonielehre von Pythagoras.

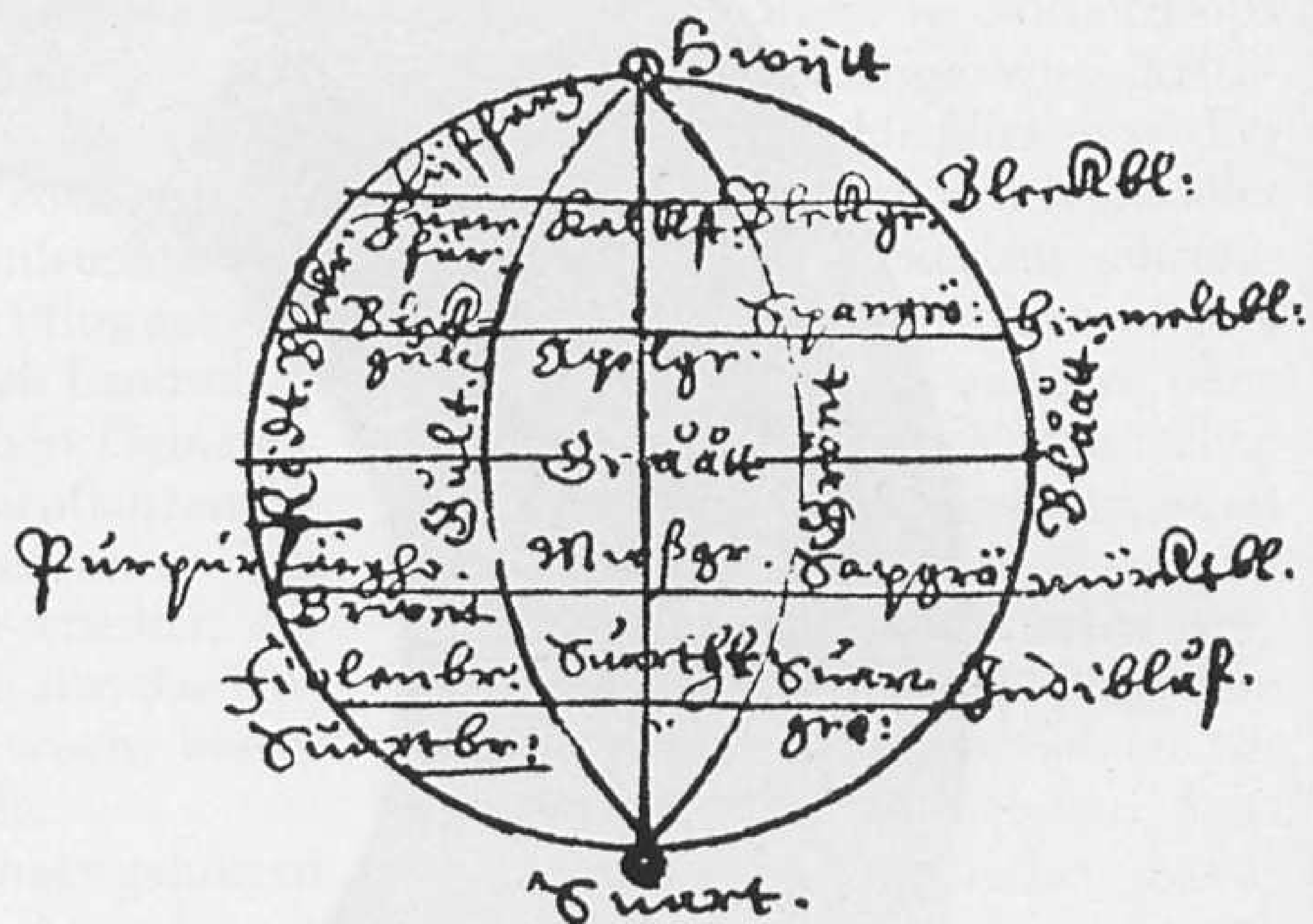


Abbildung 2: Das erste bekannte Farbsystem von Aron Sigrid Forsius, 1611.

originell über die Farben in der Welt nach, sie schaffen aber keine Welt der Farben, denn Welten zu schaffen, ist den Göttern vorbehalten; den Menschen steht nur an, sich in diesen Schöpfungen zu orientieren.

Ein zweites Kapitel der Farbsysteme beginnt im Jahre 1611. Aron Sigrid Forsius, seit dem Jahre 1603 Professor für Astronomie in Uppsala, Schweden, entwirft das erste bekannte Farbsystem (Abbildung 2). Für ihn ist klar: Wenn die Farben dieser Welt in eine Welt der Farben – in ein Farbsystem – eingebunden werden sollen, bedarf es eines Schöpfungsaktes: Diese Welt muß geschaffen werden. Erst wenn der Mensch schöpferisch werden darf, ohne daß die Götter dies als Blasphemie

und der neuen Weltsicht, und es ist auch kein Zufall, daß beide an der Schwelle zwischen der „alten“ und „neuen“ Zeit große Schwierigkeiten hatten: Kepler mußte seine Mutter bei einem Hexenprozeß verteidigen, und Forsius wurde 1613 aus seinem Amt entfernt, weil er astrologische Weissagungen vorgenommen haben soll. Immerhin aber gelang Forsius jener erste Schöpfungsakt, der die Farben der Welt in eine Welt der Farben einbindet: Er schuf das erste bekannte Farbsystem.

Welten, die das Werk von Menschen sind, bedürfen einer Form, die von Menschen wahrgenommen werden kann. Forsius wählte hierzu die Sphäre, die den Farben ihren Platz zuordnet.

der Farben gegenübergestellt, jede Farbe erhält innerhalb dieser Form ihre Koordinate – die Vermessung der Sinnlichkeit.

Das dritte Kapitel der Geschichte der Farbsysteme ist das einfachste und schwierigste zugleich. Einfach ist es, weil es in der „Natur“ der Farbsysteme liegt, daß es ungemein viele geben muß: Jede Form kann Basis eines Systems sein. Schwierig ist es, weil es so viele Farbsysteme gibt. Welche sollen vorgestellt werden? Eine grundlegende Unterscheidung innerhalb dieser Systeme soll herausgegriffen werden: die Unterscheidung in Systeme mit drei und solche mit vier Grundfarben.

Im der naturwissenschaftlich-technischen Welt, in der die Meßbarkeit



entscheidend ist, haben sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts die trichromatischen Systeme durchgesetzt. Sie tragen dem Umstand Rechnung, daß im Lichtspektrum auf der einen Seite Rot, auf der anderen Blau und in der Mitte Grün zu finden ist. Basis aller weiteren Überlegungen ist die Entdeckung, daß drei verschiedene Farbkoordinaten ausreichen, um jeden weiteren Punkt meßbar zu machen und damit jede weitere Farbe zu bestimmen. Die moderne Technik bedient sich dieses Wissens in einem Maße, das unseren Alltag bestimmt.

Ausgangspunkt für alle modernen Farbmeßsysteme ist das System des Physikers James Maxwell aus dem Jahr

von der ungebrochenen Erfindungsgabe der Entdecker zeugen. Beispielhaft ist hier das System von Tobias Mayer aus dem Jahre 1756 abgebildet (Abbildung 6), in welchem durch Überlagerung der verschiedenen Dreiecksebenen ein imaginärer Raum geschaffen wird, der auf den Betrachter faszinierend wirkt – für dieses System hat sich kein geringerer eingesetzt als Georg Christoph Lichtenberg.

Es finden sich weitere ästhetische Varianten, die auf dem Dreieck basieren, sich aber auch wieder aus ihm befreien, wie in dem abgebildeten System von James Sowerby aus dem Jahre 1809 (Abbildung 7) oder dem System von Charles Lacouture aus dem Jahre 1890

Dem liegt die Einsicht zugrunde, daß es der menschlichen Wahrnehmung gleichgültig ist, wo auf dem Spektrum die Symmetrieachsen liegen. Alle diese Systeme stützen sich auf die Beobachtung, daß der Mensch weder Gelb noch Grün als Mischfarben empfindet; also werden beide als Primärfarben behandelt. Die Systeme, die sich an der subjektiven Wahrnehmung orientieren, haben sich im Bereich der Architektur und des Designs durchgesetzt.

Für die Systeme mit vier Grundfarben eignen sich unterschiedliche Formen. Sicherlich findet die ideelle Vorstellung der Ordnung der Farben ihre Vollendung in dem System von Philipp Otto Runge (Abbildung 11) aus dem

Abbildung 3: James Maxwells System legte das Dreieck zugrunde, 1860.

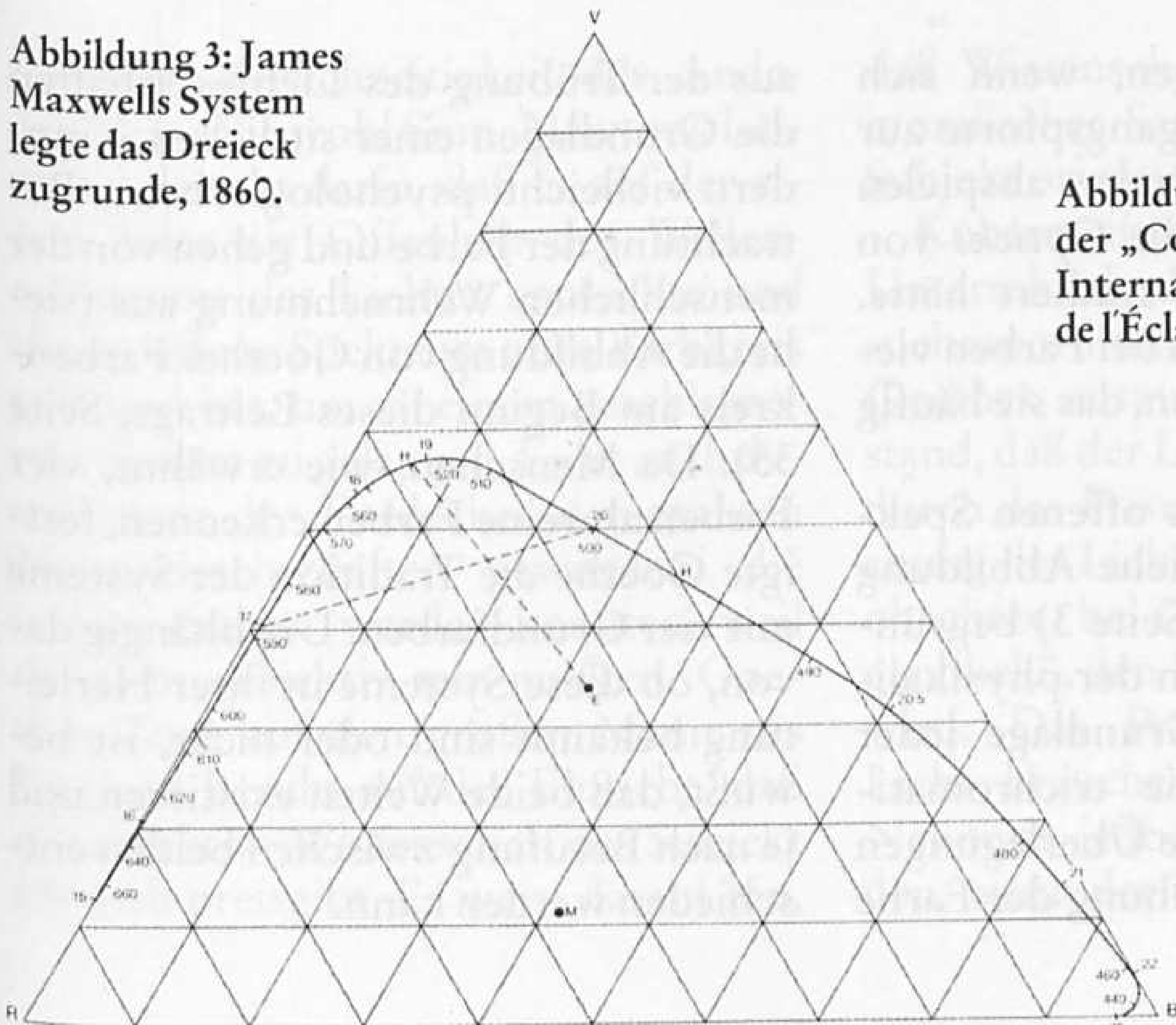
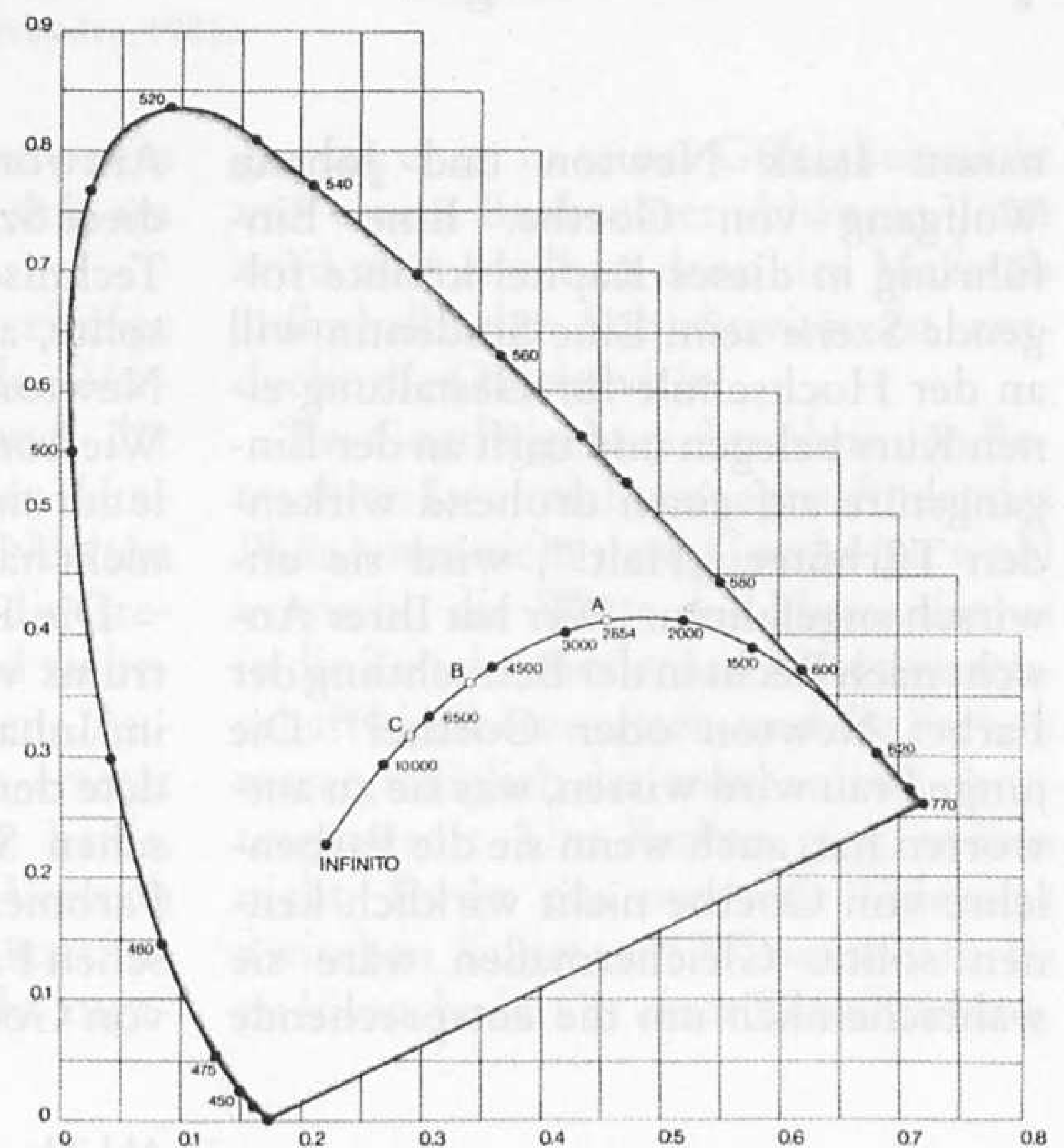


Abbildung 4: CIE-1931 der „Commission Internationale de l'Éclairage“, 1931



re 1860 (Abbildung 3), in welchem das Dreieck schon in einer Form erscheint, die den Eigenschaften der menschlichen Farbwahrnehmung entsprechen soll. In modifizierter Form taucht dieses Dreieck im Jahre 1931 in dem System CIE-1931 (Abbildung 4) der *Commission Internationale de l'Éclairage* wieder auf und findet nach verschiedenen Varianten seine komplexeste Topographie in dem raffinierten System von Douglas Mac Adam aus dem Jahre 1944 (Abbildung 13).

Neben so modernen technischen Systemen findet sich das Dreieck aber schon früher in einer Reihe von ästhetischen Varianten, die zwar nicht der Farbmessung dienen, die aber sehr wohl das Auge begeistern können und

(Abbildung 8) ersichtlich ist. Hier verfließt die Dreiecksform mit dem Segment des Kreises.

Die Dreiecksformen dominieren die Welt der trichromatischen Systeme. Die Farbsystematiker bedienen sich aber auch anderer Formen. Hier seien beispielhaft der Farbkreis von Moses Harris (Abbildung 9) erwähnt, der die drei Primärfarben Rot, Gelb und Blau zugrunde legt, und der eigenartige Farbkreis des Franzosen Saint-Yves d'Alveydre aus dem Jahre 1903 (Abbildung 10). In beiden Systemen treffen Dreieck und Kreis in harmonischer Verbindung zusammen.

Im psychologischen Bereich haben sich im 19. Jahrhundert die Systeme mit vier Grundfarben durchgesetzt.

Jahre 1810, der sich der Kugel bediente. Der Chemiker Wilhelm Ostwald verwendete für sein System aus dem Jahre 1916 (Abbildung 12) den Kreis, seine vier „Ur“-Farben sind Gelb, Rot, Blau und „Seegrün“. Richard Waller schafft im Jahre 1686 ein System (Abbildung 5), das sich am Quadrat orientiert; der amerikanische Maler Henry Munsell benützt für sein System aus dem Jahre 1905 (Abbildung 14 und Titelseite) den Zylinder, während für das moderne und verbreitete System der natürlichen Farben NCS (Abbildung 15) der Doppelkegel Verwendung findet.

Nun das letzte Kapitel der kleinen Geschichte der Farbsysteme. Die beiden gewichtigsten Vertreter dieser Geschichte sind bewußt noch nicht ge-



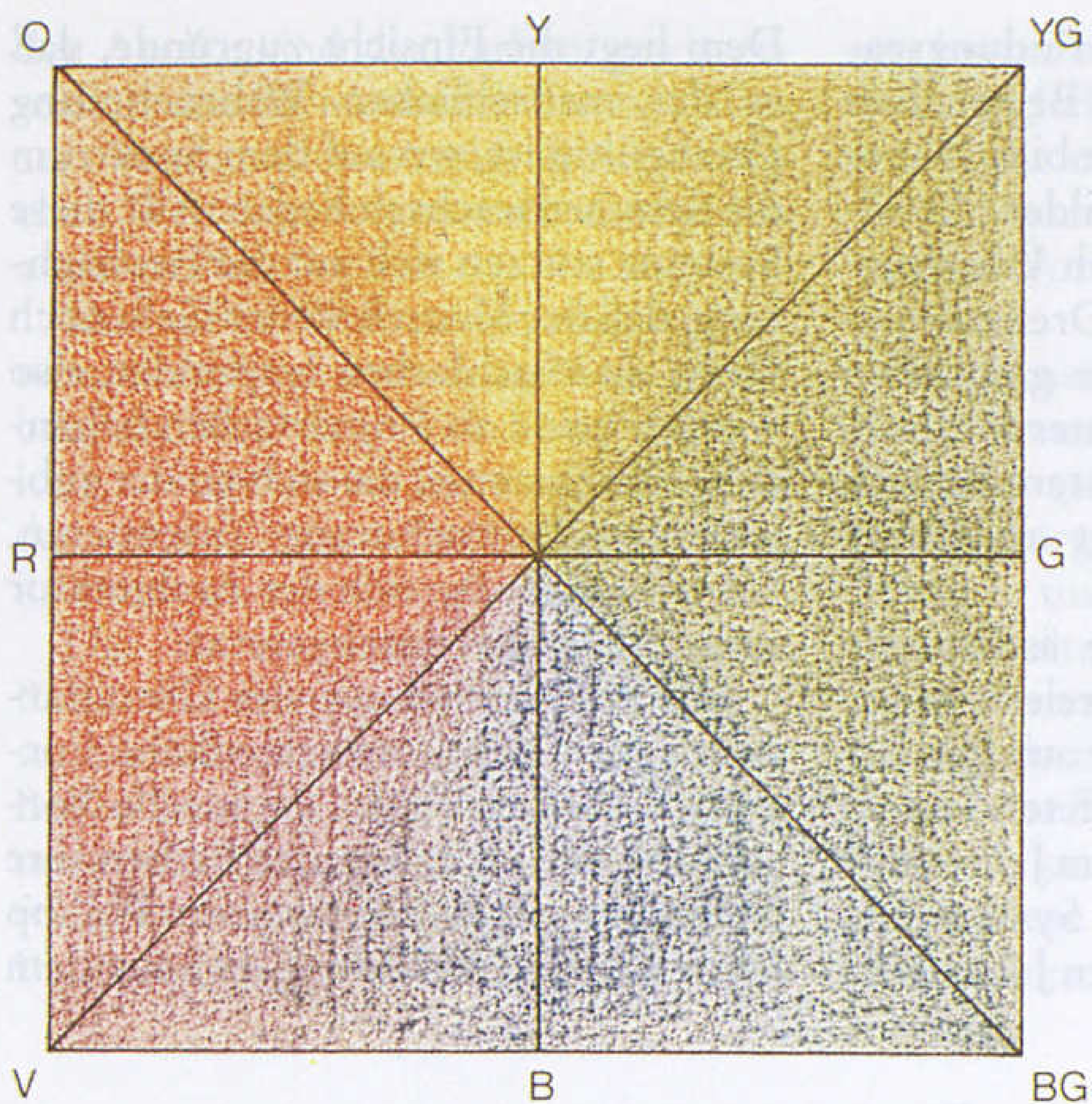


Abbildung 5:  
Richard Waller  
ordnete vier  
Grundfarben im  
Quadrat an, 1686.

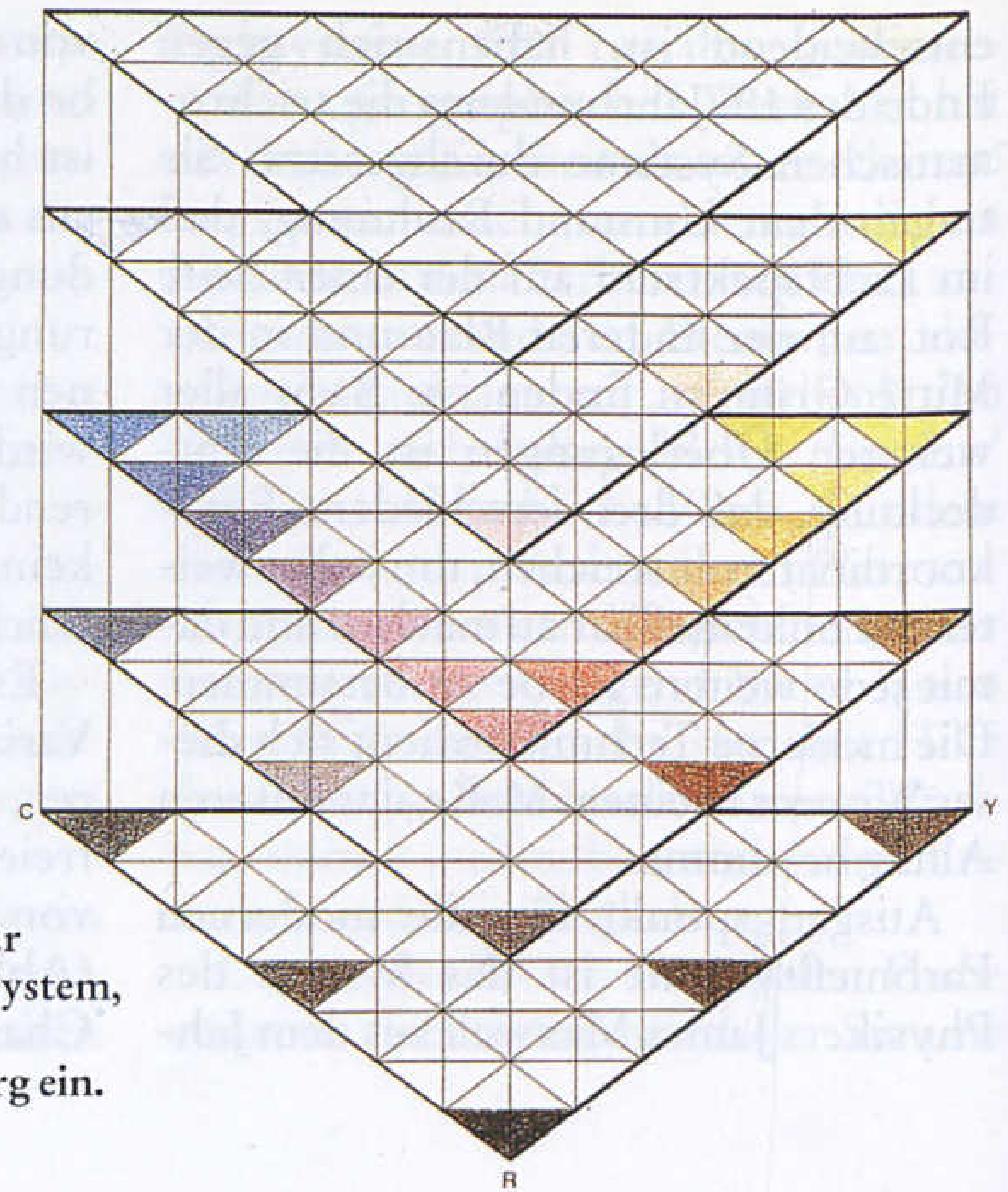


Abbildung 6: Für  
Tobias Mayers System,  
1756, setzte sich  
auch Lichtenberg ein.

nannt: Isaak Newton und Johann Wolfgang von Goethe. Eine Einführung in dieses Kapitel könnte folgende Szene sein: Eine Studentin will an der Hochschule für Gestaltung einen Kurs belegen und trifft an der Eingangstüre auf einen drohend wirkenden Türhüter. „Halt!“, wird sie unwirsch angefahren: „Wer hat Ihrer Ansicht nach Recht in der Betrachtung der Farbe: Newton oder Goethe?“ Die junge Frau wird wissen, was sie zu antworten hat, auch wenn sie die Farbenlehre von Goethe nicht wirklich kennen sollte. Gleichmaßen wäre sie wahrscheinlich um die entsprechende

Antwort nicht verlegen, wenn sich diese Szene an der Eingangspforte zur Technischen Hochschule abspielen sollte, auch wenn sie die *Opticks* von Newton nie wirklich studiert hätte. Wie kommt es, daß sich bei Farben viele auf ein Wissen berufen, das sie häufig nicht haben?

Die Entdeckung des offenen Spektrums von Newton (siehe Abbildung im Inhaltsverzeichnis Seite 3) begründete den ganzen Reigen der physikalischen Systeme, die Grundlage jeder Farbmessung sind: die trichromatischen Farbsysteme. Die Überlegungen von Goethe zur Entstehung der Farbe

aus der Trübung des Lichtes schaffen die Grundlagen einer sittlichen – modern vielleicht: psychologischen – Betrachtung der Farbe und gehen von der menschlichen Wahrnehmung aus (siehe die Abbildung von Goethes Farbkreis am Beginn dieses Beitrags, Seite 35). Da Menschen, wie erwähnt, vier Farben als reine Farben erkennen, festigte Goethe die Tradition der Systeme mit vier Grundfarben. Unabhängig davon, ob diese Systeme in ihrer Herleitung bekannt sind oder nicht, ist bewußt, daß beide Welten existieren und je nach Berufung zwischen beiden entschieden werden kann.

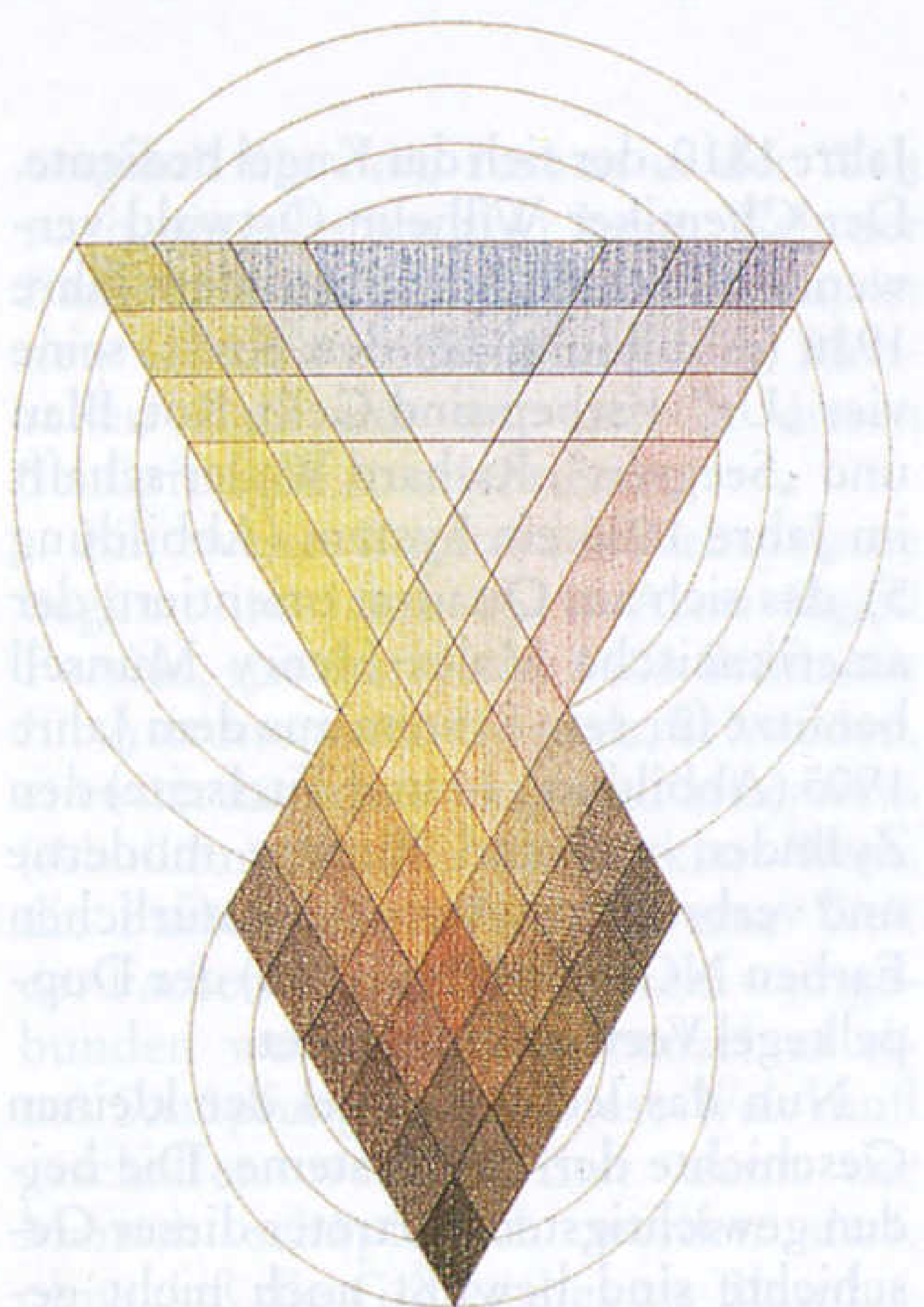
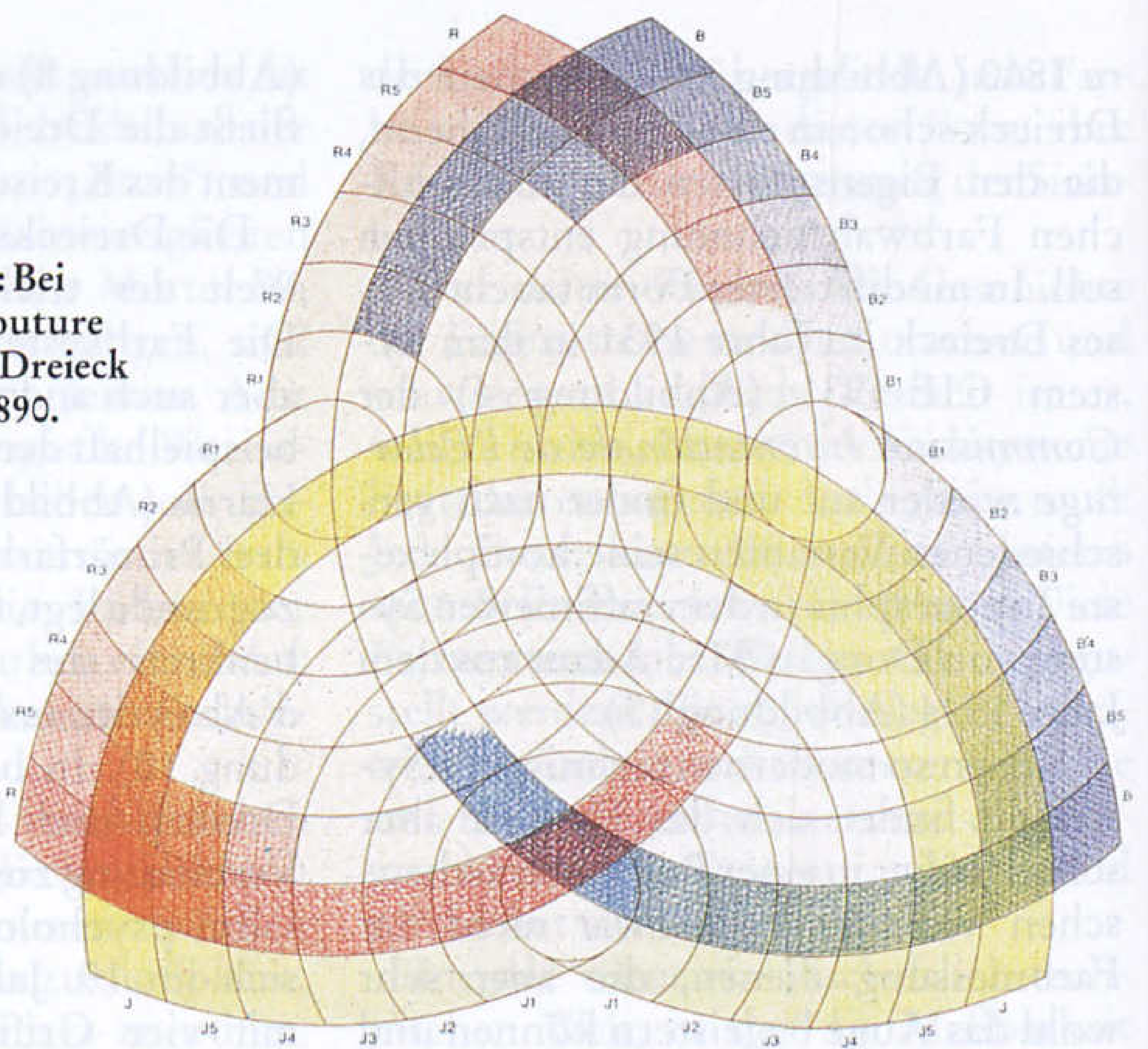


Abbildung 7: System  
von James Sowerby,  
1809.

Abbildung 8: Bei  
Charles Lacouture  
zerfließt das Dreieck  
in Kreisen, 1890.





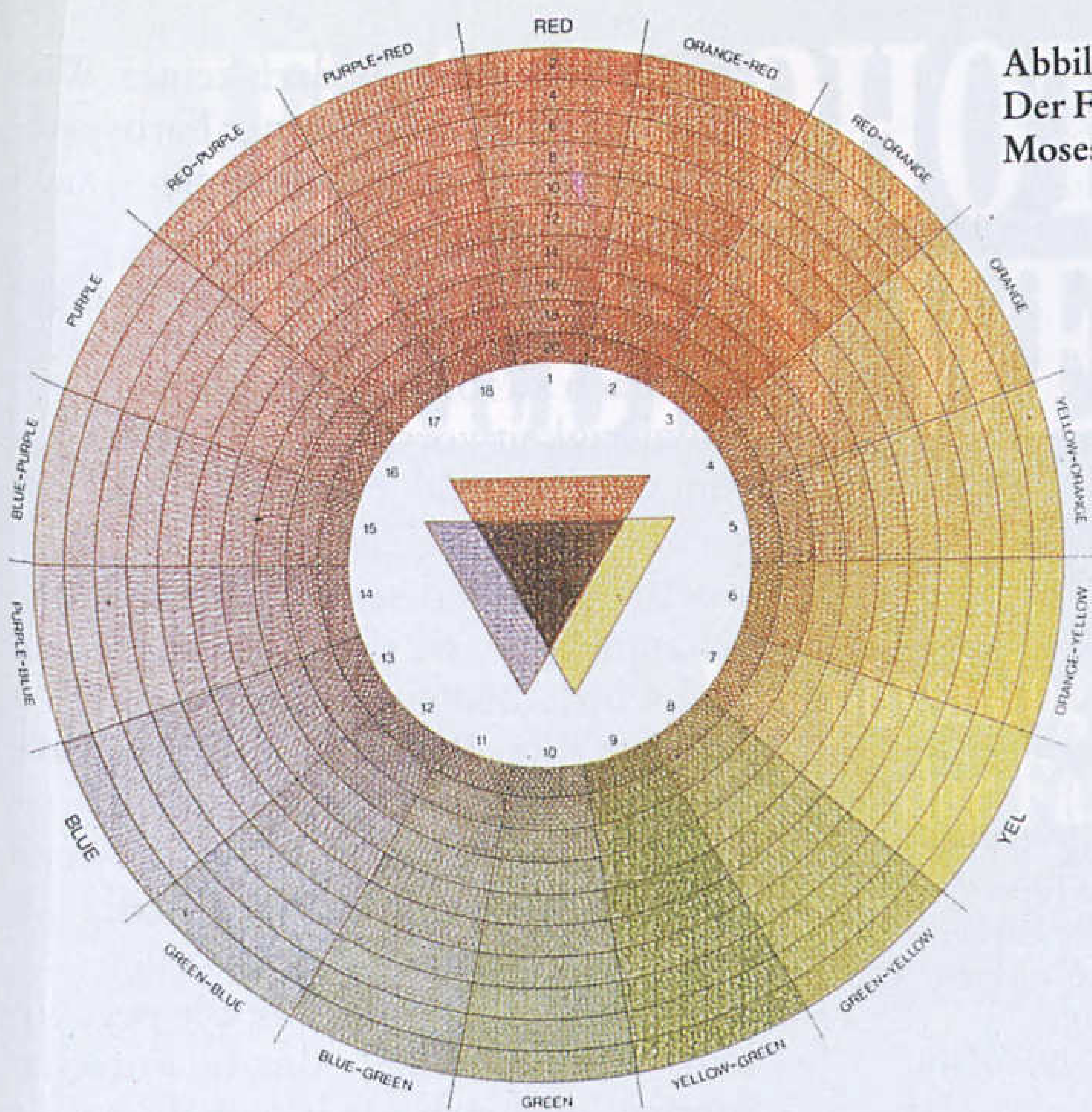


Abbildung 9:  
Der Farbenkreis von  
Moses Harris.

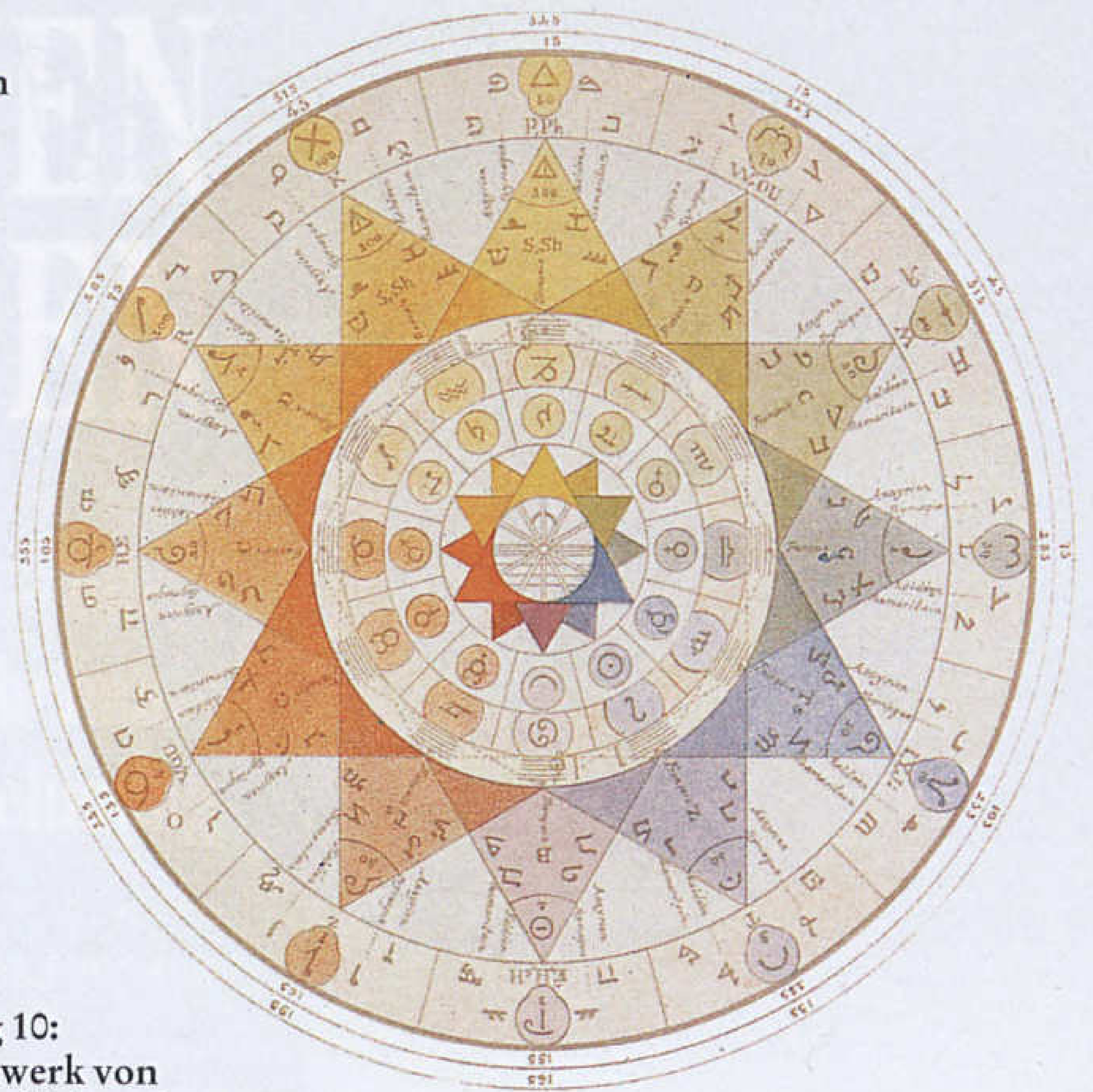


Abbildung 10:  
Farbkunstwerk von  
Saint-Yves d'Alveydre, 1903.

Diese „Gleichzeitigkeit des Anderen“ hat sehr wohl Sinn. Newtons Leistung besteht darin, daß er auf der einen Seite die Offenheit des Wellenspektrums des Lichtes entdeckte und dieses offene Spektrum zum Farbkreis gebogen hat, um zu einem geschlossenen System zu gelangen. Er ist auch damit einer der Entdecker der exakten Naturwissenschaften geworden, die immer exakter werden konnten, weil sie nicht subjektiv sein mußten. Goethes Zorn auf den großen Mann aus England beruht auf der Einsicht, daß die objektive Wissenschaft das Subjekt Mensch preisgibt. Er weist darauf hin,

daß Wissenschaft nur sein darf – ein moralischer Satz –, wenn sie sich am Subjekt orientiert.

Konsequenterweise ist der einzige Unterschied, der zwischen der Versuchsanordnung Newtons und der Goethes auszumachen ist, der Umstand, daß der Lichtstrahl, den Newton durch das Prisma schickt, um die Brechung des Lichtes auf der Wand zu beobachten, bei Goethe durch den „Augenblick“, den Blick des Auges, ersetzt wird. Das Prisma benutzen beide. Licht brauchen beide. Der Versuch Newtons jedoch kann auch stattfinden, wenn der Beobachter nicht zuge-

gen ist; er ist in seiner Gültigkeit nicht von einem Beobachter abhängig. Jetzt wird alles meßbar, denn der Maßstab außerhalb der Subjektivität ist entdeckt: die Objektivität.

Bei Goethe geht nichts ohne den Betrachter: Ist er nicht zugegen, findet das Phänomen nicht statt. Goethe hat wohl versucht, die Werte des Humanismus in die Zeit der modernen Naturwissenschaft hinüberzuretten, und die Farben waren lediglich der anschauliche Austragungsort. Um Farben ging es ihm nicht. Es ist das moderne Dilemma zwischen Kunst und Wissenschaft. Es zu lösen, bedarf es einer Entscheidung.

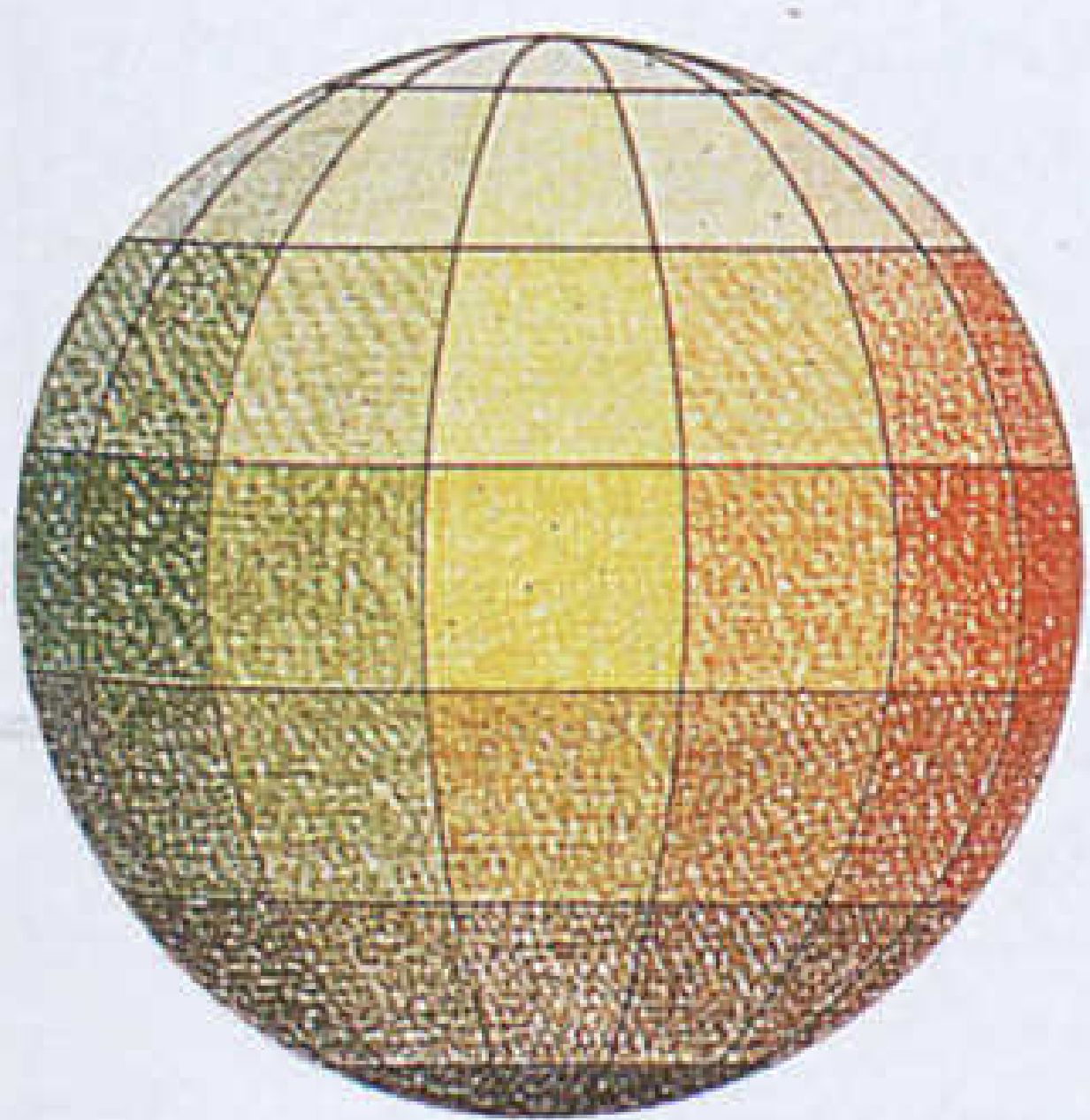


Abbildung 11: Vollendete  
Ordnung der Farben  
bei Philipp Otto Runge, 1810.

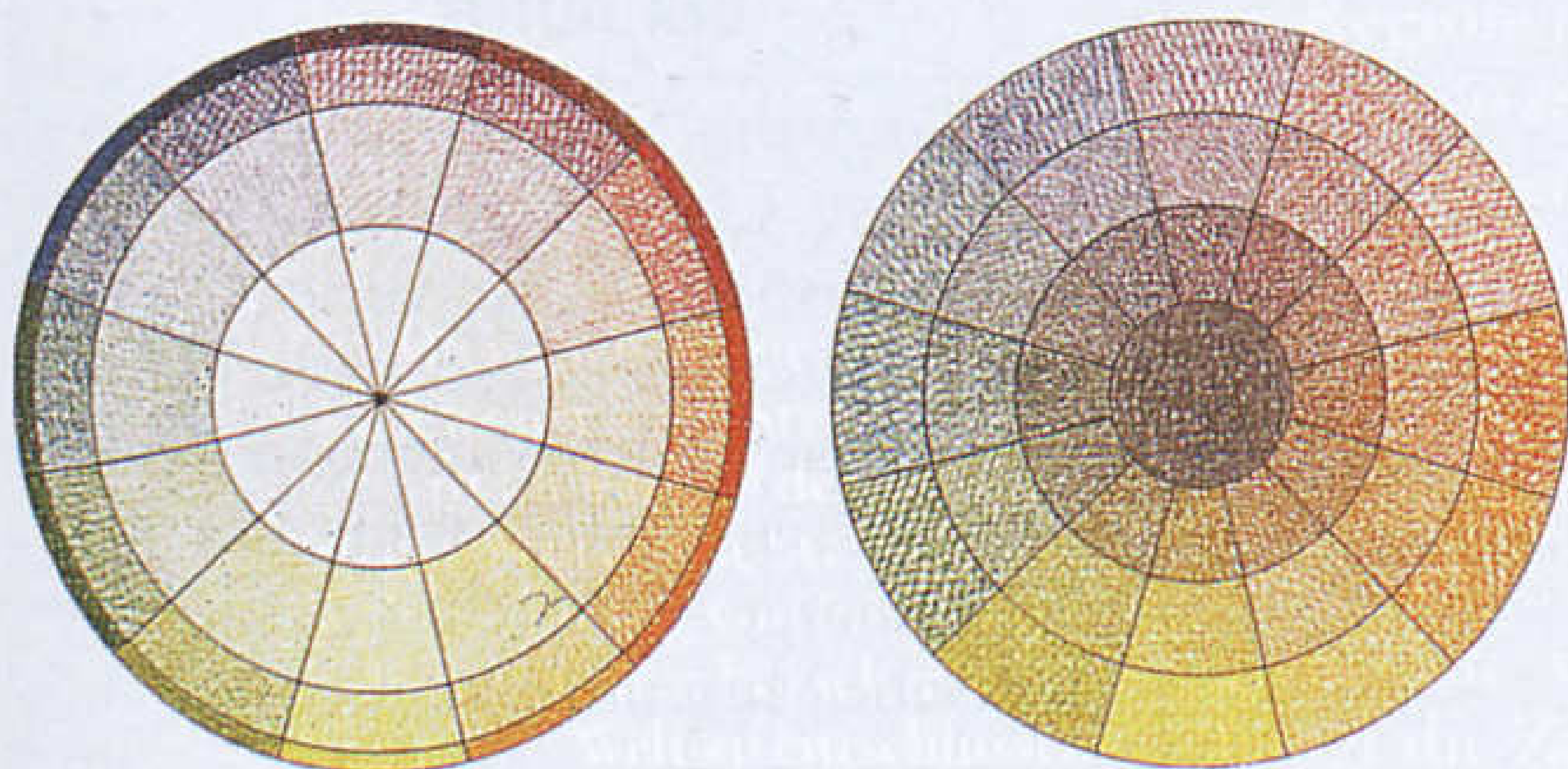
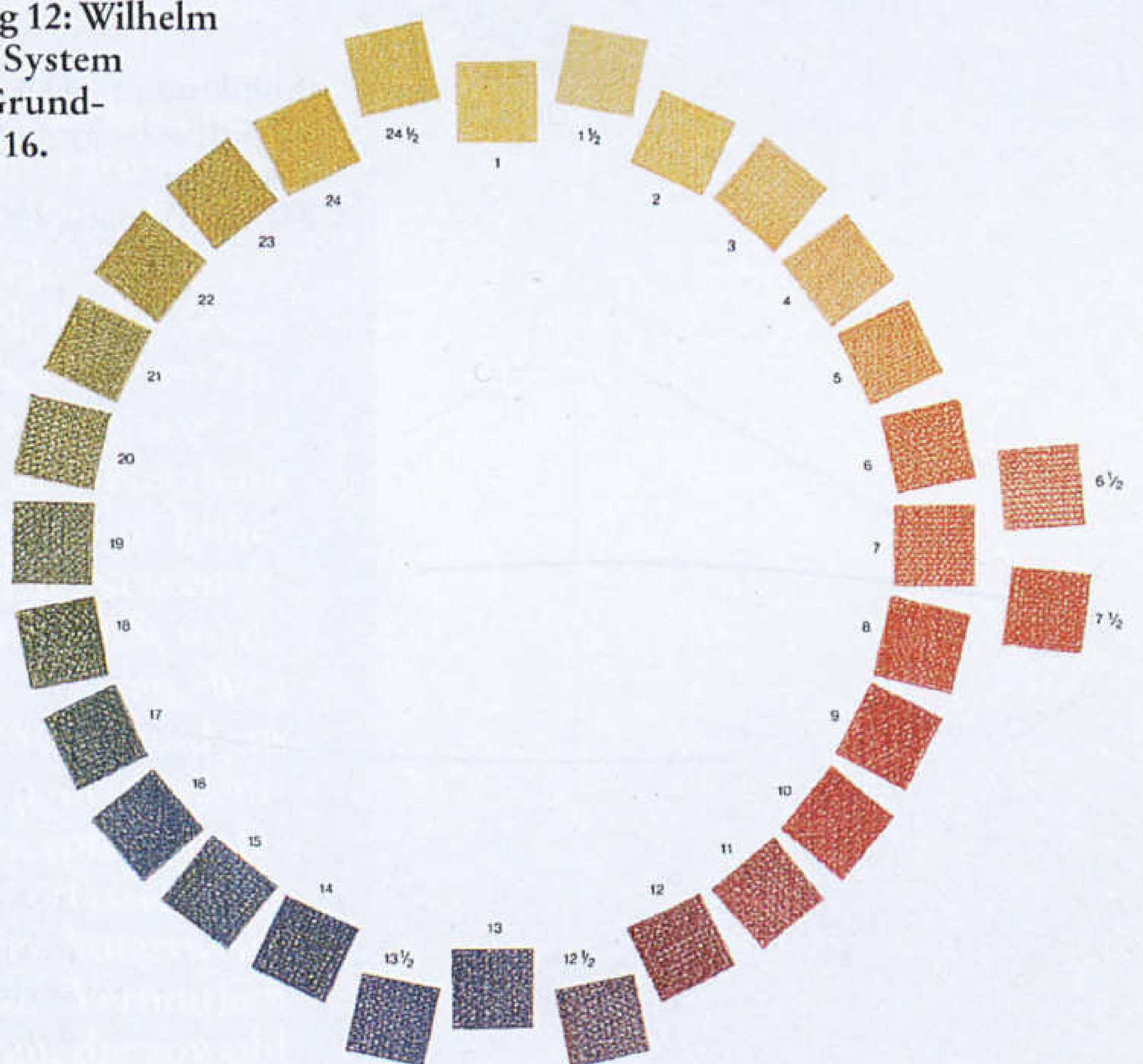


Abbildung 12: Wilhelm  
Ostwalds System  
mit vier Grund-  
farben, 1916.





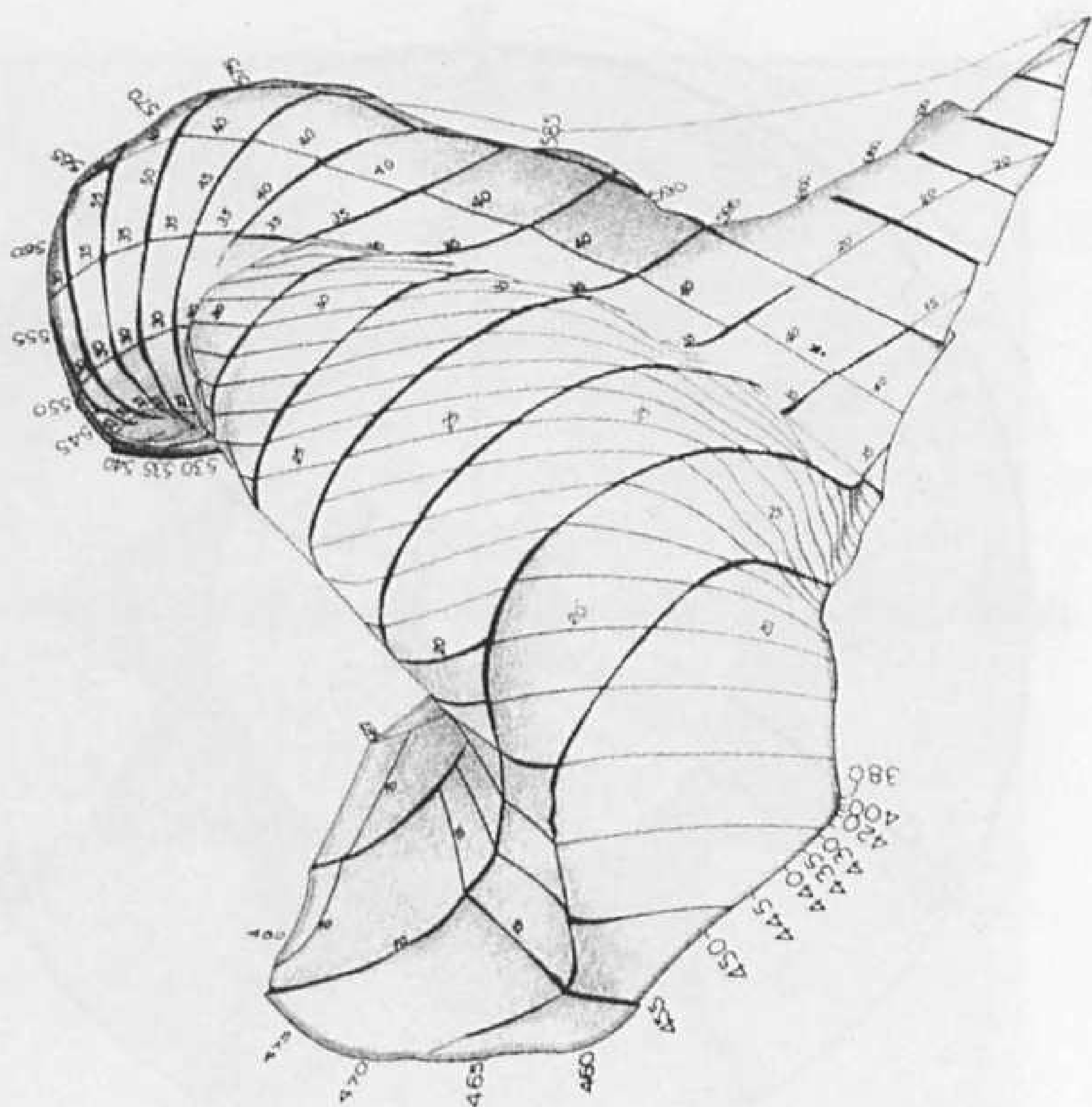


Abbildung 13: Eine komplexe Topographie der Farben in dem raffinierten System von Douglas Mac Adam, 1944.

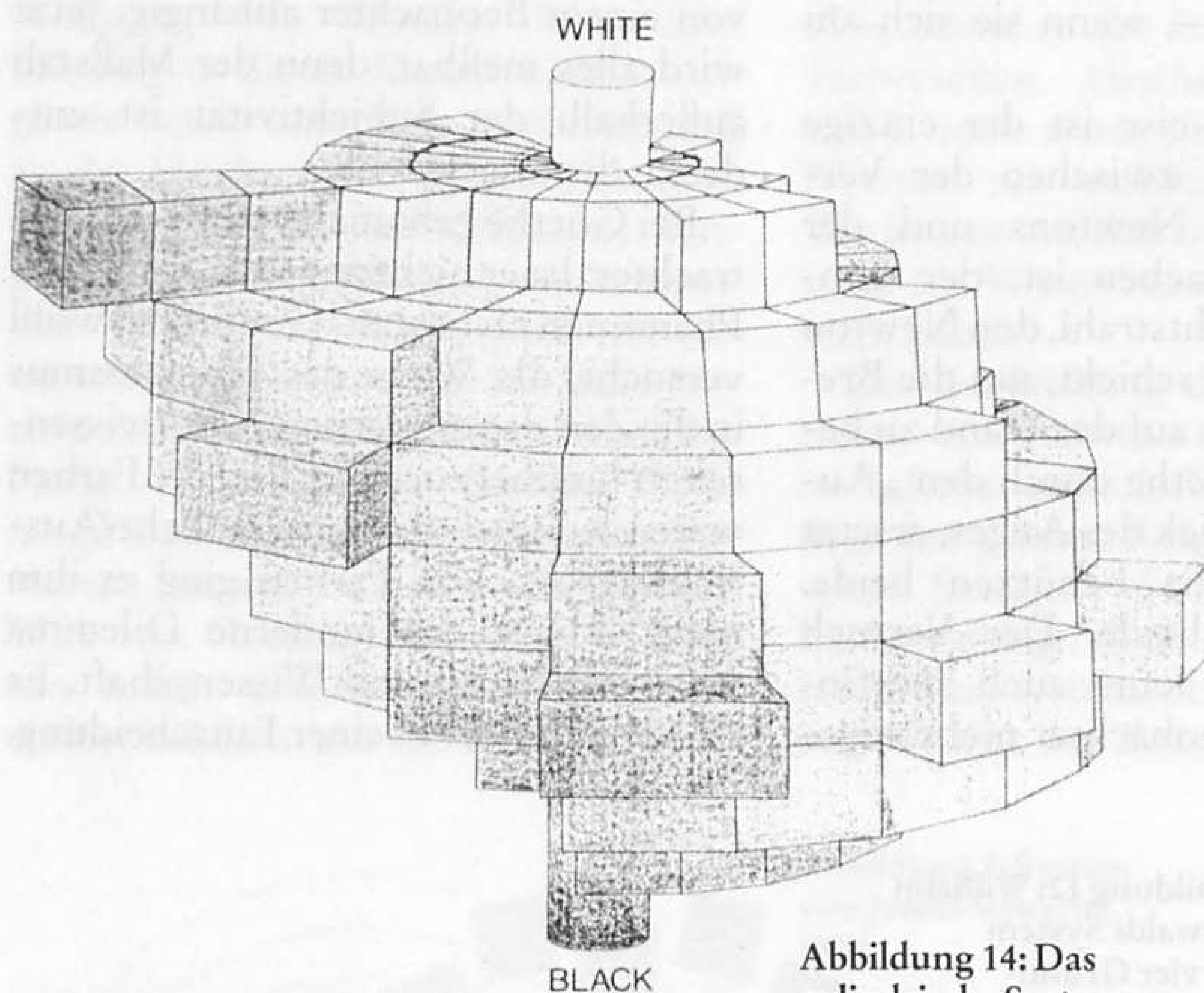


Abbildung 14: Das zylindrische System des Malers Henry Munsell, 1905.

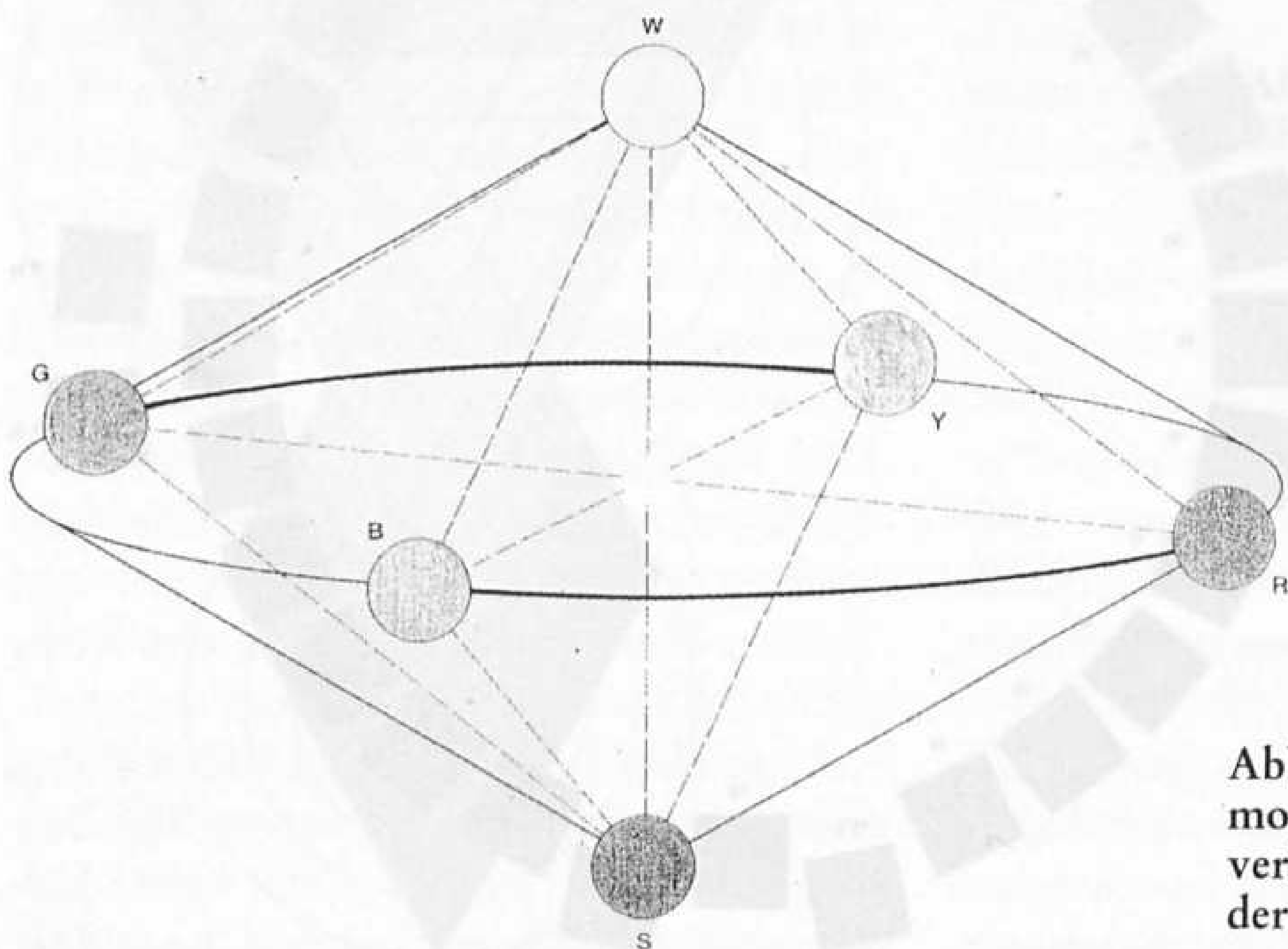


Abbildung 15: Das moderne und meistverbreitete System der Farben NCS.

Die Entscheidung bedarf keines Wissens, nur einer Zuordnung. Farbsysteme handeln von Zuordnungen – auch die Farbenlehre Goethes.

Das Dilemma wird eines Tages gelöst werden müssen, und die Lösung ist einfach zu formulieren, aber nur mit Schwierigkeit vorstellbar: Die Systeme von Goethe und Newton sind vielleicht nicht gegensätzlich, wie das Goethe aufgrund seiner Überzeugung behauptet hat, sie sind komplementär. Das würde bedeuten, daß beide recht haben in ihrer Beschreibung der Farbe, da dieses Phänomen beide Beschreibungen in sich vereinigen kann, wenn sie zunächst auch vordergründig als Gegensatz erscheinen.

Farben mögen so etwas wie psychologische Quarks sein, die die Forscher foppen, weil sich Quarks nicht an die Regeln der physikalischen Vorstellungen halten. □

## DIE AUSSTELLUNG „IDEE FARBE“

Die Ausstellung „Idee Farbe – Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft“ ist vom 27. Juni 1995 bis 6. Januar 1996 im Deutschen Museum zu sehen. Sie wurde – mit Unterstützung des Schweizer Farbstiftherstellers *Caran d'Ache* – von Urs Baumann konzipiert. Autoren sind Ernst Peter Fischer (siehe den folgenden Beitrag) und Narciso Silvestrini. Die für das Museum neu eingerichtete Installation zeigt 72 Farbsysteme. Das Originalmaterial der Ausstellung ist in kleiner Auflage als Mappenwerk erschienen: Verlag Baumann & Stromer, Zollikerstraße 195, CH-8008 Zürich, Telefon/Fax (0041-1) 3 83 04 06; Preis 4500,- DM. Der Preis des Ausstellungskataloges beträgt 20,- DM, der ergänzende Katalog II von Ernst Peter Fischer (siehe Seite 45) 30,- DM.

## DER AUTOR

*Urs Baumann*, geboren 1952, Professor, ist Literaturwissenschaftler und Philosoph. Er ist Verleger und Herausgeber der Ideengeschichte „Idee Farbe – Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft“ und hat die gleichnamige Ausstellung für das Deutsche Museum eingerichtet.



# WIE AUS PHOTONEN FARBEN WERDEN

## Farben – oder: Das physiologische Geheimnis der Farbwahrnehmung

VON ERNST PETER FISCHER

Natürlich ist die Welt nicht seit Urzeiten voller Farben. Aber sie ist seit Urzeiten voller Licht, das Wärme spendet und Orientierung gibt. Die Farben, die zu diesem Licht gehören, gibt es erst, seit Gehirne vorhanden sind, und die Farben, die Menschen kennen, entstehen in ihrem Kopf. Das Licht geht in ihn hinein, und es tut dies in mehreren Schritten.

**L**icht fällt ins Auge, wird dort von den Zellen der Netzhaut aufgenommen und zu einem biochemischen Signal verwandelt. Diese molekulare Information wird Nervenzellen zugeleitet, die vom Augenhintergrund ausgehen und über einige Zwischenstationen der Großhirnrinde zustreben. Hier erregen sie die Zellen des sogenannten visuellen Cortex, die ihren Zustand weitermelden, und so gelangt die Information, daß auf der Netzhaut Licht eingefallen ist, zuletzt in höhere Regionen des zentralen Nervensystems, wo sie vermutlich bewußt wird.

Je weiter man dem inneren Weg folgt, bei dem aus Licht Sehen und aus Photonen Farben werden, desto weniger klar werden die Konzepte, mit denen die Wissenschaftler erfassen, was hier vor sich geht beziehungsweise gemessen werden kann. Vermutlich hängt die Zahl der Farben, die sowohl

Menschen reagieren – wie alle Lebewesen – auf Strahlung. Das ist im Verlauf der Evolution so geworden. Wie Strahlung zur Wahrnehmung von Farbe wird – das versuchen Forscher in aller Welt zu entschlüsseln.





400 nm

500 nm

600 nm

700 nm

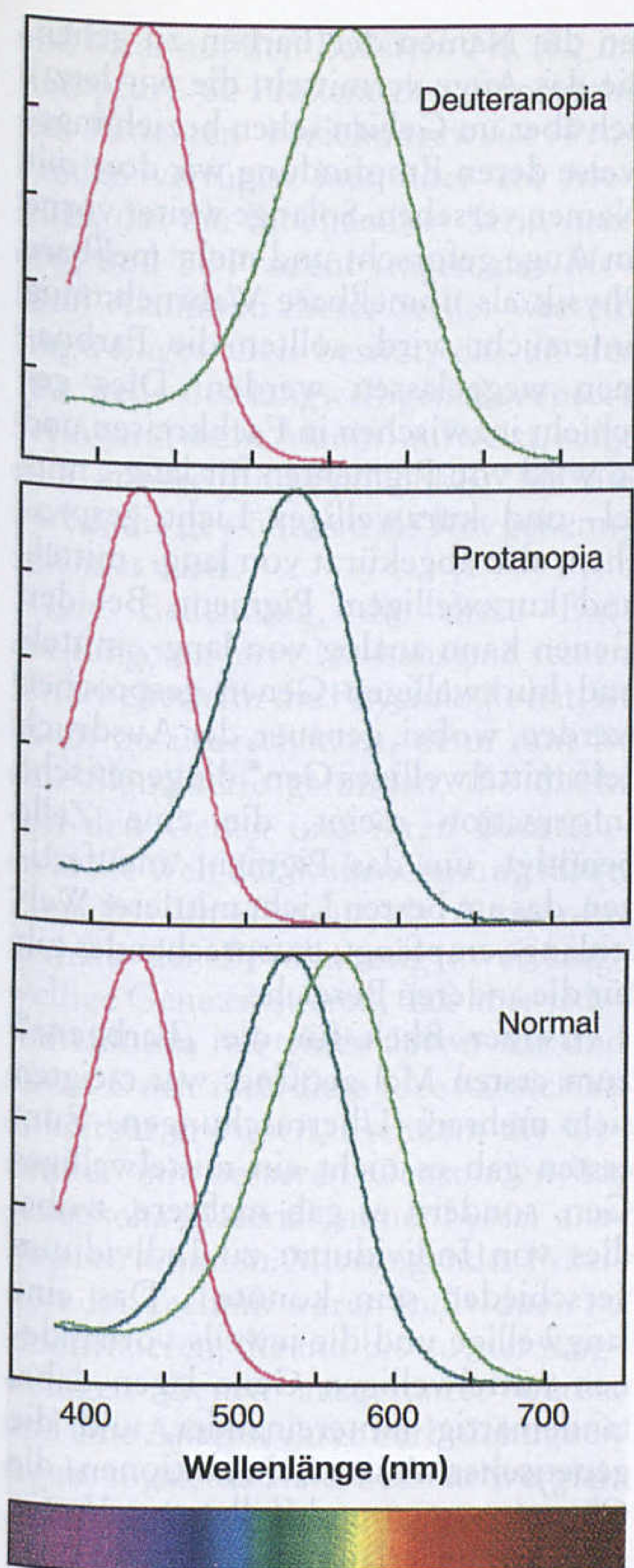
von der Wahrnehmung als auch von den möglichen Farbnamen her unterschieden werden können, von vielen Stufen der Verarbeitung ab. In diesem Beitrag geht es um den ersten Schritt, der im Auge – genauer: in den Farbpigmenten der Netzhautzellen – beginnt. Dabei erlaubt es das Phänomen der Farbenblindheit, mit dem Zählen der (fehlenden) Farben zu beginnen; das ist eine konkrete Stelle in der Geschichte der Wissenschaften, die zum Ausgangspunkt genommen werden kann.

Vor ungefähr 200 Jahren – im Herbst 1794 – hielt der Chemiker John Dalton eine Vorlesung vor der *Literarischen und Philosophischen Gesellschaft* im britischen Manchester, und er sprach über sich selbst, genauer über sein Sehvermögen. John Dalton war farbenblind. Er beschrieb dem Publikum, daß er vor allem Scharlachrot mit Grün und Rosa mit Blau verwechselte, und ihm war aufgefallen, daß sich rotes Siegelwachs, das damals in Umlauf war, für ihn farblich nicht von Lorbeerblättern unterscheiden ließ. Am meisten störte ihn, daß eine Pflanze, die er als *Geranium zonale* bezeichnete und die allgemein als Storchschnabel bekannt war, ihr Aussehen in Abhängigkeit von der Lichtquelle änderte. Die Blätter, die von einem Normalsichtigen als „Rosa“ bezeichnet würden, kamen Dalton im Tageslicht zwar „Himmelblau“ vor, aber bei Kerzenschein machten sie den Eindruck, als ob sie „Gelb mit einem Stich Rot“ seien.

Dalton wußte zwar, daß sein Bruder bei der Wahrnehmung der Farben unter ähnlichen Problemen litt, wie auch die Ärzte bereits im 18. Jahrhundert bemerkt hatten, daß Farbenblindheit etwas war, daß Generationen hindurch in Familien blieb und weitergegeben wurde; aber von einer Vererbung oder von Erbfaktoren war unter den damaligen Wissenschaftlern noch keine Rede, und der Chemiker Dalton vermutete in seinem Vortrag, daß irgendeine stoffliche (chemische) Verunreinigung seiner Augen – genauer: ihres Glaskörpers – die Ursache seiner Farbschwäche sei. Im einzelnen nahm Dalton an, daß sich irgendeine hellblaue Substanz gelöst darin befinden würde, die bevorzugt langwelliges Licht absorbieren könne, und er beschloß, nach seinem Tod seine Augen der Wissenschaft zur Verfügung zu stellen, um diese Hypothese direkt prüfen zu lassen.

Abb. aus: Ernst Peter Fischer, Die Wege der Farben, Regenbogen Verlag (r.u.); Science, Vol. 267, 17.2.95 (r.o.)





Am 27. Juli 1844 starb Dalton im Alter von 78 Jahren, und einen Tag später hat sich sein medizinischer Assistent Joseph Ransome an die Autopsie gemacht. Seine Analyse des Glaskörpers konnte zwar die Hypothese Daltons nicht bestätigen – die Augenmasse war so klar und durchscheinend wie jede andere, die man kannte –, aber Ransome hat Daltons Augen nicht weggeworfen. Er hat sie aufbewahrt, und so konnte vor kurzem – 150 Jahre nach Daltons Tod – ein neuer Versuch unternommen werden, die Ursache für seine Farbenblindheit zu untersuchen (siehe Kasten Farbenblindheit).

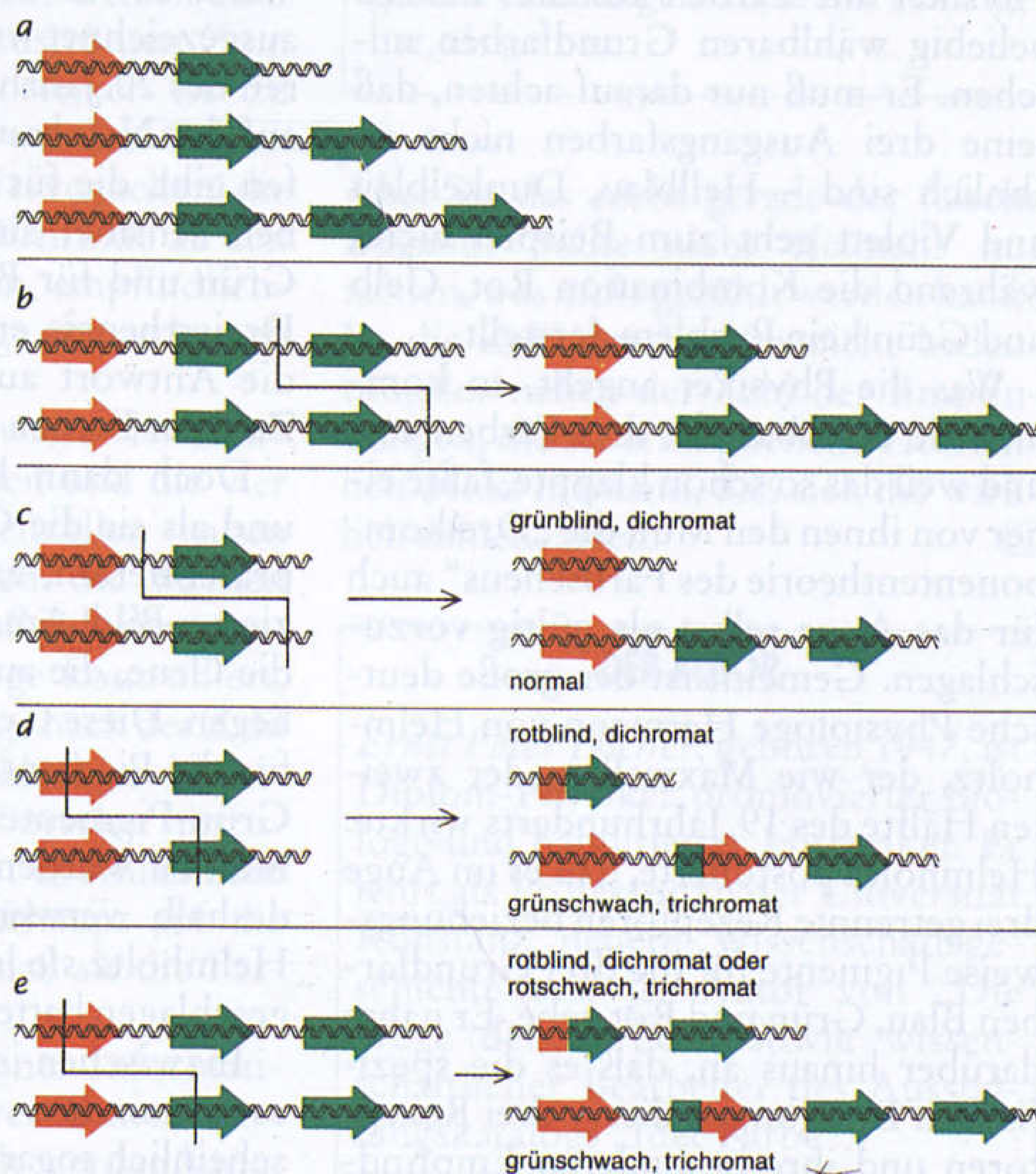
Die Methode der Wahl besteht heute in einer Analyse des genetischen Materials, denn es gehört zu den jüngsten Erfolgen der genetischen Wissenschaft, alle Erscheinungen der Farbblindheit von einigen Genen und ihren Kombinationen her erklären zu können. Es ist inzwischen bekannt, daß der Glaskör-

per nichts mit dem Empfang und der Weiterleitung des Lichtes zu tun hat, daß dafür vielmehr die Netzhaut zuständig ist, in der zwei Arten von Zellen zu unterscheiden sind, die Stäbchen und die Zapfen. Es sind vor allem die Zapfen, die bei der Farbe die entscheidende Rolle spielen, und in diesen Zapfen sind es spezielle Moleküle beziehungsweise Pigmente, die farbspezifisch reagieren, das heißt das entsprechende Licht absorbieren. Die Pigmente sind riesige, raffinierte Konstruktionen, die aus vielen hundert Bausteinen bestehen und bei Biochemikern als Proteine bekannt sind. Zu jedem Protein gehört das entsprechende genetische Material – das Gen für ein Pigment –, und in diesem Material können Gentechniker fündig werden.

Der Vorteil ist, daß die Genetiker schon länger wissen, wo sie nach den Genen für die Farbpigmente suchen müssen. Denn daß Farbenblindheit vererbt werden kann, war wie erwähnt, schon länger bekannt, und spätestens seit 1876 sind auch genaue Stammbäume bekannt, die Auskunft darüber geben, wie sich zum Beispiel die Farbenblindheit vererbt, von der John Dalton betroffen war. Sie heißt heute Grünblindheit, und dieser Name wird sofort verständlich, wenn das Ergebnis der genetischen Analyse herausgezogen wird, die mit Zellen aus Daltons Augenfragmenten erstellt wurde.

Spektrale Empfindlichkeit für die drei Pigmente in den Zapfen der menschlichen Retina. Die kurz-, mittel- und langwelligen Rezeptoren sind rot, blau und grün eingezeichnet. Bei Protanopen fehlt das für langwelliges, bei Deuteranopen das für mittelwelliges Licht zuständige Pigment.

Es kann mehrere Gene für das mittelwellige Pigment geben. Die langwelligen Gene sind hier rot, die mittelwelligen sind grün eingezeichnet.



Die heute scheinbar selbstverständlichen Genanalysen wurden möglich, nachdem Genetiker in den 60er und 70er Jahren Wege gefunden haben, Farbenblindheit und andere vererbte Eigenschaften zu lokalisieren. Das heißt, sie lernten anzugeben, auf welchem Chromosom und an welcher Stelle im genetischen Material die Variation zu finden ist, die Anomalien des Farbsinnes zu Folge hat (Abbildung unten), und seit ein paar Jahren können auch die dazugehörigen Gene im molekularen Detail identifiziert und gezählt werden.

Dabei tauchte eine Überraschung nach der anderen auf. Doch zuvor soll die Spannung um Daltons Farbschwäche gemindert und das Geheimnis seiner Mutation geklärt werden. Die genetische Analyse mit Daltons Augen beziehungsweise dem aus ihnen gewonnenen genetischen Material hat eindeutig ergeben, daß der große Chemiker ein Deuteranop war – ein Grünblinder. Das heißt, ihm fehlte das Gen, welches für jenes Pigment im Auge zuständig ist, das am besten mittelwelliges Licht absorbieren kann.

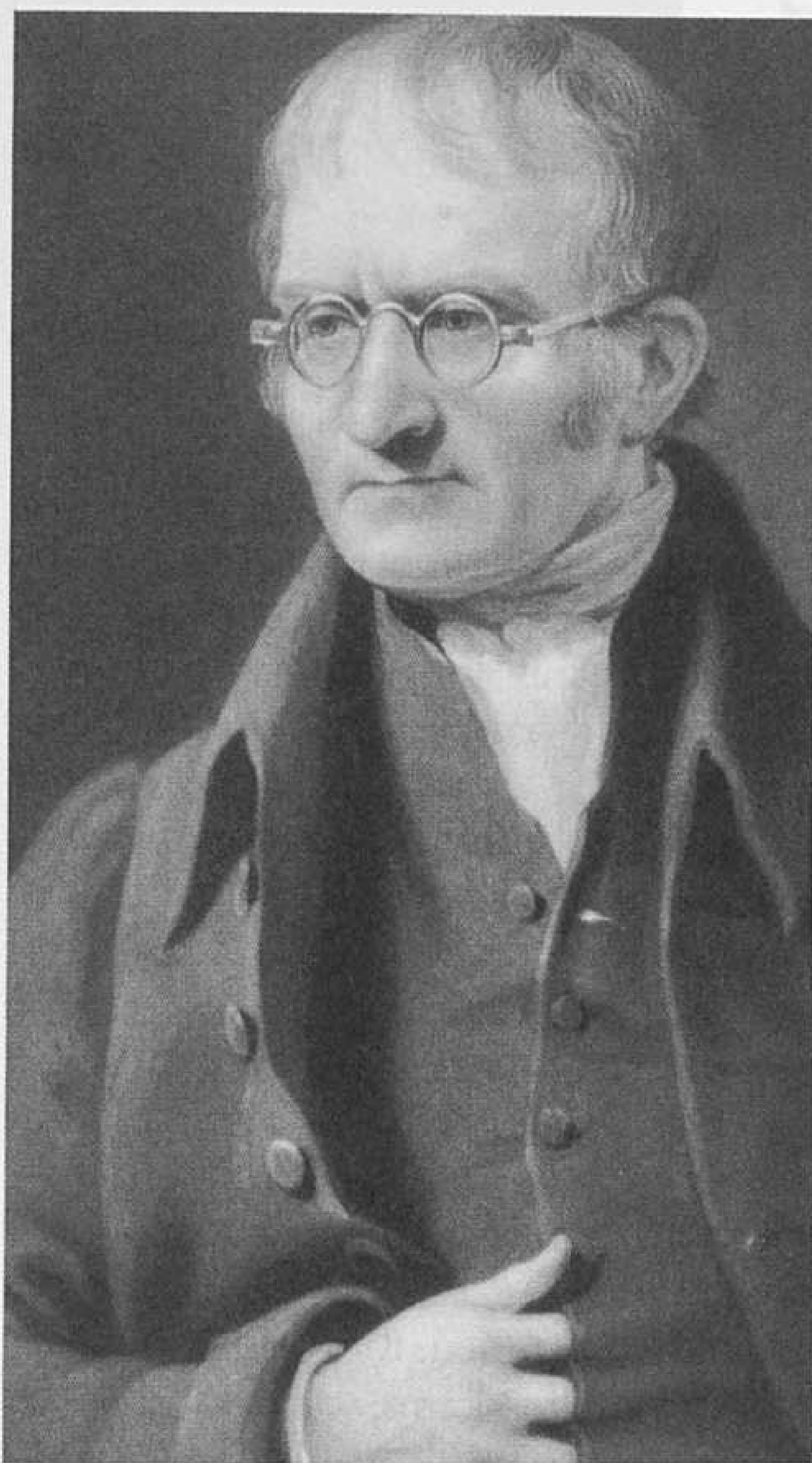
Damit hat sich auch eine zweite Deutung von Daltons Sehschwäche, die noch zu seinen Lebzeiten unternommen wurde, als falsch herausgestellt. Diese zweite Deutung stammt von dem britischen Physiker Thomas Young, der am Ende seiner Überlegun-



gen um 1800 zu dem Schluß kam, daß Dalton Protanop, also ein Rotblinder sei. Dennoch ist die Erwähnung Youngs wichtig, weil er der erste war, der überlegt hat, ob aus der unendlich scheinenden Vielfalt der Farben eine endlich große Zahl ausgesucht werden könne, durch deren Mischung es möglich ist, sämtliche Farbeindrücke zusammenzustellen. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts hatte er sich davon überzeugt, daß es nur ein paar wenige Grundfarben oder Elementarfarben gab, und er machte den Vorschlag, es mit dreien zu versuchen. Seit Youngs Theorie von 1809 wird deshalb auch von trichromatischen Sehen gesprochen und dabei vornehm über die Tatsache hinweggegangen, daß Young sich selbst nicht so recht klar war, welche drei denn nun die wirklichen Grundfarben waren. Erst schlug er Rot, Gelb und Blau vor, später wandte er sich Rot, Grün und Blau zu, und dabei ist es bis heute geblieben.

Wird heute ein Laie gefragt, aus wie vielen Farben wir die bunte Vielfalt der Welt, die wir sehen, zusammenmischen, wird er als Antwort die berühmte „Drei“ geben. Dieses physikalische Konzept der Trichromatizität ist denn auch von dem schottischen Physiker James Clerk Maxwell ganz allgemein bewiesen worden – auch seinem Farbsystem ist die Hinwendung zur Drei anzusehen –, und tatsächlich kann ein Physiker alle Farben aus drei nahezu beliebig wählbaren Grundfarben mischen. Er muß nur darauf achten, daß seine drei Ausgangsfarben nicht zu ähnlich sind – Hellblau, Dunkelblau und Violett geht zum Beispiel nicht, während die Kombination Rot, Gelb und Grün kein Problem darstellt.

Was die Physiker angeht, so kommen sie offenbar mit drei Farben aus, und weil das so schön klappte, faßte einer von ihnen den Mut, die „Dreikomponententheorie des Farbsehens“ auch für das Auge selbst als gültig vorzuschlagen. Gemeint ist der große deutsche Physiologe Hermann von Helmholtz, der wie Maxwell in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wirkte. Helmholtz postulierte, daß es im Auge drei getrennte Rezeptoren beziehungsweise Pigmente für die drei Grundfarben Blau, Grün und Rot gebe. Er nahm darüber hinaus an, daß es die spezifischen Erregungen dieser drei Rezeptoren und ihre besonderen Empfind-



Farben-fehlsichtig: John Dalton (1766-1844).

lichkeiten sind, die für die jeweiligen „Farbsensationen“ verantwortlich sind, wie er es nannte. Je nach dem Gemisch dieser „Farben“ ließen sich sämtliche anderen komponieren und wahrnehmen.

Tatsächlich konnten die Biochemiker – der erste von ihnen war George Wald, der dafür mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde – in den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts zeigen, daß es auf der Netzhaut drei Arten von Zapfen gibt, die für die angegebenen Farben sensibel sind, also für Rot, für Grün und für Blau. Damit schien die Dreiertheorie endgültig bestätigt und die Antwort auf die Frage nach der Zahl der Farben im Auge gefunden.

Doch dann kamen die Genetiker, und als sie die Gene für die Pigmente präsentierten, zeigte sich ein kompliziertes Bild. Am besten untersucht sind die Gene, die auf dem X-Chromosom liegen. Diese Gene sind verantwortlich für die Pigmente, die früher Rot- und Grün-Pigmente genannt wurden. Vermutlich wurden diese Namen einfach deshalb verwendet, weil der große Helmholtz sie im 19. Jahrhundert vorgeschlagen hatte.

Inzwischen ist aber verstanden, daß es zumindest mühevoll und wahrscheinlich sogar falsch ist, den Pigmen-

ten die Namen der Farben zu gehen, die das Auge vermittelt, die wir letztlich aber im Gehirn sehen beziehungsweise deren Empfindung wir dort mit Namen versehen. Solange weiter vorne im Auge geforscht und mehr meßbare Physik als unmeßbare Wahrnehmung untersucht wird, sollten die Farbnamen weggelassen werden. Dies geschieht inzwischen in Fachkreisen und so wird von Pigmenten für lang-, mittel- und kurzwelliges Licht gesprochen, also abgekürzt von lang-, mittel- und kurzwelligem Pigment. Bei den Genen kann analog von lang-, mittel- und kurzwelligen Genen gesprochen werden, wobei, genauer, der Ausdruck „ein mittelwelliges Gen“ die genetische Information meint, die eine Zelle benötigt, um das Pigment anzufertigen, das am besten Licht mittlerer Wellenlänge empfängt; entsprechendes gilt für die anderen Bereiche.

Als der Blick für die „Farbgene“ zum ersten Mal geöffnet war, zeigten sich mehrere Überraschungen. Zum ersten gab es nicht ein mittelwelliges Gen, sondern es gab mehrere, wobei dies von Individuum zu Individuum verschieden sein konnte. Das eine langwellige und die jeweils vorhandenen mittelwelligen Gene lagen dabei tandemartig hintereinander, und die genetischen Austauschreaktionen, die Chromosomen und Zellen zur Verfügung stehen, erlaubten es nun, die meisten Farbschwächen von dieser Ebene aus zu erklären und damit zu verstehen.

Wenn von einem langwelligen Gen die Rede ist, dann stimmt dies zwar für eine Person. Aber es gibt eine besondere Merkwürdigkeit, wenn nicht eine, sondern alle Personen betrachtet werden. Sorgfältige mikrospektrophotometrische Untersuchungen hatten Augenärzte in den 80er Jahren nämlich zu der Vermutung kommen lassen, daß es bei ihren Patienten nicht ein, sondern zwei langwellige Rezeptoren gab, die unterschiedliche Empfindlichkeiten für die Farbe Rot bewirkten. Und in der Tat: Als die Genetiker nachforschten, ob diesem zweiten langwelligen Rezeptor auch ein zweites langwelliges Gen zugeordnet werden kann, wurden sie rasch fündig. Es stellte sich heraus, daß der entscheidende Unterschied zwischen den Genen und den dazugehörigen Rezeptoren auf einen einzigen Baustein zurückzuführen ist,



## FARBENBLINDHEIT

Von Farbenblindheit wird gesprochen, wenn bestimmte Farben schlecht oder überhaupt nicht wahrgenommen werden. Daß fast 10 Prozent aller Männer aber nur weniger als 1 Prozent aller Frauen farbenblind sind, gibt einen Hinweis darauf, daß die dazugehörige genetische Basis auf den Chromosomen zu finden ist, die geschlechtsbestimmend sind. Da Farbenblindheit zu den Domänen der Medizin gehört, sind viele überflüssige und komplizierte Ausdrücke üblich: Rotblinde Personen werden Protanope genannt und grünblinde Menschen werden als Deuteranope geführt. Ihnen fehlt ein Pigment, und zwar entweder die lang- oder die mittlere Form. Sehr selten taucht die Blauviolettblindheit (Tritanopie) auf. Wenn statt der Farbblindheit nur eine Farbschwäche vorliegt, ist von Anomalien die Rede, also von Protanomalie, Deuteranomalie und Tritanomalie. Die Farbtüchtigkeit wird mit einem Gerät geprüft, dem Anomaloskop, bei dem eine Versuchsperson aus Rot und Grün ein bestimmtes Gelb mischen muß. Rotschwache brauchen viel mehr Rot, Grünschwache brauchen viel mehr Grün, und Rotblinde sehen alles Licht, das eine längere Wellenlänge als 520 nm (Grün) hat, als gelb an.

Aber ist das nicht gerade der falsche Zugang? Sollte nicht vielmehr nur zählen, was *nicht* gezählt werden kann? Ist die Zahl der Farben nicht bedeutungslos neben der Zahl der Empfindungen, die sie ermöglichen? Hoffentlich denkt niemand, daß sich die wirklich zählen lassen. □

## DER AUTOR

Ernst Peter Fischer, geboren 1947, ist Diplom-Physiker, promovierter Biologe und habilitierter Historiker. Er lehrt als Professor an der Universität Konstanz neuere Wissenschaftsgeschichte und ist Autor von „Die Wege der Farben“ sowie wissenschaftlicher Bearbeiter des Ausstellungskatalogs „Idee Farbe“.

Farben anders zusammenstellten – als die Träger eines einzigen langwelligen Gens. Der Schluß läßt sich nicht mehr vermeiden, daß es Menschen gibt, die tetrachromatisch sind, das heißt, die die Farben, die sie sehen, aus vier Komponenten zusammenmischen – und zwar schon vom Auge her.

Vierfarbigkeit galt immer schon als Eigenschaft des Gehirns. Der erste, der dies klar ausgedrückt hat, war der Psychologe und Physiologe Ewald Hering, der als Zeitgenosse von Helmholtz den Physikern vorhielt, daß sie bei ihren Farbmischungen zuwenig an die Empfindungen denken, die beim Sehen auftreten. Natürlich bestritt er nicht, daß ein Physiker grünes und rotes Licht so mischen kann, daß dabei Gelb gesehen wird. Hering bestritt nur, daß das Gehirn Gelb als Mischfarbe wahrnehmen würde. Gelb sei eine reine Empfindung.

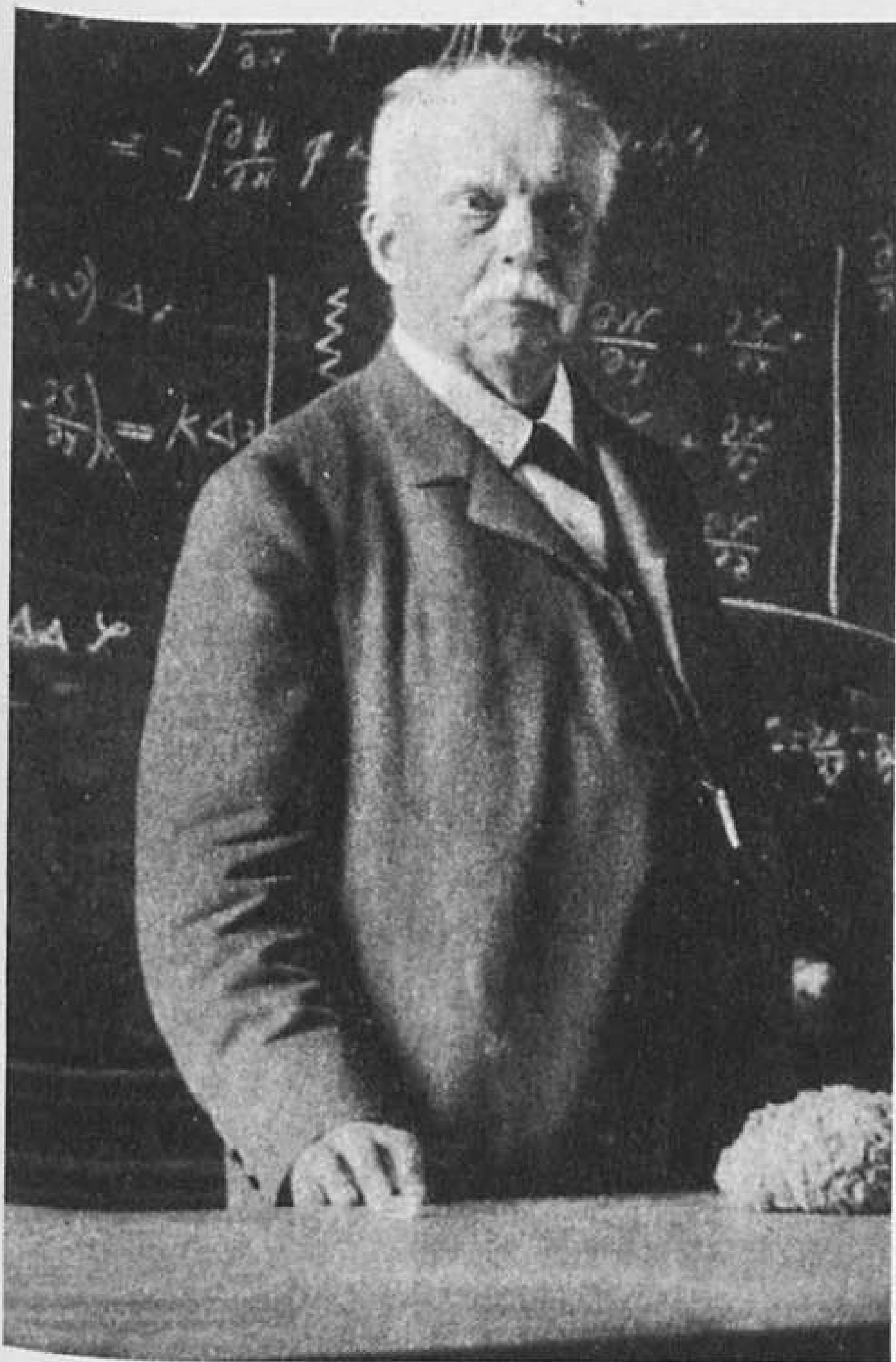
Tatsächlich kann die moderne Physiologie nachweisen, daß Hering recht hat. Die drei bislang bekannten Zapfen werden so mit Nervenzellen (Ganglienzellen) zusammengeschaltet, daß das Gehirn tatsächlich neben Rot, Grün und Blau auch Gelb in einem gesonderten Nervenkanal geliefert bekommt. Unabhängig von den Details dieser komplizierten Farbverarbeitung ist darauf aufmerksam zu machen, daß die nachgewiesenen möglichen vier Farben des Auges keineswegs mit den vier Farben übereinstimmen, die dem Gehirn über die erwähnten Kanäle zufließen. Zum Leidwesen aller Theoretiker ist zu konstatieren, daß da, wo das Gehirn beziehungsweise die Nervenzellen, die aus dem Auge in die Hirnrinde zu den Sehzentren führen, am empfindlichsten reagieren, das Auge eher schwach und träge reagiert.

Die drei beziehungsweise vier „Farben“ der Netzhautzellen und die vier „Farben“ der Ganglienzellen haben kaum Gemeinsamkeiten. Sie wachen eifersüchtig darüber, daß jede ihre eigene optimale Wellenlänge kontrolliert, und so läßt sich die Frage nach der Zahl der Farben immer schlechter beantworten, je genauer die Forscher hinschauen lernen. Eher ist es Anlaß zum Wundern, wie sie überhaupt auf die Idee gekommen sind, daß sie die Farben zählen könnten.

Natürlich zählt in einer Informationsgesellschaft mit ihrer Datenverarbeitung nur, was gezählt werden kann.

und zwar auf den Baustein Nr. 180 im Rezeptor). 62 Prozent der untersuchten Patienten beziehungsweise Probanden verfügen hier über ein Molekül, das die Biochemiker Serin nennen, und 38 Prozent tragen das Molekül Alanin an dieser Stelle. Wer ein langwelliges Gen besitzt, das an der 180. Stelle des langwelligen Rezeptors Serin (und nicht Alanin) aufweist, zeigt eine höhere Empfindlichkeit für die Farbe, die gewöhnlich als Rot gekennzeichnet wird.

Die Bedeutung, die diese Entdeckung von Jerry Nathans und seinen Mitarbeitern für die Physiologie hat, ist kaum zu überschätzen, denn nun ist eine Signalkette gefunden, die direkt von den Genen und ihren Bausteinen in die Welt der Wahrnehmung führt. Zunächst sah es so aus, als ob zwar innerhalb der Bevölkerung zwei langwellige Gene existieren, daß aber jedes Individuum nur eines davon hat und nutzt. Doch auch diese Idee hat sich als unhaltbar erwiesen, nachdem die Genetiker mit besseren Gensonden das genetische Material immer besser analysieren konnten. Mit steigender Präzision der Technik waren Individuen zu identifizieren, die mit bis zu vier langwelligen Genen ausgestattet waren, und eine Analyse ihrer Farbtüchtigkeit ergab sogar, daß sie bei Farbvergleichen deutlich anders reagierten – die



Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821-1894) hat die trichromatische Theorie des menschlichen Sehens vertreten.



# „Die Sixtinische Kapelle der Eiszeit“

## Die Altamira-Höhle im Deutschen Museum

VON MARGARETA BENZ-ZAUNER

Seit 1962 zeigt das Deutsche Museum in einer Nachbildung die steinzeitliche Deckenmalerei von Altamira, seit dem 22. Juni 1995 in einer neuen Präsentation. Die Altamira-Höhle ist die erste Höhle mit steinzeitlichen Malereien, die entdeckt wurde. Auch nachdem viele weitere Bilderhöhlen bekannt wurden – bis heute in Europa etwa 300 –, gehört sie zu den schönsten. Die Nachbildung, die das Deutsche Museum zeigt, ist die erste form- und materialgetreue Kopie, die von steinzeitlichen Felsbildern gemacht wurde.

Die Altamira-Höhle liegt in Nordspanien in einem flachen Hügel, fünf Kilometer von der kantabrischen Küste entfernt, in der Nähe des Städtchens Santillana del Mar. Nur durch einen Zufall wurde sie entdeckt. Ein Jagdhund des Modesto Cubillas Pérez hatte sich zwischen Felsen verklemmt. Als der Jäger die Felsbrocken wegräumte, um seinen Hund herauszuholen, bemerkte er, daß sich dahinter eine weite Höhle auftat. Das war 1868.

In der höhlenreichen Gegend des kantabrischen Hügellandes hätte dies allerdings nicht sonderlich viel Aufsehen erregt, wäre Cubillas nicht Pächter des Landadeligen Marcelino Sanz de Sautuola gewesen. Dieser beschäftigte sich als Privatgelehrter mit naturkundlichen und vorgeschichtlichen Forschungen. 1876 untersuchte er erstmals die Höhle, bemerkte dabei auch einige schwarze Linien an einer Wand, beachtete sie aber nicht weiter. 1879 besuchte Sautuola die Höhle erneut, nachdem er ein Jahr zuvor auf der Pariser Weltaus-

stellung steinzeitliche Stein- und Knochenfunde mit Gravierungen gesehen hatte und nun hoffte, auch in der Altamira-Höhle auf solche Zeugnisse der Vorgeschichte zu stoßen.

Eines Tages nahm er auch seine kleine Tochter mit. Sie war damals etwa neun Jahre alt und interessierte sich wohl nicht lange für die Grabungen ihres Vaters im Boden. Sie bemerkte die farbig bemalte Decke und rief: „Mira, papa, bueyes!“ – „Schau, Papa, Ochsen!“ Sautuola erkannte bald die Bedeutung und das hohe Alter der Malereien. Doch konnte damals noch kaum jemand glauben, daß die Malereien etwa 15 000 Jahre alt sind, wie wir heute wissen, und damit ziemlich spät innerhalb der Entwicklungsgeschichte des Menschen.

Seit der Mitte des 19. Jahrhunderts begannen Wissenschaftler zu lernen, daß es schon in Zeiten längst ausgestorbener Tiere Menschen gegeben hat, also lange vor dem Jahr 3761 vor Christus, das nach den Generationen der Bibel als Datum der Erschaffung der Menschen errechnet worden war. Nach der Evolutionstheorie Darwins stellte man sich diese frühen Menschen zunächst eher als Halbaffen vor, weder zu geistigen noch zu künstlerischen Leistungen fähig.

Schon die gravierten Stein- und Knochenfragmente, die die Pariser Weltausstellung erstmals der Öffentlichkeit präsentiert hatte, waren eine Sensation gewesen. Und nun sollten diese „primitiven“ Menschen so große Bilder, noch dazu so meisterhafte gemalt haben!? Das schien unerhört. So erklärten die meisten Wissenschaftler deren Malereien kurzerhand zum

Weltberühmt und vom Deutschen Museum in einzigartiger Weise kopiert: Die Höhle von Altamira mit Bison-Malereien.



# ALTAMIRA-HÖHLE

Machwerk eines zeitgenössischen Künstlers, den Sautuola zuweilen zu Gast hatte und mit der Fälschung beauftragt habe, um sich wichtig zu machen. Erst die Entdeckung weiterer Steinzeithöhlen, deren Malereien oder Gravierungen durch den Fundzusammenhang sicher datiert werden konnten, und weitere Forschungen brachten den Nachweis ihrer Echtheit.

Der gesamte Höhlenkomplex von Altamira führt als Gang mit verschiedenen Sälen und Kammern etwa 300 Meter in die Tiefe des gleichnamigen Hügels. In all seinen Teilen gibt es Malereien und Gravierungen. Die berühmten Malereien, die im Deutschen Museum nachgebildet sind, finden sich an der Decke des sogenannten Saales der Bisons. Sie zeigen Tiere, die in der Eiszeit gelebt haben, und abstrakte Zeichen, deren Sinn bislang verschlossen bleibt.

Neben einem Pferd und Hirschkühen sind vor allem Bisons dargestellt. Manche Tiere sind mehr als zwei Meter groß. Die Künstler der Steinzeit hatten sie gut beobachtet und zeigten sie in vollendeten Proportionen in verschiedensten Haltungen: Manche ste-

hen, andere liegen, einer wendet den Kopf zurück, ein anderer brüllt. Allerdings ist keine Komposition zu erkennen, wie sie heute geläufig ist: Es gibt keine gemeinsame Standlinie oder Bodenfläche. Auch die Größen der Tiere sind nicht innerhalb eines gemeinsamen Bildraums aufeinander bezogen.

Die Besonderheit der Bilder von Altamira ist die meisterhafte Art der Darstellung. Neben Gravierungen und einfarbig schwarzen oder roten Malereien, die es auch in vielen anderen Höhlen gibt, finden sich hier einzigartige Abstufungen der Farben in verschiedenen Tönen und plastische Gestaltungen, die auch das Relief der Felsformen miteinbeziehen. Die Darstellung wirkt dadurch sehr lebendig und realistisch, so daß auch die heutigen Betrachter über deren Meisterschaft staunen. Die Deckenmalerei im Saal der Bisons wurde deshalb bald nach der Anerkennung ihrer Echtheit „Die Sixtinische Kapelle der Eiszeit“ genannt.

Ausgrabungen und stilistische Vergleiche ergaben, daß die Malereien in zwei Zeiträumen entstanden sind: in der Epoche des sogenannten Solutréen von etwa 17 000 bis 14 000 vor Christus

und in der Epoche des Magdalénien von etwa 14 000 bis 12 000 vor Christus. Naturwissenschaftliche Datierungen mit der Radiokarbonmethode bestätigten diese Epochenzuordnungen.

Sehr wahrscheinlich dienten die Bilder kultischen Zwecken. Denn der Saal der Bisons liegt abseits der Wohnplätze, an denen zahlreiche Siedlungsspuren – Essensreste, Werkzeuge und Holzasche – gefunden wurden. Die herausragende Qualität der Malereien von Altamira, die nirgends im weiteren Umkreis erreicht ist, läßt vermuten, daß sich hier eine Art Kultzentrum befand – vielleicht ähnlich einem Wallfahrtsort in der christlichen Kultur.

Nur dank des jahrtausendlang gleichmäßigen Höhlenklimas blieben die Malereien von Altamira erhalten. Die vielen Besucher, die die Bilder sehen wollten und so Körperwärme in den Höhlenraum brachten, wurden zur Gefahr für sie. Die relative Feuchtigkeit sank, und die Farben verblaßten, stellenweise bröckelten sie sogar ab. Deshalb wurde die Höhle geschlossen, und nur noch wenige Besucher werden nach schriftlicher Anmeldung und langfristiger Terminplanung eingelassen.

Die Deckenmalerei von Altamira, die das Deutsche Museum zeigt, ist die erste form- und materialgetreue Kopie, die je von einer steinzeitlichen Felsmalerei gemacht wurde. Bis in die frühen 50er Jahre reichen die Pläne zurück. Sie entwickelten sich aus den Überlegungen des damaligen Leiters der Abteilung Chemie, R. Sachtleben, eine Abteilung zur „Urgeschichte der Chemischen Technologie“ einzurichten. Sie sollte den Auftakt zur „Technischen Chemie“ bilden, die sich damals im 2. Obergeschoß des Deutschen Museums befand. Als Projektleiter konnte das Deutsche Museum Professor Erich Pietsch gewinnen, der damals Leiter des *Gmelin-Instituts für Anorganische Chemie* in Frankfurt a. M. war und der sich schon seit längerer Zeit mit Fragen der prähistorischen Felsmalerei beschäftigt hatte.

Da die Decke nicht berührt werden durfte, also keine direkte Abformung möglich war, erwies sich die Realisierung des Projekts als sehr kompliziert. Die Verfahren mußten erst erarbeitet werden. Verschiedene Institute und Unternehmen unterstützten das Deutsche Museum und trugen mit ihrem Fachwissen zum Gelingen bei.



Herstellung eines Rohrelief-Blocks der Deckenform von Altamira mit Hilfe einer Präzisions-Graviermaschine, die die Schichtlinien in den Block einfräst.



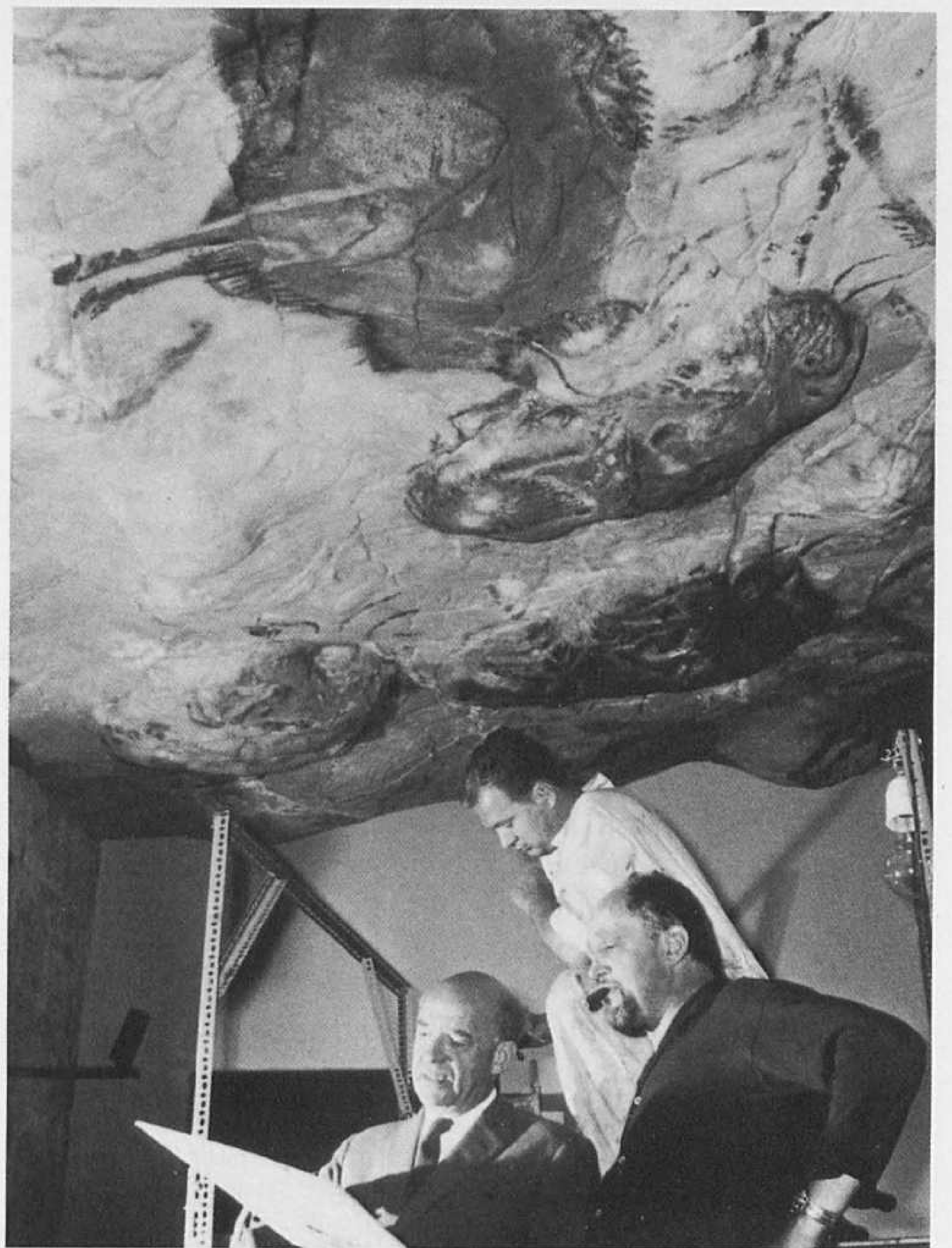


Der erste Schritt war die fotogrammetrische Vermessung des Deckenreliefs, ein Verfahren, das die Geodäten für die Landvermessung aus der Luft anwenden. Sie ergab einen Schichtlinienplan – ähnlich wie eine Landkarte mit Höhenlinien –, der in ein dreidimensionales Gipsmodell übersetzt wurde; diese Arbeit übernahmen das *Institut für Angewandte Geodäsie*, Frankfurt a.M., und die *Geographische Anstalt K. Wenschow*, München. Bildhauereistudenten der Münchner Akademie modellierten in die mit Plastilin beschichtete Oberfläche des Gipsmodells zentimeterweise die Feinstruktur des Felsgesteins, seine Körnungen, Poren und Risse. So entstand ein Relief, das die Felsdecke formgetreu wiedergab. Es sollte aber keine Gipskopie, sondern eine möglichst materialgetreue Nachbildung werden.

Dazu wurde zunächst eine Negativform des Gipsreliefs in Silikonkautschuk gegossen, ein Material, das zum ersten Mal in solchen Dimensionen – die Fläche betrug mehr als 45 Quadratmeter – angewandt und von der Firma *Wacker-Chemie*, München, zur Verfü-

Einarbeiten der Korrekturen in die eingeschaltete Gesamtdecke des Arbeitspositivs. Es wurde keine Mühe gescheut, höchste Detailgenauigkeit zu erreichen.

Professor E. Pietsch (links) bespricht mit dem „Hausmaler“ des Deutschen Museums, Günter B. Voglsamer, auch er Professor, wie die Deckenkopie der Altamira-Höhle „steinzeitgerecht“ bemalt werden kann.





# ALTAMIRA-HÖHLE

gung gestellt wurde. Von der Negativform wurde die positive Form der Decke von den *Dyckerhoff-Zementwerken*, Wiesbaden, in einem Steinguß hergestellt, dessen Zusammensetzung nach Untersuchungen des Felsgesteins in Altamira ermittelt worden war.

Die so gewonnene, form- und materialgetreue Kopie bemalte schließlich Günter B. Voglsamer (siehe *Kultur & Technik* 2/1995), assistiert von G. Passens und E. Senft, in den gleichen Farben wie in Altamira: mit Ockererden von gelb und braun bis rot, mit schwarzer Manganerde und Holzkohle und mit einer „steinzeitlichen“ Technik, die er beim Studium der Malerei in Altamira und im ständigen Vergleich mit dem Fotomaterial erarbeitet hatte.

Einen zweiten Abguß erstellte das Deutsche Museum 1964 für das Archäologische Museum in Madrid, den wieder G. Voglsamer bemalte. Da die originale Höhle von Altamira kaum mehr zugänglich ist, sind die Nachbildungen des Deutschen Museums in München und Madrid heute für die meisten Interessierten die einzige Möglichkeit, die berühmten Deckenmalereien zu sehen.

heute über 30 Jahre alten Höhlenraums und die Aktualisierung der Texte hinaus verfolgte die Umgestaltung der Altamira-Höhle im Deutschen Museum die Ziele:

- Eine stärkere Konzentration des Höhlenraums auf Altamira, auf die Darstellungen an der Decke und die Art der Gestaltung. Texte und Bildmaterial zur Situation und zum Innenraum der spanischen Höhle ermöglichen nun einen besseren Vergleich zwischen Kopie und Original.
- Eine Würdigung der Nachbildung selbst. Die Erstellung der Kopie, die bei der alten Ausstellung gar kein Thema war, wird in ihren wichtigsten Schritten nachvollziehbar. Erst heute ist deutlich, welche museumstechnische Leistung die Realisierung dieses Projektes war.
- Um die Konzentration auf die Höhle nicht zu stören, wurden die verschiedenen Aspekte der „Urgeschichte der Chemischen Technologie“, die in Vitrinen innerhalb des Höhlenraumes thematisiert waren, ausgeklammert beziehungsweise werden sie in allgemeinerer Form in der Einführungstafel zu den An-

3. Deutung der Welt und Bedeutung: die Kunst. – Das Prunkstück, die Altamira-Höhle, ist schon vorhanden.
4. Der Schritt in die Zivilisation: die Agrarische Revolution.

Die Abteilung zur Technik der Steinzeit umfaßt den unvorstellbar langen Zeitraum von 2,5 Millionen Jahren. So alt sind die frühesten Werkzeuge, die bisher gefunden wurden. Sie stammen von einem Menschen-Vorfahren, dem *Australopithecus*. Von den ersten Anfängen aus verfolgt die Abteilung die wesentlichen Etappen bis hin zum *Homo sapiens* und zur Agrarischen Revolution, die nach der letzten Eiszeit um 8000 vor Christus stattfand und die mit Landwirtschaft und Sesshaftigkeit viele der Erfindungen brachte, die Grundlage anderer Abteilungen des Deutschen Museums sind: Keramik, Weberei, das Rad, das Schiff und so weiter.

Gegen Ende der Steinzeit, um 4000 vor Christus, wurde schließlich die Schrift erfunden – erst ab diesem Zeitpunkt wird von „geschichtlicher Zeit“ gesprochen. Die geplante Abteilung erschließt somit die gesamte Vorgeschichte des Menschen. □



Die fertige Deckenkopie der Höhle von Altamira im Deutschen Museum.

Mit dem gleichen Verfahren der Fotogrammetrie, das erstmals das Deutsche Museum für eine Nachbildung angewandt hatte, wurden in Frankreich 1984 die Höhle von Lascaux, 1994 die von Niaux nachgebaut, da zum Schutz der Malereien auch sie geschlossen werden mußten.

Das Deutsche Museum hat Anfang der 60er Jahre den Weg gewiesen, wie die Jahrtausende alten Felsmalereien erhalten werden können, ohne sie dem Publikum vorzuenthalten; es war der Pionier bei der Erarbeitung des technischen Reproduktionsverfahrens. Über eine nur kosmetische Renovierung des

fängen der menschlichen Geschichte in der Steinzeit angesprochen.

Für die nächsten Jahre ist geplant, die allgemeinen Aspekte der Vorgeschichte als eigene Abteilung zur Technik der Steinzeit in den Räumen um die Altamira-Höhle aufzubauen. Es soll gezeigt werden, welche Leistungen die Menschen jener Epoche erbracht haben – Leistungen, die zu Grundlagen heutiger Technik, Kultur und Zivilisation wurden.

Vier Bereiche sind vorgesehen:

1. Der Schritt aus dem Tierreich: das Werkzeug.
2. Den Göttern geraubt: das Feuer.

## HINWEISE ZUM WEITERLESEN

Henri Breuil, Hugo Obermaier: *The Cave of Altamira*. Madrid 1935.

Miguel Angel García Guinea: *Altamira und andere Höhlen Kantabriens*. Madrid 1979.

Erich Pietsch: *Altamira und die Urgeschichte der chemischen Technologie*. Abhandlungen und Berichte des Deutschen Museums, 31. Jahrgang, Heft 1, München 1963. – Diese Veröffentlichung beschreibt detailliert die Erstellung der Kopie im Deutschen Museum.

## DIE AUTORIN

Margareta Benz-Zauner, geboren 1949, Dr. phil., studierte Kunsterziehung an der Akademie der Bildenden Künste, anschließend Kunstgeschichte mit den Nebenfächern Philosophie und Pädagogik an der Universität München. 1983–1985 baute sie im Burgmuseum Parsberg die Abteilung Handwerk auf, 1985/86 richtete sie die Schiffs- und Wasserbautechnische Sammlung in Rosenheim neu ein. Seit 1991 arbeitet sie im Deutschen Museum als Leiterin der Abteilungen Vorgeschichtliche Technik und Glastechnik.



# ENERGIESKLAVEN AUS DER STECKDOSE

Zur Energie-Ausstellung im Deutschen Museum:  
„Wieviel Wärme braucht der Mensch?“

VON MICHAEL ANDRITZKY

Am 11. Mai wurde im Deutschen Museum die Ausstellung „Wieviel Wärme braucht der Mensch? Die Geburt der Kultur aus dem Feuer und das Energieproblem heute“ als ein Gemeinschaftsprojekt des Siemens-Kulturprogramms und des Deutschen Museums eröffnet. Das OIKOS-Team, Karlsruhe und Kirchentellinsfurt, das die Ausstellung gestaltete, hat einen kulturgeschichtlichen Ansatz mit technikhistorischen Elementen gewählt, um dieses ebenso vielschichtige wie komplexe Thema zu erschließen und Sensibilität für die Zukunftsmöglichkeiten der Energieversorgung zu wecken.

Nachdenken über die Energiefrage – mitten im Wohlstand? Wo ist anzusetzen, wie zu beginnen, um Menschen zu erreichen, die das Frieren als elementare Erfahrung nicht mehr wirklich kennen und für die der Begriff einer „warmen Mahlzeit“ keine besondere Bedeutung mehr hat. Wenn es längst selbstverständlich geworden ist

Symbol des Fortschritts  
und des Wohlstands:  
Ölraffinerie bei Nacht.



und keine Mühe mehr macht, rund um die Uhr eine warme Wohnung zu haben, wie soll da Sensibilität für das Energiesparen geweckt werden?

Die Statistiken besagen, daß auf der Welt heute 12 Milliarden Tonnen Steinkohleeinheiten (SKE) pro Jahr verbraucht werden. Eine SKE entspricht der Wärmemenge, die eine Tonne Steinkohle bei der Verbrennung abgibt. Was aber bedeutet diese ungeheure Zahl, was ist mit ihr anzufangen?

Der erste Schritt wäre vielleicht die Umrechnung auf den Energiebedarf des einzelnen. Circa 6,1 Tonnen SKE pro Jahr verbraucht der Bundesbürger im Schnitt. Das wäre schon ein recht großer Haufen Kohlen, wenn er vor der eigenen Haustür läge. Aber auch das reicht wahrscheinlich nicht, um eine plastische Vorstellung davon zu gewinnen, wie energieabhängig der moderne Lebensstil ist und wie exorbitant viel wir – im historischen und im Vergleich zu den Entwicklungsländern – verbrauchen.

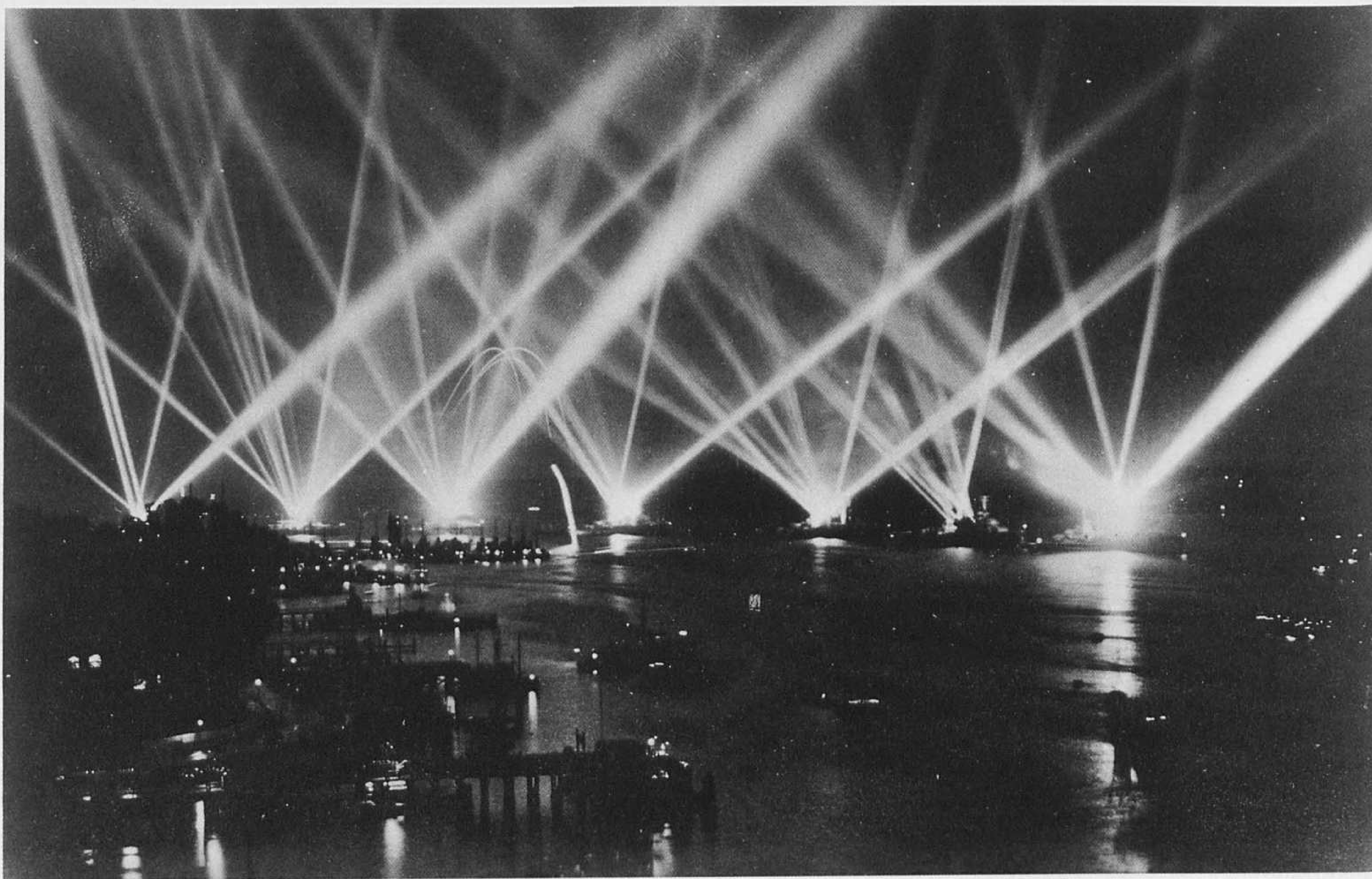
Kaum jemand macht sich bewußt, wie stark die Kräfte des Menschen durch die Nutzung fossiler Brennstoffe wie Kohle, Erdöl oder Erdgas poten-

ziert worden sind. Wird nur ein einziges Kilogramm Steinkohle verbrannt, so kann die dabei freiwerdende Energie zum Beispiel 8 Kilowattstunden thermische Energie oder 3 Kilowattstunden elektrische Energie erzeugen, 1000 Liter Wasser um 7 Grad erwärmen oder dieselbe Wassermenge 3000 Meter hochheben. Sollte die gleiche Arbeit mit Muskelkraft erbracht werden, müßten 6 Menschen 24 Stunden lang arbeiten, da die körperliche Leistungsfähigkeit der Menschen etwa 55 Watt beträgt. Um also die Arbeit von 2,6 Kilowattstunden thermischer Energie oder einer Kilowattstunde elektrischer Energie zu erbringen, müßten 6 Menschen 8 Stunden lang hart arbeiten. Bei einem mittleren Stromverbrauch im Haushalt von 4 Kilowattstunden pro Person und Tag würde dies bedeuten, daß jedem Bundesbürger bei der täglichen Arbeit im Haushalt 24 „Arbeitsklaven aus der Steckdose“ behilflich sind.

Es gibt heute keine wirtschaftliche, soziale oder kulturelle Handlung, die nicht auf irgendeine Weise energetisch relevant ist beziehungsweise Produkte in Anspruch nimmt, die unter Einsatz

von Energie hergestellt wurden. Auch noch für die Entsorgung der verbrauchten, nutzlos gewordenen Güter ist Energie notwendig. Beim Autofahren zeigt der Benzinverbrauch, wieviel Antriebsenergie – gemessen in Litern Benzin – für die Fortbewegung benötigt wird; aber schon die Energie, die zum Bau der Autobahnen sowie für die Einrichtung und Unterhaltung des gesamten am Auto hängenden Systems – von der Raffinerie bis zur Reparaturwerkstatt und dem Autofriedhof – aufgewendet werden muß, wird nicht mehr wahrgenommen.

In den privaten Haushalten der Bundesrepublik Deutschland werden rund 28 Prozent der Energie verbraucht. Den größten Anteil benötigt mit 76 Prozent die Öl- und Gasheizung zur Erzeugung von Raumwärme, etwa 2 Prozent werden für Beleuchtung und Kommunikation (TV, Video, PC) verwendet. Von den rund 900 Millionen Tonnen Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), die in Deutschland jährlich ausgestoßen werden, kommen knapp ein Drittel aus dem Gebäudebestand. Der Anteil liegt damit höher als der des Verkehrs – und das will viel heißen!



Faszinierende und scheinbar unerschöpfliche Energiequelle Elektrizität: Scheinwerfer-Lichtspiele im Kieler Hafen 1943.

Foto: Siemens AG



In den privaten Haushalten werden über 40 Prozent der Primärenergie in der Bundesrepublik verbraucht. Zählt man die indirekten Energieaufwendungen hinzu – also Energie, die bei der Herstellung der Konsumgüter anfällt –, wird die unhaushälterische Funktion des Haushalts als Energiefresser noch offensichtlicher. Die ursprüngliche Bedeutung des Wortes „Haushalten“ meint einen sparsamen und wohlüberlegten Umgang mit den Dingen, die zum Leben benötigt werden. Ökonomisch und ökologisch richtiges Verhalten – das war früher für die meisten Menschen ein- und dasselbe. Überflußproduktion, eingebauten Verschleiß, Bedarfsweckung und andere verschwenderische Erscheinungen des modernen Lebensstils gab es allenfalls für eine kleine Oberschicht. In der Regel bestimmte der „haushälterische“ Umgang mit den knappen Ressourcen das Verhältnis zur Umwelt – auch zur Wärme, die der Mensch brauchte.

In einer überwiegend noch agrarisch geprägten Welt standen die Menschen früh auf und gingen früh schlafen. Sie bewegten sich viel, kleideten sich warm und lebten nicht selten mit dem Vieh als Wärmesponder unter einem Dach. Müßige freie Zeit war rar. Wenn sie nicht arbeiteten oder schliefen, versammelten sie sich um die Feuerstelle, in der Regel die einzige Wärmequelle des Hauses, die auch Licht gab und zum Kochen diente. Der Energieverbrauch war minimal, beschränkte sich – wie heute noch in weiten Teilen der Dritten Welt – auf den zum Kochen und Heizen nötigen Holzvorrat.

Dem steht die heutige häusliche Wärmeversorgung mit einem meist rund um die Uhr vom Keller bis zum Dach gleichmäßig warmen Haus gegenüber, um das sich niemand mehr besonders kümmern muß. Wenn der moderne Mensch im Winter sein Haus verläßt, bewegt er sich in geheizten, fahrbaren Behältern – Auto oder Bahn – von Wärmeinsel zu Wärmeinsel: Von der Wohnung ins Büro, in den Konzertsaal, ins Kino, die Kneipe und so weiter. Auch fliegen immer mehr Menschen, die es sich leisten können, immer öfter für ein paar Tage oder Wochen in den warmen Süden; und fürs kalte Wochenende daheim bieten Center-Parks und Spaßbäder Karibik-Feeling unter Glasdach als neues Freizeiterlebnis an. Dieses „Wärmeprofil“ des mo-

dernen Menschen ist historisch beispiellos.

Die gewaltige Steigerung der Bequemlichkeit, ermöglicht durch die Errungenschaften der Technik, hat allerdings auch dazu geführt, daß die Menschen sich über die Umweltkosten ihres luxuriösen Lebensstils wenig Gedanken machen. Die gesellschaftlichen Kosten-Nutzen-Rechnungen drängen sich erst heute auf, nachdem Technikfolgen und Ressourcenausbeutung unübersehbare Umweltschäden hinterlassen haben.

## DER HERD ALS MITTE DES HAUSES

Das Wohnen entwickelte sich um das Feuer herum, der häusliche Herd war der Mittelpunkt des Hauses, ja dessen Seele, wie Lisa Heschong im Ausstellungs-Katalog schreibt: „Das Feuer war das Element im Haus, das dem Leben am nächsten kam: Es verbrauchte Nahrung und ließ Abfall zurück. Es konnte offensichtlich aus eigenem Willen größer werden und sich bewegen; es konnte von selbst ausgehen und sterben. Das wichtigste aber, es war warm, und das ist eine der grundlegendsten Qualitäten, die zu unserem eigenen Leben gehört. Stirbt das Feuer, werden seine Überreste kalt, ebenso wie der Körper kalt wird, wenn der Mensch stirbt. Zieht man eine Parallele zu unserer Seele, die den Körper belebt, dann ist das Feuer der Geist, der den Körper des Hauses beseelt.“

20 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs in der Bundesrepublik Deutschland werden für die Raumheizung verwendet. Der durchschnittliche jährliche Heizenergiebedarf im Gebäudebestand beträgt 170–200 Kilowattstunden pro Quadratmeter oder 900 Liter Heizöl pro Kopf. Umgerechnet geht etwa ein Drittel des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, der bei der Nutzung fossiler Energieträger entsteht, auf das Konto von Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Eine Kernthese der Ausstellung besagt, daß es für die Bewältigung der Zukunft notwendig ist, sich auch an die Vergangenheit und den meist mühsamen und entbehrungsreichen Weg der Zivilisationsentwicklung zu erinnern, denn viele der heutigen Probleme haben ihre Wurzeln in der Vergangenheit. Wer weiß, woher er gekommen ist,

dem fällt es vielleicht leichter, Antworten auf die Frage „Wohin will ich gehen?“ zu finden und so wieder zu einem haushälterischen, sozial- und umweltverträglichen Umgang mit der Wärme zu gelangen, die Menschen brauchen.

Das Leben im T-Shirt in einem rund um die Uhr warmen Haus, das ständig warmes Wasser bereithält und zudem für die Erzeugung künstlicher Kälte im Eisschrank und durch die Klimaanlage im Sommer Wärme verbraucht, aber auch die winterliche Flucht per Jet in den warmen Süden und vieles mehr sind spezifische Erscheinungen einer modernen Lebensweise. „Die bescheidenste Hausgehilfin heute würde sofort empört revoltieren, böte man ihr ein Zimmer mit der Heizung, der Beleuchtung sowie der Waschgelegenheit an, die dem Geheimrat von Goethe oder selbst der Herzogin Anna Amalie von Weimar durchaus ausreichend erschien“ (Konrad Lorenz).

1981 war in der Zeitschrift GEO zu lesen: „Die Menschen unserer Zeit, die Milch nur in Tüten kaufen und Energie aus der Steckdose zapfen, vergessen darüber leicht, woher das alles kommt, am wenigsten werden sie an die Sonne denken, die in fast allem wirkt, was unsere Umwelt und unser Leben ausmacht.“ Denn „die Sonne

- erwärmt die Erde, so daß das Wasser flüssig und die Luft gasförmig bleibt;
- treibt die Zirkulation der Atmosphäre an, bildet Wolken, lenkt Winde und Meeresströme;
- verdunstet das Wasser und bringt so lebensspendende Feuchtigkeit auf die Erde;
- liefert den Pflanzen die Energie, die sie zum Wachsen brauchen und damit auch den Menschen und Tieren die Grundlage ihrer Ernährung;
- versorgt uns in Form von Kohle, Erdöl und Erdgas mit fossiler Energie;
- bestimmt unser Leben durch den ewigen Wechsel von Tag und Nacht, Sommer und Winter.“

Tatsächlich kann, darauf weist Hans-Peter Dürr hin, in geschlossenen Systemen ohne ständige Zufuhr „freier“, arbeitsfähiger Energie kein Leben entstehen und sich erhalten, weil hier das Gesetz der Entropie wirksam ist. Und Hubert Markl fügt hinzu: „Lebewesen brauchen Zufuhr an hochwertiger Energie, weil sie geordnete Systeme sind, und sie verwandeln dabei freie Ener-





Am Anfang war das Feuer: Brandrodung im Regenwald.



Ruhrgebiet: Wenn die Energieprobleme über den Kopf wachsen.

gie in ungeordnete molekulare, thermische Bewegung, sie entwerten sie, um ihre Systemordnung zu erhalten und zu vervielfältigen.“ Mit anderen Worten: Komplizierte und stark differenzierte Ordnungen, wie sie menschliche Gesellschaften darstellen, benötigen ein hohes Maß an Energiezufuhr, sollen sie sich, nach dem Gesetz der Entropie, nicht in Unordnung auflösen. Und daß das nicht geschieht, liegt daran, daß der Erde durch das Sonnenlicht dauernd Ordnungsenergie oder Syntropie zugeführt wird.

Mit den Worten Hans-Peter Dürs: „Die Sonne spielt also gewissermaßen in der Evolution des Lebens die Rolle einer ständig ‚ordnenden Hand‘, welche den allgemeinen Wertzerfall teilweise in einen Wertzuwachs umkehrt. Es ist diese ständige Syntropiezufuhr, dieses stetige ‚Einkommen‘ an Ordnungsenergie, das wir täglich kostenlos von der Sonne entgegennehmen.“

Und weiter: „Aufgrund des Entropiesatzes ist jeglicher Wertzuwachs immer gleichzeitig mit einem Wertzerfall verknüpft. Dies ist für uns jedoch oft nicht so sichtbar, weil die Wertminderung etwa durch eine nicht wahrge-

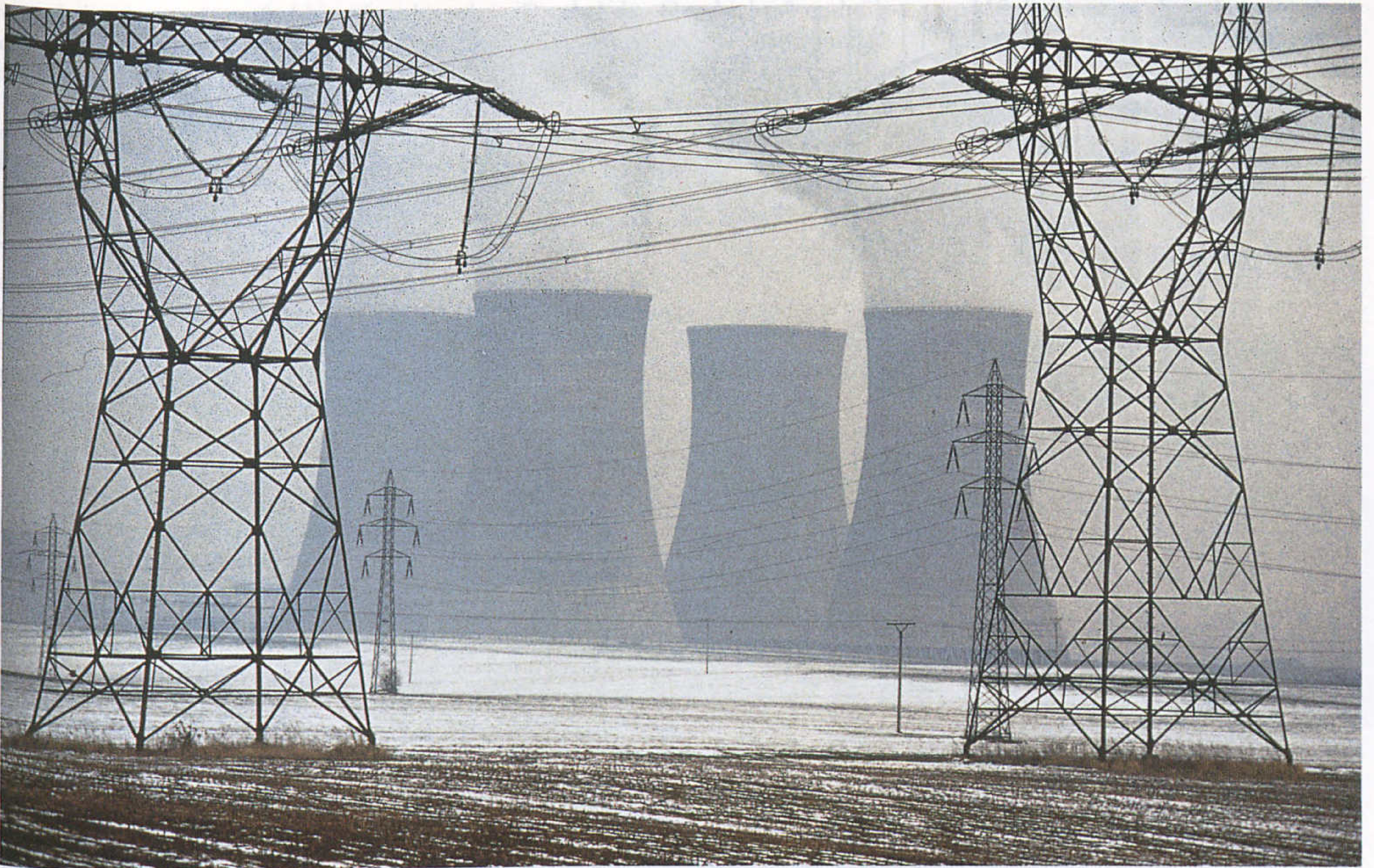
nommene Verwandlung von hochwertiger Energie – zum Beispiel elektrischer Energie oder chemischer Energie eines Brennstoffes – in minderwertige Wärmeenergie erfolgt. Je weniger und je langsamer Umwandlungen stattfinden, um so geringer der Wertzerfall oder der Syntropieverbrauch. Deshalb sind Mäßigung und Entschleunigung die besten Voraussetzungen, um bei Syntropiezufuhr den ‚unnatürlichen‘ Aufbauprozessen gegenüber den ‚natürlichen‘ Abbauprozessen eine Chance zu geben.“

Diese Betrachtung von Hans-Peter Dürr läßt die Einmaligkeit, aber auch die Maßlosigkeit eines Lebens erahnen, wie es in den westlichen Industriestaaten Norm ist. Das Erinnern an die natürlichen Grundlagen früherer Kulturen und eine Lebensweise, die sehr viel stärker als heute auf sie bezogen war, kann die Augen öffnen für das scheinbar Selbstverständliche, das aber nicht selbstverständlich ist. Dadurch kann sichtbar werden, welche (unbeabsichtigten) Nebenfolgen das industrielle System mit sich bringt und was es, global betrachtet, für die Biosphäre bedeuten würde, wenn der westliche

Lebensstandard und Energieverbrauch auf die gesamte, dazu rasch wachsende Weltbevölkerung übertragen würde.

Die im historischen Fortgang stetig zunehmende Verfügung über Energie kann als Schlüssel für die Entwicklung der menschlichen Zivilisation gelten. Der Schriftsteller Winfried G. Sebald hat dies auf fast poetische Weise einmal so ausgedrückt: „Die unaufhörliche Verbrennung aller brennbaren Substanz ist der Antrieb für unsere Verbreitung über die Erde. Vom ersten Windlicht bis zum fahlen Glanz der Bogenlampen über den belgischen Autobahnen ist alles Verbrennung, und Verbrennung ist das innerste Prinzip eines jeden von uns hergestellten Gegenstandes. Die Anfertigung eines Angelhakens, die Manufaktur einer Porzellantasse und die Produktion eines Fernsehprogramms beruhen letztlich auf dem gleichen Vorgang, der Verbrennung. Die von uns ersonnenen Maschinen haben wie unsere Körper und wie unsere Sehnsucht ein langsam zerglühendes Herz. Die ganze Menschheitszivilisation war von Anfang an nichts als ein von Stunde zu Stunde intensiver werdendes Glosen,





Die Realität: Kraftwerke und Hochspannungs-Fernleitungen sind sichtbare Zeugnisse der Energieabhängigkeit.



Die Utopie: Solarkraftwerke, wie hier auf Pellworm, werden die klimaschädliche Erdölwirtschaft ersetzen.





Verrohrung: Leitungen  
als Symbol einer Gesellschaft,  
die ohne Energie-Infusion  
nicht mehr leben kann.

Foto: Deutsches Museum



von dem niemand weiß, bis auf welchen Grad es zunehmen und wann es allmählich sterben wird.“

Der explosionsartigen Veränderung der Welt, die im Zeichen der Industrialisierung stattgefunden hat, und bei der Massen an Materialien bewegt, umgeformt, neu erfunden und durch die Welt transportiert werden, liegt die energetische Mobilisierung von Rohstoffen zugrunde, die in Jahrmillionen entstanden sind und die nun in wenigen Jahrhunderten aufgezehrt werden. So sind seit 1950 in den Industrieländern ebenso viele Güter und Dienstleistungen verbraucht worden wie in sämtlichen Generationen zuvor. In drei Jahrzehnten wurde soviel Energie verfeuert wie in der gesamten Menschheitsgeschichte bisher. Die Endlichkeit der Energievorräte bei wachsender Weltbevölkerung und industriellem Aufschwung in den Schwellenländern, verbunden mit drastischen Umweltschäden, stellt heute das Überleben der Industriegesellschaften selbst in Frage, wenn es nicht rechtzeitig gelingt, ein neues Energiesystem weltweit durchzusetzen.

### HOFFNUNG OHNE LANGE LEITUNG

Die epochalen Entwicklungsschübe der Menschheit von der primitiven Jäger-Sammler-Gesellschaft über die Kultur der Ackerbauern und Viehzüchter hin zur Industriekultur waren immer mit einem revolutionären Wechsel der Energiesysteme verbunden.

Hier ist ein Blick zurück in eine gar nicht so ferne Vergangenheit aufschlußreich. Was heute kaum jemanden vom Fernsehsitz reißt, war noch vor 50 bis 70 Jahren für die Menschen eine unerhörte neue Erfahrung. Insbesondere in den USA in der Zeit zwischen 1920 und 1940 elektrisierten im buchstäblichen Sinne die großen Erfindungen auf dem Gebiet der Licht-, Kraft-, und Wärmeerzeugung die Massen. Das Leben selbst schien zu explodieren. Die Welt wurde neu angeeignet. Strahlendes Licht und Wärme überall und zu jeder Zeit.

Die hell erleuchtete nächtliche Stadt und eine wirtschaftlich-soziale Geschäftigkeit ohne Rücksicht auf die alten Lebensrhythmen wurde charakteristisch für die „Neue Zeit“, in der

das „Dunkel der Geschichte“ endgültig überwunden schien. Insbesondere in den großen Metropolen erfuhr das Lebensgefühl der Städter eine manchmal rauschhafte Steigerung. Mobilität hieß das Zauberwort. Die Entfernungen schienen zu schrumpfen.

Auto, Eisenbahn und Flugzeug sind die Träger des Fortschrittsmythos. Ihr Zeichen ist die Stromlinie. Aus den Wohnungen verschwinden die Öfen. Energie wird aus der Ferne herangeschafft. Der „Supertanker“ wird zum Symbol weltumspannender energetischer Verflechtungen. Lange Leitungen lösen die kurzen Wege ab. Der Energiebedarf steigt mit der Verfügung billiger Energieträger gewaltig an. Unter der Stadt entsteht ein gigantisches System von Ver- und Entsorgungsleitungen. Im Einzelhaushalt bleiben potentiell nur die „Zapfstellen“ für die Energie übrig. Was hinter der Steckdose geschieht, entzieht sich anschaulicher Wahrnehmung.

Keine andere Erfindung in diesem die Gesellschaft von Grund auf verändernden Prozeß hatte solch revolutionierende Auswirkungen auf die Lebensweise des einzelnen wie die Elektrizität. Der elektrische Strom – das ist bis heute der „Lebenssaft“ der Moderne schlechthin. Die in den 20er Jahren einsetzende Lebensweise, bei der die Nacht zum Tage gemacht wird, ist ohne die Elektrizität nicht denkbar. In den „Elektrizitätspalästen“, in den „Lichtgrotten“ sowie in den „Lichtspieltheatern“ und bei Sportwettkämpfen unter Flutlicht feiert sich das Industriezeitalter selbst. Mit Lichtschrift zeichnet sich das neue Zeitalter in das nächtliche Stadtpanorama ein.

Die elektrische Energie wird zur Schlüsselenergie für die moderne Technik. Keine Energieform ist so universell einsetzbar, und keine kann so unmittelbar in jede beliebige andere Nutzenergieart umgewandelt werden: Wärme, Licht, Antriebsenergie, Kommunikationstechnik. Keine kann auch so leicht aus allen anderen Energieformen, wie Wasser oder Wind, gewonnen werden.

Die natürlichen Ressourcen, auf deren Verfügbarkeit letztlich die moderne Lebensweise beruht, galten lange Zeit als unbegrenzt, auch wurden die damit verbundenen Umweltschäden erst spät wahrgenommen. Zu überwältigend war das Gefühl unbegrenz-

ter Möglichkeiten. Ein Leben ohne Wachstum scheint im Grunde nicht mehr vorstellbar. Erst langsam wird bewußt, daß die Tragfähigkeit der Erde begrenzt ist und die Ressourcen endlich sind, aus denen der Wohlstand schöpft. Begriffe wie Nachhaltigkeit und Erneuerbarkeit, die heute Konjunktur haben, gehören bereits dem Szenario eines beginnenden Umdenkens an. Die Einsicht wächst, daß nur eine begrenzte Zahl von Menschen ernährt, mit sauberem Wasser versorgt und medizinisch betreut werden kann.

Alle Anzeichen deuten heute darauf hin, daß die Menschheit vor einer Wende steht – einer Wende in die Katastrophe oder einer Wende in eine überlebensfähige und lebenswerte Zukunft. Dabei wird die Frage nach einem neuen Energiesystem entscheidend sein. □

### AUSSTELLUNG UND KATALOG

„Wieviel Wärme braucht der Mensch? Die Geburt der Kultur aus dem Feuer und das Energieproblem heute“ ist im Deutschen Museum bis zum 30. September 1995 zu sehen. Zur Ausstellung erschien ein ungewöhnlicher Katalog (Preis im Deutschen Museum 30,- DM) in Form einer überdimensionalen Streichholzschachtel. Die Schachtel enthält ein zwölf Meter langes Leporello, das auf der einen Seite die einzelnen Ausstellungsstationen beschreibt, auf der anderen Seite mit einer 60seitigen farbigen Bildfolge den Zustand der Umwelt zu erfassen versucht. Die Streichholzschachtel enthält ferner ein umfangreiches Textbuch, in dem aus der Sicht bekannter Autoren unterschiedlicher Disziplinen die Energie- und Wärmeproblematik facettenreich dargestellt wird.

### DER AUTOR

Michael Andritzky, geboren 1940, studierte Sozialwissenschaften und war von 1972 bis 1984 Generalsekretär des Deutschen Werkbunds e.V. Seitdem ist er als freier Publizist, Filme- und Ausstellungsmacher tätig. Im OIKOS-Team war er Projektleiter der Ausstellung „Wieviel Wärme braucht der Mensch?“



VON SIGFRID VON WEIHER

**4. 7. 1845**

Zwischen Wien und Floridsdorf wird Österreichs erste **elektrische Bahn-Telegraphie** entlang der Bahntrasse erfolgreich in Betrieb genommen. Ihr Initiator war der Chef der österreichischen Nordbahn, **Andreas Baumgärtner**.



Christian Huygens (1629-1695).

**6. 7. 1695**

Im Haag, wo er 1629 geboren wurde, stirbt der Naturforscher **Christian Huygens**. Als Physiker, Mathematiker und Astronom hat er der Wissenschaft wichtige Erkenntnisse vermittelt. Er definierte die Gesetze des Stoßes und der Zentralbewegung, und er schuf 1657 die **Pendeluhr**. Neben seinem Hauptwerk über diese Erfindung, *Horologium oscillatorium* (1673), zählt seine Arbeit über die **Wellentheorie des Lichts**, *Tractatus de lumine* (1690), zu den klassischen Werken der Naturwissenschaft. 1663 wurde er Mitglied der Londoner *Royal Society*. 1665 übersiedelte er nach Paris, um aktiv an der neuen *Académie des Sciences* mitzuwirken.

**10. 7. 1920**

In Wetzlar stirbt 77-jährig der Unternehmer **Ernst Leitz**. Als junger Mann war er in die *Kellnersche Optische Werkstatt* in Wetzlar eingetreten, in der er sich zügig zum leitenden Mitar-

beiter entwickelte und nach Kellners Tod 1865 die Firmenleitung übernahm. Der Förderung der Entwicklung von **Mikroskopen** galt sein besonderes Interesse. Noch unter seiner Leitung hatte seit 1914 **Oskar Barnack** (1879-1936) seine **Kleinbildcamera „Leica“** entwickelt und zur Produktionsreife gebracht.

**11. 7. 1895**

**Adam Miller** in Glasgow nimmt ein deutsches Patent auf sein Verfahren zur Herstellung von **Gespinsten aus Gelatine**. Diese Neuerung bedeutet einen wesentlichen Schritt auf dem Wege zur **Kunstseide**.

**11. 7. 1970**

Der erste, drei Kilometer lange **Verkehrs-Tunnel durch die Zentral-Pyrenäen** zwischen Aragnouet auf der französischen und Bielsa auf der spanischen Seite wird seiner Bestimmung übergeben.

**14. 7. 1920**

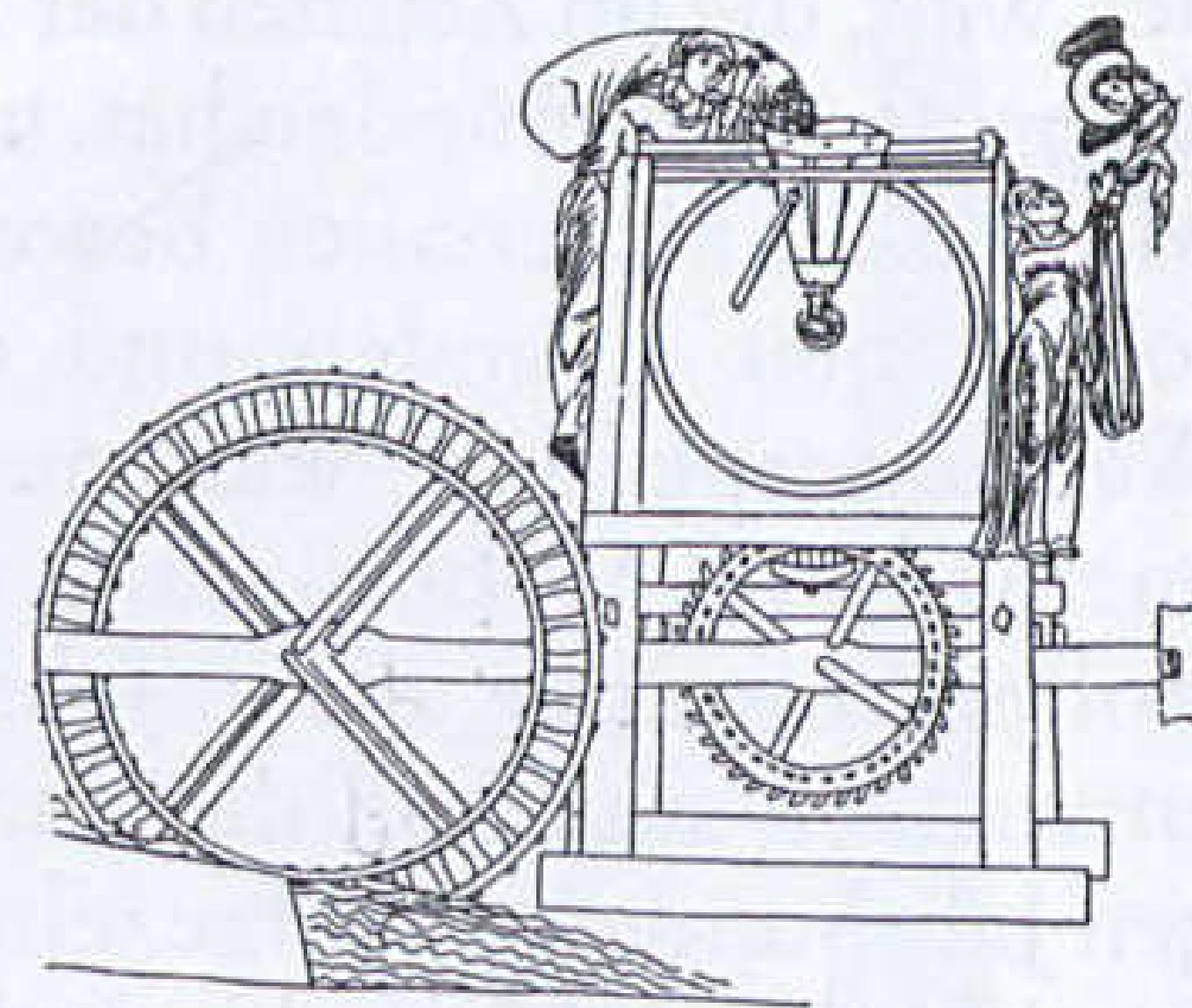
**Oskar Ursinus**, ein Frankfurter Ingenieur, organisiert in der Rhön einen ersten **Segelflug-Wettbewerb**, der während mehrerer Wochen die Anfänge eines neuen Luftsports repräsentiert. **Wolfgang Klemperer** zeigte mit seinem bereits etwas stromlinienförmigen „Schwarzen Teufel“ beachtliche Flüge.



Erster Segelflugsport in der Rhön, um 1920.

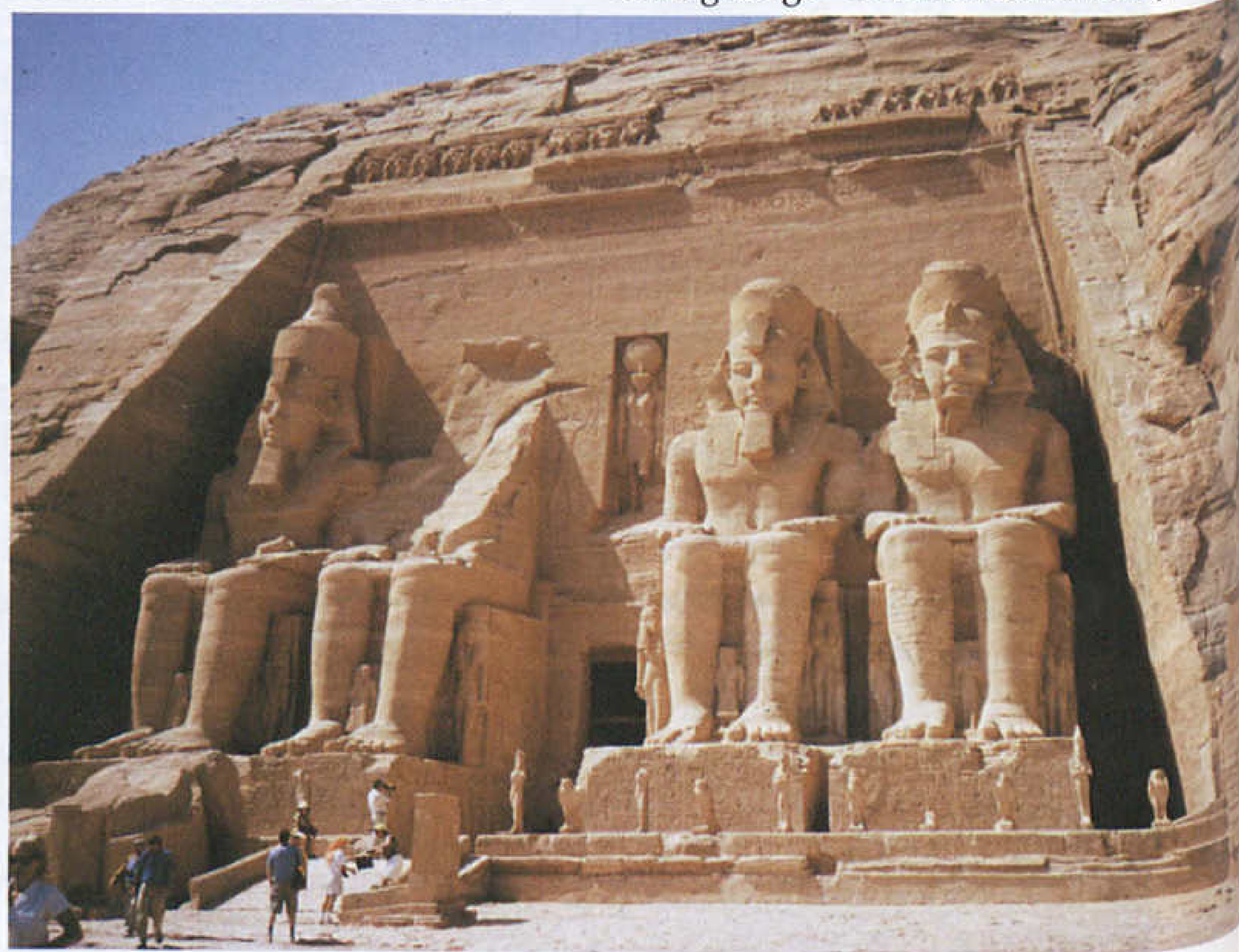
**14. 7. 1820**

In Hagen/Westfalen wird **Wilhelm Funcke** geboren. Auf Reisen in England hatte er die Eisenindustrie kennengelernt und dabei die Absicht entwickelt, seiner heimischen Kleiseisenindustrie einen vergleichbaren wirtschaftlichen Effekt zu ermöglichen. So gründete er mit einem Vetter 1844 eine **Schraubenfabrik Funcke & Hueck**, die ständig neueste technologische und ökonomische Erfahrungen in den Arbeitsprozeß einbrachte und auch die Rohstoffgrundlage sicherte. Später gründete Funcke ein Puddel- und ein Walzwerk, schließlich eine Kohlenzeche in Westhausen.



Wassermühle nach Herrad von Landsperg, um 1160.

mit über 600 Zeichnungen, auf denen – meist unter Bezugnahme auf die Heilige Schrift – viele Gebiete des öffentlichen Lebens, der Häuslichkeit und der bürgerlichen Arbeit in Wort und Bild gewürdigt sind. Dieses einzigartige Kulturdokument,



Der verlegte Ramses-Tempel Abu Simbel bei Assuan.

**21. 7. 1970**

Mit der Inbetriebnahme der 12. und letzten Turbine am **Assuan-Staudamm** in Ägypten wird das große Kraftwerk am oberen Nil vollendet. Zur Bewahrung des altägyptischen **Ramses-Tempels Abu Simbel** wurde die gesamte Anlage mit Mitteln der UNESCO und unter deutscher Bauleitung um 65 Meter in die Höhe verlagert.

**25. 7. 1195**

Im Kloster Hohenburg auf dem Odilienberg im Elsaß stirbt die Äbtissin **Herrad von Landsperg**. Für den Unterricht ihrer Klosterschülerinnen bearbeitete sie ein großes Manuskript

das auch technische Anlagen und Geräte des Mittelalters widerspiegelte, wurde bei der Beschießung Straßburgs 1870 ein Raub der Flammen.

**28. 7. 1845**

Der nach den Plänen von **Isambard Kingdom Brunel** erbaute erste eiserne und mit Schraubenantrieb ausgestattete Dampfer „**Great Britain**“ verläßt Liverpool zu seiner ersten **Atlantiküberquerung**. Das Schiff – 95,5 Meter Länge, 3600 Tonnen, 1500 PS – war mit 60 Personen und 6000 Tonnen Fracht beladen. Es erreichte nach 15 Tagen sein Ziel, den Hafen von New York (Bild rechts oben).





Der Schraubendampfer „The Great Britain“, 1845.

**29. 7. 1845**

In Volkstedt, Sachsen, wird **Carl Buttenstedt** geboren. Nach längerer Militärdienstzeit war er in der Bergwerksverwaltung in Artern tätig. Früh beschäftigte er sich mit der **Theorie des Segelfluges**, die er etwas anders betrachtete als Lilienthal. Seine Aufsätze und Bücher belegen seinen wissenschaftlichen Beitrag zur Grundlage des Segelflugs, den er auch in seinen letzten Lebensjahren in Berlin experimentell erforschte. Die große Zeit des Segelflugs nach 1920 hat er nicht mehr miterlebt.

**31. 7. 1870**

In Wilhelmshöhe bei Kassel wird **Ernst Wiß** geboren. Auf dem Gebiet des **autogenen Brennschneidens** unter Anwendung von Sauerstoff entwickelte er die Erfindung von **Ernst Menne** (1869–1927) fort und leistete damit Pionierarbeit. Sein Vortrag vor dem Frankfurter VDI im Jahr 1905 hat die Einführung der neuen Methode maßgeblich gefördert. Zuletzt wirkte Wiß im Vorstand der **IG-Farbenindustrie**.

**1. 8. 1845**

Der **Bahnhof der Stadt Freiburg i. Br.** wird, bei gleichzeitiger Eröffnung der Eisenbahn nach Offenburg, in Betrieb genommen. Die damals staatliche Bahn des Großherzogtums Baden hatte die Strecke zwischen Basel und Mannheim zunächst in Breitspur (1600 statt 1435

Millimeter) ausgelegt. Erst 1855 wurde die Spur berichtigt. Nach der Luftkriegs-Zerstörung im Jahr 1944 wurde das Hauptgebäude neu erstellt und am 100. Jahrestag, am 1. 8. 1945, wieder in Betrieb genommen.

**1. 8. 1920**

In Hamburg stirbt im 79. Lebensjahr der Industrielle **Ernst Voss**. Schon 1870 hatte er den Bau einer großen Werft an der Unterelbe geplant. Aber erst 1877 kam es zur Verwirklichung, zusammen mit dem von langen Auslandsreisen heimkehrenden **Hermann Blohm** (1848–1930). Beide gründeten nun eine Werft mit Maschinenfabrik und Kesselschmiede unter dem Namen **Blohm & Voss**.

**1. 8. 1970**

In Berlin stirbt der Chemiker **Otto Warburg**. 1914 bis 1930 hatte er sich mit biologisch-chemischen Forschungen beschäftigt, seit 1930 war er Direktor des **Kaiser-Wilhelm-Instituts für Zellphysiologie**. Für seine Entdeckung des Sauerstoff-übertragenden Atmungsferments, somit des **Mechanismus der Zellatmung**, hatte er 1931 den Chemie-Nobelpreis erhalten. Seine Forschungen mit dem Ziel der Krebstherapie werden seit 1963 von **Manfred von Ardenne** in Dresden fortgesetzt.

**4. 8. 1845**

**William Young** und **Archibald McNair** nehmen ein britisches Patent auf die Herstellung von

**Bleikabeln**. Die Kupferleiter werden in flüssiges Harz gebettet und in Bleimäntel gepreßt.

**6. 8. 1820**

In Berlin wird **Friedrich Wilhelm Busch** geboren. Als Neffe des Predigers und Optikers **J. A. H. Duncker** (1763–1843) übernahm er nach dessen Tode die Leitung der **Dunckerschen Optischen Anstalt**, die im Jahre 1800 in Rathenow gegründet worden war. Durch Buschs kreatives Wirken wuchs das Unternehmen zum Großbetrieb und begründete den Ruf Rathenows als **Brillenstadt**.

**14. 8. 1795**

In London stirbt, etwa 45-jährig, **Georg Adams**. 1784 verfaßte er im Anschluß an eigene elektrophysikalische Versuche, die sich unter anderem auf elektrische Wärmemessungen und auch schon auf die elektromedizinische Therapie bezogen, ein anschauliches Fachbuch über die **Elektrizität**.

**24. 8. 1945**

In Potsdam verstirbt 82-jährig Professor **Georg Erlwein**. Nach naturwissenschaftlichem Studium war er seit 1886 bei der **Edison-Gesellschaft**, ab 1888 bei **Siemens & Halske** als Elektrochemiker tätig. Er entwickelte das von Werner Siemens angegebene **Ozonverfahren** zur technischen Reife und setzte es sehr effektiv bei großen Trinkwasseranlagen in Wiesbaden, St. Petersburg und Paris ein. Sein Verfahren der **Kalkstickstoff-Gewinnung** legte den Grund für die **Cyanidgesellschaft** wie auch zur Gründung der **Bayerischen Stickstoffwerke**.

**25. 8. 1845**

Im Beisein des bayerischen Königs Ludwig I., der an diesem Tag seinen 59. Geburtstag begeht, wird der unter Leitung von **Heinrich von Pechmann** (1774–1861) in neunjähriger Arbeit erstellte **Ludwigskanal** zwischen Bamberg und Kelheim seiner Bestimmung übergeben. Der Kanal hatte 99 Schleusen und 12 Aquädukte.

Breite und Tiefe dieses Kanals erwiesen sich angesichts der größer werdenden Schiffe bald als zu schmal trassiert. Der Kanal wurde nach 1945 endgültig aufgelassen. Heute ersetzt der Rhein-Main-Donau-Kanal die ältere Wasserstraße.



Der Ludwigskanal zwischen Main und Donau. Stahlstich von Alexander Marx, 1845.

**26. 8. 1845**

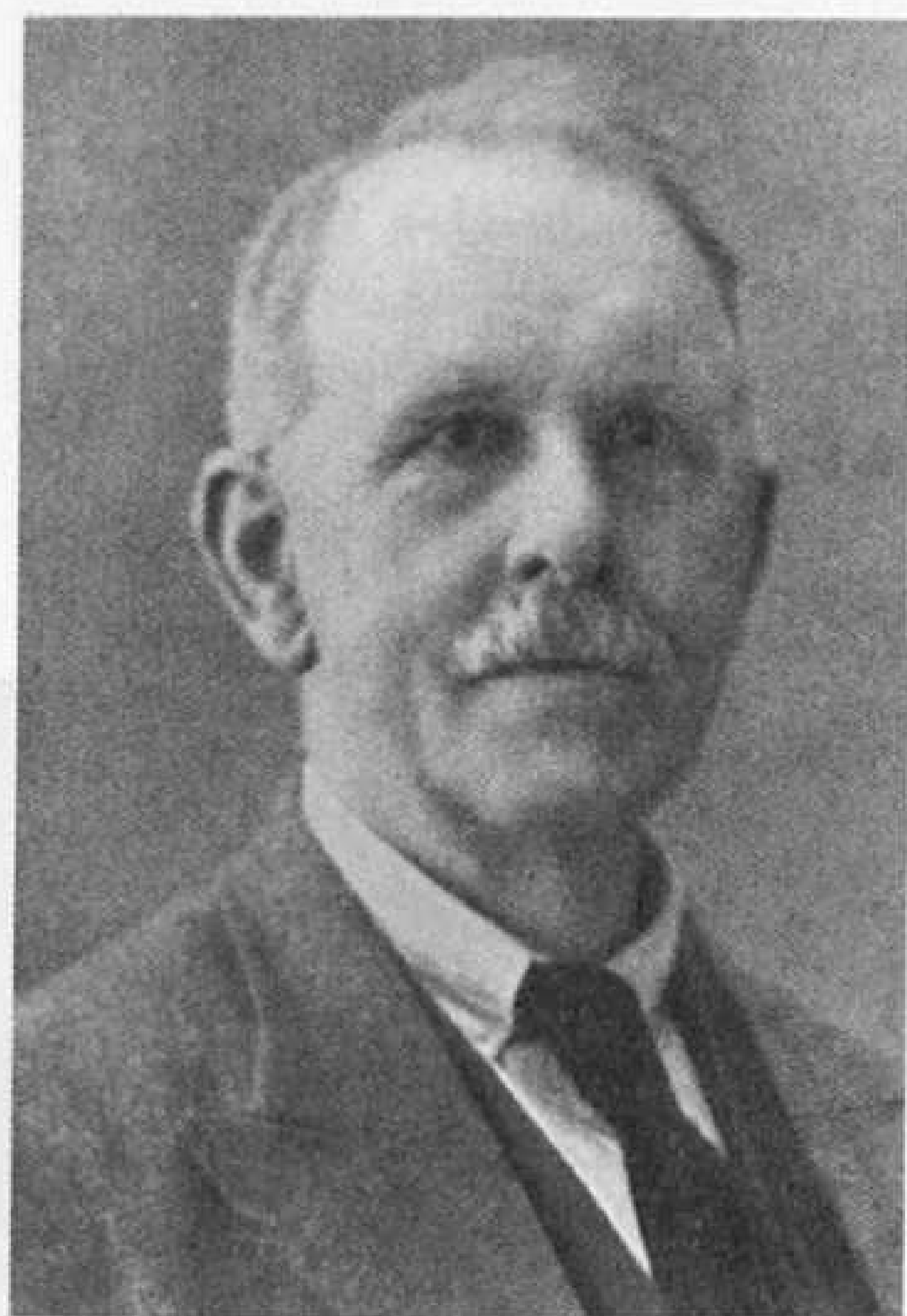
**Friedrich Gottlob Keller** (1816–1895) in Hainichen/Sachsen nimmt ein Patent auf das von ihm entwickelte **Holzschliffpapier**. Auf einem Schleifstein wurde Holz abgeschliffen, das, mit Lumpenhadern vermischt, die Ausgangsform des Holzschliffpapiers bildete. **Voelter** in Heidenheim sowie die spätere Firma **Voith** erwarben das Verfahren und führten es industriell ein. Heute weiß man, daß die Qualität des Holzschliffpapiers gegenüber dem früheren Hadernpapier eine nur begrenzte Lebensdauer hat.

**26. 8. 1820**

In Siegen/Westfalen wird **Wilhelm von Oechelhäuser senior** geboren. Sohn einer alteingesessenen Industriellen-Familie, fand er früh den Weg zur Technik. 1856 wurde er 3. Direktor der **Mülheimer Gasgesellschaft**, ein Jahr später bereits Generaldirektor der damals schon berühmten **Dresdner Gasgesellschaft**, der er 32 Jahre vorstand. In seiner Freizeit widmete er sich der Shakespeare-Forschung; er war auch Mitbegründer der **Deutschen Shakespeare-Gesellschaft**.



JULI BIS SEPTEMBER 1995



Henry Winram Dickinson  
(1870-1952).

**28. 8. 1870**

In Ulverstone in Lancashire, England, wird **Henry Winram Dickinson** geboren. Nach Ingenieurausbildung in Glasgow trat er nach einigen Jahren praktischer Tätigkeit in das in London führende technische **Science-Museum** ein, dem er bis 1930 angehörte. Sein ausgeprägtes technikgeschichtliches Interesse konnte sich hier, seit 1920 auch in der von ihm mitbegründeten **Newcomen Society** entfalten. In biographischen Werken zeichnete er die Lebenswege großer Pioniere der Technik wie Watt, Boulton, Fulton und Trevithick. Durch Dickinsons Initiative entstand eine US-amerikanische **Newcomen Society** zur Pflege technikgeschichtlicher Überlieferungen in der neuen Welt. Nach seinem Tode (1952) wurde eine alle zwei Jahre stattfindende **Dickinson Memorial Lecture** in die Veranstaltungen der Gesellschaft eingeführt.

**31. 8. 1870**

**Ferdinand Graf von Zeppelin** nimmt ein erstes Reichspatent auf sein **Starrluftschiff-Projekt**, das er zunächst noch als „lenkbaren Luftzug“ bezeichnet. Kurz zuvor war er mit seinem Plan vom preußischen Kriegsminister abgewiesen worden. Kaum fünf Jahre später, am 2. 7. 1900, sollte sich das erste Zeppelin-Luftschiff am Ufer des Bodensees zu seiner Jungfernfahrt erheben.

**1. 9. 1870**

In München stirbt 80-jährig **Joseph Anton Ritter von Maffei**. 1825 hatte er die Leitung der väterlichen Tabakfabrik übernommen. 1836 erwarb er den Lindauerschen Eisenhammer in München und nahm die Fabrikation von Maschinen, 1841 auch den Bau von **Lokomotiven** auf. Die Firma konnte sich durch steigende Aufträge zügig entwickeln; 1847 nahm sie auch den Bau von Dampfschiffen und von Brücken auf. Die 1850 von Maffei gelieferte Gebirgslokomotive für die Semmeringbahn errang den ersten Preis.



Joseph Anton Ritter von Maffei  
(1790-1870).

**1. 9. 1895**

In Murcia/Spanien wird **Don Juan de la Cierva** geboren. Nach dem Ingenieurstudium in seiner Geburtsstadt und in



Das Schraubenflugzeug „Autogiro“ von Juan de la Cierva, 1926.

Madrid entwickelte er Segel- und Motorflugzeuge, 1920 auch ein erstes, eigenartiges **Schrauben-Flugzeug (Autogiro)**, das 1925 in Farnborough/England erfolgreich präsentiert wurde. 1928 gelingt es de la Cierva, mit seinem **Autogiro** den Kanal zu überfliegen, Flugzeit 20 Minuten.

**7. 9. 1895**

In Chemnitz stirbt 63-jährig **Julius Eduard Reinecker**. Als gelernter Werkzeugmacher übernahm er 1859 in Chemnitz eine Werkzeugschmiede, die er zur Herstellung von **Spezialwerkzeugen zur Metallbearbeitung** umgestaltete. Die hohe Qualität seiner Erzeugnisse fand im In- und Ausland, besonders in Osteuropa, großen Zuspruch. Wiederholt mußte Reinecker sein Werk vergrößern und neu entwickelte Produkte zusätzlich erzeugen. Seine **Fräsmaschinen** feierten auf der Weltausstellung in Chicago 1893 größte Triumphe, und die **Werkzeugmaschinen-Herstellung** hat durch ihn einen Höhepunkt erreicht.

**8. 9. 1870**

In Stockholm stirbt im 69. Lebensjahr **Nils Ericsson**. 1836-1844 schuf er die Trollhättaschleusen und die Stockholmer Schifffocks, in späteren Jahren auch mehrere wichtige Kanäle. Schwedens Reichstag bestellte ihn 1853 zum projektierenden Ingenieur für die zu erbauende schwedische Staatsbahn.

**11. 9. 1845**

In Magneaux/Frankreich wird **Jean Maurice Emile Baudot** geboren. 24-jährig trat er in die Telegraphenverwaltung ein. 1874 entwickelte er einen **Typendruker**, der sich wenig später zwischen Paris und Bordeaux als sehr zweckmäßig erwies. Baudots Zeichensystem, das mit Hilfe von fünf Tasten die Formung von 32 Strombildern gestattet, führte zur heute noch gültigen **Einheit der Fernschreibtechnik: Ein „Baud“** entspricht der Schrittgeschwindigkeit; 1 Bd = ein Schritt pro Sekunde.



Karl August v. Steinheil  
(1801-1870).

**12. 9. 1870**

In München stirbt im 68. Lebensjahr der aus dem Elsaß stammende Physiker Professor **Karl August von Steinheil**. Die Erkenntnis, daß man zur Herstellung eines Stromkreises nur einen Draht benötigt und die Erde als Rückleitung verwendet, hat er neu gefunden und für die Praxis des Telegraphenlinienbaues eingeführt. Elektrische Uhren, eine Verbesserung des Blitzschutzes für Telegraphen, die galvanische Vergoldung und die Einführung der Photographie in Deutschland gehören zu seinen Verdiensten. Besonders bemerkenswert ist die Konstruktion und experimentelle Erprobung eines schreibenden Telegraphen 1837/38, die er unabhängig, aber fast gleichzeitig mit Morse in Amerika entwickelt hatte.





Plakat L.A. Leinebergers für sein DampfLuftschiffprojekt, 1845.

### 15. 9. 1845

Im Anschluß an ein Luftschiff-Projekt, das ein gewisser L. A. Leinberger in Nürnberg und anderen Städten propagierte, veröffentlicht das *Morgenblatt für gebildete Stände* von Cotta einen Dichterstreit, der sich mit dem Für und Wider des heraufziehenden technischen Zeitalters beschäftigt. Der Schwabe **Justinus Kerner** (1786–1862) sieht mit Resignation die wohl unabwendbare „dampfestolle Zeit“, die den Dichter bald lieblos von der Gesellschaft ausschließt. Sein jüngerer Kollege **Gottfried Keller** (1819–1890) sieht die Zukunft viel positiver und drückt das poetisch in Versen aus: „... und wenn vielleicht in 100 Jahren, ein Luftschiff, hoch mit Griechenwein, durchs Morgenroth käm' hergefahren – wer möchte da nicht Fährmann sein?“ – Zwar nicht Leinberger, aber im Jahre 1852 der Franzose **Henry Giffard** (1825–1882) erhob sich als erster Konstrukteur mit einem dampfgetriebenen Luftschiff in den Luftraum.

### 17. 9. 1895

In Wiesbaden stirbt, gerade 49jährig, **Johann Sigmund Schuckert**. Gebürtiger Nürnberger, erwarb er sich auf der Wanderschaft, die ihn auch zu Siemens in Berlin und Edison nach Amerika führte, umfassende Kenntnisse der jungen **Elektrotechnik**. 1873 ließ er sich in seiner Vaterstadt Nürn-

berg nieder und baute elektrische Maschinen und **Scheinwerfer**; die Parabolspiegel-Scheinwerfer waren sein Spitzenzeugnis und gingen in alle Welt. Ab 1895 leitete **Alexander Wacker** den Betrieb, der 1903 in die Neugründung **Siemens-Schuckertwerke** eingebracht wurde. 1966 ging das Unternehmen vollends in der **Siemens AG** auf.



Die Elektrotechnische Fabrik von Sigmund Schuckert in Nürnberg, 1887.

### 19. 9. 1870

In Leipzig wird **Wilhelm Schlömilch** geboren. An der TH Darmstadt bildete er sich zum Elektrotechniker aus, 1894 trat er bei der AEG ein. 1901 gehörte er im Rahmen der Slaby-Arco-Gruppe zu den Pionieren der jungen **Funktechnik**. Die nach ihm benannte **Schlömilch-Zelle**, ein Wellenanzeiger für den Funkempfänger, wurde 1910 durch die effektivere Lieben-Verstärkeröhre ersetzt.

### 20. 9. 1845

In Düren wird **Wilhelm Hoesch** geboren. Nach technischem Studium an der ETH Zürich erweiterte er seine hütten- und metalltechnischen Kenntnisse in England und Frankreich, namentlich durch Studien um das damals noch neue Siemens-Martin-Verfahren. 1871 war er Mitbegründer des **Eisen- und Stahlwerks Hoesch** in Dort-

mund. 1899 übernahm er dort den Vorsitz im Aufsichtsrat, wo er aufgrund seiner umfassenden Kenntnisse an der **Stahlveredlung** entscheidend und effektiv mitwirken konnte.

### 24. 9. 1945

In Potsdam stirbt kurz vor Vollendung seines 63. Lebensjahres der Physiker **Hans Wilhelm Geiger**. Er war ein

Laboratorium einer Pariser Hochschule und seit 1887 ständiger Sekretär der *Académie des Sciences*. Seine Arbeiten bezogen sich auf chemische Verfahren zur Herstellung von Essig und auf die Konservierung von Wein und Bier. Das **Pasteurisieren** wurde schon vor rund 120 Jahren zum Begriff, zum Modewort. Wie sein deutscher Kollege **Robert Koch**

Schüler Ernest Rutherfords und wirkte als Professor in Kiel, Tübingen und Berlin. Er erforschte die Ablenkung der Alphastrahlen durch Materie und untermauerte damit das Atommodell („Planetenmodell“) seines Lehrers Rutherford. 1913 wies er nach, daß die Atom-Nummer eines Elements seiner Kernladungszahl entspricht. Im gleichen Jahr konstruierte er den Spitzenzähler, 1928 erfand er, gemeinsam mit W. Müller, das **Geiger-Müller-Zählrohr**.

### 28. 9. 1895

In Villeneuve l'étang bei Paris stirbt im 73. Lebensjahr der Chemiker und Bakteriologe **Louis Pasteur**. Seit 1848 Professor der Physik in Dijon, wechselte er 1849 als Professor der Chemie nach Straßburg, sodann in gleicher Funktion nach Lille. 1868 wurde er Direktor des chemisch-physiologischen

(1848–1910) ist Pasteur einer der **Väter der Bakteriologie**, wobei besonders seine Arbeiten über Milzbrand und Hundetollwut hervorzuheben sind. Ab 1889 widmete er sich ausschließlich seinen wissenschaftlichen, dabei aber stets sehr praxisbezogenen Forschungen im **Institut Pasteur**, das mit öffentlichen Mitteln errichtet wurde und noch heute besteht. Dort wurde er auch bestattet.

### 29. 9. 1920

In Nauen bei Berlin wird durch den Reichspräsidenten **Friedrich Ebert** der Erweiterungsbau der Großfunkstation der **Transradio-Gesellschaft** feierlich seiner Bestimmung übergeben. Das repräsentative Gebäude für den weltweiten **drahtlosen Übersee-Funkverkehr** hatte der bekannte Berliner Architekt **Hermann Muthesius** geschaffen. □



# MÜNCHNER, MAGIER UND METALLE

Münchner Inselfest rund um das Deutsche Museum

VON THOMAS BRANDLMEIER



Gedränge im Museumshof bei den Schaukämpfen der Augsburger Haudegen.

So viel zum Feiern gab es selten wie am 6. Mai: Die neue Abteilung *Metalle* wurde der Öffentlichkeit präsentiert, der Sammlungsbau auf der Museumsinsel ist seit 70 Jahren fertiggestellt und Oskar von Millers 140. Geburtstag war in der Nacht vom 6. zum 7. Mai zu feiern. Der Jubilar, so schreibt der *Münchner Merkur*, hätte das Fest genossen: „Über 50 000 Besucher kamen zum Inselfest ..., zuerst unter strahlend blauem Himmel, dann mit Feuerwerk und Tanz bis in die Nacht hinein ... Der Museumsgründer, dem viel daran lag, sein Museum nicht zu einem hochgestochenen Institut, sondern zu einer populären Angelegenheit für alle Freunde der Naturwissenschaft und Technik zu machen, hätte seine Freude gehabt. In hellen Scharen strömten die Besucher aufs Museumsgelände.“

Die *Süddeutsche Zeitung* schreibt im gleichen Tenor: „Am ... Samstag verwandelte sich die Museumsinsel, mit all

den Innenhöfen und Freigeländen des Deutschen Museums, in einen Gesamt-Biergarten, in dem Zehntausende die Volksfeststimmung bei strahlendem Sonnenschein genossen.“

Übertroffen wird das nur noch durch die *TZ*, die von einem „zauberhaften Inselfest“ und einer „Riesen-Stimmung“ spricht: „Ein wahrer Erfolg! Das Inselfest am ... Samstag hatte für Alt und Jung unwahrscheinliche Anziehungskräfte.“ Das Deutsche Museum hatte dafür auch alle Türen und Tore großzügig geöffnet, von der Corneliusbrücke durchgehend bis zur Ludwigsbrücke bei freiem Eintritt im Museum.

## SCHÖNE AUSSICHTEN

Oskar von Miller, seinerzeit ein Weltmeister im Geldeinsammeln, hätte sicherlich auch an der Finanzierung des Festes seine wahre Freude gehabt: Mit einem Eigenetat von 20 000 DM

wurde ein Fest auf die Beine gestellt, das einen Marktwert von fast einer halben Million hatte und sogar noch einen kleinen Reinerlös von 30 000 DM erbrachte. Wesentlich zum Erfolg trug auch die Mitträgerschaft von *Süddeutscher Zeitung* und *Bayerischem Rundfunk* bei. Thomas Giebelhau-

sen vom *Bayerischen Rundfunk* moderierte die Veranstaltung und begrüßte unter den Gästen des Festes auch den Münchner Oberbürgermeister Ude.

Die *Süddeutsche Zeitung* nahm sich besonders des Museumsturms an, dem die Einnahmen des Festes symbolisch gewidmet waren. Der Turm, Wahrzeichen des Museums und mit 84 Meter einer der schönsten Aussichtstürme Münchens, ist aus baulichen Gründen seit 15 Jahren gesperrt. Die Teilnehmer des Turmlaufs der *SZ* konnten an diesem Tag ausnahmsweise die herrliche Aussicht genießen. Am Turm war auch der Startschuß des Festes: Punkt 12 Uhr wurde ein Böllerschuß abgefeuert, woraufhin Freeclimber am Turm hochkletterten.

## GLÄNZENDE PERSPEKTIVEN

Passend zum Thema der neuen Ausstellung war das Fest musikalisch, in Aktionen und Objekten mit Metall befaßt. Daß dabei auch Säcke voll Münzen von den freiwilligen Helfern aus der Belegschaft des Museums beim Verkauf von Museums-Eulen, bei der Tombola (mit einem Fiat als Hauptge-



Interview mit Museumsdirektor Wolf Peter Fehlhammer.



winn) und anderen Einnahmequellen eingesammelt wurden, war ein angenehmer Nebeneffekt. Metallischen Glanz verbreitete an diesem Tag die gesamte Insel, die mit 2000 Meter Metallfolie eingewickelt war, sowie das weithin glitzernde Bismarck-Denkmal, des mit Metallfolie verpackten „Eisernen Kanzlers“. Nach dem Abschluß-Feuerwerk war die Metallfolie das Souvenir des Tages: Bis Mitternacht hatten die begeisterten Besucher fast den ganzen Glanz abtransportiert.

## DAS GROSSE METALLFEST

Die vielfältige Verwendung von Metall war überall präsent. Auf der Uferstraße waren 15 Stände mit Metall-Kunsthandwerk zu sehen. Vor dem Forum der Technik fand eine Rollerblade-Show in extra angefertigten Metallic-Kostümen statt; die Artisten mit ihren bis zu drei Meter hohen Sprüngen über Rampen und Hindernisse schienen die Gesetze der Schwerkraft außer Kraft zu setzen. Die Metallfilme im Forum der Technik („Edward mit den Scherenhänden“, „Dark Star“) demonstrierten, welche fantastischen Dimensionen das Thema hat.

Ganz handfest ging es dagegen bei den Gewichthebern und der Bodybuilderin vor der Metallabteilung zu. Vor allem der fünffache bayerische Meister Georg Nerlinger, der mit seinen Gewichtstangen auch ganze Kinderscharen in die Höhe hievte, war der Bewunderung sicher.

Verschiedene Formen der Metallbearbeitung wurden im Museum demonstriert. Modellautos wurden gegossen, Modell-Fernsehtürme gedreht und eine Oskar von Miller-Gedächtnismünze geprägt. Schwere Metallbearbeitung zeigte das *Technische Hilfswerk*. Mit einer Rettungsschere, das ist eine Art Büchsenöffner für Autos, wurden Schrottautos aufgeschlitzt, und mit der Sauerstoffflanze wurde in Sekunden armerter Beton durchgeschlagen.

Mit zu den großen Attraktionen des Festes gehörten die Isarfähre und der Rettungskorb über die Isar, beides Bei-



Den Klang von Metallen erproben – Glücksrad für den Gewinn einer Museumsmitgliedschaft.

träge des *Technischen Hilfswerks*. Belebt wurde die Isar auch durch Kajakartistik mit Weltmeister Jan Keller und eine Übung der Wasserwacht.

## SYMBOLISCHE BRÜCKEN

Natürlich waren verschiedene Künstler mit Metallplastiken eingeladen. So etwa Klaus Caspers mit Großplastiken aus Brückenteilen des ehemaligen



„Eisernen Stegs“ in Regensburg an der Uferstraße, Christoph Bergmann mit Flug-Metallplastiken in der Flugzeughalle und Peter H. Maier mit großen Drahtplastiken vor der Metallabteilung. Ein besonderes logistisches Problem stellte die Kunstinstitution von Markus Heinsdorff dar, der an einer Seilverbindung zwischen Museumsturm und Europäischem Patentamt seinen Fantasiezepelin *Aeronauten* befestigte. In

einer Gemeinschaftsaktion von Gebirgspionieren und Freeclimbern wurde die Seilverspannung gezogen und das Kunstobjekt installiert. „Das Luftschiff *Aeronauten*“, so kommentiert Markus Heinsdorff, „schlägt symbolisch eine Brücke zwischen Vergangenheit und Gegenwart und setzt sich so mit der immer schnelleren Entwicklung der Technik auseinander.“

## METALLISCHE KLÄNGE

Besonders reichhaltig war das Musikprogramm des Festes mit verschiedenen Jazz- und Rockgruppen im Posthof und Museumshof (*Franek, Münchner Frechheit, Rockin' Daddies*) und Blaskapellen aus Berchtesgaden, Bad Tölz und dem Chiemgau für den Biergarten auf dem Freigelände. Ein Blaskapellen-Umzug mit 60 Mann zur Auer Dult lockte viele Neugierige an.

In der Musikinstrumentensammlung war die Stubenmusik des Deutschen Museums zu hören. Eine javanische Gamelangruppe in der Metallabteilung faszinierte durch den meditativen Metallklang dieser hochkomplexen Musik. Die Kraftmaschinenhalle war in den delirierenden Klang einer singenden Säge getaucht, durch die Flugzeughalle donnerte der große Gong und in den Durchfahrten der Uferstraße erklang das nostalgische Echo einer Drehleier.

Der größte Publikumserfolg war am Abend der Auftritt der



Das Feuerwerk zum Abschluß des Festes auf der Museumsinsel.



## Juli · August · September 1995

### Sonderausstellungen

- bis 3. Juli Oskar Messter – Filmpionier der Kaiserzeit  
Zum 100. Geburtstag der Kinematographie 1995  
(gemeinsam mit dem Filmmuseum Potsdam)
- bis 31. Juli Aktuelle Wissenschaft im Deutschen Museum  
Sonderausstellung der Arbeitsgemeinschaft der Bayerischen  
Forschungsverbünde – Vier Forschungsverbünde geben mit  
anschaulichen Exponaten Einblick in ihre Arbeit
- bis 15. Sept. Antoine Laurent Lavoisier, ein berühmter Chemiker  
in einer revolutionären Zeit  
Überblick über die chemischen Leistungen Lavoisiers  
mit Blick auf das Zeitgeschehen
- bis 1. Okt. Wieviel Wärme braucht der Mensch?  
Das menschliche Wärmebedürfnis geschichtlich gesehen,  
die heutige Situation und Fragestellungen zu einer energie-  
sparenden und umweltverträglichen Energieversorgung der  
Zukunft – Siemens-Kulturprogramm / Deutsches Museum
- bis 5. Jan. 1996 Drei Ausstellungen zum Thema »Farbe«:  
Faszination Farbe – Farbstoffe aus Natur und Technik  
Ein blaues Wunder – Blaudruck in Europa und Japan  
Idee Farbe – Farbsysteme in Kunst und Wissenschaft  
Veranstalter der Ausstellung »Idee Farbe«: Verlag Baumann &  
Stromer, Zürich; gefördert von Caran d'Ache, Genf
- bis 7. Jan. 1996 1895 Paris – Bordeaux – Paris  
Automobilrennen vor 100 Jahren  
In der Sonderausstellung soll an das erste Langstrecken-  
rennen in der Geschichte des Automobils erinnert werden.

### Flugwerft Schleißheim

Effnerstraße 18, D-85764 Oberschleißheim  
Telefon (089) 315714-0, Telefax (089) 31571450

2. Juli 5. Internationaler Papierflieger-Wettbewerb  
Origami München e. V.
6. bis 16. August 23. Internationales Oldtimer-Segelfliertreffen  
des Oldtimer-Segelflug-Vereins München e. V. auf dem  
Flugplatz Oberschleißheim
13. Aug. Internationaler Flugtag auf dem Flugplatz Oberschleißheim  
im Rahmen des Oldtimer-Segelfliertreffens.  
Das Museum ist an diesem Tag nur für Besucher des Flugtages  
zugänglich.

### Kolloquien

Internationales Kolloquium Filmsaal Bibliotheksbau

6. bis 8. Juli Geschichte der Zukunft des Verkehrs  
Forschungsinstitut für Technik- und Wissenschaftsgeschichte  
des Deutschen Museums  
Entwürfe und Visionen zur Verkehrsgestaltung von 1800  
bis zur Gegenwart

### Kolloquiumsvorträge

16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt

10. Juli Kognitive und soziale Dimensionen von Elektro-  
ingenieurmathematik in den USA zu Beginn des  
20. Jahrhunderts Dr. Susanne Hensel, Jena
24. Juli Mathematik im Surrealismus Dr. Gabriele Werner, Berlin

### Orgelkonzerte

16. Sept. anlässlich der Einweihung der neuen Orgel  
bis 30. Sept. erbaut von Jürgen Ahrend, Leer  
Musikinstrumentensammlung I. OG, Beginn: jeweils 14.30 Uhr

16. Sept. Orgelweihe Karl Maureen  
18. Sept. Franz Lehrndorfer · 19. Sept. Franz Hauk  
20. Sept. Friedemann Winklhofer · 21. Sept. Ludwig  
Ruckdeschel · 22. Sept. Hedwig Bilgram · 23. Sept. Elmar  
Jahn · 25. Sept. Franz Raml · 26. Sept. Klemens Schnorr  
27. Sept. Michael Eberth · 28. Sept. Bernhard Gillitzer  
29. Sept. Roland Muhr · 30. Sept. Franz Lörch

## Deutsches Museum

Museumsinsel 1, D-80538 München, Telefon (089) 21791



Der Eiserne Kanzler im Metallic-Festkleid  
und ein Freeclimber beim Gipfelsturm am Museumsturm.



Steelband *Riddim Possé* im Mu-  
seumshof. Wenn es nach dem  
Publikum gegangen wäre, hätte  
die Steelband mit ihren karibi-  
schen Inselklängen die ganze  
Nacht durchspielen können.

### HISTORIE UND KINDERSPIEL

Am meisten freilich wurde für  
die Kinder geboten. Marjan  
Gomboc mit seinem berühm-  
ten mobilen Puppentheater be-  
lebte die Uferstraße, wo auch  
die Feuerwehr zum Anfassen  
und Probespritzen aufgestellt  
war. Auf der Zenneckbrücke  
begann das historische Ensem-  
ble, das den ganzen Museums-  
hof füllte, mit einem Ritterspiel  
für Kinder: Auf einer 10 Meter  
langen Bahn wurden die Kinder  
auf einem Holzpferd gezogen  
und konnten versuchen, mit ei-  
ner Lanze ein Ziel zu treffen.  
Im Museumshof stand ein mit-  
telalterliches Handkurbel-Kar-  
russell, das begeistert aufge-  
nommen wurde.

Im Hof waren Dutzende von  
Rittern und Landsknechten mit  
Zeltlager, Waffenschmied, Huf-  
schmied, Böllermacher und der  
größten Kanone des 17. Jahr-  
hunderts, der 11 Meter langen  
Memminger Nachtigall, auf-  
gezogen. Die Augsburger Hau-  
degen veranstalteten kleine  
Schaukämpfe und eine mittelal-  
terliche Gauklertruppe verzau-  
berte die Kinder mit Artistik,  
Zaubereien, Feuerschlucken  
und mittelalterlicher Original-  
musik. Gleichzeitig bot die  
*Pädaktion* Metallbasteleien für  
die Kinder an.

Der Infostand des Deut-  
schen Museums hatte sich auf  
Spaß und Spiel in der Wissen-  
schaft eingestellt: Die Abtei-  
lung „Programme“ demon-  
strierte Astrolabium, Eudoxos  
Planetarium und Elektrobau-  
kasten. Die Do-31 konnte von  
innen besichtigt werden. Pas-  
send zum historischen Ensem-  
ble im Museumshof gab es für  
die freiwilligen Helfer des  
Deutschen Museums schicke  
historische Kostüme. Manche  
sollen so schön ausgesehen ha-  
ben wie noch nie – und für alle,  
die mit oder wider Willen in  
Wallung gerieten, gab es ko-  
stentlose Blutdruck-Messungen  
bei den Johannitern.

### ZAUBERHAFTES INSELFEST

Nach Einbruch der Dämme-  
rung begannen Heinsdorffs  
*Aeronauten* zu leuchten, die  
feuerspuckenden Gaukler ver-  
wandeln sich in Fabelwesen,  
und zwei Heißluftballons am  
Isarhochufer fackelten in der  
Dunkelheit. Der Biergarten  
wurde in das Licht einer Video-  
Großprojektion mit Hoch-  
ofenbildern getaucht, die von  
der Corneliusbrücke aus wie le-  
bensecht wirkten. Der ganze  
Museumshof begann be-  
schwingt in karibischen Rhyth-  
men zu tanzen. Als schließlich  
das Hochfeuerwerk am Vater-  
rhein-Brunnen gezündet wur-  
de, waren alle Isarbrücken  
schwarz von Menschenmassen.  
Ein außerordentlicher Tag in  
der Geschichte des Deutschen  
Museums ging selig zu Ende.

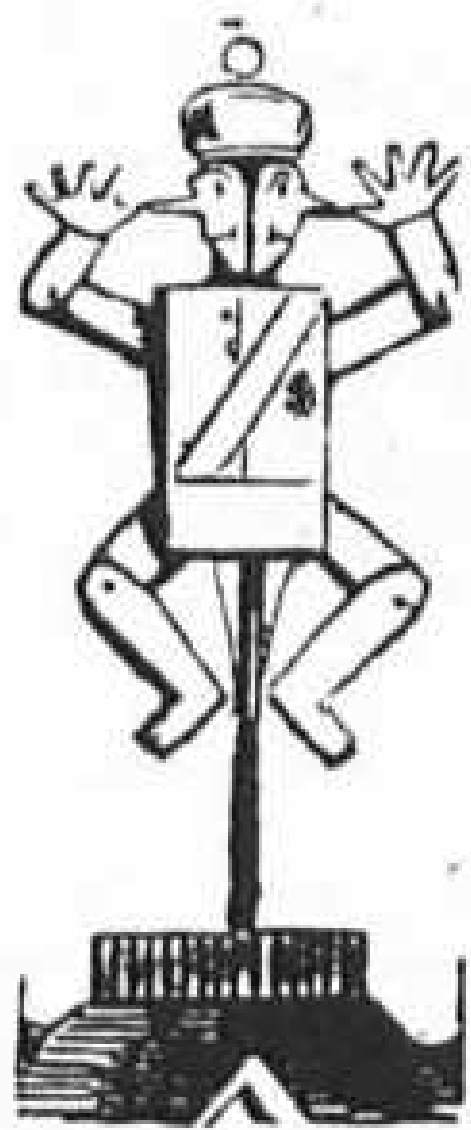


# Der Telegraph.

## Optische Telegraphie im Frankfurter Postmuseum



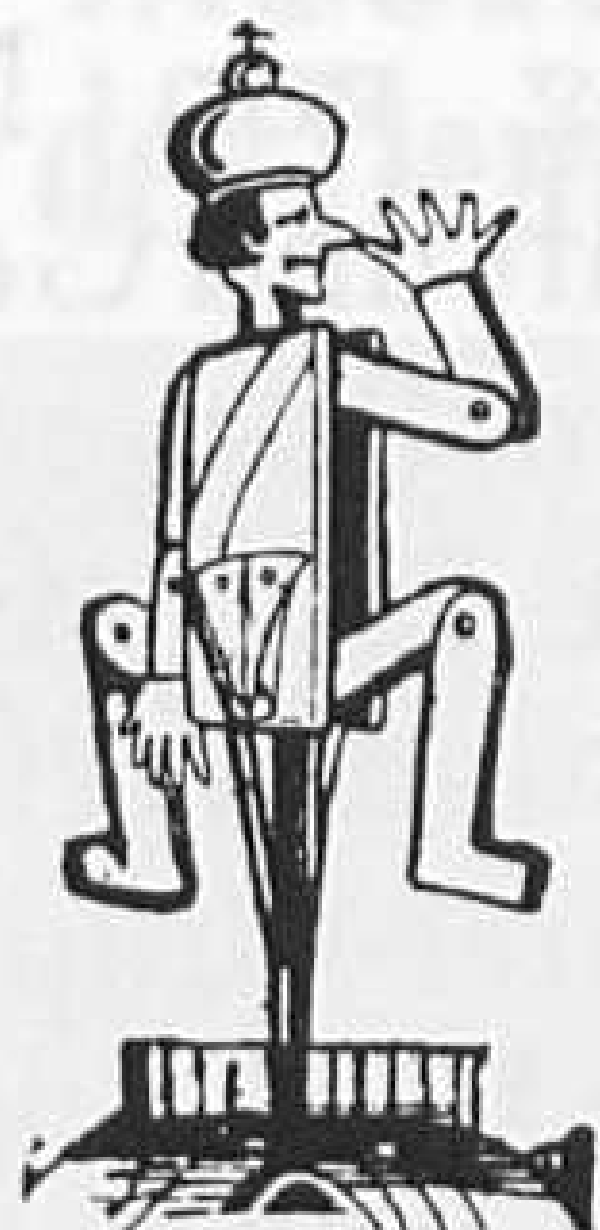
Am 12. März. „Eine Emeute ist in Wien ausgebrochen.“



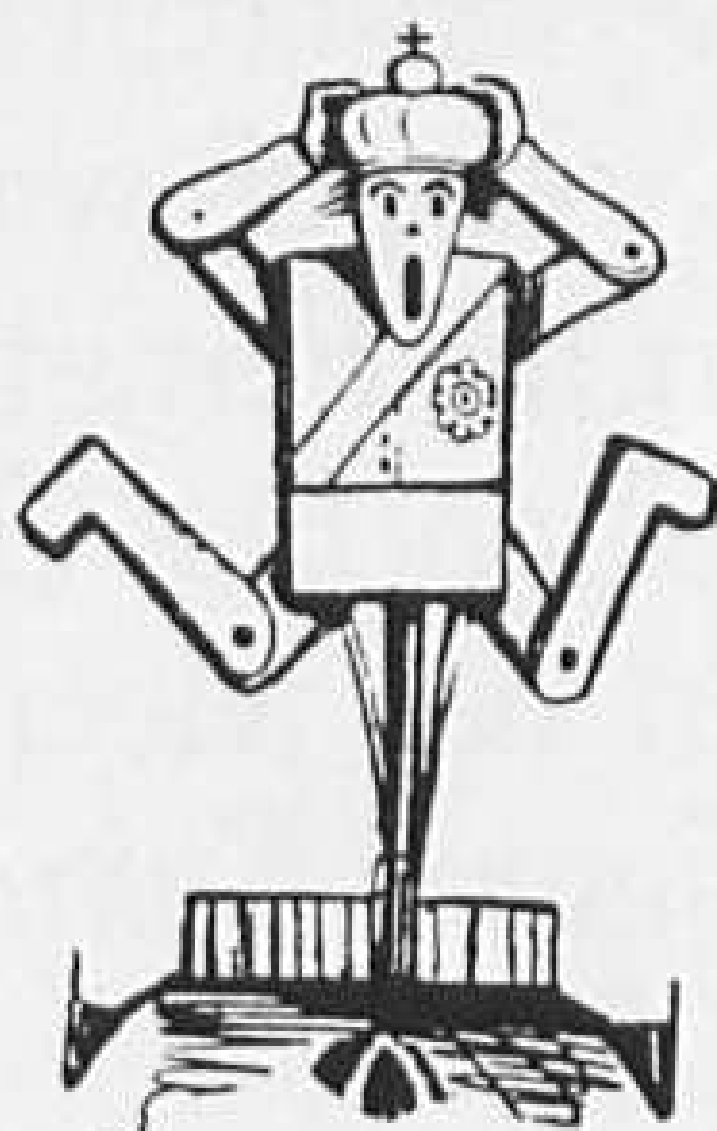
Am 13. März. „Die Revolution hat in Wien gesiegt. Metternich ist entsetzt und flüchtig; Erzherzog Albrecht dito. Die Truppen sind abgezogen. Der Kaiser steht unter dem Schutze der Bürger. Pressefreiheit ist bereits eingeführt. Die sonstigen Forderungen der Anarchisten sind zugestanden.“



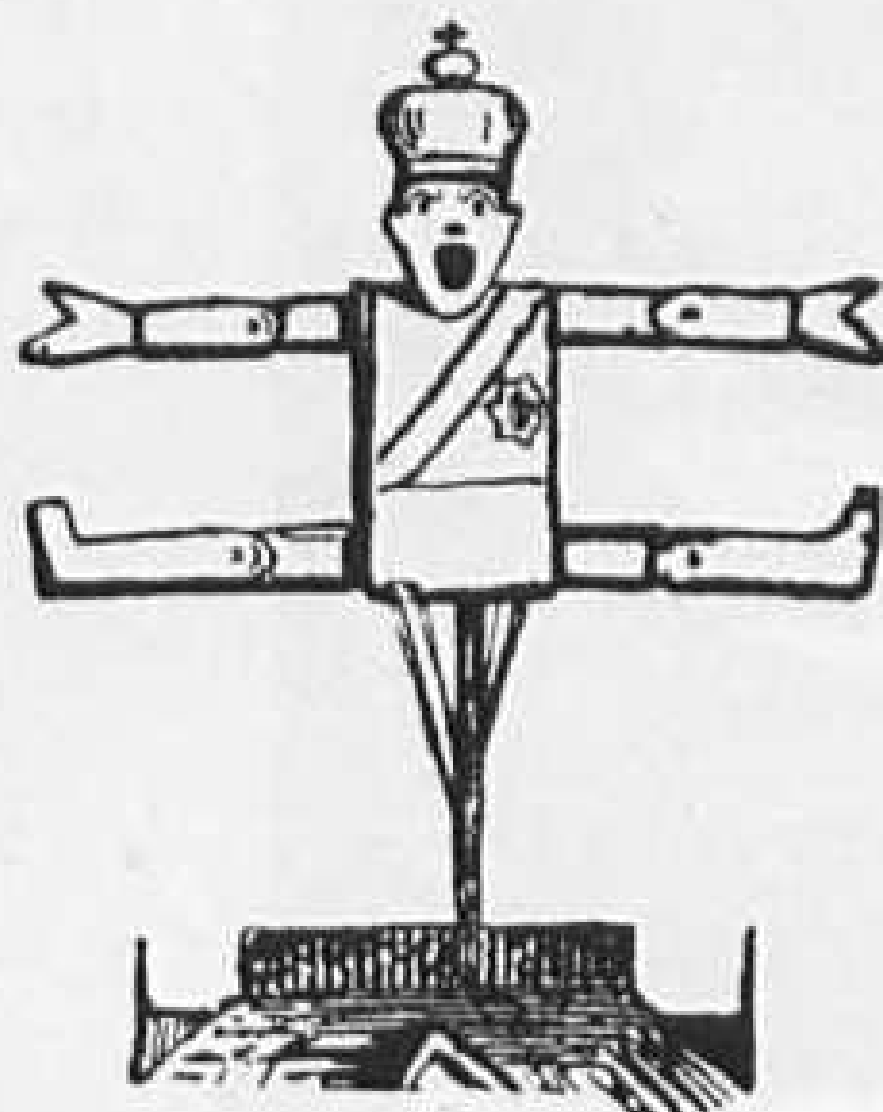
Am 14. März. „Die Forderungen der Aufwiegler sind in Waldeck bewilligt. Dito in Homburg. Dito in Lübeck. Dito in Schwarzburg-Sondershausen. Dito in Anhalt, Bückeburg. Dito in Sachsen-Meiningen. Dito in Homburg an der Höhe. Dito in Neuß, Greiz, Schleiz und Lobenstein. Da schlag ein Donnerwetter drein.“



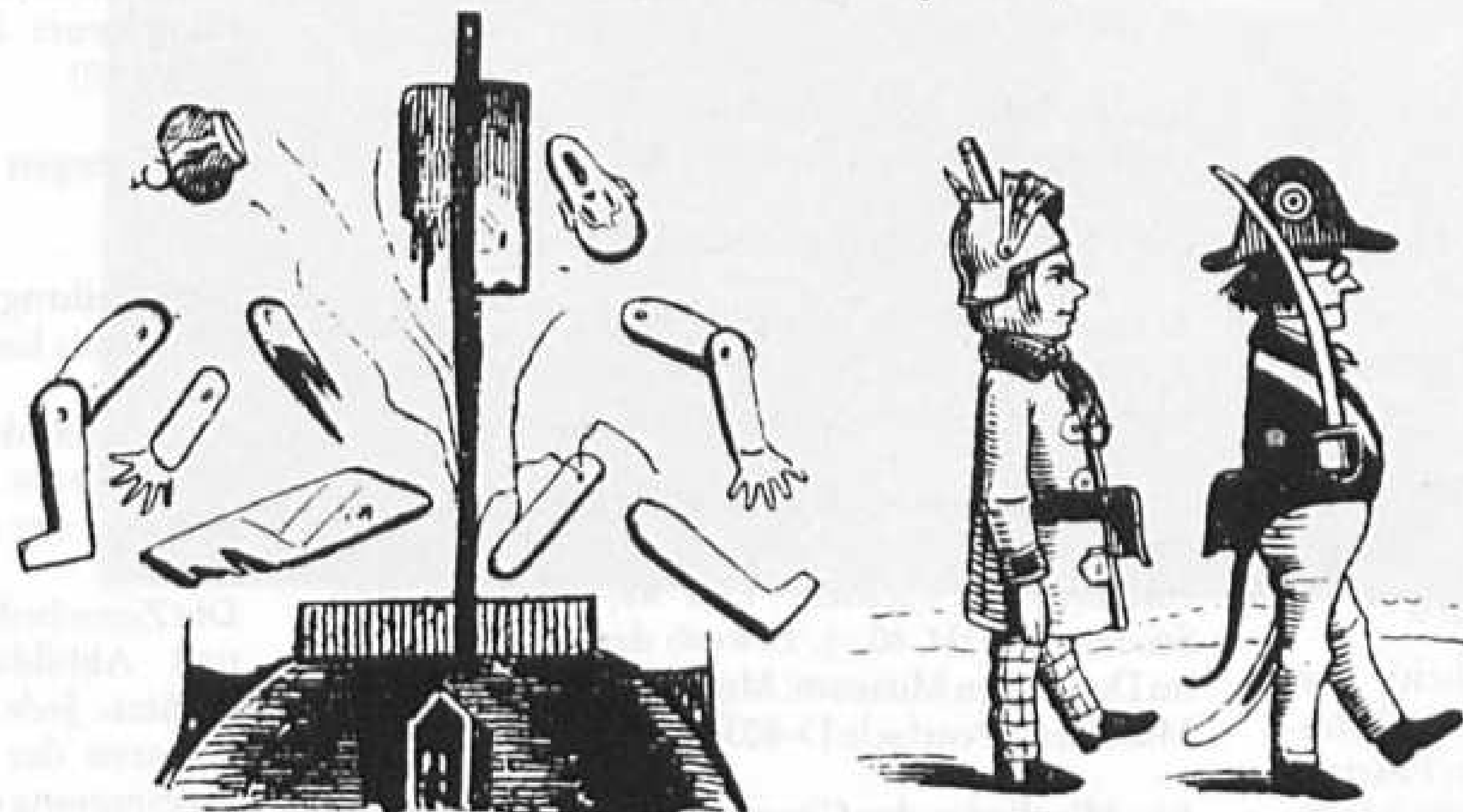
Berlin am 15. März. „Eine Emeute ist ausgebrochen. In 24 Stunden wird der Plebs zur Ruhe gebracht sein.“



Berlin am 16. März. „Der Plebs will sich noch immer nicht in die Ordnung fügen.“



Berlin am 17. März. „Eine Deputation des kölnischen Stadtrathes ist eingetroffen, welche Forderungen überbringt, und im Weigerungsfalle mit dem Abfall der Rhein-Provinz droht.“



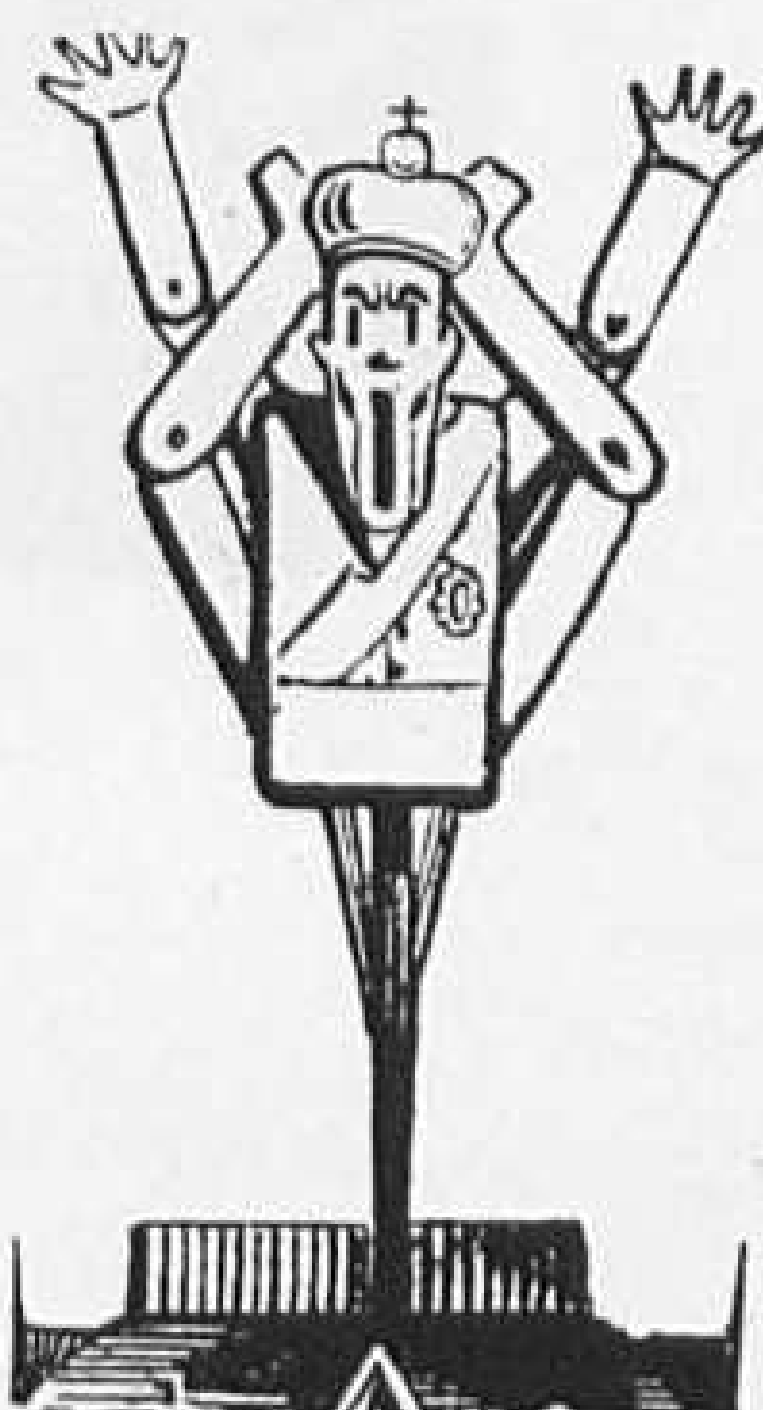
Der Telegraph hört auf zu arbeiten, Jedermann bewaffnet sich.



Berlin am 18. März. „Große Aufregung. Der König hat die Forderungen der Kölner bewilligt. Es entspinnt sich auf's Neue ein heftiger Kampf mit dem Volke. Man schießt mit Kartätschen.“



Berlin am 19. März. „Der Kampf hat geendet. Er dauerte 15 Stunden und beruhte auf einem Mißverständnisse. Dieses ist beseitigt, die Truppen sind abgezogen. Der Prinz von Preußen dito. Der König befindet sich unter dem Schutze seiner lieben Berliner.“

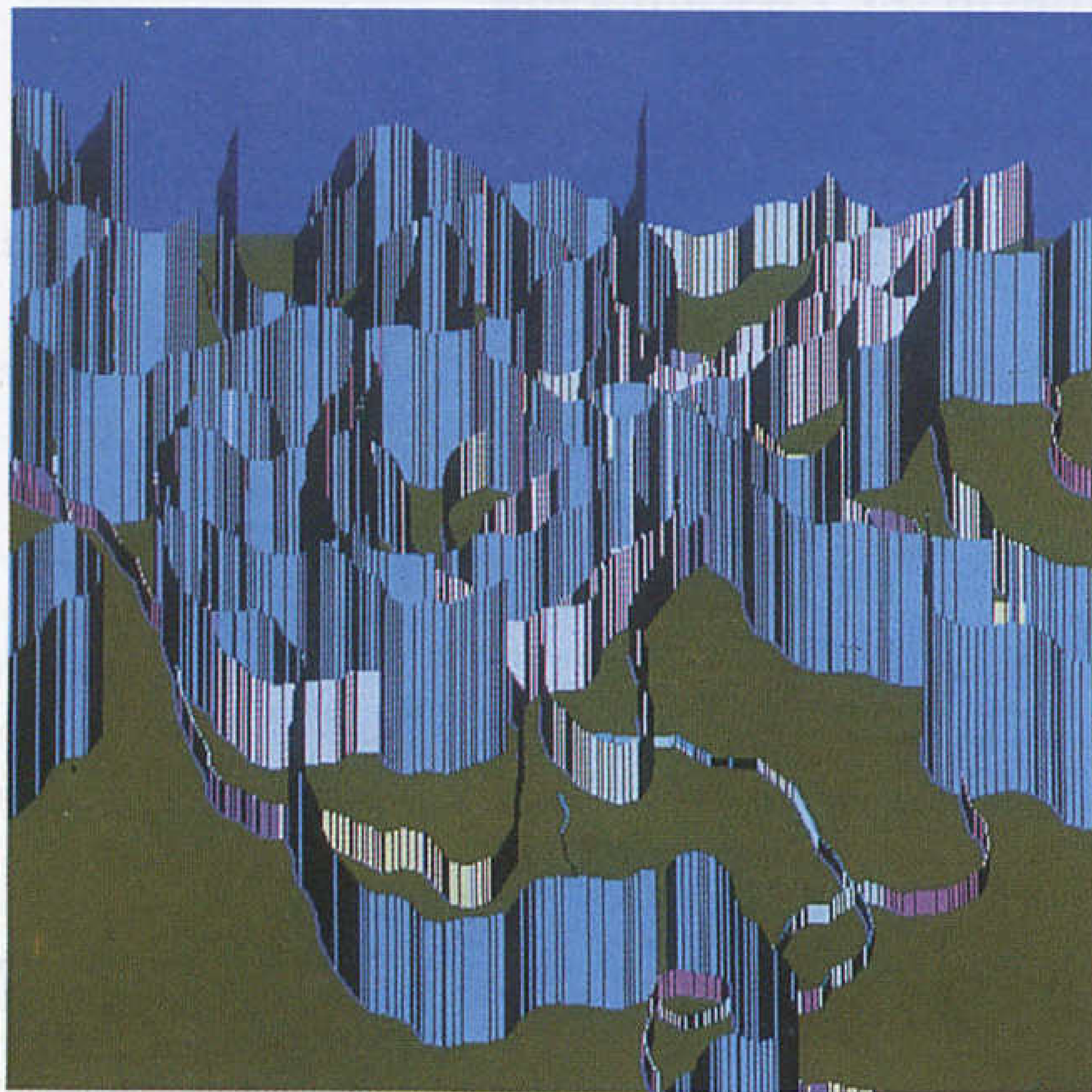


Berlin am 22. März. „Der König stellt sich an die Spitze der deutschen Bewegung ohne Usurpation, und befiehlt, daß sämtliche Truppen die schwarz-roth-goldene Kokarde tragen sollen.“

Noch bis zum 30. Juli 1995 ist im „Museum für Post und Kommunikation“ in Frankfurt a.M. die Ausstellung „So weit das Auge reicht - Die Geschichte der optischen Telegrafie“ zu sehen. Schwerpunkte der Ausstellung sind u.a. die optische Telegrafie in Frankreich und Preußen, Geheimschrift und Zeichensprache. Zur Ausstellung ist unter gleichem Titel ein umfangreicher Katalog erschienen. In diesem Katalog ist auch die nebenstehende Karikatur zu finden, die zur Zeit der Märzunruhen von 1848 als Holzstich in „Fliegende Blätter“ erschien. Der Katalog ist erhältlich beim „Museum für Post und Kommunikation“, Schaumainkai 53, D-60596 Frankfurt am Main, und kostet 32,- DM.



In den Vereinigten Staaten ist die Naturwissenschaft untrennbarer Teil der Kultur und des Alltagslebens. Sie gehört mit zur amerikanischen Identität. Vor kurzem



Ein Bild aus der Ausstellung „Bilder nach Programm - Freizeitgestaltete Computergrafik in 3D“.

wurde im Washingtoner Nationalmuseum für Geschichte eine Ausstellung eröffnet, die die Wechselwirkung von Naturwissenschaft und Gesellschaft seit dem Bürgerkrieg untersucht. □ Ein früher Entdecker und Verfechter der Computer-Graphiken war Herbert W. Franke. Anhand dieses Mediums stellt er die Beziehungen zwischen Naturwissenschaft und Kunst vor. □ Solingen war ein Zen-

trum der Gesenkschmieden, die Fertigteile für andere Industriezweige herstellten. Das Gewerbe ist Opfer der Strukturkrise in der Metallindustrie. Was wird aus den Beschäftigten? *Kultur & Technik* ist der Frage nachgegangen. □



Leon Soderstons Gemälde von 1937 spiegelt die damalige Mentalität der amerikanischen Gesellschaft wider: Chemie war ein ungebrochener Mythos.



Die Belegschaft der Gesenkschmiede Schlemper, die 100 Jahre bestand. Die hohe Identifikation der Mitarbeiter mit ihrem Betrieb schützte sie nicht vor der endgültigen Stilllegung.

## IMPRESSUM

### Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums. 19. Jahrgang

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

**Redaktion:** Dieter Beisel (verantwortlich), Peter Kunze (Deutsches Museum), Dr. Ernst-Peter Wieckenberg. Redaktionsassistentin: Angelika Schneider. Redaktionsanschrift: Wilhelmstr. 9, D-80801 München/Postfach 400340, D-80703 München. Telefon: (089) 38189-331 oder -414. Telefax: (089) 38189-402.

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

Telefax: (0 89) 38 18 9-3 98, Postgirokonto: München 6229-802.

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

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

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

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

**Anzeigen:** Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H. Beck, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße 9, 80801 München, Postanschrift: Postfach 40 03 40, 80703 München; Telefon: (089) 38189-602, Telefax: (089) 38189-599. – Zur Zeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 11. Anzeigenschluß: 6 Wochen vor Erscheinen.

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

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

**Bezugspreis 1995:** Jährlich DM 39,80 (incl. DM 2,60 MwSt.), Einzelheft DM 10,80 (incl. DM -,71 MwSt.), jeweils zuzüglich Versandkosten.

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

Für Mitglieder der Georg Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Infor-

mationen bei der GAG-Geschäftsstelle: Am Bergbaumuseum 28, D-44791 Bochum (Tel. 0234-5877140).

**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

