B 21567 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums München 1/1979 DM 5.–/öS 50.– Verlag Karl Thiemig München

2B 7361 1/1
BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS

»Gefährdeter Baum« von Max Pfaller aus der ADAC-Sammlung »Auto in Kunst«. Eine Manifestation des überwundenen Traumas? Immerhin wurde dem Automobilclub jahrelang nachgesagt, er meine es mit den Bäumen am Straßenrand nicht allzu gut. (80 x 80 cm, 1975)

Kultur & Technik

Zeitschrift des
Deutschen Museums München

3. Jahrgang, Heft 1
März 1979

Herausgeber:
Deutsches Museum München,
Der Generaldirektor
Redaktion: Günther Gottmann
(verantwortlich), Zdenka Hlava
(stellvertretend), Jürgen von
Hollander, Dr. Otto Krätz
Redaktionsassistenz:
Hedwig Hahn
Deutsches Museum
Museumsinsel 1
D-8000 München 22
Telefon (0 89) 21 79 - 2 47
Telex 05-24 211

Die mit Autorennamen gezeichneten Artikel geben nicht in jedem Fall die Meinung des Herausgebers und der Redaktion wieder.

Beilagenhinweis: Wir bitten unsere Leser um freundliche Beachtung der Beilage »GRIEBEN-Reiseführer«, Verlag Karl Thiemig, Pilgersheimer Str. 38, 8000 München 90.

Verlag Karl Thiemig AG
Pilgersheimer Straße 38
D-8000 München 90
Postfach 90 07 40
Telefon (0 89) 66 24 93
Telex 05-23 981

Vorstand: Günter Thiemig, Vorsitzender; Hans Geiselberger, Stellvertreter; Vorsitzende des Aufsichtsrates: Emmi Thiemig.

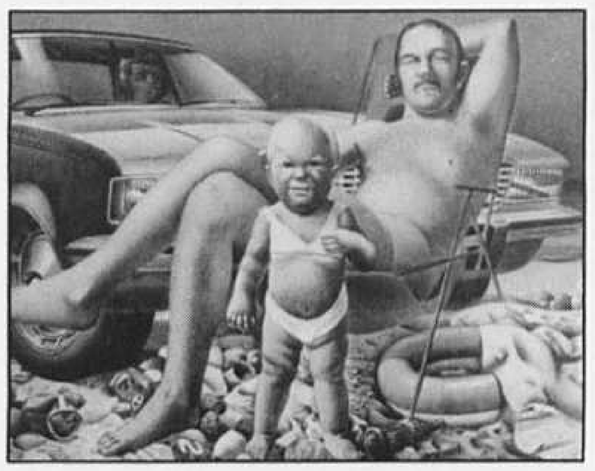
Anzeigen: Michaela Franke
(zur Zeit Anzeigenpreisliste 1 gültig).

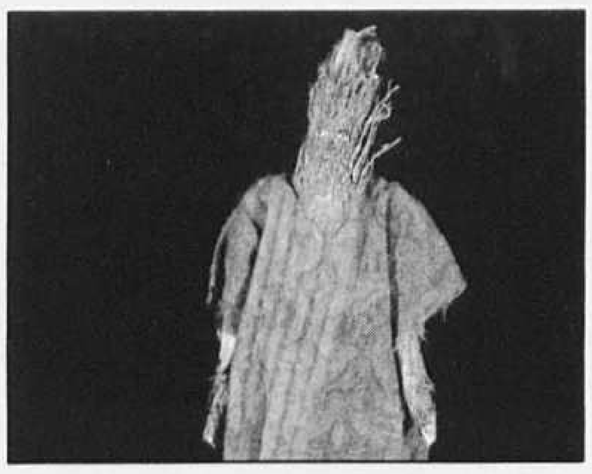
Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der fotomechanischen Wiedergabe von Teilen der Zeitschrift oder im ganzen, sind dem Verlag vorbehalten.

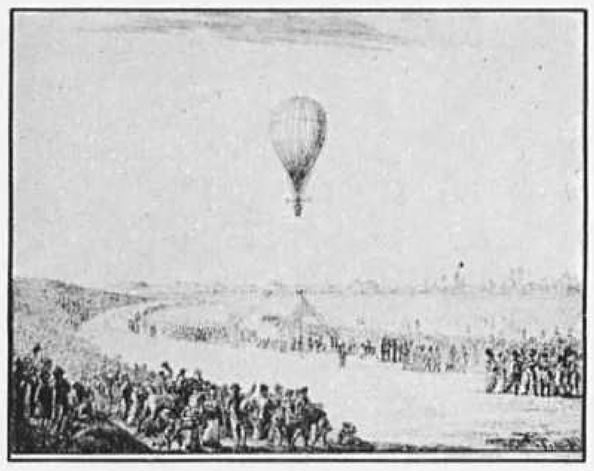
© 1979 Karl Thiemig AG Munich

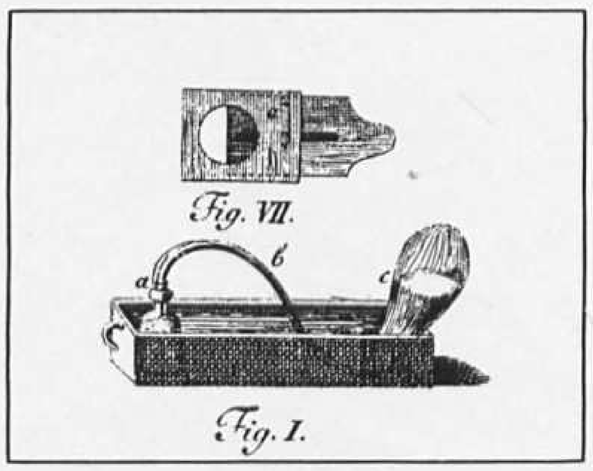
Printed in Germany
Gesamtherstellung Karl Thiemig, Graphische Kunstanstalt und Buchdruckerei AG, Pilgersheimer Str. 38, D-8000 München 90.
Gedruckt auf MVS* mit Stern 100 g/qm der Papierfabrik Scheufelen, 7318 Lenningen.

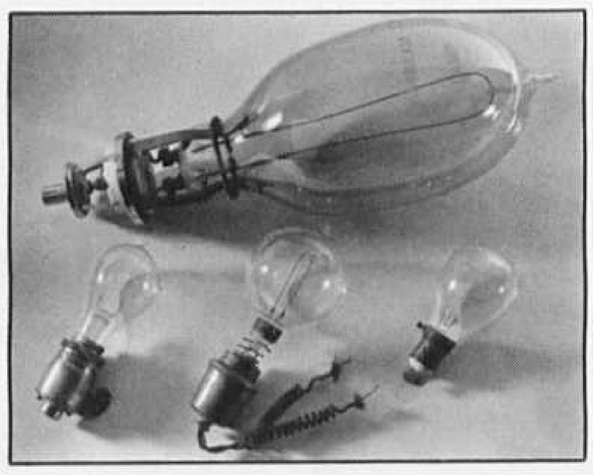
Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Bezugspreis: jährlich DM 16,— (Einzelheft DM 5,—) im Inland; DM 20,— (Einzelheft DM 6,—) im Ausland, jeweils zuzüglich Versandkosten. Abonnementsaufträge nimmt jede Buchhandlung im In- und Ausland entgegen. Für Mitglieder des Deutschen Museums München ist der Bezugspreis im Mitgliederbeitrag enthalten.











Seite

15 **Kultur & Technik — ungetrennt und unvermischt**
Günther Gottmann

10 **Papierillusionen**

12 **Der Laser 1917—1978**
Robert Schwankner

20 **Auto in Kunst**
Andreas Kippe

26 **Eine Art von wilden Bäumen trägt Wolle**
Franz Irsigler

28 **Neue Dimensionen**
Alto Brachner

32 **Alraune — Aberglaube und Medizin**
Karin Figala

38 **Konzentrierte Absichtslosigkeit — Friedrich Klemm zum 75. Geburtstag**

40 **Emanzipation in den Wolken**

46 **Dokumenta 6**
Die Entwicklung der Naturwissenschaften in Dokumenten: chemische Analytik

54 **Edison und die Bankiers**
Johan Jansen

62 **Stifter & Förderer**

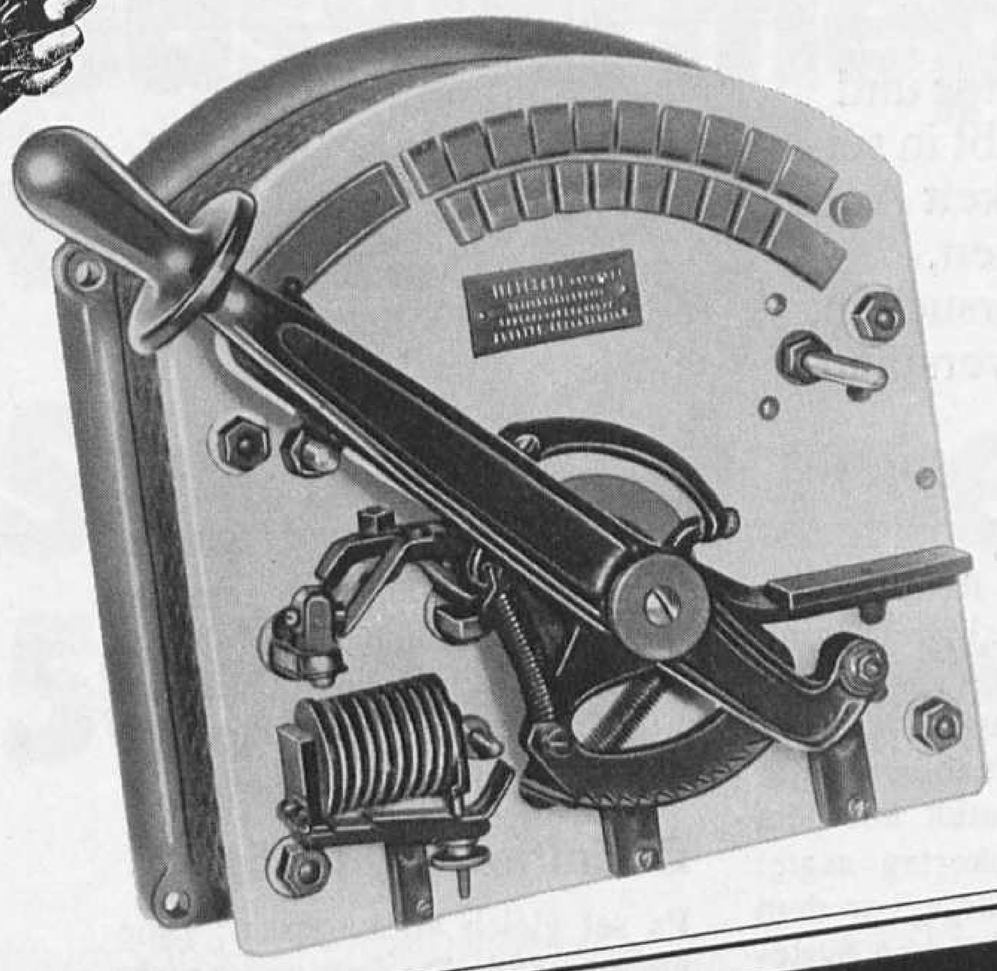
Unsere Autoren

64 **Vorschau**

Seminare für betriebliche Ausbilder

Baujahr 1900

Neukonstruktion



Gleichstrom-Flachbahn-Handanlasser

Typ MMCL

Betriebsspannung 220 V
Dauerstrom 30 A
Gewicht 10,75 kg

Langsamschaltung,
Null- und Überstromauslösung,
selbstätige Rückführung des
Anlaßhebels in die Nullstellung
bei Ausbleiben der Netzspannung
oder bei Überstrom.

seit 1899:

immer einen Schritt voraus

Klöckner-Moeller wurde 1899 in Köln am Rhein gegründet. Mit technisch hervorragend durchgearbeiteten Anlassern und Reglern erwarb sich das junge Unternehmen schon bald einen ausgezeichneten Ruf.

Durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit gelang es Klöckner-Moeller immer wieder, wegweisende Produkte auf den Markt zu bringen.

Heute betreibt Klöckner-Moeller eines der größten Forschungs- und Entwicklungslabors für Niederspannungsschaltgeräte.

In 17 Werken werden Schaltgeräte, Schaltanlagen und elektrische und elektronische Steuerungen gefertigt.
In mehr als 60 Ländern ist Klöckner-Moeller mit über 290 Technischen Außenbüros vertreten.

Ausführliche Informationen über den heutigen Stand der Schaltgerätetechnik senden wir Ihnen gerne zu.

Bitte senden Sie uns den untenstehenden Abschnitt aufgeklebt auf einem Firmenbogen.
Sie erhalten dann kostenlos die angekreuzten Druckschriften.

KLÖCKNER-MOELLER

Postfach 1880 D 5300 Bonn 1

- ☐ KM 0-2019 Alles über uns
- ☐ HPL Hauptpreisliste Niederspannungsschaltgeräte
- ☐ VER 09-602 Entwicklungsaufwand für Niederspannungs-Leistungsschalter
- ☐ VER 09-577 Das neue Versuchsfeld

78/3 098

Günther Gottmann

Kultur & Technik – ungetrennt und unvermischt

Wenn man zwei Begriffe nicht recht einzuordnen weiß, gebraucht man gerne das vieldimensionale Zeichen &. Seit zwei Jahren verbindet dieses Symbol im Titel dieser Zeitschrift Kultur und Technik und gibt in seiner Vieldeutigkeit Anlaß zum Nachdenken, zu Deutungsversuchen, aber auch Mißverständnissen.

»Mich stören die linken Töne in Ihrer Zeitschrift Kultur & Technik. Der Beitrag ... enthält kräftige marxistische Propaganda, aber auch andere Ihrer Autoren lassen solche Tendenzen erkennen. Ich verwahre mich nachdrücklich dagegen, daß das Deutsche Museum zu einer linken Propagandastätte gemacht wird, und bitte Sie dringend, geeignete Gegenmaßnahmen zu treffen.« So schreibt ein deutscher Professor an die Museumsleitung. Und ein anderer spricht von »ungefiltertem Vulgärmarxismus im Diamat-Jargon«.

Für eine Redaktion wäre es ein leichtes Spiel, solche (An-)Klagen zu entkräften durch den Abdruck zahlreicher Zuschriften anderer Leser, die – zu demgleichen Beitrag! – genau gegenteilige Meinung äußern, die Zeitschrift beglückwünschen und »... meinen, daß der eingeschlagene Weg richtig ist und weiter verfolgt werden sollte«.

Noch amüsanter wäre es (sind doch die beliebtesten Spalten in den meisten Zeitschriften die »Leserbriefe«), die Zuschriften abzudrucken, die die Redaktion exakt entgegengesetzter politischer Tendenzen beschuldigen, wie zum Beispiel: »Mir wird schlecht! Sind Sie von allen guten Geistern verlassen oder in der NPD und fest entschlossen, alle Gewesenen und Kommenden um das Deutschnationale Museum in Scharen zu sammeln – na dann heil, heil!«

Ähnliche Kontrastpublikation ist die Taktik, mit der unter Druck von Inquisition bis Reichsschrifttumskammer in totalitären Systemen Liberale sich retten – und ihre eigene Meinung verdecken. In einer Gesellschaft aber, von der Bundeskanzler Schmidt auf dem Hamburger Historikertag sagte: »Ich habe keine Sorge vor dem Wettkampf der politischen Systeme«, sind solche Manöver nicht nötig. Provoziert aber eine Zeitschrift dermaßen heterogene Beurteilungen und will die Redaktion sie nicht einfach als die berühmten »Mißverständnisse« unbedacht lassen, ist sie zum Offenbarungseid gezwungen; muß sie Farbe bekennen und sagen, was sie unter dem programmatischen Titel Kultur & Technik versteht.

Doch vor dem Versuch einer Standortbestimmung – oder besser: einer Wegorientierung; denn Standpunkte lassen sich nur in Schützengrabengefechten über ein Niemandsland hin verteidigen, sind statisch, be- oder verfestigt, nahe an dialogunfähiger Rechthaberei und Ideologie –, also vor dem Versuch einer Wegmarkierung sollte trotz aller (bei so existentieller Thematik notwendigen!) Meinungsverschiedenheit eine gemeinsame Basis gefunden und bezogen werden, soll das Gespräch zwischen Autoren, Redakteuren und Lesern gelingen. Diese Basis nennt Voltaire: »Ich kann keinem Ihrer Worte zustimmen, werde aber bis an mein Ende Ihr Recht, diese auszusprechen, verteidigen.« Ist das nicht schon das erste Kriterium der Kultur?

Wie aber versteht sich nun der spannungsgeladene Titel Kultur & Technik? Wie definiert sich das Verhältnis der beiden Pole, die sich in ihm ausdrücken?

Definition nicht möglich

Es sei gleich vorausgesagt: Eine eingrenzende De-finition ist nicht möglich, weder dogmatisch noch empirisch. Ja es ist geradezu ein weiteres Kriterium für die Kultur oder Kulturlosigkeit eines Systems, ob es versucht, Kultur einer – gleich ob wissenschaftlich oder autoritär! – definierenden Bestimmung zu unterwerfen. Versuche dazu sind uns noch zu gut bekannt: Reichsschrifttumskammer, entartete Kunst, sozialistischer Realismus sind nicht die jüngsten Signale solcher ausschließenden Definitionen. Wenn auch nur für eines der vier Existenziale humanen Lebens eine definierte Meßlatte, eine exakte Bestimmung entwickelt wird, ist das Alarmsignal eines einbrechenden Totalitarismus gegeben. Diese vier Existenziale heißen: Kultur (Unkultur; lebensunwert), Liebe (kleinste Zelle; schenkt dem Führer ein – rassereines – Kind; Triebentfaltung; Liebe zu Volk und Vaterland), Glaube (Opium fürs Volk), Tod (dulce et decorum est pro patria mori; marschiert im Geiste mit). Wiederum gibt es keinen Standpunkt, nur Wegweiser. Die aber sind weg-Weiser, weg von Besitz auf ein (noch?) nicht erreichbares Ziel hin. Kultur ist ein teleologischer, dynamischer Be-

Weil wir „Energie sparen" ernst nehmen, haben wir die Gaswärmepumpe entwickelt.

Sie spart mehr als 50% Energie.

Der vernünftige Umgang mit Energie ist eine der größten und wichtigsten Aufgaben, die heute der Technik gestellt sind. Gerade wir als Energie-Unternehmen sehen uns in dieser Verantwortung, entwickeln Ideen, forschen, experimentieren. Ein Ergebnis dieser Bemühungen ist die Gaswärmepumpe, eine Technik, die eine Energieeinsparung von über 50% ermöglicht. Anders gesagt: heute übliche Kesselheizungen verbrauchen doppelt soviel Energie wie die Gaswärmepumpe.

Die Gaswärmepumpe nutzt die in der Außenluft, dem Wasser und dem Erdreich vorhandene Umweltenergie niedrigerer Temperatur und pumpt diese auf ein für die Raumheizung und Warmwasserbereitung geeignetes Temperaturniveau.

Im Gegensatz zu anderen Wärmepumpensystemen deckt die gasbetriebene Wärmepumpe den gesamten Wärmebedarf des Verbrauchers auch bei Tiefsttemperaturen.

Die Gaswärmepumpe macht mehr aus Energie. Schon heute zum Beispiel in größeren Gebäudekomplexen und Freibädern. Wir von der Ruhrgas freuen uns, damit einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung leisten zu können.

Wir sorgen für Erdgas

RuhrGas

Ich möchte mehr über Ihre Arbeit zur Energieeinsparung wissen. Bitte senden Sie mir weiteres Informationsmaterial.
Ruhrgas AG · Postfach 28 · 4300 Essen 1

Name _____

Straße _____

Wohnort ( ) _____

_____

Ungetrennt, doch unvermischt bestimmen zwei Pole ein Jahrtausend abendländischer Geschichte: die geistliche und die weltliche Gewalt. (Aus: Hartmann Schedel, Das Buch der Chroniken, Nürnberg 1493)

Platon und Aristoteles – Ursprünge zweier Denk- und Lebensformen, die die Geistesgeschichte des Abendlandes bestimmen. (Ausschnitt aus: Die Schule von Athen, Fresko von Raffael in den Stanzen des Vatikans)

griff. Und selbst das »kulturelle Erbe«, der »nationale Kulturbesitz«, ist ein kulturtötender Ballast, wenn er sich als Maßstab für andere oder kommende Kultur geriert.

Geschichte als Maßstab?

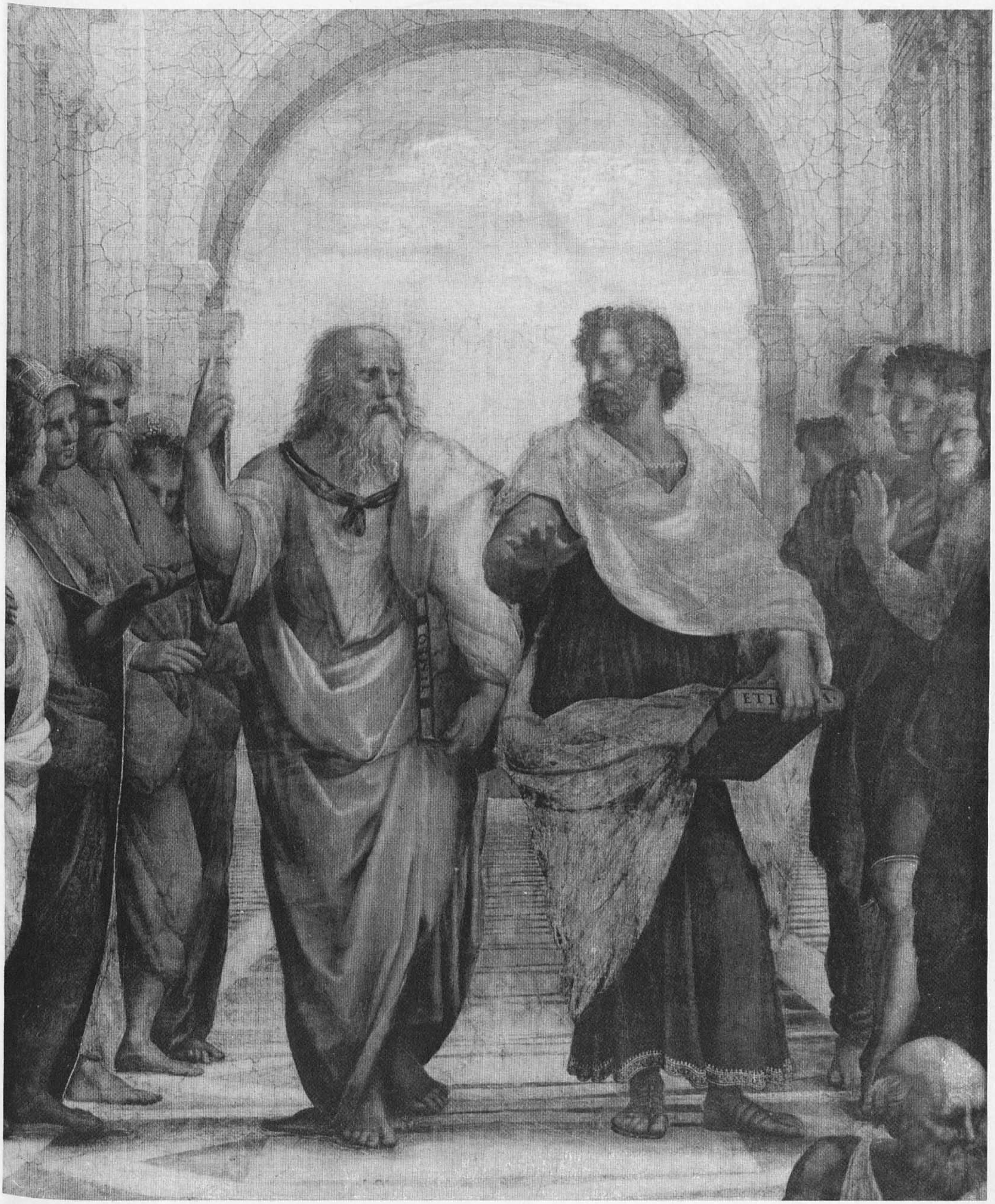
Aber kann nicht wenigstens nachträglich die Geschichte Maßstab sein für Kultur? Wie oft gebrauchen wir resigniert dieses Argument, wenn wir vor zeitgenössischer Kunst zweifelnd stehen, verunsichert, ob wir eine Glanzleistung bewundern sollen oder ob wir an der Nase herumgeführt werden nach dem Motto: In hundert Jahren wird man sehen, ob sich das Werk als Kulturtat durchgesetzt und bewährt hat oder ob es nur eine modische Eintagsfliege war. Was sich durchsetzte, ist dadurch Kultur? Das germanische Schlachtenschwert liegt in der Glasvitrine eines Kulturmuseums, auch wenn es keine Ornamente und Edelsteine aufweist. Was aber, wenn man in tausend Jahren eine Fernrakete mit oder ohne Atomsprengkopf findet? Kultur? (Natürlich: »zur Verteidigung der Kultur!« Aber gegen wen? Gegen »Unkultur«?) Und was unterscheidet das Schwert von der Rakete, außer, daß es im wahrsten Sinn des Wortes »überschaubarer« wirkte?

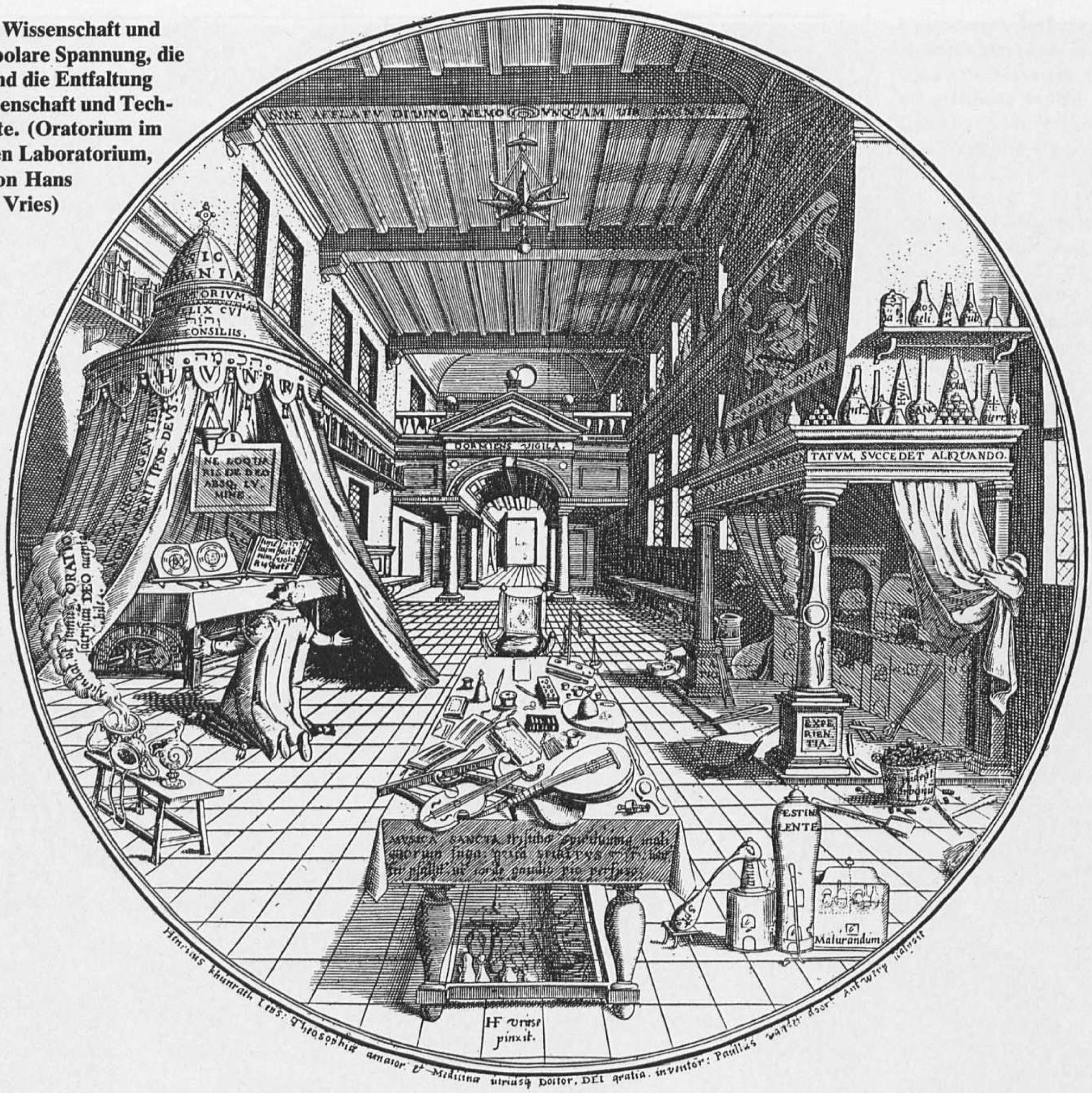
Sicher, die Pyramiden sind Kultur. Wie aber ist's mit den Arbeitern, die sie erbauten, wenn sie kein historisches Zeugnis hinterließen? Zufällig fand man von ihnen alte Papyri mit schönen lyrischen Gedichten. Also sind sie deswegen Teil der Kultur? Die Geschichte registriert und interpretiert Kultur, aber sie definiert sie nicht. Es sei denn, Kultur unterliege dem grausamen und inhumanen Selektionsprinzip, das nur den Stärkeren recht haben läßt. Kultur läßt sich nicht definieren.

ungetrennt – unvermischt

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal zumindest der abendländischen Kultur gegenüber Illusionen einerseits, Brutalität andererseits ist das Durchhalten der polaren Spannung zwischen Kultur und Technik. Vermutlich liegt da sogar der tiefere Grund, warum diese abendländische Kultur und Technik das Angesicht der ganzen Welt bestimmen: Gegen alle monistischen und dualistischen Versuchungen, trotz aller kurzzeitigen Abweichungen in die Extreme einer Identifikation oder eines Schismas blieb die Geschichte des Abendlandes bestimmt und getrieben von der immer gefährdeten und umkämpften, doch nie aufgegebenen Spannung und Dynamik zweier Pole.

Angeschlagen wurde dieses Doppelthema in den uns heute vielleicht fremden, damals aber ungeheuer dramatischen Auseinandersetzungen über das rechte Verständnis der Gott-Mensch-Verbindung in der Gestalt des Christus. Es war eine – würde man heute sagen – angeregte Diskussion in allen Gesellschafts»klassen«. Origenes berichtet zum Beispiel, daß selbst die Marktfrauen sehr handgreiflich an diesen Auseinandersetzungen teilnahmen. Bis man schließlich in der Mitte des 5. Jahrhunderts in Chalcedon die polare Formel fand: ein Wesen – zwei Naturen; ungetrennt – doch unvermischt. Dabei ging es nicht um theologische Spitzfindigkeiten. Es ging, wenn auch vielleicht unbewußt, um die Grundfrage des Abendlandes schlechthin. Zeitbedingt mochten die Begriffe und religiösen Vorstellungen sein: Einerseits sollte weder Gott mit Mensch identifiziert und damit degradiert werden, noch sollte der Mensch »vergöttlicht« und damit nicht mehr eigenrechtig sein; andererseits sollten beide Welten nicht unverbunden, schizophren, dualistisch neben- oder gar gegeneinander bestehen. Zeitlos aber ist die Grundauseinander-





Ora et labora, Wissenschaft und Glaube – die polare Spannung, die dem Abendland die Entfaltung von Naturwissenschaft und Technik ermöglichte. (Oratorium im alchemistischen Laboratorium, Kupferstich von Hans Vredeman de Vries)

setzung, die sich hinter der Chalcedonensischen Formel entbirgt, ungetrennt – unvermischt: Einerseits soll weder die Transzendenz (und ins Transzendente weist jede Sinnfrage des Lebens, wie etwa die vier genannten Existenziale!), einerseits also soll weder die Transzendenz identifiziert werden mit Immanenz, das Göttliche kein berechenbarer Faktor des Irdischen, noch diese menschliche Natur scheinbar erhoben werden, in Wirklichkeit aber entwertet durch »Vergöttlichung« gleich welchen Namens (Erleuchtung, Spiritismus, Mystizismus, Transzendentalismus). Andererseits aber will die Formel »ungetrennt – unvermischt« die Einheit der Welt wahren und retten gegen die dualistische Spaltung »zweier Welten«, des Hiesigen und des Jenseitigen; Sinngebung ermöglichen *in* der menschlichen Natur und nicht erst jenseits der »Grenzen des Scheiterns« oder des Rückzugs von der Rationalität in die arationalen Bezüge.

Grundthema des Abendlandes

Dieses Grundthema abendländischer Geistesgeschichte, dessen christologische Bedeutung noch heiß diskutiert wurde durch vier Jahrhunderte bis zu Karl dem Großen, wurde von ihm und nach ihm durchgespielt in vielen Variationen, in fast allen Lebensbereichen europäischer Geschichte: »ungetrennt und unvermischt« mußte die polare Spannung durchdacht und umkämpft werden zwischen geistlicher und weltlicher Gewalt; zwischen Papst und Kaiser; Platonismus und Aristotelismus; Naturwissenschaft und Glaube; Freiheit und Autorität; Naturwissenschaft und Philosophie; Individuum und Gesellschaft; Zentralismus und Föderalismus; und schließlich zwischen Geisteswissenschaften und Naturwissenschaften, Kultur und Zivilisation, Kultur und Technik usw. Bezeichnenderweise konnte sich in der Geschichte des Abendlandes langfristig keine Welterklärungsformel, kein geistliches und kein weltliches System erhalten, wenn es nicht diese polare Spannung des

»ungetrennt und unvermischt« durchzuhalten bereit war. Keins erhielt sich, das versuchte, sich der Spannung zu entziehen durch noch so geniale Einseitigkeiten, durch Dualismus oder Monismus; das einen der jeweils zwei Pole negierte, aufsog oder abspaltete: weder der Arianismus noch der Nestorianismus; weder Gregor VII. noch Heinrich IV.; weder Leibniz' Naturoptimismus noch Spenglers Kulturpessimismus; weder Hegel noch Marx; weder Rousseau noch Theilhard de Chardin – so sehr ihr extremer Pendelschlag jeweils die Uhr des Abendlandes in Gang hielt. Die coincidentia oppositorum des Nikolaus von Cues, die alle Gegensätze einende Zusammenfassung, ist eben kein erreichbares Ziel menschlicher Geschichte – es sei denn in der Transzendenz, im »Jenseits«.

Diese ursprüngliche und genuine Triebfeder abendländischer Geschichte, diese polare Spannung gilt auch für das Verhältnis von Kultur und Technik. Sicher mag es Zeiten gegeben haben, in denen diese Spannung nicht als so anstrengend empfunden wurde wie heute. Aber es wäre Romantik, zurückzukehren zu den »Künstleringenieuren« der Renaissance, im Glauben, dort seien diese beiden Welten noch eine Welt gewesen. Selbst wenn es so wäre, zwischen ihnen und uns liegt eine Welt der Spezialisierung »autonomer Sachbereiche«, die die angenommene Einheit auch von Kultur und Technik nicht mehr so selbstverständlich erlebbar machen wie etwa noch der Anblick der Aufrichtung eines altägyptischen Obelisken auf dem Petersplatz – noch dazu mit einem christlichen Kreuz auf seiner Spitze.

Und mag die ursprüngliche Herkunft des Wortes Kultur von Akkerbau und Behausung noch den selbstverständlichen Einbezug der Technik bezeichnen, so ist spätestens seit der industriellen Revolution der Schleier vom Bildnis gerissen, und unschuldig-schuldig stehen wir auch hier vor der Inkongruenz und der polaren Spannung. Und wieder zeigen sich die für die abendländische Geschichte bezeichnenden Versuche, die Spannung des »ungetrennt – unvermischt« aufzulösen in patente Einseitigkeit:

Zivilisation statt Kultur?

Bis heute noch wirkt die unselige Spaltung in eine »Geisteskultur« und eine »materielle Kultur« nach, wobei die Technik natürlich nur die materielle Basis bildet und toleriert wird, weil man mit moderner Lasertechnik das Bühnenbild für Mozarts Zauberflöte bereichern kann. Die Folgen sind zur Genüge beklagt und symbolisieren sich entweder in der illusionären Arroganz eines Stefan George oder in der tiefen Depression eines Oswald Spengler (der immerhin seine kulturpessimistischen Theorien sogar auf der feierlichen Jahresversammlung des Deutschen Museums im Festvortrag 1931 darlegen konnte!).

Aber sind diese dualistischen Auflösungsversuche der Spannung durch ein einseitiges humanistisches Bildungsideal soviel wirklichkeitsfremder als ihr Gegenteil, das sich heute so modern anbietet? Nachdem Wilhelm II., unterstützt von großen Geistern seiner Zeit, aufgerufen hatte, die »deutsche Kultur« gegen die unkultivierte »westliche Zivilisation« zu verteidigen, gilt es im Gegenschlag des Pendels als modern, im Gefolge von Snows »Zwei Kulturen«-Theorie die ganze Problematik zwischen Kultur und Technik vom Tisch zu fegen. Die Spannung sei eine typische Ausgeburt des in Metaphysik wühlenden deutschen Geistes; der angelsächsische Begriff »civilisation« kenne die Polarität gar nicht und böte sich an als Ersatzbegriff für das allzu belastete Wort Kultur. Und wenn man schon bei Kultur bleiben wolle, dann sei Kultur eben alles, was der Mensch als Mensch in sich und um sich entwickle. Kultur und Zivilisation, letztlich Kultur und jeglicher technisch-wissenschaftliche Fortschritt werden miteinander identifiziert – neueste Form des Monismus! Ein Patentrezept, das mindestens ebenso leicht-fertig ist wie das des Dualismus; und mindestens ebenso gefährlich in seinen Folgen; die kulturelle Weihe der Technokratie! Bequeme Ausflucht vor der Mühsal des Denkens in Polaritäten, vor der noch mühseligeren discretio, der Unterscheidung der Geister, zu der Entscheidung gehört!

Ohne in Dogmen zu verfallen (vgl. erstes Kriterium der Kultur!), ist zu unterscheiden, hat man sich zu entscheiden zwischen Kulturtechnik und kulturloser Technik. Denn niemand kann ernsten Glaubens noch behaupten, jegliche Technik sei Kultur, wenn er die Probleme der Technik vom skythischen Sichelkampfwagen bis zur modernen Ökologie bedenkt.
Aber ist die unaufgebbare Polarität zwischen Kultur und Technik eigentlich so typisch nur für die Technik? Selbstverständlich subsumieren wir die schönen Künste, die Literatur und die Welt der Bühne unter dem Begriff Kultur. Warum? Leiden und leben diese menschlichen Bereiche doch unter genau derselben Spannung zur Kultur wie eben auch die Technik! Und gleiches gilt für die Macht, die Philosophie und selbst den Kult! Sehen wir doch hinter uns und vor uns, wie alle totalitären Mächte ein raffiniertes und erfolgreiches Netz von kulturloser Kunst, verlogener Literatur, pompöser Theatralik, brutaler Macht und selbst von pseudoreligiösem Kult knüpfen, um inhumanste Kulturlosigkeit und Barbarei zu verdecken und zu ermöglichen.

Reichsparteitage, Sondermeldungsfanfaren, Kulturrevolutionen, Häuser der Kunst, Zuckerbäckerstil und Kaiserkrönungen im afrikanischen Urwald verführen »das gesunde Volksempfinden«. Und mancher »künstlerisch gestaltete« Werbeprospekt und Kulturwerbefilm verraten, daß wir nur vor der eigenen Tür zu kehren brauchen.

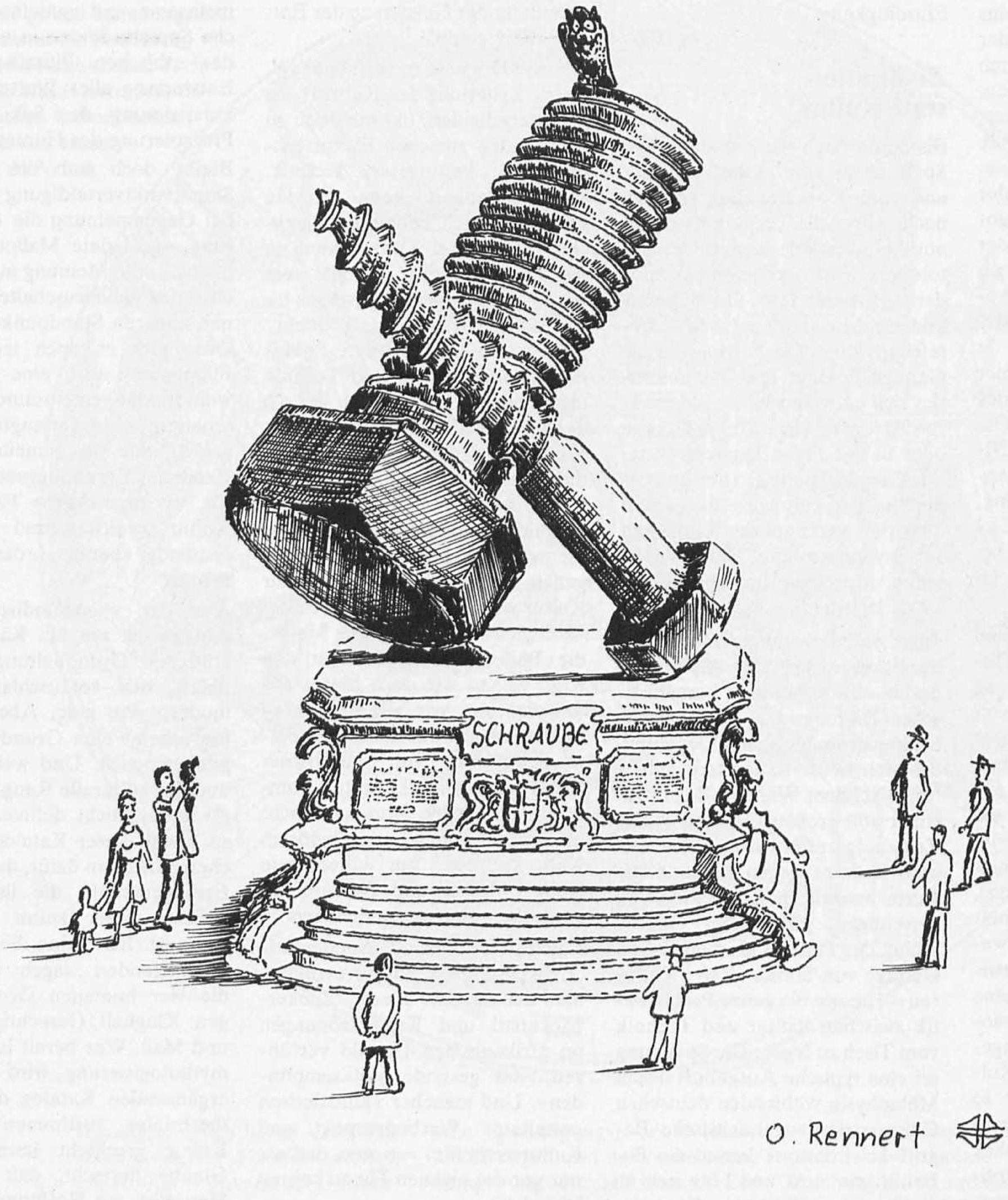
Erkennungsmale

Zusammengefaßt: Die beiden Thesen hießen: Kultur ist nicht auf einen Nenner zu bringen und zu definieren. Und Kultur lebt aus der polaren Spannung zu ihren eigenen Kulturbereichen wie Technik, Kunst, Macht, Kult und so fort. Kultur ist die humane Sinngebung dieser Bereiche. Sie beinhaltet also Normen, Ethos, Weltanschauung.

Wie aber soll eine Zeitschrift, die sich dem einen der vielen Spannungsverhältnisse, eben Kultur und Technik, verschreibt, eine gemeinsame und gemeinverständliche Sprache finden in einer Welt des ethischen Pluralismus, der Entwertung aller Werte, der Säkularisierung des Sakralen, der Profanierung des Humanen?
Bleibt doch nur die echolose Standpunktverteidigung und also bei Gegenmeinung die Aufforderung, »geeignete Maßnahmen zu treffen«, die Meinung auszuschalten oder gleichzuschalten, die einen anderen Standpunkt vertritt? Oder gibt es doch trotz allem Pluralismus noch eine Basis sowohl für das gemeinsame, Weltanschauung nicht verleugnende Gespräch, wie als gemeinsam verstandenes Erkennungszeichen dafür, wo menschliche Fähigkeiten Kultur erreichen und verwirklichen oder aber gefährden und zerstören?

Aus der abendländischen Geschichte ist uns ein Katalog von ethischen Grundhaltungen überliefert, den vorzuschlagen nicht modern sein mag. Aber auf ihn hin scheint eine Grundverständigung möglich. Und wenn Kultur und der kulturelle Rang der Technik schon nicht definierbar sind, so bietet dieser Katalog doch sichere Kriterien dafür, daß jegliche Errungenschaft, die ihm widerspricht, sicher keine Kulturleistung ist. Ich meine die vier Kardinaltugenden, sagen wir heute die vier humanen Grundhaltungen: Klugheit, Gerechtigkeit, Mut und Maß. Wer bereit ist zur Entmythologisierung, wird auch dem ergänzenden Katalog des Korintherbriefes zustimmen können: Kultur geschieht immerzu, wo Glaube herrscht, daß es einen Sinn gibt; wo Hoffnung herrscht, daß dieser Sinn sich erfüllen läßt; wo Liebe herrscht, gemeinsam an dieser Sinngebung zu wirken.

Dann mögen Meinungen und Urteile verschieden sein; dann mögen kulturelle Beiträge unverstanden bleiben. Die Auseinandersetzung geschieht dann aber vor dem Wort Voltaires: »Ich kann keinem Ihrer Worte zustimmen, werde aber bis an mein Ende Ihr Recht, diese auszusprechen, verteidigen.«
Und was bedeutet das für die Zeitschrift? Sie ist, wie Kultur, nicht am Ziel, sondern auf dem Wege. Unangefochten von Vor-



– die kulturelle Weihe der Technik (Zeichnung von Oliver Rennert, Praktikant in den Modellwerkstätten des Deutschen Museums)

würfen unengagierter Schönfärberei der Technik wie politisch agitatorischer Einseitigkeit geht sie ihres Weges, hebt manche farbige Steine, fügt sie zusammen und hofft, daß irgendwann als Mosaik das humane Antlitz sichtbar wird, das Technik zur Kultur werden läßt.

Die Zunge der Kultur reicht weit

Die Zunge der Kultur reicht weit!
Wohin sie sich erstreckt,
da wird der Mensch nebst seiner Zeit
so lang wie hoch und weit und breit
von der Kultur beleckt.

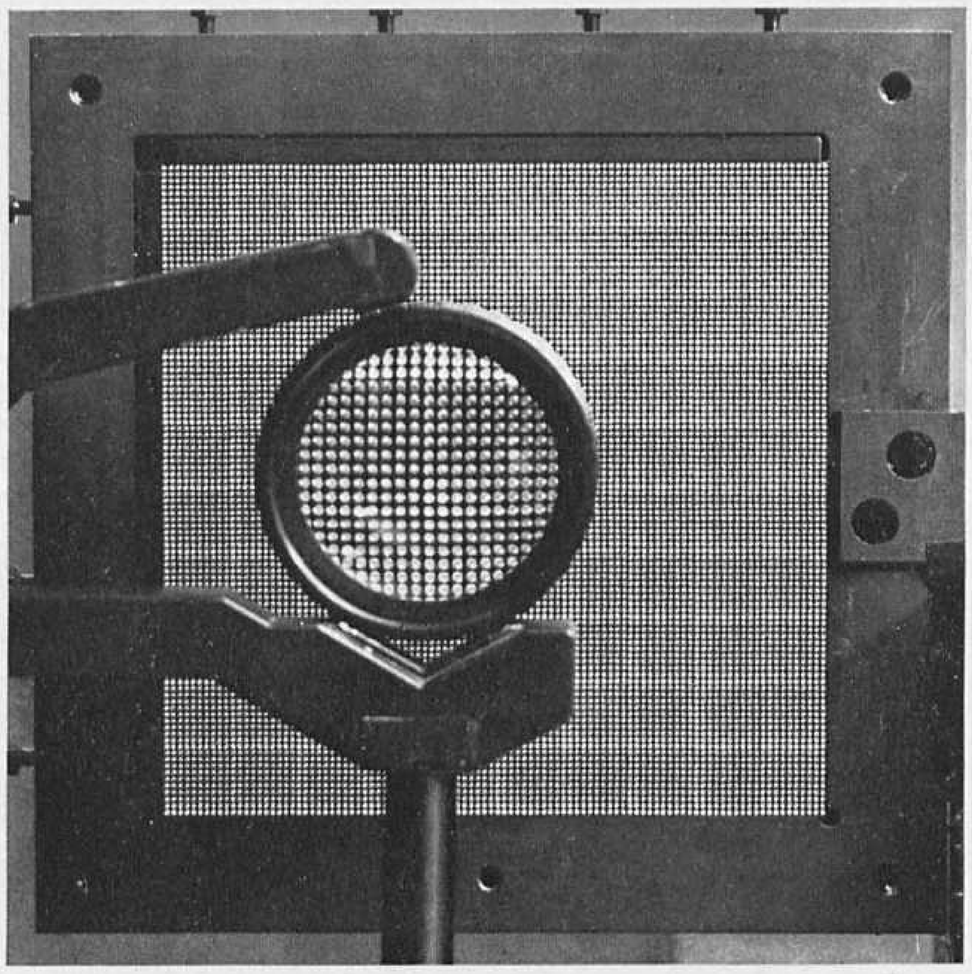
Oh, daß sie tausend Zungen hätte!
Noch gibt es Neger ohne Uhr
und Dörfer ohne Operette
und Eskimos ohne – Pardon! – Klosette.
Die Zunge raus, Kultur!

Noch gibt es Frauen, die den Nabel zeigen
und ohne Kleid und Scham spazieren gehn.
Noch gibt es Männer, die im Dunkeln geigen,
und Leute, die, selbst wenn sie dumm sind, schweigen.
Man kann das kaum verstehn . . .

Denn wir stelln unsre Kinder künstlich her
und unsre Nahrung in Tablettenform.
Das Altern kennen wir nicht mehr.
Bouillon mit Ei gewinnen wir aus Teer.
Kurzum: Es ist enorm!

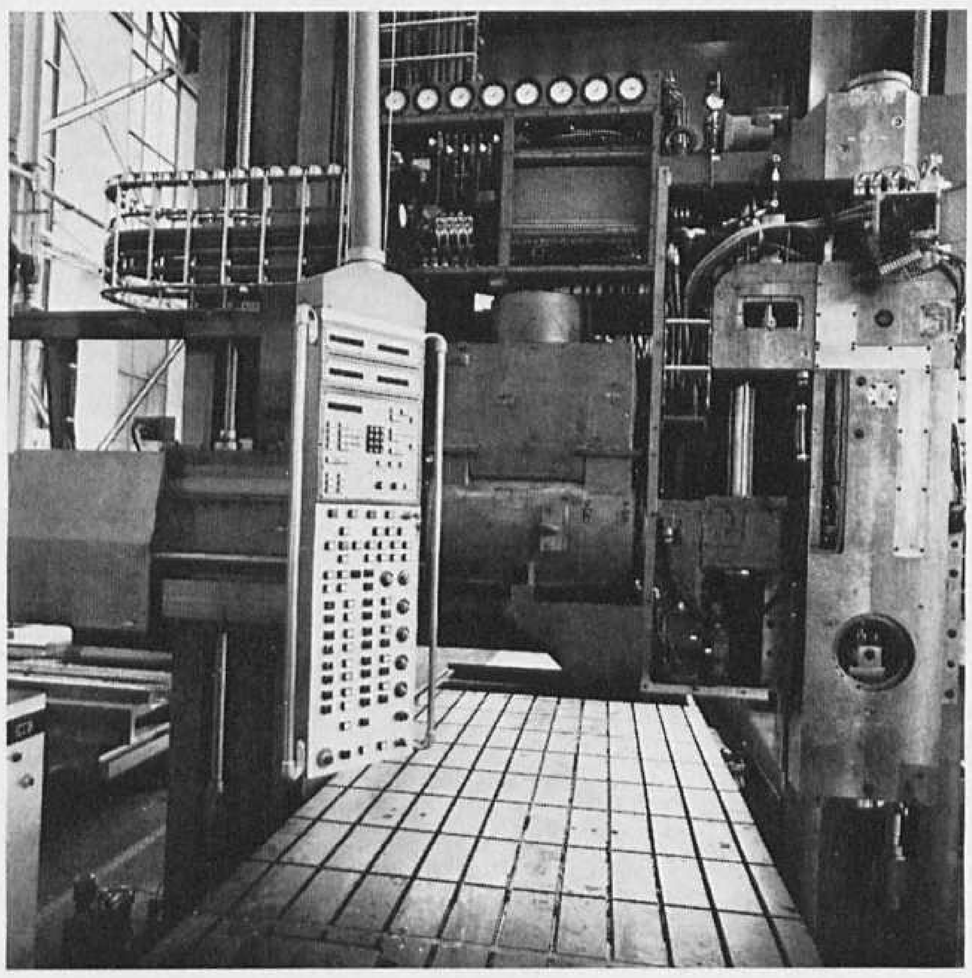
Der Straßenkehrer braucht das Abitur
und muß belesen sein in Schund und Schmutz.
Da denkt man manchmal: Die Kultur,
sie kann uns am –! Sie soll uns nur –!
Sie ist dazu imstand und tut's.

Erich Kästner



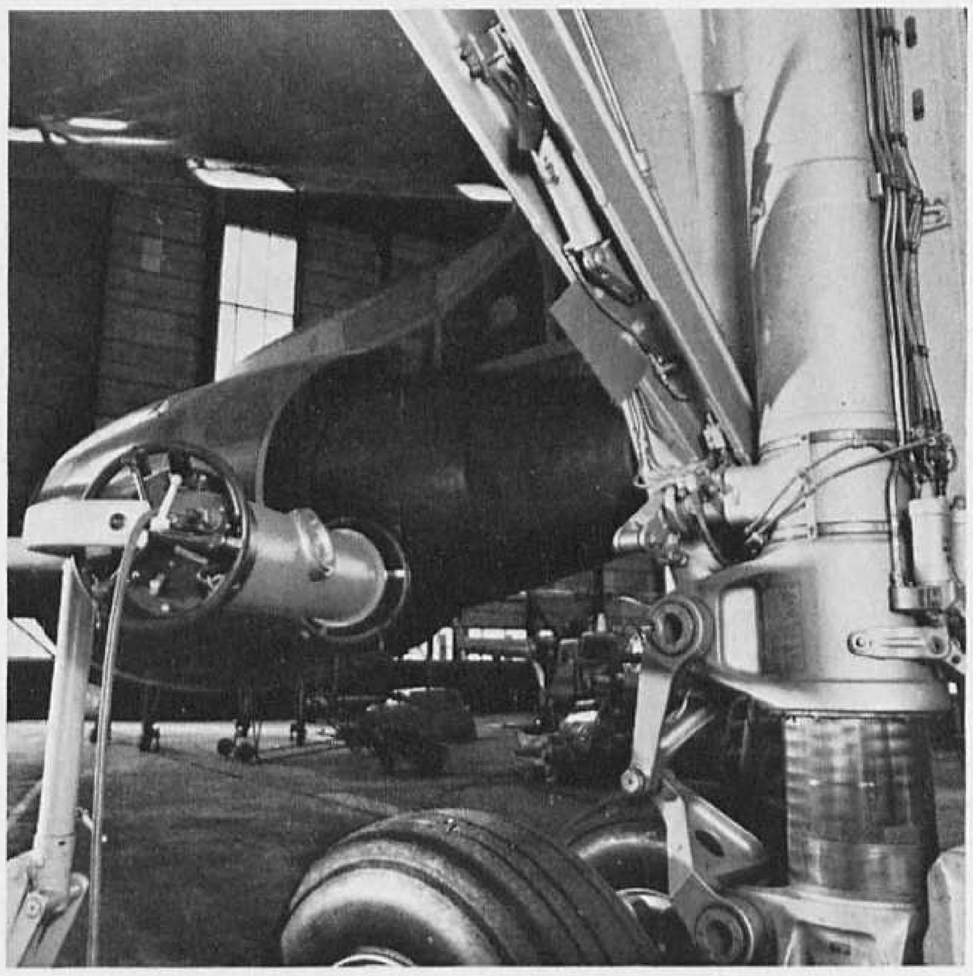
Probleme der optischen Datenspeicherung bearbeitet das Philips Forschungslaboratorium Hamburg. Die Linsenmatrix aus zehntausend Linsen dient der Aufnahme eines Punktthologramms.

Philips forscht entwickelt produziert in Deutschland



Werkzeugmaschinensteuerungen — hier an einer Portalfräsmaschine der Werkzeugmaschinenfabrik Waldrich, Siegen — gehören zum vielgestaltigen Philips-Programm. Alle Funktionen der Steuerung werden am hängend angeordneten Bedienfeld ausgelöst und angezeigt.

- in zwei Forschungslaboratorien in Aachen und Hamburg;
- in zwölf Entwicklungszentren;
- in achtzehn Werken in Aachen, Berlin, Bonn-Bad Godesberg, Bremen, Düsseldorf, Gronau, Hamburg, Heide, Kassel, Krefeld, Reichelsheim, Siegen, Wetzlar.
- Vierzehn Unternehmens- und Geschäftsbereiche operieren marktorientiert mit einhundertfünfzig Vertriebsniederlassungen, Filialen und Verkaufsbüros in Deutschland.



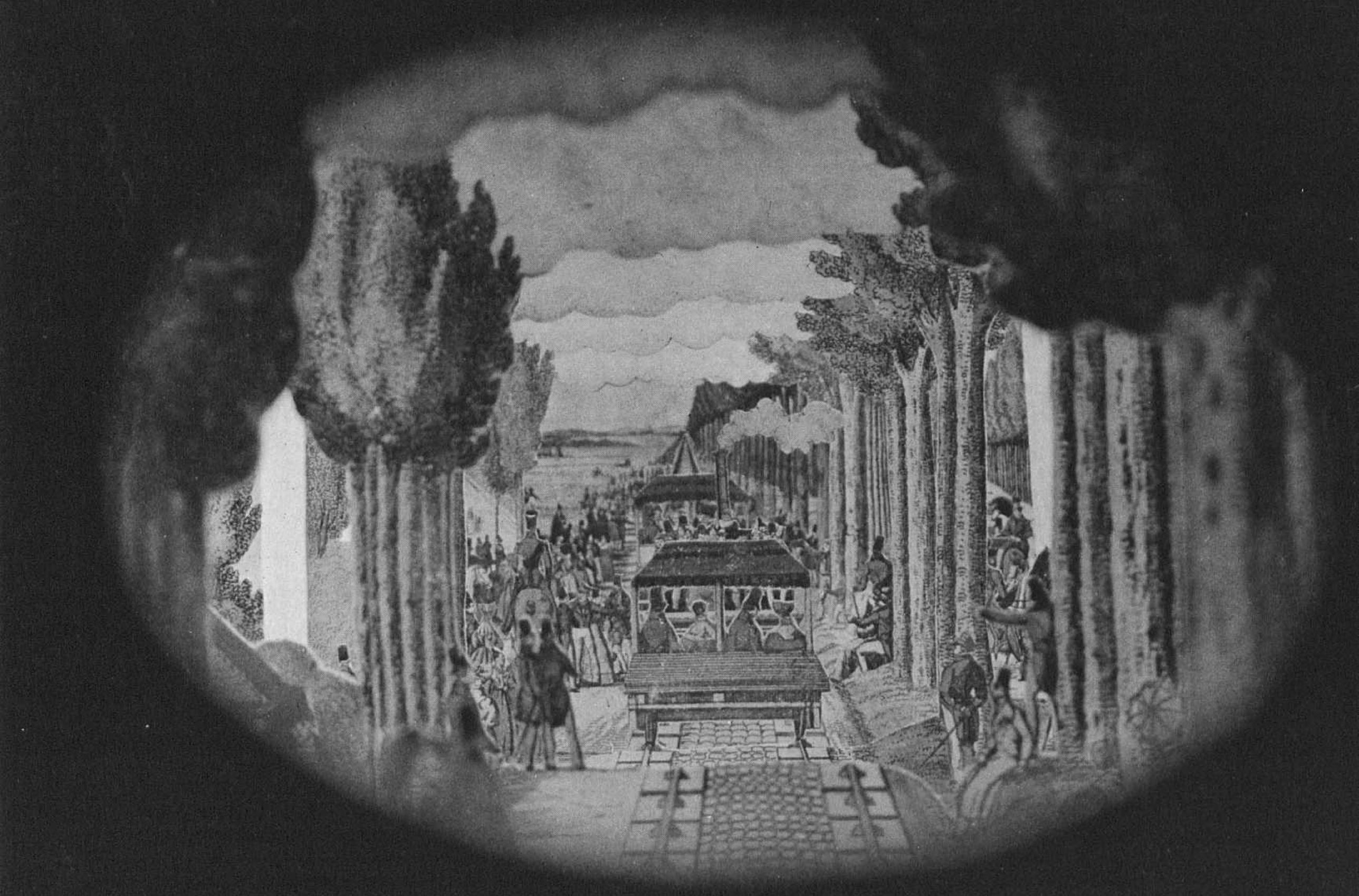
Philips Röntgengeräte für die zerstörungsfreie Materialprüfung haben ein weites Anwendungsfeld — hier zum Beispiel bei der Überprüfung von Fahrwerksbaugruppen am europäischen Gemeinschaftsprojekt Airbus.

Für die Zukunft

PHILIPS

PHILIPS

PAPIERILLUSIONEN



Bei der Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahn von Nürnberg nach Fürth fehlte der bayerische König Ludwig I. — er war der Meinung, daß die Kanalschiffahrt mehr Zukunft hätte. Zum Transport der zerlegten Lokomotive aus Newcastle in England nach Nürnberg benutzte man ja auch den Wasserweg.
Die Montage in Nürnberg überwachte der erste Lokomotivführer William Wilson, ein englischer »Gastarbeiter«, der dafür ein höheres Gehalt bezog als der Direktor der Eisenbahngesellschaft.

Das griechische Wort Diorama (in der Bedeutung von Durchscheinbild) bezeichnete ursprünglich durchsichtigen Stoff, der beidseitig bemalt war. Je nachdem, ob die Lichtquelle davor oder dahinter stand, änderte sich die Atmosphäre: So verwandelte sich eine Tages- in eine Nachtlandschaft oder verzauberte ein romantisches Alpenglühen eine Gebirgsgegend. Als sich in der Biedermeierzeit aus dem Guckkasten und dem Papiertheater auseinanderziehbare Bilder entwickelten, wurden auch sie Dioramen genannt. Durch zwei oder drei Gucklöcher sieht man in eine Landschaft, die einen überraschenden Weitblick vortäuscht. Links, rechts und oben wird sie, wie auf einer Bühne, von Soffitten begrenzt, die Torbögen, Bäume, Gebäude und Wolken bilden Rahmen, die sich — hintereinandergestellt — immer mehr verjüngen und somit die Tiefenwirkung erzeugen.

Nicht selten wurden historische Ereignisse wie Schlachten in Faltdioramen dargestellt. Auch die Eröffnung der ersten deutschen Eisenbahnstrecke von Nürnberg nach Fürth 1835 war ein derartiger Anlaß. Wenn man durch das Guckloch des Dioramas schaut, sieht man die Lokomotive »Adler« vor den (im Original gelben) Wagen. Die Festgäste sitzen darin oder stehen winkend beiderseits der Strecke (Inv.-Nr. 2197 und 66851).
In neuerer Zeit wird die Bezeichnung Diorama meist für plastische Bilder verwendet. Auch hier wird die Tiefe durch Soffitteneffekte und perspektivische Verkleinerung erzeugt. *Str*

DEUTSCHES MUSEUM
BIBLIOTHEK

Robert Schwankner

Der Laser

»Es war eine ganz abenteuerliche Zeit, voll von Überraschungen und Enttäuschungen, von Erfolgen und von tiefliegenden Schwierigkeiten, deren Diskussion uns bis an die Grundlagen aller physikalischen Erkenntnis geführt hat.« So der Atomphysiker Werner Heisenberg über die »goldene« Physik der 20er Jahre, der Geburtsstunde der Lasertheorie.

Premiere des Bühnenlasers in Mozarts Zauberflöte während der Opernfestspiele 1970 im Nationaltheater München

1917-1978

Die gesteuerte Umsetzung der Energie ist so alt wie die Menschheit selbst, denkt man zum Beispiel an das schon im alten Ägypten angewendete Prinzip der Niveauregelung von Öllampen. Dieses Verfahren der Selbststeuerung oder Rückkoppelung erwies sich als sehr fruchtbar und kehrte in abgewandelter Form wieder. Bekannte Fälle sind Pendeluhr und Dampfmaschine. Für elektrische Systeme wurde dieses Prinzip von A. Meißner (1913) in seiner Rückkoppelungs-(Dreipunkt-) Schaltung angewandt und damit die Verstärkung höherfrequenter Schwingungen ermöglicht. Mit der beginnenden Quantenmechanik am Anfang unseres Jahrhunderts war durch die theoretischen Arbeiten von Planck, Bohr und vor allem Einstein das Fundament für die Entwicklung des Transistors, der Tunneldiode (zur Übertragung höchstfrequenter Schwingungen) und schließlich des Lichtverstärkers, des Lasers, gelegt. Die erste Arbeit, die an Einsteins grundlegende Publikation »Zur Quantentheorie der Strahlung[1]« von 1917 direkt anknüpfte, erschien 1953 von J. Weber, University of Maryland. Sie befaßt sich mit Mikrowellenverstärkung durch Substanzen, die sich nicht im thermischen Gleichgewicht befinden.

In den Jahren 1954/55 gelang es den Amerikanern Gordon, Zeiger und C. H. Townes sowie den Russen N. G. Basov und A. M. Prochorow, Mikrowellenverstärker nach Webers Vorstellungen zu realisieren: den ersten Ammoniak-Maser (mikrowave amplification by stimulated emission of radiation). Im Jahr 1958 äußerten A. L. Schawlow und Townes die Vermutung, daß es möglich sei, dieses Prinzip auf hohe Frequenzen des sichtbaren Lichtes anzuwenden. Völlig überraschend gelang 1960 T. H. Maiman von den Hughes Research Laboratories – dem großen Außenseiter – die Entwicklung des optischen Masers, auch Laser genannt. In seiner zunächst in der Zeitschrift Nature publizierten Arbeit »Stimulated Optical Radiation in Ruby«[2] beschreibt Maiman, wie es ihm gelungen war, den ersten Rubinimpulslaser in Betrieb zu setzen. Damit leitete er eine Phase atemberaubender Fortschritte ein, die sich nur mit dem Siegeszug des 15 Jahre vorher erfundenen Transistors vergleichen läßt.

Weitere Meilensteine dieser Entwicklung stellen der Bau des ersten Gaslasers 1962 durch Javan, W. R. Bennett und D. R. Herriott, im gleichen Jahr die Erfindung des Halbleiterlasers und die Inbetriebnahme des ersten chemischen Lasers 1965 durch J. V. Kasper und G. C. Pimentel dar.

Vergessener Erfinder?

Schawlow, Miterfinder des Lasers, äußerte sich in der amerikanischen Wissenschaftszeitschrift Science vom 28. Oktober 1977: »I find myself very puzzled but that is how patent law works.« Was war geschehen? Schawlow ist der Schwager von Townes, der zusammen mit Prochorow und Basov 1964 den Nobelpreis der Physik bekommen hatte »... für grundlegende Arbeiten auf dem Gebiet der Quantenelektronik, die zur Konstruktion von Oszillatoren und Verstärkern auf der Basis des Maser-Laser-Prinzips führte«. In der Rubrik »News and Comment« von Science Nr. 148 war eine Bombe geplatzt: Nach zwanzigjährigem ermüdenden Kampf mit der Bürokratie hatte der Amerikaner Gordon Gould am 11. Oktober 1977 ein Patent für optisch gepumpte Lichtverstärker erhalten. Grundlage für diese Zuerkennung waren Goulds notariell beglaubigte Labortagebücher aus den Jahren 1957/58. Durch eine Reihe von unglücklichen Umständen (militärisches Geheimhaltungsgebot u. a.) hatte Gould damals seine Forschungsergebnisse nicht veröffentlichen können. Jetzt war ihm ein erster Teilerfolg beschieden. Goulds Patentansprüche decken etwa ein Drittel des derzeitigen Lasermarkts ab. Zwar weist der glücklich-unglückliche Erfinder zur Zeit etwa 60 000 Dollar Anwaltschulden vor, dürfte sich aber nach Angaben von Science bald in den Club der Multimillionäre einreihen. Gould wird am Umsatz der Laserindustrie – das sind mehrere Milliarden Dollar jährlich – auch rückwirkend beteiligt werden müssen.

Quantenmechanik für Spaziergänger

Der Ausdruck Laser hat in keiner Sprache seine Wurzel, sondern stellt ein weiteres Beispiel für die in angelsächsischen Ländern heimische und ins Physiker-Neudeutsch übernommene Vorliebe für Abkürzungen dar: light amplification by stimulated emission of radiation. Dies bedeutet übersetzt etwa: Lichtverstärkung durch erzwungene Aussendung von Strahlung.

In diesen wenigen Worten ist schon das ganze Wirkungsprinzip des Lasers festgelegt, zu dessen qualitativer Beschreibung wir zunächst einige historische Betrachtungen anstellen werden – Betrachtungen zu dem schrittweise gewachsenen Verständnis der Wechselwirkung von Licht und Elektronen.

Die Physik des 19. Jahrhunderts, von vielen schon zu einer abgeschlossenen Wissenschaft erklärt, erlebte mit den Arbeiten von L. Boltzmann, W. C. Röntgen, den Curies, Rutherford und vielen anderen eine neue Blüte. Es ging all diesen Wissenschaftlern »ein wenig wie Kolumbus, der Indien suchte und Amerika fand«, wie Carl Friedrich von Weizsäcker einmal über Werner Heisenberg sagte. Die Folgen der Revolutionen – der Quanten- und Relativitätstheorie sowie der Thermodynamik – waren in ihrer Tragweite noch nicht abzusehen. Nach der Daltonschen Wiederbelebung des Atombegriffs folgte aus Gasentladungsexperimenten die grundlegende Erkenntnis, daß sich die neutralen Atome aus negativen und positiven Ladungsträgern aufbauen; aus dem Verhalten dieser Ladungsträger in Magnetfeldern schloß man, daß die positiven Ladungsträger wesentlich schwerer sein mußten als die negativen.

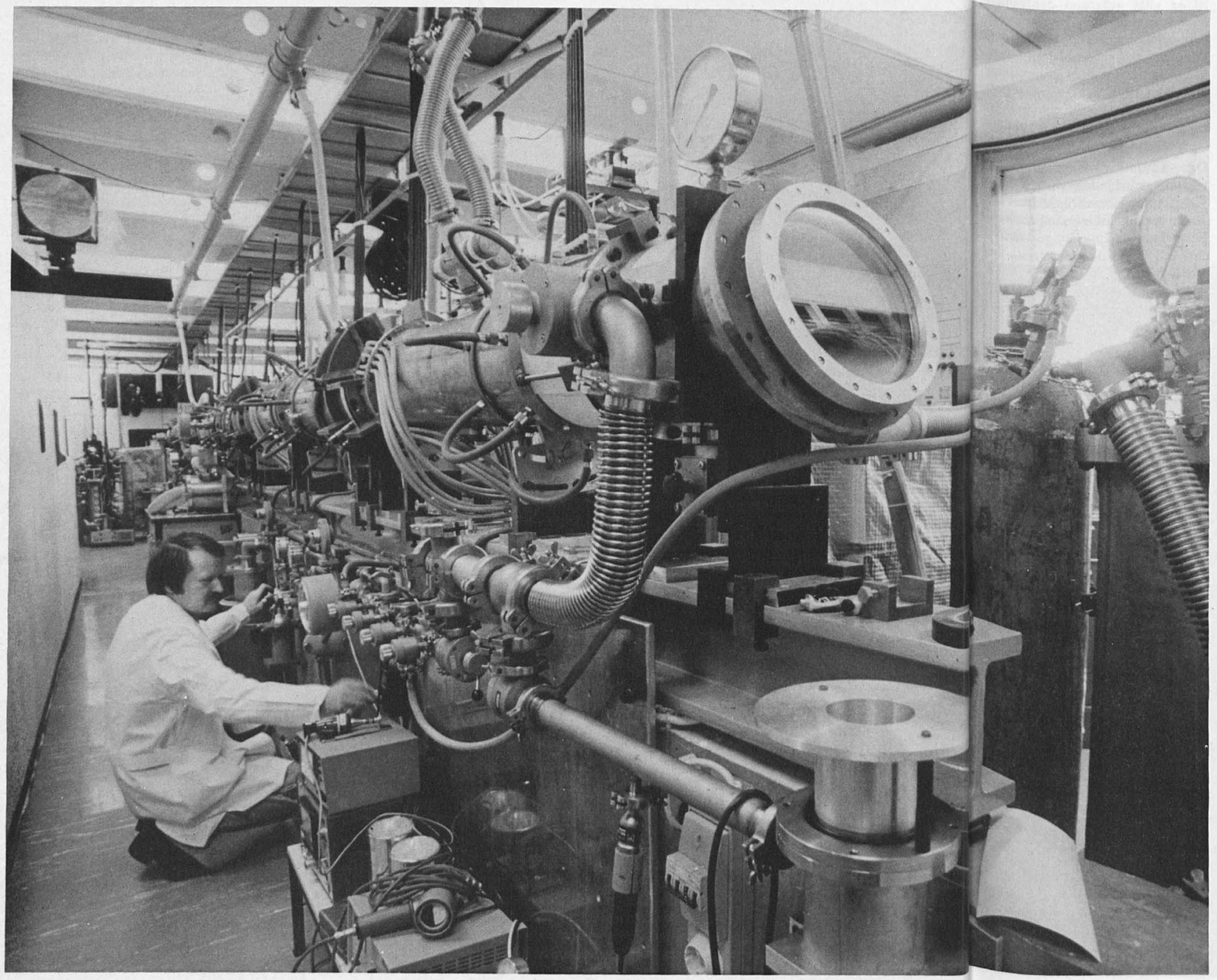
Bald darauf erkannte Philip Lenard bei der Bombardierung von Metallfolien mit Elektronen (und wenig später Rutherford bei ähnlichen Targetexperimenten), daß man gewissermaßen nach einem »Geist« schoß, da die Projektile die Metallfolien praktisch ungehindert durchdrangen. Bei genauerer Untersuchung des Phänomens jedoch stellte Rutherford fest, daß einige wenige der Projektile zurückgestreut wurden, also auf etwas »Festes« getroffen hatten. Dieses Feste, das aufgrund der mathematischen Analyse des Phänomens positive Ladung tragen mußte, nannte Rutherford den Atomkern. Der positive Atomkern als Zentralgestirn wird laut Rutherford von negativ geladenen Elektronen in einer diffusen leicht durchdringlichen Hülle umkreist. Nahezu die gesamte Masse des Atoms ist im Kern vereinigt, der nach dem Prinzip der Elektroneutralität von den negativen Elektronen umgeben ist.

Bald begann man die Grenzen dieser Vorstellung zu erkennen. Nach dem Maxwellschen Konzept der klassischen Elektrodynamik strahlen bewegte Ladungen beständig Energie ab. Die Elektronen müßten also beständig Energie verlieren und damit Spiralbahnen folgend in das positiv geladene »Zentralgestirn«, in den Kern, stürzen.

Diesen Überlegungen standen aber die experimentellen Arbeiten des Basler Gymnasiallehrers J. Balmer entgegen, die er schon 1885 in seiner »Notiz über die Spectrallinien des Wasserstoffs« niedergelegt hatte[3]. Balmer unterwarf Wasserstoff der elektrischen Entladung durch hohe

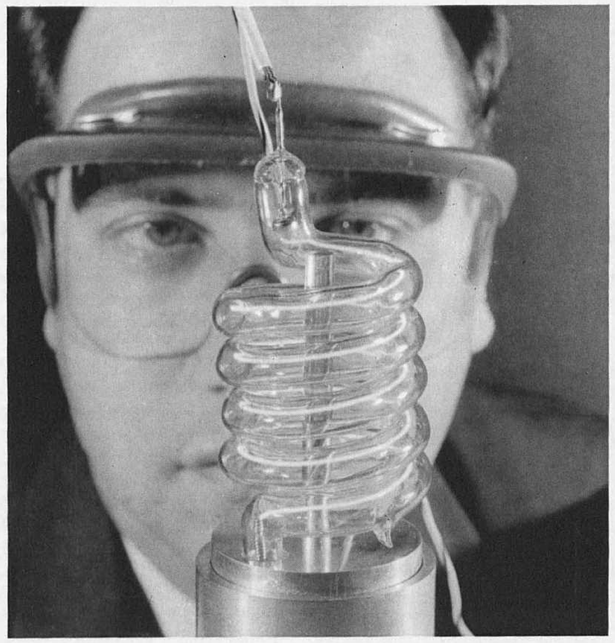
Spannung in einer nahezu evakuierten Röhre und zerlegte das entstehende Licht mittels Prismen und Gitter spektral. Dabei fiel ihm auf, daß etwa im Gegensatz zum Licht einer Kerzenflamme das Wasserstofflicht kein kontinuierliches Spektrum, sondern stets vier scharfe diskrete Linien, also ein *diskontinuierliches Spektrum,* ergab. Diese Diskontinuität der Spektren aber war mit der These der kontinuierlichen Energieabgabe bewegter Elektronen – das heißt mit den Spiralbahnen um den positiv geladenen Kern – unvereinbar!

Aus diesem Dilemma half ein junger dänischer Physiker: Niels Bohr. Ihm gelang die Befreiung aus den Fesseln der klassischen Physik, indem er die Bedenken der Elektrodynamik beiseite schob. Er stellte sich kühn auf den Standpunkt, daß kontinuierliche Spektren, die experimentell nicht nachzuweisen sind, eben nicht existieren und man dies einfach hinnehmen müsse. Bohr ermöglichte damit die Synthese der experimentellen Ergebnisse Balmers mit der 1900 erstmals in den Arbeiten Plancks angedeuteten und später von Einstein konsequent vertretenen Quantentheorie. Sie besagt, daß im Bereich atomarer Dimensionen Energie nur in Form kleinster Pakete, sogenannter Quanten – also *niemals kontinuierlich* – übertragen werden kann.



»Asterix III« des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik zählt zu den stärksten Lasern der Welt. Er erreicht für 10^{-10} Sekunden 10^{12} Watt – mehr als die 15fache Leistung aller Kraftwerke der Bundesrepublik zusammen

Theodor H. Maiman, der Vater des Rubinlasers



Die Energie eines derartigen Quants ist gleich der Frequenz des zu- oder abgestrahlten Lichtes multipliziert mit einer Konstanten, dem sogenannten Planckschen Wirkungsquantum:

$$E = h \cdot \nu$$

(E = Energie des Quants,
h = Plancksches Wirkungsquantum, ν = Frequenz)

Deutung der Wechselwirkung Photon Elektron

In seiner Arbeit »Zur Quantentheorie der Strahlung« befaßt sich Albert Einstein mit den Wechselwirkungen zwischen Licht und Elektronenhülle der Atome beziehungsweise zwischen Lichtquanten und Elektronen. Er unterscheidet dabei drei Phänomene – das der Absorption, der spontanen und der stimulierten Emission:

Im Jahr 1913 stellte Niels Bohr im Philosophical Magazine seine kühne Theorie unter dem Titel »On the Constitution of Atoms and Molecules« vor. Seine wesentlichen Gedanken sind in den beiden Bohrschen Postulaten niedergelegt:

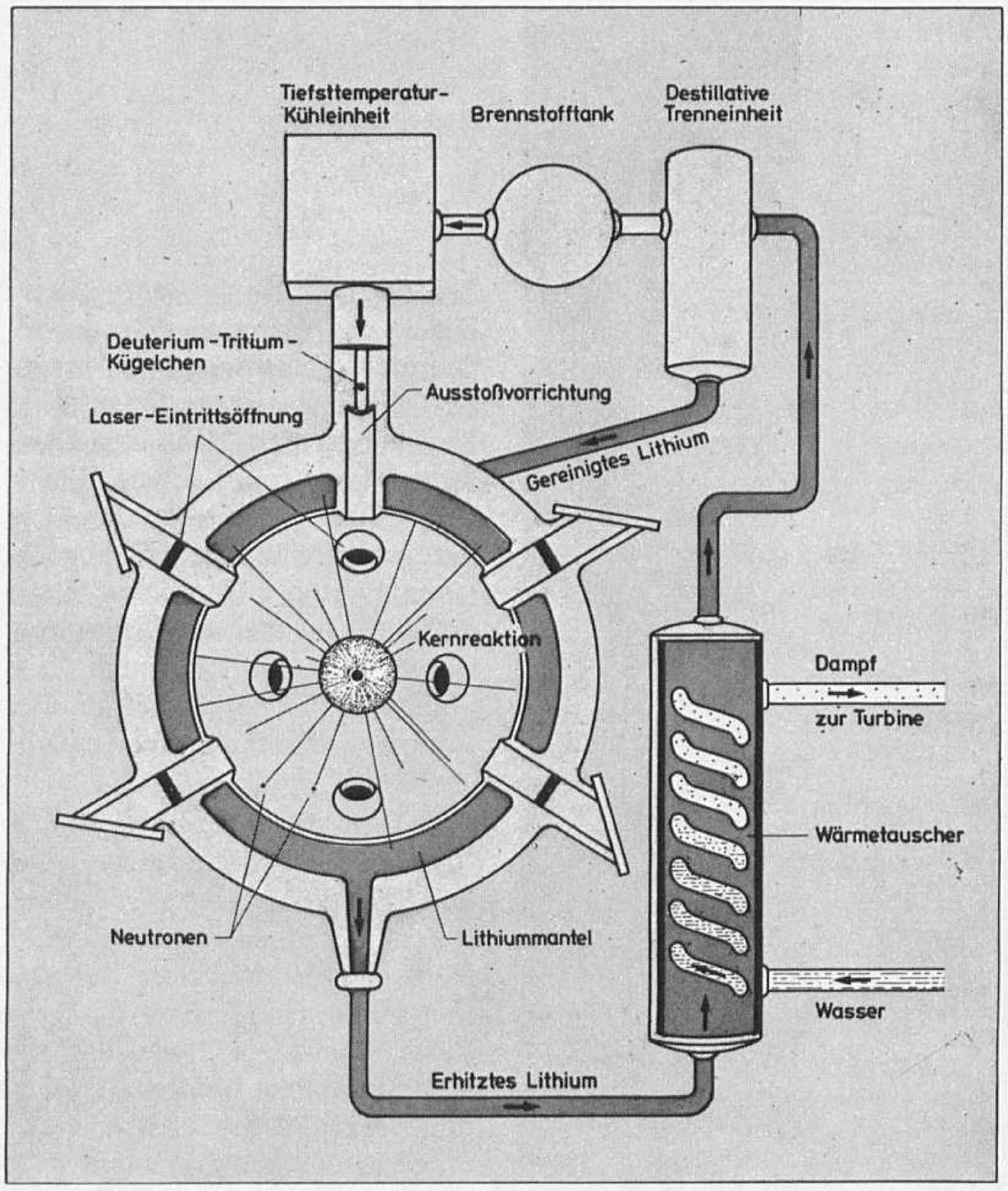
1. Für jedes Elektron gibt es eine Anzahl von stationären Zuständen (Niveaus) im Atom, in denen es existieren kann, ohne Energie abzustrahlen – die klassischen Kreisbahnen. Das Atom kann seinen Energiezustand dadurch ändern, daß die Elektronen von einem stationären Zustand direkt in einen anderen übergehen – Zwischenzustände gibt es nicht. Die Bahnradien sind eine gequantelte Größe.
2. Beim Quantensprung des Elektrons von einem Niveau in ein anderes werden Lichtquanten absorbiert bzw. emittiert; diese Quanten genügen der Planckschen Frequenzbedingung.

Ein Elektron wird durch die von einem Photon übertragene Energie von einem Grund- in einen Anregungszustand gehoben (Absorption); in diesem Zustand verweilt das Elektron nur sehr kurze Zeit. Bei der Rückkehr in den Grundzustand gibt es zwei Möglichkeiten der Emission: Aus den thermodynamischen Untersuchungen Boltzmanns folgt für ein Ensemble von Teilchen (falls mehrere Energiezustände nebeneinander existieren), daß sich bei positiver Temperatur stets mehr Teilchen im Grund- als im Anregungszustand befinden.

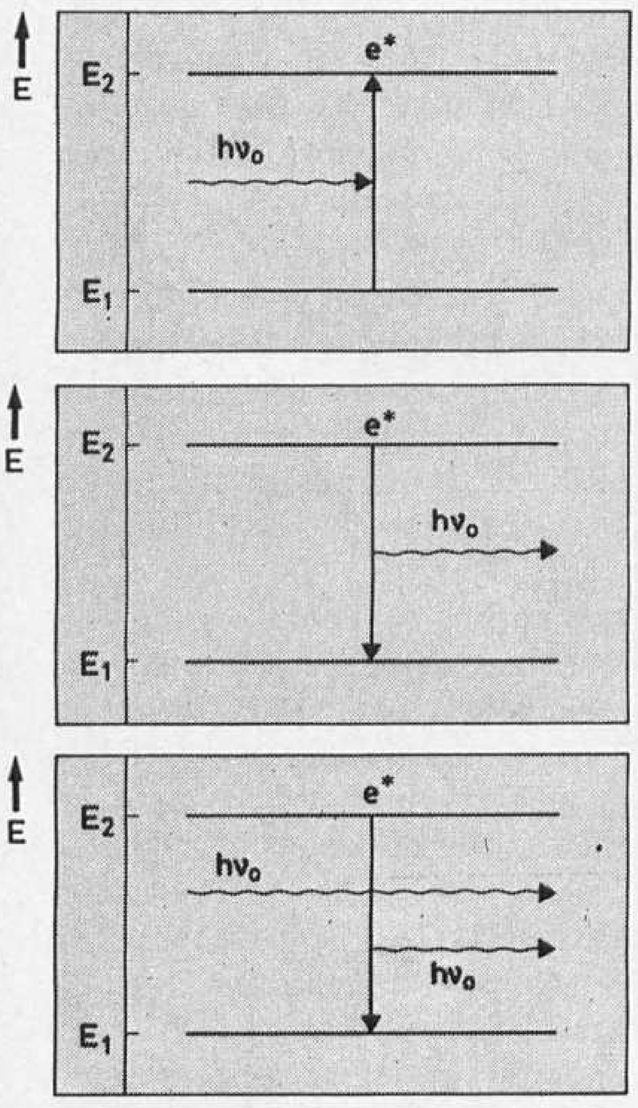
Die Elektronen im Anregungszustand werden statistisch unter Emission eines Lichtquants in das Grundniveau zurückspringen (spontane Emission). Die andere Möglichkeit der Emission ist jedoch die für das Laserprinzip entscheidende: Bestrahlt man ein Elektronenensemble, das Elektronen im Grund- und Anregungszustand beinhaltet, mit Licht (das nach der Planckschen Frequenzbedingung dem Elektronensprung-Anregungs-/Grundzustand entspricht), so werden die Elektronen im Anregungszustand *nicht statistisch* unter Quantenemission abgerufen, *sondern gezielt* (stimulierte Emission). Damit ist das Lasergrundprinzip aufgedeckt. Die in das Anregungsniveau gepumpten Elektronen werden gezielt durch geeignete Quanten in Phase abgerufen. Nach dem Dualismus kann man einem Lichtquant eine Welle zuordnen. Die Erregerwelle und die dem abgerufenen Photon zugeordnete Welle sind in Phase und überlagern sich. Durch Reflexion kann man diese Wellen in sich zurückwerfen. Der Vorgang schaukelt sich zunehmend auf.

Fällt Licht durch ein transparentes Medium, wird es normalerweise durch Streuung geschwächt – man spricht von passiven Medien. Nach dieser Blackbox-Betrachtung müßte ein Medium, das mehr Licht abgibt als hineingeschickt wird, als aktives Medium bezeichnet werden. Nach dem Energieerhaltungssatz muß bei passiven Medien die absorbierte Lichtenergie in Form von Wärme abgegeben und bei aktiven Medien zugeführt werden. Die Energiezuführung beim aktiven Medium bezeichnet man auch als energetisches Pumpen.

Durch Einstrahlung von Licht – Pumpen mit einer Blitzlampe – erreicht man die Boltzmann-Inversion, das heißt, daß sich mehr Teilchen des Ensembles im angeregten Zustand als im Grundzustand befinden. Unter der Fülle der nach dem Pumpvorgang eintretenden spontanen Emissionen werden mit Sicherheit mehrere Photonen axial emittiert. Diese rufen weitere Photonen durch stimulierte Emission ab. Werden die Enden des Stabes mit chromatisch-selektiven hochwertigen Spiegeln versehen, so läuft der Strahl in sich zurück, wird am anderen Ende wieder reflektiert und so fort. Einer der beiden Endspiegel des Resonators, wie man das System aktives Medium/Spiegel nennt, wird auf ca. 2 % Transmission ausgelegt. An dieser Seite kann der Laserstrahl austreten. Durch die hohe Parallelität des Laserstrahls, die durch das beschriebene Resonatorsystem bewirkt wird, erreicht man unwahrscheinlich hohe Leistungsdichten. Die geringe Strahldivergenz des Lasers trat erstmals bei den Entfernungsmessungen Erde/Mond zutage (Laufzeitmessungen Erde/aufgestellter Spiegel/Erde).



Schema eines Laserfusionsreaktors



$$h\nu_0 = E_2 - E_1 = \Delta E$$

Wechselwirkung Photon Elektron. Von oben nach unten: Absorption, spontane Emission, stimulierte Emission

oder, weniger bildlich ausgedrückt, die Wellen im Gleichtakt schwingen. Damit ist das elementare Grundprinzip des Lasers dargestellt.

Jeder Laser verfügt über die Grundelemente Pumpmechanismus, Resonator, aktives Medium. Man unterscheidet kontinuierlich arbeitende Laser wie zum Beispiel Gaslaser (Argonlaser, Helium-Neon-Laser) und Pulslaser (Rubinlaser). Fast jedes Anwendungsgebiet hat in den letzten beiden Jahrzehnten seinen »eigenen« Laser entwickelt. Man kann auch Pumpmechanismen differenzieren: externe durch Blitzlampen, Neutronenbestrahlung; interne durch Gasentladung, chemische Energie; unterschiedliche Resonatorlänge von Zehntelmillimetern bis zu mehreren Metern (Halbleiterlaser, Faltlaser); unterschiedliche Leistung (von Milli- bis Terawatt); nach dem Aggregatzustand des aktiven Mediums (Festkörper-, Gas-, Ionen- und Flüssigkeitslaser); nach der Art des Strahlungsvorganges (Elektronenanregung, Molekularschwingungsanregung)[4].

Anwendung heute und morgen

Laserisotopentrennung. Die hohe Monochromasie des Lasers macht man sich bei der Trennung von Isotopen zunutze. Wie schon der Name Isotop ausdrückt, handelt es sich hierbei um Nuklide, denen der gleiche Platz im periodischen System der Elemente zukommt; die Isotope haben nahezu identische Eigenschaften. Bisher sind vier Verfahren bekannt, um das natürliche Uran 235/238 mit dem alleinspaltbaren Uran 235 anzureichern, was zur wirtschaftlichen Ausnutzung der Kernspaltung unbedingt erforderlich ist. Drei dieser Verfahren basieren auf Gasdiffusionstrennungen (K. Clusius und G. Dickel, Institut für physikalische Chemie der Universität München, 1938), die den geringen Massenunterschied der beiden Isotope ausnutzen. Durch die unterschiedliche Kernmasse wird auch die Kernstruktur und damit die Effektivladung verändert; dies wirkt sich auf die Anregungsfähigkeit seiner Valenzelektronen aus, die bei beiden Isotopen etwas unterschiedlich ist. Die »Spektroskopiker« bezeichnen diesen Effekt, der bisher wegen der geringen Monochromasie der verfügbaren Lichtquellen kaum ausgenutzt werden konnte, als Masseneffekt. Durch Verdampfen und Bestrahlen von Uran beziehungsweise Bestrahlen einer gasförmigen Uranverbindung mit dem natürlichen Isotopengemisch Uran 235/238 ist es jetzt aufgrund der hohen Monochromasie möglich geworden, selektiv nur eines der beiden Isotope anzuregen, zu ionisieren. Das »Sortieren« übernimmt dann ein Magnetfeld, das die ionisierten Atome ausfiltert. Ein neuer Weg zur günstigen billigeren Isotopenanreicherung tat sich damit auf.

Die Anwendung der Isotopentrennung wird jedoch nicht auf die Kernspaltung beschränkt bleiben. Auch in der Nuklearmedizin sind Bestrebungen im Gange, radioaktive Diagnostika durch stabile Isotope zu ersetzen. So wären jene durch Laserisotopentrennung erstmalig zu einem vernünftigen Preis zu erhalten.

Laserfusionsreaktor. In verschiedenen Laboratorien der Welt wird fieberhaft auf dem Gebiet der Kernfusion gearbeitet; sie könnte die Lösung aller Energieprobleme der Menschheit bedeuten. Ein Weg wird zum Beispiel im Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching versucht: Ein tiefgefrorenes Kügelchen (Pellet) aus Deuterium/Tritium fällt in den hochevakuierten Reaktionsraum ein; gleichzeitig wird es von mehreren Hochleistungslasern beschossen. Dabei tritt der sogenannte Raketeneffekt auf: Explosionsartig verdampft die Materie an der Oberfläche des Kügelchens und strömt als heißes Plasma weg, der Rückstoß des nach außen fortfliegenden Materials erzeugt nach dem Newtonschen Reaktionsprinzip eine Druckwelle, die ins Innere der Kugel läuft. Dosiert man nun die Bestrahlung geschickt und stimmt die zeitliche Abfolge der Laserblitze ab, so läßt sich erreichen, daß alle durch Raketeneffekt erzeugten Druckwellen im selben Moment im Zentrum des Kügelchens aufeinandertreffen. Dort pressen sie das Material auf das Zehntausendfache seiner ursprünglichen Dichte zusammen, für einige hundert Milliardstelsekunden klettert die Temperatur

Der Laser

Ein weiterer Vorteil des Laserlichts ist seine ausgezeichnete Monochromasie, eine bis dahin unerreichte Frequenzstabilität des Lichts. Unter Kohärenz des Laserlichts versteht man, daß die den Photonen zugeordneten Lichtwellen in Phase den Resonator verlassen, daß das Licht quasi wie Soldaten im Gleichschritt marschiert

auf 1 Milliarde Grad, und der Druck steigt auf über 100 000 Milliarden Bar, also auf Werte, die diejenigen im Inneren des Dauerfusionsofens Sonne um den Faktor 100 übertreffen. Die Fusion läuft so rasch ab, daß ein Überschuß an Kernverschmelzungsenergie erzeugt wird, bevor das Pellet auseinanderfliegt.

Erst kürzlich machte eine Meldung aus den USA Schlagzeilen. Amerikanische Wissenschaftler setzten in Los Alamos erstmals den mit 0,5 Terawatt stärksten Kohlendioxidlaser der Welt für Kernverschmelzungsversuche ein. Bisher wurde allerdings der »Scientific break-even point«, der Punkt, bei dem mehr Energie entsteht als hineingesteckt wird, noch nicht erreicht. Bis dahin sind noch eine Menge technischer Probleme zu lösen.

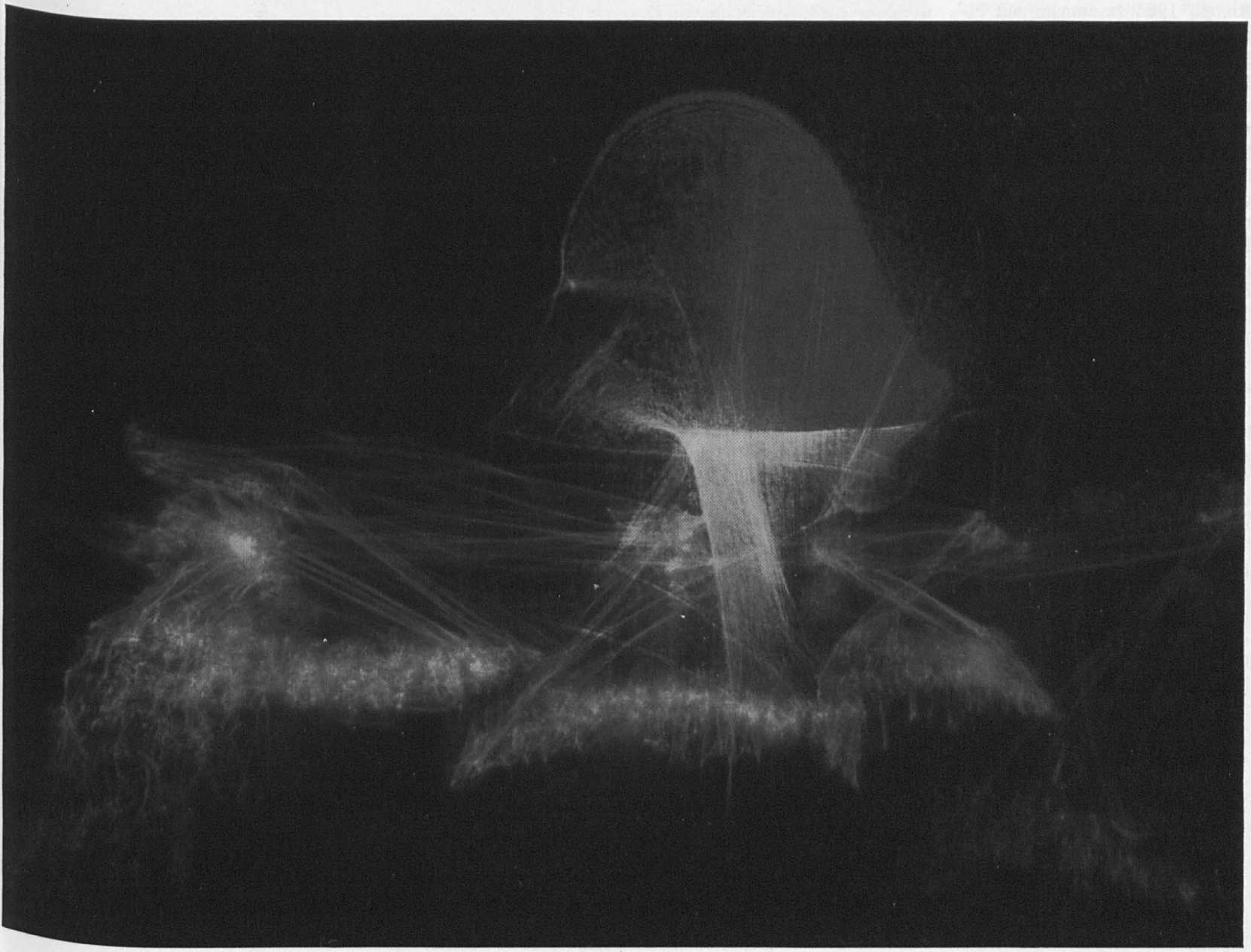
Laserspektroskopie. Die Verwendung von Lasern in der Spektroskopie läßt aufgrund ihrer ausgezeichneten Abstimmbarkeit und hohen Monochromasie direkte Vermessungen von Hyperfeinstrukturen der Atomhülle zu in einem Bereich, der nur noch von der Unschärferelation begrenzt wird. Das also ermöglicht Experimente, auf die man noch vor wenigen Jahren nicht hoffen konnte.

Eine interessante Anwendung des Lasers ist die Untersuchung der Atmosphäre auf Schadstoffe. Die einfachste Anwendung, die über große Meßstrecken durchgeführt werden kann, ist die Laserluftphotometrie. Es wird dabei bestimmt, wieviel Laserlicht durch eine definierte Luftschicht ungehindert hindurchkommt oder, in anderen Worten, wieviel Licht durch Staub, Aerosole und dergleichen ausgestreut wird und damit die Photozelle nicht mehr erreicht[5].

Mittels Laser abstimmbarer Frequenz kann das optische Analogon des Radars (radio detecting and ranging), das Lidar (light detecting and ranging), verwirklicht werden. Die Reichweite derartiger Meßgeräte, die Luftverunreinigungen qualitativ und quantitativ selektiv erfassen können, beträgt bereits bis zu fünf Kilometer. Jeder Schadstoff (SO_2, HCl usw.) weist charakteristische unterschiedliche Absorptionswellenlängen auf.

Laserchemie. Während es zahlreiche meßtechnische Laseranwendungen in der Chemie gibt, so zum Beispiel in der polarimetrischen und der photometrischen Analyse, etabliert sich inzwischen ein neuer Zweig der Chemie, die Laserchemie. Durch selektive und intensive Schwingungsanregung von Molekülen gelingt es bereits (Arbeitsgruppe für Laserforschung am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, Privatdozent Dr. K. L. Kompa, und am Institut für anorganische Chemie der Universität München, Lehrstuhl Professor Dr. Heinrich Nöth)[6], vereinzelt zu Molekülen zu gelangen, die man auf thermischem Weg nicht erhalten konnte. Die bisherigen Experimente zeigen, daß bei der Anregung endothermer Reaktionen

Auf die ganze Größe des Bühnenbildes projiziert der Laser eine Vielzahl stehender oder bewegter Farbfiguren, die – im Gegensatz zu Lichteffekten mit herkömmlichen Bühnenscheinwerfern – eine starke räumliche Wirkung haben. Entstanden im Forschungslaboratorium von Siemens



insbesondere die vorhandene Schwingungsenergie der Reaktandenmoleküle für den Reaktionsverlauf entscheidend ist. Sie kann selektiv (eventuell über den Umweg von Energie-Transmittermolekülen) dem Reaktionssystem durch abstimmbare Laser zugeführt werden.

Ein Teilgebiet dieser neuen Disziplin ist die Entwicklung chemischer Laser, um die sich in der Bundesrepublik vor allem Kompa verdient gemacht hat. Den Amerikanern Kasper und Pimentel gelang es erstmals 1965, chemische Systeme zum »Lasern« zu bringen (= Populationsinversion bei chemischen Reaktionen) – es handelte sich um einen Chlorwasserstofflaser. Bisher am besten untersucht wurde der auf Schwingungs- und Rotations-IR-Emission beruhende Fluorwasserstofflaser, den Kompa 1966 zusammen mit Pimentel entwickelte[7].

Die chemischen Laser haben sich in ihrer kurzen Geschichte bereits als spektroskopische Lichtquellen einen Namen gemacht.

Immer mehr zeichnet sich ab, daß ihnen auch als Energiequelle für chemische Reaktionen unter kontrollierter Schwingungsanregung Interesse zukommt. Damit eröffnen sich neue Wege für die präparative Chemie.

Laser in der Medizin. Aus der Fülle der medizinischen Laseranwendungen seien hier nur einige stellvertretend genannt. Die Chirurgie verwendet Kohlendioxidlaser als »Skalpelle«. Der Wunsch, auch stark durchblutete Gewebe wie Leber, Nieren oder Gehirn unblutig operieren zu können, ist so alt wie die Chirurgie selbst. Versuche zur Laserchirurgie gehen von der Überlegung aus, daß die Temperaturverteilung im Laserbrennfleck unter optimalen Bedingungen so gestaltet werden kann, daß neben der berührungslosen Schneidwirkung ein Gefäßverschluß erreicht wird.

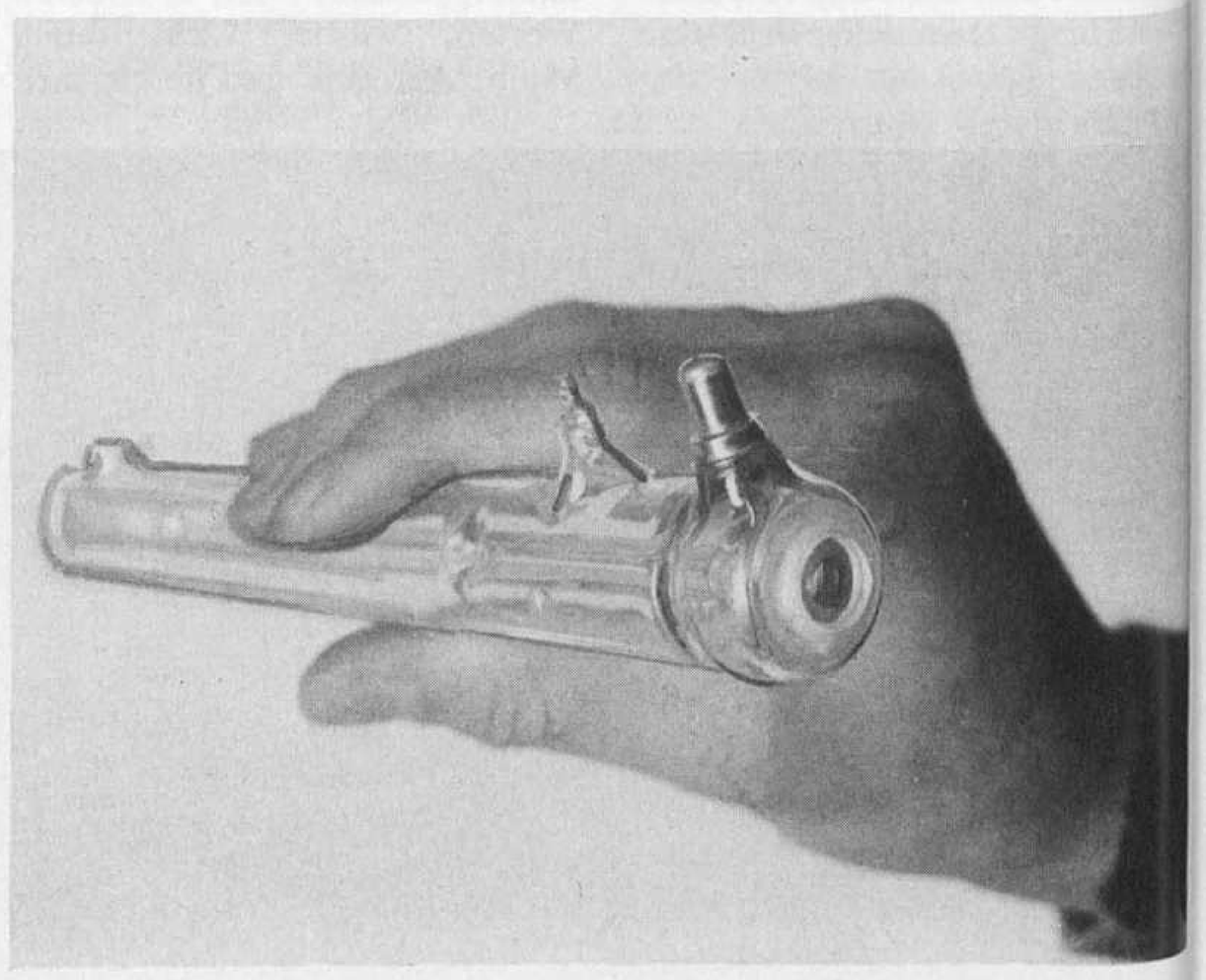
Laserlicht läßt sich wegen seiner extremen Bündelung besonders einfach durch flexible Glasfasern leiten. Dies findet nicht nur Anwendung in der Informationsübertragung, wo etwa viele tausend Telefongespräche gleichzeitig auf einen Laserstrahl moduliert werden können, sondern auch in der Notfall-Endoskopie bei starken Magenblutungen. Hier kann der Laser zu einem wertvollen blutstillenden Instrument des Arztes werden. Bei Operationen an Stimmbändern macht man sich die Eigenschaft zunutze, daß das Laserlicht genau abgegrenzte kleine Bezirke zerstören kann, ohne die Umgebung in Mitleidenschaft zu ziehen. Die Augenmedizin »schweißt« durch Photokoagulation die sich ablösende Retina wieder an. Bei großflächigen Verbrennungen kann das zerstörte Gewebe sehr vorteilhaft mit Lasern abgetragen werden. Bei schwerheilenden Geschwüren und Wunden hat man mit Dauerlaserbestrahlung geringer Leistung gute Heilerfolge erzielt. Auch in der Akupunktur werden bereits die Nadeln teilweise durch Laserbestrahlung ersetzt.

Holographie. Eine weitere Anwendung des Lasers ist die von D. Gabor entdeckte Holographie, die dreidimensionale Photographie. Hier kommt die Kohärenz des Lasers zur Wirkung: Der Strahl wird bei der Aufnahme in Objekt- und Referenzstrahl aufgespalten. Der Objektstrahl trifft auf den aufzunehmenden Gegenstand und wirkt reflektiert. Er trägt dabei als Phaseninformation die dreidimensionale Oberflächenstruktur des Objektes aufgeprägt. Auf der Photoplatte vereinigt man durch geschickte Strahlführung Objekt- und Referenzstrahl. Das entwickelte Positiv ist ein Bild »grau in grau«; wird es jedoch von starkem monochromatischen Licht durchstrahlt, erhält man ein dreidimensionales virtuelles Bild des Gegenstandes, um das man herumgehen kann; je nach Blickwinkel stellt sich die Gegenstandsperspektive wieder ein.

Durch holographische Interferometrie (physikalischer Vergleich zweier kurz nacheinander vom selben Gegenstand aufgenommener Hologramme) kann man Werkstoffe prüfen. Nimmt man etwa das Hologramm einer Tabakspfeife zweimal mit wenigen Sekunden Abstand auf, erkennt man deutlich eine Schrumpfung durch Abkühlung. Auf ähnlichen Messungen beruhen die Untersuchungen von Flugzeugreifen. Hier läßt sich mit Hilfe der holographischen Interferometrie (wenn zwischen zwei Hologrammen etwas Luft abgelassen wird) ungleiche Ausdehnung des Reifenmaterials und damit Schadhaftigkeit feststellen.

Durch holographische Interferometrie kann man im wahrsten Sinne des Wortes das Gras wachsen sehen. Größenzunahmen von Pflanzen zwischen zwei holographischen Aufnahmen lassen sich eindeutig verfolgen. Laserinterferenzmethoden ermöglichen automatisches Vorsortieren von Abstrichpräparaten der Krebsvorsorge – bis auf einen kleinen vom Arzt nachzuprüfenden Anteil (Projektgruppe für Laserforschung der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung Neuherberg, Abteilung für kohärente Optik). Auch das Sichten umfangreichen Materials etwa in Fingerabdruckkarteien kann durch Vergleich des Objekts mit der gespeicherten Referenz vollautomatisch erfolgen.

Laser und Kunst. Im Münchener Nationaltheater hatte während der Opernfestspiele 1970 in Mozarts Zauberflöte der Bühnenlaser seine große Premiere. Der Laserstrahl tritt durch geriffeltes Glas und wird durch die Summe der Phänomene Streuung, Reflexion, Brechung und Beugung unterschiedlich abgelenkt und aufgefächert. Dabei entstehen lichtintensive, ästhetische, sich ständig verändernde Gebilde und Strukturen. Der Laser wird von immer mehr Künstlern als Medium für Bühne, Design und Architektur benützt.



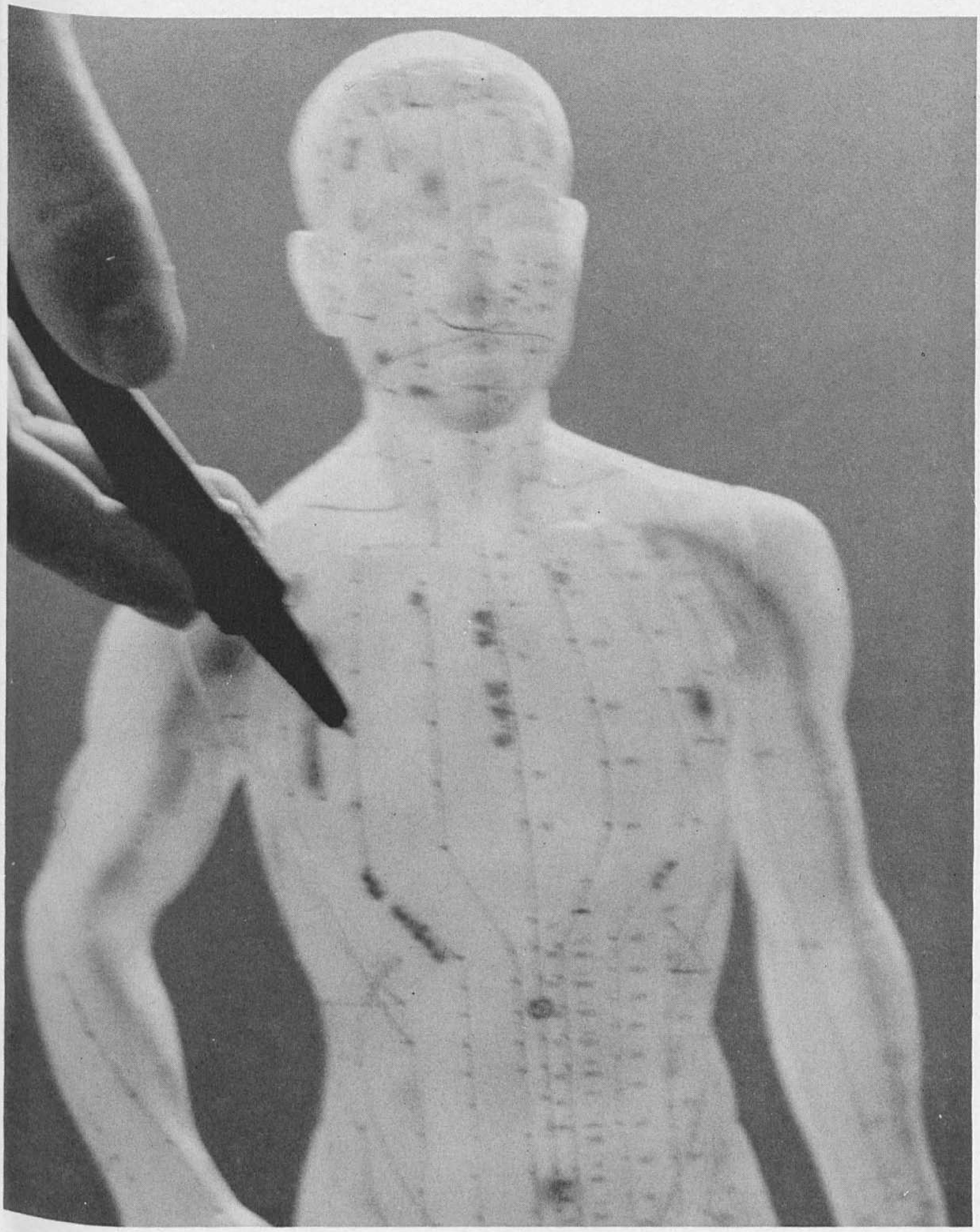
Helium-Neon-Laserröhre

Eindrucksvoll zeigte sich dies auf der Dokumenta 1978, wo zum Beispiel mittels Kohlendioxidlaser Kunstwerke in Plexiglas »geschrieben« wurden. Das Plexiglas verdampft dabei lokal, und es ergeben sich bizarre Strukturen.

Laser und Museum

Leider sind Laser bisher noch kaum in das Deutsche Museum eingezogen. In der Abteilung Wissenschaftliche Chemie baut zur Zeit der Verfasser einige der von ihm entworfenen Experimente in die Versuchsstände ein[8].

Es handelt sich dabei vornehmlich um meßtechnische Laseranwendungen in der Chemie: Ein Experiment befaßt sich mit der Drehung der Polarisationsebene von



Die Laser-Akupunktur und die noch weitergefaßte Laser-Reiztherapie haben sich in eingehenden Erprobungen bei Schmerz- und Heilbehandlungen als wirksam erwiesen. An die Stelle der Nadeln tritt ein Laserstrahl (von einer von Siemens entwickelten Laserröhre leitet ihn eine Glasfaser zum Endstück in der Hand des Therapeuten), der schmerzfrei und antiseptisch drei bis zehn Millimeter tief in die Haut eindringt

Kohlenhydraten; ein weiteres zeigt, wie Laser trägheitslose Informationsspeicherung ermöglicht. Ferner soll eine Zinksulfidplatte mit UV-Licht »gepumpt« werden. Die Valenzelektronen befinden sich darauf im höherenergetischen Leitungsband des Kristalls. Dort können sie unter Lichtaussendung in den Grundzustand zurückfallen (Fluoreszenz) oder in Haftstellen (Potentialtöpfen = Gitterdefektstellen) eingefangen werden. Durch niederenergetisches rotes Helium-Neon-Laserlicht kann man die Elektronen räumlich selektiv aus ihren Haftstellen befreien, was sich in einem kurzen Aufleuchten der bestrahlten Stellen äußert. Im Gegensatz zur nicht bestrahlten Umgebung zeichnen sich die bestrahlten Stellen bald als Dunkelinformation ab, weil hier alle Elektronen abgerufen wurden. In der Umgebung geht dieses Abrufen allein durch die thermische Umgebungsenergie langsam Schritt für Schritt vor sich. Dies hat die Kontrastbildung zwischen heller Peripherie und Dunkelinformation zur Folge. Bewahrt man eine derartige Platte zum Beispiel in flüssiger Luft auf, so kann das thermische Ausleuchten nicht mehr stattfinden und die Information beliebig lange abgespeichert werden (Modellexperiment im Deutschen Museum, Abteilung Wissenschaftliche Chemie, Bereich Atom und Molekül; Inv.-Nr. 71174).

Weitere Demonstrationsexperimente werden die »verschmierte Ladung« eines Modellelektrons darstellen. Nach der Heisenbergschen Unschärferelation kann man einem Elektron ja nur noch einen Raum der Aufenthaltswahrscheinlichkeit, ein sogenanntes Orbital, zuweisen, da die gleichzeitige Orts- und Geschwindigkeitsbestimmung in der Mikrophysik unmöglich ist. »Schießt« man mit einem Laserstrahl gegen eine Mattglasscheibe, so erkennt man dahinter ein Pünktchen, das in der Demonstration ein lokalisiertes Elektron ist. Die Heisenbergsche Unschärfebeziehung verbietet es jedoch, Elektronen derartig exakt zu lokalisieren. Läßt man jetzt den Laserstrahl durch eine sich drehende geriffelte Glasscheibe – ähnlich dem Bühnenlaser – fallen, so erhält man sich ständig wandelnde bizarre Strukturen mit einigermaßen definierten räumlichen Grenzen – ein primitives Modell-Modell der verschmierten Ladung eines Orbitals.

Geplant ist weiterhin, einen Laserstrahl durch ein Konzentrationsgefälle in einer Küvette mehrfach zu krümmen, wodurch das holographische Bild eines dreidimensionalen Kristallgitters entsteht, das der Besucher in der je nach Standort richtigen Perspektive sieht; außerdem soll versucht werden eine Luftüberwachungsstrecke aufzubauen, etwa quer über den Museumshof, die aktuelle Daten über den Verstaubungsgrad der Luft liefert.

In Zusammenarbeit des Instituts für medizinische Optik der Universität München und des Instituts für kohärente Optik in Neuherberg mit dem Verfasser werden diese Experimente voraussichtlich bis Mitte 1979 den Besuchern zugänglich sein. Zu hoffen bleibt, daß der Laser in seiner ganzen genannten Vielfalt in die Sammlungsabteilungen des Deutschen Museums Einzug hält.

Hinweise

1 Physikalische Zeitschrift 18 (1917)

2 Nature 187 (1960)

3 G. Wiedemanns Annalen der Physik und Chemie, Bd. 25 neue Folge (1885)

4 Hendrik Sander, Laser allgemeinverständlich. Aulis Verlag, Köln 1975

5 Robert Schwankner, Laseranwendung in der Experimentalchemie – ein Praktikum. Carl Hanser Verlag, München 1978

6 H.-R. Bachmann, R. Rinck, H. Nöth und K. L. Kompa, Infrared Laser-specific Reactions Involving Boron Compounds. Chemical Physics Letters 45 (1977)

7 K. L. Kompa, Chemical Lasers, Angewandte Chemie. Int. Edition, Vol. 9, 1970

8 Robert Schwankner, Ein Beitrag zur Festkörperphosphoreszenz von ZnS-thermisch- und laserbeeinflußtem H-L-Übergang. Praxis der Naturwissenschaften Physik 27 (1978)

Andreas Kippe

AUTO IN KUNST

Das Auto — Verkörperung des Fortschritts, Statussymbol, nüchternes Fortbewegungsmittel, oder Belastung, wenn nicht Gefahr: Diese Widersprüchlichkeit dokumentiert die Kunstsammlung des Allgemeinen Deutschen Automobilclubs in München.

Warum kam eigentlich der ADAC erst im Jahr 1970 auf die Idee, eine spezielle Kunstsammlung anzulegen? Das Automobil gab es damals immerhin schon seit 85 und den Automobilclub seit 67 Jahren. Reichlich Gelegenheit also, um Auto »in Kunst zu machen«.

Allerdings gab es bis zu den 60er Jahren bei bildenden Künstlern nur recht wenige Ansätze, sich mit dem Phänomen Auto zu beschäftigen. Der erste künstlerische Versuch ist das Ergebnis einer Laienmalerei in Öl, »Monsieur und Madame im Automobil«, signiert und datiert »Juana 4. 2. 96«. Zwei Jahre später erschien Toulouse-Lautrecs Lithographie »Der Automobilist«. Sosehr aber auch in den folgenden Jahrzehnten das Auto in der Werbegraphik herausgeputzt wurde, sowenig wählten es sich die Künstler bis zur Mitte unseres Jahrhunderts zum Modell. Im New Yorker Museum of Modern Art findet man aus dieser Epoche lediglich zwei Beispiele: »Rasendes Automobil« aus dem Jahr 1912 von Giacomo Balla (1871—1958) und »Benzin«, die Darstellung einer Tankstelle aus dem Jahr 1940 von Eduard Hopper (1882—1962).

Wenn überhaupt, erscheint das Auto fast ausschließlich als Akteur bei Rennsportveranstaltungen, wie bei den Sportmotiven voller Staub und Dynamik aus der Zeit zwischen 1928 und 1953 von Geo Ham (Georges Hamel, 1904 bis 1972), oder als Vorlage für technische Details, wie in den Aquarellen um 1918 von Francis Picabia (1879—1953) oder den Pastellen mit Scheinwerferspielereien aus dem Jahr 1928 von Leonetto Cappiello (1875—1942).

Einzelne Arbeiten, mit denen Henri Matisse, Kees van Dongen, Max Ernst, René Magritte, Fernand Léger, Giorgio de Chirico, Salvatore Dali und Pablo Picasso das Thema Auto gelegentlich streiften, vermögen am Gesamteindruck nicht viel zu ändern.

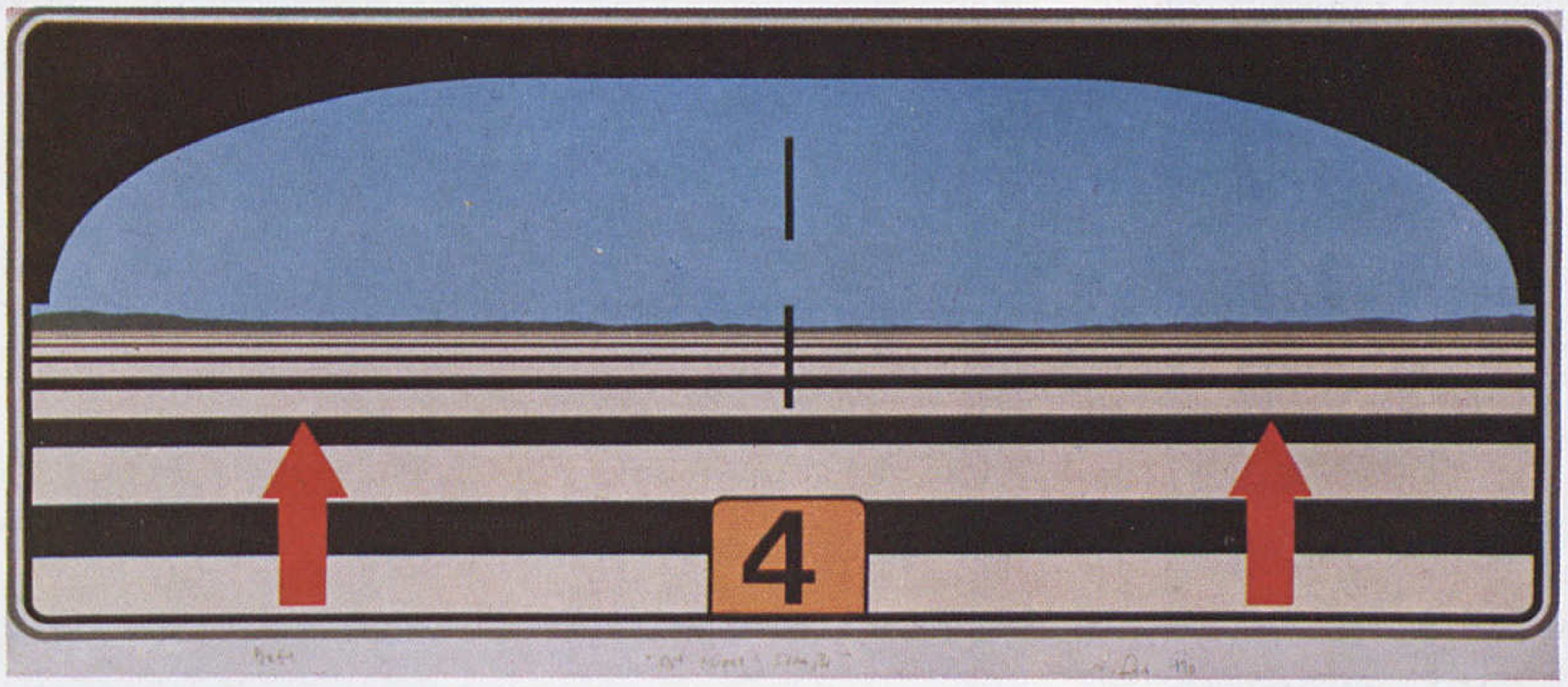
»Automobil«, eine Serigraphie von Dietmar Ulrich, das erste Werk der ADAC-Sammlung. Als technisches Spielzeug geliebt und gepflegt, endet das Auto schon wenig später als wertloser Schrott. (69 x 60 cm, 1969)

Peter Brünings »Straßenmühle«, das letzte und ausgereifteste Werk aus einer Reihe zum gleichen Thema. Brüning entwickelte in seinen Bildern und Graphiken Zeichen, die Verkehr, Straße, Geschwindigkeit usw. bedeuten. Ähnlich wie in seinem »Autobahndenkmal« bei Wuppertal übertrug er mit seinen Straßenmühlen diese Zeichensprache ins Dreidimensionale. (257 cm Höhe, 1968)

Eine Ausnahme macht hier Jean Dubuffet, von dem Willi Bongard in der Dokumentation zur Ausstellung »Verkehrskultur« meint, er zähle »zu den wenigen Großen der Nachkriegszeit, die sich vom Massenverkehr der Großstadt haben inspirieren lassen«.

Die Szene ändert sich ganz entscheidend nach 1960. Plötzlich erweckt das Auto das starke Interesse weltbekannter Künstler wie Eduard Kienholz, Robert Rauschenberg, James Rosenquist oder Andy Warhol.

Allerdings hat sich nun der Blickwinkel wesentlich verschoben. Von der Bewunderung, die dem Auto früher als der Verkörperung von Dynamik und Geschwindigkeit entgegengebracht wurde, ist kaum etwas geblieben. Jetzt wird das Kraftfahrzeug nüchtern als Gebrauchsgegenstand gesehen oder sogar noch öfter als Gefahr für die weitere gedeihliche Entwicklung der Zivilisation. Tom Wesselmann beispielsweise braucht das Auto in seinen Bildern und

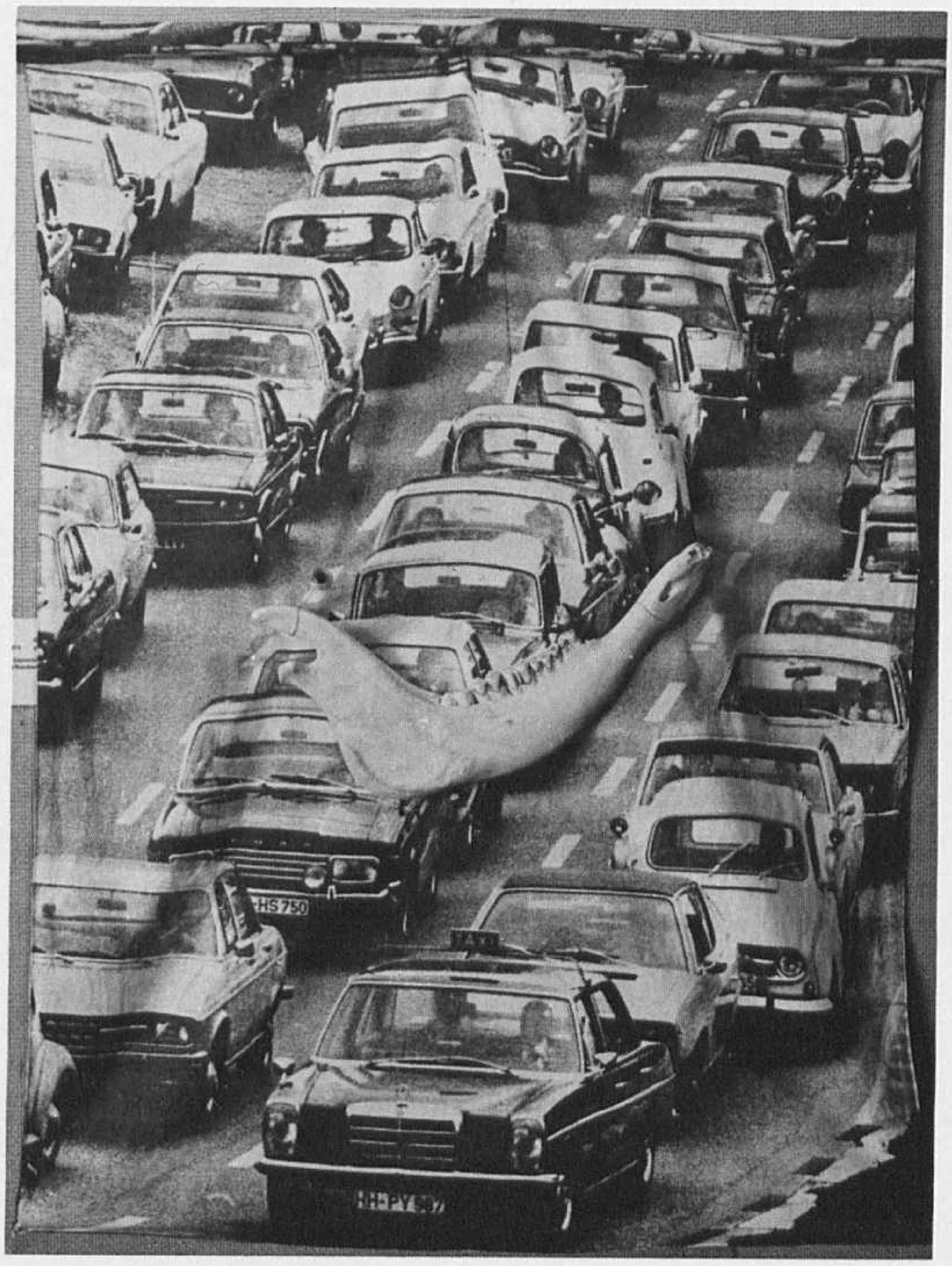


Werner Nöfer wurde zu seiner Serigraphie »Ost-West-Straße« durch eine Wegweisertafel in Hamburg angeregt, auf der außer den Richtungspfeilen und der Bundesstraßennummer noch das Tunnelprofil einer Unterführung abgebildet ist. (40 x 92 cm, 1970)

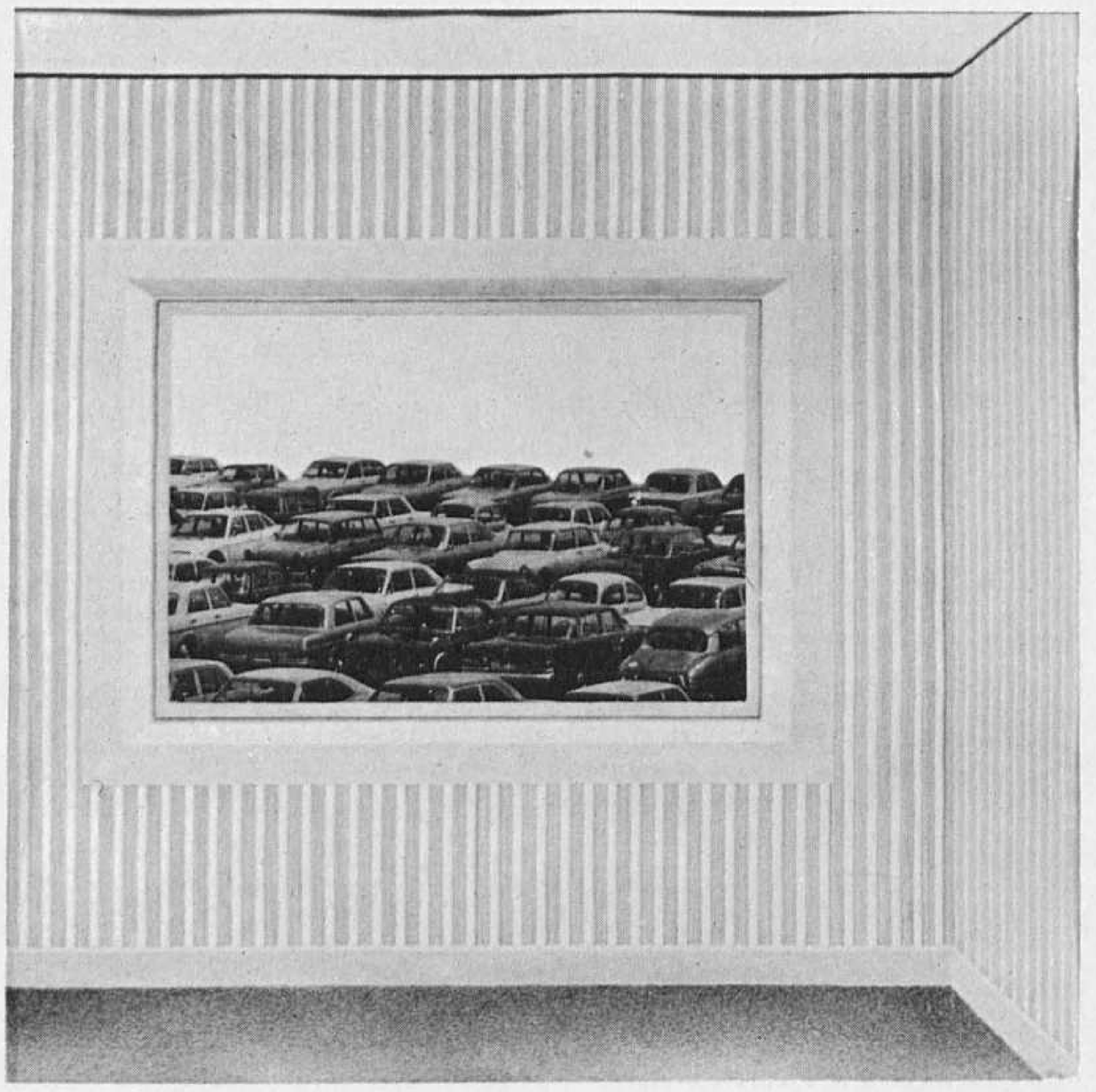
Graphiken nicht nur als Kulisse, sondern als wesentliches, wenn auch oft störendes Attribut des »american« oder besser gesagt »modern way of life«; Jean Pierre Raynaud kommen Autotüren in größerer Stückzahl gerade recht, um aufeinandergestapelt zum Kunstwerk hochstilisiert zu werden; Pavlos macht ähnliches mit Reifen (allerdings, wie bei ihm üblich, aus Papier); bei Wolf Vostell wird ruhender Verkehr durch ein in Beton gegossenes Fahrzeug dargestellt; César zertrümmert Autos mit viel Liebe zum Ergebnis; und Erro errichtet auf einem drei Meter breiten und zwei Meter hohen Gemälde einen gigantischen Autofriedhof.

Auch dort, wo — wie in einer Art Photorealismus — das Auto lack- und chromblitzend abgebildet wird, dient dies durchaus nicht seiner Glorifizierung. Es wird vielmehr oft als belästigendes, wenn nicht geradezu gefährliches Produkt der Technik hingestellt, das nicht nur die Struktur unseres Verkehrs- und Lebensraumes, sondern weitgehend sogar schon die Verhaltens- und Denkweisen der gesamten Gesellschaft unheilvoll beeinflußt. Auf eine geradezu beängstigende Weise hat Don Eddy mit seinem »Red Mercedes« (1972) die Gefahr der Verdrängung des Individuellen durch Überbetonung des Auto-Wesens herausgearbeitet: Wie hinter einer Abschrankung, mit der im Museum besonders wertvolle Kulturgüter vor dem Betasten durch das Publikum geschützt werden, steht das strahlende Objekt Auto hinter der Kette. Dem Menschen dagegen werden nicht nur Kopf und Füße durch die Bildränder abgeschnitten, sondern es wird ihm auch noch die Hand — die sonst auf Porträts oft zusammen mit dem Gesicht den Charakter einer Person zu erkennen gibt — in der Popcorntüte versteckt. Und das alles hat eine so schreiende, unmenschliche Farbgebung erhalten, daß selbst noch das Weiß im Bild einen Schuß ins Giftige zu haben scheint.

Daß erst in einer solchen Zeit, in der die Produktion von Werken zum Themenkreis Auto, Verkehr und Umwelt geradezu explosionsartig anwuchs, die Grundlage für eine entsprechende Sammlung



Wolf Vostells »Neue Fahne der Bundesrepublik Deutschland«, beidseitig auf Baumwollstoff gedruckt und mit den Kieferknochen deutscher Hausrinder versehen, ist wohl das kritischste Objekt der Sammlung. Ein Photo aus der Hamburger Innenstadt zum »Spiegel«-Artikel über die Auswüchse der Motorisierung diente als Vorlage. (120 x 80 cm, 1973)



Keine Sekunde ohne Automassen. Eine Collage der Hamburgerin Verena Vernunft mit dem Titel »Schöner Wohnen I«. (40 x 40 cm, 1972)

entstehen konnte, erscheint fast selbstverständlich. Und genauso selbstverständlich mußte es kommen, daß der ADAC es war (als erster und bisher einziger), der sich entschloß, diese Art von Kunst zu sammeln. Auch beim Automobilclub nämlich bildete sich eine neue Linie heraus. Mit dem Ende der 60er Jahre ging endgültig die Ära des früheren »Automobilismus« zu Ende, in der es noch möglich und vielleicht sogar sinnvoll gewesen war, sich für die unbehinderte Entfaltung der individuellen Beweglichkeit des einzelnen einzusetzen. Wollte der Club weiterhin als gesellschaftlich bedeutende Kraft ernstgenommen werden, mußte er sich auch den neuen Bedingungen anpassen, die durch die massenhafte Vermehrung des Autos und die daraus folgenden, keineswegs immer positiven Erscheinungen entstanden waren. In den Vordergrund rückten die Besinnung auf eine umweltfreundliche Verkehrstechnik, die sparsame Nutzung der Energiereserven und das Eintreten für das Gemeinwohl — beispielsweise durch die Achtung vor dem Recht der Mitmenschen auf Ruhe und saubere Luft. Schon 1970 war die Motorisierungsdichte so stark angewachsen, daß die gesamte Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland bequem in ihre Kraftfahrzeuge hineinpaßte, während in den USA die ganze Nation sogar schon auf den Vordersitzen Platz hatte. Weil die zeitweilig sehr heftige Diskussion um Vor- und Nachteile — man sprach schon von Vergötzung und Verteufelung — des Autos nicht nur in den Nachrichtenmedien, sondern ebenfalls im Schaffen vieler bildender Künstler intensiv ausgetragen wurde, mußte sich der ADAC konsequenterweise auch mit dieser Manifestation öffent-

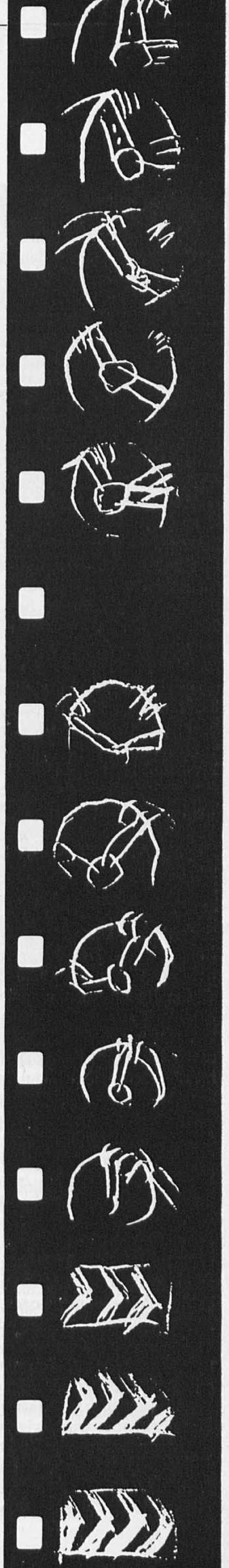
AUTO IN KUNST

Mit seiner Aktion »20 000 Kilometer« schaffte es H. A. Schult, das Auto nicht nur zum Kunst-Werk, sondern auch zum Kunst-Werkzeug werden zu lassen: Im Sommer 1970 fuhr er 20 Tage lang je 1000 km — also täglich soviel wie die Strecke Hamburg—München. Jeden Abend wurde die verschmutzte Windschutzscheibe vor großem Publikum ausgebaut und signiert und eine neue Scheibe für den nächsten Tag eingebaut. Bei dieser bewußt spektakulär aufgezogenen Aktion versuchte Schult Promotions für seine Kunst auf ähnliche Weise zu machen, wie dies heute bei der Einführung einer neuen Zigaretten- oder Waschmittelmarke üblich ist. Das Fernsehen berichtete ausführlich, und Schult gestaltete nach den Momentaufnahmen des Happenings Serigraphien in verschiedenen Farbausführungen. Hier »Aktion 20 000 km: Der Start«. (49 x 40 cm, 1970/72)

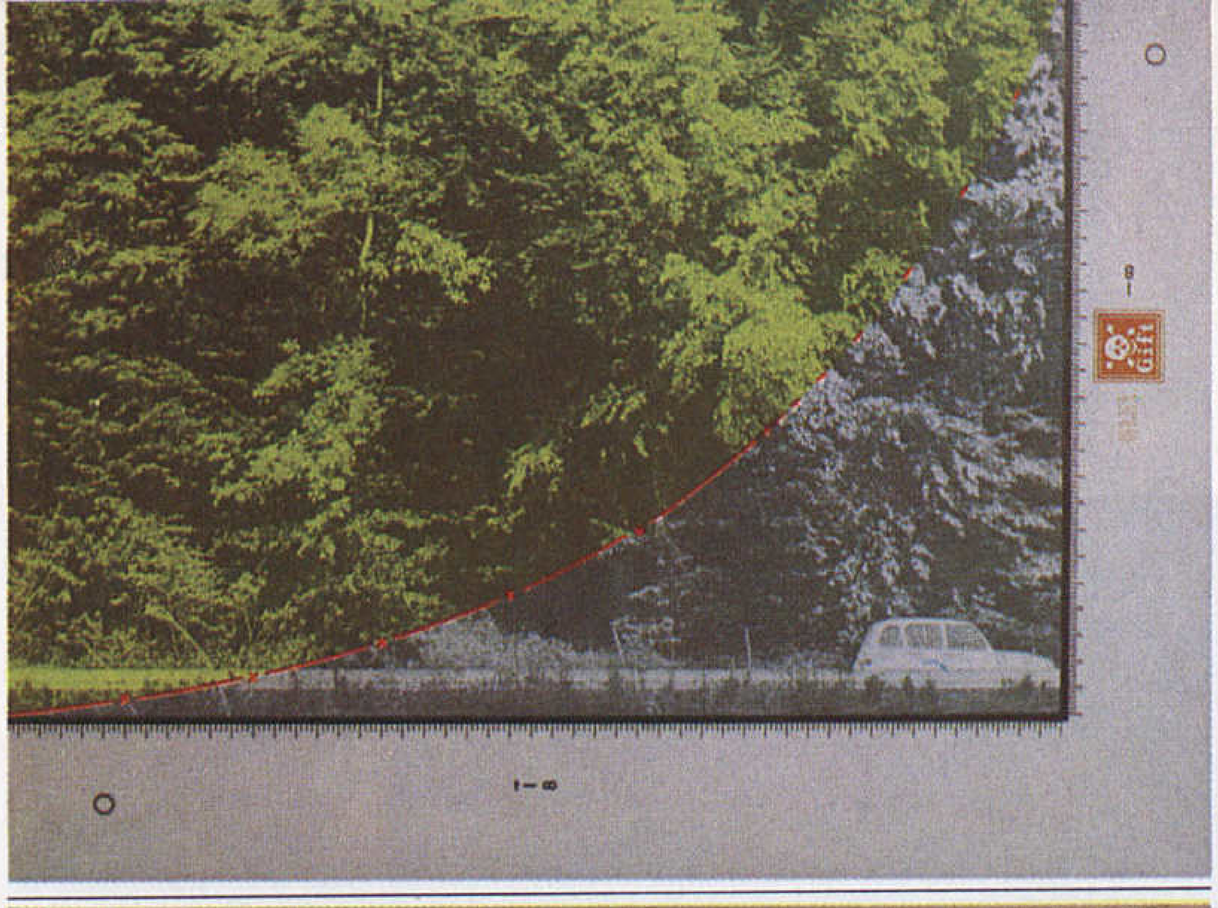
Martin Matschke ist der einzige deutsche Künstler, der ausschließlich Verkehrsthemen behandelt. Hier mit seiner Aluminiumskulptur »Wildwechsel«. (52 cm Höhe, 1971)

licher Bewußtseinsinhalte auseinandersetzen. Das geschah auf einem damals neuen Gebiet: Der ADAC zeigte 1967 auf der Internationalen Automobilausstellung in Frankfurt »Auto-Werke« von Arman, Brüning, Gaul, Picasso, Phillips, Prem und anderen — damals zum größten Teil noch in Form von Reproduktionen. Drei Jahre später begann dann der Aufbau der eigenen Sammlung »Auto in Kunst«, die bis heute auf über hundert Gemälde, Zeichnungen,

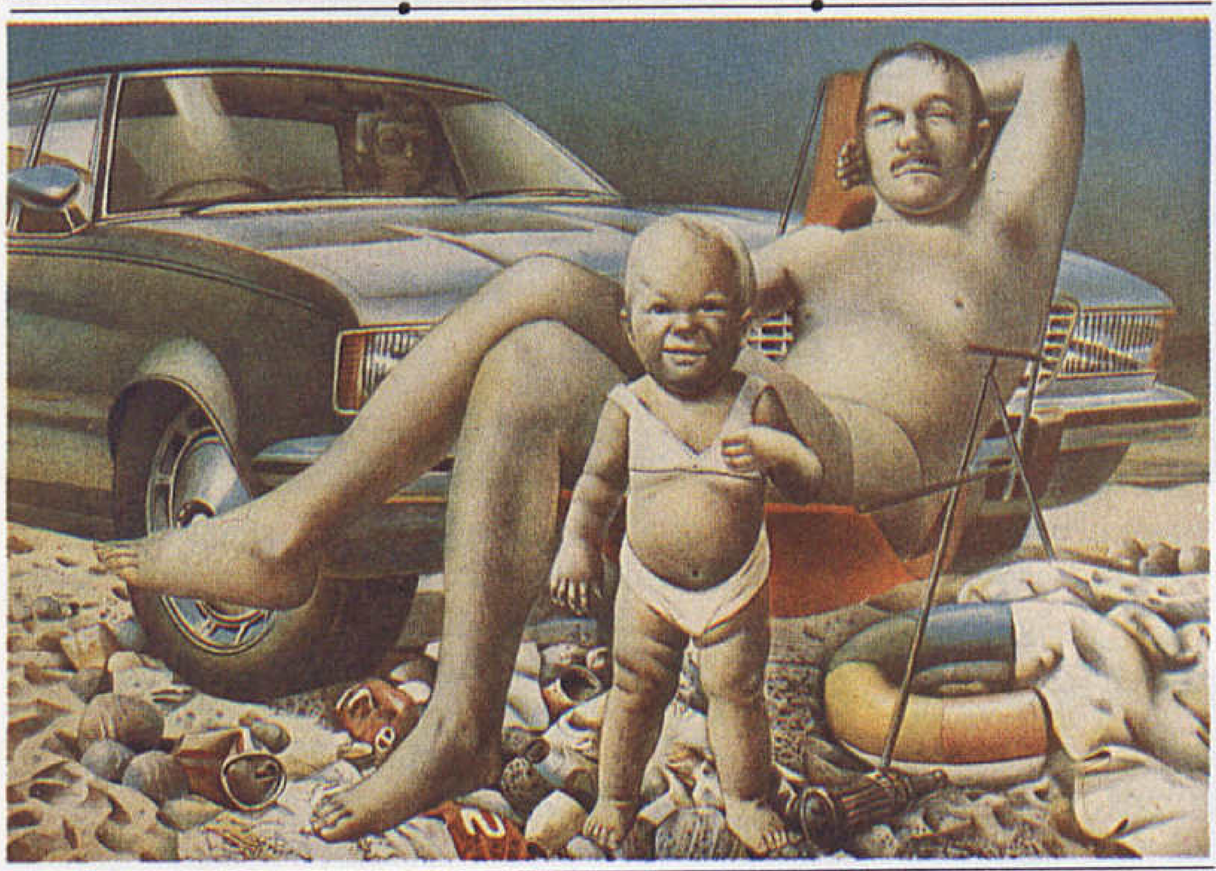
Eine dramatisch endende »Spritztour« schildert Herbert Wentscher auf einem zwei Minuten dauernden 8-mm-Kratzfilm. Die 2000 Bildchen wurden einzeln von Hand direkt auf den Filmstreifen geritzt.

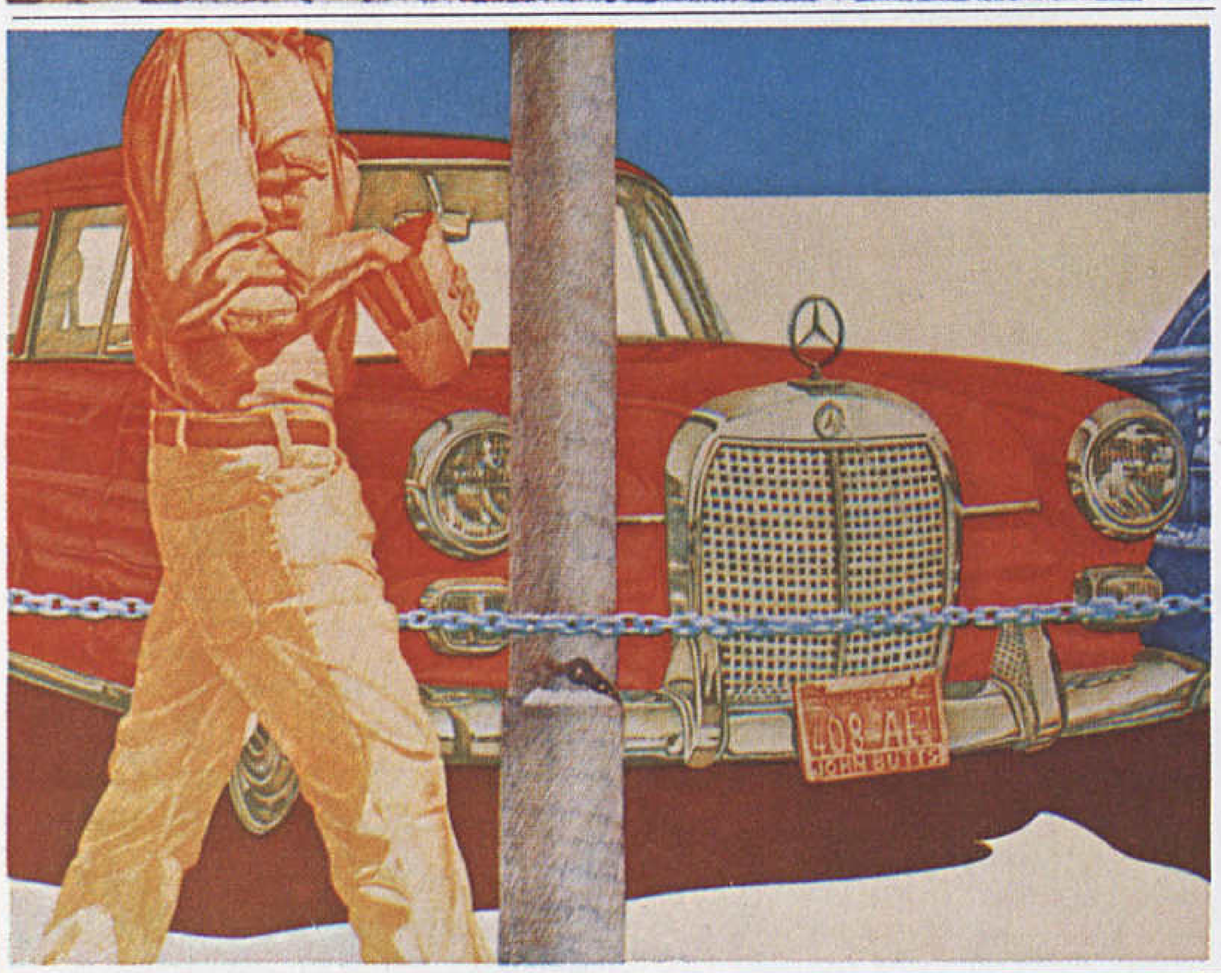


Originalgraphiken, Multiples, Skulpturen und Filme moderner Künstler angewachsen ist.
Es wird wohl niemanden überraschen, daß diese Kunstwerke nur in Ausnahmefällen als schön im herkömmlichen Sinne bezeichnet werden können. Wo dies doch auf den ersten Blick gelegentlich der Fall ist, muß man zumindest Hintersinn, wenn nicht gar Zynismus erwarten. So bei Max Pfallers aufs feinste gemaltem Acrylbild »Gefährdeter Baum« von 1975 oder Günter Dancos Satire in Öl auf Leinwand namens »Camping« aus dem Jahr 1972. Natürlich werden auch wertneutrale und positive Künstleraussagen gesammelt, gelegentlich gibt es sogar mal was zum Schmunzeln, aber die Zahl solcher Werke ist heute nicht allzu groß.
Die »Auto in Kunst«-Sammler haben sich von Anfang an mehrere Bedingungen auferlegt, die garantieren sollen, daß das Ergebnis nicht eintönig wird.
Das erste Mittel gegen Monotonie besteht darin, selbst von international bekannten Größen (Allan d'Arcangelo, Joseph Beuys, Don Eddy, H. A. Schult und Wolf Vostell) in der Regel nur ein oder zwei Werke aufzunehmen, es sei denn, es handle sich um einen Zyklus, wie bei Dieter Rots »Picadilly« (1969—1970). Mehrere Erwerbungen von einzelnen Stars würden die Anwesenheit anderer, ebenfalls interessanter Persönlichkeiten ausschließen.
Autos, Autos und nochmals Autos ermüden selbst den geduldigsten Betrachter. Abwechslung sollen z. B. gelegentlich auftauchende Motorräder, Wohnwagen oder Jörg Koltermanns gelber »Helicopterschwarm« (1975) bringen, und noch viel stärker der Blickwinkel des Künstlers wie bei Bernd Schwerings »Vorbeifahrlandschaften« (1974), die kein einziges Kraftfahrzeug, ja nicht einmal ein Verkehrszeichen erfassen.
Die Sammlung wirkt dadurch lebendig, daß so viele verschiedene Darstellungsarten, Stilrichtungen und -techniken zusammengetragen sind, daß auch unübliches Material verwendet wird, wie Autolacke (Win Wolfenstein, »Zaghafte Hoffnung«, 1973), Motoröldosen (Remo Remotti, »1 Liter«, Metall-Collage, 1973), oder daß sogar



»Entwicklung einer Blei-Landschaft«, eines von Michael Baduras Warnbildern: hier die fortschreitende Verbleiung der Natur durch Autoabgase. (55 x 72 cm, 1971) — Auf Ernst Neukamps »Wischerbild« reinigt der Wischer die verschmutzte Windschutzscheibe, durch die der Blick auf die ihrerseits wieder verschmutzte Landschaft fällt. (37 x 60 cm, 1972) — Noch drastischer ist Harald Duwes »Strandbild«. Wohlstandsmüll in der Freizeitlandschaft wird erst so richtig schön, wenn man direkt mit dem Auto zu ihm hinfahren kann. (38 x 55 cm, 1972)

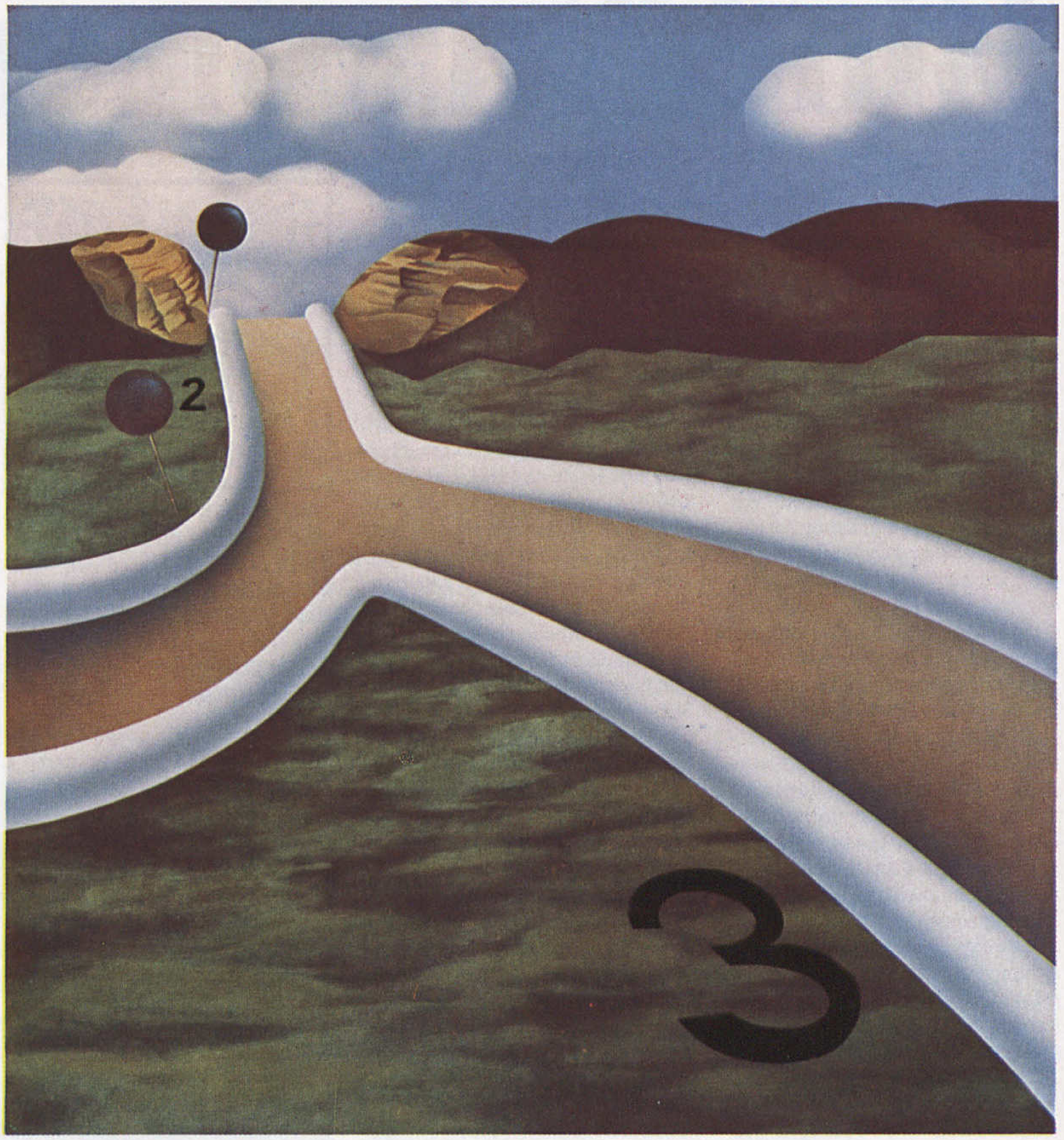




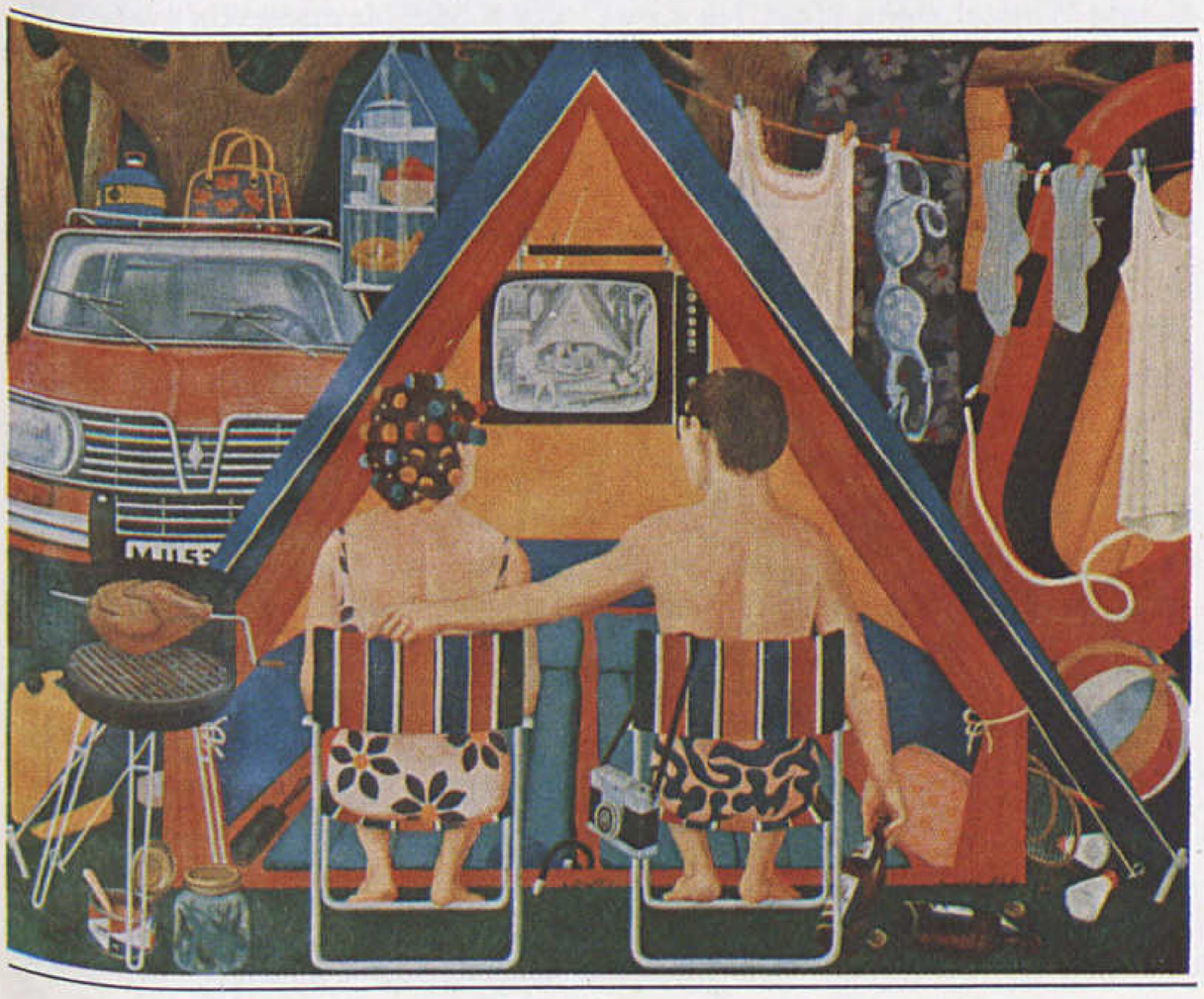
AUTO IN KUNST

Don Eddys »Red Mercedes«, ein Beispiel für die superrealistische Darstellung, die fast wie ein Photo wirkt. Ein Stil, der zu Beginn der 70er Jahre aufkam. (58 x 72 cm, 1972)

eine Computer-Zeichenmaschine einer großen Autofirma eingesetzt wird (Fromund Kloppe, »Manta«, 1971). Da der Laie meist ratlos vor der heutigen Kunst steht, genierten sich die Sammler nicht, ihm durch kurze, bewußt einfach konzipierte Texte, die in Gesprächen mit den Künstlern entstanden, den Einstieg zu erleichtern.
Die Bilder werden möglichst im Jahr ihres Entstehens oder nur wenig später erworben, so daß »Auto in Kunst« ständig mit der neuesten Entwicklung Schritt hält. Bis auf eine einzige Ausnahme — den »Entwurf für ein Motorrad« aus dem Jahr 1922 des Bauhaus-Künstlers Werner Graeff (geb. 1901) — enthält die Sammlung nichts, was vor 1965 entstanden ist. Dies hat natürlich auch einen nicht unerwünschten Nebeneffekt: »Durchgesetzte« Maler sind nun mal zu Lebzeiten preiswerter.
So entsteht auch nebenbei ein guter Querschnitt durch das Schaffen bekannter Deutscher wie Peter Berndt, Harald Duwe, Winfried Gaul, Dieter Kraemer, Gudrun von Leitner, Rolf Liese, Werner Nöfer, Joachim Palm, Dietmar Ulrich und Verena Vernunft. Daß außerdem der Nachwuchs eine Chance erhält — und hin und wieder auch mal die naive Kunst und die Sonntagsmalerei —, versteht sich von selbst.



Die Landschaft hat nur noch den einen Zweck, die Straße aufzunehmen. Sie wird geradezu zur Landkarte, auf der man die nächste Etappe absteckt. »Wolken über dem Reiseziel« des Berliners Peter Berndt. (170 x 150 cm, 1972)



So gibt es da ein kleines, etwas ungelenk gemaltes abstraktes Bildchen von Inez Muhle, »Ohne Titel«, bei dem man sich fragen könnte, was es wohl in der Sammlung zu suchen hat. Des Rätsels Lösung: Die junge Dame (Jahrgang 1954) ist eine der eifrigsten und begabtesten Formel-V-Rennfahrerinnen. Und ursprünglich war sogar geplant, sich um eines der — autolosen — Landschaftsgemälde von Georg Leber zu bemühen, in der Zeit, da er noch als Bundesverkehrsminister fungierte. Aber dann gab es zunächst Differenzen auf verkehrspolitischem Gebiet, und bevor diese beigelegt werden konnten, hatte Herr Leber ein neues Amt. Nun ja, vielleicht greift einmal einer seiner Nachfolger als Verkehrsminister gelegentlich zum Pinsel.

Ein Bild voll verstecktem Sarkasmus. Kein Wunder, daß Günter Danco den ursprünglichen Titel »Die gläubigen Konsumenten« in einen harmloseren, nämlich »Camping«, änderte. (100 x 130 cm, 1972)

Die ADAC-Bildersammlung ist vom 5. April bis 24. Juni 1979 im Deutschen Museum München ausgestellt.

Literatur

Willi Bongard, Das Auto — Thema künstlerischer Reflexionen; in: Klaus Honnef, Verkehrskultur, Münster 1972.
Hervé Poulain, L'art et l'automobile, Zug (Schweiz) 1973.

Franz Irsigler

»Eine Art von wilden Bäumen trägt Wolle, welche die von Schafen an Schönheit und Güte übertrifft, und die Inder tragen Kleider von derselben«, so schrieb Herodot im dritten Buch der Neun Bücher der Geschichte.

Eine Art von wilden

Die Kreuzzüge machten die Abendländer mit Baumwollgeweben bekannt, deren Namen *fustaneus* bzw. *Barchent* man aus dem Arabischen entlehnte: fustan bedeutet Gewand, Tuch, barrákan grober Stoff. Schon im 13., verstärkt aber im 14. Jahrhundert beginnt der Siegeszug des Barchents: Er wird zunächst in Venedig, Bologna, Piacenza und vor allem in Mailand gewebt; er gewinnt fast ganz Europa als Absatzgebiet und wird zur großen Konkurrenz der nordwesteuropäischen und oberitalienischen Wolltuche. Die Nachfrage nach den *fustagni* und *bombacia* (von Bombax = Seidenwollbaum) von Mailand steigt in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts auf dem deutschen Markt so stark, daß die lombardischen Produzenten nicht nachkommen, die Preise rapide steigen und die deutschen Aufkäufer sich selbst nach Mailand bemühen müssen, um ihre Kunden mit der Modeneuheit, die in aufregenden ungewöhnlichen Farben angeboten wird, zu versorgen. Wer es sich leisten kann — ob Adeliger, Prälat, Patrizier, Kaufmann oder auch nur wohlhabender Handwerker oder Bauer — trägt Barchent. Die Absatzchancen verbessern sich ständig — es ist nur eine Frage der Zeit, bis das oberitalienische Produktionsmonopol gebrochen wird und nördlich der Alpen eine eigene Baumwollindustrie entsteht.

In seinem Buch
Die Gründung der Baumwollindustrie in Mitteleuropa: Wirtschaftspolitik im Spätmittelalter (Monographien zur Geschichte des Mittelalters, in Verb. mit Friedrich Prinz hg. v. Karl Bosl, Bd. 17), Anton Hiersemann, Stuttgart 1978, X und 235 S., 14 Abb., 9 Karten und Tabellen, 2 Stammtafeln und 24 Urkundenbeilagen; in Leinen gebunden DM 98,— ist es Wolfgang von Stromer* gelungen, diese Entstehungsphase auf wenige Jahrzehnte zu fixieren und zwei deutlich abgrenzbare Gründungswellen herauszuarbeiten. Die erste umfaßt die Jahre 1363/68 bis 1383, die zweite 1407 bis 1435. Insgesamt lassen sich spätmittelalterliche Barchentgewerbe für 61 Orte in Deutschland und in deutsch besiedelten Orten Ostmitteleuropas nachweisen; für viele Barchentstädte, vor allem der zweiten Welle, ist in Stromers Buch der Vorgang so genau dokumentiert, daß von einer quasi-merkantilistischen Gründungs- und Förderungspolitik im Zusammenspiel zwischen Landesherren,Stadtobrigkeiten,kaufmännischen Verlegern und den Zünften gesprochen werden kann.

Die Nachfrageimpulse des mitteleuropäischen Marktes wurden von jenem Kreis dynamischer Kaufleute-Unternehmer aufgegriffen, die den Austausch zwischen der nordwesteuropäischen Tuch- und Wollproduktion sowie der hochentwickelten Metallwarenfabrikation der deutschen Exportgewerbestädte einerseits und den Waren der Levante — darunter vor allem Gewürze, Drogen, Färbemittel, Seidenstoffe — andererseits besorgten. Sie verstanden glänzend, mit dem entscheidenden ökonomischen Instrument des Verlags umzugehen, der trotz kleinbetrieblicher Produktionsweise eine weitgehend standardisierte Massenfabrikation erlaubte und darüber hinaus die Produktivkraft des Umlandes in das städtische Gewerbe einbezog. Die Verleger-Unternehmer verfügten über direkte Kontakte zu den politischen Kräften, die ihnen als Gegenleistung für Darlehen, für die Finanzierung politischer und militärischer Aktionen Handelsprivilegien, Gewerbekonzessionen und Monopolrechte verliehen.

Offensichtlich waren die Europäer des Mittelalters kaum in der Lage, sich das Wachsen von »Wolle auf einem Baum« — die Baumwolle also — vorzustellen. Wir erkennen das an dem Holzschnitt »Die Entstehung des Pflanzenschafes« nach Sir John Mandeville

An erster Stelle stehen die Vertreter der großen oberdeutschen Handelshäuser der Exportgewerbe- und Fernhandelsstädte Nürnberg, Regensburg, Augsburg, Ulm und Nördlingen: die Stromeir, Eisfogel, Schürstab, Kamerer, Kraft, Imhoff, Aislinger, Ehinger, Paumgartner, Runtinger, Strölin usw. Die Herrschernähe dieser Personen und Personengruppen wird, wie v. Stromer wahrscheinlichmachen kann, symbolisiert vom Eisvogel in der Wenzelsbibel als Bote zwischen Königin Sophie und König Wenzel, denn Heinrich Eisfogel war nicht nur Herold des Königs und Vertrauensmann jener Handelshäuser am Königshof in Prag, sondern wahrscheinlich auch der Initiator für die Gründung der böhmisch-schlesischen Baumwollgewerbe.

Das Zusammenspiel zwischen Politik und Hochfinanz erweist sich als das Strukturelement beim Aufbau der deutschen Baumwollindustrie. Dabei waren natürlich gezielte Maßnahmen und Neuerungen im technischen und wirtschaftlich-sozialen Bereich notwendig.

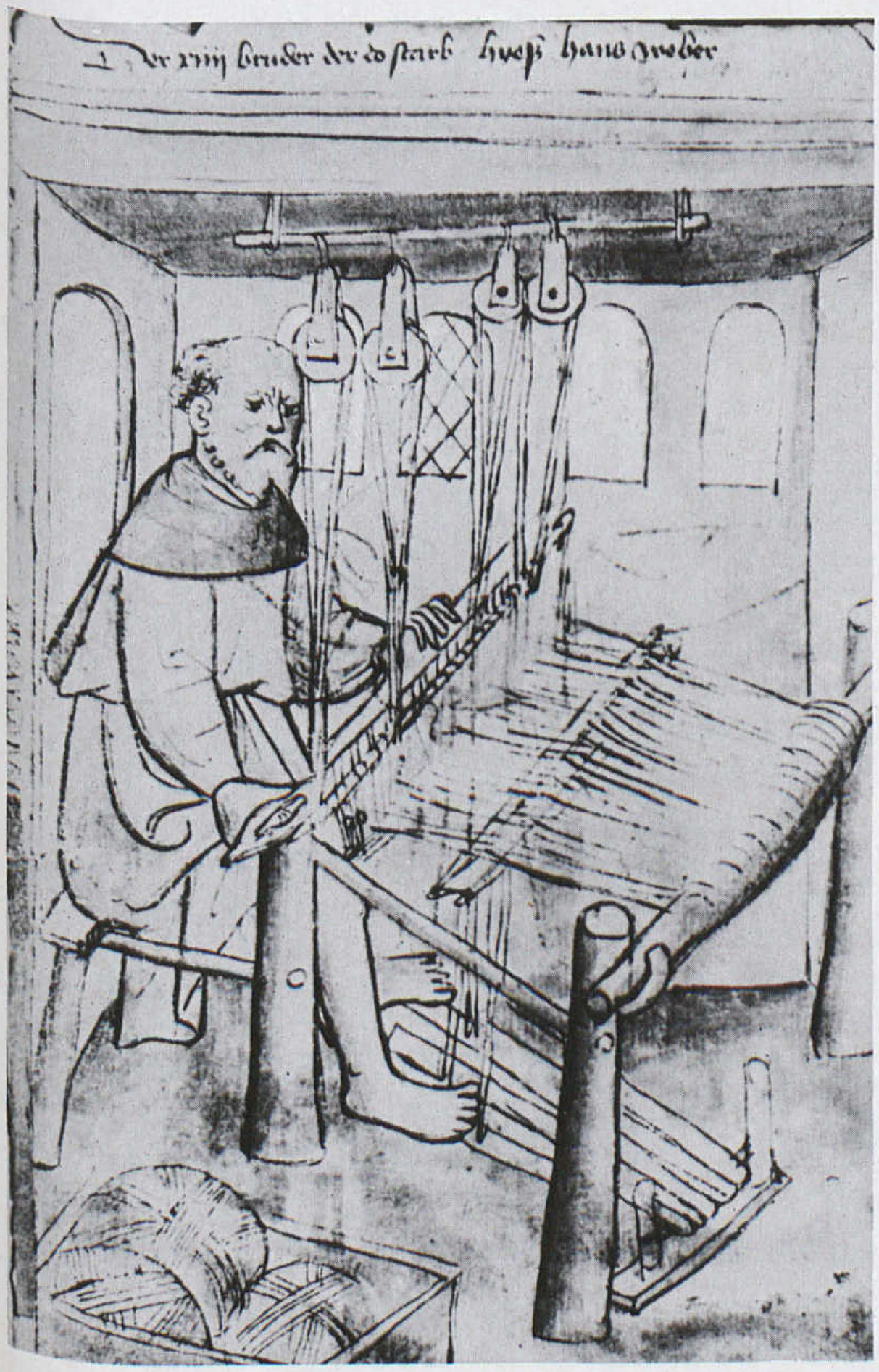
Barchent ist ein Mischgewebe mit Kettfäden aus Leinen-, und Schußfäden aus Baumwollgarn. Offensichtlich konnte man die höchstens 4 cm langen Baumwollfasern nicht so reißfest verspinnen, daß sie als Kettgarn der Spannung mittelalterlicher Webstühle standhielten. Gewebt wurde nicht in der einfachen Leinenbindung (Kreuzbindung), sondern in der sogenannten Köperbindung, d. h., die Kettfäden wurden zum Durchschießen des Schiffchens nicht mehr im Zweiertakt angehoben und gesenkt, sondern nur noch bei jedem dritten oder vierten Takt. Dazu brauchte man einen erheblich komplizierteren und damit auch teureren Webstuhl mit drei bis vier Schäften und Tritten. Entsprechend schwieriger war auch die Bespannung, Bedienung und Reparatur. Für die sogenannten Cordollati, die »ripplechten« Barchente mit dem »Bird's eye«-Muster (Vogelschürlitz), die man besonders in Mailand, Basel, Frankfurt, Köln und Kaschau herstellte, brauchte man mindestens acht Schäfte; der Weber mußte auf den acht Tritten ein beachtliches »fußwerk« vollbringen, fast wie ein Orgelspieler.

Der Drei- oder Viertakt-Rapport der Köperbindung von zwei strukturverschiedenen Fäden läßt ein deutlich sichtbares schräglaufendes Muster entstehen. Es kommt beim Färben noch stärker heraus, weil Leinen die Farbe nur schwach annimmt, während sich Baumwolle sogar bei geringer Beizung gut vollsaugt und einen kräftigen Farbton erzielt. Die Barchentweberei gab in vielen Städten auch der Textilfärberei neue Impulse. Neben den klassischen Pflanzenfarben Waid (blau), Krapp und Saflor (rot, blutrot), Wau (gelb) und Safran (goldgelb) sowie dem aus der Kermes-Schildlaus gewonnenen Schirwitz (rot) wurden für Barchent auch die sogenannten Teufelsfarben Indigo (seit dem 14. Jahrhundert nördlich der Alpen bezeugt), Gallen und Vitriol

Bäumen trägt Wolle

zugelassen, die bei der Wollfärberei verpönt waren. Gallen und Vitriol brauchte man für die eleganten Schwarz- und Grautöne, die im 15. Jahrhundert Mode wurden, nicht zuletzt auch in der Seidenfärberei.

Daß die Barchentweberei in Oberschwaben mit am frühesten bezeugt ist, liegt nicht zuletzt an der jahrhundertealten Tradition der Leinenweberei, die dort durch hochwertige Flachssorten begünstigt wurde. Die Investitionen für den aufwendigen Barchentwebstuhl konnten die meisten Leinenweber jedoch nicht aufbringen, und hier liegt der erste Ansatzpunkt zum Gezeug-Verlag, wobei vom Kaufmann das Arbeitsgerät dem Handwerker leihweise überlassen wird. Leinengarn konnte der Weber selbst beschaffen, aber Baumwolle, die aus Syrien über Venedig, teils auch über Genua bezogen wurde, mußte dem Weber vom Kaufmann geliefert werden, der auch Qualität und Muster genau vorschrieb und schließlich den Absatz besorgte. Das System bot dem Weber eine gewisse Sicherheit, brachte ihn aber oft auch in drückende Abhängigkeit und setzte ihn der Gefahr der Ausbeutung im Trucksystem aus.



Der Weber, um 1390, aus: Hausbuch der Mendelschen Zwölfbrüder-Stiftung in Nürnberg

Als Verleger-Unternehmer fand Wolfgang von Stromer in erster Linie Kaufleute; Paradebeispiel ist der Fuggersche Barchentverlag in Weißenhorn. In Kulmbach fungierte 1414 der fürstliche Stadtherr selbst als Verleger, in München tat dies zunächst (1423—26) der Stadtrat, doch ab 1430 überließ er den Verlag den Großkaufleuten. Das Speyerer Barchentgewerbe wurde um 1415 von einem Weber aufgebaut. Nach wenigen Jahrzehnten, schon in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts, hatten die oberdeutschen Barchente, vor allem die führenden Gewerbe von Ulm, Augsburg, Memmingen, Biberach, Kaufbeuren, Nördlingen usw. die oberitalienischen Erzeugnisse (mit Ausnahme weniger hochwertiger Sorten) vom deutschen Markt verdrängt. Sie machten ihnen auch in Spanien, England und im Hanseraum erfolgreich Konkurrenz, ja sie drangen sogar auf den italienischen Markt selbst vor.

Worin liegen die Gründe für diesen ungewöhnlichen Erfolg? Wolfgang von Stromer betont, »daß der entscheidende Vorsprung der deutschen Baumwollindustrie gegenüber der oberitalienischen in einer neuen Produktions- und Marktstrategie der großen Verlagshäuser lag, von denen im Zusammenspiel mit den politischen Gewalten die Gründungsinitiativen ausgingen. Ihr Kernstück war der standardisierte Markenartikel«. Die lombardischen und die Venetianer Fustagni-Produzenten hätten zwar auch ihre Erzeugnisse mit charakteristischen Marken versehen, von denen einige — wie aquila, anchora, agnus Dei — auf den internationalen Märkten Geltung erlangten. Aber sie waren private, willkürliche Zeichen, die den Kaufmann nicht von der Notwendigkeit entbanden, jedes Stück kritisch zu prüfen. Dagegen boten die deutschen Marken dem Kaufmann die Gewähr gleichbleibender Qualität, die man blind ordern konnte und garantiert absetzte: so in Schwaben die Qualitäten *Ochse, Löwe, Taube* und gegebenenfalls in Köln *Brief* (wohl nach Mailänder Vorbild) bis zu den *drei Kronen* (Stadtheilige) und der Supermarke *fluiss* (ein besonders weiches, flauschiges Barchenttuch).

Die Gründung der deutschen Barchentindustrie gab nicht nur der alten oberschwäbischen Textillandschaft ein neues Gesicht, sie glich offenbar die große Leinen- und Wolltuchkrise nach der großen Pest von 1348 bis 1350 aus und verlieh in Oberdeutschland, im Rheingraben und in östlichen Teilen des Reiches der Wirtschaftskonjunktur neue und starke Impulse.

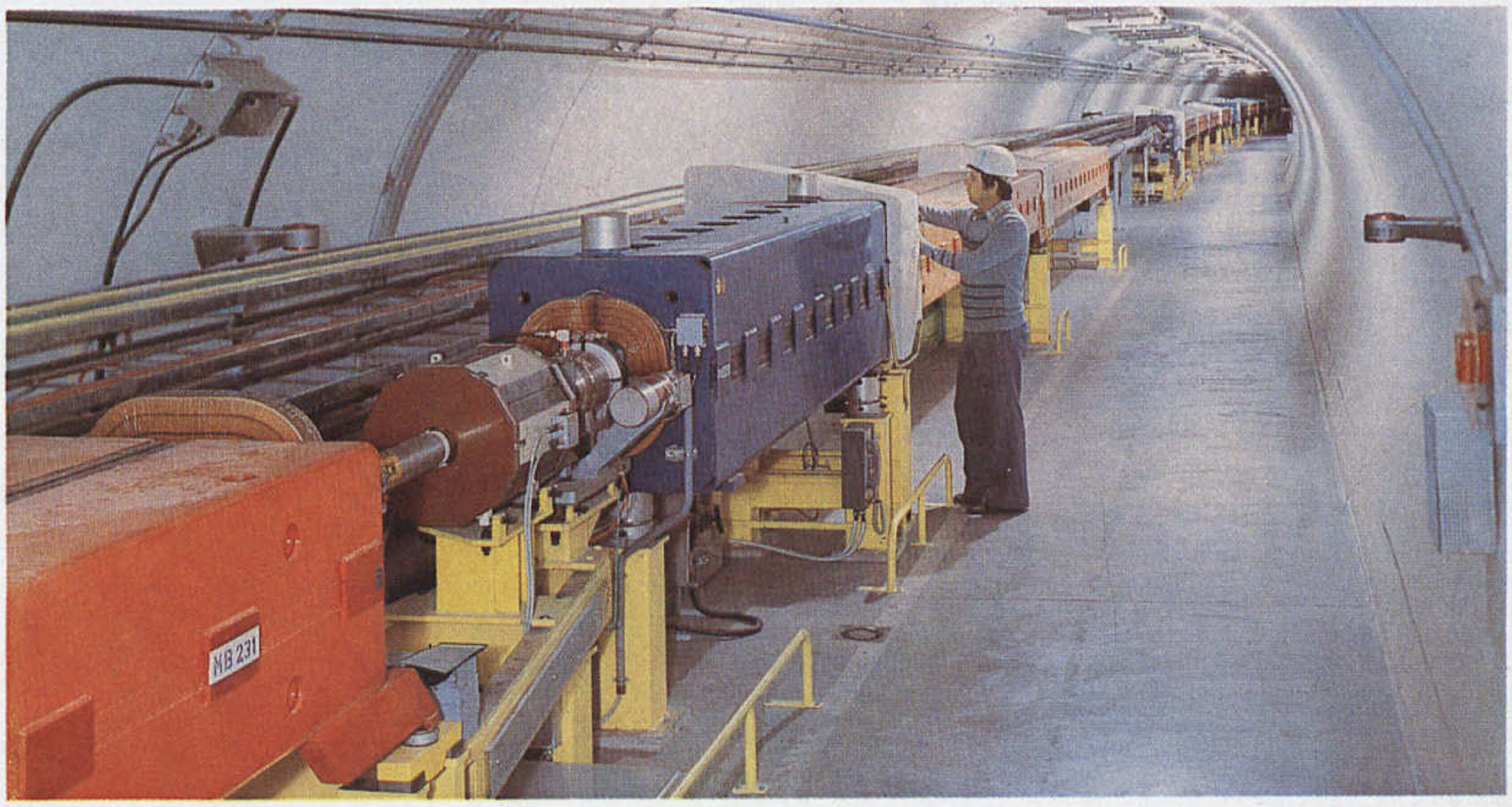
---

* Wolfgang von Stromer, Ordinarius für Wirtschafts- und Sozialgeschichte an der Freien Universität Berlin, publizierte mehrfach zur spätmittelalterlichen Wirtschaftsgeschichte, vor allem Oberdeutschlands mit dem wichtigen Zentrum Nürnberg. Die bisher bedeutendste Veröffentlichung, die neue Maßstäbe setzt, ist das Buch: Oberdeutsche Hochfinanz 1350—1450, Wiesbaden 1970.

Alto Brachner

NEUE DIMENSIONEN

Das Wesen des Stoffes, aus dem unsere Welt besteht, beschäftigt seit Jahrtausenden die Neugier des Menschen. Über die »Urbausteine« der Welt wurde lange Zeit philosophiert, aber erst in jüngerer Zeit experimentiert. Das letzte Jahrzehnt lieferte mit seinen weit entwickelten und verfeinerten Experimentiertechniken wesentliche Erkenntnisse. Es ließ aber ebenso viele Fragen im dunkeln, wie es beantwortet hat.



Das Innere des 400-GeV-Beschleunigerringes. Fast 1000 Magnete halten die Protonen in einem schmalen Bündel zusammen

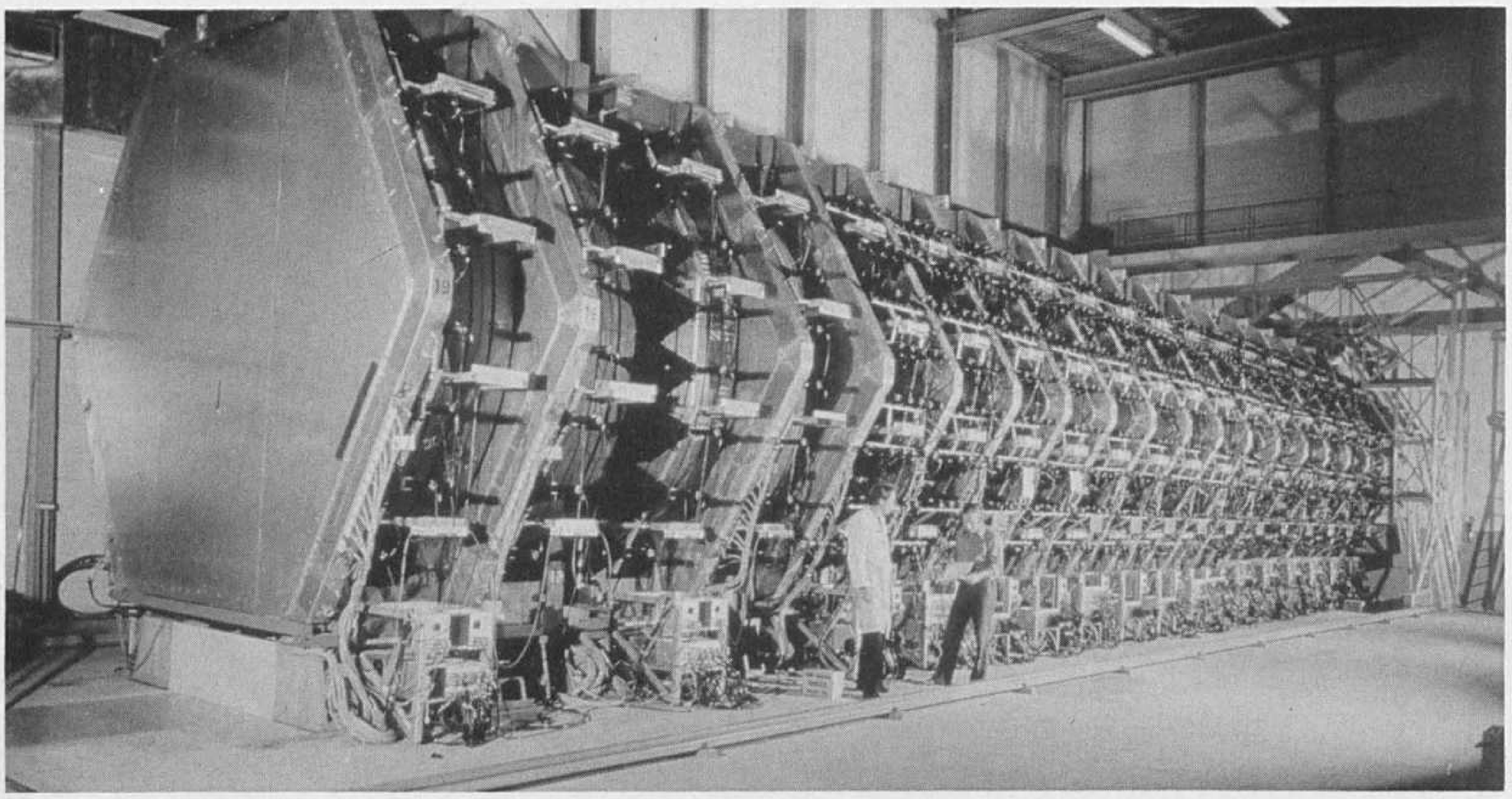
Wie sucht man die Urbausteine der Welt? Am einfachsten unterteilt man hierzu ein Stück Materie immer weiter. Gelangt man aber in sehr kleine Dimensionen, so hilft weder Messer noch Lineal noch Mikroskop weiter (der Atomdurchmesser beträgt etwa 10^{-10} m). Sollen hier etwaige noch kleinere Bausteine (Strukturen) erkannt werden, ist eine neue Idee erforderlich. 1912/1913 schlug E. Rutherford einen Experimenttyp vor, der bis heute fast die gesamte Erkenntnis über die Struktur der Materie liefert: das Streuexperiment. Dabei werden auf das zu untersuchende sehr kleine Materieteilchen (»Blackbox«) bekannte Projektile geschossen. Aus den Eigenschaften der Projektile nach Durchgang durch die Blackbox (Richtung, Geschwindigkeit usw.) lassen sich Rückschlüsse auf deren Struktur ziehen. Auf diese Weise fand E. Rutherford die Strukturierung des Atoms in Atomkern (ca. 10^{-15} m Durchmesser) und Elektronenhülle. Die Schlagzeilen machenden Großbeschleunigungsanlagen wie etwa CERN in Genf oder PETRA in Hamburg oder Fermilab in Illinois sind ebenfalls Anordnungen für Streuexperimente. Auf hochevakuierten Strecken werden die Projektile beschleunigt, um dann mit enorm hohen Energien auf die zu untersuchende Materie (das Target) zu fallen. Die Objekte, die das Target verlassen, werden — soweit möglich — mit geeigneten Detektoren (zum Beispiel in einer Blasenkammer) registriert.

Welche Ergebnisse gibt es bis heute? Auch der Atomkern besteht aus noch kleineren Bausteinen, den Nukleonen. Dem Ver-

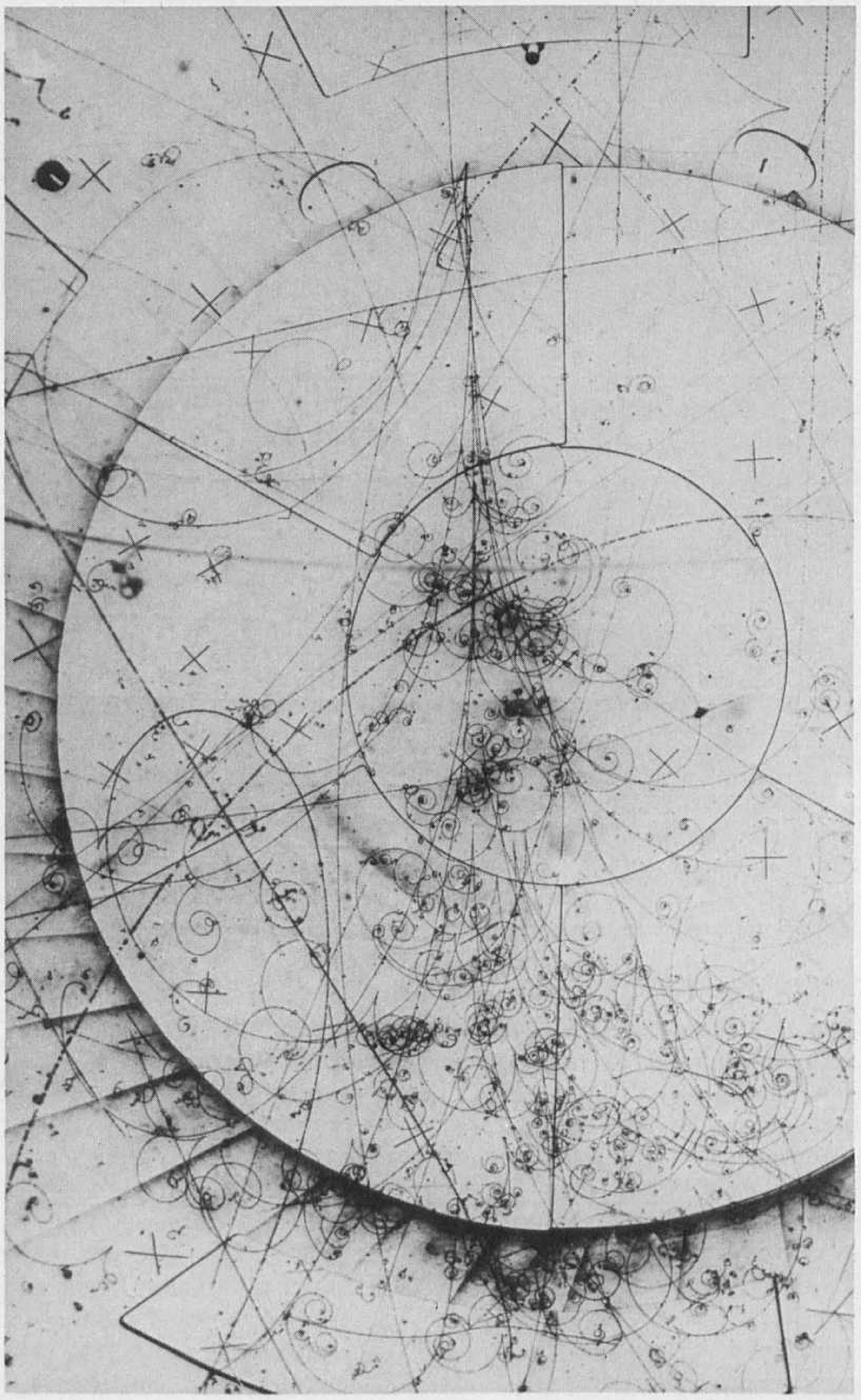
Alle Bilder mit freundlicher Genehmigung von CERN

Die Europäische Organisation für Kernforschung (CERN) hat ihren Sitz in Genf. CERN betreibt eine Anzahl von Beschleunigern — ein 600-MeV-Synchrotron (600 MeV = $600 \cdot 10^6$ eV, wobei 1 eV die Energie ist, die 1 Elektron nach Durchlaufen einer Spannung von 1 Volt besitzt), ein 28-GeV-Protonensynchrotron ($28 \cdot 10^9$ eV), sich kreuzende Speicherringe, ein 400-GeV-Protonensynchrotron ($400 \cdot 10^9$ eV) —, mit denen Forschungen in der Hochenergiephysik durchgeführt werden, um das Verhalten der Bausteine der Materie zu untersuchen. CERN wird von zwölf europäischen Ländern finanziert. Neben rund 3500 ständig Beschäftigten arbeiten im Durchschnitt etwa noch 1000 Stipendiaten und Wissenschaftler zeitweise in den Laboratorien.

CERN ist eine der größten Forschungsanstalten auf dem Gebiet der modernen Physik.
Das Foto zeigt CERN mit Blick auf den Genfer See. Im Hintergrund sind die Alpen mit dem Mont Blanc zu erkennen. Der unterirdische Ring (Durchmesser 2,2 km, 40 m unter der Erdoberfläche) des 400-GeV-Protonensynchrotrons, der am 7. 1. 1977 in Betrieb genommen wurde, ist eingezeichnet. Bei der Beschleunigung durchlaufen die Protonen den Ring 150 000mal und legen dabei in nahezu Lichtgeschwindigkeit mehr als die dreifache Entfernung Erde—Mond zurück. Die Protonen werden nach Erreichen ihrer Höchstenergie von 400 GeV auf einen Streukörper (Target) gelenkt und die dort entstehenden Streuprodukte in großen Teilchendetektoren registriert



Einer der großen Teilchendetektoren, der zur Untersuchung von hochenergetischen Teilchen aus dem 400-GeV-Beschleuniger dient. Bei diesem Experiment werden Neutrinowechselwirkungen untersucht. Es ist eine Gemeinschaftsarbeit von Physikern aus Genf, Dortmund, Heidelberg und Saclay



Streuexperimente mit Neutrinos gehören zu den aktuellsten Forschungsgebieten. Neutrinos sind Teilchen, die mit Materie extrem schwach wechselwirken und damit nur sehr schwer nachweisbar sind. Neutrinoexperimente geben über die Struktur der Materie Aufschluß. Sie spielen aber auch in der Astrophysik bei der Energiebilanz der Sterne eine große Rolle. Das Foto zeigt die Spuren, die bei der energiereichen Wechselwirkung eines Neutrinos aus dem 400-GeV-Protonensynchrotron in der 3,7 m großen CERN-Blasenkammer hinterlassen wurden. — Deren Vorgänger — die 2 m große Blasenkammer (Inv.-Nr. 78/389) — erhielt das Deutsche Museum (siehe K & T 4/78)

such, sie weiter zu zerlegen, schien kein Erfolg beschieden zu sein. Entsprechende Experimente lieferten ein »Teilchenspektrum«, wieder im wesentlichen bestehend aus Nukleonen oder ihren angeregten Zuständen und einer Reihe anderer Objekte (Mesonen), die die Kräfte zwischen den Nukleonen vermitteln. In letzter Zeit gibt es jedoch Hinweise, daß auch Nukleonen und Mesonen strukturiert sind. Sie scheinen aus punktförmigen Objekten, den Quarks oder Partonen, aufgebaut zu sein. Das Problem besteht nur darin, daß man sie experimentell noch nie direkt beobachten konnte. Zunächst schienen drei verschiedene Quarks für den Aufbau der strukturierten Teilchen zu genügen. Es gibt aber neue experimentelle Hinweise, daß zur Zeit schon deren vier oder fünf benötigt werden. Als nicht zusammengesetzte Objekte erscheinen heute: das Photon (Quant der elektromagnetischen Wechselwirkung), das Graviton (Quant der Gravitationswechselwirkung), das Elektron, das schwere Elektron (Müon) und die Quarks. Dabei deuten neuere Experimente darauf hin, daß die Elektronenfamilie genau wie die ursprüngliche Dreier-Quarkfamilie noch mehrere Mitglieder aufweist. Es drängt sich letztlich die Frage auf, ob nicht wiederum ein ganzes Spektrum von (scheinbar) strukturlosen »Elementarteilchen« gefunden werden wird.

Bei der Suche nach den Urbausteinen fordert die Natur ihren Tribut: Je kleiner die untersuchten Dimensionen werden, um so größer, anspruchsvoller und auch teurer werden die Versuchsanlagen, die Beschleuniger. In ihnen manifestiert sich der neueste Stand der Forschung und der Technik. Als der Leiter von Fermilab, Robert Wilson, von einem Senator kritisch wegen der benötigten Finanzmittel und deren möglicher Rentabilität für die Verteidigung angesprochen wurde, antwortete er: »It has nothing to do directly with defending our country except to help make it worth defending.« Sie (die Anlage) hat mit militärischer Verteidigung direkt nichts zu tun, außer daß sie dazu beiträgt, unser Land verteidigungswürdiger zu machen.

Auf unseren Straßen:

Jahr für Jahr stirbt hier eine ganze Stadt. Damit finden wir uns nicht ab.

KW 1590 n

Die täglichen Gefahren im Straßenverkehr zu entschärfen und damit Leben und Gesundheit zu erhalten – dazu kann und muß jeder von uns nach Kräften beitragen. Denn jedes Jahr sterben auf den Straßen der Bundesrepublik über 14 000 Menschen.

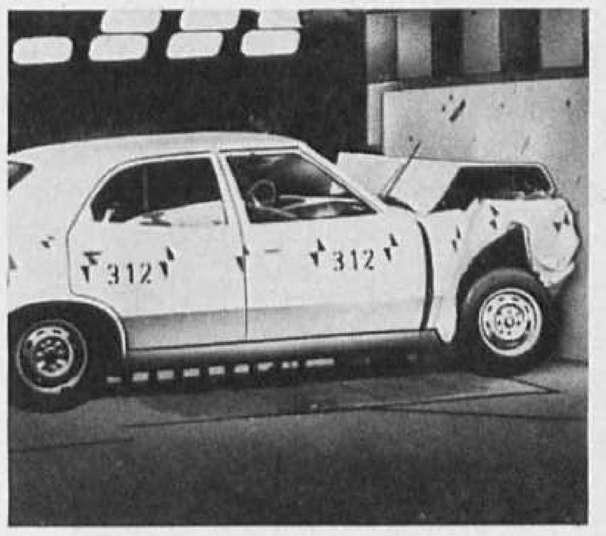
Bayer stellt sich der gemeinsamen Aufgabe

Unsere Kunststoff-Technik kann Sie künftig vor einigen leidvollen Erfahrungen bewahren. Durch den Einbau flexibler Karosserieteile und Stoßfänger aus „Bayflex" gelingt es, Schäden vorzubeugen und Unfallfolgen zu mildern.

Den Aufprall mildern.

Ziel ist die Absorption von Aufprall-Energien. Elastische Stoßstangen aus „Bayflex 90" widerstehen beispielsweise einem Frontaufprall von 8 km/h, ohne daß Lampen, Motorhaube usw. beschädigt werden. Viele Bagatellschäden können so vermieden werden.

In den Bemühungen um mehr Sicherheit auf unseren Straßen sind wir ein Stück vorangekommen. Auf vielen anderen Gebieten suchen wir noch nach Lösungen. Oft auch vergebens. Obwohl wir jährlich über 600 Millionen DM in die Forschung investieren. Bisheriges Ergebnis: Mehr als 101.000 eigene Patente.



Der Mensch — die Sicherheit — und Bayer.

BAYER

»Das Tal, welches die Stadt auf der Nordseite einschließt, heißt Baare und erzeugt eine wunderbare Wurzel gleichen Namens. Sie ist flammend rot von Farbe und wirft des Abends Strahlen aus; sie auszureißen ist sehr schwer, denn dem Nahenden entzieht sie sich und hält nur dann stand, wenn man Urin oder Blutfluß vom Weibe daraufgießt. Auch dann ist bei jeder Berührung der Tod gewiß, es trage denn einer die ganze Wurzel in der Hand davon. Doch bekommt man sie auf andere Weise gefahrlos, und zwar so. Man umgräbt sie rings so, daß nur noch ein kleiner Rest von der Wurzel unsichtbar ist: Dann bindet man einen Hund daran, und wenn dieser dem Anbinder schnell folgen will, so reißt er die Wurzel aus, stirbt aber auf der Stelle, als ein stellvertretendes Opfer dessen, der die Pflanze nehmen will. Hat man sie einmal, so ist keine Gefahr mehr. Man gibt sich aber so viel Mühe um sie, wegen folgender Eigenschaft. Die Dämonen, d. h. die bösen Geister schlechter Menschen, welche in die Lebenden hineinfahren, und sie töten, wenn nicht schnelle Hilfe geleistet wird, werden von dieser Pflanze ausgetrieben, sobald man sie den Kranken auch nur näher bringt.«

Flavius Josephus (37–93 n. Chr.), Geschichte des jüdischen Krieges

Karin Figala

Alraune

Aberglaube und Medizin

Schon der Name deutet Geheimnisvolles an: Die sprachliche Wurzel wird häufig auf das persische mardom ghiah = Manneskraut, oder mehr-egiah = Liebeskraut zurückgeführt. Die zweite Interpretation klingt prosaischer: Mandragora von griechisch mandra = Stall, und agora = Versammlung. Ihr deutscher Name Alraune bringt diese Pflanze aber wieder in den Bereich des Rätselhaften: Er leitet sich etymologisch von althochdeutschen Wörtern wie runa = Geheimnis, oder runen = raunen, flüstern ab.

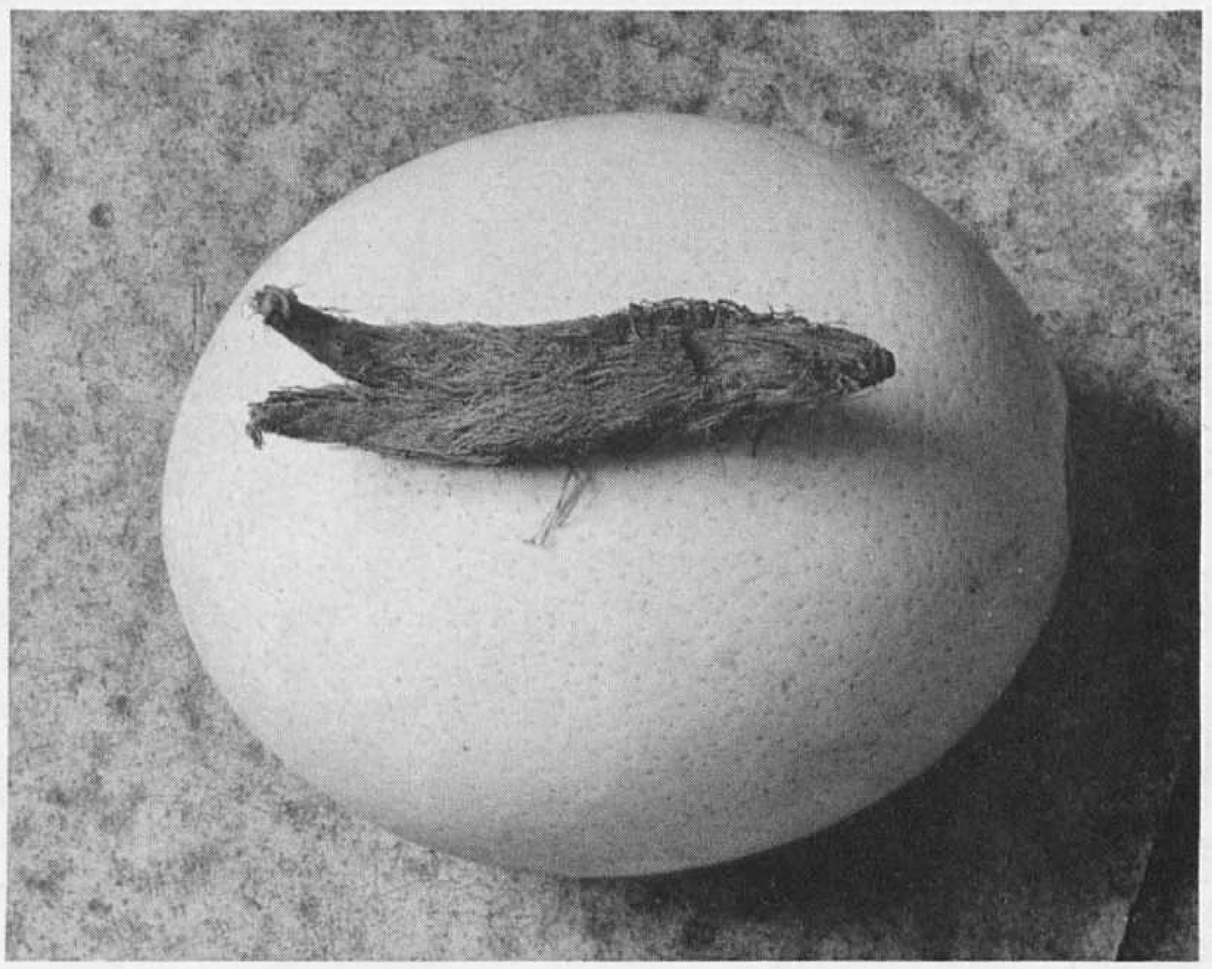
Die verästelte Wurzel ähnelt auffallend einer kleinen menschlichen Gestalt mit Beinen, Armen und Kopf. Um den anthropomorphen Charakter noch zu verstärken, wurden die Augen und der Mund auf den »Gesichtsteil« gemalt und der »Körper« in rotgemustertes Gewand gehüllt. Das eigenartige Aussehen der behaarten, menschenähnlichen Wurzeln und ihre Wirkstoffe scheinen schon in frühester Zeit magische Vorstellungen hervorgerufen zu haben, so daß sie als charakteristisches Beispiel der sogenannten medicina magica angeführt werden können.

Im »Papyrus Ebers«, einer im 16. Jahrhundert v. Chr. niedergeschriebenen Rezeptsammlung mit *heilkundlichem Inhalt,* wurden Alraunen als Narkotika, als Wurmmittel, aber auch gegen Geschwüre und Verhärtungen sowie gegen Lungenkrankheiten empfohlen.

Nach einer altägyptischen Göttersage wurden die aus Nubien importierten Mandragorafrüchte einer Göttin in Bier gereicht. Sie wurde berauscht, ihre Augen begannen zu glänzen, nach Sonnenaufgang konnte sie nicht mehr sehen – eine zutreffende Beschreibung der atropinähnlichen, pupillenerweiternden Wirkung. Danach kannte man also im alten Ägypten die Mandragora auch als *bewußtseinsverändernde Droge* – gewissermaßen als Vorläufer der modernen Psychopharmaka.

Wie schon gesagt, leitet man den Namen Mandragora aus dem persischen Wort Manneskraut oder Liebeskraut ab. Die ersten schriftlichen Beweise, daß man diese Pflanze als *Liebesmittel,* als Aphrodisiakum, anwendete, findet man im Alten Testament. Im Buch Genesis bringt Ruben seiner Mutter Lea die »dudaim« (Liebesäpfel, die man in der Literatur als Mandragora deutet), die er zur Zeit der Weizenernte auf den Feldern gefunden hat. Mit ihrer Hilfe gelingt es Lea, ihren Gatten Jakob von der eigenen Schwester Rahel zeitweise zurückzugewinnen und immerhin drei weitere Kinder von ihm zu empfangen. Im Hohen Lied Salomons – wohl eine der schönsten Liebeshymnen der Weltliteratur – wirkt bereits der Duft der Liebesäpfel als Aphrodisiakum. Die spätere rabbinische Tradition des Talmuds – eines aus dem zweiten nachchristlichen Jahrhundert stammenden Gesetzbuches – unterdrückt aber die archaischen, vorrangig auf Nachkommenschaft ausgerichteten Sitten des Alten Testaments und damit auch den erotischen Aspekt der Mandragora und bezeichnet die Pflanze nur noch als Narkotikum.

Für die *griechische und römische Heilkunst* hatte die Pflanze als beruhigende und schlafbringende Arznei eine große Bedeutung. Die sich mit Hippokrates (etwa 460–425 v. Chr.) durchsetzende rationale Krankheitstheorie und Therapie, die noch die Medizin des Mittelalters und sogar der Neuzeit beherrschen sollte, setzte die Mandragora ganz systematisch gegen Melancholie, Fieber und Frauenleiden ein. Auch finden wir sie unter den etwa 600 Arzneipflanzen, die der römische Militärarzt Pedanios Dioskurides (er stand im ersten nachchristlichen Jahrhundert im Dienste der Kaiser Claudius und Nero) in seiner sogenannten »Materia medica« beschrieb. Er unterscheidet eine im Frühjahr blühende, große männliche Form, hell und wohlriechend – wahrscheinlich die Mandragora vernalis L. –, und eine im Herbst blühende, kleine, weibliche von dunklem Aussehen und widerlichem scharfen Geruch – wahrscheinlich Mandragora officinarum. Auch diesem Militärarzt war die Pflanze als Liebesmittel bekannt, er verwendete sie aber vor allem in Form eines Weines als Narkosemittel, das in kleineren Mengen einschläfernd, in größeren jedoch betäubend bis tödlich wirkte. Die narkotischen Effekte sind medizinhistorisch besonders interessant, da Dioskurides als Armeearzt viele chirurgische Eingriffe vornahm. Zu seiner Zeit – nicht zuletzt unter dem Einfluß der praktisch eingestellten Schule der medizinischen Pneumatiker, die in der Atemluft das gegebene Prinzip (Pneuma) als Träger des Lebens und sein Versagen als Wesen der Krankheit ansah – hatte die Chirurgie durch die Verbesserung der operativen Technik einen großen Aufschwung genommen. Das ständig wachsende Bedürfnis nach Betäubung des Operationsschmerzes fand seinen Niederschlag in vielen neuen schmerzstillenden und schlafbringenden Tränken, die neben den Auszügen aus der Mandragorawurzel solche aus Bilsenkrautsamen enthielten.



Alraune (ohne Inv.-Nr.) auf einem Straußenei (Inv.-Nr. 67576) aus der Klosterapotheke des Deutschen Museums. Die Wurzel enthält etwa 0,3–0,4 Prozent Alkaloide, als Hauptalkaloid das von Geiger und Hesse im Jahr 1833 entdeckte Hyoscyamin ($C_{17}H_{23}NO_3$), das heute in der medizinischen Therapie als Spasmolytikum und Mydriatikum sowie gegen Parkinsonismus eingesetzt wird

Die Zauberwurzel Alraune (Inv.-Nr. 61181) ähnelt einer kleinen menschlichen Gestalt mit Beinen, Armen und Kopf. Augen und Mund wurden mit Farbe auf den »Gesichtsteil« gemalt, der Körper der behaarten Wurzel in ein rotgemustertes Gewand gehüllt

Man fand also damals schon empirisch heraus, daß diese beiden Drogenpflanzen aus der Familie der Nachtschattengewächse ähnlich wirkten, was man heute mit der Identität der Inhaltsstoffe wissenschaftlich erklären kann.

Auch bei Galen (129–200 n. Chr.), dessen medizinische Autorität bis zur Neuzeit ungebrochen wirkte, durfte die Mandragora nicht fehlen. Sein System stützt sich auf die hippokratische Säftelehre, die ihren Platz innerhalb des klassischen naturphilosophischen Vier-Elemente-Schemas von Empedokles und Aristoteles gefunden hatte. Er ging davon

aus, daß die Arzneimittel genau wie alle übrigen Dinge der Welt auf die vier Elemente – Feuer, Luft, Wasser, Erde – und ihren Zusammenhang mit den vier Qualitäten – heiß, feucht, kalt, trocken – zurückgeführt werden können. Und so teilt er die Pharmaka in erwärmende, anfeuchtende, kühlende und trocknende ein. Die Mandragora wurde als kaltes und feuchtes Mittel eingestuft, und sie sollte also beim Überwinden von Wärme und Trockenheit helfen, um das gestörte Gleichgewicht der vier Kardinalsäfte wiederherzustellen. Das in diesem Vierersystem zum Ausdruck kommende rationale Denken der klassischen Antike wurde aber immer stärker von magischen Denkformen überwuchert. Und so traten im Laufe der Zeit bei der Alraune auch immer deutlicher die sich komplizierenden und geheimnisvoller werdenden Ausgrabungszeremonien in den Vordergrund.

Das erste, zwar auch schon abergläubische *Ritual bei der Mandragoragewinnung* finden wir bei Theophrast (371–286 v. Chr.), dem wohl bedeutendsten Schüler von Aristoteles: Die Wurzelgräber, die sogenannten Rhizotomen, müssen die Pflanze erst dreimal mit dem Schwert umkreisen, um sie dann gegen Westen gewandt abzuschneiden. In der Zwischenzeit soll ein anderer Rhizotom um den Ausgräber herumtanzen und viel von erotischen Dingen sprechen.

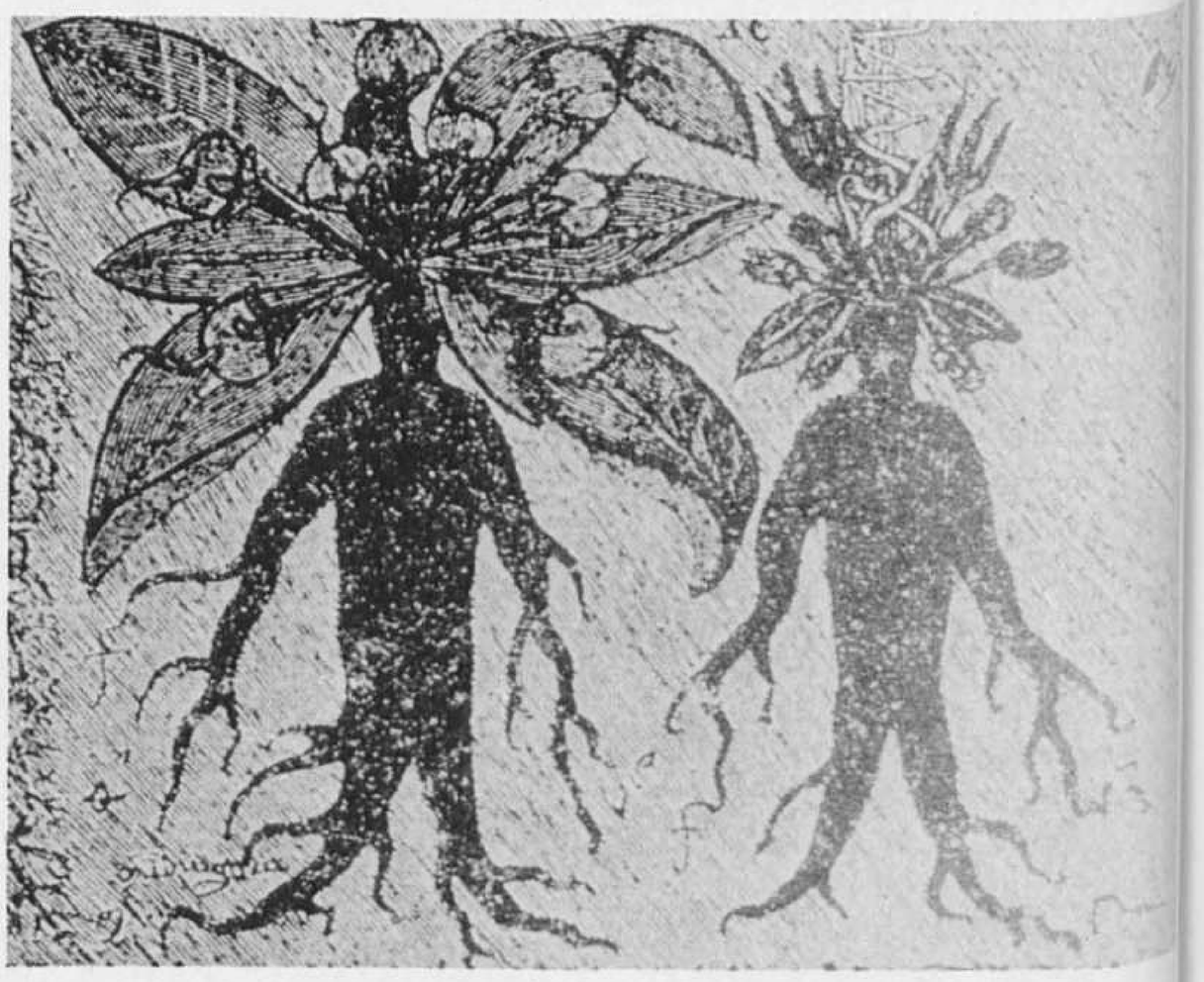
Dieser Beschwörungsvorgang geht wahrscheinlich auf noch ältere magische Vorstellungen im Volksaberglauben zurück; mußten doch dem primitiven Menschen die anthropomorphe Gestalt und die starke Wirkung der Inhaltsstoffe dieser schwarzen Wurzel mit den weißen Blüten übernatürlich und gefährlich erscheinen. Er durfte also nicht ungeschützt wagen, sie auszugraben, und mußte sich durch Zauberformeln und bewährte Riten gegen die gefährlichen Kräfte des Abgrundes wappnen. Ein Skeptiker könnte aber auch behaupten, daß die Wurzelgräber, die zweifellos nicht zu den gänzlich ungebildeten, einfachen Leuten gehörten, vielleicht durch diese abergläubischen Beschwörungen nur das Monopol des Pflanzeneinsammelns in der Hand behalten wollten, um ihren gesammelten, hochgeschätzten Produkten einen entsprechenden Preis zu sichern.

Wie es auch gewesen sein mag, das Ritual der Mandragoragewinnung wurde immer geheimnisvoller und komplizierter, wie schon die Beschreibung von Flavius Josephus aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. beweist. Das von ihm angeführte Motiv des geopferten Hundes kombiniert dann das aus dem 4./5. Jahrhundert stammende Kräuterbuch des sogenannten Pseudo-Apuleius Herbarius mit dem älteren Umkreisen der Pflanze mit dem Schwert, wie es Theophrast beschrieb.

Aber auch die *Darstellung der Alraune* bekam mit der Zeit immer mehr abergläubische Züge. Hatte der römische Militärarzt Dioskurides im 1. Jahrhundert n. Chr. die Pflanze und ihre Wirkung eigentlich kühl und sachlich beschrieben, zeigen die Abbildungen des sogenannten Wiener Dioskurides (eines Manuskriptes, das am Anfang des 6. Jahrhunderts für die kaiserliche Prinzessin Anicia Juliana in Konstantinopel nach alten Vorbildern angefertigt wurde) durch das deutliche Interesse an der »menschlich signierten« Zauberpflanze, daß der magische Aspekt inzwischen ungeheuer wichtig geworden war. Ein ähnliches Beispiel finden wir in der Medicina antiqua, in einer aus Sizilien stammenden Handschrift des 13. Jahrhunderts, die auf ältere Vorlagen zurückgeht. Die Mandragora verliert langsam jede Ähnlichkeit mit einer Pflanzenwurzel und wird zu einer menschlichen Gestalt mit dem Gesicht eines Mannes, der lediglich auf dem Kopf, gewissermaßen als Haarputz, Blätter und Beeren trägt.

Die magisch-geheimnisvolle Gewinnungszeremonie der Mandragora läßt sich auch bei den Arabern nachweisen. Sie waren es, die als erste sowohl die klassisch-griechische als auch die hellenistische Wissenschaft assimiliert haben, und durch ihre Vermittlung lernte das christliche Abendland die verschütteten antiken Quellen wieder kennen. So gehen die frisch gemalten Miniaturbilder des soge-

Mandragora officinarum, wie sie in der wissenschaftlichen Botanik heißt, ist eine der drei Arten dieser Pflanze. Sie gehört zu der Familie der Nachtschattengewächse und ist in Südeuropa und in Kleinasien heimisch. Mandragora officinarum treibt aus dem dicken, kräftigen, meist gabelig gespaltenen Wurzelstock eine Rosette großer, breit-eiförmiger, dunkelgrüner Blätter hervor, aus denen sich mehrere gestielte Blüten mit glockenförmigem fünfzipfeligen Kelch und ebensolcher schmutzigweißer Blütenkrone erheben. Die Frucht ist eine gelbliche Beere von der Größe eines kleinen Apfels. Wurzelrinde und Blätter schmecken bitter



Trotz der anthropomorphen Deutung und der nach Geschlecht unterschiedenen Darstellung der zwei Alraunwurzeln bemühte sich der Illustrator der Handschrift »Codex neapolitanus« aus der Zeit 700 n. Chr. um eine naturgetreue Wiedergabe der Mandragora

nannten Tacuinum sanitatis, einer italienischen Handschrift des 14. Jahrhunderts, auf ein Werk des nestorianischen Arztes Ibn Botlan (gest. 1064) aus Bagdad zurück. In diesem Buch erreichte wohl die unrealistische und naturfremde Darstellung der Pflanze ihren Höhepunkt. Die Mandragora hat hier die Gestalt einer Menschenfrau angenommen, deren lediglich als Kopfputz dienende Blätterkrone mit roten erdbeerartigen Früchten mit den in der Natur wachsenden gelben Mandragora-Äpfelchen keinerlei Ähnlichkeit hat. Besonders fällt die Sexualisierung der Wurzelgewinnung auf: Die weibliche Mandragora wird von einem männlichen Wurzelgräber sowie einem übertrieben männlich gezeichneten Hund ausgerissen. Die weibliche Alraunenwurzel kann nur durch männliche Wesen besiegt werden.

Im christlichen Abendland tritt bereits in der Frühzeit auch die *theologische Deutung* des Mandragoramotivs hinzu. Bestimmt blieb sie nur auf einen kleinen elitären Kreis beschränkt, und in der Folgezeit hat sie sich immer mehr von der Volksmedizin entfernt. Im Physiologus, einer Sammlung von allegorisch auf das Christentum bezogenen Tierfabeln aus dem 3. Jahrhundert n. Chr., wird von einem Elefantenpaar berichtet, das sich zur Begattung zu dem in der Nähe des Paradieses wachsenden Mandragorabaum begibt. Nachdem das Weibchen von den Früchten gefressen hat und dadurch geschlechtlich erregt wurde, gibt es auch dem Männchen davon, bei dem dieselbe Wirkung auftritt, so daß nun einer erfolgreichen Begattung nichts mehr im Wege steht. Durch die hier vorgenommene Umwandlung der in der Natur wachsenden Mandragorapflanze zum Mandragorabaum der Fabel scheint auch hinter der vordergründigen Verwendung der Alraune als Liebesmittel hintergründig die verbotene Frucht des »Baumes der Erkenntnis des Guten und Bösen« aus dem Buch Moses des Alten Testaments durchzuschimmern. Diese Geschichte ist sicherlich jüdischen Ursprungs, da die direkte Anlehnung an den biblischen Sündenfall nicht zu verkennen ist. Bei den Kirchenvätern, die sich als wohl

Die menschengestaltige Alraune trägt in der Handschrift des Pseudo-Apulejus Herbarius aus dem 10. Jahrhundert anstelle des später üblichen Menschenkopfes noch das ziemlich naturgetreu wiedergegebene oberirdische Kraut

beste Kenner der antiken Tradition um eine Exegese der Heiligen Schrift bemühten, durfte natürlich auch die Mandragora nicht fehlen. Sie übermittelten zunächst die Kenntnisse der Antike von der exakten medizinischen Heilwirkung der Pflanze, um sie daran anschließend theologisch zu deuten. So interpretiert Ambrosius (um 340–397 n. Chr.) die bereits erwähnte Genesisstelle über Ruben, Lea, Jakob und Rahel, indem er Ruben mit Christus vergleicht, der die Mandragora seiner Mutter Lea, der Synagoge, bringt. Die Schwester Rahel dagegen, die durch die Gnade Gottes gebiert, symbolisiert hier die Ecclesia, während die Mandragora für die

bekehrungswilligen heidnischen Völker steht.
Im allgemein als das erste Buch der *deutschen Mystik* geltenden »Trudperter Hohelid«, einer um 1150 niedergeschriebenen althochdeutschen Erklärung zum biblischen Hohen Lied Salomons, wird die menschenähnliche Mandragora – die schwarze Wurzel und die weißen Blüten – nicht nur mit dem sündigen, erlösungsbedürftigen, zwischen Gut und Böse hin- und hergerissenen Menschen verglichen, sondern darüber hinaus sogar mit Christus, dem Bilde Gottes. Nun ist der Schrei, den die Wurzel beim Ausgraben ausgestoßen haben soll, zum Todesschrei der gekreuzigten Menschenwurzel Christus geworden, deren Leben von der Hand Gottes, des ewigen Wurzelgräbers, ausgerissen wurde.
Die naturkundige Äbtissin Hildegard von Bingen (1098–1179 n. Chr.) sieht in der menschenähnlichen Gestalt der Mandragora den Grund dafür, warum diese Pflanze ganz besonders den Teufelsmächten verfallen sei. Aber nur so lange wohnten sie ihr inne, als die Wurzel mit der Erde in Berührung bleibe. Aus dem Boden gerissen, würde sie selbst gleichsam erlöst und zugleich auch Heil bringen für den, der sie berühre. Nicht zuletzt wegen der leibesfeindlichen Einstellung des Christentums tritt bei Hildegard ein neuer medizinischer Aspekt in den Vordergrund: Das antike Aphrodisiakum verwandelt sich in das Gegenteil – die Begierde eines liebestollen Mannes werde durch Anbinden einer weiblichen Mandragora auf seinem Körper oder durch das Verzehren der Wurzel geheilt.
Während die Äbtissin noch eine Kennerin der antiken Mythen und des Volksaberglaubens war, schenkt ihnen eine Generation später der Naturforscher Albertus Magnus (1193–1260) – einer der ersten wissenschaftlich *Aufgeklärten des Mittelalters* – kaum mehr Beachtung. Er beschränkt sich bei seiner Besprechung der Alraune auf die rein medizinischen Wirkungen. Am Ende des Mittelalters beginnt sich dann immer deutlicher die Entflechtung und Trennung des magischen vom wissenschaftlichen Denken abzuzeichnen. Damit nimmt die Renaissance als Wiedergeburt im Geiste des Griechentums ihren Anfang. So ist der Kreislauf der Ausführungen über die Geschichte der Mandragora in Wissenschaft und Magie geschlossen.

Der Hund auf dem Miniaturbild der oberitalienischen Handschrift des 14. Jahrhunderts n. Chr. »Tacuinum sanitatis in medicina« ist durch einen Strick mit der Alraune verbunden und dadurch als Opfer gekennzeichnet. Noch leckt er nichtsahnend das für ihn als Lockmittel bereitgestellte Wasser. Der Wurzelgräber, der um den ohrenbetäubenden, todbringenden Schrei der Mandragora beim Ausreißen weiß, wendet sich eiligst zur Flucht

Die lebensgefährliche Entwurzelung der Mandragora schildert die Handschrift »Medicina antiqua« aus dem 13. Jahrhundert n. Chr., die aus Sizilien stammt. Zwei Wurzelgräber gehen die übergroß dargestellte weibliche »Eva-Alraune« mit Hacken an, unten zeigen die tote männliche »Adam-Mandragora« und der tote Hund den traurigen Ausgang der Prozedur

Senator.
Funktion prägt seinen Stil. Nicht Tradition.

Der Senator ist eines der fortschrittlichsten Automobile der internationalen Spitzenklasse. Konstruiert nach dem Konzept der Funktion ist er die Verwirklichung einer unserer Zeit gemäßen Form der Mobilität. Ein Automobil, das optimale technische Möglichkeiten in sich vereint. Denn Funktionalität ist der Maßstab des technologischen Fortschritts.

Ausgezeichnet durch souveräne Leistung, beispielhaften Komfort und ein Höchstmaß an Sicherheit überzeugt der Senator zugleich durch funktionelle Eleganz, überlegene

Wirtschaftlichkeit und hervorragende Qualität.

Innovative Technik und ein konsequent an den Bedürfnissen des modernen Verkehrs orientiertes Konzept waren die Grundlage zur Konstruktion eines Automobils, dessen Gegenwert sich mit den Begriffen überlegener Komfort oder Fahrvergnügen allein nicht mehr beschreiben läßt. Eines zeitgemäßen Automobils, das das Fahren nicht nur einseitig sportlicher oder bequemer, sondern ausgewogener und vollkommener macht.

Die Funktionalität des technischen Fortschritts prägt seinen Charakter.

Senator CD: 6-Zylinder-Hochleistungstriebwerk, 2935 cm³, 132 kW (180 PS), 205 km/h, 0–100 km/h in 10.5 s (Automatic).

Die Abbildungen zeigen den Senator CD

SENATOR

ADAM OPEL Aktiengesellschaft

S 218-1S

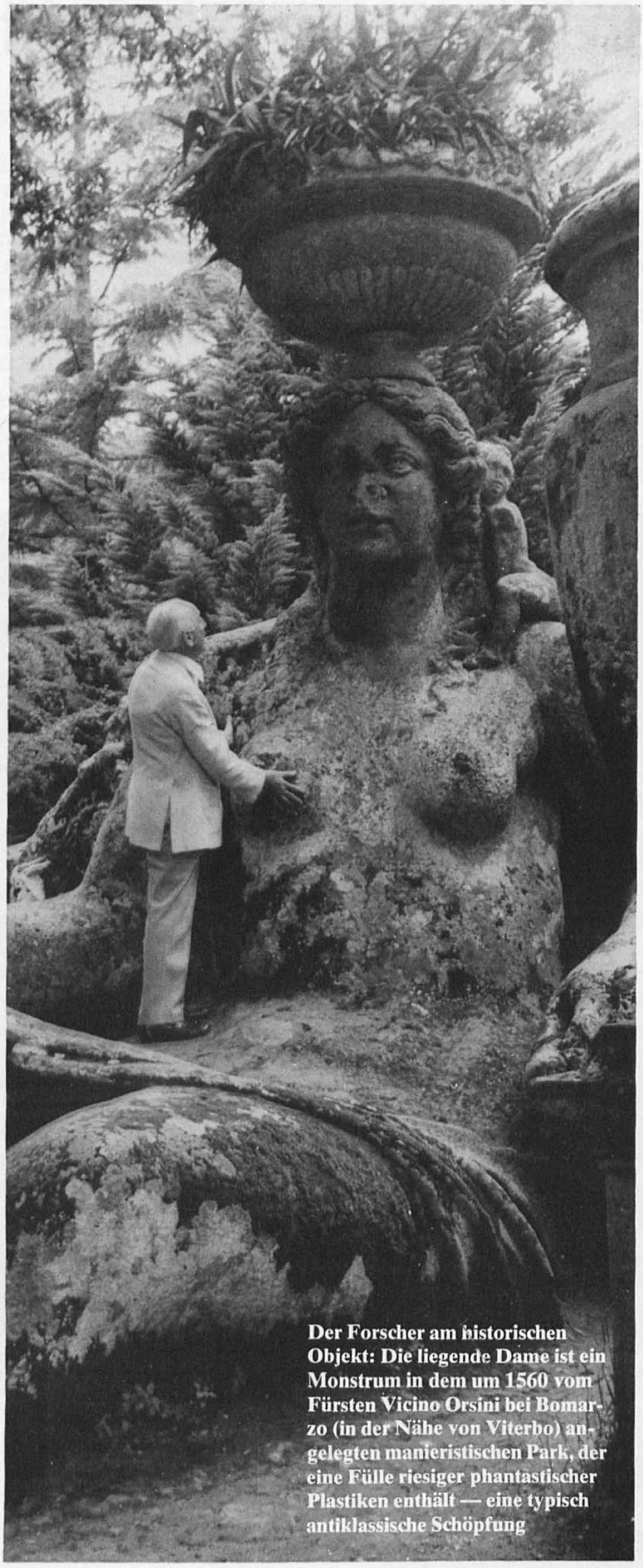
Konzentrierte Absichtslosigkeit:

Friedrich Klemm zum 75. Geburtstag

»Aber eben nur die Naturwissenschaft und Technik des Abendlandes haben sich die Welt erobert. Man ist geneigt zu fragen, warum gerade im Umkreis des abendländischen Menschen die heute die Welt umspannenden, miteinander verbundenen Kulturbereiche der exakten Naturwissenschaft und Technik entstanden sind. Dieser Frage nachgehen würde wesentliche Erkenntnisse über die abendländische Kultur im allgemeinen und über naturwissenschaftliche und technische Entwicklungen im besonderen vermitteln und würde zeigen, welche Kräfte bei den für das Abendland spezifischen Kulturleistungen im Gebiet der Naturwissenschaft und Technik wirksam waren und welche Rolle die den abendländischen Geist bestimmenden Faktoren, wie etwa Antike und Christentum, dabei spielen. Solcherlei Betrachtung vermag den Blick zu öffnen für die Ganzheit der Kultur und damit wesentliche Bildungselemente vermitteln. Und es ist gerade die hervorragende Aufgabe der Geschichte der Naturwissenschaft und der Technik, die Kulturverbundenheit dieser Fächer sichtbar zu machen.«

Diese Sätze Friedrich Klemms aus dem Jahr 1977 hätten das programmatische Geleitwort sein können, unter dem »Kultur & Technik« vor nunmehr zwei Jahren dieses Werk begann. Diese Sätze waren aber das maßgebende Geleitwort eines nunmehr 75jährigen Lebens, das es sich nicht erlaubte, auch nur einen Zoll breit von dieser unerbittlichen Richtschnur abzuweichen.

Das ist das Auffälligste, das jemanden beeindruckt, der Leben



Der Forscher am historischen Objekt: Die liegende Dame ist ein Monstrum in dem um 1560 vom Fürsten Vicino Orsini bei Bomarzo (in der Nähe von Viterbo) angelegten manieristischen Park, der eine Fülle riesiger phantastischer Plastiken enthält — eine typisch antiklassische Schöpfung

Curriculum vitae

Geboren 22. 1. 1904 in Mulda bei Freiberg, Studium an der TH Dresden in Mathematik, Physik, physikalischer Chemie und Geschichte der Naturwissenschaften, in Dresden Staatsprüfung für das Lehramt an Gymnasien, in Leipzig und Dresden Staatsprüfung für den höheren Dienst an wissenschaftlichen Bibliotheken, in München Promotion zum Dr. rer. nat. mit einer technikgeschichtlichen Arbeit.

Seit 1932 wissenschaftlicher Bibliothekar, seit 1950 Bibliotheksleiter und 1956—1969 Bibliotheksdirektor am Deutschen Museum, München. 1950 Lehrbeauftragter und 1959 Honorarprofessor für Geschichte der exakten Naturwissenschaften und der Technik an der TH München.

1963—1965 und 1969—1974 geschäftsführender Vorsteher des Forschungsinstituts für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik am Deutschen Museum.

1965—1967 Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik.

1976 ff. beratende Tätigkeit im Gebiet der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik innerhalb der Arbeitsgruppe Didaktik am Deutschen Museum.

War als *Bibliotheksdirektor* bemüht, die Bibliothek zu einem Institut auszubauen, das dem wissenschaftlich Arbeitenden das notwendige vielfältige Handwerkszeug bietet, insbesondere dem im Gebiet der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik Arbeitenden.

Hielt als *Historiker der Naturwissenschaften und der Technik* von 1950 bis 1976 Vorlesungen an der TH bzw. TU München.

Zahlreiche Veröffentlichungen, davon hier genannt:

Technik. Eine Geschichte ihrer Probleme. Freiburg 1954 (Übersetzungen in die engl., italien. u. spanische Sprache)

Kurze Geschichte der Technik. Freiburg 1961 (Übersetzung in die französ. Sprache)

Briefe eines romantischen Physikers. J. W. Ritter an G. H. Schubert u. an K. von Hardenberg. Zus. mit A. Hermann. München 1966

Leonardo da Vinci. Codices Madrid. Bd. 4.5. Transkr. v. L. Reti. Übersetzung v. G. Ineichen, F. Klemm, L. von Mackensen, Reinhilt Richter. Frankfurt a. M. 1974

Allgemeine Tendenz in Klemms Arbeiten zur Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik: die Mitte zu halten zwischen materialgeschichtlicher Darstellung (Fakten) und mehr geistesgeschichtlicher Betrachtung.

Leistung
und
Partnerschaft

Wenn Sie die Dresdner Bank heute im Kreise der ganz Großen finden, dann gibt es dafür viele Gründe. Einer davon ist, daß bei allen unseren Bemühungen und Leistungen immer der Kunde im Mittelpunkt steht. Großcomputer, Belegleser, elektronische Datenfernübertragung helfen uns, die Flut der täglichen Geschäfte schnell und zuverlässig abzuwickeln und unsere Kunden so zu betreuen, wie sie es von uns erwarten können. Denn erst die Technik einer großen Bank gibt uns die Zeit für eine persönliche, auf die individuellen Probleme des einzelnen Kunden zugeschnittene Beratung. Daraus entstand die vertrauensvolle Partnerschaft, die uns mit Kunden und Geschäftsfreunden in aller Welt verbindet.

Dresdner Bank

In Berlin: BHI

und Werk Friedrich Klemms beobachtet; das ist das Eindrücklichste, das sich dem mitteilt, der einige Jahre dieses Leben begleiten durfte: die konzentrierte Absichtslosigkeit. Neben der selbstlosen Sicht und Sichtung der ursprünglichen Zeugnisse und Quellen der Kulturgeschichte des Menschen gab es keine persönlichen Ab-sichten. Ehrenvolle Berufungen wurden ausgeschlagen, glanzvolle Auftritte abgelehnt. Über 45 Jahre verharrt und beharrt ein Mensch auf der Museumsinsel, Texte, Bilder, Objekte zu befragen und zu interpretieren. Solidität, die wie Urgestein wirkt in einer beruflichen Welt, die Mobilität und dynamischen Wechsel als professionelles Qualitätsmerkmal wertet.

Und wer seine Untersuchungen liest oder gar bei ihm sitzt und ihn fragt — fragen allerdings muß man, sonst redet er nicht! —, der erfährt und — wenn er noch offen ist — der lernt ein Zweites: Gehorsam, der vom Hören kommt. Einem Leben hinhörender wissenschaftlicher Redlichkeit und Askese wurden Stimmen der Vergangenheit vernehmbar und gegenwärtig, die sich nicht dem Dreinreden, sondern nur der Stille erschließen, wurden Zeugen und Zeugnisse der Geschichte beredt, die die Gegenwart richten und sich nicht nach ihr richten oder gar vom jeweils modischen Heute sich richten lassen. Eben deshalb hatte Klemm viele hörende Schüler; aber er bildete keine Schule, keine technikgeschichtliche oder wissenschaftstheoretische Jüngerschaft, die allzuleicht die Lehrmeinung des Meisters nach- oder gar vorbetet und die Geschichte als Steinbruch für das Mosaik eigener Theorie mißbraucht. »Jede Epoche ist unmittelbar zu Gott, und ihr Wert beruht gar nicht auf dem, was aus ihr hervorgeht, sondern in ihrer Existenz selbst, in ihrem eigenen Selbst« — dieses Wort Leopold von Rankes schrieb Klemm selbst über sein Tun. Aber er übersteigt allen unengagierten Historismus mit dem Zusatz: »In der Tat, das Denken und Tun einer anderen Zeit verstehen bedeutet eine wesentliche Bereicherung der eigenen Zeit, der eigenen Persönlichkeit.« Das unterscheidet ihn von vielen seiner Zunft: Weder gleichgültiger Registrator des Vergangenen noch voreiliger Deuter der Zeichen der Zeit, ringt er um die Deutung unserer Herkunft und offenbart so deren Bedeutung für unsere Zukunft. Und so kommen ihm — und uns! — wie kaum zuvor die unlöslichen rettenden oder verhängnisvollen Zusammenhänge in den Blick, die die scheinbar autonomen Disziplinen, die sich verselbständigenden und isolierten Bereiche der Welt des Menschen zu einem vernetzten System verbinden. Darum redet er wenig, sondern macht beredt und sagt dadurch viel; sagt dann auch manches harte oder ironische, nie aber zynische, eher mitleidige Wort über die ehrfurchtslosen Geschichtsklitterer, Ideologen und voreiligen Praktiker.

Und das ist das Dritte, das Klemm zugleich zu einem Wissenschaftler machte und zu einem Vorbild: nicht die Genialität, sondern der Fleiß. In der Rücksicht auf die Geschichte lernte und lehrte er die Vorsicht auf das, was wesentlich und deshalb unauffällig ist. Nie war er leicht-fertig mit dem, was er mitteilte; und nie leicht-fertig mit dem, dem er es mitteilte, mochte dieser noch so unwissend und unerfahren sein. Nicht der langweilige Fleiß des Verbissenen, sondern die Hingabe des Gelassenen, zu der nur fähig ist, wer von sich selbst gelassen hat; des Weisen (sapientia, sapere), dem die Dinge so »schmecken«, wie sie sind — bis hin zur besinnlichen Zigarre und zum fröhlichen Glas Wein. Oder ist das vielleicht wirkliche Genialität?

Diese fleißige, aber ehrgeizlose Gelassenheit führte ihn schließlich dazu, daß er sein Lebenswerk nicht mit einer »Summa« testamentarisch beschließt, sondern am Lebensabend, da andere sich zur Ruhe setzen, seine Aufgabe darin sieht, seinen wissenschaftlichen Ertrag und fachlichen Beitrag allgemein verständlich zu vermitteln; mitzuarbeiten im Kreise junger Pädagogen; mitzuhelfen, ohne Angst vor »Popularisierung«, eine Zeitschrift zu machen, die jedermann verstehen lassen möchte, daß Kultur und Technik untrennbare Pole humanen Lebens sind.

Wenn Wahrheit (aletheia) das Enthüllte, das Entborgene ist, dann ist Friedrich Klemm durch seine Bergung und Deutung geschichtlicher Zeugnisse ein Zeuge der Wahrheit. *K & T*

Emanzipation in den Wolken

Aus dem poetischen Album eines luftschiffenden Frauenzimmers

Die erste Frau, die in Deutschland die Gondel eines Luftballons bestieg, war auffallend zierlich und recht hübsch. Ein kleiner brauner Band, in dem sie, Wilhelmine Reichard, die Erinnerungen an ihre Luftreisen zusammenstellte, wird in den Sondersammlungen des Deutschen Museums aufbewahrt. Abenteuerlich klingt es manchmal, was diese Blätter mitzuteilen haben; doch werden die »erschröcklichen« Erlebnisse umrahmt durch eine Fülle von Gedichten, die uns den biedermeierlichen, lyrischen Glanz jener Zeit am Anfang des 19. Jahrhunderts nahebringen.

Wenn auch die Fahrten der tapferen Dame mit dem Ballon und das sich darumrankende Ritual im nachhinein auf uns einen höchst romantischen Eindruck machen, so steckte letztlich doch bitterer Ernst dahinter. Für sie und ihren Mann war es der einzige Weg, um die Mittel für die Gründung einer kleinen chemischen Fabrik zusammenzubringen.

Das Geld für ein Studium reichte Johann Carl Gottfried Reichard nach dem Abitur nicht aus. Sein Vater, Kommissionsrat und Direktor der herzoglichen Porzellanfabrik zu Fürstenberg, starb, als sein jüngster Sohn erst drei Jahre alt war. So wurde Johann Buchdruckerlehrling in Braunschweig, und erst später fand er Gelegenheit, bei den damals berühmten Professoren Hermbstaedt und Klaproth in Berlin zu studieren. Damals erlebte er auch als Zuschauer die Luftreise Professor Bourquets mit, und von da an war er der Luftschifferei zugetan. Seine Berliner Studien beendete er wahrscheinlich ohne regulären Abschluß. Nach Braunschweig zurückgekehrt, wollte er 1806 seine erste Ballonreise unternehmen, doch der Kriegsausbruch vereitelte sie. Reichard war vermutlich als Drucker tätig, jedenfalls heiratete er in dieser Zeit ein, wie sich später herausstellen sollte, recht mutiges Mädchen mit einer Reihe wunderschöner Vornamen: Johanne Wilhelmine Siegmundine – Schmidt. Ein Jahr darauf war er Vater, »ein Genuß, der sich noch siebenmal wiederholte«, wie sein Grabredner sagte.

1810 stieg Reichard zum ersten Mal mit dem Luftballon auf. Nach den Napoleonischen Kriegen versuchte er seinen alten Traum zu verwirklichen – eine chemische Fabrik zu gründen. Das Geld aber reichte nur zum Erwerb eines Grundstückes aus. Um das fehlende Kapital zu beschaffen, unternahm er in den Jahren 1816 bis 1820 zusammen mit seiner Frau nicht weniger als 22 Luftreisen gegen Geld und konnte endlich 1821 mit dem Bau beginnen. Die Fabrik florierte; schon 1825 produzierte sie 650 Zentner Schwefelsäure, 1844 wurden davon als Hauptprodukt der Anlage 3300 Zentner ausgestoßen. Am Ende seines Lebens war Reichard schließlich ein erfolgreicher, honoriger Unternehmer. Er verschied am 27. März 1844 »... ungern zwar, doch ergeben in den Ratschluß des Höchsten«, wie wir wiederum seiner Grabrede entnehmen.

Während wir über den Lebenslauf Johann Reichards eine Menge von Einzelheiten wissen, ist über seine Frau Wilhelmine dagegen recht wenig überliefert. Eigentlich nur, daß sie hübsch und mutig war. Nie enttäuschte sie das Publikum, das sich bei ihren Ballonfahrten einfand; so hieß es in einem zeitgenössischen Zeitungsbericht:

... Im Allgemeinen ist Mad. Reichard bey ihren Luftreisen sehr schlecht durch das Wetter begünstigt worden, und es zeugt unläugbar von vieler Achtung für ihr Publikum, daß sie niemahls durch Gefahr für ihre Person sich abhalten ließ, ihre Zusagen zu erfüllen ...

Sie selbst machte nicht allzuviel Aufhebens von ihrem Luftsport, so flossen ihr meist nur oberflächliche Betrachtungen aus der Feder:

20. April 1811 ... so bestieg ich, gehörig vorbereitet, die Gondel mit völliger Ruhe und schwang mich sehr getrost in die Luft ...

Offensichtlich war dies auch der Eindruck, den sie auf die damaligen Journalisten machte, so heißt es 1820:

... Nachdem die Luftschifferin das zweckmäßig verzierte Fahrzeug mit anspruchsloser Grazie bestiegen und die letzten Einrichtungen mit liebenswürdiger Unbefangenheit getroffen hatte ...

Die so als gleichmütig Geschilderte hatte jedoch schon schlimme Erlebnisse hinter sich gebracht. Ihre dritte Luftreise war so dramatisch abgelaufen, daß ihr Mann eine kleine Broschüre »Beschreibung der von Wilhelmine Reichard, geb. Schmidt, unternommenen dritten Luftreise. Von G. Reichard, Dresden 1811« drukken ließ. In ihr schildert er dramatisch:

... Jetzt aber brach der Sturm mit erneuter Gewalt los, und drohte alles zu zerstören. Die Windseile zerrissen einigemale, und auch das Netz begann, der großen Gewalt zu weichen. Es zerriß an vielen Stellen, besonders gefährlich, am obern Theil des Balles, in der Gegend des Ventils. Unter allen diesen Unannehmlichkeiten schlich

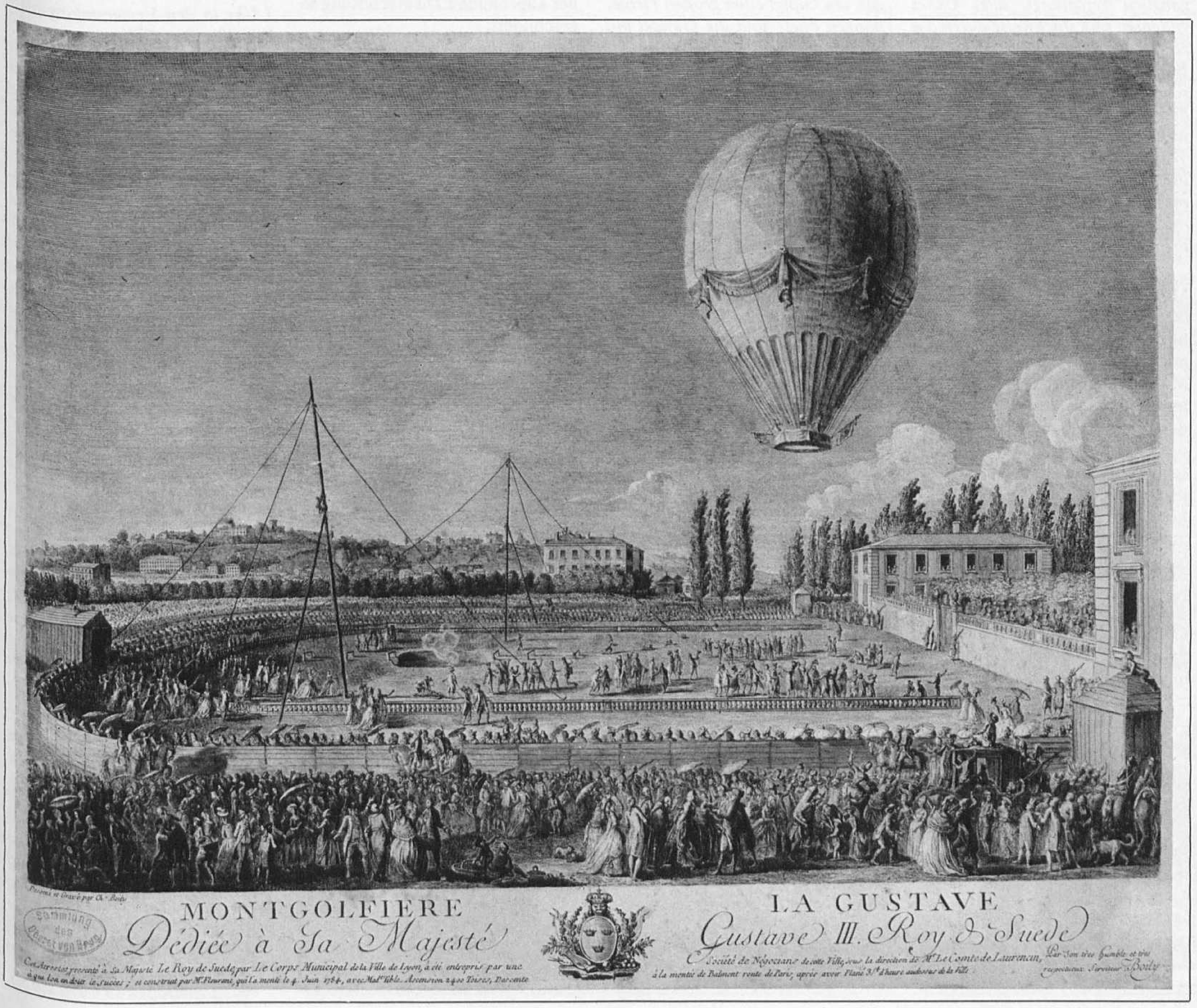
die so sehnlich erwünschte, zur Abreise bestimmte Stunde (2 Uhr) herbei, der Sturm wüthete unaufhörlich fort... Meine Bitten, theils an meine Frau, um sie von ihrem Vorhaben abzubringen, theils an die Umstehenden, sie gewaltsam zurück zu halten, gerichtet, waren fruchtlos. Um halb 4 Uhr, als ich mich zu einem nochmaligen Versuche dieser Art entfernt hatte, bestieg meine Frau plötzlich die Gondel, und der Ball schwebte empor. Der Wind trieb ihn gegen die im Garten befindliche Allee, und das Netz verwickelte sich in den Zweigen. Durch Zurückbiegen derselben, wie durch das Auswerfen der letzten drei Pfund Ballast, wurde der Ball frei, und stieg langsam auf eine Höhe von ungefähr 400 Fuß. Plötzlich aber senkte er sich, und kam auf einem freien Platze nahe vor dem Thore zur Erde herab. Noch ehe er diese erreichte, warf meine Frau ihr letztes Erleichterungsmittel, den Anker mit dem Tau, von sich; und nun erfolgte das Aufsteigen in mäßiger Geschwindigkeit ... Nach 12 Minuten verschwand der Ball in den Wolken...

Noch ahnte aber Wilhelmine Reichard nicht, was ihr bevorstand:

Kaum befand ich mich über den Wolken, und empfand den mich erquickenden Einfluß der Sonnenstrahlen, als heftige Windstöße den Ball nach verschiedenen Richtungen schleuderten. Die Gondel befand sich nur noch selten unter dem Ball; sie war bald vor, bald hinter demselben ... Ich stand in der Gondel, hielt mit der rechten Hand den Schlauch verschlossen, und in der linken das an einer Schnur befestigte Barometer. Da die Geschwindigkeit des Balles mit jedem Augenblick zunahm, so öffnete ich von Zeit zu Zeit das Ventil, doch ohne merklichen Erfolg. Plötzlich verspürte ich eine unangenehme Störung der Respiration. Der Barometerstand war um diese Zeit 11''2'''.

Nach späteren Berechnungen Reichards war der Ballon also 24 000 Pariser Fuß hoch gestiegen. Selbst wenn man im nachhin-

Ein historischer Augenblick – die erste Frau der Welt geht in die Luft! Nur sechs Monate später als die ersten Männer – am 21. November 1783 starteten der Physiker-Chemiker Jean François Pilâtre de Rozier und der Infanteriemajor Marquis François d'Arlandes zu ihrer ersten Fahrt – betrat in Anwesenheit des schwedischen Königs Gustav III. die als Minerva verkleidete Sängerin Elisabeth Tible mit dem Maler Fleurant am 4. Juni 1784 die Gondel eines Gasballons. Wie Zeugen berichteten, sangen die beiden in der Luft Lieder wie »Ich bin die Königin« und »Wir reisen in die Wolken«. Nach 45 Minuten endeten das Singen und die Fahrt mit einer Bruchlandung, bei der sich Frau Tible das Bein brach. Der Kupferstecher Ch. Boily war beim Start anwesend



ein unterstellt, daß diese Angabe mit fast 8000 Metern erreichter Höhe übertrieb, so war sie doch zu hoch hinaufgekommen:

... In meiner Stellung verbleibend, verlor ich bald darauf das Bewußtseyn. Wie lange dieser Zustand gedauert hat, vermag ich nicht zu beurtheilen, denn ich erwachte nur noch auf einen Augenblick, und dieser war der schrecklichste meines Lebens. Ich fand mich in dem Schiffchen liegend, und das Barometer war meinen Händen entsunken. Das Quecksilber oscillirte gewaltsam, heftig in die Spitze der Röhre schlagend. Mein Blick fiel sogleich auf den Ball. Man denke sich, welches Entsetzen mich ergriff, als ich ihn gänzlich zersprengt, alles Gases entledigt, und stückweise durch das zerrissene Netz flattern sah ... Mit Blitzesschnelle die Wolken durchschneiden, mich der Erde sehr nahe erblicken, und abermals bewußtlos dahinsinken, war das Werk eines Augenblicks ... Als ich die Augen aufschlug, befand ich mich in einem ländlichen Zimmer, mit Menschen umgeben, deren theilnehmende Blicke mir deutlich zeigten, daß ich mich in guten Händen befand...

Wie durch ein Wunder hatte Wilhelmine überlebt. Das Protokoll eines Augenzeugen enthüllt, warum:

... Endesunterzeichneter bezeugt, daß er am 30. Septbr. 1811, Nachmittags halb 5 Uhr, Madame Reichard mit einem Luftballon, welcher in Stücke, und drei große lange Flügel getheilt war, über hiesiges Dorf habe gehen sehen, und zwar mit einem so großen Geräusche und Schnelligkeit, als ob der größte Sturmwind sauste. Dieser Ballon zog sich über den sogenannten Wacheberg nach Böhmen, wo er dann mit den Flügeln und dem Netze auf der Höhe des Berges, am Gipfel einer großen Fichte, hängen blieb, und die Gondel mit der Madame an der Fichte an deren Aesten herunter stürzte. Die Madame Reichard war ohne Atem und ihrer Besinnung entsetzt ... Daß dieses der Wahrheit gemäß, versichert mit Rechtschaffenheit und durch Namens-Unterschrift, am 1. October 1811 Johann Christlieb Thiermann, Erb und Lehnrichter... (Mit Siegel)

Der Absturz ließ die tapfere Luftschifferin recht berühmt werden:

... Am folgenden Tage strömten aus der ganzen umliegenden Gegend einige hundert Menschen herbei, um die Person zu sehen, welche in einer so großen Gefahr, der besondern Obhut der Gottheit werth gewesen zu seyn schien...

Der Ballon war völlig zerstört, und so konnte man ihn nach der Reise nicht in irgendwelchen Ballsälen der Gasthöfe gegen Geld herzeigen, was sonst einen wesentlichen Aktivposten neben den Einnahmen für Zuschauerbilletten beim Start ausmachte. Man war nun auf die Geschenke Wohlwollender angewiesen. Die große Anteilnahme wurde von der Wiener allgemeinen Theaterzeitung so geschildert:

Der bey dieser Luftfahrt in pekuniärer Hinsicht erwachsene Schaden war sehr bedeutend. Wohlhabende Einwohner in Dresden versuchten ihn dadurch zu mildern, daß sie auf eine sehr zarte Weise der Luftschifferin ein Geschenk von 120 Dukaten überreichen ließen...

Ganz so gefährlich sollte es für sie nicht noch einmal kommen, obwohl sie immer wieder in schwierige Situationen geriet. Da man das zahlende Publikum nicht enttäuschen durfte, mußte man zur festgesetzten Zeit eben aufsteigen und dann sehen, wie man zurechtkam. So drohte bei ihrer fünften Luftreise von Hamburg aus der Wind sie aufs Meer hinauszutreiben. In den Beschreibungen dieser Reise wird ein Ritual sichtbar, wie es dann auch bei den Starts zu allen folgenden Fahrten geübt wurde:

Staats- und Gelehrte Zeitung des Hamburgischen unpartheyischen Correspondenten. Anno 1816 (Am Freytage, den 30. August.) ... Madame Reichard trat um 1 Uhr in den Versammlungsplatz, begrüßte ihre Bekannten und ließ sich einigen angesehenen Damen vorstellen ... Sie stieg in den mit Eichenlaub und Blumen beflochtenen Korb ..., stellte die beyden Fahnen, deren eine mit dem Hamburger Wappen und die andere mit dem Hanseaten-Kreuz gezieret war, sich zu beyden Seiten, nahm dann einen Blumenkorb in die Hand, und indem Herr Reichard den Ballon vor einem Theil des Publicums am Seile herumführte, streute sie Blumen auf die Zuschauer. Dann stieg sie ruhig aber schnell von uns empor. Wie der kleine Blumenkorb geleert war, schwenkte sie beyde Fahnen. Das Publicum und vorzüglich die gegenwärtigen Frauen und Mädchen riefen, Gott sey bey Ihnen ... Das ganze Publicum war hingerissen ... Man weiß nicht, wie in ein so zartes, junges Frauenzimmer diese besonnene Kühnheit eingekehrt ist; aber sicher begleiten alle fühlenden Herzen diese merkwürdige Luftschifferin, so wie sie den redendsten Beweis ablegt, daß auch Frauen-Seelen zu Zeiten mit beherzten Männern an Muth wetteifern...

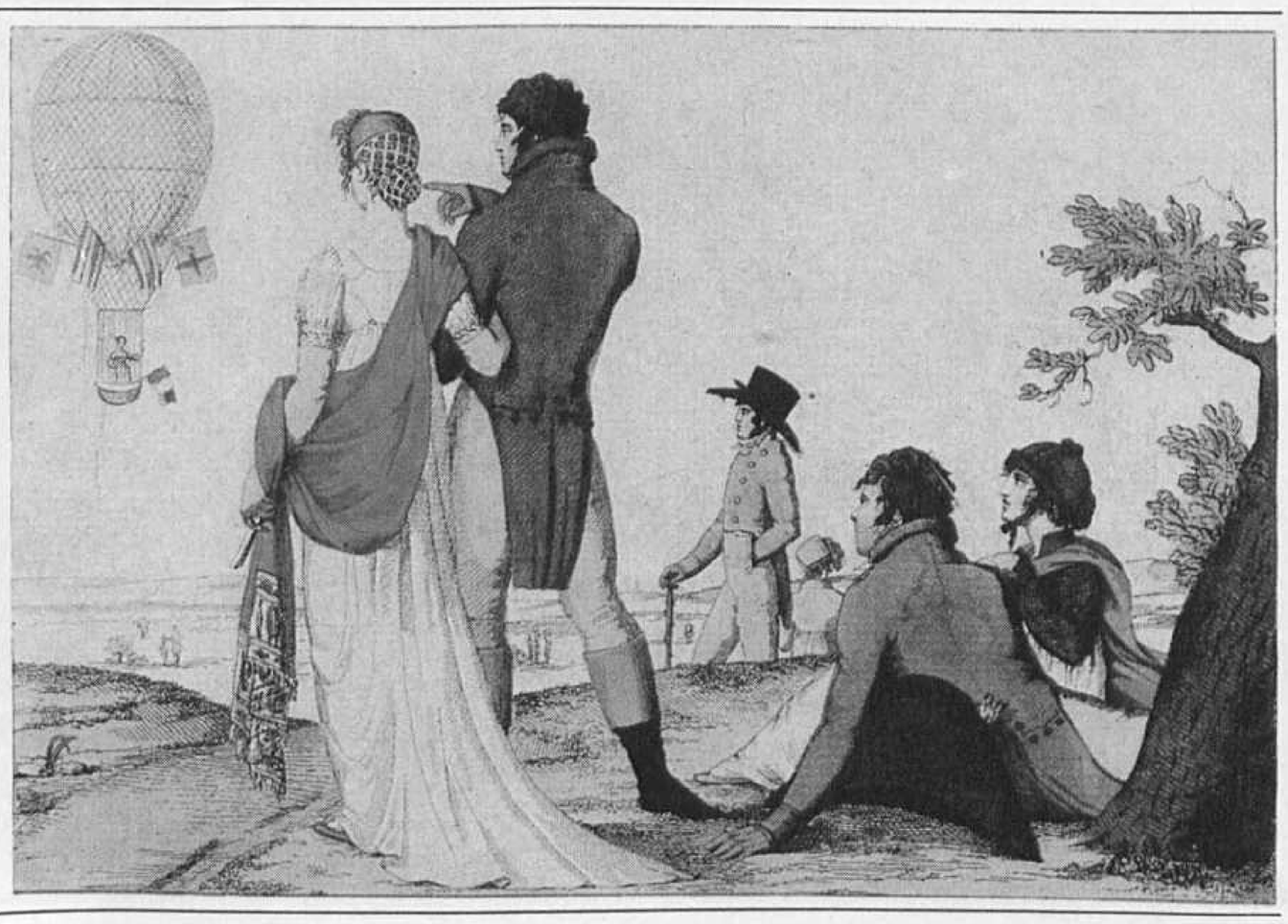
Zunächst blieb die Luftschifferin verschwunden. Die Zeitungen waren besorgt:

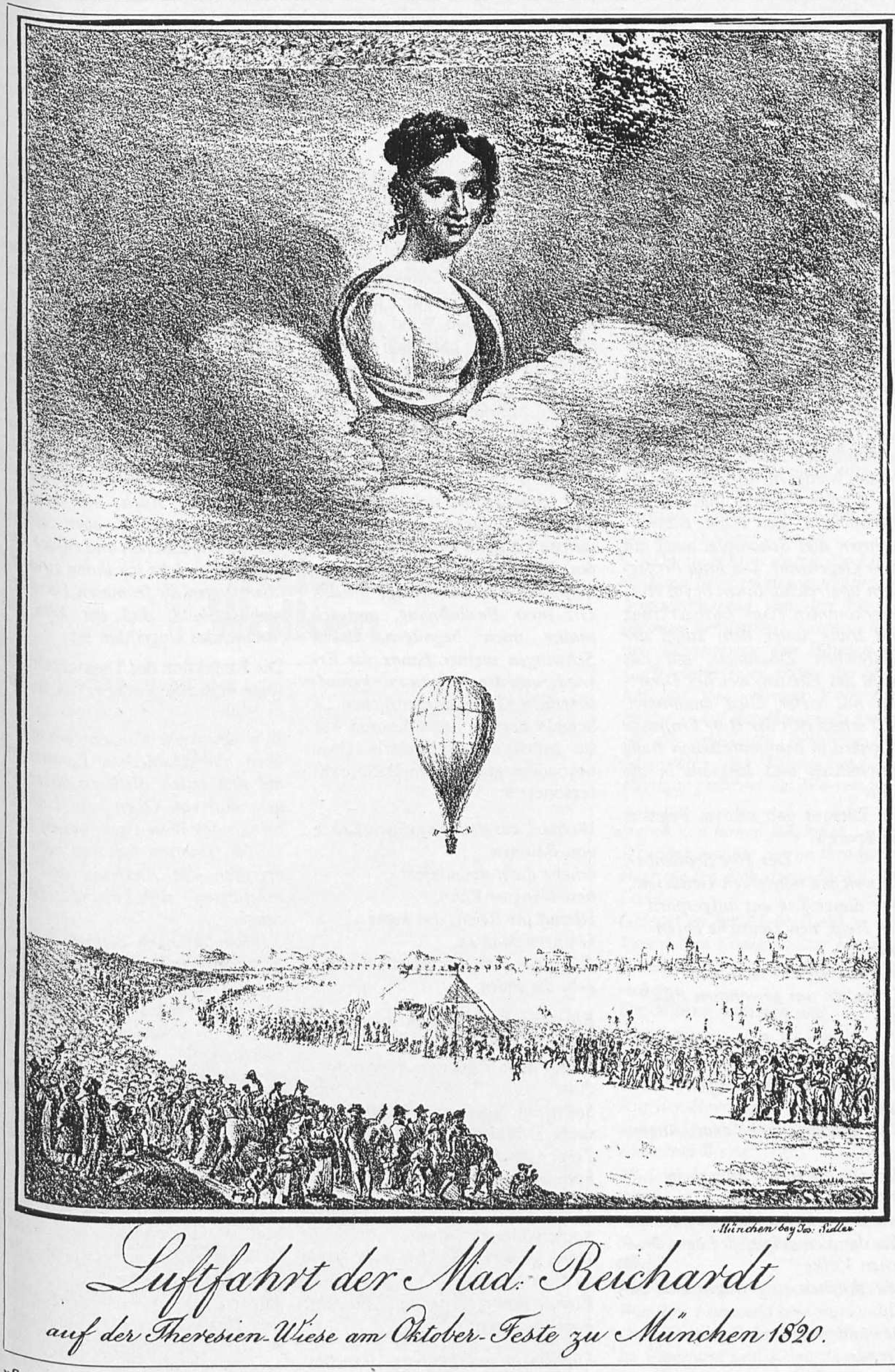
Hamburg den 2. Sept.... Die Theilnahme gieng in zunehmende Besorgniß über, da wegen des Schicksals der so interessanten Luftschifferin keine Nachrichten eingiengen, und da man befürchtete, daß der Ballon die Richtung nach der Ostsee genommen haben möchte...

Madame Garnerin unternahm mit ihrem Mann André-Jacques, der übrigens 1797 als erster Mensch mit einem Fallschirm aus 1000 Meter Höhe absprang, viele Ballonfahrten. Im Jahre 1798, aus dem das Bild stammt, hatte aber das Ehepaar große Schwierigkeiten, wie wir im Bericht eines fleißigen Journalisten der Zeit lesen können:

»Die Polizei hat dem Bürger Garnerin die Luftreise mit einem Frauenzimmer verboten, weil er nicht erweisen konnte, daß diese Gesellschaft etwas zur Vervollkommnung der Kunst beitragen werde, weil die Luftfahrt von zwei Personen verschiedenen Geschlechts unanständig und unmoralisch, und weil es nicht ausgemacht sei, ob nicht der Druck der Luft den zarten Organen eines jungen Mädchens gefährlich werden könnte.«

Unten rechts: 1802 stieg Madame Garnerin allein in die Luft und wurde vom staunenden Publikum bewundert. Eine kolorierte Radierung aus dem gleichen Jahr





Luftfahrt der Mad. Reichardt

auf der Theresien-Wiese am Oktober-Feste zu München 1820.

»Seht! – der kunstreiche Ball steigt höher und immer höher, unsere Herzen schlagen voll Bewunderung und in unserm Innern kämpfen Bangigkeit für die Künstlerin mit dem Vertrauen auf ihre mehrmalen geprüfte und bestätigte Kunst mit einander«, schrieb der Königlich Baierische Ban-Rath Anton Baumgarten über den Aufstieg Wilhelmine Reichards am Oktoberfest zu München 1820

Dann aber landete Wilhelmine Reichard doch, und jedenfalls sehr dramatisch:

Privilegirte wöchentliche gemeinnützige Nachrichten von und für Hamburg. Donnerstag, den 5ten September 1816.

... Bey Güstrow war sie so nahe an der Erde, daß mehrere Leute, dorten gegenwärtig, den von ihr ausgeworfenen Anker anfassen wollten, als ein Sack mit 5 Pfund Ballast durch die offnen Seiten des Korbes, in dem sie stand, fiel, und sie den mit offnem Munde unter ihr stehenden Helfern wieder verschwand. Von hier an ward die Luftfahrt äußerst unangenehm. Sie gerieth in eine dichte, dicke Wolke. Ihr ward so übel zu Muthe, daß sie schnell zu der Flasche mit dem alten wackern Madeira griff, und sich erfrischte. Große Regentropfen hiengen an den Stricken. Wie sie diese feuchte Region durchschifft hatte, erblickte sie wieder die Erde ... und sah viel Holz. Dennoch, da der Ball sich senkte, entschloß sie sich zu landen, warf aber immer ein wenig Ballast aus, um nicht plötzlich niederzukommen. Der Ballon fiel auf einen Theil des Waldes, bestehend aus hohen alten Buchen und Eichen. Sie warf den Anker aus, dieser faßte auch etwas, aber durch die Gewalt des Windes huckte der Luftball von einem Baum zum andern. Sie gefährdete nun, ihren Ball zu verlieren, arbeitete zwischen den Aesten, Zweigen und Gipfeln der Bäume herum, brach mit unbegreiflicher Stärke viel Holz um sich ab, und fühlte sich ganz entkräftet, bis glücklicherweise Bauern ankamen, aber sie noch immer nicht retten konnten. ... Ein Bauer kletterte einen Baum heran, und sagte: sie solle ihm die Hand reichen. Er wußte freylich nicht, daß wenn sie mit ihrer Schwere von 105 Pfund aus dem Korbe stieg, der Ball wie ein Blitz wieder entschlüpft wäre. Sie opferte durch Erbrechen dem heiligen Hayn, und konnte nur antworten: Ich kann nicht aussteigen. Es liefen nun mehrere Menschen hinzu. Nachdem sie sich etwas erholt hatte, warf sie einen Strick herunter, und an diesem zogen sie während einer Windpause den Luftball zu einem leeren Platz ... Zwey Bauerfrauen faßten die ganz erschöpfte Luftschifferin unter die Arme, und setzten sie auf einen nicht fernen Bauernwagen. Eine gute Strecke war sie gefahren, als Frau von Lewezow mit ihrer Equipage kam, und sie nach ihrem Hause führte. Sie ist mit einer ungemeinen Freundlichkeit und Artigkeit aufgenommen. Madame Reichard hat der Frau von L. zum Andenken die Fahne mit Hamburgs Wappen geschenkt. Frau von L. sagte: nach ihrem Tode solle diese Fahne zu ewiger Erinnerung dem Archive beygelegt werden; auch ist ein förmliches Protokoll der Reise gerichtlich aufgenommen, und ebenfalls dem Archiv einverleibt worden. Den anderen Morgen reisete Madame Reichard ab. Wo sie auch ankam, sey es in dem ersten Gasthause, oder der kleinsten Wirthschaft, wollte kein Gastwirth sich bezahlen lassen ... In Schwerin ward ihr am Abend ein Ständchen mit voller Musik gebracht ...

Wäre auf diesem Bild ganz unten nicht ein Luftballon sichtbar, würde man in dem biederen Zweierporträt kaum die mutigen Eheleute Wilhelmine und Johann Reichard suchen. Die Lithographie stammt aus dem Jahr 1830, und da hatten sie als Luftfahrer schon ausgedient

Ihre dankbaren Freunde verfaßten eine Hymne und ließen sie auf ein Seidenband drucken:

Zu Ehren der Frau Professorin Reichardt, nach glücklich vollendeter Luftfahrt abgesungen im Namen Ihrer aufrichtigen Verehrer und Freunde in Hamburg. Am 2. September 1816

Ein Tag enteilt dem andern kaum,
Da ward uns bang um's Herz;
Wo ist Sie, die so muthvoll war?
Droht Ihrem Leben auch Gefahr?
So lispelte der Schmerz. –
Chor. Wo ist Sie etc.

Da sandte Gott vom Himmel hoch
Ihr Trost und Hülf herab!
Nach langem Kampf im leeren Raum
Ward Sie erlöß't am Waldes Saum
Dort hob man Sie herab. –
Chor. Nach langem etc.

Gott war mit Ihr, wird mit Ihr seyn!
Im Staube betet an;
Auf! preiset laut des Höchsten Treu,
Verherrlicht hat er sich aufs neu;
Er hilft auf luftiger Bahn!
Chor. Auf preiset etc.

Schon wenige Tage später stieg man in Anwesenheit des Fürsten Blücher auf. In der Presse las sich dies wie folgt (man beachte den gekonnt gehandhabten Majestätsplural, doch handelte es sich nur um einen Fürsten):

Privilegirte wöchentliche gemeinnützige Nachrichten von und für Hamburg. Dienstag, den 17ten September 1816.

... Die Frau Professorin erhob sich zuerst bis zu einer ziemlich beträchtlichen Höhe, ließ sich aber sodann wieder herabziehen, um ihrem Gatten Platz zu machen. Se. Durchlaucht, der Fürst Blücher, beehrten dies Schauspiel auch mit Ihrer Gegenwart. Die Frau Professorin überreichte Ihnen beym Herunterkommen einen Lorbeerkranz und trank unter dem Jubel der zahlreichen Zuschauer, auf das Wohl des Fürsten, welches Dieselben mit vieler Güte annahmen. Jetzt erhob sich der Herr Professor Reichard in dem entfesselten Balle majestätisch und langsam in die Lüfte ...

Ein Dichter gab seinem Pegasus die Sporen:

Der 16te September.

Zu welchen herrlichen Genüssen
War dieser Tag uns aufgespart!
Ein Held, den Deutsche ehren müssen
und eine Heldin seltner Art
Entlocken uns gewohnten Pflichten
Nur Greis und Kranker blieb zurück;
Und ließen aus gedrängten Schichten
Uns spähen nach dem Augenblick',
Wo die, die schon so manche Wolke
Mit ihrem Luftschiff kühn zerriß,
Wo der sich zeigte, der dem deutschen Volke
Die Freyheit zu erringen sich befliß.
Bewunderung und Dank und Freude
Verschmolzen hier in einen Wonneruf:
Nicht Zufall war es, daß für Beyde
Gott diesen goldnen Tag erschuf!
G. W. Fischer

Beim Aufstieg in Prag war es der Start, der Frau Reichard gefährlich wurde.

Wiener allgemeine Theaterzeitung und Unterhaltungsblatt für Freunde der Kunst, Literatur und des geselligen Lebens. Donnerstag, den 6. July 1820. Aus dem Brief der Madame Reichard über ihre Luftreise in Gegenwart Sr. Majestät des Kaisers in Prag an ihre zuhausegebliebene Schwester. (Der Start war wiederum durch den starken herrschenden Wind sehr gefährdet, beinahe hätte sich der Ballon nicht schnell genug erhoben):

»... Erst auf den lebhaften Zuruf meines Mannes wendete ich den Blick und eilte durch schnelles Entleeren eines Sandsackes dem Scheitern zu entrinnen. Schneller und schneller hob sich der Ballon. Von den Gedichten und Blumen, welche ich der Führung des scharfen Windes überließ, brachte der Unfreundliche nur wenige an den Ort ihrer Bestimmung, und ich mußte mich begnügen, durch Schwingen meiner Fahne die Erwiederung der noch zu mir heraufttönenden Grüße auszudrücken...«

Schade darum, denn diesmal war sie selbst die Verfasserin eines besonders gelungenen Ballonfahrersonettes:

Wohlan, aus deinem grünen Kranz von Bäumen
erhebe dich, mein leicht beschwingter Kahn,
Hinauf ins Reich, das keine Gränzen säumen,
Die Erd entflieht, durch Wolken geht die Bahn, –

Ein glänzend Meer in ungemess-'nen Räumen
ist vor dem trunk'nen Auge aufgethan,
Sonst nur befahren von der Sehnsucht Träumen
Trägt es mich selbst, die Schwache, himmelan!! –

Doch wenn ich, nur ein Punkt noch, vor euch schwebe,
Dann glaub't, daß sich mein Herz zu Gott erhebe,
Ein dankbar Herz, von Andacht hoch entbrannt,

Für Euch will ich von des Allmächt'gen Höhen
Für Euren Kaiser Segen dann erflehen;
Heil Österreichs beglücktem Friedensland'!! –
W R.

Bei einer Landung in Böhmen hatte es Frau Reichard besonders schwer, weil das anwesende Publikum nicht wußte, was ein Luftballon ist:

... Der Anker hatte nur unvollkommen gefaßt. Er sprang daher wieder auf und wurde in einen Wassergraben geschleudert, wo er sogleich vollkommen fest lag. Mit dem Balle wurde ich, so weit es das Tau erlaubte, umhergeworfen, wobey ich nichts thun konnte, als die Klappe geöffnet zu halten und meinen Ballast vor dem Herausfallen zu bewahren. Einige Hirten in der Nähe, bestürzt wegen der ihnen ganz neuen Erscheinung, trieben ihr Vieh so schnell und weit als möglich fort, doch sah ich zugleich mehrere Menschen aus der Ferne herbeyeilen. Auch sie blieben schüchtern stehen, aber einige freundliche Zeichen und Bilder der Heiligen, welche ich ihnen zuwarf, überzeugten die frommen Landbewohner bald, daß ich kein zu fürchtendes Ungethüm sey.

Die Redaktion der Theaterzeitung fügte dem eine Fußnote bei, in der es heißt:

Eine sehr weise Vorsicht, um manchen abergläubischen Landmann auf den ersten Blick zu überzeugen, daß von Oben kein Unheilbringendes Wesen gekommen sey. ... Sie näherten sich nun beherzt, ergriffen das Ankertau und bemächtigten sich meines Fahrzeuges ...

... Ich bin noch niemals bey so heftigem Winde glücklicher gelandet und habe von der ganzen Fahrt, von 4½ Meilen, die ich in einer Stunde zurückgelegt habe, keine Unannehmlichkeit gehabt, als die ganz unbedeutende, daß mein Gesicht ganz dunkelroth geworden war, welche Röthe erst nach einigen Tagen mit Ablösung der Haut sich wieder gänzlich verloren hat ...

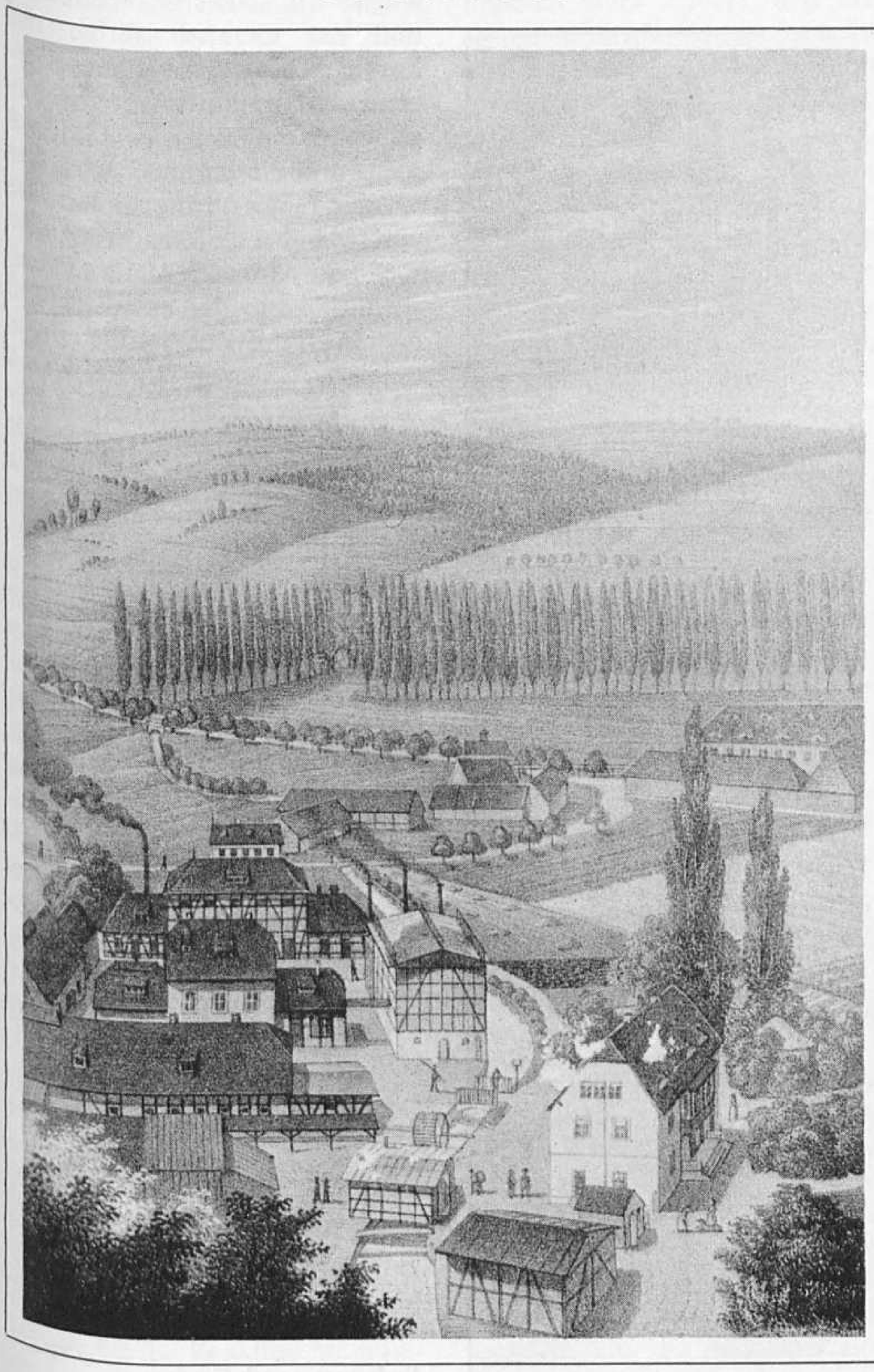
Nicht immer war die Presse diskret. Bei ihrer Abreise nach einer Ballonfahrt-Tournee durch die K. K.-Monarchie hieß es:

Wiener Allgemeine Theaterzeitung und Unterhaltungsblatt für Freunde der Kunst, Literatur und des geselligen Lebens. Dienstag, den 5. September 1820

... Madame Reichard ist in Gesellschaft ihres Gatten am 30. August nach München abgereiset, wo sie auf eine Einladung Sr. Majestät des Königs von Bayern eine Luftfahrt in Nymphenburg unternehmen wird. Die Totalsumma, welche bey ihren hiesigen beyden Luftreisen eingekommen ist, soll über 15 000 fl. W. W. (Florin = frz. Bezeichnung für Goldgulden,

d. Verf.) und gegen 800 fl. Conv. Münze betragen. Wenn man hierzu das bedeutende Geschenk von 200 Dukaten in Gold, welches Mad. Reichard in Prag von Sr. Majestät erhalten hat, und die reiche Einnahme vom dortigen Publikum dazu zählt, verbunden mit der zuvorkommenden Aufnahme, so dürfte sie den Aufenthalt in den österreichischen Staaten wohl unter ihre schönsten Erinnerungen bringen.

Emanzipation in den Wolken



Die chemische Fabrik des Herrn Professor Reichard im Plauischen Grunde

Zum letzten Mal stieg sie zur Zeit des Münchener Oktoberfestes 1820 auf. Ein Kupferstich zu diesem Ereignis diente 1977 der Deutschen Bundespost als Vorlage für eine Briefmarke. Diesmal wurde ihr die Fahne geschenkt, und wieder warf sie Gedichte ab. Aus der Festschrift jenes Jahres erfahren wir:

... Das erste Mitglied des Renngerichtes, Hr. Baptist Findl, bürgerlicher Caffetier, ordnete nach vorheriger Benehmung mit andern Mitbürgern eine Fahne an, womit die Künstlerin beym Aufsteigen die Allerhöchsten Herrschaften und das zahlreich versammelte Volk aus der höhern Luft begrüßen wird. Diese der Künstlerin übereichte Fahne enthält das Münchener Stadtwappen, und zum dauernden Angedenken für sie die ehrenvolle und belohnende Inschrift: »Die Bürger von München an die geprüfte und muthvolle Luftschifferin Wilhelmine Reichard, bey der Luftfahrt am Oktober-Feste 1820, auf der Theresens Wiese.

... Da rauscht es durch die Lüfte, und den Blüthen gleich, welche der Sommermorgen von den Fruchtbäumen herabstreut, fallen in kleinen Blättern aus den Händen der Luftseglerin zwey Worte des Dankes auf das erfreute Volk hernieder.« Auf der Hauptseite stehen an die geheiligten Personen Ihre Majestäten des Königs und der Königin gerichtet die Worte:

Herab von hohen Regionen,
Wo ober mir die Sterne thronen,
Begrüße ich dich, freundlich's Land,
Geleitet an der Liebe Band
Von deines Königs weiser Hand. –
Wenn stürmisch auch die Lüfte wehen,
Die Stürme kommen und vergehen,
Was Liebe bindet, bleibt bestehen;
Wird niemals, niemals untergehen.

Auf der Reversseite stehen die der erwartungsvollen Volksmenge gewidmeten Worte:

Und sink ich aus den Wolken wieder
Auf Baierns Mutter-Erde nieder,
So find ich Menschen, treu und bieder,
Im Handeln kräftig und voll Mark,
Wie ihre Frauenthürme stark; –
Denn jedem guten braven Baier
Ist Vaterland und König theuer,
Erwärmt mit diesem Lebensfeuer
Läßt er nicht aus das sich're Steuer,
und das, was seine Zunge spricht,
Das muß so seyn, und anders nicht. –
D'rum soll belohnend euch die Sonne freundlich scheinen,
und brüderlich noch oft auf diesem Platz vereinen!
Bringt gute Baiern viele Jahre noch
Dem beßten König Max ein herzlich Lebehoch!

Während diese kleinen Gedichte in der Luft herumflattern, hat sich der Ballon bereits über die Wolken erhoben. Gute Reiter setzen ihm nach, um von seyner Niederlassung Zeuge zu seyn...
Flora. Ein Unterhaltungsblatt. München, Dienstag den 3. Oktober 1820.

... Als sich Mad. R. in der Höhe befand, bemerkte sie, daß ihr Ball noch zwei Risse erhalten habe. Sie flog über die Stadt und die Vorstadt jenseits der Isar nach Osten und wurde sehr lange gesehen. Sie ließ sich nach 3/4 Stunden bei der Poststation Zorneding...nieder. Zu ihrem Glück kehrte ein Bürger aus München, der Wachstuch-Fabrikant Hr. Seltenhorn gerade von einer Reise zurück. Er sah die Luftschifferin im nahen Walde niederfallen, und eilte dahin, um ihr Beistand zu leisten.

Auch Johann Reichards Luftfahrerkarriere endete in München. Im Jahre 1835 stieg er anläßlich des Oktoberfestes in Anwesenheit König Ludwigs I. und dessen Familie zum letzten Mal auf. Und so gab er seinem luftigen Pegasus zum allerletzten Mal kräftig die Sporen:

Im leichtgefügten Kahn, durch leichte Luft gezogen,
Entschweb' ich Euch, gleich einem Traumgebild',
Und schau hinab vom hohen Himmelsbogen
Auf Bayerns segensreich Gefild'.

Der Sitz von kunstreich schöpferischem Walten,
Die Königsstadt bleibt unter mir zurück;
Indem sich Flur und Wald so weit von mir entfalten,
Begränzen Riesenberge nur den Blick.

Doch, sey's auch schön; im fröhlichen Gewühle
Dort unten, war mir schöneres bekannt:
Der wackern Bayern herzliche Gefühle,
Für König und für Vaterland.

Ob ich bei Euch, ob in den Aetherräumen weile,
Mein deutsches Herz birgt gleichen Sinn.
Indem ich zu den höchsten Wolken jetzt enteile,
Nehmt meinen Abschiedsgruß mit Liebe hin! *Kr*

Dokumenta

Otto Krätz

Die Entwicklung der Naturwissenschaften in Exponaten und Dokumenten aus den Sammlungen und aus der Bibliothek des Deutschen Museums: chemische Analytik.

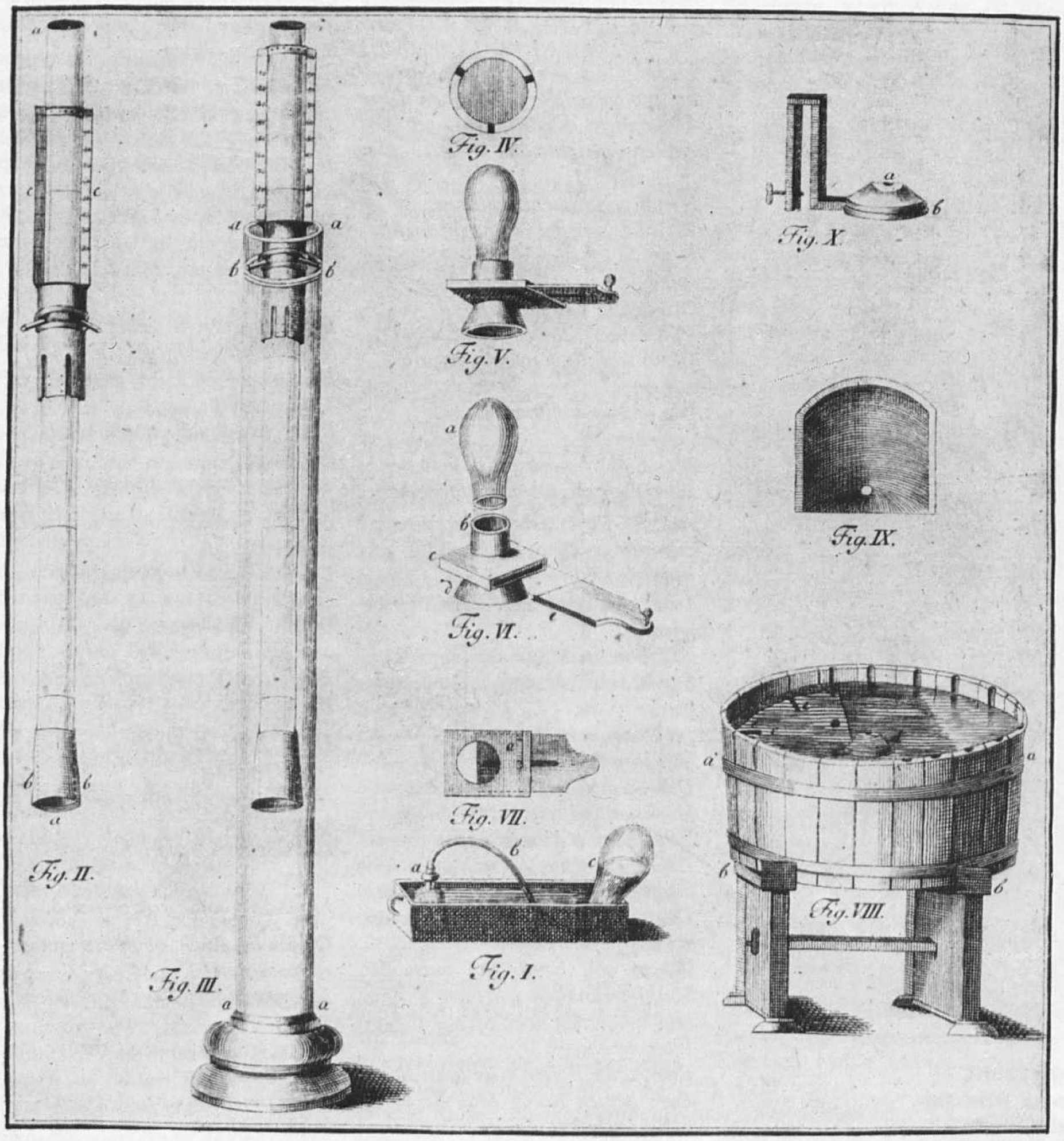
Eudiometrie

Eudiometrie — so nannte man seit den 70er Jahren des 18. Jahrhunderts nach einem Vorschlag des Marsilio Graf Landriani, Hofmarschall des Herzogs von Sachsen-Teschen, die Verfahren, um die Güte der Luft durch chemische Messungen zu bestimmen. Es gab zahlreiche eudiometrische Methoden, aber nur etwa drei kamen in allgemeineren Gebrauch. Betrachten wir als erstes das

Eudiometer nach Fontana,

benannt nach dem Abate Felice Fontana (1730—1805), Physiker des Großherzogs von Toskana und Direktor des naturkundlichen Kabinetts zu Florenz. Dieses Instrument beruht auf einer Entdeckung des englischen Gelehrten und Geistlichen Joseph Priestley (1733 bis 1804). Er erhielt im Juni 1772 durch Übergießen von Kupferspänen mit Salpetersäure ein farbloses Gas, das er »nitrous air« nannte. Es bestand, wie wir heute wissen, vorwiegend aus Stickstoffmonoxid. Vermischte er dieses Gas mit gewöhnlicher Luft, so wurde sie teilweise verbraucht, und das Gemisch färbte sich braun. Schüttelte er dieses Gasgemisch dann mit Wasser, so verschwand ein Teil des Gasvolumens und die braune Farbe. Das Wasser reagierte nun sauer. Das zurückbleibende Gas war nicht mehr zur Atmung tauglich. Offensichtlich hatte der atembare Teil der Luft mit der »Salpeterluft« reagiert. Priestley hatte damit noch vor der eigentlichen Entdekkung des Sauerstoffes (1774) eine Methode gefunden, den für die Atmung tauglichen Teil der Luft zu messen.

Erläuterung zum Bild links:
Fig. I zeigt die Darstellung der »Salpeterluft« aus Salpetersäure und Kupferspänen. Die Konstruktion der »Eudiometermaße« zeigen Fig. V, VI und VII. Zu jedem Eudiometer gehörten zwei Eudiometermaße, deren Volumina sich wie zwei zu drei verhielten. Die Salpeterluft wurde in das größere Maß eingefüllt, die zu untersuchende Atemluft in das kleinere. Mit Hilfe des an einer Zwinge befestigten Trichters (Fig. X) in einem als pneumatische Wanne dienenden Wasserbottich (Fig. VIII) füllte man die Gase in das zunächst nur mit Wasser gefüllte Meßrohr (Eudiometerrohr, Fig. II), das dann kräftig geschüttelt wurde. Zur genaueren Messung führte man das Eudio-



Eudiometer nach Fontana
Kupferstich aus: Johann Andreas Scherer, Geschichte der Luftgüteprüfungslehre für Aerzte und Naturfreunde. Wien 1785

6

Im Mai 1977 erschien ein Sonderheft dieser Zeitschrift, das die Geschichte der Technik von der Antike bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts widerspiegelt. In den darauf erschienenen Ausgaben 77/78 wurde an Beispielen aus Astronomie, Optik, Mechanik, Magnetismus und Elektrizität die Entwicklung der Naturwissenschaften dargelegt.

meterrohr in einen mit Wasser gefüllten Standzylinder über (Fig. III).

Priestley trat eine Lawine los, denn überall in Europa fing man nun fieberhaft an, die Güte der Luft zu bestimmen. Dabei ging man von der Annahme aus, daß die Luft keine konstante Zusammensetzung ihrer atembaren und nicht atembaren Bestandteile habe, sondern von Ort zu Ort sehr verschieden beschaffen sei. Man nahm an, daß die Gesundheit der Bevölkerung ganzer Landstriche von dieser Zusammensetzung abhinge. Fontana selbst (er hatte die von Priestley entdeckte Reaktion durch Entwicklung eines passenden Instrumentes standardisiert) durcheilte mit einem solchen Eudiometer ganz Europa und maß überall die Güte der Luft, so auch in der St.-Pauls-Kathedrale in London, wobei er interessante Meßreihen aufstellte (sowohl ohne als auch mit Weihrauch, außerdem in der Gruft) und bemerkenswerte Ergebnisse erhielt. Da das Eudiometer nach Fontana kein Niveauausgleichsgefäß hatte, entstand stets ein Ablesefehler, was damals jedoch nicht beachtet wurde. Auch verlief die Reaktion nicht völlig eindeutig.

An der Reaktionsfolge sind die drei chemischen Gleichungen beteiligt:

a) $3\,Cu + 2\,NO_3^- + 8\,H^+ \rightarrow 2\,NO + 3\,Cu^{2+} + 4\,H_2O$

b) $2\,NO + O_2 \rightarrow 2\,NO_2$

c) $2\,NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HNO_2$

Die salpetrige Säure reagiert dabei weiter zu Salpetersäure, Stickstoffmonoxid und Wasser. Das Stickstoffmonoxid kehrt somit so lange in die letzte Teilreaktion zurück, bis die Reaktion quantitativ bis zur Salpetersäure verlaufen ist.

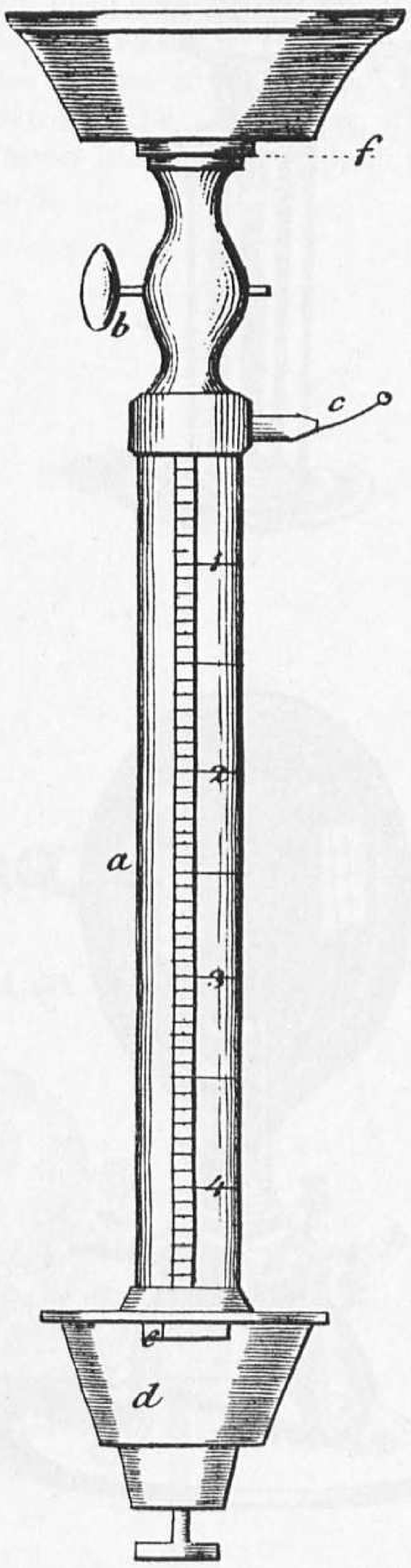
Die Ungenauigkeit der Reaktion öffnete dem Selbstbetrug der Messenden Tür und Tor. So fanden die meisten der damaligen Beobachter bei eigenem gehobenen Wohlbefinden auch einen stark erhöhten Gehalt der Luft an Sauerstoff. Im übrigen ermittelte man stets zu hohe Werte, was man aber damals nicht wußte. Erschwert wurden eudiometrische Messungen noch durch das Mitnehmen eines Zubers, den man als pneumatische Wanne brauchte, und in trockenen Gegenden mußte man auch das benötigte Wasser transportieren. Einfacher war es allerdings, an dem gewünschten Orte die vorher mit einer Luftpumpe leergepumpten Glasgefäße mit der zu untersuchenden Luft zu füllen und heim ins Laboratorium zu tragen. Solche Gefäße zeigten aber bei schwierigeren Reisen, zum Beispiel bei Fahrten mit dem Luftballon, eine bedauerliche Neigung, zu Bruch zu gehen. Eudiometer nach Fontana wurden zum Beispiel von Alexander von Humboldt auf seiner Südamerikareise benutzt. Er untersuchte damit nicht nur die Güte der Luft in den verschiedenen Höhenregionen der Anden beziehungsweise des Urwaldes, sondern auch Exhalationen der Vulkane. Diese Messungen füllen in der berühmten Beschreibung dieser Reise gewaltige Tabellen.

Knallgaseudiometer

Alessandro Volta (1745—1827) erfand ein sowohl als elektrisches Spielwerk wie damals auch als wissenschaftliches Instrument genutztes Gerät — die elektrische Pistole. Dabei handelte es sich um ein entweder aus Glas oder aus Blech gefertigtes Rohr, in das man eine Zündkerze eingebaut hatte. In das Rohr brachte man nun Gasgemische ein, die man mit Hilfe eines elektrischen Funkens zündete. So konnte man die Zündfähigkeit von Gasgemischen zeigen.

Dieses Instrument entwickelte Volta zum Knallgaseudiometer weiter. Im einfachsten Falle besteht es aus einem mit Graduierung versehenen Glasrohr, das oben durch eine Zündkerze verschlossen ist. Läßt man nun bestimmte Volumina Wasserstoff und zu untersuchende Luft in das zunächst mit Wasser gefüllte Rohr aufsteigen und löst dann durch den elektrischen Funken eine Explosion aus, so kann man, nachdem sich der Wasserdampf auf der Wasseroberfläche niedergeschlagen hat, den zurückgebliebenen Stickstoff der Luft bestimmen. Voraussetzung ist dabei allerdings, daß die umgesetzten Volumina nicht zu groß sind. Bei zu großen Ansätzen kann die Reaktionstemperatur im Rohr so hoch werden, daß Stickoxide auftreten, die das Meßergebnis verfälschen können.

Etwas aufwendiger ist das ebenfalls von Volta konstruierte sogenannte Reiseknallgaseudiometer. Ein solches Instrument aus dem Nachlaß des Chemikers und Pharmazeuten Johann Bartolomä Trommsdorff (1770—1837) ist erhalten (Inv.-Nr. 47123). Eine dickwandige gläserne Röhre wird oben und unten durch je eine starke Messingfassung mit Hahn verschlossen, die obere trägt eine Bohrung für die elektrische Zündkerze. Beide Fassungen sind durch dünne Messingstäbe verbunden und erweitern sich zu Trichtern. In die Öffnung des oberen wurde das eigentliche Meßrohr aufgesetzt, der untere diente zum leichteren Einfüllen der Gase unter Wasser in das Explosionsrohr. Die umzusetzenden Gase wurden mit einem kleinen Glasröhrchen eingemessen. Zum Transport des Wasserstoffes diente ein prächtiges urnenförmiges Gefäß. Mit einem solchen Instrument bestimmten 1805 Alexander von Humboldt und J. F. Gay-Lussac den wahren Gehalt der Luft an Sauerstoff zu 21 Volumenprozent.



Reiseknallgaseudiometer
Kupferstich (wie die weiteren) aus: Das Laboratorium — Eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der besten und neuesten Apparate zum Behuf der practischen und physicalischen Chemie. Weimar 1831

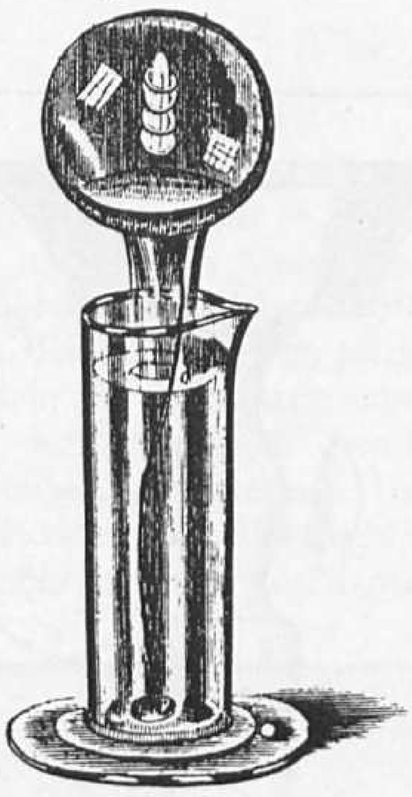
Die Handhabung solcher Voltaschen Eudiometer scheint nicht immer ganz problemlos gewesen zu sein. Im Anhang zu seiner »Luftgüteprüfungslehre für Ärzte und Naturfreunde« schilderte der Arzt Johann Andreas Scherer 1785 einen Versuch, den Volta selbst am 7. August 1784 in Anwesenheit von Scherer ausführte, bei dem das Eudiometer dem Explosionsdruck nicht gewachsen war und zersprang. Ängstlich fragte sich Scherer: »... Man muß also bei jeder Entladung der leidenschen Flasche mit Zittern vor einer bevorstehenden Gefahr das Werkzeug untersuchen, ob alles daran noch haltbar und fest verküttet ist ...«
Reiseknallgaseudiometer (S. 47) erfreuten sich aber damals größter Beliebtheit. So wissen wir, daß der Schweizer Gelehrte H. B. de Saussure (1740—1799), der als zweiter den Mont Blanc bestieg, ein solches Eudiometer mit sich führte, um am Gipfel die Güte der Luft zu messen, die sich als ganz vorzüglich herausstellte. Das Instrument mit Wasserschaff und Wasser zu transportieren war mindestens für seine Träger eine beachtliche sportliche Leistung.

Phosphoreudiometer

Der dritte Typ, der innerhalb der Eudiometrie breitere Anwendung fand, war das Phosphoreudiometer, das insbesondere von dem amerikanischen Professor Robert Hare (1781—1858) empfohlen wurde. Es galt eine zeitlang als recht genau, wenn auch langsam in der Handhabung. In einer zeitgenössischen Vorschrift wird die Anwendung wie folgt geschildert:

»Hare's Phosphor-Eudiometer.
Wenn ein Phosphor-Eudiometer von einem Drahte, wie Fig. 1. dargestellt ist, in einen Glaskolben getragen wird, welcher in einem Wassergefäß umgestürzt ist, so wird der Sauerstoff der eingeschlossenen Luft allmälig absorbirt. Um nun die Quantität Sauerstoff in der Luft zu bestimmen, braucht man bloß das Verhältniß zwischen der absorbirten und der eingeschlossenen Quantität auszumitteln.
Dieß läßt sich auf die Weise erreichen, daß man den Glaskolben wägt, wenn er mit Wasser gefüllt ist, und wiederum, wenn er nur

Fig. 1.



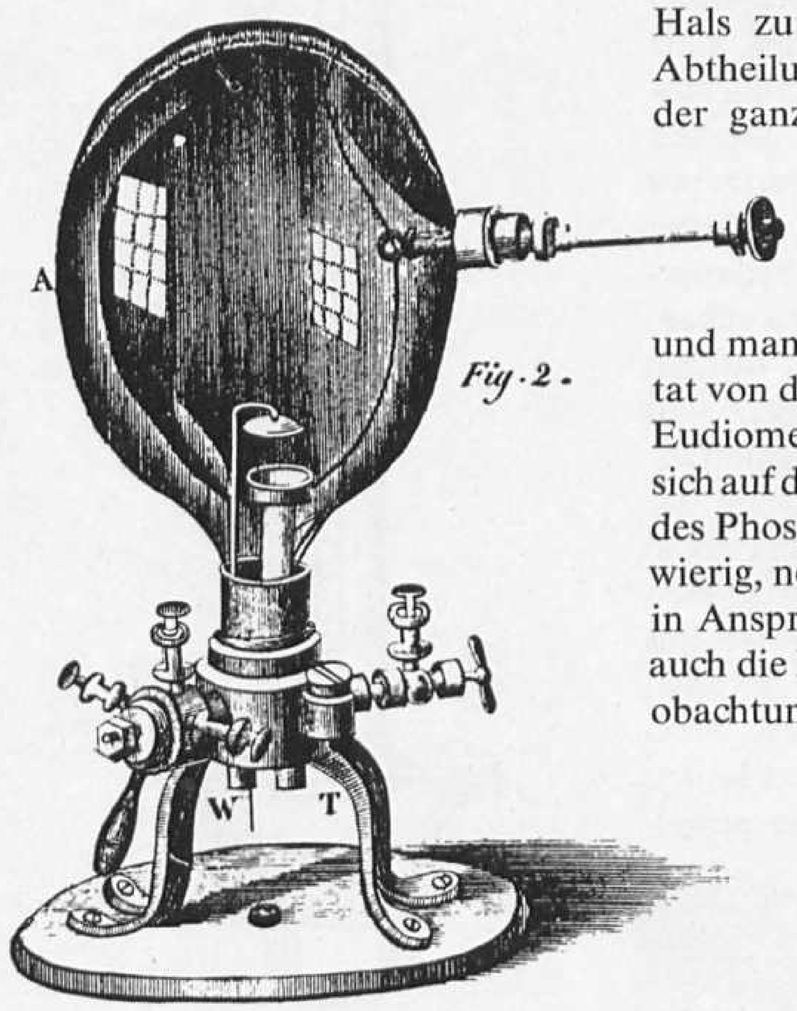


Fig. 2.

Phosphoreudiometer

diejenige Portion Wasser enthält, welche in Folge der Absorption in demselben emporgestiegen ist. Wie sich das Gewicht im ersten Falle zu dem Gewichte in letzterem Falle verhält (nachdem man in beiden Fällen das Gewicht des Glases abgezogen hat), so wird sich alsdann verhalten 100 zu der Quantität Sauerstoff in 100 Theilen der atmosphärischen Luft, die aus Sauerstoff bestehen.
Man kann auch den Inhalt des Gefäßes mittelst des Stempelgasmaaßes erfahren, und die Absorption auf die Weise messen, daß man aus diesem Instrumente so viel Luft einträgt, bis eine Compensation erfolgt ist. Wie sich nun der ganze Inhalt zu der Quantität verhält, welche die Absorption compensirt, so verhält sich 100 zur Quantität Sauerstoff in 100 Theilen atmosphärischer Luft.
Wenn der Hals eines solchen Kolbens ungefähr den 4ten Theil soviel zu fassen vermag, als der Bauch, so braucht man nur den Hals zu graduiren, so daß jede Abtheilung den hundertsten Theil der ganzen Capacität ausdrückt, und man kann alsdann das Resultat von dieser Scale ablesen.
Eudiometrische Processe, welche sich auf die langsame Verbrennung des Phosphors gründen, sind langwierig, nehmen mehrere Tage Zeit in Anspruch und machen folglich auch die Hülfe barometrischer Beobachtungen nöthig, um jede atmosphärische Veränderung zu erfahren und in Ansatz bringen zu können.
Man nimmt an, daß der Stickstoff durch die Auflösung des Phosphors sein Volumen um den 40sten Theil vergrößert. Dieß wird nun bei Schäzzung des rückständigen Gases in Abzug gebracht.
Die Wirkung des Phosphors kann durch Wärme beschleunigt werden; aber in diesem Falle muß die Operation über Quecksilber vorgenommen werden, und man wird die Manipulation mühsam und precär finden.

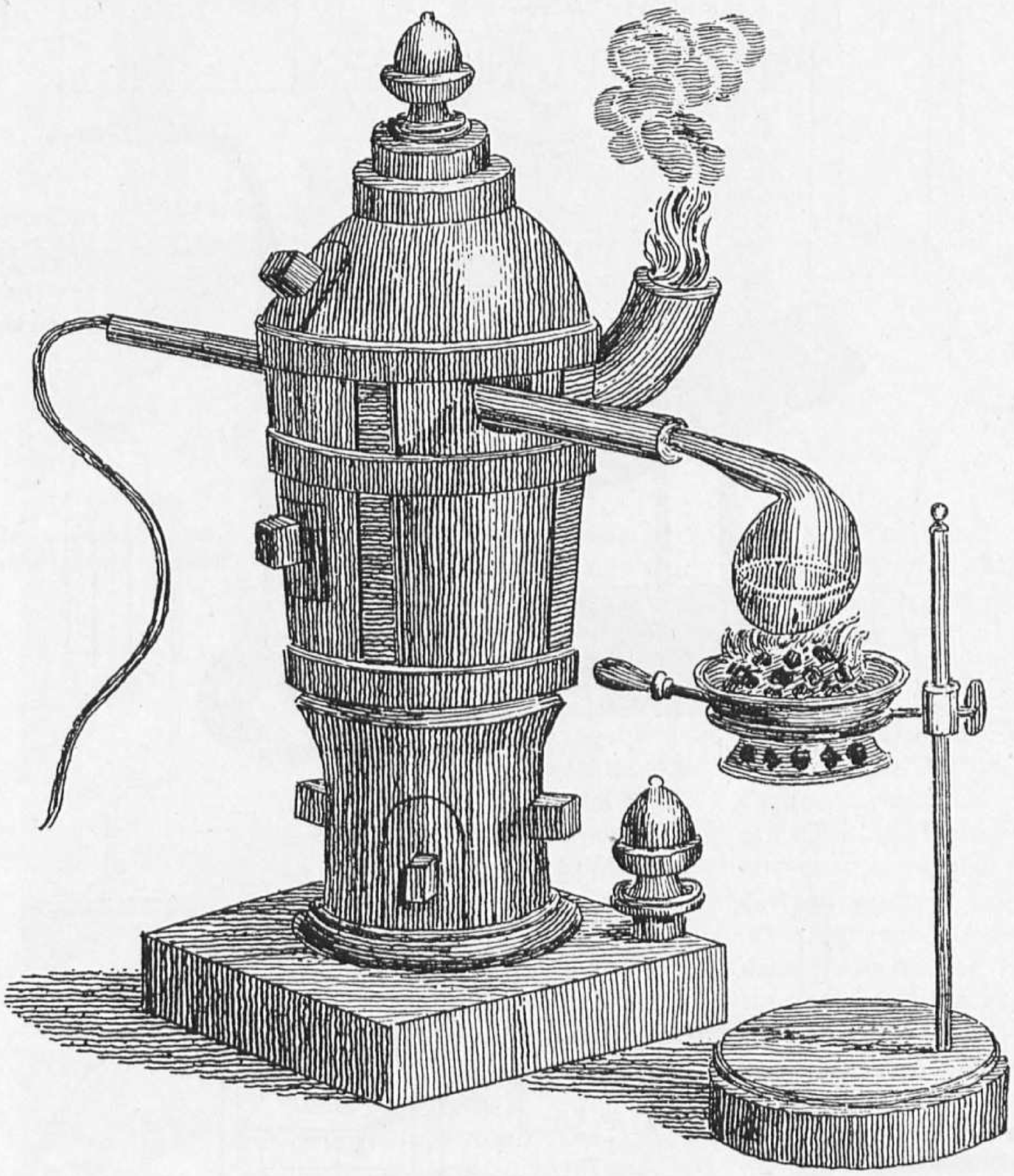
Hare's Phosphor-Eudiometer mit der Barometerprobe.
Ein hohles gläsernes Sphäroid, A, Fig. 2. von 11 Zoll senkrechtem und 9 Zoll waagerechten Durchmesser, ist in eine messingene Fassung gekittet, welche in einen Boden aus Gußmessing eingeschraubt und an einem eisernen Dreifuße befestigt ist. Statt der galvanischen Entglühungsdrähte, welche in Prof. Hare's Eudiometer mit der Barometerprobe angewendet sind, wird hier ein Schälchen für die Aufnahme des Phosphors von der Röhre T getragen, und verschließt das obere Ende desselben. Diese Röhre ist in die Achse eines eingeschraubten messingenen Stöpsels gelöthet. Wird nun der Phosphor mittelst eines glühenden Eisens entzündet, welches man in der Röhre bis unter die Schaale einführt, so wird der Sauerstoff der im Sphäroid eingeschlossenen Luft verdichtet und das Deficit mittelst der Barometerprobe untersucht.«

Zerlegung des Wassers nach Lavoisier

Bis zu A. L. Lavoisier glaubte man, Wasser sei ein nicht weiter zerlegbarer chemischer Körper, d. h. in unserem Sprachgebrauch ein chemisches Element. Lavoisier kam nun auf den Gedanken, Wasser mit glühendem Eisen umzusetzen. Er bediente sich dazu eines eisernen Flintenlaufes, den er schräg geneigt in einem Kohlebecken einmauern ließ. Die Zeitgenossen fanden dies jedoch wegen der erforderlichen Maurerarbeiten nicht sehr praktisch und so wurde 1831 eine etwas handlichere Variante dieses Versuches im »Laboratorium, Eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen« veröffentlicht:
»Apparat zur Zersetzung des Was-

sers. Man thut in einen alten Flintenlauf eine Quantität Eisendrehspäne und lutirt (lutieren = zusammenkitten, der Verf.) an das eine Ende desselben eine gläserne Retorte, von ungefähr einer halben Pinte Capacität, die man zur Hälfte mit Wasser füllt. An das andere Ende des Flintenlaufes lutirt man eine biegsame bleierne Röhre. Hierauf nimmt man den Deckel des Ofens ab und legt den Flintenlauf quer über das Feuer, so daß derjenige Theil, welcher die Eisendrehspäne enthält, der größten Hitze ausgesetzt ist. In dem Ofen brennt man Holzkohlen, untermischt mit Steinkohlen. Der Flintenlauf wird bald weißglühend. Unterdessen bringt man, mittelst eines Kohlenbeckens, das Wasser in der Retorte zum Sieden, und der Dampf muß durch die erhitzten Eisendrehspäne im Flintenlaufe streichen. Unter diesen Umständen vereinigt sich der Sauerstoff des Wassers mit dem Eisen, und der Wasserstoff entweicht gasförmig durch die biegsame Röhre.«

Auf diese Weise kann man die Zusammensetzung des Wassers zeigen. Der Wasserstoff wird dabei direkt in einer pneumatischen Wanne aufgefangen, die an das Bleirohr angeschlossen ist, und so kann man auch seine Menge bestimmen. Der Sauerstoff trägt zur Gewichtszunahme des Flintenlaufes und der Eisenspäne durch Bildung von Eisenoxid (Rost) bei. Quantitativ ist diese Messung jedoch nicht sehr genau. Immerhin war es Lavoisier so gelungen, ein altes Dogma zu widerlegen. Die elektrolytische Zersetzung des Wassers ist natürlich ungleich genauer.



Apparat zur Zersetzung des Wassers

Analyse im Trockenen

Das Lötrohr

Der Gebrauch des Lötrohres geht auf eine lange Geschichte zurück. Schon 1670 erwähnte Erasmus Bartholin in seiner Abhandlung über den isländischen Doppelspat, daß man dieses Mineral vor dem Lötrohr zu Kalk brennen könne. Zu seiner Zeit war aber das Lötrohr ebenso wie heutzutage ausschließlich ein Hilfsmittel der Goldschmiede und Juweliere, um kleine Objekte aus Edelmetall in einer Stichflamme zu bearbeiten. Auch verwendete man es früher bei der Herstellung von Zierstükken aus Glas. Doch erst Johann Andreas Cramer beschrieb 1739 eingehend das zu chemischen Zwecken benutzte Lötrohr. Es sollte aus Kupfer gefertigt sein und an seiner Krümmung eine hohle Kugel haben, um die beim Blasen in das Rohr gelangende Mundfeuchtigkeit zurückzuhalten. Er empfahl das Lötrohr zum Schmelzen kleiner Metallstücke und zur schnellen Prüfung mineralischer Stoffe in kleinen Mengen. Seine große Verbreitung erlebte das Lötrohr während des 18. Jahrhunderts in Schweden. Der Mineralreichtum dieses Landes veranlaßte viele schwedische Forscher jener Zeit, sich des Lötrohrs als einem bequemen analytischen Hilfsmittel zu bedienen. In dem wohl berühmtesten Lehrbuch des vorigen Jahrhunderts über das Lötrohrblasen, in Carl Friedrich Plattners »Probirkunst mit dem Löthrohre«, wurde 1878 der Höhepunkt dieser Entwicklung wie folgt geschildert:

»Cronstedt suchte auf die chemische Zusammensetzung der Fossilien eine Classification derselben zu gründen; um aber hierbei die Bestandtheile der Mineralien leicht und schnell aufzufinden, bediente er sich der Löthrohrversuche; auch war er nach v. Engeströms Mittheilung der erste, welcher alle zu Löthrohrproben erforderlichen Utensilien in eine compendiöse Form zu bringen suchte und einen tragbaren Löthrohrapparat ein sogenanntes Taschenlaboratorium, construirte ... Bergmann prüfte und erweiterte die Cronstedt'schen Versuche und legte seine Erfahrungen in einer Abhandlung: Commentatio de tubo ferruminatorio

Taf. 1.

Löthrohre.

Fig. 1.

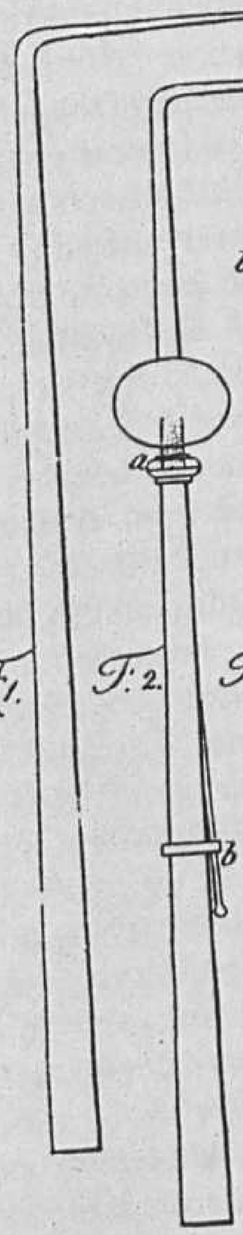


Fig. 2.

Fig. 3.

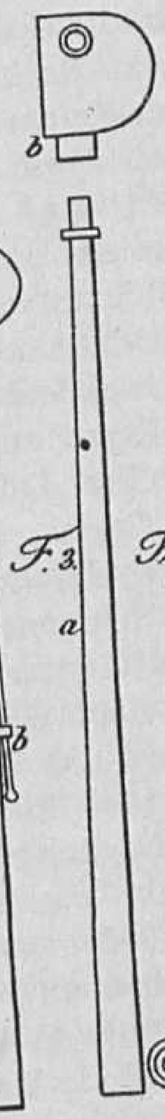


Fig. 4.

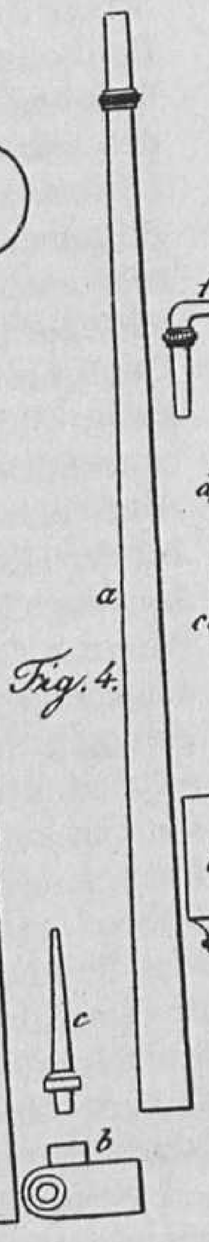


Fig. 5.

Fig. 6.

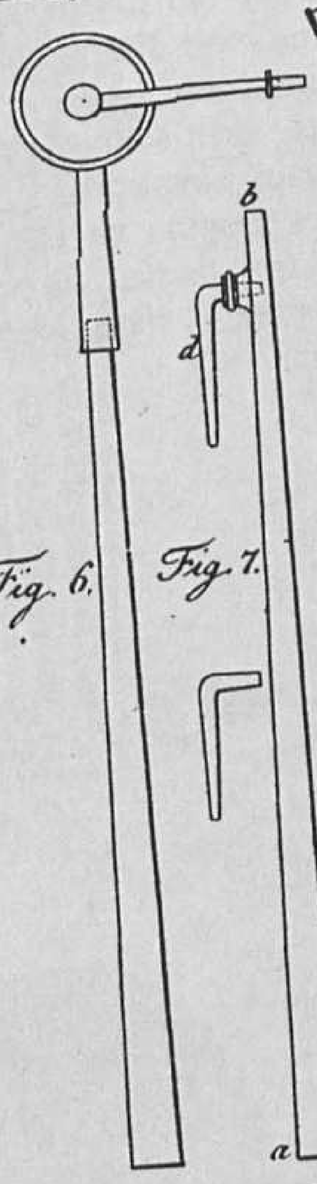


Fig. 7.

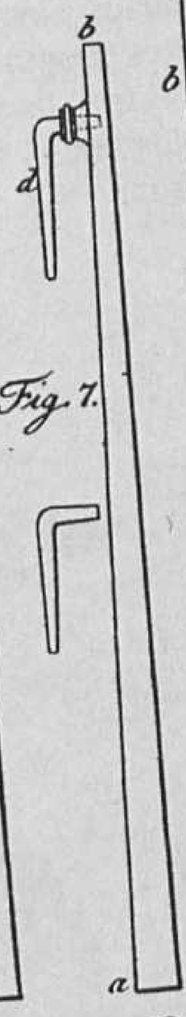


Fig. 8.

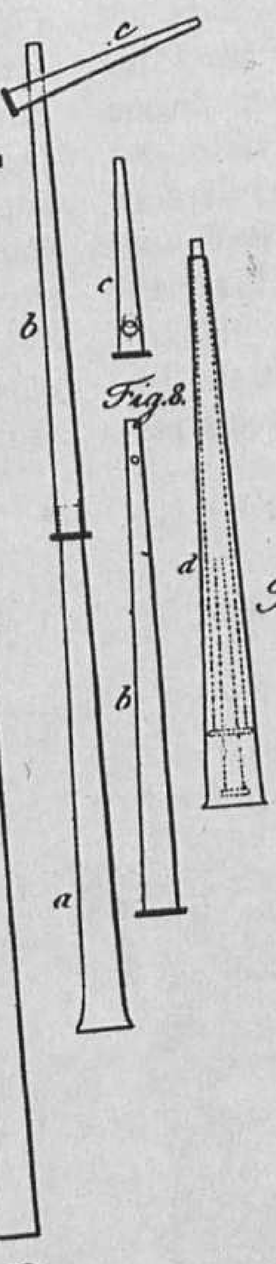


Fig. 9.

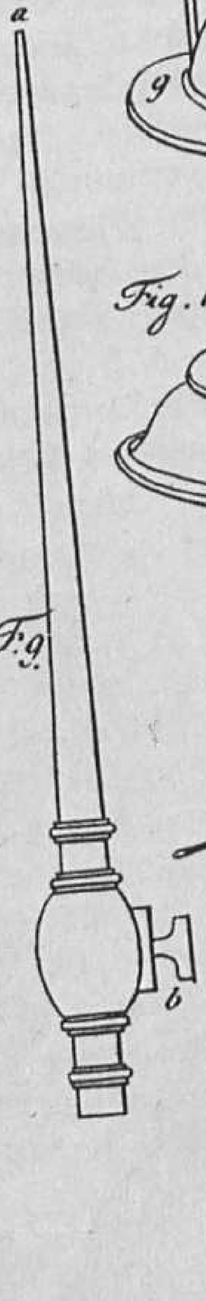


Fig. 10.

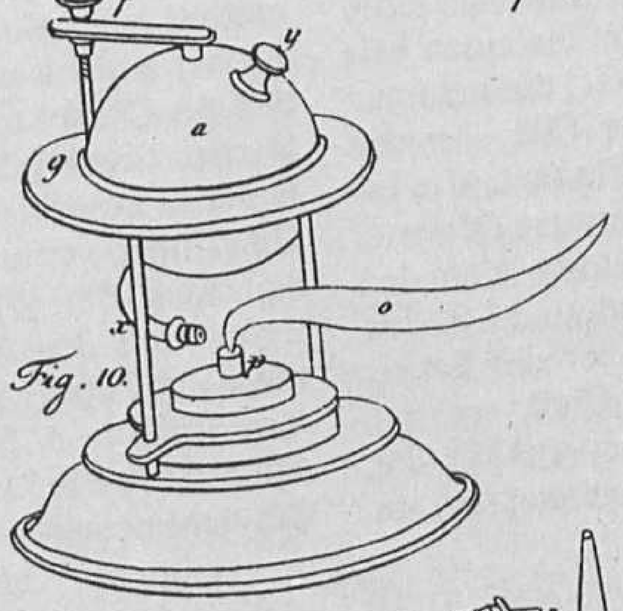


Fig. 13.

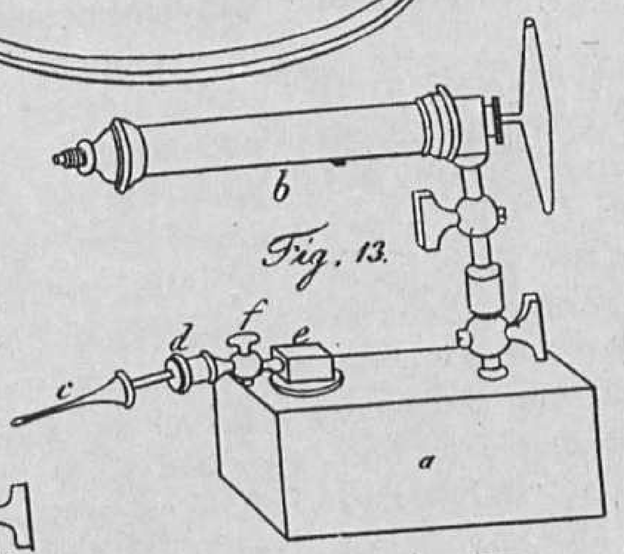


Fig. 14.

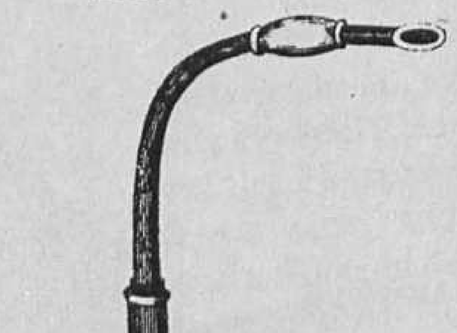


Fig. 11.

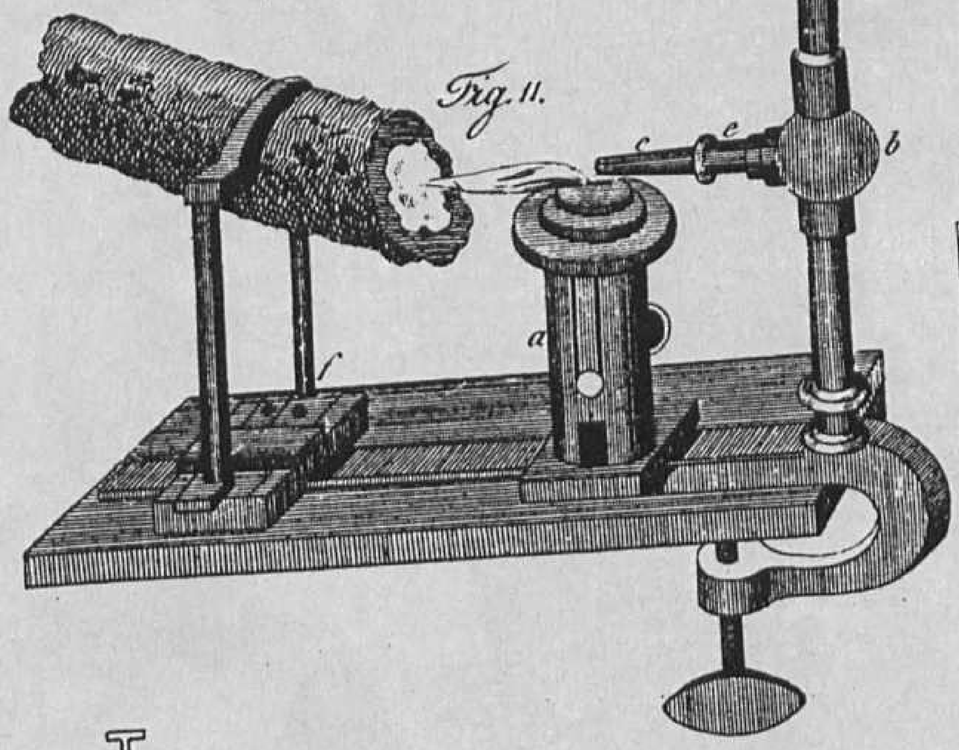


Fig. 16.

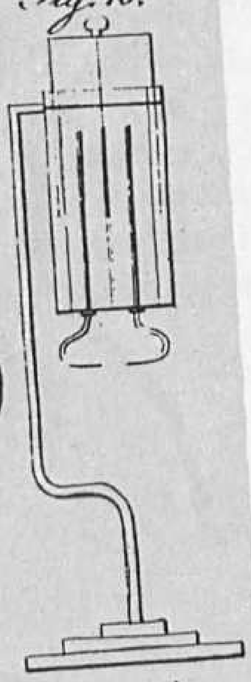


Fig. 12.

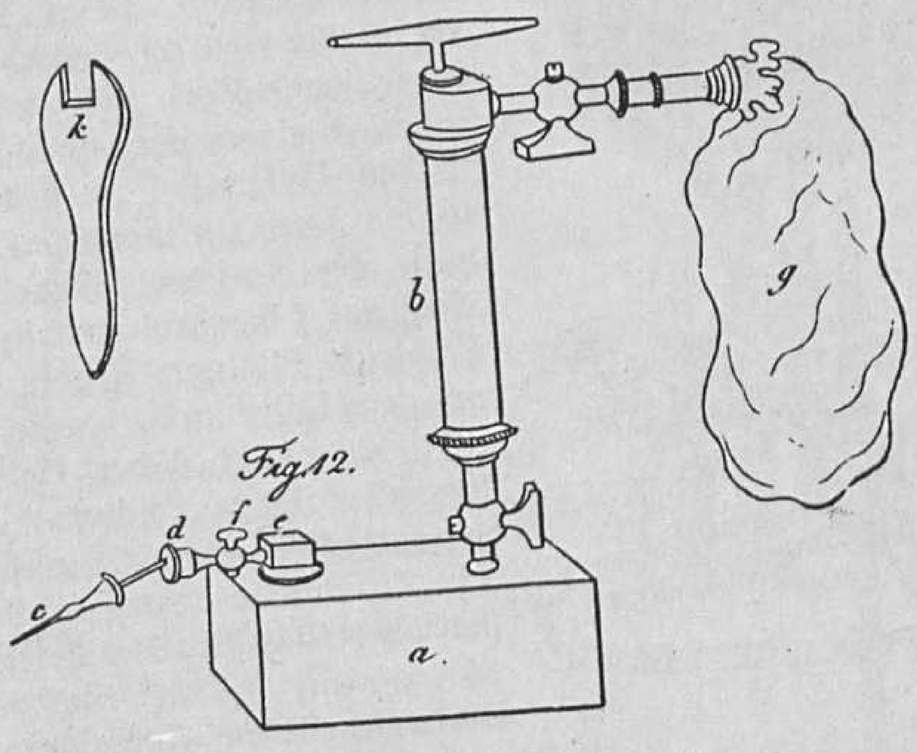


Fig. 15.

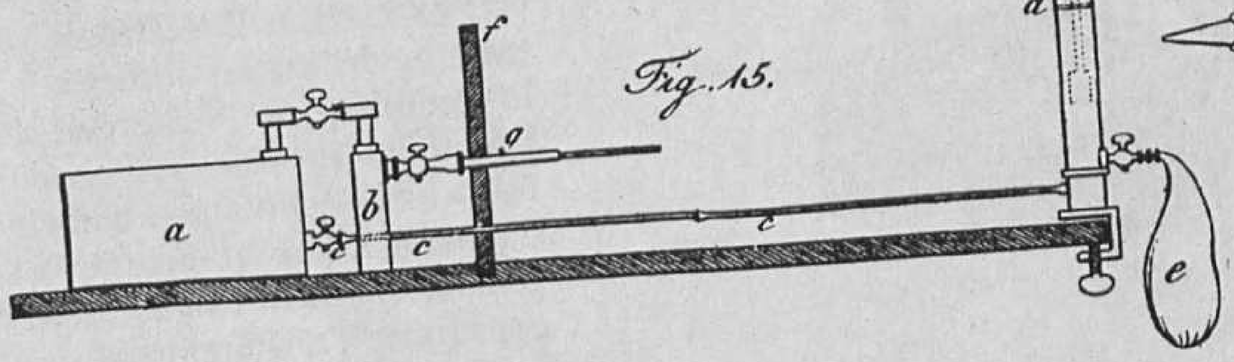
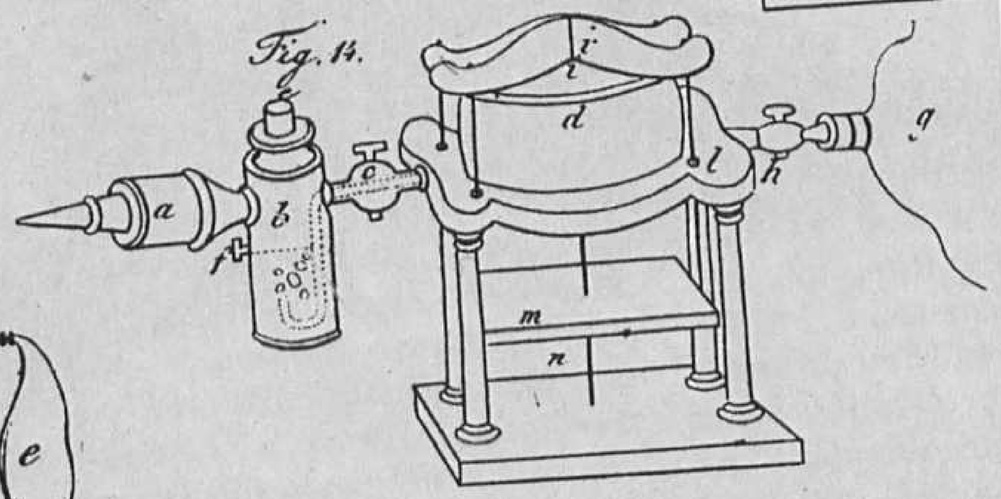
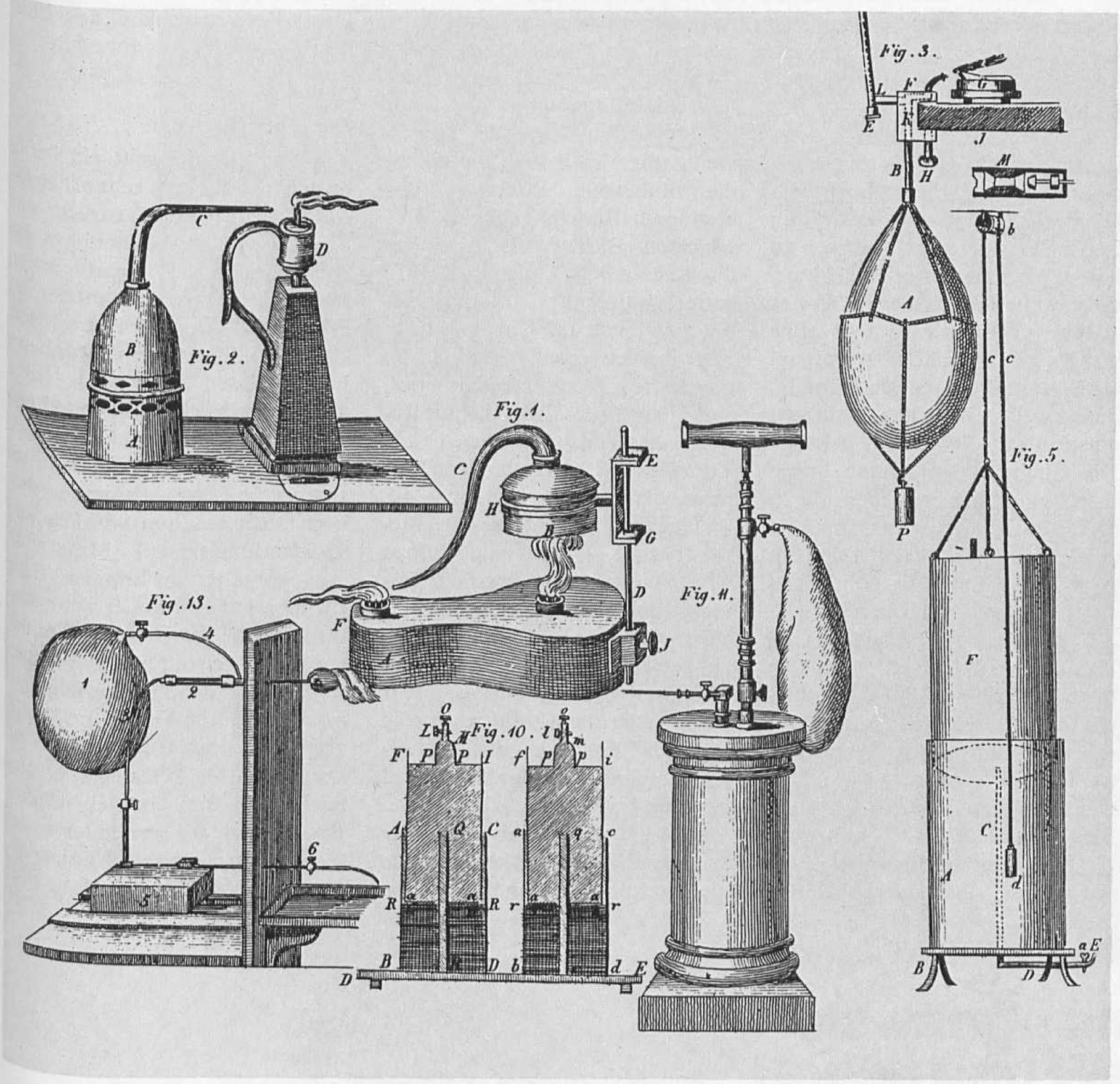


Fig. 17.





Lötrohre und automatische Lötrohre (links), automatische Lötrohre (rechts)

etc. nieder, welche im Jahr 1779 gedruckt wurde; übertroffen wurde er aber jedenfalls von Gahn, dessen ausgezeichnete Arbeiten heute noch die Grundlagen der Anwendung des Löthrohres in der Chemie und Mineralogie bilden. Wir verdanken es Berzelius, dass die von Gahn gewonnenen Erfahrungen nicht verloren gingen, was leicht hätte geschehen können, indem der letztere nie etwas über seine Methode und seine Forschungen publicirte; Berzelius übernahm dies bei seiner Herausgabe seines Lehrbuches der Chemie, von welchem 1812 die erste Auflage erschien. Es waren indess nicht blos die Erfahrungen Gahn's, die Berzelius wiedergab und bei denen er stehen blieb, er erfasste auch selbst den Gegenstand mit besonderer Vorliebe und veröffentlichte im Jahre 1820 sein Werk über die Anwendung des Löthrohrs, welches bekanntlich vier deutsche Auflagen erlebte und in mehrere Sprachen übersetzt wurde . . .«

Im weiteren wurde die Lötrohranalyse besonders von den beiden Professoren der Königlich-Sächsischen Bergakademie in Freiberg, Herkort und Plattner, ausgebaut. Plattners erwähnte »Probirkunst mit dem Löthrohre« ist in erweiterten Auflagen über ein Jahrhundert hinweg bis in unsere Zeit noch oft erschienen. Inzwischen wird die Lötrohranalyse in den Laboratorien so gut wie gar nicht mehr angewendet und auch im Ausbildungsgang der Chemiker nicht mehr gepflegt. An und für sich ist dies schade, da sie eine außerordentlich trickreiche Kunst darstellte, in den Händen geübter Forscher sehr leistungsfähig war und an die Beobachtungsfähigkeit des Lernenden hohe Anforderungen stellte.

Man muß aber gestehen, daß die Technik des Lötrohrblasens mit dem Munde, nur durch die Bewegung der Backenmuskeln und keinesfalls durch stoßweises Atmen, unter Zuhilfenahme des Gaumensegels als ein die Lunge schließendes Ventil, nur sehr schwer zu erlernen ist. So tauchten schon im 18. Jahrhundert die ersten automatischen Lötrohrgebläse auf, die einem diese Schwierigkeit abnahmen. (Allerdings lohnt es sich noch heute, das Lötrohrblasen zu erlernen, denn wer die Kunst beherrscht, bei geschlossenem Gaumensegel einzuatmen und durch den Mund gleichzeitig auszuatmen entgeht mühelos den Alkoholkontrollen mittels Alkoholteströhrchen der Polizei.)

Beim Arbeiten mit dem Lötrohr bläst man von der Seite her in eine Flamme, im einfachsten Falle in eine Kerzenflamme; dadurch entsteht eine sehr kleine und scharfe Stichflamme, die einen äußeren oxidierenden Flammenmantel und einen inneren reduzierenden Flammenkern hat. Je nachdem, wie man die Flamme nun auf eine Probe lenkt, wird diese nun entweder oxidiert oder reduziert. Die Probe liegt dabei entweder auf einer Platindrahtöse beziehungsweise auf einem Platinblech oder auf einem Stück ausgehöhlter Holzkohle. Das letztere begünstigt die Reduktion.

Der Reiz des Lötrohres lag in seiner großen Leichtigkeit und Beweglichkeit. Einen Kerzenhalter mit brennender Kerze konnte man in jedem Bergwerk und in jedem Steinbruch, an jedem Berghang mit interessanten Mineralienfunden an ein Stück Holz oder an einen Baumstamm schrauben und so direkt an der Fundstelle analytische Versuche machen.

Erläuterung des Bildes S. 50: Fig. 1 bis 9 sind verschiedene Typen von Lötrohren zum Blasen mit dem Mund, Fig. 10 und 11 automatische Lötrohre, die anderen Knallgasgebläse.

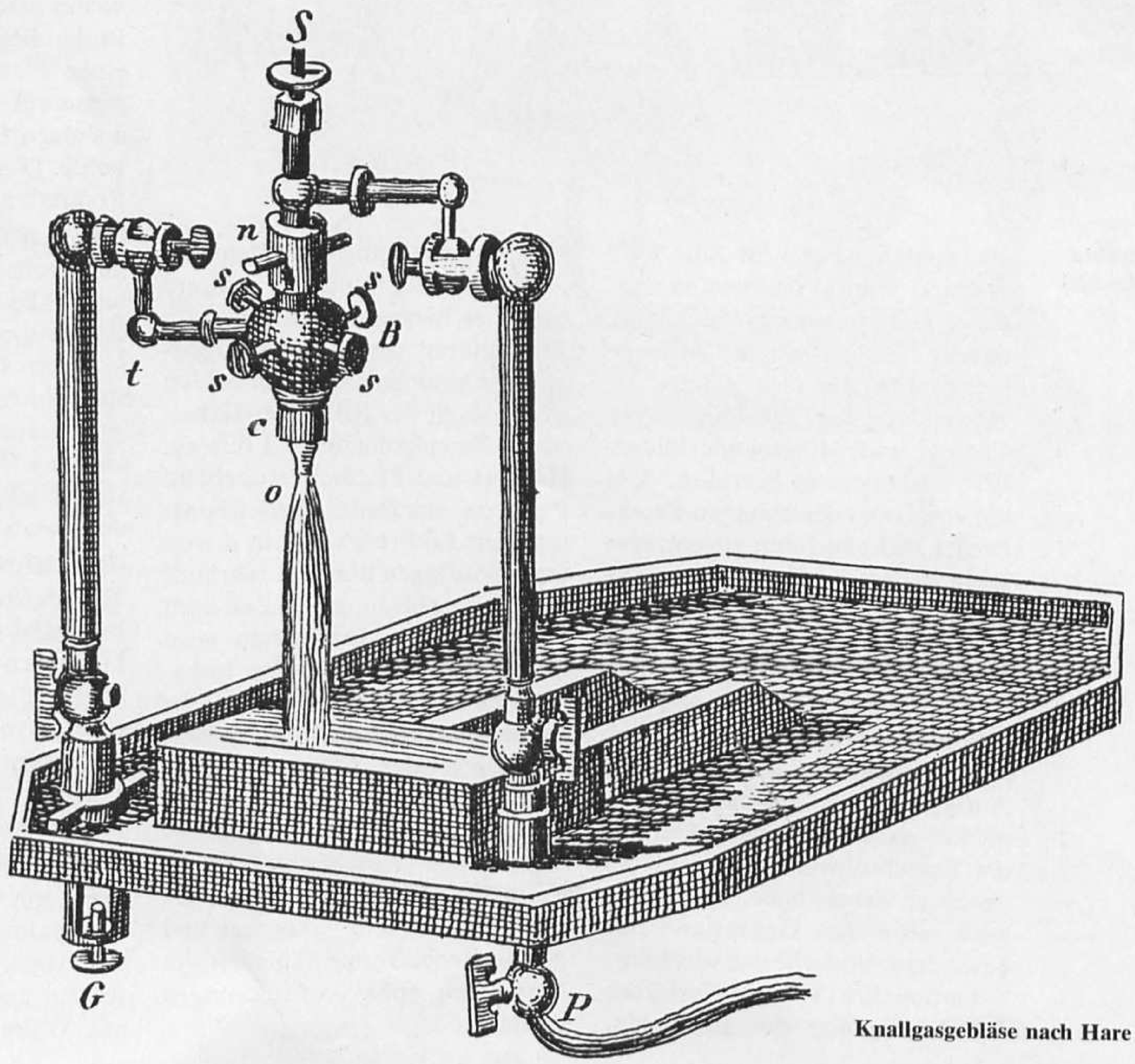
Das automatische Lötrohr

In »Das Laboratorium. Eine Sammlung von Abbildungen und Beschreibungen der besten und neuesten Apparate zum Behuf der practischen und physicalischen Chemie. Weimar 1825.« wurde zu dem

Problem der automatischen Lötrohre folgendes mitgeteilt:
»... Man hat sich des Blasen durch die Röhre als eine schwere Operation vorgestellt, welche starke Lungen erfordert und der Gesundheit nachtheilig werden kann. Theils deßwegen, theils auch weil man ohne vorhergehende Übung nicht fähig ist, das Blasen ohne Beschwerde lange auszuhalten, hat man Methoden ausgedacht, durch deren Anwendung man nicht mit dem Munde zu blasen braucht ... Wir wollen hier einige dieser Methoden mittheilen (Bild S. 50):
Das Löthrohr mit dem Hahne (Fig. 9). *a* ist das metallene Löthrohr, welches in den Hahn *b* geschraubt wird, an welchen man eine Blase befestigt. Letztere füllt man mit Sauerstoffgas und vermag eine sehr intensive Hitze zu bewirken ...
Hookes selbstthätiges Löthrohr (Fig. 10). Die Wirkung dieses Löthrohres hängt davon ab, daß eine heftige Strömung von Alkoholdampf in die Flamme, der mit diesem Instrumente verbundenen Lampe gerichtet wird. Unter einem starken Zischen bringt dieses Löthrohr einen blauen, 5 bis 6 Zoll langen Feuerkegel hervor. Der ganze Apparat ist sauber aus Messing gedreht. Eine Kupferkugel *a*, die den Weingeist enthält, ruht auf dem Gestell *g*, die Röhre *x* setzt sich in der Kugel bis fast nach oben fort und dient dazu, den Weingeist dampf- oder gasförmig in die Flamme *o* der Lampe *p* zu leiten; *f* ist eine Sicherheitsklappe, die zuweilen durch die Gewalt der Dünste geöffnet wird und ohne welche der Apparat zersprengt werden müßte; *y* ist die Öffnung, durch welche man den Weingeist einschüttet.
Die Flamme der Lampe bringt den Weingeist zum Sieden; durch die Röhre *x* wird er gasförmig an den Lampendocht geleitet und bewirkt eine Hitze, die zum Glasschmelzen etc. ausreichend ist.«
Ein solches Lötrohr hat sich im Deutschen Museum erhalten (Inv.-Nr. 12495). Ähnlich funktionierten alle automatischen Lötrohre, bei denen durch mehr oder weniger trickreiche Mechanismen Sauerstoff oder Luft über Pumpen oder Vorratsbehälter unter Druck in die Flamme geblasen wurden. Diese komplizierten Apparate hat man heutzutage nicht mehr nötig. In unseren modernen Gasfeuerzeugen und tragbaren Gaslötlampen hat man leicht zu handhabende Instrumente zur Verfügung, die einem die mühevolle Erlernung des atemlosen Blasens ersparen. Geschickten Bastlern ist es aber durchaus möglich, sich mit Hilfe batteriebetriebener Aquariumspumpen einen stetigen Luftstrom zum Betrieb eines Lötrohres zu verschaffen. Noch einfacher ist es, eine kleine Preßluftflasche mit Reduzierventil anzuschließen.
Zum Bild S. 51: Verschiedene Lötrohrgebläse aus der Zeit um 1840.
Weingeistlampengebläse nach Pictet (Fig. 1). Durch eine Pumpe wird Alkoholdampf in eine Flamme getrieben.
Von Marquards Weingeistlampengebläse (Fig. 2). Über einer Flamme wird Weingeist verdampft, der dann seitlich in eine Flamme bläst. In den übrigen Lötrohrlampen wird der Sauerstoff bzw. die Luft entweder durch Gasometer oder durch belastete Schweinsblasen bzw. Pumpen in die Flamme getrieben. Fig. 8 zeigt Hares Knallgasgebläse, den Ahnherrn des Knallgasschweißens.

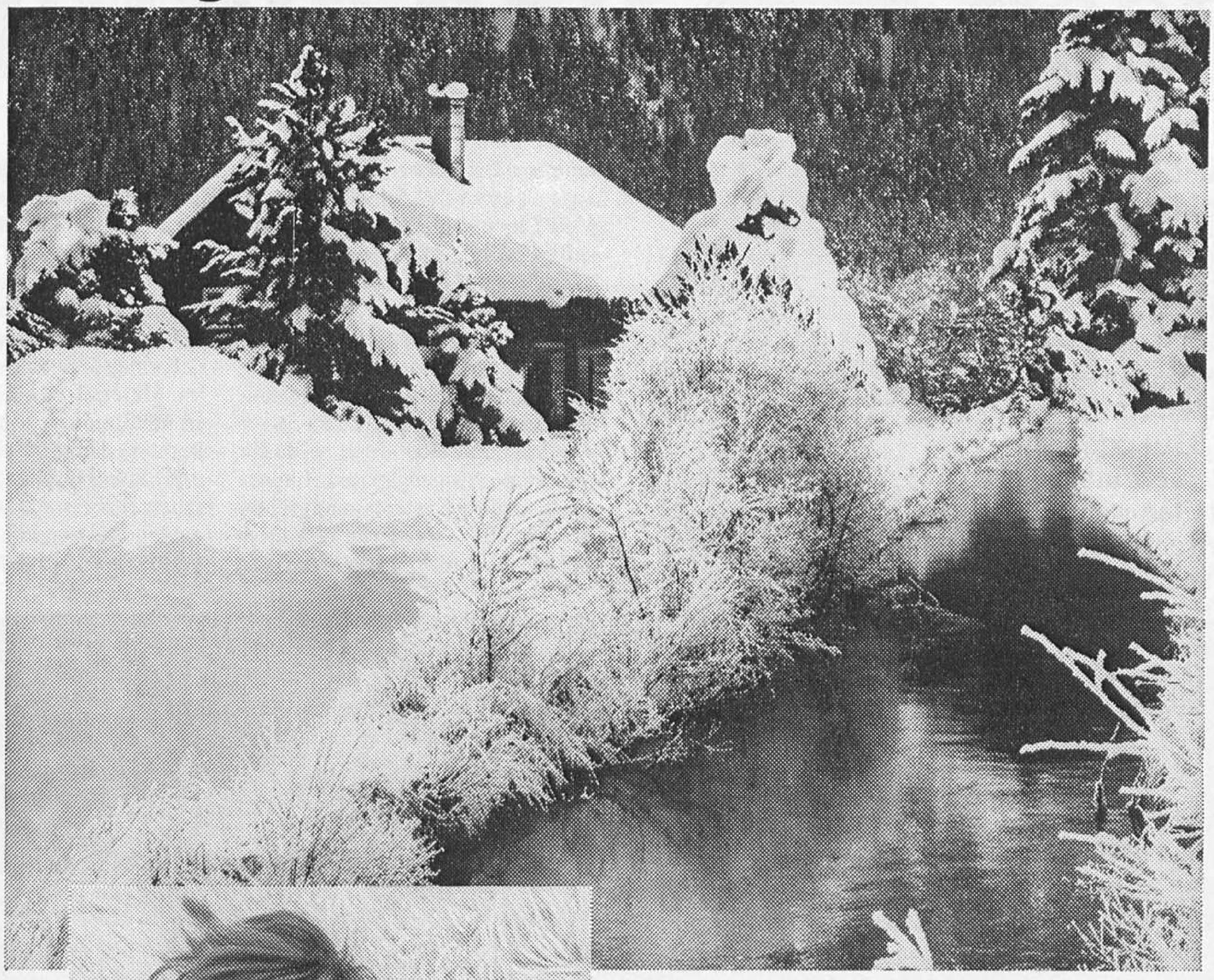
Das Knallgasgebläse

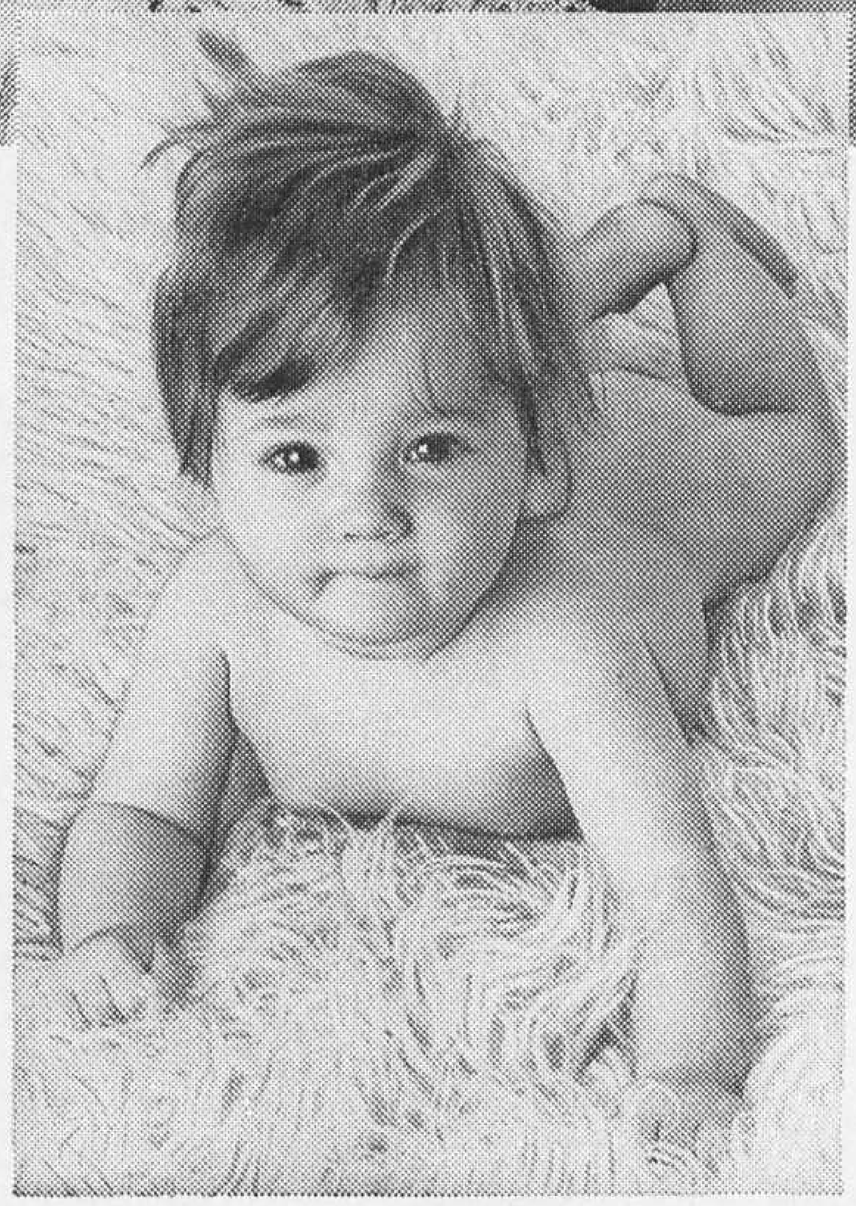
Auf das Lötrohr geht ein heute noch in der Technik sehr oft angewandtes Instrument zurück, das Knallgasgebläse, beziehungsweise haben sich die verschiedenen Methoden unserer modernen Schweißtechnik davon abgeleitet. Um eine höhere Temperatur beim Lötrohrblasen zu erzielen, hatte man vielfach schon Sauerstoff anstatt der Luft mit dem Lötrohr der Flamme zugeführt. Doch auch eine solche Lötrohrflamme reichte noch nicht aus, um wirklich alle schwerschmelzenden Mineralien zur Schmelze zu bringen. Eine Flamme mit sehr hoher Temperatur ließ sich jedoch durch Einblasen von Sauerstoff in eine Wasserstoffflamme erzielen, beziehungsweise durch Abbrennen von Knallgas, was jedoch zuweilen zu Verlusten führte. Besonders erfolgreich im Bau betriebssicherer Knallgasgebläse war unter anderen der amerikanische Naturwissenschaftler Robert Hare.



Knallgasgebläse nach Hare

Energie verändert unser Leben.





Heizwärme aus Luft, Boden und Wasser: Mit der Wärmepumpe.

In unserer Umgebung ist selbst im tiefsten Winter Wärme, mit der geheizt werden kann. Möglich wird dies durch die Wärmepumpe, die, mit Strom angetrieben, der Umgebungsluft, dem Erdreich oder dem Grundwasser Wärme zu Heizzwecken entzieht. Was dabei genutzt wird, sind Temperatur-Differenzen von nur wenigen Grad, die durch die Wärmepumpe zu hohen Temperaturen verdichtet werden.

Mit der Wärmepumpe ist die bivalente Heizung möglich geworden. Das heißt: Einen wesentlichen Teil der Wärme liefert die Umgebung, der Rest wird bei sehr tiefen Temperaturen im Winter durch Öl, Gas oder Strom gedeckt.

Dieses technische „Gewußt wie" ermöglicht die Sparheizung der Zukunft.

Wir machen mehr als nur Strom. Wir arbeiten an neuen Lösungen. Zum Beispiel für die Heiztechnik.

RWE

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG

Johan Jansen

Edison und die Bankers

100 Jahre Glühbirne

In den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts suchten Physiker und Techniker sehr aktiv nach einem Beleuchtungssystem, das sicherer sein sollte als die Gasflammenlampen (in Gebrauch seit 1830) und leichter in kleine Einheiten zu unterteilen wäre als die elektrischen Bogenlampen (seit 1850). Wissenschaftler wie Unternehmer forderten Thomas Alva Edison (1847–1931), einen jungen, sehr erfolgreichen Erfinder (er entwickelte unter anderem 1877 den Phonographen), auf, sich der Lösung dieses Problems zu widmen.

Original Edison-Lampe aus den Jahren 1881 oder 1882. Deutsches Museum, Inv.-Nr. 14503

Im August 1878 unternahm Edison mit einer Gruppe von Meteorologen unter Leitung von Professor George Barker eine Ferienreise nach Kalifornien. Auch Barker bat ihn, sich für das Problem der Beleuchtung zu interessieren. In seine Werkstatt in Menlo Park zurückgekehrt, fand Edison auf seinem Arbeitstisch eine Nachricht vor über die Anwendung und den Erfolg der Bogenlampenbeleuchtung von Jablotschkoff auf der Pariser Weltausstellung 1877; der juristische Bevollmächtigte der Western Union Telegraph Company, Grosvenor Lowry, hatte sie für ihn hinterlassen. Im September besuchte Edison mit Barker die Erfinder des ersten elektrischen Generators in den USA, William Wallace und Mozes Farmer. Acht Bogenlampen, jede mit einer Lichtstärke von 500 Kerzen (das entspricht einer heutigen Glühbirne von mehr als 300 Watt = etwa 6000 Lumen), und einen Generator, der an eine Dampfmaschine mit 8 PS angeschlossen wurde, führte Wallace seinen Gästen vor.

Begeistert lief Edison zwischen den Lampen und dem Generator hin und her, errechnete dabei die erzeugte wie die verbrauchte Energie und die notwendige Kohlenmenge pro Stunde und Tag und sagte dann zu dem völlig verdutzten Wallace: »Ich meine, daß Sie auf dem falschen Weg sind; man müßte eine andere Lösung finden!«

In seinem Laborbuch Nr. 184 notierte Edison: »Elektrizität statt Gas für die allgemeine Beleuchtung. Das Ziel: alles, was bis jetzt mit Gas geschehen ist, mit der Elektrizität machen... Die Beleuchtung so verbessern, daß sie den natürlichen (menschlichen), den künstlichen (technischen) und den kaufmännischen (wirtschaftlichen) Anforderungen gerecht wäre.«

»Sollte es Ihnen gelingen, bei der Beleuchtung das Gas zu ersetzen, werden Sie ein Vermögen verdienen«, sagte ein Journalist der New York Tribune im September 1878 zu ihm. »Ach was, mir liegt weniger daran, Geld zu verdienen, ich möchte mich nur nicht gerne von anderen Erfindern überholen lassen«, lautete die Antwort.

Voll Ideen und Phantasie, gleichzeitig äußerst nüchtern und praktisch, begann Edison zunächst das Gasverteilungssystem in den Straßen und in den Häusern zu studieren. Hohe Aufmerksamkeit widmete er dabei nicht nur der technischen, sondern auch der wirtschaftlichen Seite; diese sollte für ihn zum Ausgangspunkt für die Wahl seines Systems und seiner Werkstoffe werden. Dadurch hoffte er sich vor jener Art von Erfindungen zu schützen, die als unpraktisch und unrealisierbar in irgendeinem Kuriositätenkabinett zu landen pflegten.

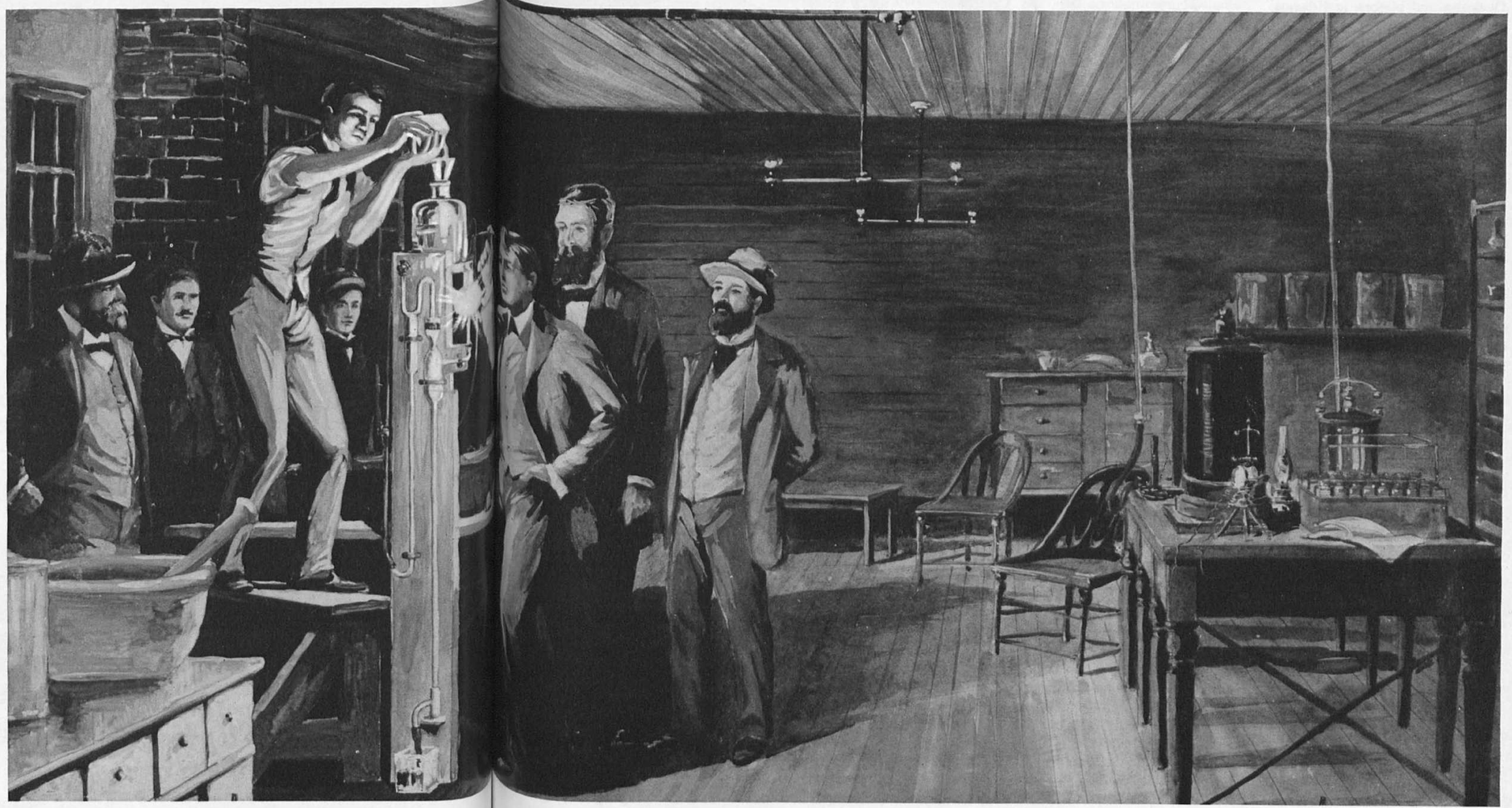
Aus eigenen früheren, wenn auch nur flüchtigen Versuchen, eine Glühlampe herzustellen, wußte er, daß die größte Schwierigkeit dabei im Material des Glühfadens lag. Es mußte einer sehr hohen Temperatur lange Zeit standhalten und dem Durchgang des elektrischen Stroms starken Widerstand entgegensetzen können. Von allen verfügbaren Materialien war Kohle als dasjenige mit dem höchsten Schmelzpunkt (bei ca. 3500° C) bekannt. Gewisse Erfahrungen mit diesem Stoff hatte Edison schon gemacht, nämlich bei der Arbeit an seinem Kohlekörnermikrophon, durch das er im Jahr 1876 das Bellsche Mikrophon vervollkommnet hatte.

Natürlich wußte er auch, daß bereits 1845 der Amerikaner J. W. Starr seine 26 Kohlestabglühlampen vorgeführt und 1848 der deutsche Auswanderer Henry Goebel in New York, Grand Street, elektrische Lampen mit verkohlten Bambusfasern als Kuriosität in seinem Laden (wo er Brillen, Uhren und Juwelen verkaufte) aufgehängt hatte. Goebels Lampen waren gut, ihre Lebensdauer betrug durchschnittlich 200 Stunden; die Neuheit setzte sich aber trotzdem nicht durch. Im Jahr 1860 ließ sich der in Fachkreisen bekannte englische Forscher Joseph Swan sogar den Glühfaden aus verkohltem Papier patentieren, aber auch seine Erfindung fand keine Anwendung.

Die Edison Electric Light Company

Der dreißigjährige Erfinder wußte, daß genaue Kenntnis von den bisherigen Bemühungen zwar wichtig war, daß er aber bei der Suche nach einem für den Glühfaden geeigneten Material ohne Vorurteile ans Werk gehen mußte. Es war ihm klar, daß dieser Weg Hunderte und Tausende von Versuchen aller Art voraussetzte und kaum vorstellbare Schwierigkeiten zu überwinden wären. In erster Linie brauchte er für seine derzeit 40 Mitarbeiter in Menlo Park und für diejenigen, die er noch engagieren mußte, Geld – viel Geld.

Im Herbst 1878 sprach Edison ausführlich mit Grosvenor Lowry darüber. Kurz danach ließ ihn dieser wissen, daß er mit der Bankengruppe W. H. Vanderbilt, außerdem mit Drexel, Morgan & Co. und mit der Western Union Telegraph Company über die Finanzierung seines Projektes verhandle. Ihnen war es nicht gelungen,



Labor in Menlo Park – Edison erfindet hier 1879 die erste Glühlampe

das Fernsprechpatent von Bell in ihre Hände zu bekommen, und Lowry schloß daraus, daß sie sich Edisons Pläne keinesfalls entgehen lassen würden.

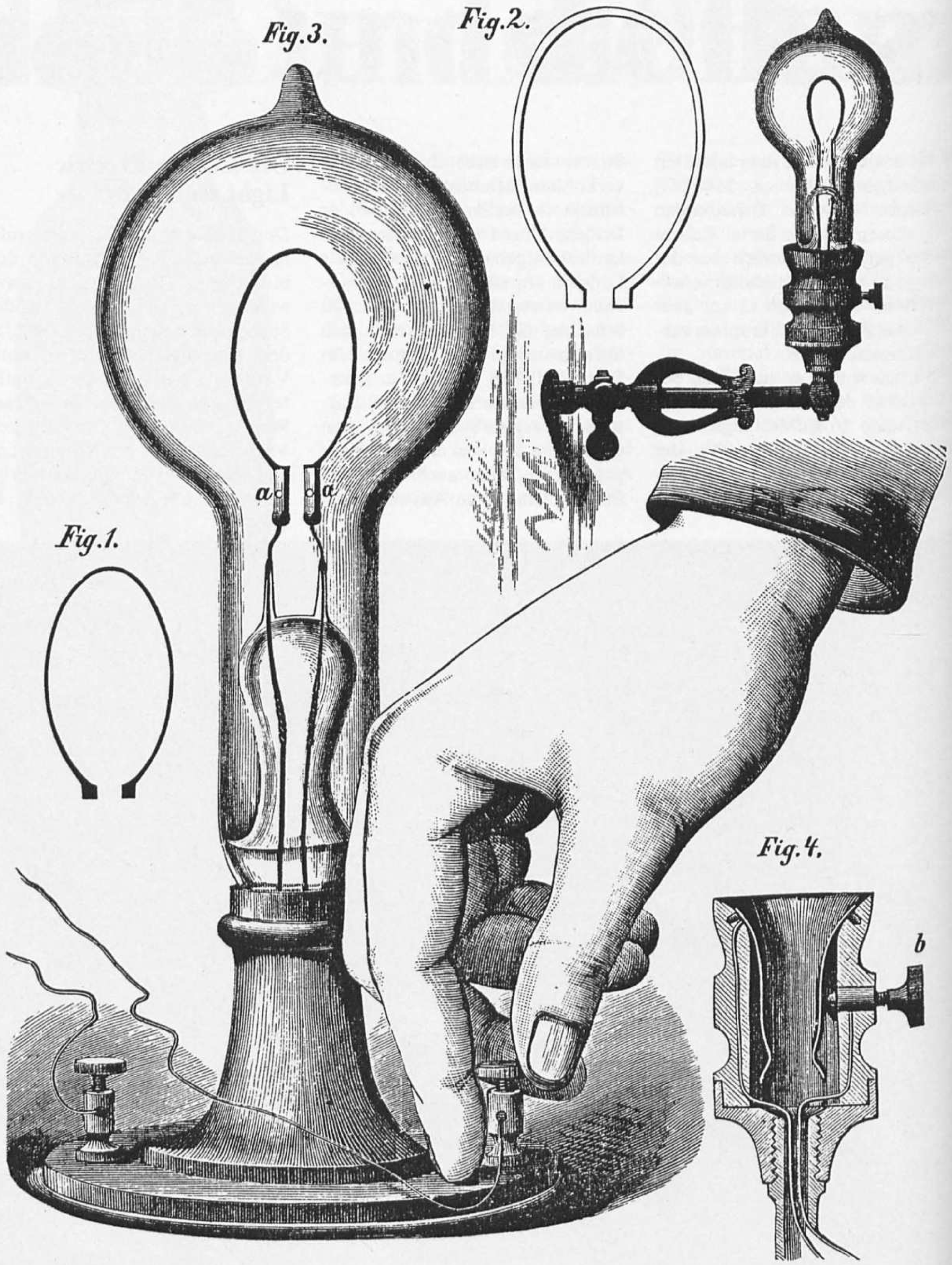
Und er sollte recht behalten. Schon am 15. Oktober desselben Jahres wurde die Edison Electric Light Company mit einem Kapital von 300 000 Dollar gegründet. Ein erstaunlich hoher Betrag, wie man meinen könnte, aber bald trat die schlaue Konstruktion zutage. 3000 Aktien, jede im Wert von 100 Dollar, wurden ausgegeben. Die Bankiers kauften und bezahlten 500 Aktien sofort, und der Betrag wurde Edison zur Verfügung gestellt. Die restlichen 2500 Aktien, also mehr als 83 Prozent, waren lediglich Scheine ohne Deckung und blieben in Edisons Händen. Sollte in Menlo Park alles gut laufen, würde Edison bestimmt mehr Kapital brauchen und wäre damit gezwungen, seine jetzt noch wertlosen Aktien zu verkaufen. Je erfolgreicher der Erfinder, desto kleiner die Gefahr, daß die Bankleute noch mehr Geld in seine Forschung investieren mußten.

Ende Oktober sagte Edison der Presse, daß er »beabsichtige, in Kürze die ganze Innenstadt von New York mit 500 000 Glühlampen zu beleuchten«. Wieder wurden Lobeshymnen laut, in denen der »Zauberer von Menlo Park« gefeiert wurde, aber von den meisten Beobachtern und Interessierten beiderseits des Ozeans wurde diese Ankündigung als Bombast und Prahlerei abgetan. Edisons Konkurrent in den Vereinigten Staaten, der Erfinder William E. Sawyer, und Prof. Sylvanus P. Thompson in England prophezeiten einen Fehlschlag. Trotzdem aber gab der Kurs der Gasaktien in England um 12 Punkte nach.

Zuversicht und Skepsis, Lob und Verdacht auf Großtuerei, Zweifel der Aktionäre, ob sie ihr Geld gut investiert hätten – die widersprüchlichsten Meinungen prallten in diesen Wochen aufeinander. Edison aber kümmerte sich nicht darum; es gelang ihm vielmehr, seine alten wie neuen Mitarbeiter für sein Vorhaben zu begeistern und sich völlig auf die Lösung der Aufgabe zu konzentrieren.

Im Januar 1879 konstruierte er seine erste Glühbirne mit hohem Widerstand: Der Glühfaden war aus Platin und hatte die Form einer Spirale; er befand sich in einer Glasbirne, aus der – soweit es mit den damaligen Pumpen möglich war – die Luft entfernt war. Im April stellte er dann ein verbessertes Modell vor, das schon eine Betriebsdauer von 1 bis 2 Stunden erreichte.

Edison wußte, daß dies noch nicht



Die in Leipzig erscheinende Illustrierte Zeitung brachte schon am 7. Februar 1880 einen ausführlichen Bericht über die neue Erfindung des »Zauberers von Menlo Park«. Auch wenn sie zu bedenken gab, daß es doch »gerathen war, diese mit vielem Eifer ausgestreuten Nachrichten mit einiger Vorsicht aufzunehmen«, druckte sie aus dem »Scientific American« das Bild der neuen Lampe ab und beschrieb sie sehr genau. Fig. 2 ist die aus Papier ausgeschnittene Form des späteren Glühfadens vor der Verkohlung, Fig. 1 nach der Verkohlung. Fig. 3 zeigt die Glasbirne und in ihr die Platinklammern aa. Die »außerordentlich einfache« Bedienung der Edison-Lampe, die »hinsichtlich der Bequemlichkeit die Gaslampe bei weitem übertrifft«, tritt in der Schemazeichnung Fig. 4 zutage

der ersehnte große Erfolg war. Als es ihm aber gelang, mit Hilfe der damals neuen Sprengel/Geissler-Luftpumpe (er lieh sie von der Princeton University aus), den Luftdruck in der Birne noch weiter zu reduzieren, meldete er sofort das Patent auf seine Platinglühbirne mit hohem Widerstand und verbessertem Vakuum unter der Nr. 227 229 an.

Der englische Erfinder Joseph Swan, der seine Glühlampe schon 1860 hatte patentieren lassen, wurde durch Edisons Pressenachrichten angespornt und kam zu derselben Lösung des Problems wie Edison. Als Forscher alter Schule arbeitete er in der Stille und vermied jede Publizität. Edison dagegen teilte der Presse mit, daß er bei seiner Glühbirne schon »ein fast perfektes Vakuum« erreicht habe, und beschrieb sogar, wie er sich die Leitungsanlagen seines Beleuchtungssystems in einem ganzen Wohnviertel vorstellte. Statt Kupfer wollte er für die Kabel Platin verwenden, und in den Rocky Mountains sollte man nach diesem Metall suchen. Professor George Barker machte ihn sofort darauf aufmerksam, daß das Suchen nach Platin aufs Geratewohl eine Geldverschwendung sei. Lowry wies ihn in seinem Brief vom 14. April 1879 nicht nur darauf hin, daß der Weltbestand an Platin geringfügig sei, er setzte ihn auch gleichzeitig davon in Kenntnis, daß die Geldgeber der Edison Electric Light Company ungeduldig seien, ja daß sie die Hoffnung auf nur einen Cent Gewinn aus diesem Projekt fast aufgegeben hätten. Lowrys Vorschlag lautete, Edison solle nach New York kommen, um mit den Herren, insbesondere mit Morgan, die Sache zu besprechen. Der Erfinder antwortete, daß sich die Finanziers in sein Laboratorium in Menlo Park bemühen müßten, denn hier könnten sie am besten feststellen, wie ernst und zielbewußt man am Projekt der Beleuchtung arbeite.

Francis Jehl berichtet in seinem Buch »Menlo Park Reminiscences«, daß Edison seinen Besuchern im April 1879 den Stand der Arbeit vorführte, dabei betonte, daß noch viel Arbeit und Forschung bevorstehe und daß er noch viel mehr Geld brauche. Die Aktionäre waren ziemlich enttäuscht; einer von ihnen schlug vor, man solle sich für ein paar Dollars das Buch des englischen Erfinders Starr kaufen, in dem dieser schrieb, daß er schon im Jahr 1845 eine Glühbirne mit Kohlefaden und Vakuum hergestellt habe – dies wäre jedenfalls sinnvoller, als weitere 50 000 Dollar in die anscheinend hoffnungslosen Experimente des Herrn Edison zu investieren. Edison versuchte seinen Gästen klarzumachen, daß Starr in einer Sackgasse steckengeblieben war und daß er, Edison, dabei sei, einen anderen, neuen Weg zu finden, was aber noch viel Forschung und darum auch viel Geld in Anspruch nähme.

Von dieser wenig befriedigenden Diskussion erfuhr auch die Presse, und Edisons Konkurrent W. E. Sawyer äußerte die Meinung, daß ein Patent auf die Platinbirne gar nichts Neues bringe.

Ein Beleuchtungssystem

Die Platinlampe landete tatsächlich in der Mülltonne des Labors in Menlo Park, und der unermüdliche Edison formulierte als die drei – seiner Meinung nach vordringlichsten – Entwicklungsaufgaben, die er und seine Mitarbeiter zu lösen hätten:

1. ein Generator zur Erzeugung des Stroms,
2. ein Kabelnetz vom Generator zu den zu beleuchtenden Straßen und Gebäuden,
3. eine Glühbirne mit ausreichender Lebensdauer und in beliebiger Menge verfügbar, die überall an das Leitungsnetz angeschlossen werden konnte.

Er stellte weitere Wissenschaftler und Ingenieure ein und bildete diesen Zielen entsprechend drei Arbeitsgruppen. Mancher der neuen Leute war theoretisch wesentlich besser ausgebildet als er, aber dank seiner Erfahrung und Intuition blieb Edison unbestrittener Leiter des Projektes.

Schon im Sommer 1879 stellte er einen neuen Generator vor, den er zu Ehren seines Lehrers Faradaymaschine nannte. In Menlo Park aufgestellt, trug der Generator wegen seiner zwei langen, wie Beine aussehenden Spulen den Kosenamen »Mary-Ann mit der hohen Taille«. Obwohl das erste Modell noch viele Mängel hatte (sie wurden dann schnell verbessert), besaß Edison endlich eine solide Energiequelle für seine Lampen. Als Stromleitung in den Straßen und Häusern sollten zuerst Kupferdrähte in hölzernen Rinnen dienen, später wurde zur Isolierung der Drähte geschmolzener Gummi in metallene Behälter gegossen. Die Telegraphenkabel der Brüder Siemens in Deutschland und England waren wohlbekannt, und vieles konnte man aus ihrer Ausführung lernen. Weil sie aber nur für die Übertragung eines sehr schwachen Stromes ausgelegt waren, mußte Edison besonders das Problem der Isolierung anders lösen.

Die Bestandteile des Leitungsnetzes – Verteilerdosen, Schalter, Lampenbehälter und Hülsen – wurden in Menlo Park entworfen, die Herstellung übernahm Edisons Freund und früherer Mitarbeiter Siegmund Bergmann in seiner Fabrik. Das lief problemlos. Kompliziert und schwierig aber hatte es die Arbeitsgruppe, die sich mit der Glühbirne beschäftigte. Das Vakuum mußte verbessert werden, um dem Glühfaden – aus welchem Material er auch war – höheren Widerstand und dadurch längere Lebensdauer zu verschaffen. Innerhalb einiger Monate gelang es, den Luftdruck in der Birne von einem Hunderttausendstel auf ein Millionstel der Atmosphäre zu verringern. Eine ungeheure Leistung in so kurzer Zeit mit den damals verfügbaren Mitteln.

Ende August/Anfang September 1879 fing man wieder an, mit dem Glühfaden aus Kohle zu arbeiten (er hat hohen elektrischen Widerstand und – wie schon gesagt – hohen Schmelzpunkt). Dasselbe Material wurde auch für Bogenlampen benutzt, nur ging es bei der Glühbirne um einen dünnen Kohlefaden, der äußerst zerbrechlich war. Edisons Mitarbeiter Batchelor und Carman hatten früher in der Spinnerei Clark Thread Mills gearbeitet, und dank dieser guten Beziehungen lieferte die Firma, wie Jehl in seinen Erinnerungen erzählt, auf Edisons Wunsch einen besonderen Garnfaden. Mit der Form des Glühfadens und dem Vorgang des Verkohlens experimentierte Edison immer selbst; erst, als das Verkohlen zur Routinearbeit wurde, überließ er es seinen Mitarbeiter John W. Lawson.

Der 21. Oktober 1879

Am Sonntag, dem 19. Oktober 1879, hatte man in Menlo Park wieder einmal eine Lampenbirne mit verkohltem Faden aus Nähgarn an die Vakuumpumpe angeschlossen. Edison saß in seinem Stuhl und schaute zu, wie die Luftsäule von der Quecksilbersäule vertrieben wurde, bis sie dann mit einem Klick das Optimum markierte. Mit einem Alkoholbrenner fing er anschließend an, die Birne zu erhitzen, um die letzten Reste von Luft und fremden Gasen zu entfernen. Danach verband er einen Pol der Batterie mit einem der beiden Lampendrähtchen und klopfte mit dem zweiten Lampendraht kurz an den anderen Pol. Dadurch verschwanden die letzten Luftreste aus der Birne und stiegen als Blasen in der Quecksilbersäule hoch. Nachdem der Glühfaden eine Weile gebrannt hatte, wurde die Birne noch einmal mit der Vakuumpumpe verbunden; dann bat Edison den Glasbläser Boehm zu kommen, um die Birne abzuschmelzen. Es war Sonntag, aber Boehm war bei solchen Proben immer in der Nähe. Auch andere unmittelbar beteiligte Mitarbeiter – alle wohnten übrigens beim Labor – kamen wie üblich, um ab und zu nachzusehen, ob es etwas Neues gäbe. Edison war guter Laune, obschon nicht viel gesprochen wurde. Zehn Stunden dauerte dieser Arbeitssonntag – es passierte nichts Besonderes.

»Lange, nachdem die anderen nach Hause gegangen waren, begannen Edison und ich«, erzählt Jehl, »die Totenwache bei der Lampe mit der Absicht, jede Unregelmäßigkeit zu notieren, um sie später zu untersuchen. Hauptsache war, knapp vor dem Ausbrennen die Lampe besonders scharf zu beobachten. Diese Lampe brannte jedoch nicht aus! Am Montagmorgen wurden wir abgelöst von Batchelor, Upton und Force. Die Lampe brannte hell den ganzen Tag. Die Frist von 24 Stunden wurde überschritten! Unsere Begeisterung steigerte sich von Stunde zu Stunde«.

Als die Lampe auch die nächste

Nacht hindurch noch immer hell und ruhig brannte, war Edison davon überzeugt, daß man jetzt endlich eine solide Grundlage für die elektrische Beleuchtung geschaffen hatte. Ununterbrochen brannte die Lampe auch noch bis Dienstag, den 21. Oktober gegen 14 Uhr; sie hatte also inzwischen mit 45 Stunden die längste Brenndauer erreicht, die bis dahin eine Glühlampe in Betrieb war! Jetzt fing Edison an, wie früher bei solchen Versuchen, die Spannung zu erhöhen – erst dann erlosch die Lampe. Danach wurde die Birne geöffnet und der Glühfaden unter der Lupe untersucht. Damit war die merkwürdige Lampe für die Nachwelt zerstört – aber wer denkt schon in solch spannenden Augenblicken an die Interessen eines Museums?

Dieser denkwürdige 21. Oktober 1879 gilt seitdem als der Tag der Edison-Lampe. Emil Ludwig sagte später: »Als Edison den Funken von Prometheus in der kleinen gläsernen Birne zu fangen wußte, wurde das Feuer zum zweiten Mal an die Menschheit geschenkt, und wir wurden aus den Ketten der Dunkelheit befreit.«

Der Erfinder aber war mit dem Erfolg noch lange nicht zufrieden, er begann nach einem besseren Material für den Glühfaden zu suchen. Mit Bristolboard (einer Art starker Pappe) wurde eine Brennzeit von 170 Stunden erreicht. Am 1. November beantragte Edison das Patent auf eine Kohlefadenlampe unter der Nr. 223 898; am 27. Januar 1880 wurde es ihm zugesprochen. Zur Erläuterung dieser Patentschrift schrieb er: »Ich habe entdeckt, daß sogar verkohlter Baumwollfaden dem elektrischen Strom den Widerstand von $^1/_{100}$–$^1/_{500}$ Ohm liefert, wenn er in einer abgeschlossenen Birne montiert wird, in der der Luftdruck bis auf ein Millionstel reduziert ist, und daß das Material auch bei sehr hoher Temperatur standhält.«

Die Kohlefadenlampe von Edison war weder die erste elektrische noch die erste Kohlefadenlampe. Sie wurde aber, mit einem Glühfaden fein wie Menschenhaar, eine so wirtschaftliche Lampe, daß man sie sofort massenhaft verwenden konnte. So weit waren Edisons Vorläufer und Konkurrenten nie gekommen. Der Engländer Swan arbeitete in jener Zeit noch mit einem dicken, einfach zu verarbeitenden Glühdraht, der aber mehr als das Hundertfache an Strom verbrauchte und darum keine Chance hatte. Nachdem die Einzelheiten des Edison-Patents bekannt wurden, stieg Swan schleunigst auf einen hochohmigen dünnen Glühdraht um, und schon kurz danach wurden seine Lampen in England hergestellt.

Bei Edison ging die fabrikmäßige Herstellung nicht so schnell voran. Gegen seine Gewohnheit gab er diesmal den neuen Sieg nicht sofort öffentlich bekannt. Dennoch sickerte Anfang November die Neuigkeit bis zu seinen Finanzmännern durch. Zwei Abgesandte des Bankiers Morgan kamen heimlich nach Menlo Park und fanden die Häuser von Edison und Upton hell erleuchtet mit den neuen Lampen.

Auch in den Augenblicken der Freude über seine Erfindung verlor Edison nicht sein Gesamtziel – ein komplexes, funktionierendes rationelles Beleuchtungssystem – aus den Augen. Die Birne war in diesem Zusammenhang nur ein Teil, der eigentlich ohne einen neuen Generator und ohne neue Kabel recht wenig bedeutete. Die bisherigen Forschungen hatten aber mehr Mittel verbraucht, als Edison ein Jahr vorher von seinen Geldgebern erhalten hatte, und darum verlangte er weiteren Kredit. Die Herren lehnten glatt ab. Nur Lowry versuchte ihn zu verteidigen: »Edison gibt uns für unser Geld die größte Gegenleistung, die denkbar ist: sein Talent, seine Kenntnisse, seine Gesundheit, während wir nur Kapital anzubieten haben.«

1880 erhielt Edison zwar einen verhältnismäßig kleinen Betrag als Darlehen, aber erst, nachdem ihm derselbe Lowry einen Streich gespielt hatte. Es war diesem nämlich nicht entgangen, daß die Reisenden der Bahnlinie New York – Philadelphia über die helle Beleuchtung des Labors und der Häuser in Menlo Park berichteten. In der Wall Street wurde heimlich mit den Aktien der Edison Electric Light Company spekuliert, und gegen Ende 1879 stieg der Kurs bis auf 3500 Dollar pro Aktie an.

Am Sonntag, dem 21. Dezember, kündigte The New York Herald mit großen Schlagzeilen an:

Edisons Licht. Der Triumph des großen Erfinders auf dem Gebiet der elektrischen Beleuchtung. Licht ohne Gas und ohne Flamme, billiger als Öl. Erfolgreich mit einem Baumwollfädchen.

Edison war wütend und sprach von Verrat und Vertrauensmißbrauch der Presse. Allerdings war er vorher wochenlang mit dem Redakteur Marshall Fox durch das Laboratorium gelaufen und hatte ihm alles vorgeführt; der Bericht sollte aber erst dann erscheinen, wenn die gesamte Beleuchtungsanlage zur Vorführung fertig wäre.

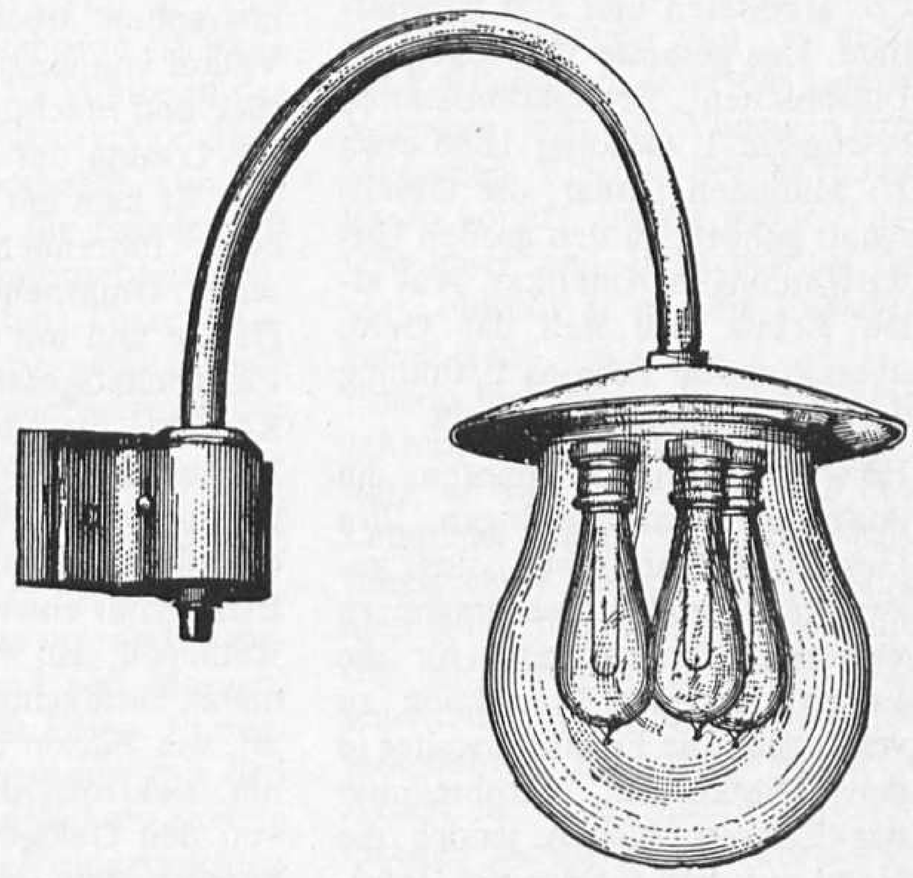
Jetzt fand sich der Erfinder plötzlich in der Situation, daß er mit einer Lampe, die er nicht für endgültig hielt, arbeiten mußte. Der uralte Konflikt zwischen Erfinder und Geldgeber: Dem Erfinder schwebt immer die Unvollkommenheit seines Erzeugnisses vor Augen, er sehnt sich nach Verbesserungen. Der Geldgeber ist interessiert, das Neue so schnell wie möglich auf den Markt zu bringen, und nimmt gerne in Kauf, daß es den idealen Vorstellungen seines Schöpfers noch nicht entspricht. (Bei einer späteren Gelegenheit, 1904, sagte Edison übrigens, daß die Reportage von Marshall Fox die exakteste jener Zeit über seine Erfindung gewesen sei.)

In der Weihnachtswoche 1879 kamen Tausende zum Labor gepilgert: per Zug, Pferd, Wagen und zu Fuß. Edison konnte nichts anderes tun als versprechen, daß er am Silvesterabend ganz Menlo Park mit allen verfügbaren Lampen – es waren einige Dutzend an den einzigen Generator angeschlossen – beleuchten lassen werde. Alle sechzig Laboratoriums-Mitarbeiter gaben unermüdlich Erklärungen und bemühten sich das Mobiliar vor den 3000 Besuchern jenes Tages zu schützen. Edison benutzte die Gelegenheit, um bekanntzugeben, daß er die Lampen in Kürze für 0,25 Dollar pro Stück verkaufen werde und der Strom dafür nur ein paar Cents koste. Die Herstellung sei zwar vorläufig noch teuer, aber er habe die Absicht, innerhalb von einigen Jahren auf diese Weise ganz New York zu beleuchten.

Kaum zwei Jahre zuvor hatte die Welt über Edisons Phonographen gestaunt; das Speichern und die Wiedergabe der menschlichen Stimme wirkten auf die Menschen wie ein Wunder. Die Möglichkeit einer elektrischen Beleuchtung in Wohnungen, in Betrieben und auf Straßen beeindruckte die Menschen noch stärker. Der Begriff »Elektrizität« wurde durch das »elektrische Licht« populär. Zeit, um auf seinen Lorbeeren auszuruhen, gönnte sich Edison jedoch nicht. 1880 meldete er sechzig Patente an, davon fünf auf Zubehörteile, sechs auf den Generator, zweiunddreißig auf Verbesserungen der Glühlampe und sieben auf die Verbesserung der Stromleitung. Als er später sein System von Haupt- und Verteilerleitungen in England patentieren ließ, wurde Lord Kelvin, der damals bekannteste Physiker seines Landes, gefragt, warum niemand in England auf diese einfache Idee gekommen sei. Er war so fair, darauf zu antworten: »Weil wir keinen Edison haben.«

Ende des Jahres 1880 war Edison soweit: Die große Vorführung seiner Beleuchtung konnte stattfinden. Zuerst ließ er 15 seiner Mitarbeiter alle Gaslampenanschlüsse in einem New Yorker Straßenblock zählen. Dementsprechend wurden in Menlo Park auf eine Kabellänge von 13 Kilometern 425 Glühlampen angeschlossen. Als die Mitglieder der New Yorker Stadtverwaltung unter Führung von Lowry eintrafen, konnte er ihnen berichten, daß für eine Kohlefadenlampe von etwa 100 Watt ungefähr 170 Gramm Steinkohle pro Brennstunde gebraucht würden. Für die gesamten Betriebs- und Lohnkosten (die Amortisation inbegriffen) käme er bei seinem Projekt mit 425 Lampen auf 10 Cent, was genau die Unkosten für die Gasbeleuchtung seien. »Wir werden die elektrische Beleuchtung auf die Dauer so billig machen, daß es sich nur noch die Reichen erlauben werden, Kerzen als Licht zu benutzen«, schloß Edison sein Plädoyer. Die Herren der Stadtverwaltung, unter ihnen auch mehrere Lobbyisten der Gasindustrie, waren nicht zu begeistern: Für die Erlaubnis, elektrische Kabel unter den Fahrbahnen zu verlegen, forderten sie

Eine Hausinstallation von Edison nach einem Bild in »Engineering« aus dem Jahr 1883



eine Steuer von 1000 Dollar pro Kilometer. Edison empfand die Höhe der Summe als diskriminierend, denn für die vergleichbaren Gasrohrleitungen wurde überhaupt keine Steuer erhoben.

Selbst herstellen oder nur Lizenzen verkaufen?

Die Geldgeber, jetzt nicht mehr so pessimistisch wie vorher, schienen jedoch bezüglich der Auswertung ganz anderer Auffassung als Edison zu sein. Ihrer Meinung nach sollte die Edison Electric Light Company als Eigentümerin der wichtigsten Patente die Ausarbeitung und die Realisation anderen überlassen und Lizenzen nur an solche Unternehmen verkaufen, die bereit waren, genügend Geld hineinzustecken. So fanden diese »Händler« das Geschäft mit dem Geld als das risikoloseste.

An der Herstellung zeigten sie kein Interesse. Edison dagegen war überzeugt, daß sein System von der Massenproduktion abhängig war, nur sie konnte einen niedrigen Preis aller Teile seiner Beleuchtung garantieren. Darum verlangte er Kapital für den Aufbau einer völlig neuartigen elektrotechnischen Industrie.

Seine persönliche Aufgabe sah er klar vor sich: »Weil die Fabriken für die Produktion meiner Erfindungen nicht vorhanden sind, werde ich sie selbst errichten. Da die Geldgeber so ängstlich zu sein schienen, werde ich das nötige Kapital einbringen. Nun heißt es: siegen oder untergehen.«

Der Unternehmer Edison

Er meinte es ernst: Im Sommer 1880 entstand eine kleine Fabrik für Glühlampen in einem alten Gebäude gegenüber dem Laboratorium in Menlo Park. Den Betrag von 10 000 Dollar investierten Edison und seine Mitarbeiter: Batchelor, Johnsson und Upton wurden zu Juniorpartnern des Unternehmens. Die Initiative der klar die Entwicklung voraussehenden Techniker im Gegensatz zu den Finanziers, die sich einzig und allein um den augenblicklichen Gewinn sorgten, war kennzeichnend für die Situation.

Upton wurde Manager der Lampenfabrik. Nach einem Jahr konnten die 133 Angestellten täglich etwa 1000 Lampen produzieren. Der Preis pro Lampe wurde von Edison auf 80 Cent gesetzt, obwohl er die Unkosten nicht deckte (dem heutigen Verhältnis von Preis zu Unkosten entsprechend, hätte eine solche Lampe 10 Dollar kosten müssen).

Trotzdem verkaufte man kaum die Hälfte der Lampen, es gab einfach zu wenig Möglichkeiten, sie anzuschließen. Edison begriff es und begann erneut, eigenes Geld in die Herstellung anderer Teile seines Beleuchtungssystems zu investieren. Er war gezwungen, die Aktien der Edison Electric Light Company – sozusagen seine eigenen Beleuchtungspatente – zu verkaufen. Anfang 1881 übernahm ein alter Freund und früherer Mitarbeiter Edisons, Siegmund Bergmann, mit ihm und Johnsson die Finanzierung einer Fabrik für die Herstellung von Zubehörteilen (wie Lampenhalter und Lampenhülsen, Sicherungen, Meßgeräte und Armaturen). Vor Ablauf eines Jahres arbeiteten hier bereits 300 Menschen. Darauf entschloß sich Edison, auch die für sein System notwendigen Generatoren herzustellen – ein besonders teures Unternehmen, wie sich herausstellte. Erneut versuchte er, die Bankiers Morgan und Villar dafür zu interessieren. Sie konnten sich nicht schnell genug entschließen, und Edison – ungeduldig wie er war – verkaufte die letzten Aktien seiner Muttergesellschaft und gründete mit Batchelor »The Edison Machine Works«. Unter Leitung von Kruesi begann man in einer alten Stahlfabrik im Hafenviertel von New York mit der Herstellung von Dynamos und größeren »Jumbos«. Hier entstand der Grundstock der späteren »General Electric Company«.

In den Jahren 1880/81 steckte der Erfinder Edison sein gesamtes, in früheren Jahren verdientes Geld in die neue Elektroindustrie, die fleißig Lizenzgebühren an die Edison Electric Light Company zahlte, die Inhaberin aller Verfügungsrechte über Edisons Patente war, die aber der Erfinder nicht mehr beeinflussen konnte. Er hatte ja seine sämtlichen Aktien verkauft, um in die Elektroindustrie investieren zu können! Und wer besaß die Mehrheit der Aktien der Edison Electric Light Company? Natürlich die Bankiersgruppen von Morgan und der Western Union.

Bald lief Edisons neue Elektroindustrie gut; sie brachte schon Gewinne, und sogar Morgan verfolgte die Entwicklung mit großem Interesse. Wenn aber Th. A. Edison vorschlug, die Betriebe auszuweiten, wenn es um Steigerung der Kapazität der Elektrizitäts zentralen ging, wirkte Morgan als bremsende Kraft. Er mahnte zur Vorsicht und zur Mäßigung des Tempos. Dabei sah der Bankier in Edisons Unternehmung so gute Zukunftsmöglichkeiten, daß er seiner Bank den Auftrag gab, bei jedem Verkauf einer Edison-Aktie an einen Außenstehenden für

ihn persönlich eine zu reservieren. Er wollte die Mehrheit und dadurch das Verfügungsrecht behalten.

Im Jahr 1884 waren schon 58 große und 500 kleine Stromzentralen in Betrieb, außerdem hatte man inzwischen eine große Anzahl nach Europa, Südamerika und Japan verkauft. 1885 produzierte Edisons Glühlampenfabrik 1 Million Birnen, bei Bergmann & Co. arbeiteten nun 800 Beschäftigte. Das gesamte Vermögen der Edisonschen Produktionsstätten betrug am 1. Oktober 1886 etwa 10 Millionen Dollar, die Gesellschaft gehörte zu den großen Unternehmungen Amerikas. Aus allen Ecken floß nun das Geld, überall wurde Edisons Erfindung der Kohlefadenlampe gelobt.

Edisons Fabriken konnten die Aufträge kaum bewältigen. Ihre Geschäftsführer sahen sich gezwungen, von den Finanzmännern weiteres Betriebskapital für die Erweiterung der Produktion zu verlangen. Die Finanzverwalter in den Direktionen, Strohmänner der Banken, hielten jedoch die Hand auf dem Geldbeutel. Infolgedessen waren die Hersteller gezwungen, woanders Geld zu borgen, und die Zinsen flossen in die Banken von Drexel, Morgan & Co. An seinen alten Freund Henry Villard, einem Geschäftsmann aus der Eisenbahnindustrie, schrieb Edison: »Wenn es um Kredit geht, kennt die Bank kein Pardon. Um an Geld zu gelangen, sind wir gezwungen, Anleihen aufzunehmen. So borgte ich neulich 20 000 Dollar von Drexel, Morgan & Co. Als ich alle Hände voll zu tun hatte mit dem Bau einer neuen Fabrik, forderten sie plötzlich das geborgte Geld zurück. Ich mußte für 20 000 Dollar Kredit 4000 Dollar an Zinsen bezahlen, also einen Wucherpreis von 20 %.« Edisons Biograph Dyer führt einen Fall an: Der Präsident der National City Bank verweigerte Edison Kredit, worauf dieser verzweifelt fragte, ob sein Unternehmen vielleicht als nicht lebensfähig beurteilt werde. »Nun, das nicht«, lautete die Antwort, »nur, die Bank möchte gerne als Ihr Partner mitmachen«. Anders gesagt, sie sah das Unternehmen als so zukunftsträchtig an, daß sie es vorzog, auf Dauer am Gewinn teilzuhaben. Edison, diesmal in keiner Zwangslage, fand einen anderen Kreditgeber. Seine ewige Lust am Ausbau und an der Herstellung belastete aber seine Betriebe mit schweren Hypotheken.

Edison General Electric Company

Während Edison im neuen Labor in West Orange (errichtet 1886) an der Verbesserung seines Phonographen arbeitete, kam 1888 Villard von einer Europareise zurück und brachte einen Vorschlag zur Lösung der finanziellen Sorgen. Er kam mit dem in Deutschland führenden elektrotechnischen Unternehmen Siemens & Halske und mit der Allgemeinen Elektricitätsgesellschaft (AEG) in Kontakt, die aus der von Emil Rathenau mit Edisons Patenten gegründeten Deutschen Edison Gesellschaft für Angewandte Elektrizität entstand.

Rathenau, ein versierter Finanzmann, hatte schon längst beobachtet, wie Edison beim Aufbau seiner elektrotechnischen Industrie von den Geldgebern in Amerika kurzgehalten wurde. Er meinte, daß es der deutschen Elektroindustrie nur Vorteile brächte, wenn sie mit Hilfe der Deutschen Bank das Verfügungsrecht über die Edison-Industrien mit all ihren Patenten erwerben könnte.

Villard wußte, daß er bei der Einführung des deutschen Kapitals in die Edison-Unternehmen Morgans Gruppe nicht übergehen konnte. Darum schlug er vor, alle Betriebe unter ein Dach zu bringen, sie »Edison General Electric Company« zu nennen; die amerikanischen und deutschen Bankgruppen sollten gemeinsam die Finanzierung übernehmen.

Seit 1886 waren ohnehin die Edison Lamp Company in Harrington, die Edison Machine Works in Schencetady und die Bergmann & Co. Fabriken in New York föderativ in der United Edison Manufacturing Company vereinigt. Die ursprüngliche Edison Electric Light Company handelte ausschließlich mit Patenten und Lizenzen.

Wie es bei Pionieren öfters vorkommt, war Edison gewöhnt, sich auch um Einzelheiten des Geschäftes zu kümmern. Darum hatte er gemeinsam mit seinem Buchhalter die gesamte Last der finanziellen Sorgen zu tragen. An Bestellungen mangelte es jetzt zwar nicht mehr, aber die Ausführung forderte solche Mengen an Geld für Rohstoffe und neue Maschinen, daß man nur mit größter Mühe die Arbeitslöhne auszahlen konnte. Um sich von diesen Sorgen zu befreien, interessierte sich Edison für die Vorschläge von Villard, doch die Bedingungen gefielen ihm nicht. Wie schon Morgan 1884, wollte auch Villard vier Jahre später die drei herstellenden Fabriken im Vergleich zu der Patenthalterfirma so niedrig wie möglich eingeschätzt sehen.

Nach vielen Verhandlungen wurden die Edison Electric Light Company für 3,5 Millionen Dollar und die drei Edison-Fabriken zusammen für 3,325 Millionen angeboten. Edison als größter Aktieninhaber der drei Fabriken bekam 1 750 000 Dollar. Die Drexel & Morgan-Bank, die etwa 800 000 in die Edison Electric Light Company investiert hatte, machte bei dieser Fusion einen Gewinn von 2,7 Millionen Dollar. Siegmund Bergmann wurde mit 1 Million abgefunden; er ging zurück nach Deutschland und gründete in Nürnberg die »Bergmann Elektrizitätswerke«, die 1912 in den Siemens-Betrieben aufgingen. Die Edison-Illuminating Company of New York, die sich mit dem Vertrieb von Elektrizitätszentralen und mit dem Verkauf von Energie beschäftigte (und an der die Morgan-Bank auch gut verdiente), blieb außerhalb der Fusion.

So entstand 1889 die Edison General Electric Company mit einem Kapital von 4 Millionen Dollar und etwa 2500 Beschäftigten. Villard, der erster Präsident der Gesellschaft wurde, jubelte; er war der Meinung, daß die Zusammenführung der Erfindungen von Edison und Werner von Siemens der Edison General Electric Company eine Monopolposition im gesamten Bereich der Elektrotechnik sichern werde.

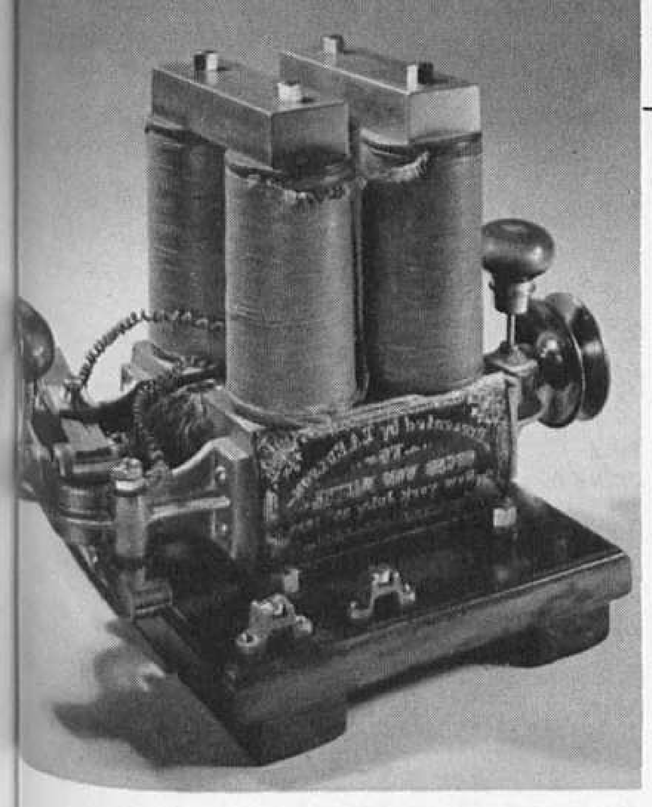
Edison, der jetzt kaum noch 10 % der Aktien besaß, blieb mit Insull, Batchelor und Upton zwar in der Direktion des neuen Konzerns, die Mehrheit bildeten aber die Leute von Morgan und die Vertreter der deutschen Gruppe; an Besprechungen nahm er nur noch selten teil.

General Electric Company – ohne Edison

Bis 1890 wurde an der Glühlampe von 1879 nur wenig geändert. Die einzige bedeutende Verbesserung war, daß man jetzt den Glühfaden aus Zellstoff herstellte, der mit Kohlenstoff beschichtet wurde. Das war eine Erfindung des englischen Forschers Joseph Swan.

Die Edison Electric Light Company, die mit der Swan-Gruppe zusammenarbeitete, hatte das Patent für Edison Lamp Works in Harrington erworben. Um dieses, wie übrigens um alle möglichen anderen Patente im Bereich der Herstellung von Glühlampen, führten in jenen Jahren verschiedene Fabriken heftige Prozesse, die mehr Geld kosteten, als man in die Suche nach Verbesserungen der Edisonschen Glühlampe investierte. Edisons wichtigste Patente aus dem Jahr 1879 wurden von Gerichten in den USA wie in England anerkannt. Die Konkurrenten, die schon jahrelang ohne Lizenz gearbeitet hatten, wurden gezwungen, Geldstrafen zu bezahlen oder die Herstellung einzustellen beziehungsweise andere Herstellungsmethoden anzuwenden. Zwei der großen – Westinghouse und Thompson & Houston – gerieten dadurch in eine schwierige Lage. Westinghouse konnte sich, wenn auch nur vorübergehend, mit einer qualitativ weniger guten Ausführung von Glühlampen retten. Thompson & Houston suchte einen anderen Weg – eine finanzielle Zusammenarbeit mit der Edison General Electric Company. Ihr Kapitalgeber war eine Bankengruppe aus Boston, die weniger konservativ galt als Drexel, Morgan & Co. Das Produktionsvolumen der Thompson & Houston entsprach etwa den Betrieben der Edison-Gruppe. Außerdem hatte Elihu Thompson wichtige Erfindungen auf dem neuen Gebiet des Wechselstroms angemeldet. In dieser Hinsicht betrachteten viele Fachleute diese Firma als die progressivere, mehr auf die Zukunft gerichtete.

Geleitet wurde die Thompson & Houston in dieser Zeit von Charles A. Coffin, ebenfalls einem Selfmademan. Angefangen hatte er als Schuhverkäufer. Die Tech-



Bei einem Besuch Oskar von Millers in den USA schenkte Edison dem Gast seinen Elektromotor aus dem Jahr 1884 (Inv.-Nr. 4619)

nik war für ihn weniger wichtig als der Umfang der Produktion, der Gewinn und nicht zuletzt die Macht seines Konzerns im Vergleich zu den Konkurrenten. Um seine Position auf dem Markt zu stärken, kaufte Coffin, wo er nur Chancen hatte, kleine Konkurrenzfirmen auf. Wie Westinghouse fing auch Thompson & Houston mit Hochspannungsleitungen an.

Als Villard vorsichtig bei Edison vorfühlte, ob es nicht Zeit wäre, in das Programm auch Wechselstromprodukte aufzunehmen, kam eine starrköpfige, abweisende Antwort: »Anwendung von Wechselstrom statt Gleichstrom ist für einen vernünftig denkenden Menschen unwürdig.« Die Tatsache, daß Charles P. Steinmetz, der bekannte Physiker, von Thompson & Houston als wissenschaftlicher Berater engagiert worden war, hätte für Edison eine Warnung sein müssen.

Die Bankiers beider Unternehmungen kamen zu einer Übereinkunft. Edison schrieb an den Unterhändler Villard: »Die Thompson & Houston und die Edison Company können den Preis nicht stärker beeinflussen als die Jahreszeiten. Die Firma mit den besten und billigsten Maschinen wird trotz der Patentsituation die besten Resultate erzielen. Es ist nämlich so, Herr Villard, daß die Preise aller elektrischen Maschinen (Generatoren, Motoren) noch viel zu hoch sind. In dem eisernen Panzer, in dem die Edison Light Company (die Finanzmänner) mich noch immer gefangen halten, konnte ich noch nie zeigen, was auf diesem Gebiet alles zu machen ist. Niemand hat sich bemüht, die Produkte billiger zu machen. Wenn man uns aus diesem Panzer befreien könnte, werden wir der Welt in einem Wettkampf der Intelligenz beweisen, was eine Konkurrenz leisten kann.«

Statt der Konkurrenz aus dem Wege zu gehen, schlägt Edison vor, noch mehr Konkurrenz zu organisieren. Statt die Preise hoch zu halten, will er sie um 50–75 % senken, »... und dann werden wir großen Gewinn machen«.

Und dann verkündet der Erfinder sein Credo: »Warum sollten wir den Markt mit denen teilen? ... Falls sie auf diese Koalition eingehen, bin ich als Erfinder ohne Nutzen. Meine Dienste werden keinen Cent mehr wert sein. Ich kann nur unter starkem Druck zu einer Erfindung kommen. Keine Konkurrenz – keine Erfindung. Das gilt für meinen ganzen technischen Stab. Der sehnt sich nicht so sehr nach Geld, er möchte die Chance haben, etwas Neues und Besseres zu machen.« (1. April 1889 bis 24. Februar 1890.)

Die Verhandlungen um die Fusion liefen weiter. Der Jahresumsatz der Edison-Betriebe betrug damals 10 Millionen Dollar. Aber der Preis pro Lampe fiel von einem Dollar im Jahr 1886 auf 50 Cent im Jahr 1891 und 44 Cent im Jahr 1892 zurück. Ein weiteres Argument für die Finanzmänner der beiden Gesellschaften zusammenzuarbeiten und die für beide Seiten unvorteilhafte Konkurrenz durch Fusion aus der Welt zu schaffen.

In Boston wurde eine wichtige Besprechung im Hause des Bankiers H. M. Twombly geführt, einem Vertrauensmann von Morgan und unter anderem Aktieninhaber der Edison Electric Light Company aus dem Jahr 1878. Es ergab sich, daß Coffin an die Morgan-Gruppe nicht verkaufen wollte: »Wir sind nicht mit der Art und Weise, wie die Edison-Unternehmen geführt werden, einverstanden.« »Dann müssen die Männer von Thompson & Houston einmal zu mir kommen«, meinte Morgan. Coffin kam und machte Morgan deutlich, daß er aus seinem Betriebskapital 50 Prozent mehr Gewinn heraushole als die Edison General Electric Company. Morgan schlug darauf vor, daß Thompson & Houston die Edison-Betriebe übernehmen sollte. Als aber Coffin die Fusion beider Unternehmen vorzog, war Morgan damit einverstanden, solange seine Bank die finanziellen Entscheidungen in der Hand behielte. So wurde die Edison General Electric Company ohne Mitwirken und sogar ohne Wissen Edisons verkauft.

Für Thompson & Houston wie für die Finanzmänner der Edison-Unternehmen war es eine günstige Vereinbarung. Endlich war Schluß mit den teuren Patentprozessen; Arbeit und Produktion wurden rationalisiert und auf den modernsten Stand gebracht.

Das Machtverhältnis zwischen den Partnern äußerte sich in der Kapitalverteilung. Vom Aktienkapital der neuen Firma in Höhe von 35 Millionen Dollar wurden 18,4 Millionen der Thompson & Houston zugewiesen, 15 Millionen der Edison General Electric Company (wegen der Hypotheken von 3,5 Millionen Dollar, die Edison und Insull in ihrem Unternehmungseifer akzeptiert hatten). Diesem Kapitalverhältnis entsprach natürlich auch die Zusammensetzung der neuen Direktion.

Coffin wurde Präsident und blieb es bis zu seinem Tode 1926. Villard, Präsident der Edison General Electric Company und wahrhaftig kein Freund von Morgan, kam jetzt nicht in Frage. Er verdiente aber gemeinsam mit den deutschen Aktieninhabern an dem zwei Jahre früher eingebrachten Kapital für die Edison General Electric Company 200 Prozent. Am 15. April 1892 wurde also die General Electric Company gegründet, an Edisons Namen hatte Coffin kein Interesse.

Für den Erfinder war die Reorganisierung eine große Enttäuschung. Er hatte gehofft, daß mindestens die Lampenfabrik in Harrington unter seiner Leitung bleiben würde. Man versuchte nur – vermutlich seines Namens wegen –, ihn an die General Electric Company zu binden, und ernannte ihn zum Mitglied der Leitung. Er brachte es jedoch nicht fertig, den Versammlungen beizuwohnen, und zog sich schon kurz darauf völlig zurück. Sein damaliger Sekretär Tate schrieb: »Edison fühlte sich tief gekränkt, daß sein Name aus der Firma, die er von Anfang aufgebaut und groß gemacht hatte, gestrichen war. Und besonders dadurch, daß es Menschen getan haben, die mit der technischen Entwicklung nichts gemeinsam hatten, die nur auf Macht und Geld sinnen; das war für ihn wohl das Schlimmste an dieser Angelegenheit.«

Einem Besucher von Glenmont Park sagte Edison: »Die elektrische Beleuchtung ist für mich erledigt. Ich werde andere Sachen machen, viel wichtigere als alles, was ich bis jetzt getan habe. So werden die Menschen vergessen, daß ich mit der Elektrizität je etwas zu tun hatte.«

Bittere, aber verständliche Worte. Vierzehn Jahre lang hatten die Männer der Großfinanz sein Genie ausgebeutet und ihn dann fallen gelassen. Vielleicht spielte bei seiner Resignation zum Teil auch die Enttäuschung über das eigene Versagen mit; das Versagen des Menschen Edison, der es nicht lassen konnte, immer wieder Unternehmer und Betriebsleiter zu sein, obwohl er nur als Erfinder genial war.

Edison hielt Wort. In den vierzig Jahren, die er noch lebte, beschäftigte er sich nie mehr mit der Lampen-, Licht- und Beleuchtungstechnik. In der Erinnerung aber lebte und lebt er weiter als der Erfinder des gesamten Beleuchtungssystems und der Kohlefadenlampe. Bei seiner weiteren Arbeit im neuen Labor in West Orange konnte er im Jahr 1892 und später nicht auf den elektrischen Strom verzichten: Die Filmkamera, der galvanische Akkumulator, die Erzsortiermaschine, alles wurde mit Strom betrieben.

Es ist Edisons Werk, daß in unserer Zeit der elektrische Strom für die Arbeit so notwendig ist wie die Luft zum Atmen. Das amerikanische Volk achtet Edison als Volksheld Nr. 1. Die Tatsache, daß man in den Jahren 1904, 1929 und 1954 die Erfindung seiner Kohlefadenlampe durch Volksfeste feierte und nun auch 1979 feiern wird, ist ein Beweis dafür.

Der Verfasser dieses Artikels schrieb ein Buch über Edison, »100-jaar Edison en zijn systeem voor electrische verlichting«, das 1979 im Verlag Kluwer, Deventer, Niederlande, erscheint

Literatur

Ford, Henry: Mein Freund Edison. Leipzig–München 1947

Jehl, Francis: Menlo Park Reminiscences. 3 Vol. Dearborn-USA 1938

Josephson, Mathew: Edison, a biography. Mc Graw Hill, New York 1959, deutsche Ausgabe 1969

Rebske, Ernst: Lampen, Leuchten, eine Historie der Beleuchtung. Stuttgart 1962

The Electric-Lamp Industry. Arthur A. Bright Jr. New York 1949

Stifter & Förderer

Die geschichtlich wertvollen Gegenstände aufzuspüren und zu ihrer Beschaffung und ihrem Unterhalt alle Überredungskünste richtig einzusetzen ist oberstes Gebot für jeden Museumsmann. Denn ohne die Großzügigkeit der Stifter aus aller Welt hätte das Deutsche Museum nicht entstehen und sich weiterentwickeln können. Hier die im vergangenen Quartal eingegangenen Objekte:

Bergbau
Gutsmidel, Georg, Penzberg: Arschleder, 78/321
Rheinische Braunkohlenwerke AG, Köln: Modell des Braunkohlentagebaus Fortuna-Garsdorf, Herst. Rheinische Braunkohlenwerke AG, Bj. 1977/78, 78/312

Datenverarbeitung
Städtisches Vermessungsamt, München: Pantograph, Herst. Ott, 78/309

Erdöl und Erdgas
Baker Oil Tools, Celle: Zement-Schwimm-Zwischenstück und -Schwimmschuh für Erdölbohrungen, Bj. 1978, 78/294 und 295
Kaefer Isoliertechnik, Bremen: Ausschnitt aus dem Kugeltank eines Flüssiggastankers, Bj. 1978, 78/354

Holzbearbeitung
Trager, Josef, Guldental: mehrere Profilhobel, Bj. um 1920, 78/303 a—i; große Handsäge, Bj. um 1860, 78/304

Hüttenwesen
Bayerisches Druckguß-Werk Thurner KG, Markt Schwaben: Stanzwerkzeug zum Entgraten von Druckgußteilen, Bj. 1978, 78/300
Gutehoffnungshütte, Sterkrade: Fließgraphik, Direktreduktion von Eisenerzen nach dem Purofer-Verfahren, gefertigt 1978, 78/323
Hansberg, Fritz, Modena/Italien: erste Kernschießmaschine, Konstruktion Hansberg, Bj. 1950, 78/293
Muzeum Arecheologiczne, Krakow/Polen: Eisenluppe aus einem Schmelzversuch nach dem Rennfeuerverfahren in Nowa-Stupia/Polen, Bj. 1962, 78/334

Landtechnik
Doria, Margherita, Fermo/Italien: Mantile (handgewebtes Schafwolltuch), um 1870, 78/355; Brotstempel, um 1870, 78/356
Mayr, Hermann, Windach: Milchzentrifuge, Herst. Mielewerk AG, 78/330

Landverkehr
Bambach, Dr. Gerhard, Ludwigshafen: Mercedes 300 SE, Limousine, Bj. 1962, 78/313
Erlau AG, Aalen: PKW-Rad mit Ronal-Alu-Felge, Pirelli-Reifen und Erlau-Gleitschutzkette, Bj. 1978, 78/351 a—c
Fend, Fritz M., Regensburg: Gummi-Achsfederung für KFZ-Anhänger, System Fend-Knott, Bj. 1978, 78/360
Lehnert, Germering: Triumph-Motorrad, Bj. 1952, 78/298
Rawie, A., Osnabrück: Gleisbremsschuhe, Herst. Rawie, Bj. 1978, 78/339 a—b
Riedt, München: DKW-Motorrad-Motor, 78/314
Wahler, München: Adler-Motorroller, Bj. 1955, 78/315

Luftfahrt
Bruder, F. H., Würzburg: Modellsegelflugzeug, Bj. um 1949, 78/349
Caidin, M., Cocoa Beach, Florida/USA: Kurssteuerungsanlage, Herst. Siemens, Bj. 1938, 78/322
Luftsportverein MBB, Laupheim: erstes Kunststoffsegelflugzeug der Welt, fs-24 Phönix, Bj. 1957, Herst. Akaflieg, 78/357
Modellbauclub Süd-Ost, Hohenbrunn: Flugzeugmodell Ju 87 D-2, Bj. 1978, 78/352
Gebr. Fleischmann, Nürnberg: Preßwerkzeug für Spielzeugeisenbahn, 78/362
Sartorius-Mitutoyo, Düsseldorf: Anreiß- u. Meßmaschine CX 652, Bj. 1978, 78/327
Werkzeugbau GmbH, Starnberg: Spezial-Bohrwerkzeuge, gefertigt 1977, 78/336 a—e

Musikinstrumente
Karl Hammerschmidt & Söhne, Burgau: B-Klarinette, 78/190; Tarogatto in b, 78/191
Menzel, Ursula, Bückeburg: Waldhorntube in B, Herst. Menzel, Bj. 1978, 78/286

Nachrichtentechnik
Braun AG, Frankfurt: HiFi-Stereo-Receiver, Bj. 1978, 78/318; HiFi-Stereo-Kompaktgerät, Bj. 1978, 78/319; HiFi-Lautsprechereinheiten, Bj. 1978, 78/320 a—b
Gluitz, W., Schorndorf: Oszillograph, Herst. AEG, Bj. um 1935, 78/363; Vielfachmeßinstrument mit Induktor für Isolationsmessungen, Bj. um 1935, 78/364; Ohmmeter, Bj. um 1935, 78/365
Kienzle Datensysteme, München: Nadeldrucker und Nadeldruckkopf, Herst. Kienzle, Bj. 1974, 78/346 a—b; Floppy-Disk-Gerät, Herst. Calcomp, Bj. 1975, 78/347; Magnetband-Kassettengerät, Herst. Kienzle, Bj. 1972, 78/348
Siemens AG, München: ARQ-Multiplexsystem Elmux 1000, Bj. um 1970, 78/316

Papiertechnik
Fa. August Plöger, Schieder: Mahlwerk (Holländer) zur Faseraufbereitung; Bj. um 1845, 78/332

Photographie
Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- u. Raumfahrt, Oberpfaffenhofen: Photokopiergerät Lumoprint, Type UG 2 DV, Bj. um 1960, 78/288
Kurtz, Dr. Heinrich, München: 16-mm-Schmalfilmprojektor mit Objektiv, Herst. Siemens, Bj. um 1930, 78/340
Hintze, Heinz-G., Hanstedt-Nordheide: Gallium-Thermometer für den Meßbereich 0—520° C, Bj. um 1920, 78/287
Stadtmuseum, München: dritter Abguß der Totenmaske Joseph v. Fraunhofers, gefertigt 1976, 78/353

Schiffahrt
Hinteregger, Arnold, München: Rennjolle mit Zubehör, 78/358

Schreib- und Drucktechnik
Maschinenfabrik Goebel GmbH, Darmstadt: Billettdruckmaschine, Bj. 1909, 78/306
Pfriener Verlag, München: Falzmaschine, 78/350
Regierung der Volksrepublik China: chinesische Schreibmaschine mit 2310 Drucktypen, Bj. um 1950, 78/329
Rudolf Hell GmbH, Kiel: Funktionsmodell einer Digisetanlage mit Bildschirm-, Steuer- und Netzgerät, Bj. 1978, 78/325 a—c

Technische Chemie
Atlas-Bayer AG, Leverkusen: Seil aus Chemiefasern, Höchstbelastung 42 t, Bj. 1978, 78/328
Graen, München: Säurebehälter aus braunlasiertem Steinzeug, Bj. 1950, 78/324 a—b
Hufnagel, Hans, München: Eiscrememaschine für Handbetrieb, Bj. um 1900, 78/335

Zeitmessung
Cristalonic Computer GmbH, Ottobrunn: Quarzuhrwerk Solar-Quartz, Bj. 1978, 78/361
Fa. Kudo, St. Georgen: Tischuhr, Kudo-Electronic, Bj. um 1975, 78/311

Unsere Autoren

Alto Brachner: siehe K & T 1/78

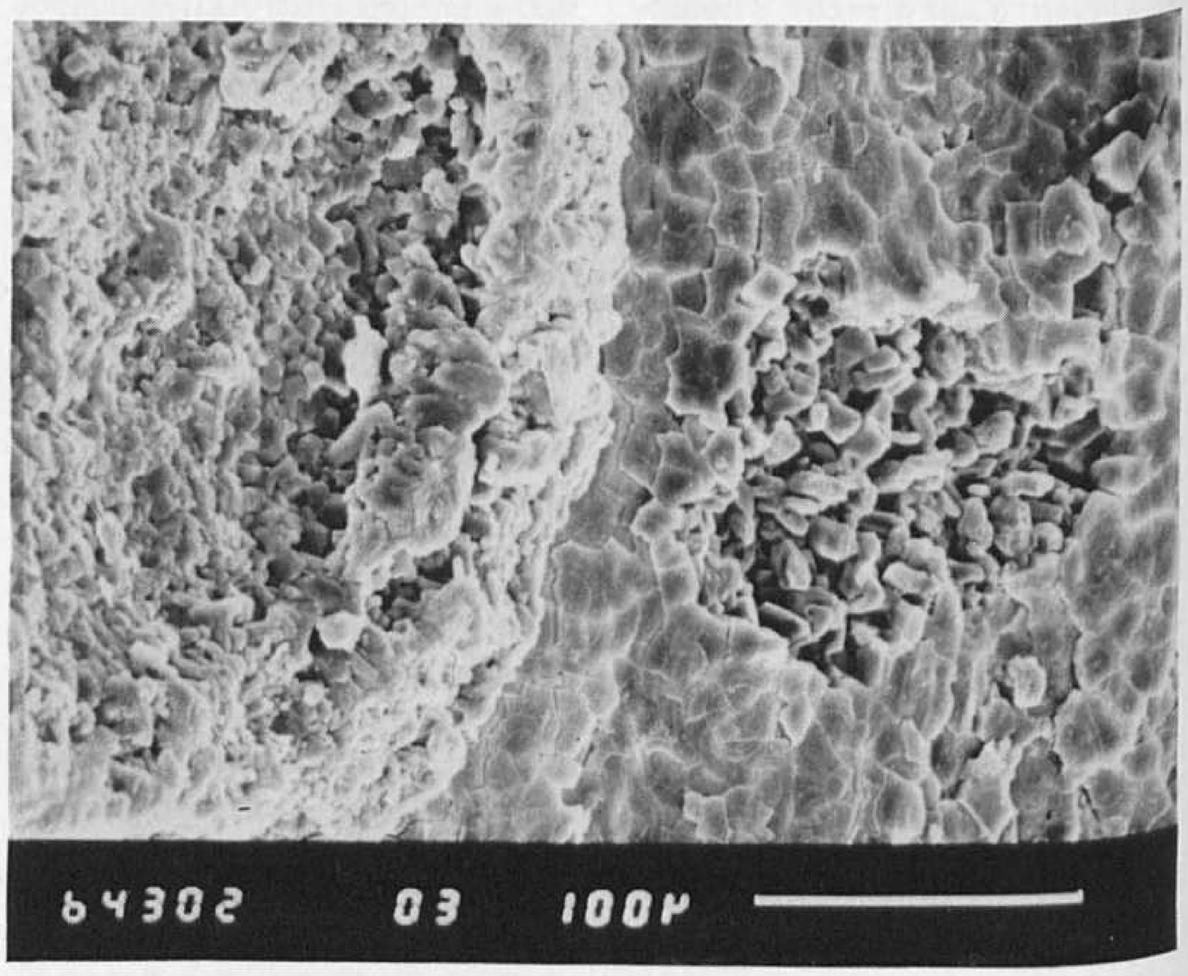
Dr. *Karin Figala* (1938). Studium der Pharmazie an den Universitäten Bern, Bonn und Hamburg. Nach eineinhalbjähriger Tätigkeit in den chemischen Werken Knoll Promotion an der Universität München zum Dr. rer. nat. 1978 Habilitation mit dem Thema »Die Alchemie bei Isaak Newton« an der Technischen Universität München und Ernennung zur Universitätsdozentin. Mitarbeit am Forschungsinstitut für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik des Deutschen Museums

Johan Jansen (1910). 1949 bis 1976 Redakteur der Internationalen Licht Rundschau. Autor von »Beleuchtungstechnik«, Philips Technische Bibliothek, Eindhoven 1954

Andreas Kippe (1938). Zunächst drei Semester Naturwissenschaften, dann Studium der Zeitungswissenschaft an der Universität München. 1966 Diplomarbeit über Zeitungsausschnittbüros. Ab 1969 Redakteur der ADAC-Pressestelle, ab 1971 Leiter dieser Abteilung. Seit 1970 zusammen mit seinem ehemaligen Chef Klaus Peter Heim Aufbau der ADAC-Sammlung »Auto in Kunst«

Dr. *Otto Krätz:* siehe K & T 3/78

Robert Schwankner (1958). Studiert als Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes Chemie und Wissenschaftsgeschichte an der Universität München. Bundessieger des Wettbewerbs »Jugend forscht« 1975 im Bereich Biologie. Seit 1976 Vorsitzender des wissenschaftlichen Studienteams, seit 1977 Vortrags- und Publikationstätigkeit.



In Heft 4/78 wurde das rechte Bild auf Seite 37 zum Artikel von Stephan Fitz, »Retten, was zu retten ist«, versehentlich nicht vollständig abgebildet.
Im rechten Teil Kieselsäureabscheidungen, die von einem feinen Netz von Rissen durchzogen sind, links der bereits abgebildete Rand eines Kraters mit Gipsablagerungen.

Seminare für betriebliche Ausbilder

Das Deutsche Museum führt im Kerschensteiner Kolleg auch Seminare zur Weiterbildung von Ausbildern durch. Hier die Termine und Themen für das erste Quartal 1979:

23. 4.—27. 4.	Metall
14. 5.—18. 5.	Aufbaukurs Metall
28. 5.— 1. 6.	Drucktechnik
18. 6.—22. 6.	Kfz-Technik
2. 7.— 6. 7.	Metall
16. 7.—20. 7.	Nachrichtentechnik

Auskunft und Anmeldung:
Deutsches Museum, Seminare für betriebliche Ausbilder, Postfach, 8000 München 26, Tel. (0 89) 2 17 92 94.

Museumsarchäologie

Im Beitrag »Wiederentdeckte Schätze« von James E. Cornwall in Heft 4/78 sind u. a. zwei Porträts von C. A. Steinheil abgebildet mit dem Hinweis, die Original-Daguerreotypien seien verschollen. Aufgrund dieser Abbildungen grub Dr. A. Wißner, früherer Leiter der Abteilung Photographie im Deutschen Museum, die Originale unter den Photobeständen aus. Die versilberten Kupferplatten sind beide 7×8 cm groß und haben die Inv.-Nr. 79 600 a und 79 600 b. Nachzutragen ist auch, daß die auf Seite 26, Spalte 2 erwähnten vier runden Daguerreotypien von C. A. Steinheil die Inv.-Nr. 79 603 a—d haben.

Die große internationale Zeitschrift für Malerei, Plastik, Graphik, Architektur und Wohnkultur

die Kunst
und
das schöne Heim

Spiegelbild des vielseitigen Kunstgeschehens unserer Zeit

Immer lebendig, kritisch, aktuell. Informiert in großzügig, meist farbig illustrierten Beiträgen über alte, neue und progressive Kunst, über Namen, Richtungen und Trends, Ausstellungen und Auktionen — über alles, was die lebendige Kunstszenerie heute ausmacht.
Bilden Sie sich selbst ein Urteil: Verlangen Sie ein kostenloses Probeheft und die Bezugsbedingungen direkt vom

VERLAG KARL THIEMIG
Postfach 90 07 40 D-8000 München 90

Kommunikation als Entscheidungshilfe

Wo immer Entscheidungen zu treffen sind – auf Managementebene, in Entwicklung, Konstruktion oder Fertigung, – im Marketingbereich, in Absatzförderung oder Werbung – ohne ausreichende Information ist kein berufliches Problem lösbar.

VOGEL-VERLAG
Kompetent für technisch-industrielle Kommunikation

Postfach 67 40
D-8700 Würzburg 1
Tel (0931) 4102-1

Fachzeitschriften
Populärtechnische Zeitschriften
Kundenzeitschriften
Direktwerbung im Medienverbund
Fachbücher
Fachseminare

Fremde Länder Fremde Völker

Ländermonographien des Instituts für Auslandsbeziehungen Stuttgart

Diese Reihe großformatiger, farbig illustrierter Handbücher bietet umfassende Informationen über Länder, die im Brennpunkt des Weltinteresses stehen, aktuelle Orientierung, wie sie so konzentriert sonst nirgends zu finden ist.

Die Herausgeber der einzelnen Bände, Spezialisten ›ihrer‹ Länder, ziehen jeweils namhafte Wissenschaftler oder Publizisten für die verschiedenen Aspekte hinzu: für die Landesnatur, die Geschichte, die Kunst und Kultur, für Bevölkerung und ihren sozialen Status, für Wirtschaft und Verkehr und, nicht zuletzt, für die politische Situation zwischen den Mächten. Der Stoff wird überschaubar und so lebendig wie möglich, oft packend dargestellt; Statistiken, Karten, Register und Bibliographien machen jeden Band zum unentbehrlichen Nachschlagewerk.

Bis jetzt sind erschienen:
Kuwait – Brasilien – Afghanistan – Türkei – Pakistan – Saudi-Arabien – Kenia – Ägypten – Argentinien – Iran; i. Vb. f. 1979: Indonesien – Thailand – China

Moderne Erzähler der Welt

Reihe »Geistige Begegnung« des Instituts für Auslandsbeziehungen
Eine umfassende Weltbibliothek in deutscher Sprache, die das literarische Schaffen aus allen Kontinenten umfaßt. In mehr als 50 Bänden sind über 1000 bedeutende Schriftsteller mit ihren besten Erzählungen vertreten.

»Das Ziel der anspruchsvollen Sammlung ist, die Literaturen aller Länder, Völker und Sprachen zu umfassen und damit zum besseren Verständnis von Mensch zu Mensch beizutragen.«
Neue Zürcher Zeitung

Fordern Sie bitte unsere Sonderprospekte an!

Zeitschrift für Kulturaustausch

Vierteljahreshefte für internationalen Kulturaustausch und auswärtige Kulturpolitik, herausgegeben vom Institut für Auslandsbeziehungen, Stuttgart
Jahresabonn. 18,–, Einzelheft 5,– DM

Aus dem Inhalt der jüngsten Hefte, die jeweils einem Themenbereich deutsch-ausländischen Kulturaustauschs gewidmet sind:
Literatur als Mittel der Verständigung – Die Funktion des Übersetzers – Deutsche Bücher in fremden Sprachen – Sport und Kultur

Internationale Bedeutung der deutschen Kunst

Ausstellungen deutscher Kunst im Ausland – Fragen und Probleme deutscher auswärtiger Kulturpolitik – Die deutsche Sprache im Ausland

Literatur und Gesellschaft in Lateinamerika – Deutsch-lateinamerikanische Kulturbeziehungen

Perspektiven deutsch-jugoslawischer Zusammenarbeit im Schul- und Bildungswesen

Theater als internationale Kommunikation – Das Ballett als Kulturaustausch

Reisen als Begegnung von Kulturen

Auf Postkarte geklebt oder im Briefumschlag senden an den Horst Erdmann Verlag, Postfach 1380, D-7400 Tübingen 1

Bitte schicken Sie mir kostenlos und unverbindlich

- ☐ ein Probeheft der »Zeitschrift für Kulturaustausch«
- ☐ den Prospekt »Ländermonographien«
- ☐ den Prospekt »Moderne Erzähler der Welt«
- ☐ den Prospekt »Alte abenteuerliche Reise- und Entdeckungsberichte«
- ☐ das Gesamtverzeichnis Ihres Verlages

Name, Anschrift

Horst Erdmann Verlag Tübingen und Basel

Wir produzieren Sauberkeit

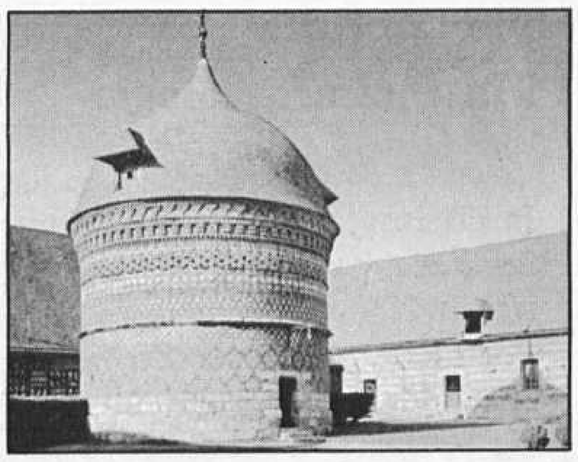
Service und Dienstleistungsgruppen
Berghammer u. Schlegel OHG
Dachauer Straße 112 a
8000 München 19
B&S
Tag und Nacht Telefon 089/185543

Arbeitsfirma des Deutschen Museums

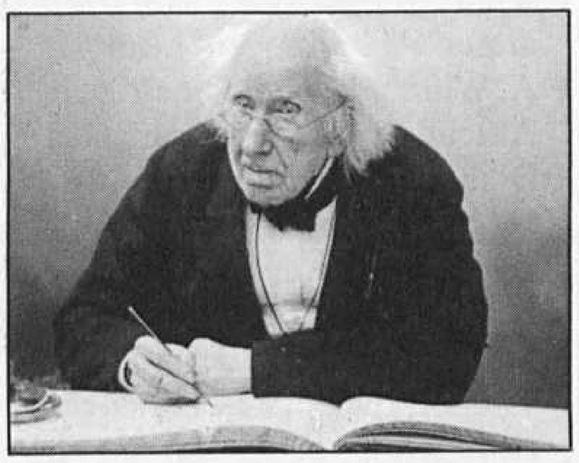
Bild- und Quellennachweis

Günther von Voithenberg, München: S. 10, 11, 33. Anne Kirchbach, Söcking: S. 12. Franzis Verlag, München: S. 15. Robert Schwankner, München: S. 16, 18. Siemens-Archiv, München: S. 17, 19. ADAC, München: S. 20 bis 25. Stadtbibliothek Nürnberg: S. 27. CERN, Genf: S. 28, 29, 30. Landesbibliothek Kassel: S. 35. Westfälisches Landesmuseum für Kunst und Kulturgeschichte, Münster: S. 42, 44. Karl Hoyer, Leinfelden: S. 45.
Alle übrigen Photos aus dem Archiv des Deutschen Museums München.

Vorschau

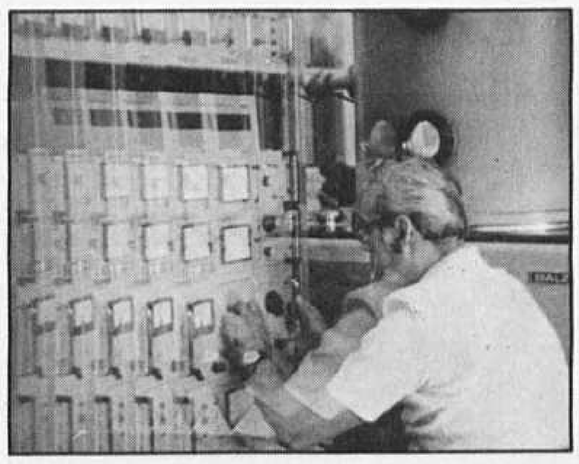


Stiefkind der Denkmalpflege, als unnütz, störend, verunreinigend, Kosten verursachend empfunden, fast dem Untergang geweiht, spiegelt die Behausung der Taube seit Jahrhunderten die Stile der Architekturgeschichte wider.
(Alois Kammermeier)

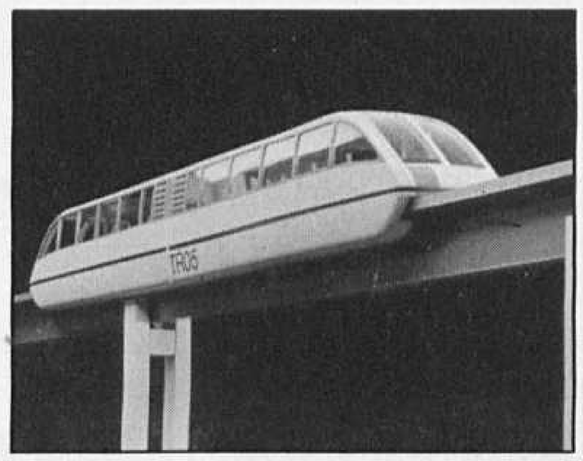


Erfaßt von dem euphorischen Glauben an die unerschöpflichen Möglichkeiten der Naturwissenschaften, bemühten sich im letzten Drittel des 19. Jh. die Neo-Impressionisten um ein Konzept der Malerei, das auf den Gesetzen des Farbkontrastes beruhte, die der Chemiker M. E. Chevreul aufgestellt hatte. *(Claudia Krüll)*

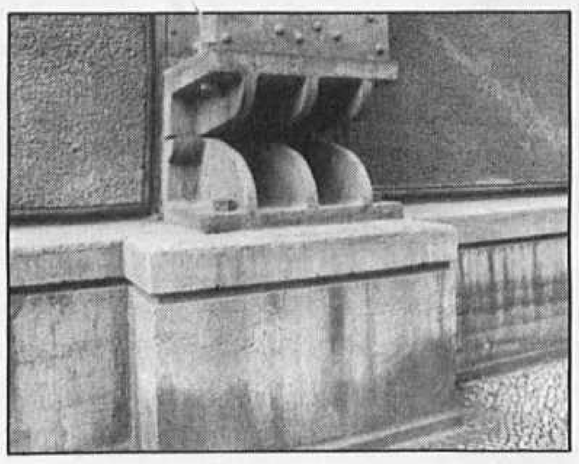
Sie repräsentieren Technik, Architektur und Dekor, aber auch Disziplin, Gefahr, Freude und Schmerz: die Tempel der Technologie, die wir schlicht »Bahnhöfe« nennen. Eine Pariser Ausstellung entlockt diesem zugeknöpften Thema selten zu hörende Klänge.
(Uwe Reher)



Der Begriff des physikalischen Vakuums erfuhr aus philosophischer Sicht im Laufe der Geschichte tiefgreifende Wandlungen. Die Frage, was das Vakuum eigentlich ist, stellt sich gerade heute wieder durch neue physikalische Erkenntnisse.
(Alto Brachner)

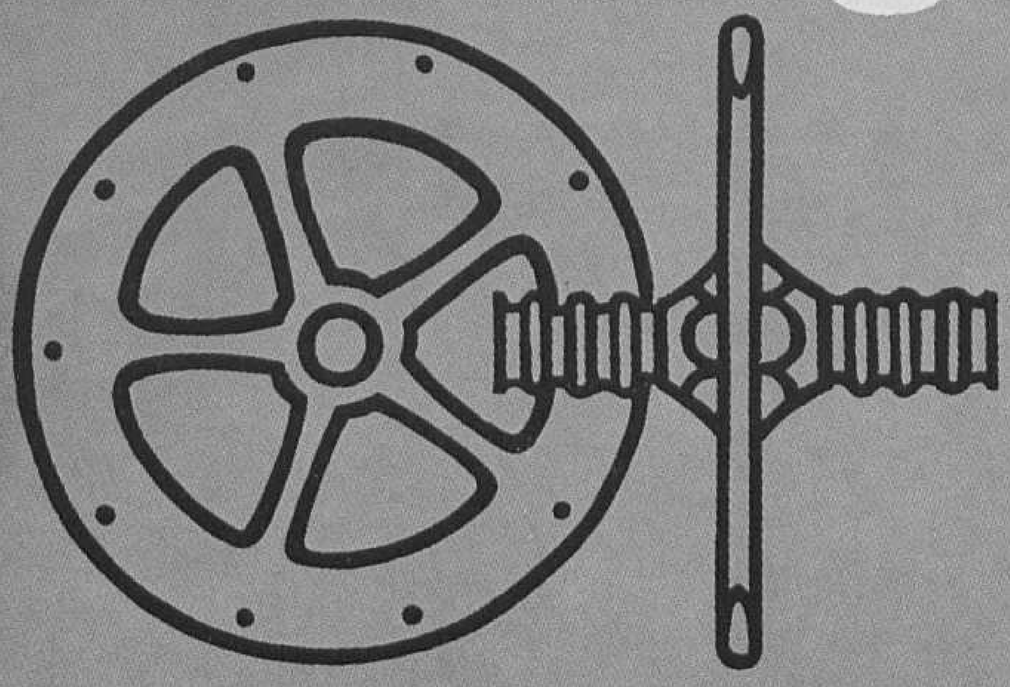


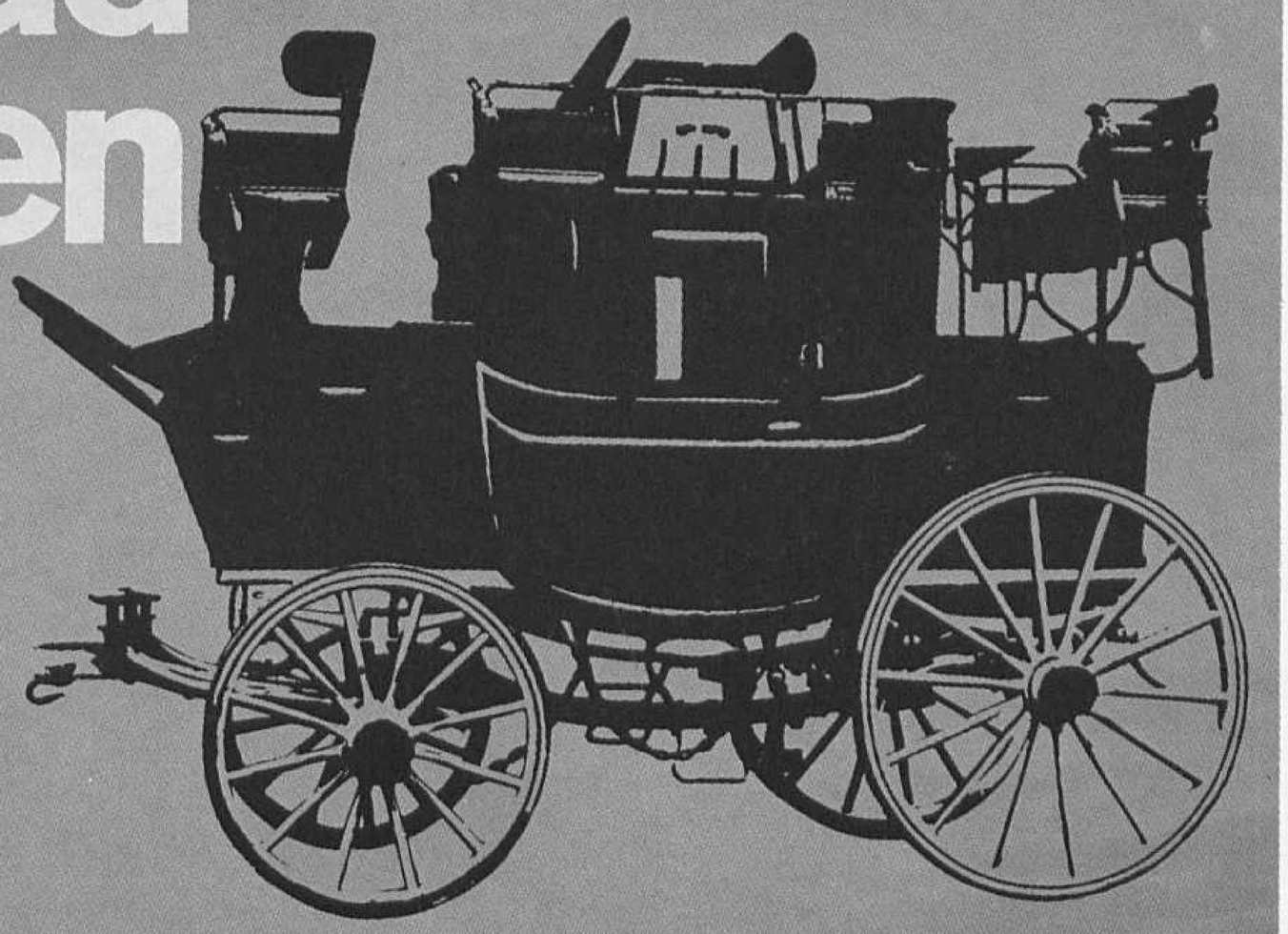
Überlebt die Bahn das 20. Jahrhundert? Sind Schiene und Rad veraltet? Im Sommer 1979 kann man auf der Internationalen Verkehrsausstellung in Hamburg erstmals mit einer Bahn fahren, die sich ohne drehende Teile bewegt: die Magnetbahn. *(Hans Straßl)*



Architekt von Fabrik-, Verwaltungs-, Wohngebäuden zwischen Klassizismus und Neuem Bauen, als Werbegraphiker, Gestalter von Dampfkesseln, Straßenlampen, Weingläsern, Klavieren, als Innenarchitekt und als Stadtplaner: Peter Behrens — ein genialer Gestalter und seine Bedeutung.
(G. B. von Hartmann)

Achse, Rad und Wagen





5000 Jahre Kultur- und Technikgeschichte

Öffnungszeiten:
1. April bis 30. September
Samstags
14,30 bis 17,30 Uhr
Eintritt frei

im Werksmuseum der Bergischen Achsenfabrik Fr. Kotz & Söhne in 5276 Wiehl

THIEMIG-TASCHENBÜCHER · BAND 67

Aktuelle Physik

von Prof. Dr. Edgar Lüscher, Physik-Department München
(1978) VIII, 136 Seiten, 44 Abb., 5 Tab., kartoniert DM 16,80

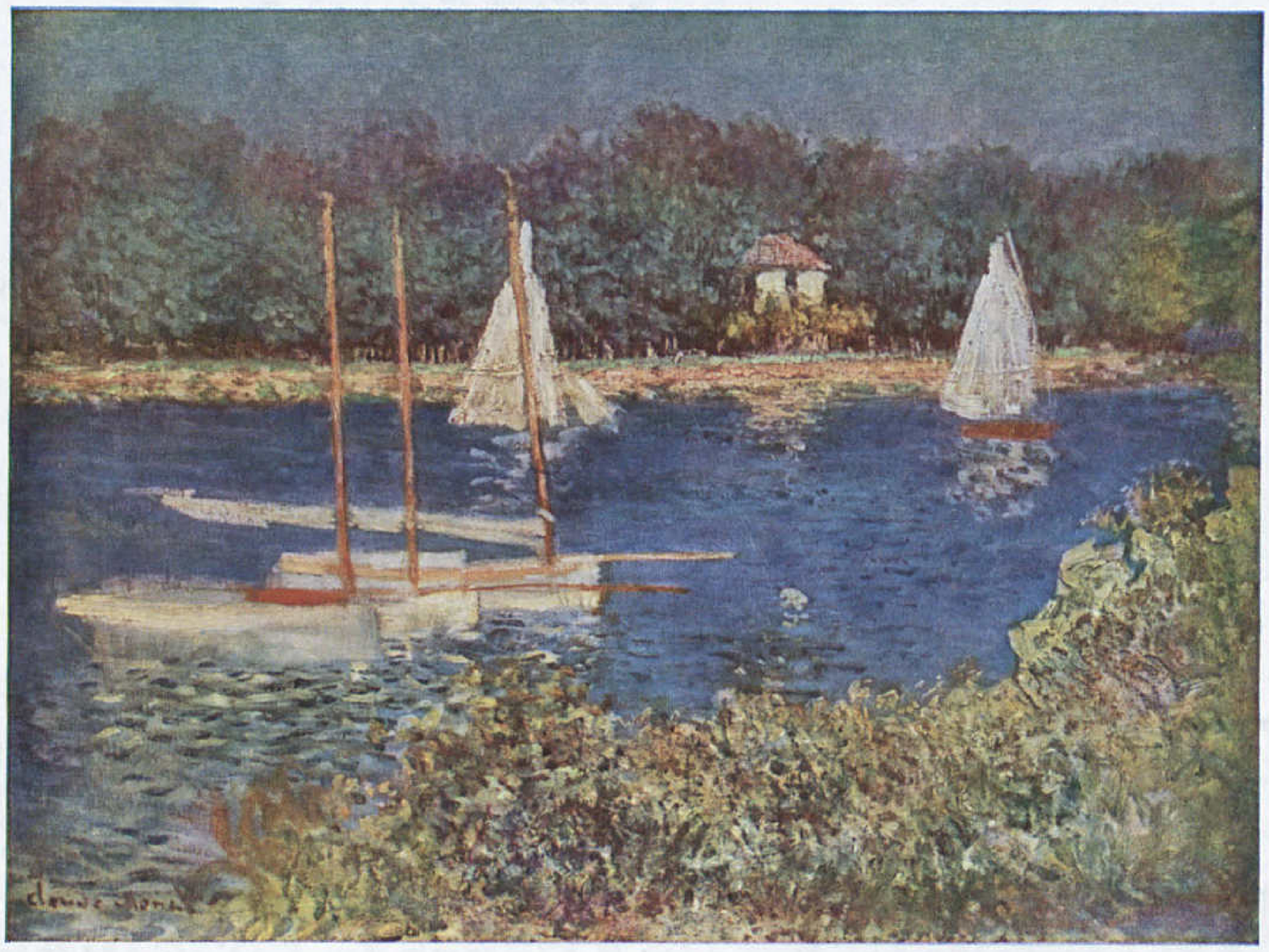
Dieses Bändchen entstand aus einer Vortragsreihe im Bayerischen Rundfunk. Dem Autor ist es gelungen, den gewaltigen Komplex des heutigen Standes der Physik, wenn auch nur skizzenhaft, einem größeren Interessentenkreis darzustellen mit einem Minimum an mathematischen Voraussetzungen.
Begeistert werden Schüler, Studenten sowie auch allgemein interessierte Leser nach diesem Kompendium der modernen Physik greifen.

Verlag Karl Thiemig · Postfach 90 07 40 · D-8000 München 90

Französische Künstler

im Programm der

PIPERDRUCKE



CLAUDE MONET (1840—1926) »Sommertag« (Seine bei Argenteuil)

Lieferbar in der bewährten Qualität der PIPERDRUCKE und im Format der Originale sind Reproduktionen von Werken folgender Künstler:

GEORGES BRAQUE (1881—1963)
PAUL CÉZANNE (1839—1906)
JEAN-BAPTISTE SIMÉON CHARDIN (1699—1779)
CAMILLE COROT (1796—1877)
GUSTAVE COURBET (1819—1877)
EDGAR DEGAS (1834—1917)
EUGENE DELACROIX (1798—1863)
ANDRÉ DERAIN (1880—1954)
HENRI FANTIN-LATOUR (1836—1904)
PAUL GAUGUIN (1848—1903)
EDOUARD MANET (1832—1883)
HENRI MATISSE (1869—1954)
CLAUDE MONET (1840—1926)
CAMILLE PISSARRO (1831—1903)
AUGUSTE RENOIR (1841—1919)
MAURICE UTRILLO (1883—1955)
EDOUARD VUILLARD (1868—1940)
JEAN-ANTOINE WATTEAU (1684—1721)

Sie erhalten PIPERDRUCKE in guten Buch- und Kunsthandlungen. Über das Programm informieren wir Sie gern.

DIE PIPERDRUCKE VERLAGS-GMBH
Pilgersheimer Straße 38 · Postfach 900740 · D-8000 München 90