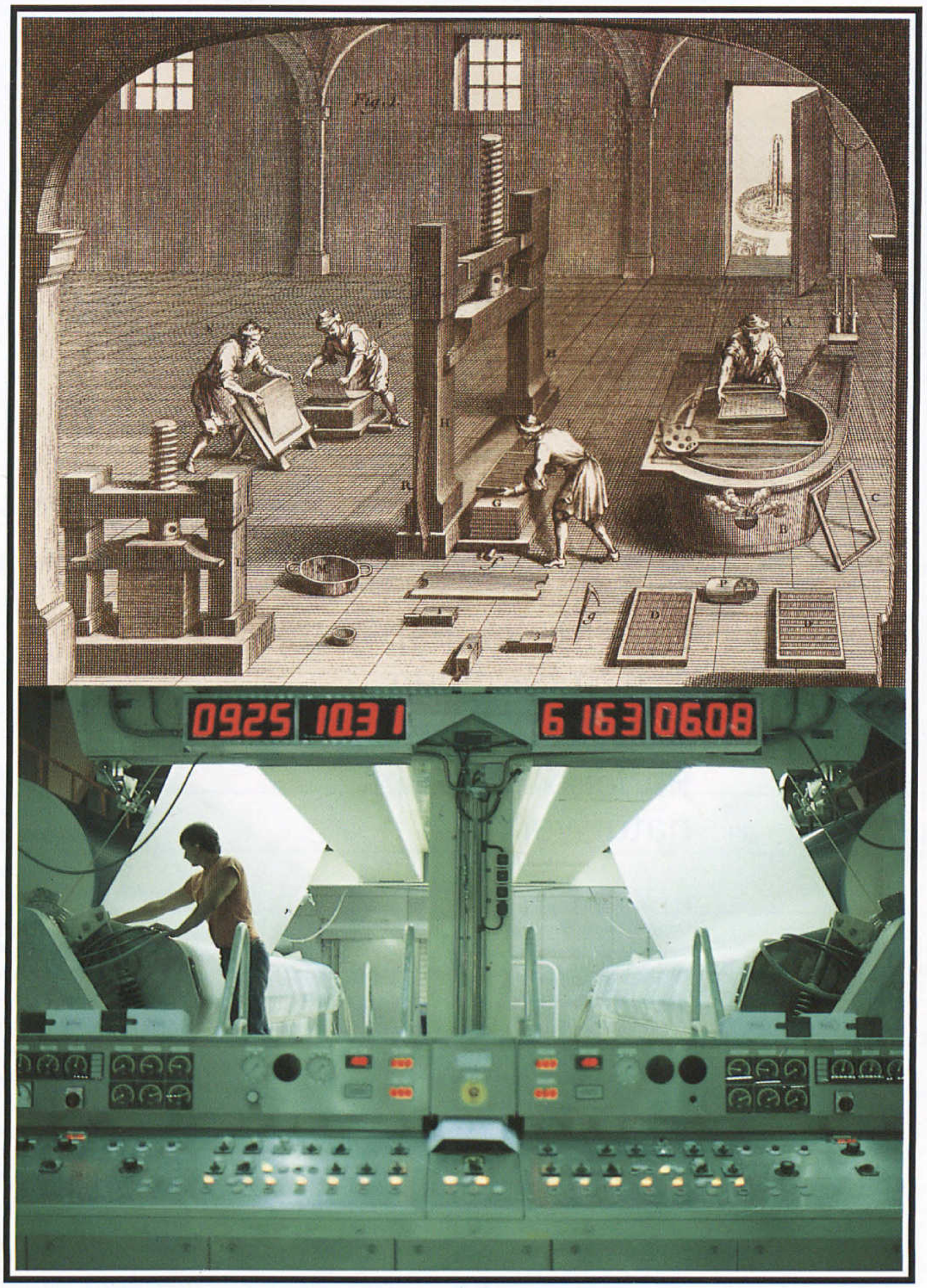
Gesch. 402

B 9797 F

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums Verlag C. H. Beck, München 2/1990



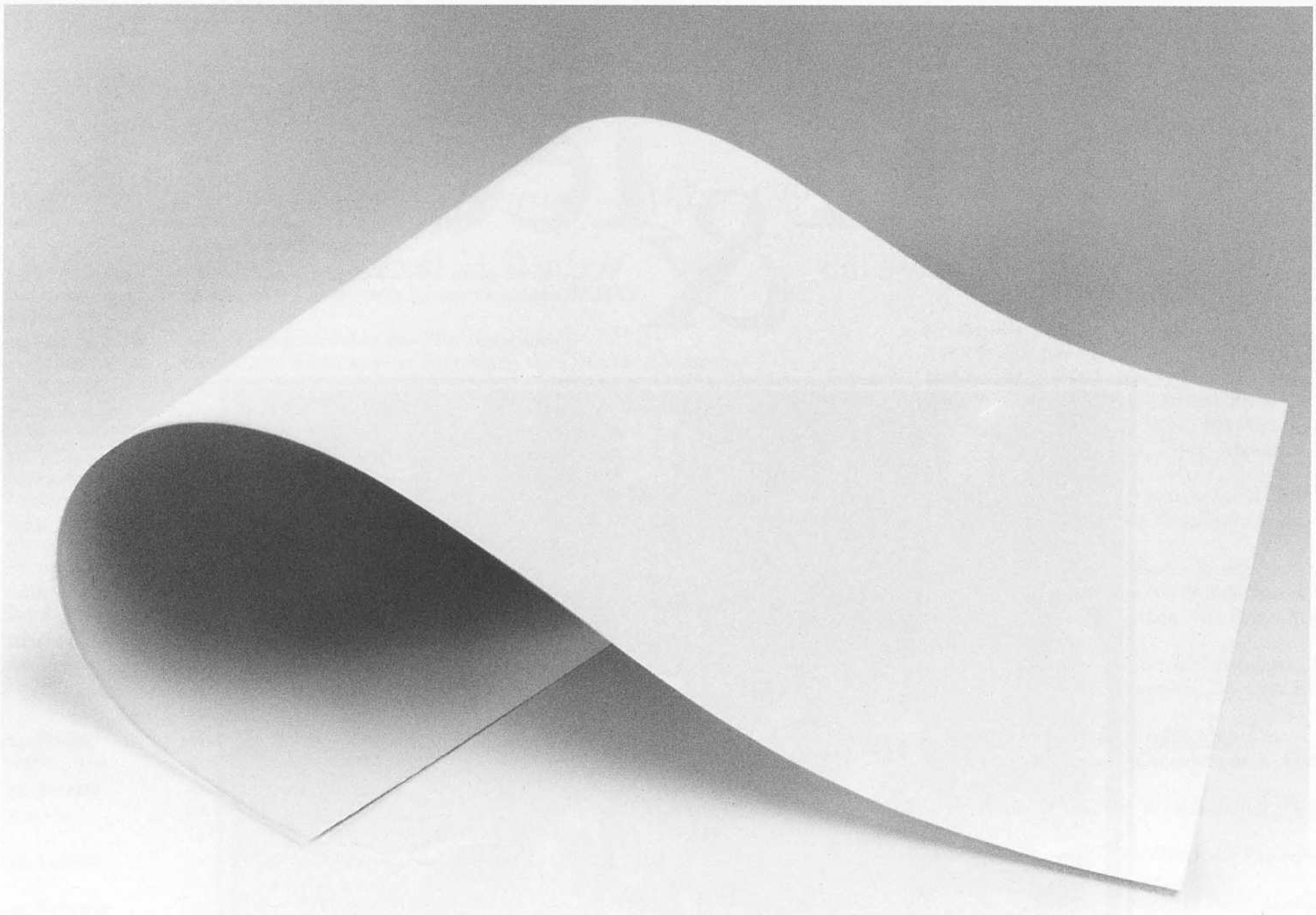
600 Jahre Papier

Papier-Recycling und Umweltschutz

Malerei mit Papier

Saubere Energie aus Pflanzenöl

BIBLIOTHEK DES DEUTSCHEN MUSEUMS MÜNCHEN



Eine neue Kunstdruck-Papiersorte von Scheufelen:

Phoenix-Imperial naturweiß

Mit dem neuen Phoenix-Imperial naturweiß bietet Scheufelen jetzt eine Alternative, die sich in den Be- und Verdruckbarkeitseigenschaften durch nichts von unseren bewährten Kunstdruckpapieren unterscheidet. Anders ist lediglich die Färbung, die durch den Verzicht von optischen Aufhellern im Strich erreicht wird. Das bedeutet, daß die natürliche Weiße der Streichpigmente erhalten, und die Lichtechtheit und Färbung stabil bleiben. Phoenix-Imperial naturweiß ist deshalb nicht nur in seinen physikalischen Eigenschaften alterungsbeständig wie alle holzfreien Scheufelen-Papiere, sondern auch hinsichtlich der optischen Eigenschaften.

Damit trägt Scheufelen den Bedürfnissen des Marktes, insbesondere bei der Buchherstellung, nach einem lesefreundlicheren Kunstdruckpapier Rechnung. In der Oberklasse der gestrichenen Druckpapiere stehen nun folgende Sorten zur Verfügung: Kunstdruckpapiere der Marke Phoenix-Imperial, originalgestrichen Kunstdruck holzfrei glänzend und halbmatt in weiß, im neuen naturweiß und elfenbeinfarbig.

Das neue ›Naturweiß‹ von Scheufelen interessiert mich.

— Bitte senden Sie mir Informationsmaterial und Muster.

— Ich bitte um den Anruf des Scheufelen-Kunstdruckpapier-Experten.

Name/Firma
Straße
PLZ/Ort
Telefon

Papierfabrik
Scheufelen GmbH + Co. KG
D-7318 Lenningen
Telefon 0 70 26/66-1
Telefax 0 70 26/66-7 01

Scheufelen

Erste deutsche
Kunstdruckpapierfabrik

INHALT

Seit 600 Jahren wird in Deutschland Papier hergestellt. Das Material ist heute wichtiger Informationsträger, Verpackung, künstlerisches Ausdrucksmittel, Spielzeug – ein Höhenflug ohnegleichen.

Titelbild: Papierherstellung nach einem Kupferstich aus dem Jahr 1698 (oben; Abbildung: Deutsches Museum, München) und elektronisch gesteuerte Papierproduktion heute (unten; Foto: Kellerer, MD Papier GmbH).

Zum Heft: 600 Jahre Papier in Deutschland	6	
Der Wink mit dem Papierfächer	8	Christa Pieske
Neuzeitliche Papierherstellung	14	Lothar Göttsching
Papier-Recycling und Umweltschutz	24	Ein Gespräch mit Heinrich L. Baumgarten
Vermischte Nachrichten über den Lumpenhandel und das Lumpensammeln	30	Paul Thiel
Stampfgeschirr und Halbzeug Wie Papier mit der Hand geschöpft wurde	32	Lutz Michel
Malerei mit Papier	40	Dorothea Eimert
Papiermuseen	48	Dorothea Eimert
Die wundersame Vermehrung des Papiers	54	Edward Tenner
Mitteilungen der Georg-Agricola-Gesellschaft: Technikförderung in der Académie des Sciences	60	Hans-Peter Sang
Der Elsbett-Motor Saubere Energie aus Pflanzenöl?	62	Rainer Olbert
„Unverkennbare Spuren der Wonne“ Die Wassersäulenmaschinen des Georg von Reichenbach	72	Heinz Straub
Eine Fälschung – cui bono? Alexander von Humboldt als Werbemittel	78	Kurt-R. Biermann
Gedenktage technischer Kultur	80	Sigfrid von Weiher
Nachrichten aus dem Deutschen Museum	83	Rolf Gutmann
Veranstaltungen des Deutschen Museums Impressum	84	

Das Bewußtsein der Menschen für das Thema Umwelt, Ressourcen, Recycling etc. wächst. Immer mehr Leser und Werbungtreibende wollen von den Druckereien wissen, wie hoch die Altpapieranteile ihrer Druckträger sind.

Gleichzeitig wird die Welt des bedruckten Papiers immer farbiger. Es wächst das Farbaufkommen, und es wachsen die Ansprüche von Leserschaft und Werbewirtschaft an die Druckqualität.

Lange schien es fast unmöglich, den Trend zum Recycling und den Trend zur Farbe unter einen Hut zu bekommen. Bei den Zeitungsdruckpapieren haben wir dieses Problem gelöst. Unsere SOGAnorm-Standardqualitäten haben bereits einen Altpapieranteil von 60 Prozent, bei unseren SOGA-Sonderqualitäten geht er gegen 30 Prozent. Auf diesen Papieren werden Farbergebnisse erzielt, die sich so mancher Fachmann bisher nur auf wesentlich höherwertigen Qualitäten vorstellen konnte.

Die Entwicklung zu den Papieren, die die beiden Trends unter einen Hut bringen, ist stark. Nicht zuletzt deshalb lief im Dezember 1989 in unserem Werk Schongau die neue Papiermaschine 7 mit einer Jahreskapazität von 230.000 Tonnen an. Insgesamt kommt Haindl Schongau damit auf 530.000 Jahrestonnen SOGA-Qualitäts-zeitungspapiere zwischen 40 und 54 g/m² für Hoch- und Offsetdruck. Verarbeitet in Verlags- und Akzidenzdruckereien.

Für das Recycling haben wir die Deinking-Technologie, mit der wir die Faser- und Füllstoffe des bedruckten Altpapiers von der Druckfarbe trennen, ständig verbessert. Zum Beispiel die Doppelflotation: Diese Technologie trägt dazu bei, daß auch die aufgebesserten SOGA-Zeitungspapiere Altpapier enthalten können und alle Anforderungen an die Helligkeit erfüllen. Beim Verhältnis von Opazität zu Flächengewicht haben sie eindeutige Vorteile.

Auch bei der Technik der Papiermaschinen bedienen wir uns vom Besten. So sorgt zum Beispiel der neuartige GAP-Former der PM 7 für noch gleichmäßigere Faserstrukturen und Bahnprofile sowie gleiche Ober- und Unterseiten. Das von Haindl maßgeblich mitentwickelte On-line-Softglättwerk schafft ein einheitliches Oberflächenniveau und damit einen ruhigen Farbstand bei gleichmäßigem Ausdruck. Dank neuer Technologie kommt die Leuchtkraft der Farben jetzt voll zur Entfaltung. Kein Drucker muß also mehr passen, wenn es im gleichen Atemzug um Recycling und Farbe geht.

Bitte fordern Sie weitere Unterlagen an:
- Über die Haindl-Gruppe,
- über die PM 7 in Schongau.

HAINDL
Rollendruckpapiere

Zeitungsdruckpapiere
Satinierte Papiere
Gestrichene Papiere
Wir wissen,
was von uns abhängt.

Haindl Papier GmbH
Postfach 10 17 49
Georg-Haindl-Straße 5
D-8900 Augsburg 1

HPW90/1012

Liebe Leserin, lieber Leser,

seine Papiere machen den Menschen erst wirklich zum Menschen. Ohne Geburtsschein ist ein Mensch nicht geboren, ohne Totenschein ist seine Unsterblichkeit amtlich verbrieft. Und seit der Erfindung des Papiergeldes und der Wertpapiere, die Goethe im Faust II mephistotelischer Tücke zuschreibt, weil ihnen kein realer Gegenwert entspricht, überzeugt der große Schein häufig mehr als das bloße Sein.

Der Siegeszug des Papiers scheint unaufhaltsam. Weltweit werden in diesem Jahr vermutlich 250 Millionen Tonnen Papier, Pappen und Kartonagen erzeugt und verbraucht – das entspricht rund der Hälfte der weltweiten Eisen- und Stahlproduktion. Der jährliche Papierverbrauch pro Kopf der bundesrepublikanischen Bevölkerung geht gegen 200 Kilogramm. Wollte Christo alle Kontinente der Welt in Schreibpapier einpacken: Die Jahresleistung nur der deutschen Papierindustrie würde ihm dazu genügen.

Als Ulman Stromer (1329 bis 1407) vor 600 Jahren, im Juni 1390, in der Gleismühle vor den Toren Nürnbergs damit begann, nach italienischem Vorbild Papier zu schöpfen, waren solche Zahlen außerhalb jeden Vorstellungsvermögens. Mit seinen drei Gesellen, darunter die beiden in Italien abgeworbenen Papiermacher Franciscus und Marcus de Marchia, die das strenggehütete Know how mitbrachten, konnte er jährlich gerade fünf Tonnen Papier herstellen.

Von China, wo das Papier in vorchristlichen Jahrhunderten erfunden wurde, war es zu den Arabern, mit ihnen nach Nordafrika und Spanien, von dort schließlich zu den Italienern gelangt. In Europa konnte es dem wertvollen Pergament zunächst nur in bescheidenem Umfang Konkurrenz machen. Das änderte sich rasch, als Johann Gutenberg (um 1400 bis 1468) den Buchdruck mit beweglichen Lettern erfunden hatte. Lumpen, vor Holz der Rohstoff, aus dem Papier hergestellt wurde, waren schon bald eine Mangelware, und die Landesfürsten sorgten mit Dekreten und empfindlichen Strafen dafür, daß der begehrte Rohstoff im Lande blieb – erst 1873 wurde das bis dahin gültige Lumpenausfuhrgesetz aufgehoben.

Vielleicht wäre es noch heute gültig, wäre nicht mit Holz ein neuer Rohstoff für die Papierindustrie gefunden worden.

Außerhalb der Tore Nürnbergs, in der „Gleismühle" (rechts unten im Bild), begann Ulman Stromer vor 600 Jahren, im Juni 1390, mit der gewerblichen Herstellung von Papier. Als Rohstoff wurden Lumpen verwendet. Die Ansicht der ersten deutschen Papiermühle ist in der Schedelschen Weltchronik von 1493 festgehalten. (Abbildung: Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin)

Die Grundlagen dazu hatte Jakob Christian Schäffer (1718 bis 1790) gelegt, „Doctor der Gottesgelehrsamkeit und Weltweisheit", der sich mit dem Bau von Wespennestern beschäftigt hatte. Den Gedanken zu verwirklichen und Papier aus Holz zu gewinnen, gelang dem sächsischen Weber Friedrich Gottlob Keller (1816 bis 1895).

Parallel dazu bemächtigte sich die Industrielle Revolution auch der Papierherstellung. 1799 machte der Franzose Nicolas Louis Robert mit seiner „Papiermaschine" das Handschöpfen überflüssig – der Beginn für die Entwicklung immer perfekterer Maschinen, die heute 2,2 Kilometer lange Bahnen von zehn Metern Breite in einer Minute entstehen lassen.

Die Massenproduktion leicht bedruckbaren Papiers bewirkte einen Bildungsboom ohnegleichen: Bücher, Zeitungen und Zeitschriften zu lesen, war immer weniger das Privileg einer gelehrten Minderheit. Papier war um die Jahrhundertwende ein anderes Wort für Kultur, und nur wenige erfaßte damals schon ein gelindes Grausen vor der wachsenden Papierflut – so Gerhart Hauptmann, der 1908 über „Das papierene Zeitalter" schrieb:

„Ich bin Papier, du bist Papier.
Papier ist zwischen dir und mir,
Papier der Himmel über dir,
die Erde unter dir Papier. (. . .)
Und zweimal zwei ist nicht mehr vier:
ich schwöre dir, es ist Papier."

Noch in einem anderen Sinne wurde die massenhafte Papierproduktion zum Problem: Der gewaltige Wasserbedarf und die Vergiftung der Gewässer durch verschiedene chemische Verfahren, die das Papier holzfrei und blütenweiß machten, wurden zur Ursache vieler Umweltschäden. Die Ingenieurskunst war herausgefordert, die Gefahren durch technische Innovationen zu bannen.

600 Jahre Papierherstellung in Deutschland: *Kultur & Technik* widmet diesem Thema eine Reihe von Beiträgen. Prof. Dr. Lothar Göttsching, Leiter des Instituts für Papierfabrikation an der Technischen Universität Darmstadt, beschreibt heutige Techniken, Papier zu erzeugen, während Lutz Michel bei seinem Streifzug durch die Papiergeschichte zeigt, wie handgeschöpftes Papier entstand. Ein Gespräch mit Dr. Heinrich L. Baumgarten, Leiter der Papiertechnischen Stiftung in München, fragt danach, wie Altpapier als neuer Rohstoff verwendet werden kann. Und der Amerikaner Edward Tenner weist auf das Phänomen hin, daß der Computer die Papierberge auf wundersame Weise vermehrt.

Papier kann aber auch etwas ganz anderes sein als nur Informationsträger oder Verpackungsmaterial: Dr. Christa Pieske stellt eine Sammlung von Papierfächern vor, und Dr. Dorothea Eimert führt vor Augen, welche Qualitäten das Material in Werken Bildender Künstler entfaltet.

Herzlich Ihre

Redaktion *Kultur & Technik*

Veranstaltungen zum Papier-Jubiläum 1990

27. 4. bis 10. 5.
„Wirtschaft und Papier", Ausstellung des Verbandes Deutscher Papierfabriken e. V. (VDP) auf der Fachmesse DRUPA '90 in Düsseldorf. Anstelle einer Festschrift wird der VDP ein Papier-Lexikon herausgeben.

19. 5. bis 19. 8.
„Zauberstoff Papier", Ausstellung im Schloß Faber-Castell in Stein bei Nürnberg mit den Themenbereichen: Geschichte der Papierherstellung, moderne Papierindustrie, Bedrucken und Beschreiben von Papier, Papierkunst, Papier im Alltag.

27. 5. bis 26. 8.
„Papier ist Wissen", III. Internationale Papier-Biennale Düren im Leopold-Hoesch-Museum. In diesem Rahmen vom 23. bis 26. 8. Tagung der IAPMA (International Association of Handpapermakers and Paper Artists) und Finissage mit der Uraufführung der „Papiermusik" des Münchener Komponisten Josef Anton Riedl (26. 8., 11.30 Uhr).

30. 5.–7. 10.
„Natürlich Papier", Sonderausstellung des Deutschen Museums in München zusätzlich zur Papier-Abteilung, die seit 1981 besteht (siehe den Beitrag ab Seite 32).

Papierfächer, französische Chromolithographie auf papier gauffré, Rs. „Restaurant Viel", um 1870. 21,6 : 40,5 cm. (Sammlung Bertrand)

Kleines Bild: Reklamefächer, französische Chromolithographien, Sammelbilder für Chocolats Masson, Paris um 1900. 8,3 : 13,8 cm. (Sammlung Bertrand)

DER WINK MIT DEM PAPIERFÄCHER

Christa Pieske

Was wurde nicht alles aus Papier gemacht? Das experimentierfreudige 19. Jahrhundert überschlug sich an Einfällen auch in der Papierverarbeitung. Seitenlange Patentlisten zeugen vom Tüftlerehrgeiz, den Ersatzstoff Papier in vollendeter Gestalt und Funktion zu präsentieren. Eines der anmutigsten Erzeugnisse wurde der Papierfächer, der auch heute noch zu den Standardartikeln der Karnevalsbranche gehört.

Mit dem Gedanken an den Fächer verbindet sich noch immer die Erinnerung an raschelnde Roben, schmeichelnde Musik und dezentes Flirten, kurz an eine Welt, die durch ihre Ferne nur noch lockender erscheint. Kulturhistoriker haben sich intensiv mit dem Fächer als Herrschaftssymbol oder Liebesbotschafter, mit dem nützlichen Utensil als Feuerentfacher, Kühlungsspender oder Werbeträger befaßt. Seine vielseitigen Gestaltungen, basierend auf Material und Dekoration, führten zu Aussagen über Kunst und Kunstgewerbe der jeweiligen Zeiten. Es

Papierfächer mit einfachen Holzstreben, belgische Chromolithographie, gedruckt bei Léon Clément, Brüssel um 1925. 20,2 : 33,2 cm. (Sammlung Pieske)

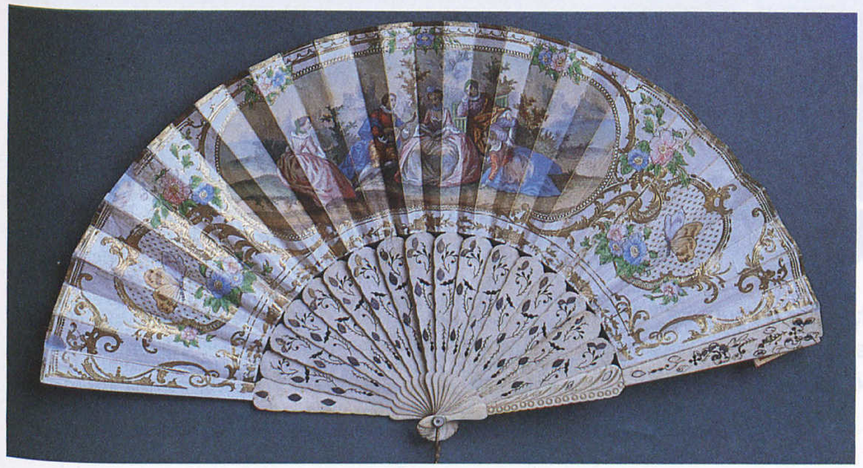


Bild links: Papierfächer mit Bein, französische Chromolithographie um 1860. 22 : 41,6 cm. (Sammlung Rinnelt)

nimmt nicht wunder, daß sich das Augenmerk vordringlich auf die kostbar gemalten und aus edlen Stoffen gefertigten Fächer richtete.
Ausstellungen, wie die vor wenigen Jahren im Bayerischen Nationalmuseum in München, riefen ungeteiltes Entzücken hervor.
Doch Fächer waren nicht das Privileg der oberen Gesellschaftsschichten. Sie fanden ihren Weg in das Bürgertum, wie es dem bürgerlichen Jahrhundert entsprach. Die Funktion blieb, aber Material und Herstellung hatten sich den veränderten Bedürfnissen anderer Benutzer anzupassen.

Der sprechende Fächer

Das Fächeln diente ja nicht nur dem eigenen Wohlbefinden, der ersehnten Kühlung nach den atemberaubenden und Temperatur steigernden Tanztouren wie dem Kotillon mit anschließendem Galopp! Nein, er hatte eine wesentlich subtilere Funktion: Er vermittelte lautlose, nur optisch wirksame Botschaften. In den Zeiten der strikten Rollenverteilung der Geschlechter, die dem Mann Anruf und Handeln, der Frau aber stummes Warten zuwies, konnte der Fächer in Frauenhand zum delikaten Gesetzesbrecher werden – und dies in aller Öffentlichkeit.
Das galante Zeitalter entwickelte die galante Fächersprache, von den Frauen ausgeübt und von den Männern, so hoffte man, verstanden. Wo anders als in Paris konnte eine Fächerakademie als spezialisiertere Form der Tanzschulen entstehen, in denen auch höfisch-höfliches Benehmen gelehrt wurde.
Fächerlehrlinge waren nicht nur die jungen Damen, auch den Herren konnte ein solcher Unterricht nur frommen, waren doch die Winke richtig zu deuten: Über den geöffneten Fächer hinwegzuschauen, hieß „Erwarte dich am Abend!", und die Stunde wurde durch die Anzahl der berührten Fächerfalten signalisiert. Der geschlossene, auf das Herz gerichtete Fächer war ein Liebesgeständnis, während der zerbrochene das endgültige Aus verkündete.
In einem der Benimmbücher konnte es sich der Autor jedoch nicht verkneifen, auf die eventuell kostspieligen Folgen einer solchen Nachricht hinzuweisen.
Die Vorschriften des 18. Jahrhunderts wurden auch im 19. befolgt. Die Fächersprache als ausgeklügelter Verständigungskodex stand den vielen Blumen-, Ring-, Handschuh- oder Briefmarkensprachen in nichts nach. Eine kleine Nachhilfe erlaubte sich dabei die Bildpostkarte, auf der die „Correspondance aérienne" mit den sieben gebräuchlichsten Fächerhaltungen verdeutlicht wurde. Eine belgische Karte von 1900 zeigte zum Beispiel das „Je ne veux pas!" mit gekreuzten Händen und einem nach unten gerichteten Fächer an.
Auch auf den Ballplakaten oder Menukarten der Zeit bildeten Fächer nicht nur das übliche Accessoire, sondern stellten ein nicht zu übersehendes Bedeutungsgerüst dar. „Jouer l'éventail" war eine weibliche Kunst, die ihren Platz durchaus auch auf den Bällen der Köchinnen und Fuhrleute hatte.

Reklamefächer, französische Chromolithographien, Werbung für das Wäschegeschäft R. Jaquinet in Amboise, um 1890. 12,5 : 9,3 cm. (Sammlung Bertrand)

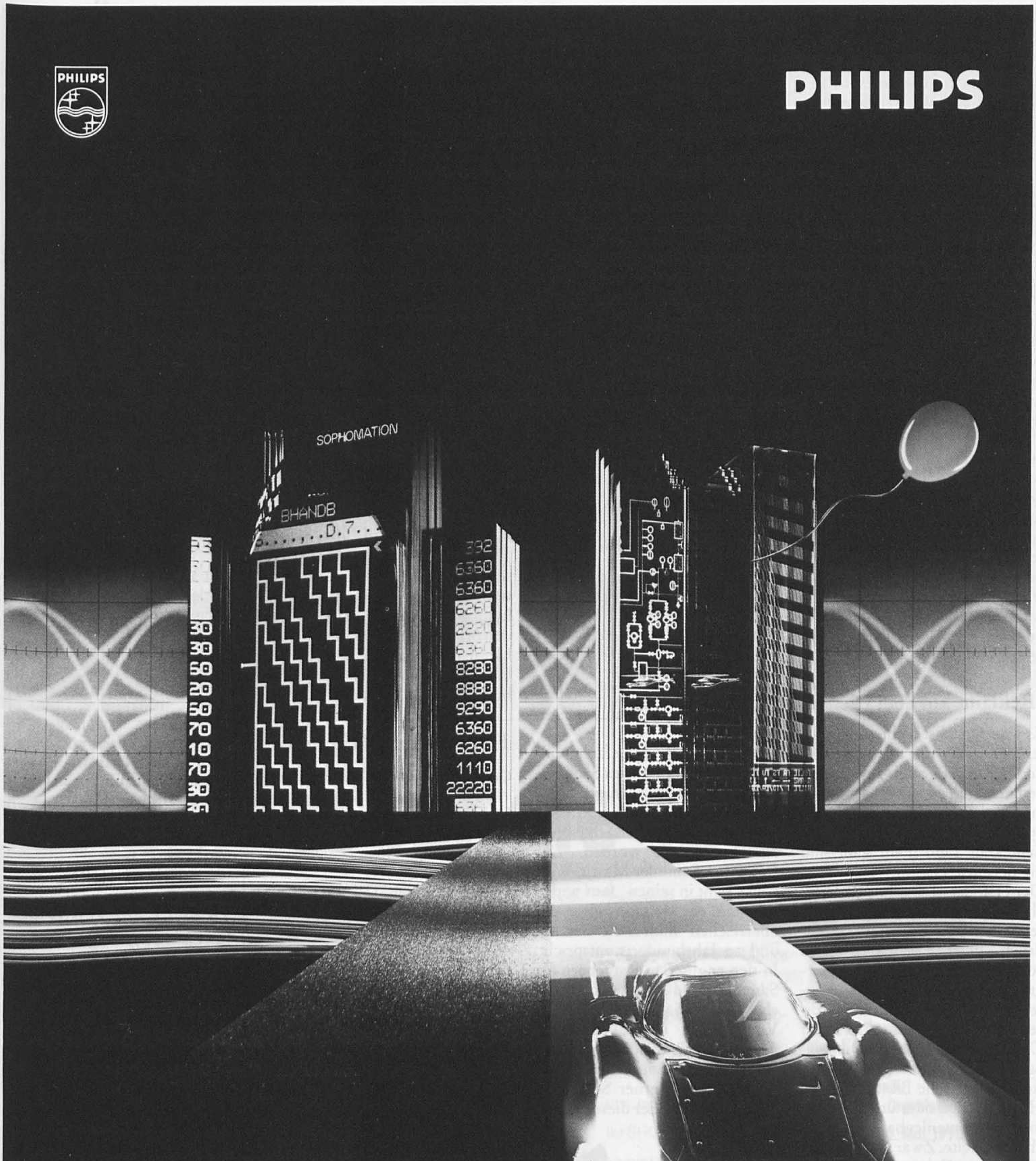
Fächer aus Papier

Wann der erste Papierfächer erschien, der als preiswerter und dem Bedürfnis nach Abwechslung entgegenkommender Ersatz aufgenommen wurde, ist unbekannt. Sicher war das noch im 18. Jahrhundert der Fall, das ja ohnehin einen spielerischen Umgang mit dem Papier pflegte. Die Herstellung begann jedenfalls in der Rue St. Jacques in Paris, wo die Zeichner, Koloristen, Kupferstecher und Kupferdrukker zu Hause waren.
Schon 1835 konnte man von einem neuen Erwerbszweig reden, so rasch hatte sich der Papierfächer durchgesetzt. Italiener und Spanier nahmen ebenfalls die Produktion auf. Fächer aus starkem Papier wurden mit kolorierten Stichen und später mit Lithographien beklebt. Farbe und Bildmotiv auf den Anlaß des Tragens abzustimmen, war nun kein Problem mehr.
Das erste Patent, das Papierfächer betraf, wurde 1842 von dem Pariser Fächerfabrikanten Duvelleroy angemeldet. Durch die modernen Schneidemaschinen sei es nunmehr möglich geworden, auch komplizierte Schnitte für die Fächerblätter vorzunehmen. Wenig später verwendete man geprägten Karton und hatte damit ein weiteres attraktives Gestaltungsmittel gewonnen. Dann wurde die Produktion durch die Maschine zum Falten des Fächerblattes erleichtert, die das Hundertfache gegenüber der Handarbeit leistete.
Die Patente erstreckten sich besonders auf das Zubehör, das sich mit dem Fächer verbinden ließ: Kleine Augengläser, Tanz- und Notizbüchlein oder Parfumflakons wurden montiert. Als Galanteriewaren annonciert, wurden sie zusammen mit Kotillonorden, Ballspenden oder Tisch- und Menukarten rasch zu phantasiereichen Kreationen.
Diese Epoche, an der ganz Europa partizipierte, begann um 1860 voll wirksam zu werden. Der Siegeszug der Chromolithographie, die mit ihren zarten Farbtönungen dem Geschmack des Zweiten Rokoko entgegenkam, war nicht aufzuhalten. Vereint mit Prägung und Stanzung entstanden zauberhafte Luxuspapierartikel, bei deren Beschreibung der Berichterstatter von der Weltausstellung in Wien 1873 ins Schwärmen geriet. Die gefälligen Rocaillen, leicht mit Gold abgesetzt, vermittelten den Eindruck von Luxus und suggerierten die Verbindung zur höfischen Zeit.
Der Gedanke an einen Ersatzstoff verblaßte. Man bediente sich der Papier-Tapeten, -blumen, -gardinen, -wäsche, -servietten oder der Pappsargbeschläge als einer selbstverständlichen Lebenserleichterung und auch Lebensbereicherung. In diesen Jahrzehnten bis über die Jahrhundertwende hinaus war man fasziniert von den „täuschenden Ähnlichkeiten", von den immer perfekter werdenden Leistungen der Chemie und des Druckes.
Berlin wurde Mittelpunkt der Luxuspapierindustrie und exportierte beträchtliche Mengen an diesen Gütern. Die Patente aus den 90er Jahren umfaßten zum Beispiel beidseitig bedruckte oder mit Spielplänen kombinierte Fächer, von „Eintagsfliegen" wie etwa einem aus einer Zigarre herausziehbaren Fächer ganz zu schweigen. Im übrigen wurde der Papierfächer zunehmend in die Produktion von Karnevalsartikeln aufgenommen.

Bilder auf dem Fächer

Das Format des Fächers zwang zu einer detaillierten Ausgestaltung. Die kleine Fläche wurde mit Szenen und Ornamenten gefüllt, deren Reiz sich erst bei genauer Betrachtung enthüllte. Die handgemalten Exemplare hatten noch lange Bestand. Es ist erstaunlich, wieviele Künstler insgesamt im Laufe der langen Fächerjahrzehnte ihr Brot mit dem

PHILIPS



PHILIPS IN DEUTSCHLAND:

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

BAUSTEINE FÜR EINE SICHERE ZUKUNFT: PHILIPS.

Alexander Demuth Corp. Com.

Deutsches Museum
Bibliothek

Ausmalen der Blätter verdienen konnten oder doch diesem Erwerb von Zeit zu Zeit nachgingen: Historien- und Genremaler, Porträtisten und Gebrauchsgraphiker.
Neben den allgemein bekannten Namen stand aber auch das Heer der Designer, die für ihre vielseitigen Aufgaben im weiten Bereich des Kunstgewerbes nicht immer Kreativität benötigten. Für den Hausgebrauch der Zeichner und Lithographen standen Muster- und Vorlageblätter zur Verfügung, die zu einer Domäne von Leipziger und Stuttgarter Verlagen geworden waren. Mit den dort angebotenen Vignetten ließen sich fröhliche Stimmungen zaubern: weinselige Zwerge, überschäumende Sektgläser, tanzende Elfen oder scherzhafte Putten – alles gefällig arrangiert und vor allem vielseitig verwendbar. Motive aus der Gesellschafts- und Theaterwelt waren ebenso gefragt wie etwa Wahrsage- und Rätselfächer oder sogar politische Karikaturen.

Reklamefächer mit einfachen Holzstreben, beidseitig bedruckt, Werbung für „Dubonnet", A. M. Cassandre del. 1935. 24:37,5 cm. (Sammlung Bertrand)

Reklame auf dem Fächer

Es war zunächst nicht zu vermuten, daß sich die alles überziehende Reklame auch des Fächers bemächtigen würde. Aber da es in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts in dieser Hinsicht kein Tabu mehr gab, sind die Beispiele Legion.
Der erste französische Werbefächer soll 1860 neben der Papierserviette – auch mit Werbeeindruck – gelegen haben. Es waren vor allem die Luxus- und Vergnügungsbranchen, die sich dieser anmutigen und zugleich direkten Form bedienten. Pariser Cafés etwa hatten einen unstillbaren Bedarf, gleichgültig, ob es sich um einfache Blattfächer mit Holzstäbchen oder um gefältelte und zusammenlegbare Handfächer handelte. Zwar wurde kaum mit einem Gebrauch über den Augenblick hinaus gerechnet, aber es fanden sich durchaus solche Stücke als Wanddekoration im kleinbürgerlichen Milieu wieder, während der importierte japanische oder chinesische Fächer auch im gutbürgerlichen Salon als Schmuckstück diente, das zu einem beliebten Wandzierat geworden war.
Eine unerwartete Verwendung fanden Papierfächer in den funeral homes, den amerikanischen Bestattungsinstituten. Mit dezenter rückseitiger Beschriftung sind auf den dreiblättrigen Papierfächern beispielsweise stimmungsvolle Herbstlandschaften oder christliche Symbole gedruckt.
Gerade diese Reklamefächer bilden heute ein reizvolles Sammelgebiet. Wie die Ephemera überhaupt, so sind auch Papierfächer frühzeitig im angelsächsischen Raum beachtet worden. Der Londoner Sammler Martin Willcocks sieht in seinen „fans with a message" ein Medium, wie es der überreichen Bilderwelt des 19. und 20. Jahrhunderts entspricht. In den englischen Ratgebern für Sammler wird auch stets auf Fächer hingewiesen, wird deren Vielseitigkeit und „Nichtkomplettierbarkeit" gelobt.
Im deutschen Bereich ist es der Buchhändler Werner Schroeder aus Oldenburg, der dieser Sparte schon lange nachgeht. Eine weitere, sehr umfangreiche Sammlung will anonym bleiben. Von den öffentlichen Sammlungen sei hier in erster Linie auf die der Bibliothèque Nationale in Paris hingewiesen. □

Reklamefächer, deutsche Chromolithographie, „Zur Erinnerung an die Nürnberger Landes-Ausstellung 1896, gewidmet von Kathreiner's Malzkaffee-Fabriken München". Kunstanstalt S. Bing, Fürth. (Sammlung Rinnelt)

Hinweise zum Weiterlesen

Georg Buß: Der Fächer. Bielefeld/Leipzig 1904.
Fächer. Kunst und Mode aus fünf Jahrhunderten. Ausstellungskatalog des Bayerischen Nationalmuseums. München 1987.
Monika Kopplin: Das Fächerblatt von Manet bis Kokoschka, europäische Tradition und japanischer Einfluß. Köln 1980.
Barbara Krafft: Im Lande des Fächelns. In: Pan 7/1987, S. 42–48.
Anneliese Ohm: Fächer. In: Reallexikon zur deutschen Kunstgeschichte, Band 6, Spalten 880–932. München 1973.
Werner Schroeder: Papierfächer. In: Christa Pieske: Das ABC des Luxuspapiers, 2. Auflage, Seiten 198–201. Berlin 1984.
Maryse Volet: L'Imagination au service de l'éventail. Vesemaz 1986.

DIE AUTORIN

Dr. phil. Christa Pieske, geboren 1919, Studium der Kunstgeschichte, Volkskunde und Germanistik in Berlin. Freiberufliche Forschungs- und Vortragstätigkeit im In- und Ausland mit den Spezialgebieten: Populargraphik, Bildquellen, Luxuspapier im englischen und französischen Sprachraum. Zahlreiche Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und eine Reihe von Buchpublikationen, unter anderem: Das ABC des Luxuspapiers, Berlin 1984; Bilder für jedermann, Wandbilddrucke 1840–1940, München 1988.

Erik Eckermann
Automobile
Technikgeschichte im Deutschen Museum

Der Autor lädt ein zum Gang durch die Fachabteilung des Deutschen Museums, er führt den Leser vom ersten Motorwagen bis zu den heutigen Hochleistungsfahrzeugen, erzählt die Geschichte vom Volkswagen ebenso wie die der amerikanischen Luxuslimousine, der Motorräder und Lastkraftwagen.

1989, 164 S., 171 teils farb. Abb., kart.
DM 28,–

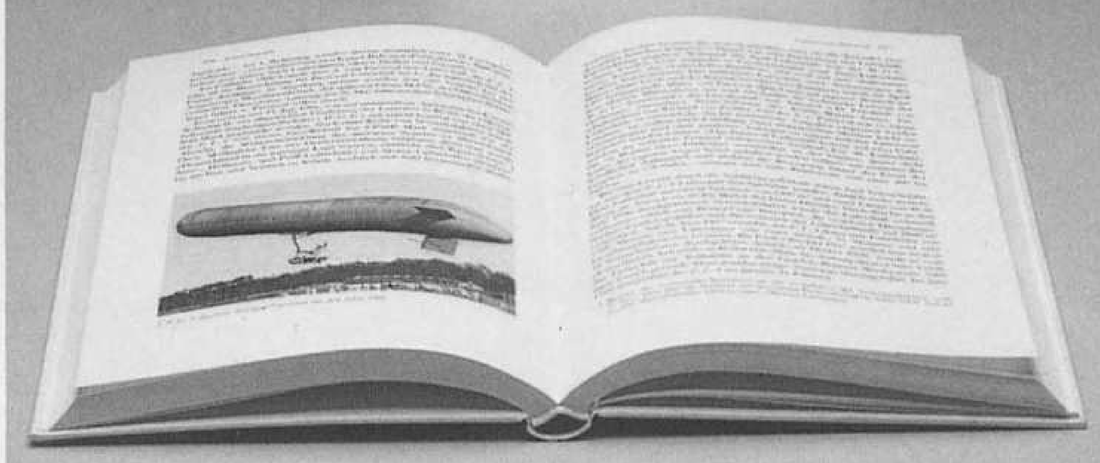
Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:
Museumsladen im Deutschen Museum
Museumsinsel 1, 8000 München 22, Tel. (089) 299931

Wissenschaftliches Jahrbuch 1990

Herausgeber: Deutsches Museum, München

Dieser Band stellt die Forschungsaktivitäten des Deutschen Museums auf dem Gebiet der Technik- und Naturwissenschaftsgeschichte vor.

1989, 272 Seiten, zahlreiche Bilder,
DM 48,–
ISBN 3-924183-13-9



Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:
Museumsladen im Deutschen Museum
Museumsinsel 1, 8000 München 22, Tel. (089) 299931

AMK Berlin

Applaus für die Technik?

Bitte senden Sie mir detaillierte Informationen über die ShowTech

☐ für Aussteller ☐ für Besucher

Name, Vorname _____

Funktion _____

Firma _____

Straße _____

Wohnort _____

AMK Berlin
Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH
Messedamm 22 · D-1000 Berlin 19
Telefon: (030) 30 38-0 · Telex: 1 82 908 amkb d
Teletex: 308 711 = amkb d
FAX: (030) 30 38-2325 · BTX: * 30381 # 6

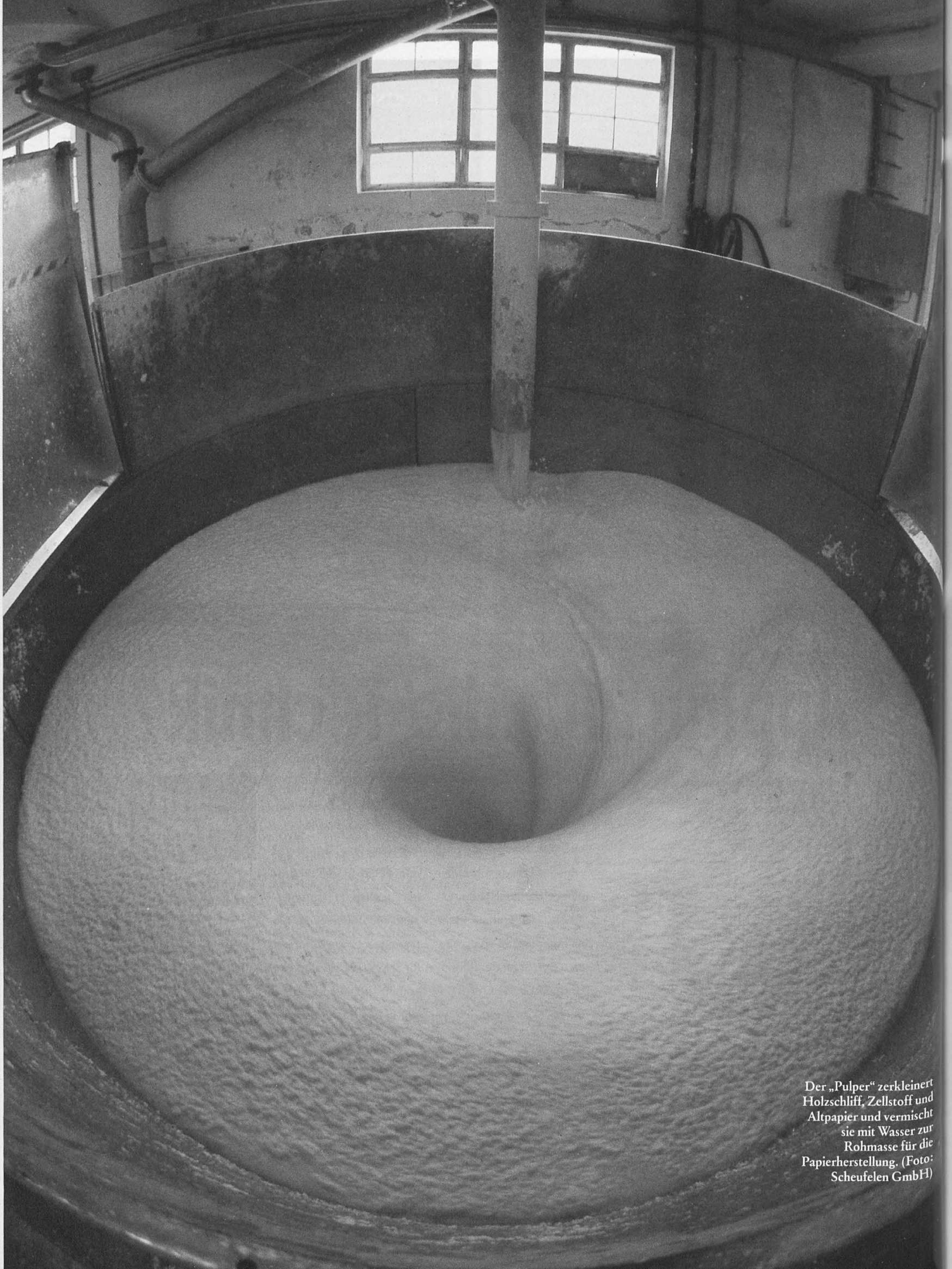
Licht und Ton sind Basis einer gelungenen Veranstaltung – feine Filter, behutsame Beschallung und erlesene Effekte führen zu einem harmonischen Erlebnis. Die Technik steht im Rampenlicht – vor, hinter, über, unter der Bühne. Und auf der SHOWTECH Berlin, Europas größtem Treffpunkt der Veranstaltungsbranche. Vom 8.–10. Mai 1990 mit einer Messe von Rang und Namen und dem Fachkongreß für professionellen Erfahrungsaustausch. Schicken Sie uns einfach den Coupon. Ihr SHOWTECH-Infopaket kommt postwendend. – Wir sehen uns in Berlin.

SHOW TECH

Internationale Messe und Kongress
Veranstaltungstechnik, Bühnentechnik, Ausstattung, Organisation
Berlin, 8.–10. Mai 1990

AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongreß-GmbH · Messedamm 22 · D-1000 Berlin 19
Telefon: (030) 30 38-0 · Telex: 1 82 908 amkb d · Teletex: 308 711 = amkb d · FAX: (030) 30 38-2325 · BTX: * 30381 #

Ideelle Träger: VDSM DTHG **Fördernde Verbände:** AIPC ICI vfdb



Der „Pulper“ zerkleinert Holzschliff, Zellstoff und Altpapier und vermischt sie mit Wasser zur Rohmasse für die Papierherstellung. (Foto: Scheufelen GmbH)

NEUZEITLICHE PAPIERHERSTELLUNG

Lothar Göttsching

Im Jahre 1990 werden weltweit etwa 250 Millionen Tonnen Papier erzeugt. Bei solchen Mengen – aber auch angesichts der vielfältigen Qualitätsanforderungen – ist die Papierindustrie heute auf modernste Technologie angewiesen. Der Beitrag beschreibt neuzeitliche Papierherstellung von der Rohstoffgewinnung bis zur Qualitätskontrolle des fertigen Produkts. Lothar Göttsching geht dabei immer auch auf die zu Recht verschärften Forderungen des Umweltschutzes an die heutige Papierherstellung ein.

Neben Porzellan, Schießpulver und Drucken mit beweglichen Lettern haben die Chinesen bereits um das 5. Jahrhundert vor Christus die Papierherstellung aus pflanzlichen Faserstoffen (Bast des Maulbeerbaums) erfunden. Über den arabischen Kulturkreis gelangte im 13. Jahrhundert das Wissen um die Papierherstellung nach Europa (Fabriano in Italien). Der Nürnberger Ratsherr Ulman Stromer begründete mit Hilfe eines italienischen Papiermachers die erste Papiermühle im deutschen Sprachraum, und zwar vor genau 600 Jahren. Papiermühlen mit ihren Stoffbütten wurden nach Erfindung der Papiermaschine durch den Franzosen Robert (1798) in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts Zug um Zug verdrängt. Ursprünglich basierte die Papierherstellung auf Faserstoffen aus Einjahres-Pflanzen (in Europa Flachs, Hanf und Baumwolle) in Form von Lumpen, bevor in der Zeit zwischen 1850 und 1880 eine Verdrängung durch Holz stattfand, aus dem durch mechanische Zerfaserung Holzstoff und durch chemischen Aufschluß Zellstoff erzeugt wurden. Heute präsentiert sich die Zellstoff- und Papierindustrie als leistungsfähiger Industriezweig mit modernster Technologie.

Im Jahre 1990 werden weltweit etwa 250 Millionen Tonnen Papier erzeugt, vornehmlich in den waldreichen Zonen der nördlichen Hemisphäre (Nordamerika und Europa). Ein Kriterium für den Papierverbrauch stellt der jährliche Pro-Kopf-Verbrauch dar, der sich im weltweiten Durchschnitt auf rund 40 Kilogramm beläuft mit einer Bandbreite zwischen 320 (USA) und weniger als einem Kilogramm (in rund 30 Entwicklungsländern). Die Bundesrepublik Deutschland erreicht einen Pro-Kopf-Verbrauch von rund 220 Kilogramm und liegt damit an achter Stelle in der Welt. Mit einem Papierverbrauch von über 13 Millionen Tonnen (1990) nimmt die Bundesrepublik Deutschland nach den USA, Japan, Kanada und China den fünften Rang ein. Berücksichtigt man neben der erzeugten Menge und der Produktivität der Fabrikationsanlagen auch die Vielfalt und Qualität der verschiedenen Papiersorten, dann darf der bundesdeutschen Papierindustrie eine führende Rolle in der Welt zugesprochen werden.

Holzstoff und Zellstoff

Für die Papierherstellung werden neben gut ausgebildeten Fachleuten, einem neuzeitlichen Maschinenpark und Energie als Produktionsmittel Faserstoffe, chemische Hilfsmittel und Wasser benötigt. Das in der Bundesrepublik Deutschland produzierte Papier setzt sich im Durchschnitt aus 40 Prozent Altpapier, 30 Prozent Zellstoff, 15 Prozent Holzstoff und 15 Prozent Hilfsmitteln einschließlich Füllstoffen und Pigmenten zusammen.

Aus Nadelhölzern (Kiefer, Fichte) und Laubhölzern (Birke, Buche, Pappel) sind vor der Papierherstellung die erforderlichen Faserstoffe zu gewinnen.

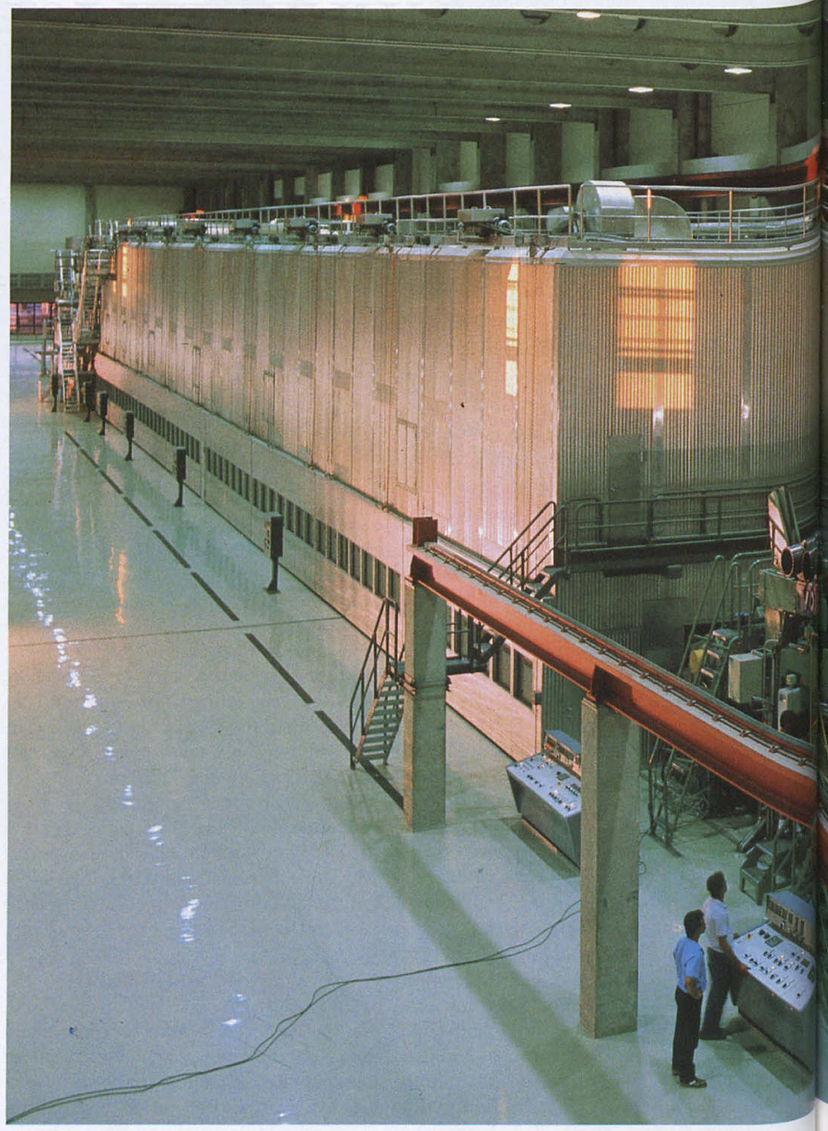
Holzstoff erzeugt man auf „archaische" Weise unter reichlicher Wasserzugabe bei Temperaturen um 100 Grad Celsius durch mechanisches Zerfasern von Holzprügeln mit Hilfe von sogenannten Schleifern (seit 1843) oder von Hackschnitzeln mit Hilfe von sogenannten Refinern (seit den 60er Jahren). Diese Zerfaserungsarbeit benötigt ansehnliche Mengen an elektrischer Energie, und zwar in einer Größenordnung von 1,5 bis 3 Kilowattstunden pro Kilogramm Holzstoff. Diesem energetischen Nachteil steht jedoch der große Vorteil hoher Ausbeute gegenüber, da man aus 100 Kilogramm Holz immerhin 95 bis 98 Kilogramm Holzstoff erhält. Das Holz wird also in extensivem Ausmaß ohne nennenswerte Verluste genutzt, was zugleich auch eine geringe Abwasserbelastung zur Folge hat. In qualitativer Hinsicht ist der Holzstoff dem chemisch aufgeschlossenen Zellstoff bei einigen Eigenschaften überlegen (zum Beispiel bei der Opazität und Kompressibilität), teilweise aber auch unterlegen (so bei Festigkeitseigenschaften und stärkerer Neigung zum Vergilben). Angesichts des Vorteils der hohen Ausbeute bei gleichzeitiger Verbesserung der Festigkeitseigenschaften spricht vieles für die Zukunft des Holzstoffs.

Bei einigen Papiersorten ist Holzstoff eine unentbehrliche Faserstoff-Komponente, wie beispielsweise bei Zeitungsdruckpapier und anderen holzhaltigen Druckpapieren für Illustrierte und Versandhauskataloge. Aus 100 Prozent Holzstoff bestehen Eierkartons und Bierdeckel.

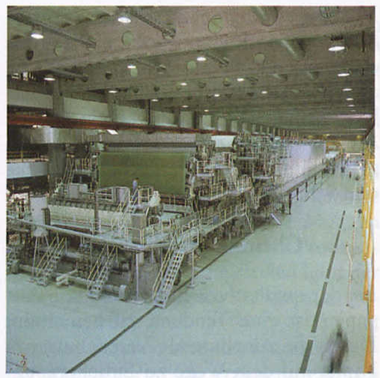
Gegenüber der Holzstoff-Gewinnung ist die Zellstoff-Erzeugung verfahrenstechnisch weit aufwendiger, da hierfür Chemikalien, vornehmlich in Form von Magnesiumbisulfit (Sulfit-Zellstoff) oder Natronlauge zusammen mit Natriumsulfid (Sulfat-Zellstoff), herangezogen werden müssen. Mit Hilfe dieser Chemikalien wird das zu Hackschnitzeln zerkleinerte Holz in großen Reaktoren mehrere Stunden lang bei

Papiermaschine, Stoffauflauf. (Foto: MD Papier)

Papiermaschine. (Foto: MD Papier)



Kalander. (Foto: MD Papier)



Temperaturen zwischen 135 und 190 Grad Celsius gekocht. Bei diesem Kochvorgang geht rund die Hälfte des Holzes in Lösung, insbesondere die chemische Komponente Lignin neben Teilen der wertvolleren Holzkomponenten Cellulose und Hemicellulose. Das Ziel des Kochens ist jedoch die Herauslösung des Lignins, das bei Laubhölzern zu 20 Prozent und bei Nadelhölzern zu 30 Prozent in der Holzsubstanz enthalten ist. An diesen Zahlen ist erkennbar, daß das Kochen wegen der niedrigen Ausbeute um 50 Prozent einen Kompromiß darstellt, da weit mehr Holzsubstanz in Lösung geht, als im Grunde genommen erwünscht ist. Trotzdem ist gekochter Zellstoff immer noch dunkel gefärbt, da Ligninreste in den Fasern verbleiben. In den meisten Fällen aber benötigt die Papierindustrie weißen, also gebleichten Zellstoff. Die aufhellende Bleiche im Anschluß an das Kochen muß auf besondere Chemikalien zurückgreifen, traditionell auf Chlorverbindungen und neuerdings auf umweltfreundlichen Sauerstoff. Gerade im Bereich der Bleiche vollzieht sich in diesen Jahren ein technologischer Wandel zur Minimierung oder sogar Vermeidung von Umweltbelastungen durch das Bleicherei-Abwasser, das sich von Chlor-Verbindungen biologisch kaum reinigen läßt.

Was geschieht nun mit der Hälfte des beim Kochen in Lösung gegangenen Holzes? Diese sogenannte Ablauge einer Zellstoff-Anlage wird nicht mehr – wie noch vor einigen Jahrzehnten – in Gewässer geleitet, sondern innerbetrieblich mit Eindampferanlagen aufkonzentriert und in einem Kessel verbrannt, wobei gleichzeitig Dampf hergestellt wird, der Turbinen zur Stromgewinnung antreibt und zum Teil für Heizzwecke herangezogen wird.

Obwohl die Bundesrepublik Deutschland bei 30 Prozent bewaldeten Flächen dank intensiver, bestandserhaltender Forstwirtschaft über genügend Holzressourcen verfügt, werden über 80 Prozent des benötigten Zellstoffs aus Nordeuropa, Nordamerika und Südamerika eingeführt, während Holzstoff unter Verwendung von Schwachholz (Durchforstholz) ganz ohne Importe hergestellt werden kann. Das für die einheimische Zellstoff-Gewinnung herangezogene Holz aus unseren Wäldern ist ebenfalls Abfallholz in Form von Schwarten aus Sägereien und krummgewachsenem Laubholz. Insofern trägt die Zellstoff- und Papierindustrie zur Entsorgung des Forstes bei, der – abgesehen von der Spanplattenindustrie – keinen anderen Absatzmarkt für diese Holzsortimente fände. In früheren Zeiten wurde das heute von der Zellstoff- und Papierindustrie eingesetzte Holz als Brennholz verwendet, das in der zweiten Hälfte unseres Jahrhunderts volkswirtschaftlich keine besondere Rolle mehr spielt.

Neben den genannten Primärfaserstoffen Holzstoff und Zellstoff steht in der Bundesrepublik Deutschland wie in den EG-Ländern und Japan der aus Altpapier gewonnene Sekundärfaserstoff mengenmäßig im Vordergrund. Von dem in unserem Lande verbrauchten Papier werden über 40 Prozent für die Erzeugung von neuem Papier und Karton eingesammelt, wobei gleichzeitig ein Beitrag zur Entlastung der kommunalen Müllentsorgung geleistet wird. Es sei aber nicht verschwiegen, daß aus produktionstechnischen und qualitativen Gründen der Altpapiereinsatz bei der Herstellung von Papier, Karton und Pappe begrenzt bleiben wird. Entwicklungen könnten nur noch dafür sorgen, diesen Altpapiereinsatz um einige wenige Prozent zu steigern. Die Papierherstellung ist auf die stete Zufuhr von frischen Fasern in Form von Holzstoff und Zellstoff angewiesen, um einerseits einen qualitativen Kollaps zu vermeiden und um andererseits sicherzustellen, daß die einheimischen altpapierhaltigen Produkte im Wettbewerb mit importierten Papieren bestehen können, die – wie in Nordeuropa – normalerweise nur aus frischen Fasern erzeugt werden.

Der Großteil des eingesetzten Altpapiers kommt Verpackungspapieren und Kartons zugute, während die andere große Produktgruppe der graphischen Papiere aus qualitativen Gründen nur geringe Mengen Altpapier enthält. Dennoch beträgt der Altpapieranteil des Zeitungsdruckpapiers bis zu 60 Prozent. Aus Altpapier allein besteht, abgesehen von den meisten Verpackungspapieren, das Recyclingpapier, das – wenn auch in geringen Mengen – als Schreib-, Kopier- und Computerpapier Verwendung findet.

Aus welchen Quellen stammt das gesammelte Altpapier? Es kommt einerseits aus sogenannten Großanfallstellen (zum Beispiel Druckereien, Kaufhäuser) und andererseits aus privaten Haushalten, die fast ausschließlich Zeitungen und Illustrierte zur Verfügung stellen. Die Großanfallstellen werden nahezu vollständig über den Altpapierhandel entsorgt. Trotz beträchtlicher Steigerungen in den vergangenen Jahren schlummert in den Haushalten noch eine stille Reserve für die Zukunft. Dennoch hat die Altpapiererfassung in der Bundesrepublik Deutschland in diesem Bereich ein hohes Niveau erreicht, sei es über Straßensammlungen, die „Grüne Tonne“ oder über Container an Straßen und auf Plätzen.

Beim Altpapier gibt es verständlicherweise große qualitative Unterschiede, die sich in 40 Sorten nach der bundesdeutschen Nomenklatur widerspiegeln. Höherwertige Altpapiersorten, die qualitativ dem Zellstoff nahekommen, sind fast vollständig erfaßt und stellen mittlerweile eine Mangelware dar, was sich auch in ihrem hohen Preis niederschlägt. Gut die

Hälfte des gesammelten Altpapiers gehört zu den unteren Sorten, verstanden als gemischtes Altpapier und Kaufhausabfälle. In diesem Bereich besteht normalerweise ein Überschuß, zumal dunkle Altpapiersorten zwar für Verpackungspapier und Karton, aber nicht für Druck- und Schreibpapiere geeignet sind.

Chemische Hilfsstoffe

Bei der qualitativen Bewertung von Altpapier ist eine Tendenz zu bemerken: Durch die zunehmende Veredelung von Papier auf dem Wege zu Druckerzeugnissen und Verpackungsmaterialien werden die entsprechenden Altpapiersorten immer mehr mit Stoffen befrachtet, die dem Recycling abträglich sind, wie beispielsweise neuartige Druckfarben oder Klebstoffe. Diese störenden Substanzen beeinträchtigen entweder die erneute Papierherstellung oder die Qualität des neuen Papiers, das im Wettbewerb mit importiertem Papier steht. Hier liegt eine der zukünftigen Herausforderungen für verfahrenstechnische und qualitative Entwicklungen.
Während die aufgeführten Faserstoffe nach ihrer Art noch recht übersichtlich sind, bestehen die chemischen Hilfsmittel aus einem großen Spektrum. Hierbei dominieren Füllstoffe und Pigmente als meistens bergmännisch gewonnene weiße Erden, von denen das Kaolin (Porzellanerde) am bekanntesten ist, gefolgt von Kreide (Calciumcarbonat), die aus wirtschaftlichen Gründen Zug um Zug das Kaolin verdrängt. In geringen Mengen kommen daneben Talkum als weiße Erde oder das durch chemische Fällung gewonnene Titandioxid zum Einsatz.
Füllstoffe werden in das Papierblatt eingearbeitet, um zum einen optische Eigenschaften (zum Beispiel Weißgrad, Opazität) und zum anderen die Glätte des Papiers günstig zu beeinflussen, die beim Bedrucken eine Rolle spielt. Allerdings vertragen nur einige Papiersorten Füllstoffe, während andere davon frei sein müssen, so etwa das weiche Hygiene-Papier mit seiner hohen Saugfähigkeit. Pigmente stellen dagegen die Hauptkomponente des auf das Papier aufgebrachten Strichs dar, ein Charakteristikum von hochwertigen Druckpapieren für den Mehrfarbendruck. Diese Pigmente, von ihrer Herkunft mit Füllstoffen verwandt, aber noch feiner strukturiert, können nur auf der Oberfläche von Papier haften, wenn sie mit natürlichen oder synthetischen Bindemitteln vermischt aufgetragen werden. Langfristig geht die Tendenz dahin, den Anteil an Füllstoffen und Pigmenten weiter zu steigern, um die Qualität von Druckpapieren zu erhöhen, aber auch um teuere Primärfaserstoffe zu ersetzen.
Auf nur 4 Prozent beläuft sich der Anteil chemischer Hilfsmittel, die größtenteils von der chemischen Industrie zur Verbesserung der Papierproduktion und der Papierqualität bereitgestellt werden. Es handelt sich in diesem Fall um anorganische Substanzen (zum Beispiel Natronlauge, Schwefelsäure) und organische (zum Beispiel Stärke, synthetische Bindemittel). Die auch dem Laien vertrautesten Hilfsmittel sind Farbstoffe, optische Aufheller oder Leimungsmittel, mit deren Hilfe bestimmte Eigenschaften des Papiers nachhaltig beeinflußt werden. Weniger bekannt sind diejenigen Substanzen, die der Verbesserung der Produktion dienen, wie beispielsweise Entschäumer oder Retentionsmittel, mit denen die Güte des Papierblattes auf der Papiermaschine eingestellt wird.
Eine Forderung sollten alle Hilfsmittel erfüllen: Zur Entlastung des Abwassers einer Papierfabrik sollten diese Substanzen in der biologischen Kläranlage abbaubar sein, was dank chemischer Modifikationen heute in hervorragender Weise gewährleistet ist.

Unentbehrliches Wasser

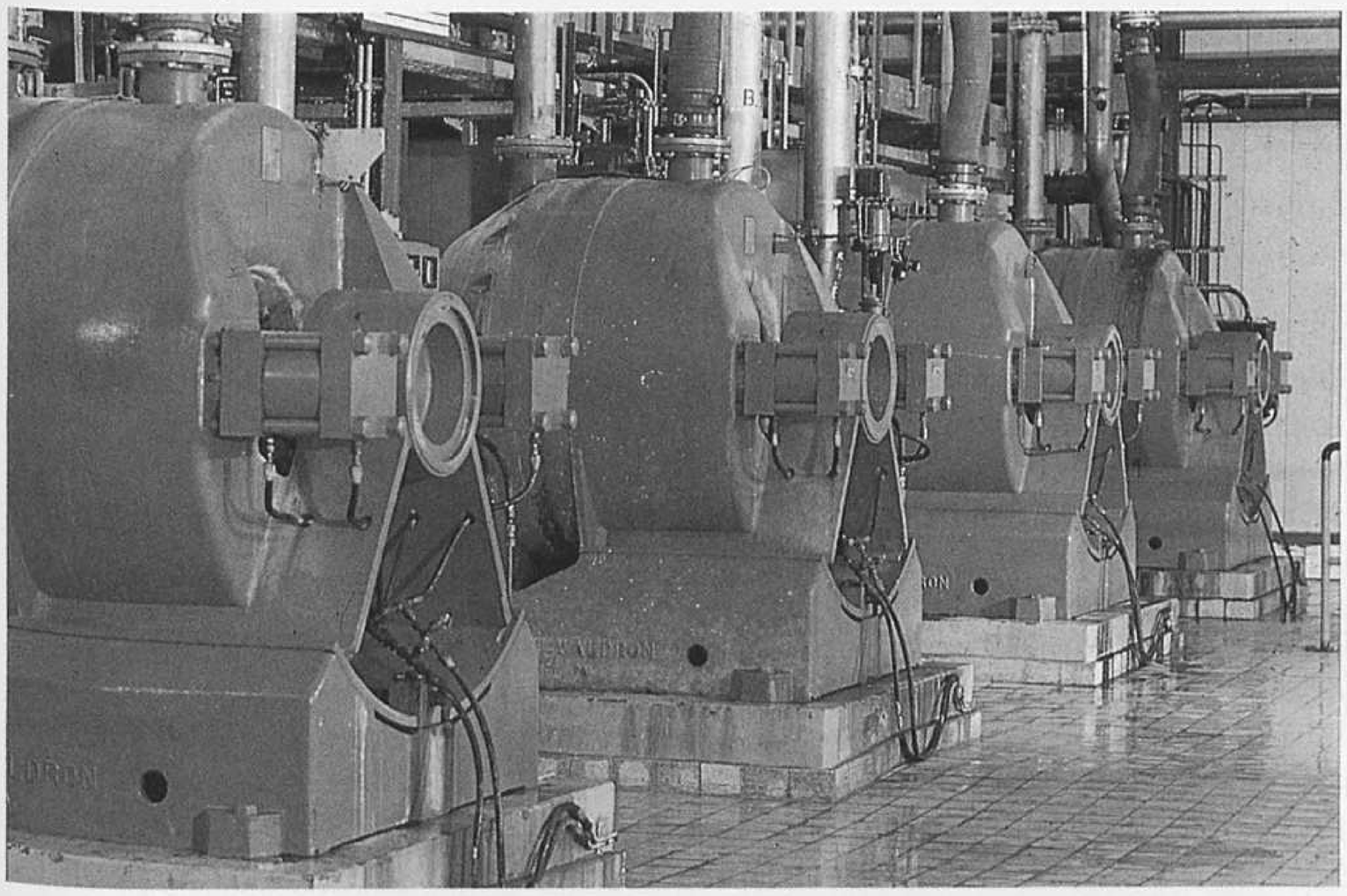
Genauso wichtig wie die bisher besprochenen Faserstoffe, Füllstoffe, Pigmente und chemischen Hilfsmittel ist das Wasser als Produktionsmittel. In der 2500 Jahre alten Geschichte des Papiers hat das Wasser stets seine große Bedeutung beibehalten, da es zur Suspendierung (Auflösung) der festen Stoffe und als Transportmittel in den Rohrleitungen von Zellstoff- und Papierfabriken dient. Darüber hinaus spielt das Wasser eine unentbehrliche Rolle beim Zusammenhalt des Faserstoffs im Papierblatt, indem es sogenannte Wasserstoffbrücken möglich macht. Wasser ist also gleichsam ein natürliches Bindemittel für die Faserstoffe im Papierblatt. Diese Tatsache ist schließlich die Voraussetzung für das Recycling von Altpapier, die nötig ist, um diesen Sekundärfaserstoff erneut im Wasser „aufzulösen", also zu suspendieren. Im übrigen enthält das fertige Papier noch einen geringen Wassergehalt von 5 bis 10 Prozent, der für die Geschmeidigkeit des Papiers bei seiner Weiterverarbeitung und bei seinem Gebrauch sorgt.
Trotz der immens großen Wassermengen, die von den Zellstoff- und Papierfabriken benötigt werden, verwenden die Fabrikationsstätten dank weitgehend geschlossener Wasserkreisläufe nur sehr wenig Frischwasser, was gleichzeitig dazu führt, daß der Abwasseranfall auf einem ebenso niedrigen Niveau liegt. Bei der Papierherstellung in der Bundesrepublik Deutschland benötigt man 20 Liter Frischwasser pro Kilogramm Papier, obwohl aus technischen Gründen mindestens 500 Liter pro Kilogramm Papier erforderlich sind.

Papierfabrikation

Das benötigte Frischwasser wird vornehmlich als Oberflächenwasser aus Flüssen und Seen gewonnen und muß wegen seiner natürlichen oder industriellen Verschmutzung vor dem Einsatz mit Hilfe von Chemikalien und/oder Kiesfiltern gereinigt werden. Einen besonders hohen Anspruch an die Reinheit des Frischwassers stellt die werkseigene Kraftwerksanlage, die Dampf beziehungsweise Strom und Heizdampf erzeugt. In diesem Fall kommen zur Reinigung Ionenaustauscher zum Einsatz.
Eine Papierfabrik kann allein für sich oder in Verbindung mit einer Zellstoffabrik oder Holzschleiferei betrieben werden. In Abhängigkeit von der zu erzeugenden Papier- oder Kartonsorte besteht eine Papierfabrik aus mehreren Abteilungen, von denen die sogenannte Stoffaufbereitung und die anschließende Papier- oder Kartonmaschine zur Grundausstattung gehören.
Wird Druckpapier hergestellt, kommt eine Streichmaschine für gestrichene Papiere dazu.
Die Stoffaufbereitung hat die Aufgabe, der Papiermaschine eine gereinigte, gemahlene und verdünnte Fasersuspension bereitzustellen, so daß die erzeugte Papierbahn keine artfremden und formungeeigneten Substanzen enthält, die zu Fehlern oder Verunreinigungen im Papier führen könnten. Wegen der Vielfalt an Faserstoffen – vor allem im Hinblick

PAPIERHERSTELLUNG

Scheibenrefiner zur Stoffaufbereitung. (Foto: VDP)



auf Altpapier – und angesichts der verschiedenartigen Papier- und Kartonsorten ist die Stoffaufbereitung in nahezu jeder Papierfabrik individuell mit Maschinen und Verfahrensstufen ausgestattet. Der Übersicht halber wird nur auf eine relativ einfache Stoffaufbereitung eingegangen, die kein Altpapier aufzubereiten hat, bei dem das Reinigen bis hin zum Entfernen der Druckfarben (Deinken) im Vordergrund steht.

Die Stoffaufbereitung

In der ersten Stufe der Stoffaufbereitung wird trocken bezogener Faserstoff (Altpapier oder importierter Zellstoff) in einem Starmix-ähnlichen Behälter von mehreren Kubikmetern Inhalt, Pulper genannt, unter Zugabe von Rückwasser aus der Fabrikation aufgelöst, also in eine Fasersuspension verwandelt. Die so gewonnene pumpfähige Fasersuspension, die aus 5 Teilen Faserstoff und 95 Teilen Wasser besteht, kann nicht direkt der Papiermaschine zugeführt werden. So müssen mit Hilfe von Reinigungs-Aggregaten (Sortierern) Verunreinigungen unterschiedlichster Art (zum Beispiel Splitter oder Kunststoffpartikel bei Altpapier) entfernt werden. Da ein Reinigungsvorgang allein auch bei Einsatz moderner Maschinen nicht vollständig ist, werden derartige Reinigungs-Aggregate mehrstufig hintereinander geschaltet, um unerwünschte Partikel auszuscheiden.

Anschließend folgt mit dem Mahlen eine zentrale Verfahrensstufe der Stoffaufbereitung. Mit Hilfe von Mahl-Aggregaten, Refiner (früher Holländer) genannt, werden die Fasern unter erheblichem Energieaufwand so aktiviert, daß ihre Oberfläche vergrößert wird, verbunden mit einer oftmals unerwünschten Verkleinerung der von Hause aus ohnehin kurzen Fasern (Laubholzfaser etwa ein Millimeter, Nadelholzfaser etwa drei Millimeter). Die Vergrößerung der Faseroberfläche verbessert die Faser-zu-Faser-Bindung im Papierblatt, was sich in der Erhöhung einiger Festigkeitseigenschaften äußert. Bedauerlicherweise nehmen andere Festigkeitseigenschaften im Zuge dieser mahltechnischen Behandlung ab, so daß beim Mahlen ein Kompromiß eingegangen werden muß. Die Bedeutung des Mahlens ist in den vergangenen zwei Jahrzehnten zurückgegangen, da der Weltmarkt verschiedene Zellstoffsorten mit unterschiedlichen Eigenschaften anbietet. Außerdem lassen sich die erforderlichen Festigkeitseigenschaften des erzeugten Papiers mit Hilfe chemischer Hilfsmittel (vor allem Stärke) nachhaltig beeinflussen. Dennoch kann auf die mechanische Aktivierung der Fasern durch Mahlen nicht verzichtet werden.

Bevor die vorgereinigte und gemahlene Fasersuspension auf die Papiermaschine gelangt, erfolgt noch eine mehrstufige Feinreinigung mit Hilfe von Sortierern (zur Entfernung größerer Partikel) und von Wirbelsichtern (zur Entfernung von spezifisch schweren Partikeln wie Sand). Da Fasersuspensionen aufgrund ihrer turbulenten Aufbereitung Luft enthalten, die später zu Schaum und schließlich zu Löchern im Papierblatt führt, wird die Fasersuspension in einem Deculator genannten Behälter, der unter Unterdruck steht, entlüftet. Nun ist die Fasersuspension fertig für die Papiermaschine, nachdem je nach gewünschter Papiersorte noch Füllstoff und sehr kleine Mengen chemischer Hilfsstoffe, die der Produktqualität und dem störungsfreien Lauf der Papiermaschine zugute kommen, zugemischt worden sind.

Papiermaschinen sind das Herzstück einer Papierfabrik. Sie erzeugen endlose Papierbahnen mit einer Breite von zwei bis zehn Metern bei Bahngeschwindigkeiten zwischen 200 und 2000 Metern pro Minute. Die Länge der Maschinen kann über 100 Meter betragen.

Funktionell unterteilt man Papiermaschinen in die sechs Baugruppen Stoffauflauf, Siebpartie, Pressenpartie, Trokkenpartie, Maschinenglättwerk und Aufroller. Die wichtigste Aufgabe einer Papiermaschine liegt darin, aus der hochverdünnten Fasersuspension (1 Teil Feststoff und 99 Teile Wasser) eine zusammenhängende, endlose Papierbahn herzustellen, wozu gleichzeitig 98,9 Teile Wasser entfernt werden müssen.

Entwässern der Papierbahn

Im Stoffauflauf wird die aufbereitete Fasersuspension homogen durchmischt auf die zu erzeugende Bahnbreite verteilt. Aus dem Stoffauflauf fließt kontinuierlich über eine sogenannte Lippe (rechtekkige Öffnung) ein mehrere Zentimeter hoher und mehrere Meter, also bahnbreiter Stoffstrahl auf das mit der genannten Geschwindigkeit umlaufende, endlose Sieb mit seinen feinen Maschen. Erst unter dem Einfluß der Schwerkraft, dann unterstützt von Unterdruck wird in der Siebpartie der weitaus größte Teil des Wassers entfernt, so daß am Ende der Siebpartie eine feuchte Papierbahn vorliegt, die aus zwei Teilen Faserstoff und acht Teilen Wasser besteht. Danach muß weiteres Wasser mit Hilfe der sich direkt anschließenden Pressenpartie entfernt werden, indem die Papierbahn zwischen mehreren großen Walzen gepreßt wird. Diese mechanische Entwässerung wird soweit wie nur irgend möglich durchgeführt, damit schließlich ein Verhältnis

von einem Teil Faserstoff zu einem Teil Wasser vorliegt.
Da durch Pressen allein keine trockene Papierbahn gewonnen werden kann, erfolgt die endgültige Entwässerung auf dampfbeheizten Zylindern in der Trokkenpartie. Trockenpartien bestehen im Minimum aus einem Trockenzylinder (von maximal 6 Metern Durchmesser) oder im Maximum aus bis zu 100 Trokkenzylindern von 1,5 Metern Durchmesser. Im Blick auf die Investitions- und Betriebskosten ist die Trockenpartie der teuerste Teil der Papiermaschine, mit Heizdampf aus dem werkseigenen Kraftwerk versorgt.
Am Ende der Papiermaschine durchläuft die getrocknete, einen Restwassergehalt von maximal 10 Prozent enthaltende Papierbahn das aus mehreren, übereinander angeordneten Stahlwalzen bestehende Maschinenglättwerk, das Dickenschwankungen der Papierbahn unter Druck ausgleicht und sie dadurch glättet. Schließlich wird die getrocknete, kalibrierte (eingeebnete) und geglättete Papierbahn von einer Walze aufgerollt, wobei die Papierrolle Durchmesser bis zu 1,5 Metern aufweist.

Papier nach Bedarf

Die weitere Bearbeitung dieser Papierrolle hängt von der gewünschten Papiersorte ab. Im einfachsten Fall (etwa bei Zeitungsdruckpapier und Verpakkungspapieren) wird die „Mutterrolle" mit einer Rollenschneidmaschine in kleinere Rollen zerlegt. Nach Kontrolle, Wiegen und Verpacken dieser kleinen Rollen steht die Ware über das Rollenlager zum Versand bereit.
Höherwertige Papiersorten bedürfen einer weiteren Veredelung. Bei gestrichenen Druckpapieren schließt sich der Papiermaschine eine Streichmaschine an, in der auf beiden Papierseiten eine Pigment-Bindemittel-Paste aufgetragen und umgehend getrocknet wird, wobei das Trocknen normalerweise auf Infrarot-Heizung, Heißluft und schließlich auf einige wenige Trockenzylinder zurückgreift.
Das so gestrichene Papier wäre noch nicht bedruckbar, es muß in sogenannten Satinierkalandern extrem stark geglättet werden, wobei sich sein Glanz erhöht. Kalander bestehen aus maximal 14 übereinander angeordneten Walzen, von denen die eine Hälfte aus Stahlwalzen und die andere Hälfte aus elastischen Papierwalzen besteht. In den letzten Jahren hat die Maschinenbau-Industrie auch Kalander-Varianten konstruiert, die am Ende der Papiermaschine vor dem Aufrollen der Bahn eingebaut werden können.
Wenn gestrichene und satinierte Großrollen mit Rollenschneidmaschinen in kleinere Rollen zerlegt werden, so entspricht die Breite der Kleinrollen der Breite der verschiedenartigen Druckmaschinen. Druckmaschinen verarbeiten jedoch nicht nur Rollenware; vielmehr gibt es auch Druckmaschinen, die auf Papierbögen, sogenannte Formate, angewiesen sind. Zu diesem Zweck wird in der Papierfabrik ein Teil der Produktion mit Querschneidern auf Formate zugeschnitten. Zugeschnittene Formate werden, auf Platten gestapelt, häufig in Schrumpffolie verpackt, um auf diese Weise auch einen Feuchtigkeitaustausch zwischen verpacktem Gut und der Atmosphäre bei Lagerung und Transport zu vermeiden.
Damit ist der Ablauf der Produktion von ungestrichenem und gestrichenem Papier vorgestellt, ohne alle Varianten, vor allem die Herstellung von altpapierhaltigen Produkten, zu berücksichtigen. Dennoch sind noch nicht alle zur Produktion gehörenden Schritte und Maßnahmen genannt. Die Maschinen, die rund um die Uhr produzieren, und dies an mindestens 350 Tagen im Jahr, bedürfen der Pflege und Wartung. Besonders verschleißende Komponenten, wie Kunststoffsiebe in der Siebpartie und Filze in der Pressenpartie, müssen nach unterschiedlich langen Zeitintervallen erneuert werden, was den Stillstand der Papiermaschinen mit Stoffaufbereitung bedeutet. Während derartiger Stillstände, die man nach Möglichkeit plant, werden auch langlebige Teile der Maschinen von den Mitarbeitern in den Nebenbetrieben (zum Beispiel in der Schlosserei) gewartet. Auch der empfindliche Dampfkessel im Kraftwerk unterliegt in größeren Zeitabständen der Wartung.
Eine Produktionslinie ist nur so gut und die Qualität des erzeugten Papiers ist nur so hochstehend wie die Bestückung an Meßgeräten und Regelsystemen. Die Automatisierung hat gerade in den letzten Jahren bezüglich Genauigkeit, Verfügbarkeit und Umfang deutliche Fortschritte erzielt. Eine einfache Meßgröße ist in diesem Zusammenhang der Druck, beispielsweise in der Dampfleitung zwischen Kraftwerk und Trockenzylinder. Messungen werden aber auch an der laufenden Papierbahn durchgeführt, etwa um den Feuchtigkeitsgehalt der Papierbahn vor dem Aufrollen am Ende der Papiermaschine zu ermitteln. Regeln bedeutet, daß der Mensch – zumindest theoretisch – nicht mehr in den Prozeß durch Betätigen von Schaltknöpfen eingreifen muß. Eine Konsequenz dieser Automatisierung ist die Erhöhung der Produktivität, was nichts anderes bedeutet, als daß immer mehr Tonnen mit immer weniger Personal erzeugt werden können.

Papierqualität

Trotz aller Meßtechnik und Automatisierung in der laufenden Produktion wird zur Gewährleistung der angestrebten und vom Kunden verlangten Qualität eine traditionelle Abteilung nicht überflüssig, nämlich die Qualitätskontrolle, auch Qualitätssicherung genannt. Von jeder erzeugten Mutterrolle der Papiermaschine, aber auch der Streichmaschine, werden Proben gezogen, die im Labor auf die Eigenschaften untersucht werden, die von der jeweiligen Papiersorte und vom jeweiligen Kunden erwartet werden. Einige Eigenschaften werden in *allen* Papierfabriken geprüft (zum Beispiel Flächengewicht und Dicke), andere Prüfgrößen sind individueller Natur (so etwa Weißgrad und Opazität). Beim Prüfen ist es besonders wichtig, daß die gemessenen Daten auch umgehend dem Maschinenpersonal vermittelt werden, damit es eventuelle Produktionskorrekturen durchführt. Für einen beschleunigten Datentransfer und zur statistischen Verdichtung der gemessenen Größen bedient man sich heute verstärkt der Computer, so daß auch die Werksleitung schnellstens und umfassend die Ergebnisse der Qualitätssicherung erfahren kann. Künftig werden auch die jeweiligen Kunden mit den Daten der von ihnen bezogenen Ware versorgt werden müssen, so daß also jede ausgelieferte Papierrolle und jede ausgelieferte Palette mit Formaten einen Paß zu erhalten hat (Papierpaß). Vollständige Qualitätssicherung beinhaltet aber auch möglichst lükkenloses Prüfen der von der Papierfabrik

NOIS *BASF *K BASF * 1988-08-29*14-22

Wieviel BASF braucht eine Offsetplatte, die sich nylolith nennen darf?

Den Anspruch der BASF an Qualitätskonstanz, die ihren Produkten Weltgeltung verschafft: von Chemikalien über High-Tech-Kunststoffe bis hin zu elektromagnetischen Speichermedien.

Dieselbe Qualitätskonstanz finden Sie bei nylolith, der Offsetplatte für höchste Ansprüche.

Testen Sie nylolith, und Sie können sicher sein: Hier arbeiten Sie mit einer festen Größe im Druckprozeß, der sonst so viele Variablen kennt.

BASF Aktiengesellschaft
D-6700 Ludwigshafen

nylolith®

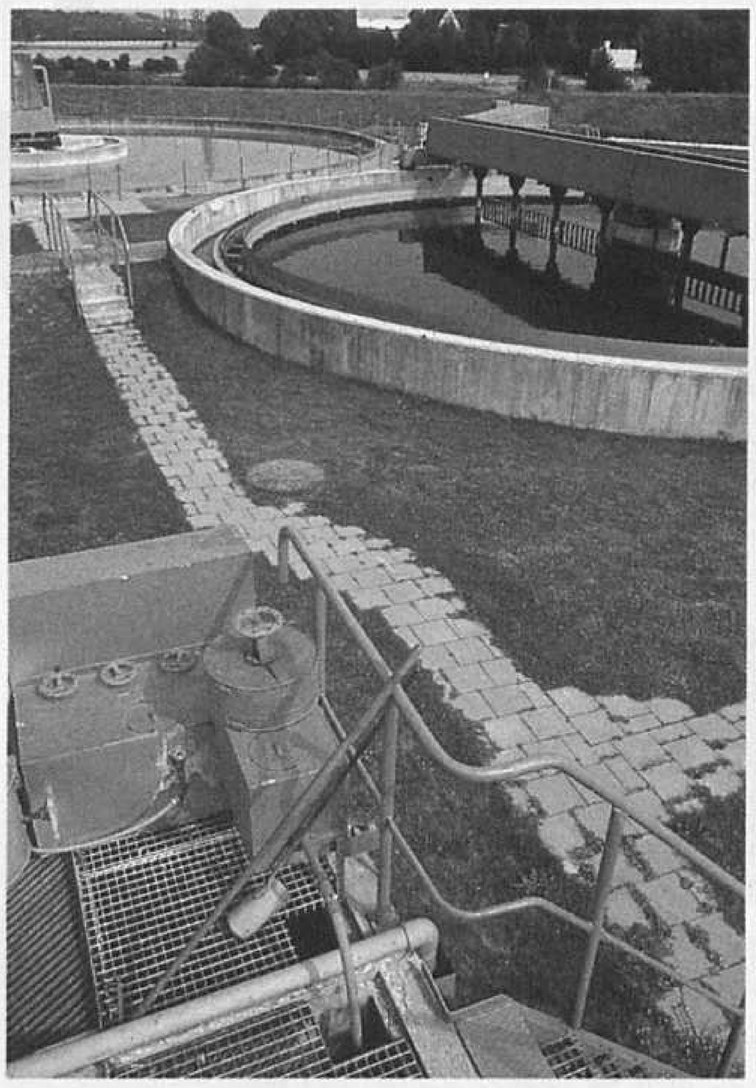
Qualität, die gute Gründe hat.

Reproduktionstechnik

BASF

Barre de contrôle de l'impression © 1981 system Brunner
Druckkontrollstreifen © 1981 system Brunner CH-6500 Locarno
Kreuzmarken C 50% Super M 50% Super Y 50% Super B 50% Balance + 25% 75% C 50% M 50% Y 50% B

Abwasserreinigungsanlage. (Foto: VDP)



bezogenen Rohstoffe und Halbfabrikate einschließlich Wasser und Heizöl.
Umweltschutz in der Papierindustrie betrifft vor allem den Umgang mit Abwasser und festen Abfällen (Reststoffe), während Abluft und Lärm in der Umgebung der Produktionsstätten von marginaler Bedeutung sind.

Umweltschutz

Feste Abfälle entstehen beim Entrinden des Holzes in Zellstoffwerken und Holzschleifereien und bei den Reinigungsvorgängen in der Stoffaufbereitung. In früheren Zeiten entledigte sich eine Papierfabrik der festen Abfälle durch Deponieren. Wegen der geringeren Verfügbarkeit an Deponieraum und gestiegener Deponiekosten ist die Papierindustrie im letzten Jahrzehnt immer mehr dazu übergegangen, ihre festen Abfälle in neuinvestierten Spezialkesseln werksintern zu verbrennen, wodurch teuere fossile Primärenergie (Kohle, Heizöl, Erdgas) anteilig eingespart werden kann. Enthält fester Abfall neben organischen, also kohlenstoffhaltigen Bestandteilen auch anorganische, also nicht verbrennbare Substanz, dann fällt beim Verbrennen noch ein unschädlicher Rest an Asche an, der schließlich zu deponieren ist.
Den ersten Schritt in Richtung auf eine umweltfreundliche und zugleich kostengünstige Abwasserreinigung stellen innerbetriebliche Wasserkreisläufe und damit die Reduzierung des in die Produktion hineingenommenen Frischwassers dar. Bei diesem Schließen der Wasserkreisläufe hat gerade die deutsche Papierindustrie im weltweiten Vergleich eine Spitzenstellung erreicht. Dennoch wird es auch langfristig für die Gesamtheit der Papierindustrie nicht dazu kommen, daß überhaupt kein Abwasser mehr anfällt. Somit ist also Abwasser zu reinigen, was in der Regel zweistufig geschieht. Abwasser enthält nämlich feste Substanzen (Spuren von Faserstoffen und Füllstoffen von der Papiermaschine) sowie gelöste organische Substanzen (zum Beispiel Stärke). Die festen Stoffe werden in der ersten Stufe unter Einsatz von flockenden Chemikalien meistens durch Sedimentation in Absatzbecken nahezu ganz aus dem Abwasser entfernt. Im übrigen wären die festen Stoffe zu kostbar, als daß man es sich leisten könnte, sie nicht wieder in der Produktion einzusetzen.
Seit den 60er Jahren fingen die bundesdeutschen Papierfabriken an, als zweite Stufe die biologische Abwasserreinigung einzuführen. Heute ist – auch unter dem Einfluß des Abwasserabgabengesetzes – ein hoher Stand bei der Entfernung gelöster organischer Substanzen erreicht. Glücklicherweise sind diese Substanzen in der Papierindustrie so beschaffen, daß sie sich biologisch problemlos und mit einem sehr hohen Wirkungsgrad reinigen lassen. Das ist auch daran abzulesen, daß die chemischen und physikalischen Kenngrößen zweistufig gereinigten Abwassers oft besser sind als die entsprechenden Kenngrößen des aus Flüssen entnommenen Frischwassers. Größere Papierfabriken reinigen ihr Abwasser werksintern in eigener Regie, zahlreiche kleinere Papierfabriken lassen ihr Abwasser in einer kommunalen Kläranlage reinigen.
Die Wirkungsweise der biologischen Stufe beruht darauf, daß auch in natürlichen Gewässern vorkommende Mikroorganismen die gelösten organischen Abwasser-Inhaltsstoffe „verspeisen". Bei diesem Stoffwechsel verbrauchen die Mikroorganismen Luft beziehungsweise den Sauerstoff aus der Luft, der in der zweiten Klärstufe mit Gebläsen dem Abwasserbecken zugeführt wird. Die Folge des auch in der Natur ablaufenden Abbauprozesses sind die Produktion von Kohlendioxid und Wasser sowie das starke Wachstum der Mikroorganismen selbst. Somit fällt in dieser Klärstufe ein Überschuß an nicht mehr benötigten Mikroorganismen an (biologischer Schlamm), die – aus dem Reinigungsprozeß entnommen – wie fester Abfall entsorgt werden müssen, also durch Verbrennen, sofern kein Deponieraum zur Verfügung steht.

Die Papiermacher

Neben Vertretern kaufmännischer Berufe benötigt die Papierindustrie Techniker auf den verschiedenen Ebenen der fachlichen Qualifikation. Rund die Hälfte aller Techniker sind sogenannte Papiermacher, die eine spezielle Ausbildung erfahren haben.
Gewerbliche Papiermacher werden im dualen System innerhalb von drei Jahren sowohl in ihrem Betrieb als auch blockweise an der zentralen Berufsschule (Papiermacherschule) in Gernsbach/Schwarzwald ausgebildet. Qualifizierte Facharbeiter der Branche können nach mehrjähriger Berufserfahrung an der gleichen Schule einen einjährigen Meisterkurs absolvieren.
Für Papieringenieure gibt es zwei Ausbildungsstätten: An der Fachhochschule München kann man sich in vier Jahren zum Diplom-Ingenieur (FH) qualifizieren. Die wissenschaftliche Ausbildung zum Papieringenieur erfolgt an der Technischen Hochschule Darmstadt im Fachbereich Maschinenbau beziehungsweise in der Fachrichtung Papieringenieurwesen. Für dieses Studium sind durchschnittlich 12 Semester zu veranschlagen. An wissenschaftlicher Arbeit Interessierte können dann schließlich zum Dr.-Ing. promoviert werden.
Dieses vierstufige Ausbildungssystem wird nur in der Bundesrepublik Deutschland angeboten, eine wichtige Voraussetzung für den hohen Stand der bundesdeutschen Papierindustrie im internationalen Wettbewerb. □

DER AUTOR

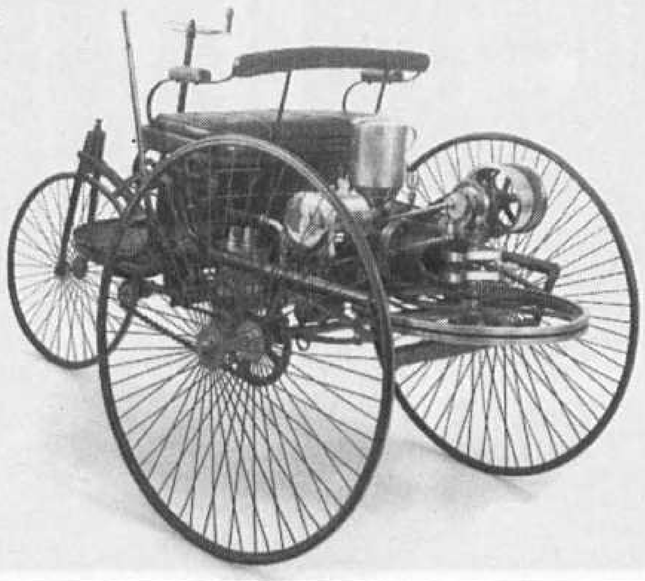
Lothar Göttsching, Prof. Dr.-Ing., geboren 1936, studierte Maschinenbau und Papieringenieurwesen an der Technischen Hochschule Darmstadt. Seit 1971 ist er Leiter des Instituts für Papierfabrikation an der TH Darmstadt.

100 Jahre Automobil-geschichte

TECHNIKGESCHICHTE IM DEUTSCHEN MUSEUM

Automobile

Von Erik Eckermann
C.H.Beck



In diesem ersten Band der Reihe »Technikgeschichte im Deutschen Museum« – einer neuen Reihe für Interessierte wie für Experten, reich bebildert und hervorragend ausgestattet – wird eine der bedeutendsten Sammlungen zur Kraftfahrzeughistorik vorgestellt. Der Autor führt den Leser von der ersten Motorkutsche bis zu den heutigen Hochleistungsfahrzeugen und erzählt die Geschichte des Volkswagens ebenso wie die der amerikanischen Luxuslimousinen.

1989. 166 Seiten mit 175 Abbildungen, davon 52 in Farbe. Gebunden DM 48,–

Verlag C. H. Beck

Beck's Archäologische Bibliothek

Adelheid Schlott

Schrift und Schreiber im Alten Ägypten

C.H.Beck

Adelheid Schlott stellt die Geschichte der altägyptischen Schrift dar und informiert den Leser über Schriftformen, Schreibmaterialien und Schreibtechniken durch bildliche Belege ergänzt, läßt sie die Kultur des Alten Ägypten vor unseren Augen lebendig wieder erstehen.
1989. 280 Seiten
mit 121 Abbildungen.
Broschiert DM 48,–

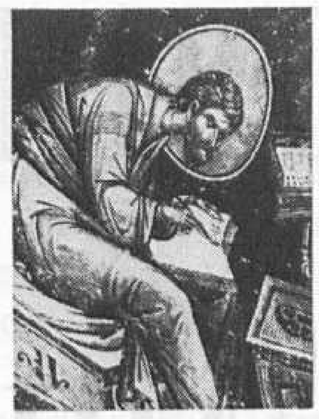
Herbert Hunger

Schreiben und Lesen in Byzanz

Die byzantinische Buchkultur

C.H.Beck

In Byzanz blühte das Buchwesen. Seine Leistungen für die Überlieferung der antiken Literatur, vor allem der griechischen, sind einzigartig. Aber auch die byzantinische Buchmalerei war bedeutend und beeinflußte die Buchkunst des westlichen Abendlandes nachhaltig.
1989. 174 Seiten
mit 46 Abbildungen.
Broschiert DM 38,–



Verlag C. H. Beck

Gehört der Anblick unseres heimischen Waldes bald der Vergangenheit an? (Foto: VDP)

PAPIERRECYCLING UND UMWELTSCHUTZ

Heinrich L. Baumgarten im Gespräch mit Kultur & Technik

Wußten Sie, daß Recycling-Papier älter ist als die Papierindustrie selbst, daß viele Papierprodukte ohnehin aus Altpapier gewonnen werden? Obwohl Recycling-Papier heute in aller Munde ist, sind vielen die Hintergründe eher unbekannt. Barbara Kiesewetter sprach für Kultur & Technik mit Dr.-Ing. Heinrich L. Baumgarten, dem Leiter der Papiertechnischen Stiftung in München.

Altpapierlager: Das Recycling von Papier ist heute technischer Standard. (Foto: VDP)

Unter den Verbrauchern herrscht immer noch große Verwirrung: Was versteht man eigentlich unter Recycling-Papier?

Recycling-Papier ist ein Papier, dessen Faserstoff ausschließlich aus Altpapier gewonnen wurde. Allerdings stellt man in Deutschland schon seit Jahrzehnten die meisten Papiere, Kartons und Pappen für Verpackungen auf diese Weise her, ohne dafür den Namen Recycling-Papier oder gar „Umweltschutzpapier" zu verwenden. Unter dieser relativ neuen Bezeichnung versteht man in der Öffentlichkeit meist nur die Sortengruppe „graphische Recycling-Papiere". Dabei ist „graphisches Papier" der Oberbegriff für Druck- und Schreibpapiere sowie Büropapiere. Einige Zahlen zum Papier-Recycling: 1988 wurden in der Bundesrepublik Deutschland etwa 10,6 Millionen Tonnen Papier, Karton und Pappe erzeugt, und zwar unter Einsatz von etwa 4,5 Millionen Tonnen Altpapier. Zu graphischen Recycling-Papieren wurden im vergangenen Jahr nur etwa 0,2 Millionen Tonnen Altpapier verarbeitet.

Dann ist Recycling-Papier also gar nichts Neues?

Dieses Produkt ist viel älter als die Papierindustrie, und bereits in den 50er Jahren wurden etwa 35 Prozent der Halbstoffe für die Papierherstellung in Deutschland aus Altpapier gewonnen. Nur hat man früher die Tatsache, daß man Altpapier einsetzt, nicht besonders herausgestellt. Denn die Verbraucher haben in der Nachkriegszeit die Begriffe „Altpapier" und „mindere Qualität" automatisch verbunden. Das steigende Interesse am Recycling macht die heutigen Verbraucher aufgeschlossener.

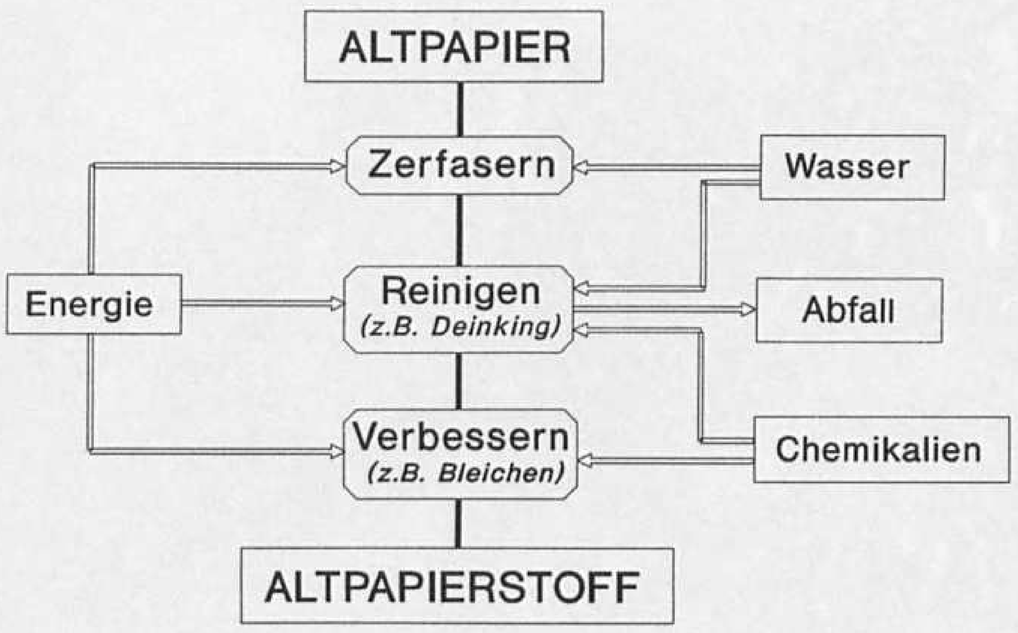


Abb. 1: Die verfahrenstechnischen Prozesse bei Aufbereitung von Altpapier zu Altpapierstoff

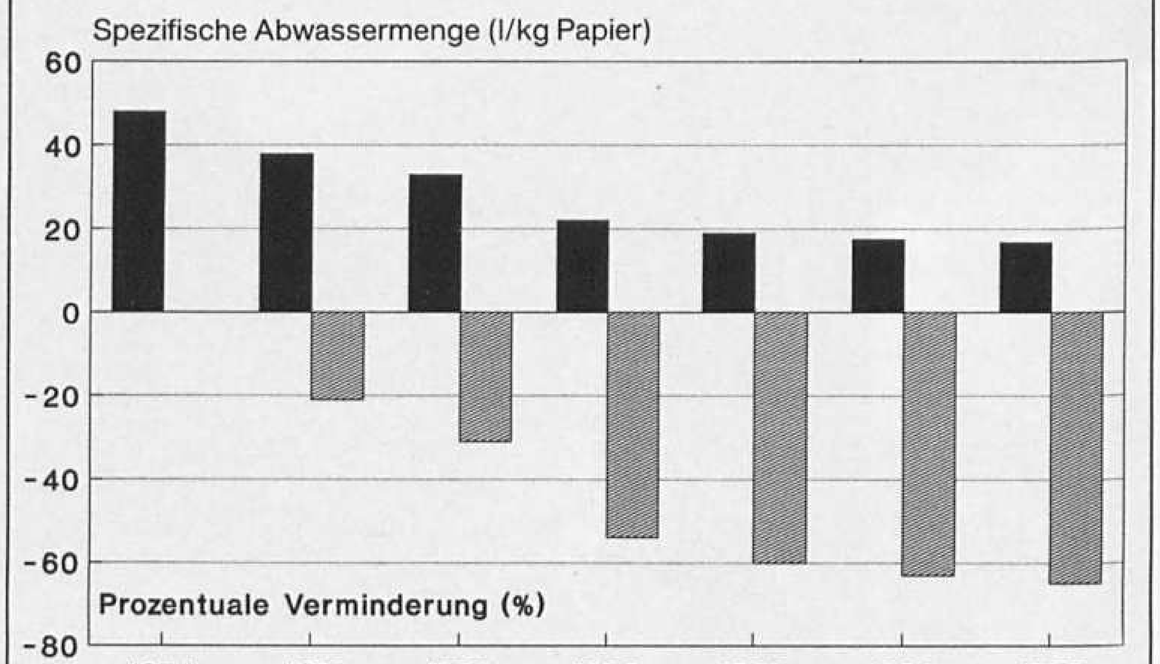


Abb. 2: Verminderung der spezifischen Abwassermenge bei der Produktion von Papier in der Bundesrepublik Deutschland

Wie wird Recycling-Papier hergestellt?

Man muß zunächst die beiden Produktionsstufen Halbstoff- und Papier-Herstellung unterscheiden. Aus dem Rohstoff Holz werden die sogenannten primären Halbstoffe gewonnen. Das sind also Zwischenprodukte auf dem Weg vom Holz zum fertigen Papier. Wir unterscheiden im Prinzip zwei Verfahren: Einmal wird Holz mechanisch zerfasert – diesen Halbstoff nennt man Holzstoff –, und beim zweiten Verfahren löst man mit Hilfe von Chemikalien die eigentliche Holzsubstanz, das Lignin, aus dem Holz heraus. Den so hergestellten Halbstoff, er besteht vor allem aus Cellulose, bezeichnen wir als Zellstoff.
Für Recycling-Papier verarbeitet man dagegen Altpapier zu einem sekundären Halbstoff, dem Altpapierstoff. Wir verwenden heute in der Papierherstellung etwa 40 Prozent Altpapierstoff, 30 Prozent Zellstoff und 14 Prozent Holzstoff. Den Rest machen mineralische Substanzen wie Kreide und Porzellanerde, die als Füllstoffe dienen, sowie Stärke und andere chemische Hilfsmittel aus.

Wie wird Altpapier aufbereitet?

Altpapier muß unter Zugabe von Wasser wieder zerfasert und dann gereinigt werden, um zum Beispiel Klebstoffe, Druckfarbe und Schmutz zu entfernen. Meist ist es auch nötig, den Altpapierstoff zum Schluß zu bleichen, damit das Recycling-Papier hell genug wird. Von da an geht es dann genauso weiter wie bei der normalen Papierherstellung.

Für welche Verwendungszwecke ist graphisches Recycling-Papier geeignet? Es wird ja immer wieder behauptet, es sei für Druckmaschinen nicht brauchbar, da es nicht reißfest genug sei.

Im Sortenbereich der graphischen Papiere gehen die großen Mengen an Altpapier heute in die Produktion der Zeitungspapiere, die zu etwa 60 Prozent aus Altpapierstoff und zu 40 Prozent aus primärem Holzstoff bestehen. Zumindest bei dieser Papiersorte erzielt man also die gleichen Eigenschaften wie mit altpapierfreiem Material. Graphisches Recycling-Papier wird häufig als Kopierpapier, als Druckpapier für Computer oder als Schreibpapier eingesetzt.

Wie wird die Druckfarbe im Deinking-Verfahren aus dem Papier gelöst?

Dieser Vorgang, die „selektive Flotation", läuft so ab: Man verdünnt den Altpapierstoff stark mit Wasser. In diese Suspension wird Luft eingeblasen, die Druckfarbenpartikel lagern sich an die Luftblasen an, steigen mit ihnen an die Oberfläche, werden dort im Schaum angereichert und mit ihm abgeschöpft. Dieser Prozeß wurde in den letzten Jahren deutlich verbessert, so daß graphisches Recycling-Papier heute wesentlich heller ist als früher. Es ist etwa so hell wie Zeitungsdruckpapier. Aber damit ist auch der Einsatzbereich begrenzt. Hochwertige mehrfarbige Drucke lassen sich beispielsweise auf graphischem Recycling-Papier nur mit höherem Aufwand an Druckfarben herstellen als auf weißen Druckpapieren.

Ein weiteres Argument, das für das graphische Recycling-Papier spricht, ist der geringe Wasserverbrauch und die niedrige Abwassermenge. Wird bei den Verarbeitungsprozessen, die Sie beschrieben haben, das Wasser in einem geschlossenen Kreislauf wiederverwendet?

Die Altpapierstoff-Herstellung ist in die eigentliche Papierfabrik integriert. Das Wasser, das zur Papierherstellung gebraucht wird, wird also auch für die Altpapierstoff-Herstellung benutzt. So fallen nur noch Abwassermengen von etwa 15 Liter pro Kilogramm Papier an.

Könnte man das noch optimieren?

Wir haben in Deutschland schon seit über 15 Jahren Fabriken, die Altpapier verarbeiten, ohne daß Abwasser anfällt. Das ist aber fast ausschließlich im Bereich der Verpackungspapiere der Fall. Technisch ist es aber möglich, auch graphische Recycling-Papiere herzustellen, ohne daß Abwasser anfällt.

Warum wird das dann noch nicht gemacht?

Weil einmal mit Qualitätseinbußen zu rechnen ist, und weil wir auf den Wascheffekt des Wassers nicht ganz verzichten können. Auch ist die Frage nicht eindeutig zu beantworten, wo das ökologische Optimum liegt.

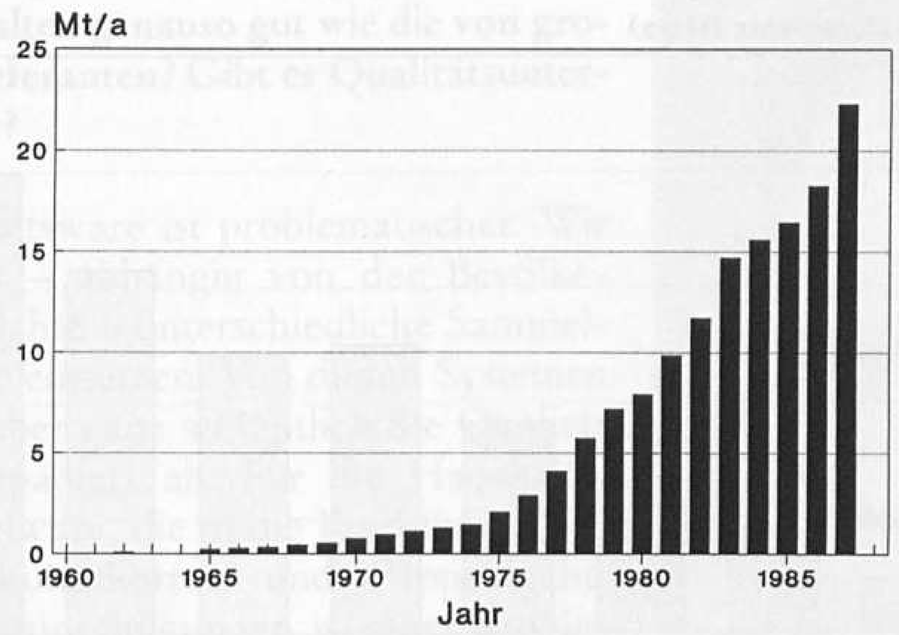


Abb. 3: Entwicklung der Anlagenkapazität zum Flotations-Deinken von Altpapierstoff (weltweit)

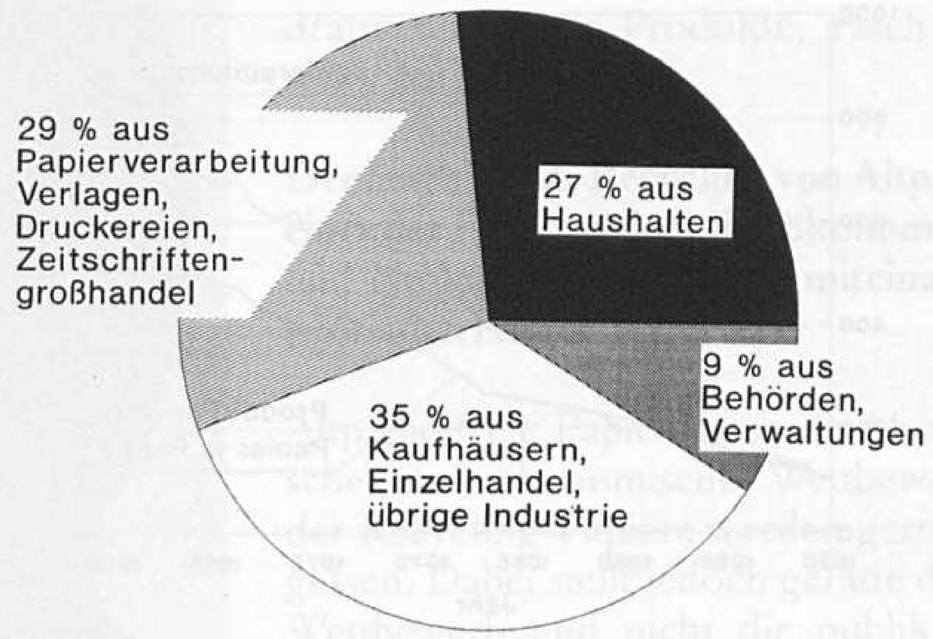


Abb. 4: Die Herkunft des erfaßten Altpapiers 1985

Der spezifische Abwasseranfall hat sich in der Papierindustrie in den letzten Jahrzehnten aber kontinuierlich verringert. Er liegt heute im Mittel unter 20 Liter pro Kilogramm – und wird sicher weiter reduziert werden.
Es gibt allerdings Grenzen: Wenn die Abwassermengen deutlich unter 10 Liter pro Kilogramm liegen, dann ist ein sehr großer technischer Aufwand nötig. Denn dann erhöht sich die Konzentration der aus den Holzfasern gelösten Stoffe im Kreislaufwasser der Papierfabrik und damit auch in ihrem Abwasser. Dieses muß aber nach den geltenden Vorschriften auf jeden Fall durch eine biologische Abwasserreinigung laufen, damit die Schadstoffkonzentration des gereinigten Abwassers unter den Grenzwerten liegt.

Befürworter des Recycling-Papiers sagen, daß dieses umweltfreundliche Papier die Wälder schont. Durch den Holzverbrauch für weißes Papier wird der Wald dagegen zerstört. Was halten Sie von diesem Argument?

In Deutschland verwenden wir als Rohstoff für die Papierherstellung zu etwa 65 Prozent sogenanntes Durchforstungsholz, das aus dem 20 bis 25 Jahre alten Wald geschlagen werden muß, um Platz für das Wachsen der verbleibenden Bäume zu schaffen. Die zweite Quelle sind Abfälle aus Sägewerken. Beides fällt als Nebenprodukt an. Es wird heute bei uns jedenfalls mehr Holz angeboten als die Papierindustrie verarbeiten kann. Der Wald wird also auch durch die Herstellung von weißem Papier nicht geschädigt.

Die Umweltschützer nennen Gegenargumente: Es wird nur ein geringer Teil Holz aus deutschen Wäldern zu Papier verarbeitet. 80 Prozent des Holzes werden importiert: aus Skandinavien, den USA oder sogar aus Brasilien. Dort werden Urwaldflächen abgeholzt und mit schnellwüchsigem Plantagenholz aufgeforstet. Außerdem habe sich auch die Forstwirtschaft in Deutschland vor längerer Zeit auf die Bedürfnisse der Papierindustrie eingestellt. Immerhin bestehen zwei Drittel unseres Waldes aus rasch wachsenden Nadelhölzern.

Tatsächlich verarbeitet die deutsche Zellstoff- und Papierindustrie jährlich etwa 10 Millionen Raummeter Holz, das zu fast 99 Prozent aus Deutschland stammt, während die deutsche Forstwirtschaft gleichzeitig über 2,5 Millionen Raummeter Industrieholz exportieren muß.
Richtig ist, daß die deutsche Papierindustrie etwa 80 Prozent ihres Zellstoffbedarfs importiert.
Die Forstwirtschaft ist in Deutschland in erster Linie auf Erträge für Bau- und Möbelholz eingerichtet. Die heutige Verteilung der Baumarten ist sicherlich nicht wesentlich durch die Bedürfnisse der Papierindustrie bestimmt. Auch für wichtige Exportländer, wie Schweden, gilt, daß der Holzbestand dort noch nie so groß war wie heute. Denn dort, wo Holz für industrielle Zwecke genutzt wird, beachtet man das Nachhaltigkeits-Prinzip in der Forstwirtschaft – man sorgt im eigenen Interesse dafür, daß jährlich mindestens soviel Holz nachwächst, wie eingeschlagen wird.

Aber kann das allein der Maßstab sein? Es kommt doch auch darauf an, ob auf diesen Flächen eine Holzplantage steht oder ein Wald im ursprünglichen Zustand mit seiner ganzen Vielfalt an Pflanzen und Tieren.

Die Forstsysteme in Mittel- und Nordschweden sind seit Jahrhunderten durch die industrielle Nutzung geprägt und haben sich offensichtlich insgesamt bewährt. Wesentlich kürzer sind die Erfahrungen in heute ebenfalls bedeutenden Zellstoff-Exportländern wie Brasilien oder Portugal, in denen schnellwachsende Eukalyptusbäume bevorzugt werden. Hier hat man zunächst Lehrgeld zahlen müssen, bis man die kurzen Umtriebszeiten der Plantagen, die teilweise deutlich kleiner als zehn Jahre sind, beherrscht hat. Aber auch eine Studie der FAO bestätigt, daß diese Eukalyptusplantagen heute bei hohen Hektarerträgen ökologisch stabil sind.

Was verstehen Sie unter dem Begriff „ökologisch stabil"?

Man sorgt durch genau dosierte Düngung und durch Abwechslung verschiedener Eukalyptusarten dafür, daß der Boden nicht ausgelaugt wird, auch wenn man alle sieben oder acht Jahre erntet. Man muß allerdings bereit sein, Teile der

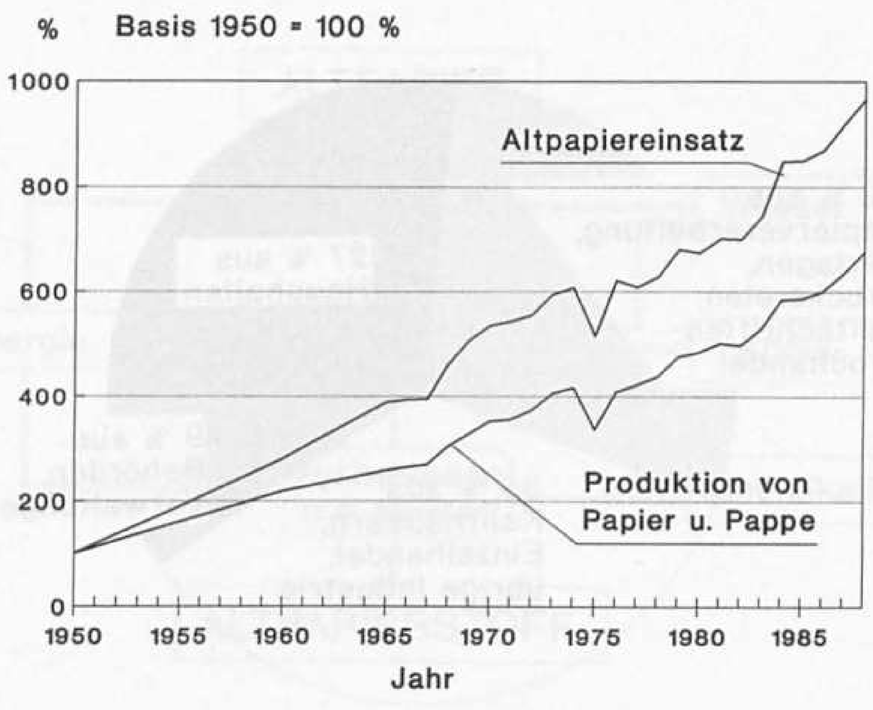


Abb. 5: Entwicklung des Altpapiereinsatzes und der Produktionsmengen von Papier und Pappe von 1950 bis 1988

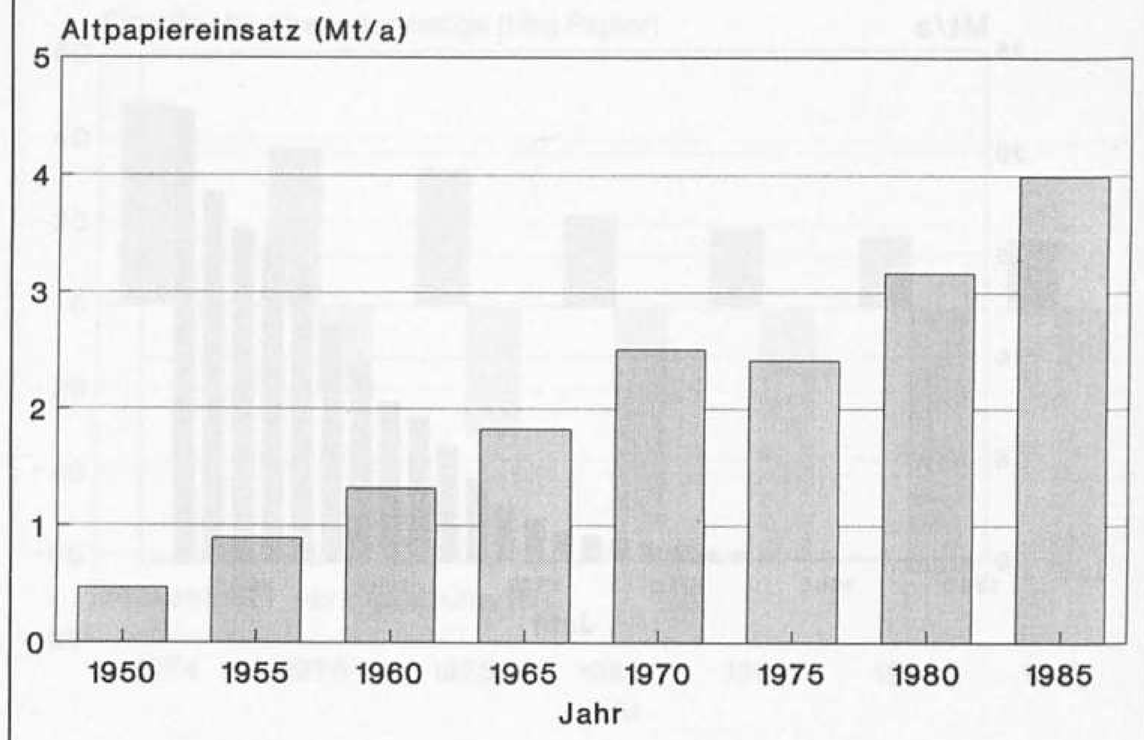


Abb. 6: Entwicklung des Altpapiereinsatzes in der Papierindustrie der Bundesrepublik Deutschland

Landschaft genauso als Nutzflächen zu betrachten wie beispielsweise Getreidefelder in dichtbesiedelten mitteleuropäischen Ländern.

Werden auf solchen Holzplantagen auch Pestizide eingesetzt?

Soweit ich weiß, werden auf den großen Plantagen Baumarten verwendet, die eine besonders gute natürliche Resistenz gegen Schädlinge haben.

Würde in der Papierindustrie mehr einheimisches Holz verarbeitet werden, wenn es billiger wäre?

Sicher, denn der Holzpreis bestimmt wesentlich die Kosten des Holzstoffes sowie des Zellstoffes und damit ihre Wettbewerbsfähigkeit auf dem Weltmarkt. Aber es gibt eben Länder, in denen die Preise für Industrieholz deutlich niedriger sind als in der Bundesrepublik.

Letztlich werden durch den Gebrauch von Recycling-Papier also vor allem die Wälder in anderen Ländern geschont, da bei dieser Papiersorte der Rohstoff Holz ja mehrmals genutzt wird. Aber wird bei der Produktion auch weniger Energie verbraucht?

Wir haben den Energieaufwand für die Herstellung der Halbstoffe und für die Papierherstellung im eigentlichen Sinn untersucht. Letzterer ist meist unabhängig vom Altpapiereinsatz.

Die für die Herstellung der Halbstoffe notwendigen Primärenergiemengen sind aber sehr verschieden: Für Holzstoff brauchen wir 4,3 Kilowattstunden pro Kilogramm Papier, beim Zellstoff sind es 3,3 Kilowattstunden, beim Altpapierstoff nur 1,3 Kilowattstunden. Man spart also zwei bis drei Kilowattstunden pro Kilogramm Halbstoff ein.
Allerdings muß man bedenken, daß die Herstellung des Primärhalbstoffes nach dem Stand der Technik nur mit hohem Energieeinsatz möglich ist und daß man bei der späteren Produktion von Recycling-Papier davon natürlich profitiert. Letztlich verringern wir aber in dem Maß, indem wir Altpapier einsetzen, den Gesamtenergieverbrauch für die Papierherstellung.

Wenn man diese Punkte zusammenfaßt, spricht alles für den Gebrauch von graphischem Recycling-Papier. Warum gibt es dann immer noch Vorbehalte gegen dieses umweltfreundliche Produkt?

Wir sprechen immer von *einem* Papier. Es gibt aber verschiedene Hersteller, verschiedene Papiere und verschiedene Einsatzgebiete. Die Anforderungen einer schnellaufenden Kopiermaschine an die Eigenschafts-Konstanz des Kopierpapiers sind beispielsweise deutlich höher als die des Kugelschreibers an Schreibpapier. Die Entwicklung der geeigneten Herstellungstechnik für hochwertige graphische Recycling-Papiere war aufwendig und langwierig. Auch hier hat man aus Fehlern lernen müssen.
Heute werden Recycling-Papiere in großen Mengen auch in Bereichen verwendet, in denen sie mit den reinen Zellstoff-Papieren konkurrieren müssen, in denen also große Anforderungen gestellt werden. Dabei stößt man immer wieder an Grenzen – nicht nur wegen der relativ geringen Helligkeit der graphischen Recycling-Papiere.

Ist die Produktion von Recycling-Papier heute auch wirtschaftlich erfolgreich?

Altpapier ist ein wirtschaftlich erfolgreicher Rohstoff. Sonst wäre es nicht möglich gewesen, ohne Subventionen den Altpapiergehalt beispielsweise in den deutschen Zeitungspapieren in den letzten drei bis vier Jahren von 45 auf 60 Prozent zu erhöhen, und zwar im Wettbewerb mit altpapierfreien Importen.

Altpapier wird ja auch gesammelt, um unsere Müllberge zu entlasten. Welche Rolle spielt die Altpapiersammlung in den Haushalten für die Hersteller?

In der Bundesrepublik Deutschland werden bei einem jährlichen Verbrauch von über 12 Millionen Tonnen Papier etwa 5 Millionen Tonnen Altpapier im Jahr gesammelt. Fast ein Drittel davon stammt heute aus privaten Haushalten. Diese Quelle hat noch Reserven von etwa 1 bis 1,5 Millionen Jahrestonnen, die zukünftig mit vertretbarem Aufwand genutzt werden können. Der Hauptteil des Altpapiers stammt von großen Anfallstellen – wie zum Beispiel Papierverarbeitungswerke oder Kaufhäuser –, die seit langem entsorgt werden.

Ist die Qualität von Altpapier aus den Haushalten genauso gut wie die von großen Lieferanten? Gibt es Qualitätsunterschiede?

Haushaltsware ist problematischer. Wir müssen – abhängig von der Bevölkerungsdichte – unterschiedliche Sammelsysteme einsetzen. Von diesen Systemen hängt aber ganz wesentlich die Qualität des Altpapiers ab. Für die Haushalts-Sammelware, die in die Produktion von Verpackungskarton und Pappe geht, sind Verunreinigungen weniger problematisch.
Jetzt haben wir aber große Zuwachsraten bei den graphischen Recycling-Papieren und den altpapierhaltigen Zeitungsdruckpapieren. Dort ist es wichtig, daß die Papiersorten getrennt gesammelt werden, damit keine grauen und braunen Papiere und Pappen oder Plastikteile mit alten Zeitungen, Illustrierten und Katalogen gemischt werden. Das gelingt heute recht gut. Trotzdem ist ein zusätzliches Sortieren des gesammelten Altpapiers notwendig.
Andererseits hat die Mischung aus Zeitungen, Illustrierten und Katalogen auch Vorteile, weil sie hellere Stoffe in die Zeitungsdruckpapiere bringen. Denn trotz allem technischen Aufwand ist es nicht möglich, mehr als 60 Prozent der Druckfarbe aus dem Altpapier zu entfernen.

Bisher kehren etwa 36 Prozent des Papiers als Altpapier wieder in den Produktionskreislauf zurück. Wie könnte man, da er Ressourcen schont, diesen Anteil noch erhöhen?

Durch stetige Steigerung der möglichst sortenreinen sowie getrennten Sammlung von Altpapier in Abstimmung mit der Steigerung der Produktionskapazität für altpapierhaltige Papiere, Kartons und Pappen und ihres Verbrauchs im Inland sowie ihres Exports.
Dabei ist zu bedenken, daß bei einer Erhöhung der Altpapier-Einsatzquote die Qualität der altpapierhaltigen Neupapiere nur dann nicht sinkt, wenn gleichzeitig der Reinigungswirkungsgrad der Altpapier-Aufbereitung steigt. Dies verlangt eine intensive und stetige Entwicklung der Technik, da gleichzeitig der Energie-

Dr.-Ing. Heinrich L. Baumgarten

aufwand, die Abwassermenge und die Abfallmenge gering gehalten werden sollen. Eine sprunghafte Erhöhung der Altpapier-Einsatzquote würde die ökologischen und ökonomischen Vorteile dieses bewährten Recycling-Systems gefährden.

Manchmal kann der Druck, bestimmte Verfahren optimieren oder neu entwikkeln zu müssen, aber auch die Phantasie der Wissenschaftler und Techniker beflügeln.

Ja, wenn Schwellen in der Entwicklung zu überschreiten sind, wenn etwas ganz Neues erfunden werden muß, um neue Aufgaben zu bewältigen.
Beim Altpapier-Recycling geht es aber vorläufig um die Weiterentwicklung vorhandener Verfahren und um das Bewahren seines Vorzugs: Fast 5 Millionen Tonnen Altmaterial werden jährlich ökologisch vorteilhaft und kostendeckend – unter Einschluß der Sammelkosten, also ohne Subventionsbedarf – wiederverwertet!
Dabei sollten wir mit den zweistelligen Prozentsätzen, mit denen der Altpapiereinsatz für graphische Papiere jährlich wächst, zufrieden sein.
Auch deshalb, weil heute und zukünftig neben Recycling-Papieren altpapierfreie Papiere hergestellt werden müssen. Die stetige Entwicklung der Papiertechnik in den letzten Jahrzehnten hat auch für altpapierfreie Papiere den Rohstoffverbrauch, den Energiebedarf und den Abwasseranfall, bezogen auf einen Quadratmeter dieser Produkte, rasch und sehr deutlich gesenkt.

Demnach ist das Recycling von Altpapier einer der Fälle, bei dem sich ökonomische und ökologische Interessen miteinander verbinden lassen.

Altpapierfreie Papiersorten als ökologische und ökonomische Wettbewerber der Recycling-Papiere werden gern vergessen. Dabei stellt jedoch gerade dieser Wettbewerb und nicht die publikumswirksame Ideologie den gültigen Maßstab für ein sinnvolles Ausmaß des Papier-Recyclings in unserer sozialen und ökologischen Marktwirtschaft dar. □

DIE INTERVIEWPARTNER

Dr.-Ing. Heinrich Ludwig Baumgarten, Jahrgang 1941, studierte nach seiner Papiermacherlehre an der Technischen Hochschule Darmstadt Papieringenieurwesen und war anschließend als Dozent am Institut für Papierfabrikation in Darmstadt tätig. Nach Forschungsaufenthalten in England und Schweden übernahm er 1978 die Leitung der Papiertechnischen Stiftung in München, die vor allem von der papiererzeugenden und papierverarbeitenden Industrie getragen wird. Dort arbeiten etwa 65 Mitarbeiter vorwiegend an verfahrenstechnischen und materialwissenschaftlichen Themen der Papiertechnik. Ein Schwerpunktthema ist die Wiederverwendung von Altpapier.

Barbara Kiesewetter, geb. 1958, ist Diplom-Biologin und Redakteurin in München. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind Themen aus Wissenschaft, Natur und Umwelt sowie dem Biologischen Landbau.

VERMISCHTE NACHRICHTEN ÜBER DEN LUMPENHANDEL UND DAS LUMPENSAMMELN

Paul Thiel

Der Lumpensammler, Lithographie von Franz Burchard Dörbeck.

Lumpen waren bis weit in unser Jahrhundert hinein ein wertvoller Rohstoff für die Papierherstellung. Der Staat unterwarf daher schon seit dem 18. Jahrhundert das Sammeln und den Verkauf von Lumpen behördlicher Kontrolle. Während die Großhändler gut verdienten, gehörte der Lumpensammler zur untersten Stufe des Proletariats.

Am 12. März 1763 schickte ein Herr von Senkenberg ein aus dem Jahre 1308 stammendes Stück Papier an den Rotterdamer Syndicus und verdienstvollen Gelehrten Gerhard von Meermann zur Begutachtung, das „war stark, gut gemahlen, weiß und biegsam, hatte auch die Merkmahle der Drathform, welche alles man als Kennzeichen des Linnenpapiers (das heißt des aus Leinenlumpen hergestellten Papiers, d. V.) annehmen kann: es war jedoch glatt und glänzend, und hatte ganz das äußerliche Ansehen des Pergaments, welches sonst lauter Kennzeichen des baumwollenen Papiers sind. Die königliche Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen erklärte es daher für eine Mischung von baumwollenem und linnenem Stoffe; hielt dafür, wenn wegen der Jahrzahl kein Zweifel entstände, man diesen Zeitpunkt für den Anfang des Linnenpapiers annehmen könne, und man glaubt, daß es in Deutschland, an einem Italien nahen Orte, gemacht sey."

Ein knappes Jahr zuvor hatte von Meermann eine kleine Schrift unter dem Titel „Gerardi Meermann, Syndici Roterodamensis, Admonitio de chartae nostratis, seu lineae, origine" in Rotterdam drucken lassen, worin er die gelehrten Männer seiner Zeit unter dem Versprechen einer Prämie von 25 Dukaten aufforderte, ihm bei der Erforschung der Ursprünge des aus Leinenlumpen hergestellten Papiers sowie dessen sonstiger Geschichte zu helfen. Die Göttingische Societät hatte sich ab Mitte des 18. Jahrhunderts ebenfalls für diese Fragen engagiert. Hinter der akademischen Preisfrage und dem Prioritätenstreit um die Entstehung und um das Ursprungsland des aus Leinenlumpen hergestellten Papiers standen handfeste ökonomische Probleme: Holländische Kommissions- und Großhändler hatten sich in Hamburg, Bremen, Lübeck, Köln und anderen deutschen Städten etabliert und exportierten die hier und anderswo aufgekauften und in großen Lagerhäusern gesammelten deutschen Lumpen, nach Schätzungen von Zeitgenossen für die jährliche Summe von circa 100000 Gulden, in ihre Heimat. Das daraus gefertigte Papier, das von den Holländern aufgrund modernster Herstellungsverfahren in hervorragender Qualität und großer Sortenvielfalt angeboten werden konnte, wurde seinerseits zu großen Teilen wieder nach Deutschland exportiert. Die deutschen Staaten dienten also einerseits als billige Rohstofflieferanten und mußten andererseits teures Papier für jährlich mehrere Millionen Gulden einführen.

Um den Export von Lumpen wenigstens einzuschränken und die einheimische deutsche Papierindustrie zu schützen, wurden zahlreiche landesherrliche Verbote erlassen. So wurde etwa das Lumpensammelprivileg in Bremen, um die Mitte des 18. Jahrhunderts noch für einen Dukaten erhältlich, bald danach für zehn Taler, gegen Ende des Jahrhunderts schon für 65 Taler in Zweidrittelstücken verpachtet.

Das Sammelprivileg

Die Papiermühlen zu Bremervörde und Altkloster erhielten bereits im Jahre 1622 das Privileg, daß sämtliche im Bremischen gesammelten Lumpen nur an sie verkauft werden dürften; dieses ausschließliche Recht wurde ihnen 1733 erneut bestätigt. Im Kurfürstentum Hannover wurde der Export von Lumpen im Jahre 1769 (unter dem Datum 26. August) neuerlich verboten und auf den Zwischenhandel eine Zollgebühr gelegt. In der Kurmark wurde die Ausfuhr von Lumpen bereits im Jahre 1685 untersagt, Erneuerungen des Verbots waren in den Jahren 1697, 1705 und später erforderlich. Um diese und andere Verbote zu umgehen, ließen sich findige Händler zahlreiche Möglichkeiten einfallen, so die einheimische Herstellung von Pappe aus Lumpen, die dann, unter Umgehung der Exportgesetzgebung, ungehindert nach Holland ausgeführt werden konnte.

Der ständig steigende Bedarf der Papierindustrie und die ökonomischen Zwänge führten dabei zu zahlreichen, auch heute noch überdenkenswerten Vorschlägen und praktikablen Versuchen, Ersatzstoffe wie Stroh, Heu, Disteln, Säge- und Hobelspäne, Abfälle aus der Flachsbereitung und ähnliches zu erschließen. „Der Papierfabrikant, Herr J. A. Engels zu Werden an der Ruhr kam (um das Jahr 1800, d. V.) auf den Einfall, ob man nicht die alten gewöhnlich als unnütz weggeworfenen Enden von Schiffsseilen, wie in England weiter verarbeiten könnte", um daraus Packpapier herzustellen. Zur Absicherung der Rohstoffbasis „schont(e) . . . England jetzt sogar (das heißt um 1800, d. V.) durch die dortige Verordnung, daß kein Todter in Linnen begraben werden darf, das Jahr über wenigstens 200000 Pfund Lumpen".

Um die Erfahrungen der holländischen Papiermacher in Deutschland publik zu machen und der einheimischen Industrie ein strengeres Qualitätsbewußtsein einzuschärfen, publizierten Johann Georg Krünitz und Nachfolger im 106. Band ihrer *Ökonomisch-technologischen*

Encyklopädie (Berlin 1807) den Lumpen-Katalog auf dieser Seite.

Der Lumpenhandel und das Sammeln von Lumpen waren in den einzelnen deutschen Staaten unterschiedlich geregelt. In Preußen, auf das wir uns hier und im folgenden beschränken wollen, wurde der Export von Lumpen bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts erneut verboten und durch eine Reihe von Edikten das ganze Jahrhundert hindurch wiederholt, wie zum Beispiel durch die Erlasse aus den Jahren 1757 (unter dem Datum 3. Februar), vom 4. Juli 1746, vom 16. Oktober 1777 und vom 3. Oktober 1793.

Danach wurden den Papiermachern und den Lumpensammlern in Preußen bestimmte Kreise oder Distrikte zum Sammeln angewiesen und ihnen in einem 15 Punkte umfassenden Programm bis in das frühe 19. Jahrhundert unter anderem folgende minutiösen Auflagen erteilt.

Preußische Edikte

1. Darf sich niemand unterstehen, weder in den Städten, noch auf dem platten Land, Lumpen zu sammeln, dafern er sich nicht mit einem von der Kriegs- und Domainenkammer selbiger Provinz erhaltenen Paß gehörig dazu legitimiren kann.

2. Zu dem Ende müssen in solchen Pässen die Nahmen der Kammer, welche solche ertheilet, der Mühle, für welche die Lumpen zu sammeln, des Distrikts oder Kreises, welcher der Mühle zum Sammeln angewiesen worden, des Papiermüllers, welcher den Sammler angenommen, und endlich des Lumpensammlers selbst, welcher dazu bestellet worden, deutlich bemerket, solche Pässe mit dem Kammersiegel besiegelt, und den Papiermüllern unentgeltlich ertheilet werden.

8. Im Fall in den großen Städten eigene Faktors zum Lumpensammlen, so wie in Berlin angestellet worden, so müssen sodann diese sich alles Sammelns auf dem platten Lande . . . bey nahmhafter Strafe gänzlich enthalten.

Lumpen-Katalog

A. Weiße Lumpen.
1. Von Flachs- oder Hanf-Leinwand.
2. Von Baumwolle.
   a. ganz feine.
   b. feine.
   c. mittelfeine.
   d. ordinaire.
   e. gröbere.
   f. ganz grobe.
      1. gebleichte und gewaschene.
      2. zwar gebleichte, aber dennoch schmutzige.
      3. halb gebleichte.
      4. ungebleichte.

B. Couleurte Lumpen.
1. Von Leinwand.
2. Von Baumwolle.
3. Von Wolle.
4. Halb von Leinwand und halb von Baumwolle oder Wolle.
   a. feine.
   b. mittelfeine.
   c. gröbere.
   d. ganz grobe.
      α durchaus gefärbte.
      β auf einer oder beyden Seiten bedruckte
      schwarze.
      dunkelblaue.
      hellblaue.
      gelbe.
      grüne.
      rothe.

12. Ist die bereits erlassene Verordnung, nähmlich das Edikt vom 15ten Februar 1747, daß die feinen und groben, sowohl wollene als leinene Lumpen, nicht weggeworfen oder verbrannt, sondern für die Lumpensammler aufgehoben, und anselbige gegen Vergütigung überlassen werden sollen, wiederhohlet, und besonders den Schneidern die Nachlebung derselben, bey Vermeidung schwerer Strafe, anbefohlen worden.

14. Dafern jemand in Sammlung der Lumpen sich betreten läßt, der durch einen Paß von der Kammer sich nicht legitimieren kann; so soll derselbe sogleich arretiret, und falls er für einen inländischen Papiermüller an solchem Orte, wo selbiger nicht berechtigt ist, Lumpen gesammelt, mit drey monatlichem Gefängnis, wenn es aber ein auswärtiger und fremder Lumpensammler ist, mit 6 monatlichem Gefängnis bestraft werden.

15. Sollen auch hinführo weder Papierspäne, Abschnitzel von Pergament und andern Häuten, noch Schaffüsse, und dergleichen zum Leimmachen dienliche Materialien, auf keinerleyweise aus dem Lande geführt, und nach auswärtig fremden Landen debitirt werden.

Lumpenproletariat

Die Population, aus der sich die Lumpensammler rekrutierten, ist mangels exakter archivalischer und anderer Forschungen gegenwärtig noch nicht zu benennen. Es ist jedoch anzunehmen, daß sie sich, ähnlich den Drehorgelspielern, Bänkelsängern, Ekkenstehern und anderen, den Bettlern nahezu gleichgesetzten beziehungsweise gleichgestellten Personen, aus jenem Kreis von Kriegskrüppeln, Invaliden, ruinierten Handwerkern oder arbeitslosen Handwerksgesellen der unterschiedlichsten Gewerke und der großen Zahl derjenigen Menschen beiderlei Geschlechts aus den Unterschichten zusammensetzten, „. . . die auf Grund eines Arbeits- bzw. Berufsunfalls keine schwere körperliche Arbeit mehr verrichten konnten". So konnte es der Verfasser für die Drehorgelfamilie Kegel aus Mirow in Mecklenburg ermitteln, die während der Jahre von 1840–1864 durch 27 Eingaben und Bittschriften an Behörden und Instanzen des Großherzogtums Mecklenburg-Strelitz aktenkundig wurde.

Wilhelm Kegels Biographie deutet außerdem darauf hin, daß der hier zur Diskussion stehende Personenkreis, zu dem wir im Sinne einer Arbeitshypothese vorläufig auch die Lumpensammler zählen möchten, nie ausschließlich nur einem dieser „Brodterwerbe" nachging. Vorausgesetzt, man erhielt eine der begehrten Konzessionen, wechselten diese Menschen oft genug von Fall zu Fall, mitunter selbst von Saison zu Saison, um sich über Wasser zu halten. „Reine" Lumpensammler wird es wohl ebensowenig gegeben haben, wie etwa „reine" Drehorgelspieler, es sei denn, daß sie irgendwann im Laufe ihres entbehrungsreichen Lebens auf einer dieser untersten Stufen der sozialen Hierarchie zu verbleiben genötigt waren.

Bildkünstlerische Darstellungen von Lumpensammlern finden sich vor allem in den Kaufrufen der verschiedenen europäischen Großstädte. Für Berlin stellte Fanz Burchard Dörbeck (1799–1835) einen solchen relativ spät als sogenannten „Plunder-Matz" auf Blatt 26 seiner Serie *Berliner Ausrufer, Costume und locale Gebräuche* um 1830 dar. In den 1844 in der Nachfolge von Eugene Sues Roman *Les Mysteres de Paris* und in Anlehnung an Bettina von Arnims sogenanntes „Königsbuch" erschienenen *Geheimnisse(n) von Berlin. Aus den Papieren eines Berliner Kriminalbeamten* wurde eine alte Lumpensammlerin als intrigenstiftende Gestalt in die deutsche Trivialliteratur eingeführt und damit das gesamte Gewerbe kriminalisiert. Hier findet sich die Gleichsetzung von Armut und Verbrechen, und hier findet sich auch das gesamte Personal, das knapp zehn Jahre später von Karl Marx unter dem Begriff des Lumpenproletariats subsummiert werden sollte. □

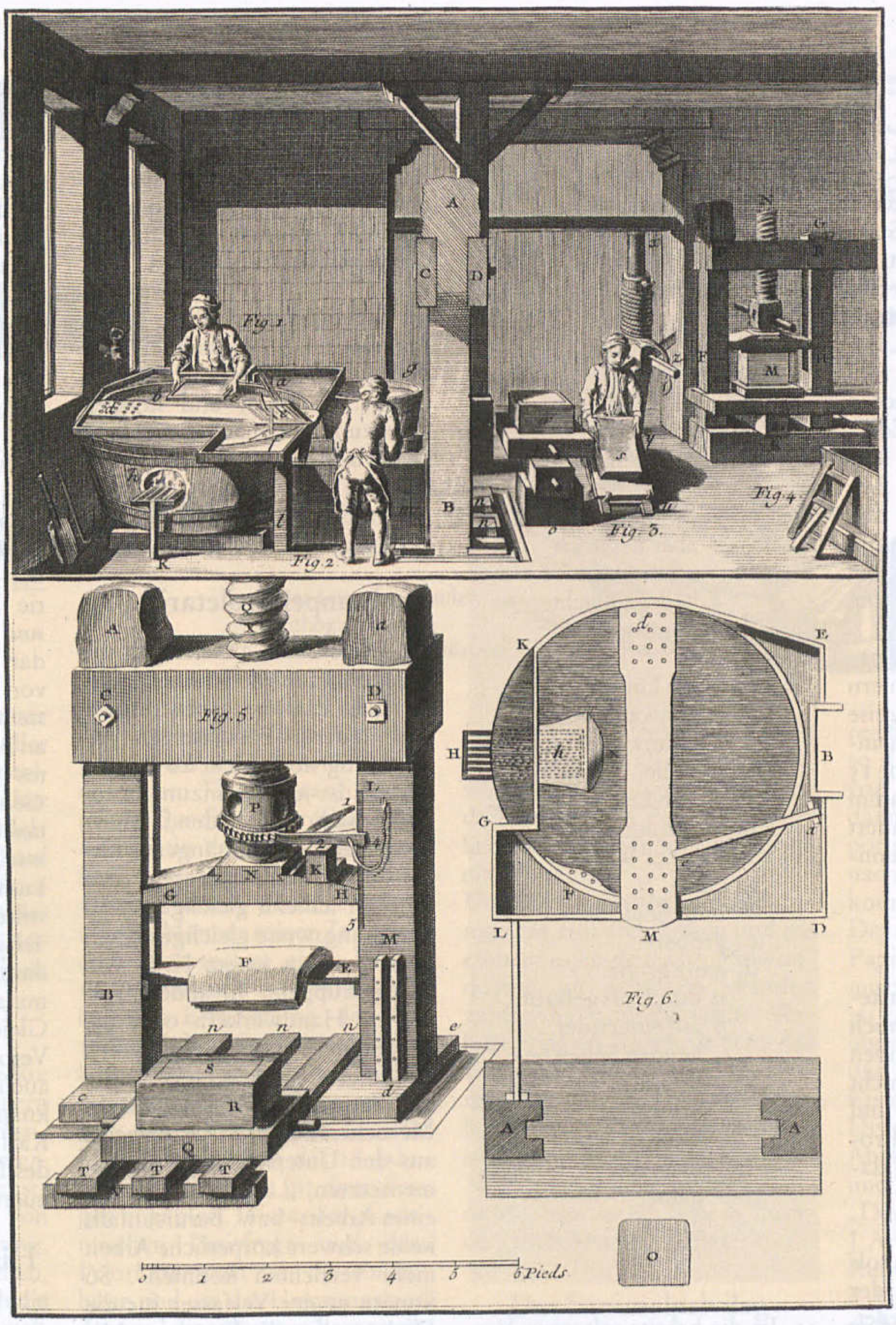
Hinweis zum Weiterlesen

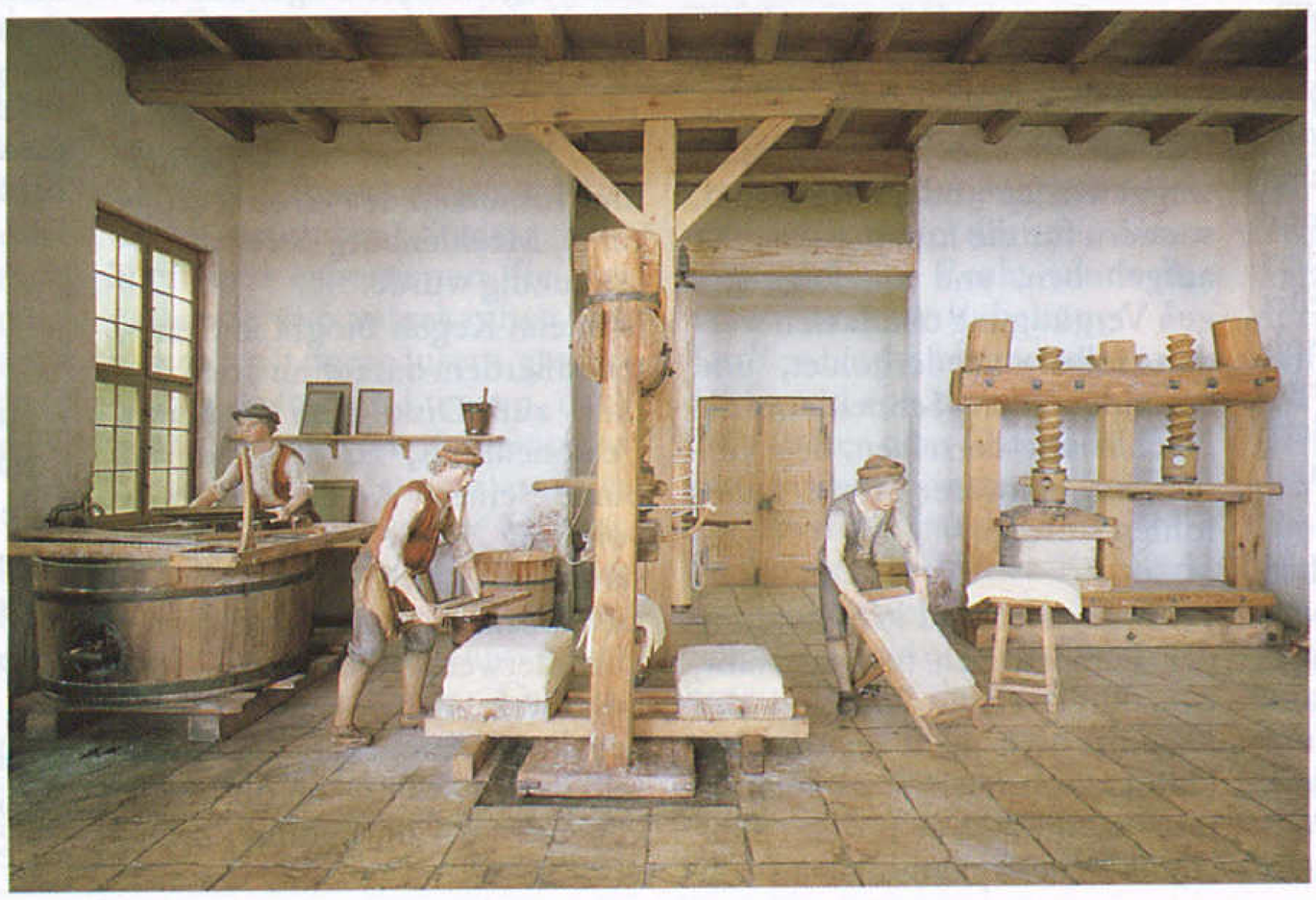
Den Kenntnisstand des 18. Jahrhunderts gibt sehr gut wieder Johann Georg Krünitz: *Ökonomisch-technologische Enzyklopädie* Band 76 (Stichwort *Leinenlumpen*), Band 81 (Stichwort *Lumpen, Lumpenhandel*), Band 106 (Stichwort *Papier*).

DER AUTOR

Paul Thiel, geboren 1938, war bis 1989 Mitarbeiter der Staatlichen Museen Berlin, DDR. Er ist Autor von Aufsätzen und Büchern zur Alltagsgeschichte Berlins, unter anderen *Geschichte der Berliner Kneipen* im Eulenspiegel-Verlag.

Schöpfen des Papiers, Pressen, Auseinanderlegen der Papierblätter und Filze. Aus: Denis Diderot: Encyclopédie. Paris 1767. (Bild: Deutsches Museum)





Diorama: Schöpfen der Papierbogen.
(Alle Fotos, außer oben: Hermann Kühn, Deutsches Museum)

Lutz Michel

STAMPFGESCHIRR UND HALBZEUG

Die Herstellung handgeschöpften Papiers

Die Arbeitsschritte der früheren Papierherstellung aus Lumpen wurden in Kupferstichen des 18. Jahrhunderts ausführlich und detailgetreu wiedergegeben. Die wichtigsten dieser Stiche dienten den Werkstätten des Deutschen Museums als Vorlagen für Dioramen, die die Herstellung handgeschöpften Papiers anschaulich in Szene setzen.

Von altem Papier, wie es etwa in historischen Büchern verarbeitet ist, geht ein besonderer Reiz aus. Es weist meist eine ziemlich unregelmäßige, genarbte Oberfläche auf und ist leicht bräunlich getönt.
Bei genauerer Betrachtung erkennt man einzelne Faserstücke, manchmal farbig, wie meliert, sowie holzige Teilchen. In der Durchsicht entdecken wir Klümpchen, die von ungenügend aufbereitetem „Stoff", dem Ausgangsmaterial der Papierherstellung, herrühren und an der Oberfläche Verdickungen bewirken. All diese zufälligen Unregelmäßigkeiten machen im Gegensatz zu modernem Papier jeden Bogen vom nächsten unterscheidbar.

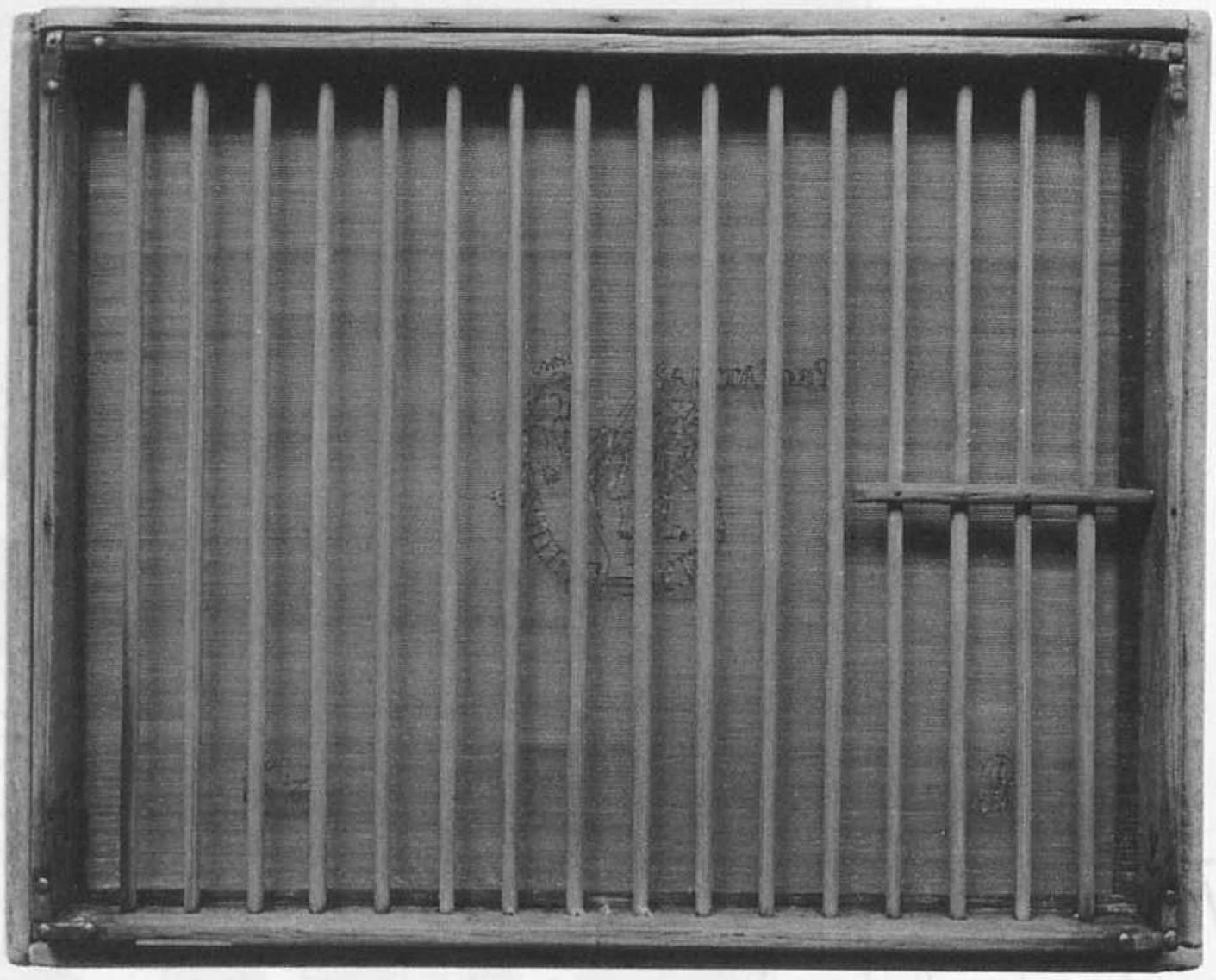
Alte Handwerkskunst

Im Durchlicht zeigt sich bei allen Papieren, die vor der Mitte des 18. Jahrhunderts geschöpft wurden, eine gleichmäßige Gitterstruktur. In einer Richtung verlaufen, eng nebeneinander gereiht, helle und dunkle Linien, senkrecht dazu sind helle Linien in größeren Abständen zu erkennen. Die Linien rühren von Abdrücken des Siebes her, auf dem das Papier entsteht.
Wasserzeichen sind ähnliche Abdrücke. Ein auf das Sieb genähtes Signet aus Draht hinterläßt im Papier eine dünnere und damit im Durchlicht heller erscheinende Linienfigur.
Die Kunst des Handschöpfens wurde ungefähr zu Beginn unserer Zeitrechnung in China erfunden. Ein chinesisches Geschichtswerk, das die jüngere Han-Zeit (25 bis 220 nach Christus) beschreibt, das *Hou Han Shu,* enthält den ersten schriftlichen Hinweis über Papier im Sinne der heutigen Definition.
Im 68. Kapitel der Abteilung Biographien ist dort der Staatsbeamte Ts'ai Lun als Erfinder des Papiers genannt: „*Von alters her nahm man für die Schriftstücke meist Bambusbrettchen, die man zusammenband . . . Lun kam daher auf den Gedanken, aus Baumrinde, Hanf, alten Lumpen und Fischnetzen Papier zu bereiten. Im ersten Jahre Yüan-hsing (105 nach Christus) unterbreitete er seine Erfindung dem Kaiser.*"[1]
Es ist anzunehmen, daß der Erfindung des Papiers ein länger andauernder Entwicklungsprozeß voranging. Die Angabe der Rohstoffe, die Ts'ai Lun verwendete, deutet darauf hin, daß er die Eignung des pflanzlichen Materials entdeckte und erkannte. Ein wesentlicher Bestandteil der Pflanzenfasern ist Cellulose. Die Moleküle der Cellulose vernetzen sich mit sogenannten Wasserstoffbrücken, die sie an freien Hydroxylgruppen bilden. Auf dieser Eigenschaft beruht der feste Zusammenhalt des Faserverbandes im Papier.
Von China breitete sich die Kenntnis der Papierherstellung nach Osten und Westen aus. Im frühen 7. Jahrhundert war die Erfindung über Korea nach Japan gelangt. Im 8. Jahrhundert lernten die Araber die Papiermacherei, nachdem sich die islamische Herrschaft bis an die Westgrenzen Chinas ausgedehnt hatte. Die Araber brachten das Papier mit ihren Kriegszügen nach Westen. Im 9. Jahrhundert wurde in Syrien und im 10. Jahrhundert in Damaskus sowie in Ägypten Papier hergestellt. Von Nordafrika gelangte die Technik dann nach Europa.

Von China nach Europa

In Spanien sind die ersten Papiermühlen im 12. Jahrhundert urkundlich belegt. Der Grundstein für eine eigenständige Papiererzeugung in Europa wurde im 13. Jahrhundert in Italien gelegt. Die älteste Urkunde über eine Papiermühle in Foligno stammt aus dem Jahr 1256. Fabriano in der Provinz Ancona wird 1268 erstmals als Papiermacherort erwähnt. Der älteste Nachweis der Papiermacherei in Frankreich geht auf das Jahr 1338 zurück: Erwähnt wird die Mühle La Pielle bei Troyes. In Deutschland nahm Ulman Stromer im Jahr 1390 die „Gleismühl" von Nürnberg in Betrieb. Von Europa aus gelangte das Papier im 16. und 17. Jahrhundert nach Amerika.

Die an der Rückseite der Form angebrachten Stege stützen das Drahtgitter.



Bis zur Mitte des 15. Jahrhunderts blieb der Papierverbrauch verhältnismäßig gering, da er sich auf die Schreibstuben der Klöster, auf Kanzleien und den privaten Bedarf beschränkte. Vielfach verwendete man noch das seit der Antike gebräuchliche Pergament. Mit dem Aufkommen des Buchdrucks um 1450 stieg die Nachfrage nach Papier ganz erheblich. Das gegenüber Pergament billigere und leichter zu bedruckende Papier bildete eine wesentliche Voraussetzung für die Verbreitung des Drucks. Mit dem steigenden Papierbedarf nahmen auch die Neugründungen von Papiermühlen zu. Während um 1450 in Deutschland etwa zehn Betriebe arbeiteten, erhöhte sich die Zahl nach Schätzungen des Papiergeschichtsforschers Alfred Schulte bis zum Jahr 1600 auf etwa 200.

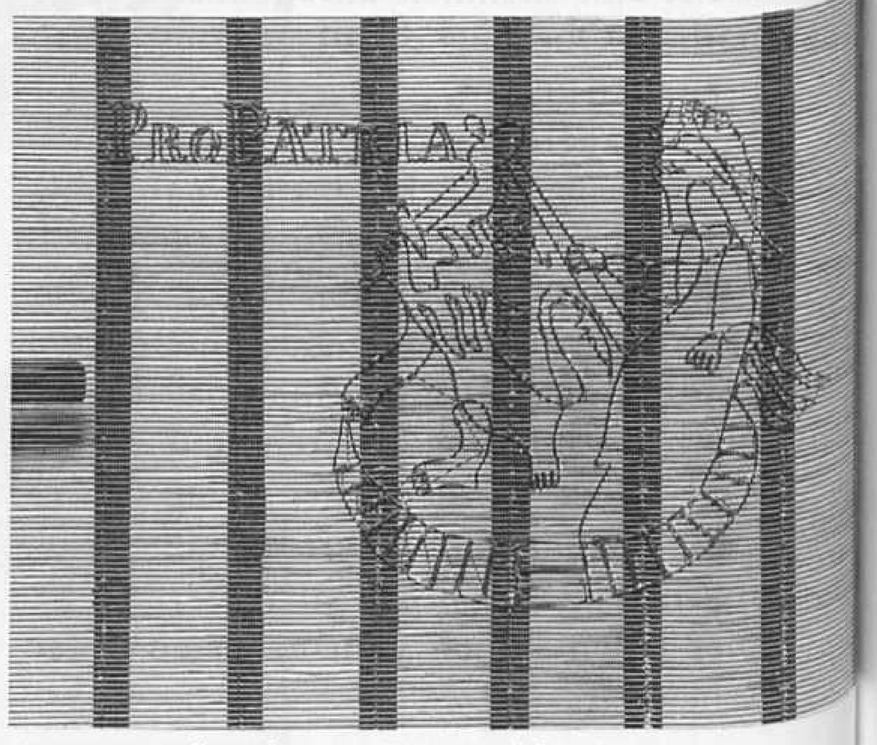
Rohstoff Wasser

Wesentliche Kriterien für die Standortwahl von Papiermühlen waren Wasserlauf und Rohstoffversorgung. Das Wasser diente nicht nur als Antriebskraft für die Wasserräder und die daran gekoppelten Mühleneinrichtungen, sondern auch als wichtigstes Hilfsmittel für den Herstellungsprozeß. Am besten eignet sich weiches, also wenig kalkhaltiges, reines Wasser, das auch nach Regengüssen nicht trübe fließt. An Flußläufen, die diese Voraussetzungen erfüllten, kam es zu Anhäufungen von Papiermühlen. Die Rohstoffversorgung wurde durch Privilegien geregelt. Jeder Papiermühle war ein „Lumpenrevier" zugeordnet, ein genau abgegrenzter Bezirk, aus dem sie das Rohmaterial beziehen durfte. Um die Deckung des eigenen Bedarfs zu sichern, war es durch königlichen Erlaß verboten, die knappen Papierrohstoffe über die Landesgrenzen hinweg zu verkaufen.
Auf der langen Wanderung des Papiers von China nach Europa, die über 1000 Jahre dauerte, hat sich die Herstellung erheblich verändert. Als Rohstoff dienten nun Lumpen, abgetragene Kleidungsstücke, auch Hadern genannt, die neue Verfahren der Aufbereitung erforderten. Das asiatische flexible Bambussieb wurde durch die starre Drahtform ersetzt, und die Arbeitsweise beim Schöpfen, Pressen, Trocknen, Leimen und Glätten hatte sich den veränderten Gegebenheiten angepaßt.

Das in Europa angewandte Verfahren des Handschöpfens stellt in der Geschichte der Papierherstellung einen bedeutenden Entwicklungsschritt dar. Es war so ausgereift, daß es über einen Zeitraum von mehr als 500 Jahren, vom 13. bis zum 19. Jahrhundert, nur wenigen Veränderungen unterlag.
Entsprechend der Bedeutung des Verfahrens, wurde dem Thema „Handgeschöpftes Papier in Europa" bei der Einrichtung der 1981 eröffneten Papierabteilung im Deutschen Museum ein eigener Sektor eingeräumt. Die vorhandenen originalen Exponate, Hadernschneider, Stampfwerk, Holländermahlwerk, hölzerne Spindelpresse sowie Schöpfformen, reichten nicht aus, um den Herstellungsvorgang vollständig zu dokumentieren und zu zeigen. Es fehlten vor allem eine Schöpfbütte, die Gerätschaften zur Leimung sowie Trockeneinrichtungen. Außerdem sprengten große Mühlengetriebe und Wasserräder den Rahmen des Museums.

Das Diorama im Museum

Neben der regelmäßigen Vorführung des Handschöpfens griff man deshalb auf ein im Deutschen Museum beliebtes Ausstellungsmedium, das Diorama, zurück. Vier Modelldarstellungen sollten den Herstellungsvorgang vom Ausgangs-



Das aus Draht gebogene Wasserzeichen ist mit feinem Bindedraht auf dem Schöpfsieb befestigt.

material bis zum fertigen Papier veranschaulichen. Als Vorlage dienten den Bildhauer- und Modellbauerwerkstätten zwei historische Werke mit zeitgenössischen Abbildungen:

1. *Descriptions des arts et métiers.* Paris, 1761–1789. (Verfasser des Bandes über Papier: De la Lande.)
   Übersetzung ins Deutsche und mit Anmerkungen versehen von Johann Heinrich Gottlob von Justi: *Schauplatz der Künste und Handwerke. Die Kunst Papier zu machen.* Berlin, Stettin und Leipzig: Johann Heinrich Rüdigern, 1762.
2. Denis Diderot: *Encyclopédie.* Paris, 1751–1780.

Die Herstellung handgeschöpften Papiers

Papierschöpfform mit Deckelrahmen aus einer Papiermühle bei Selb.

Beide Enzyklopädien zeigen auf Tafelteilen mit mehreren Kupferstichen die Papierherstellung. De la Lande schrieb die Abhandlung über Papier im Auftrag der Königlichen Akademie in Paris. Er verwertete die Berichte mehrerer Wissenschaftler, die Papiermühlen in verschiedenen Provinzen Frankreichs besuchten und das Papierhandwerk beschrieben. Die ersten acht Kupferplatten wurden 1698 gestochen, später kamen weitere hinzu. Die Beschreibung in der Encyclopédie von Diderot bezieht sich auf die groß angelegte Mühle l'Anglée bei Montargis.

Aufbereitung der Lumpen

Jedes der vier Dioramen gibt einen kompletten Abschnitt des Herstellungsprozesses wieder und faßt oft mehrere Kupferstichvorlagen zusammen. Im ersten Diorama ist die Rohstoffaufbereitung dargestellt. Eine Waage, gleich neben der Tür im Hintergrund, weist darauf hin, daß der Lumpensammler die abgetragenen Kleidungsstücke und Stoffreste nach Gewicht verkauft.
Im rechten Raumabschnitt, auf unserem Bild nicht sichtbar, sortieren Frauen die Lumpen nach Gebrauchszustand, Fadenstärke und Färbung. So entstehen homogene Chargen des Ausgangsmateriales für die Weiterverarbeitung. Die aus tierischen Fasern bestehenden Woll- und Seidenstoffe eignen sich nicht für die Papierherstellung. Sie können höchstens in minderwertigen Sorten als Beimengung dienen. Um Knöpfe und Schnallen abzutrennen, die Nähte aufzuschneiden und die Kleidungsstücke zu zerkleinern, verwenden die Frauen am Tisch befestigte sensenförmige Messer. Durch eine Bodenöffnung fallen die zerschnittenen Stoffstücke vom Sortierraum in den darunterliegenden Keller. In steinernen Behältern oder direkt auf dem Steinboden werden die Lumpen mit Wasser versetzt. Ein vier bis acht Wochen dauernder Fäulnisprozeß beginnt, der den Gewebeverband lockert und das Material für die anschließende Zerfaserung vorbereitet. Das gefaulte Lumpenmaterial wird noch einmal zerkleinert und von einem Arbeiter zum Stampfwerk getragen. (Die Einrichtungen des Kellerraumes sind im Diorama durch einen dafür ausgesparten Deckeneinschnitt sichtbar.)
Das Stampfwerk, in der linken Raumhälfte, besteht aus mehreren nebeneinander angeordneten Steintrögen und Stampfhämmern. Die Welle des oberschlächtigen Wasserrades wirkt wie eine Nockenwelle. Ihre Daumen heben die Hämmer an, die dann unter ihrem Eigengewicht in den Trog zurückfallen. Der eingefüllte Lumpenstoff wird zwischen der Eisenplatte am Grund jedes Troges und den eisenbewehrten Hämmern in Einzelfasern zerlegt. Der Stoff muß in gewissen Zeitabständen von Trog zu Trog geschöpft werden, durchläuft also die ganze Stampfanlage. Die Bewehrungseisen in den ersten Trögen sind geschärft und wirken deshalb mehr schneidend, also grob zerkleinernd, während die stumpfen Eisen der letzten Tröge für eine quetschende Feinbearbeitung der Fasern sorgen. Nach De la Lande dauert die Stampfzeit insgesamt 18 bis 38 Stunden. Dann ist das Gewebematerial in Einzelfasern zerlegt, die Pflanzenzellen entsprechen. Die Daumen sind so am Umfang der Welle angeordnet, daß das breiige Material unter den Hämmern in Bewegung versetzt und dadurch gleichmäßiger bearbeitet wird. Die innere Form der Tröge unterstützt zusätzlich die Strömung.
Um möglichst weißes Papier zu erhalten, werden die Fasern während des Stampfens gereinigt. Eine vom Wasserzulauf des Rades abgezweigte offene Rinne leitet sauberes Frischwasser in die Tröge, das als Schmutzwasser wieder abläuft. Siebe halten die Fasern im Trog zurück.

Schöpfen der Papierbogen

Das fertig aufbereitete Fasermaterial, das der Papiermacher auch Ganzzeug oder kurz Stoff nennt, wird vom Stampfwerk in einen Vorratsbehälter hinter der Schöpfbütte gebracht. Die Masse hat einen Faserstoffanteil von ungefähr 5 Prozent. Sie muß in der Schöpfbütte durch Zugabe von Wasser auf 0,5 bis 1,0 Prozent verdünnt werden. Erst bei diesem hohen Verdünnungsgrad verteilen sich die Fasern zu einer von Klümpchen freien Suspension, die sich gleichmäßig auf dem Schöpfsieb verteilen läßt.
Die Schöpfbütte ist mit einem großen Bottich vergleichbar. Von der Seitenwand ragt eine kupferne Blase mit Rost ins Innere der Bütte, die, mit Kohle geschürt, die Fasersuspension erwärmt. Das Heizen erfolgt aus drei Gründen: Es

erhöht die Ablaufgeschwindigkeit des Wassers, während sich das Faservlies auf dem Schöpfsieb bildet, und erlaubt dadurch eine schnellere Arbeitsweise. Das an der Heizblase aufsteigende erwärmte Wasser bewegt die Suspension und verhindert bis zu einem gewissen Grad, daß sich die Fasern am Boden der Bütte anreichern oder absetzen. Außerdem erleichtert das Anwärmen die Arbeit des Büttgesellen, der gezwungen ist, seine Hände immer wieder in die Lösung zu tauchen. Auf einem quer über den Rand gelegten Brett, das einen Teil der Bütte abdeckt, schieben sich die Arbeiter die Schöpfformen zu, legen sie darauf ab oder stellen sie zum Abtropfen auf.

Der Arbeitsablauf an der Schöpfbütte ist auf die gleichzeitige Beschäftigung von zwei Personen abgestimmt. Der Büttgeselle und der Gautscher arbeiten Hand in Hand mit einer Garnitur aus zwei gleichgroßen Schöpfformen und einem dazu passenden sogenannten Deckel, einem Holzrahmen, der einem einfachen Bilderrahmen ähnelt. Die Schöpfform, das wichtigste Werkzeug des Papiermachers, besteht aus einem hölzernen rechteckigen Rahmen, der wie bei einem Sieb mit Drahtgitter oder -gewebe bespannt ist. Beim Schöpfen liegt der Deckel auf dem Rand der Form und begrenzt das Format des Papierblattes.

Büttgeselle und Gautscher

Der Büttgeselle taucht die Form samt Deckel in die Fasersuspension und hebt sie dann waagrecht haltend knapp über den Flüssigkeitsspiegel an. Überflüssige Suspension läuft dabei nach allen Seiten über den Deckelrand in die Bütte zurück. Wieviel Flüssigkeit innerhalb des Deckels verbleibt, hängt ab vom Format und der Höhe des Deckelrandes, die etwa einen Zentimeter beträgt. Während das Wasser durch die Maschen des Siebes in die Bütte zurückfließt, sammeln sich die Fasern auf dem Sieb und bilden das Papiervlies. Der Schöpfer schüttelt die Form hin und her, um die Fasern gleichmäßig auf dem Sieb zu verteilen. Seitliches Stoßen richtet die Fasern aus und erhöht die Festigkeit des Papierblattes. Das Wasser fließt schneller ab, wenn man beim Anheben die Sogwirkung der Flüssigkeit unter dem Schöpfrahmen ausnützt. Gleichmäßige Papierblätter von

Diorama:
Aufbereitung der Lumpen.

konstanter Dicke lassen sich nur durch sorgfältiges Schöpfen erzielen. Der Büttgeselle stellt die Form mit dem Faservlies auf einen kleinen Steg am Rand der Bütte und hebt den Deckel ab. Dabei achtet er sorgfältig darauf, daß kein Wassertropfen auf das frische Papierblatt fällt, der sich im fertigen Papier störend abzeichnet. Ohne den Deckel aus der Hand zu legen, stülpt er ihn auf die zweite Form.

Während der Büttgeselle wieder schöpft, lehnt der Gautscher die Form mit dem geschöpften Blatt zum Abtropfen schräg an einen mehrfach gekerbten Holzpflock, den sogenannten Esel, der am Rand der Bütte angebracht ist. In der Zwischenzeit breitet er eines der Filztücher vom Stapel neben sich auf einer hölzernen Unterlage aus. Nun gautscht er den Bogen auf dem Filz ab: Er setzt die Form zunächst mit einer Kante auf den Filz, kippt sie, drückt darauf und hebt sie mit einer Kippbewegung wieder ab. Das Papierblatt bleibt auf dem Filz haften, und die Form steht für den nächsten Schöpfvorgang zur Verfügung. Der Gautscher schiebt sie dem Büttgesellen auf dem Querbrett zu.

Mit jedem Schöpfvorgang verringert sich die Konzentration der Fasersuspension, und das Papier wird dünner. Um Papier von gleichmäßiger Dicke zu erzeugen, muß der Geselle in Abständen Stoff zugeben und öfter umrühren.

Der Gautscher schichtet Papierblätter und Filze abwechselnd übereinander zu einem Stapel von 181 Bogen, den man Pauscht nennt. Das Papiervlies zwischen den Filzen enthält etwa 80 Prozent Wasser. Zur Entwässerung wird der Pauscht mit einem dicken Holzbrett abgedeckt, unter die Naßpresse gezogen und hohem Druck ausgesetzt. Drei Arbeiter helfen zusammen, um die hölzerne Pressenspindel mit einem bis zu vier Meter langen Holzprügel zu bewegen. Eine an der Presse angebrachte Sperrklinke, die in ein Zahnrad greift, verhindert, daß der Stapel beim Umsetzen des Prügels zurückschnellt.

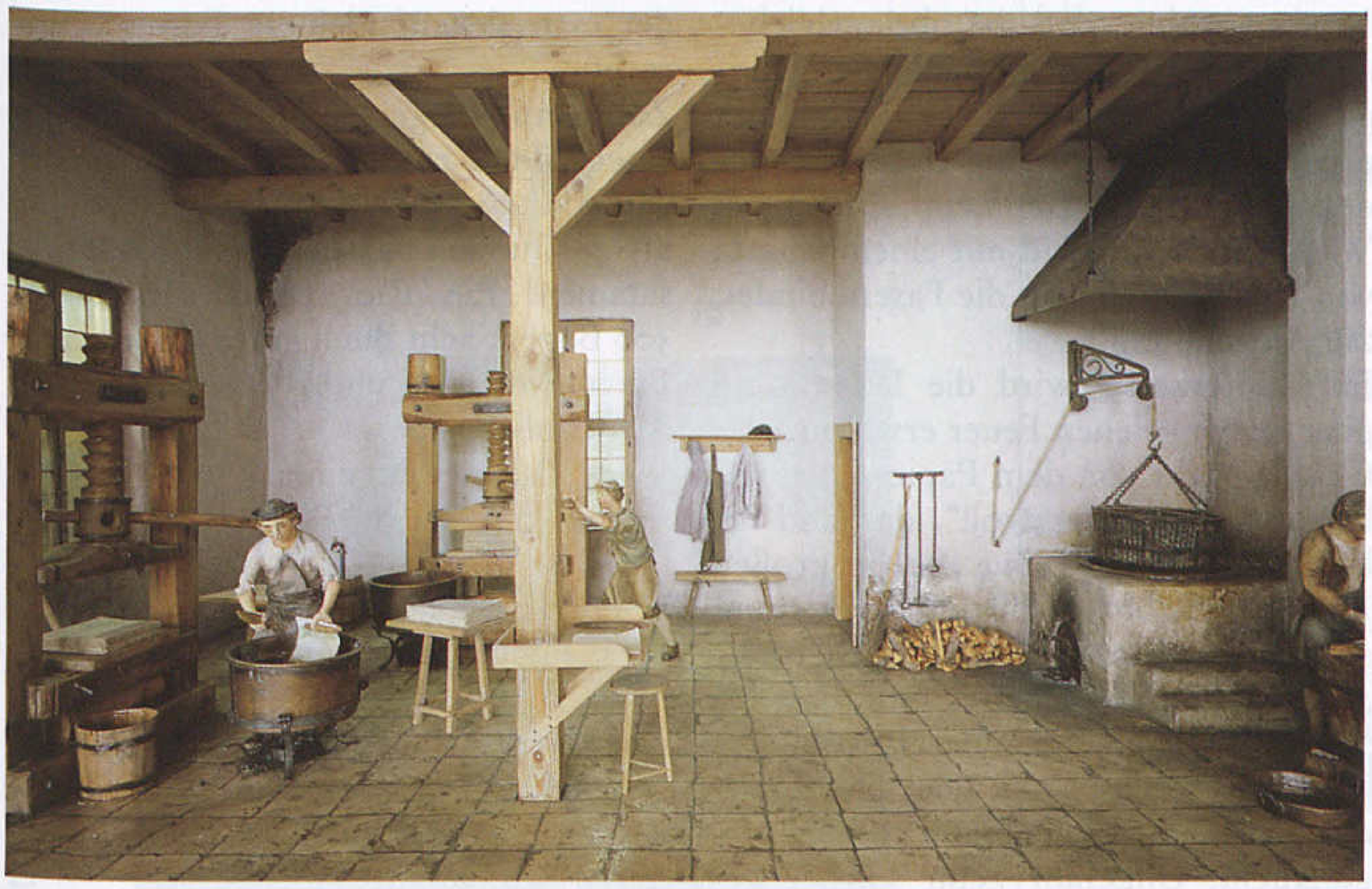
Am Schluß des Preßvorgangs wird der Holzprügel mit Hilfe einer Seilwinde noch einmal kräftig angezogen. Die schließliche Festigkeit des Faserverbandes im Papier und die Trockenzeit hängen dabei direkt von der Entwässerungsleistung der Presse ab.

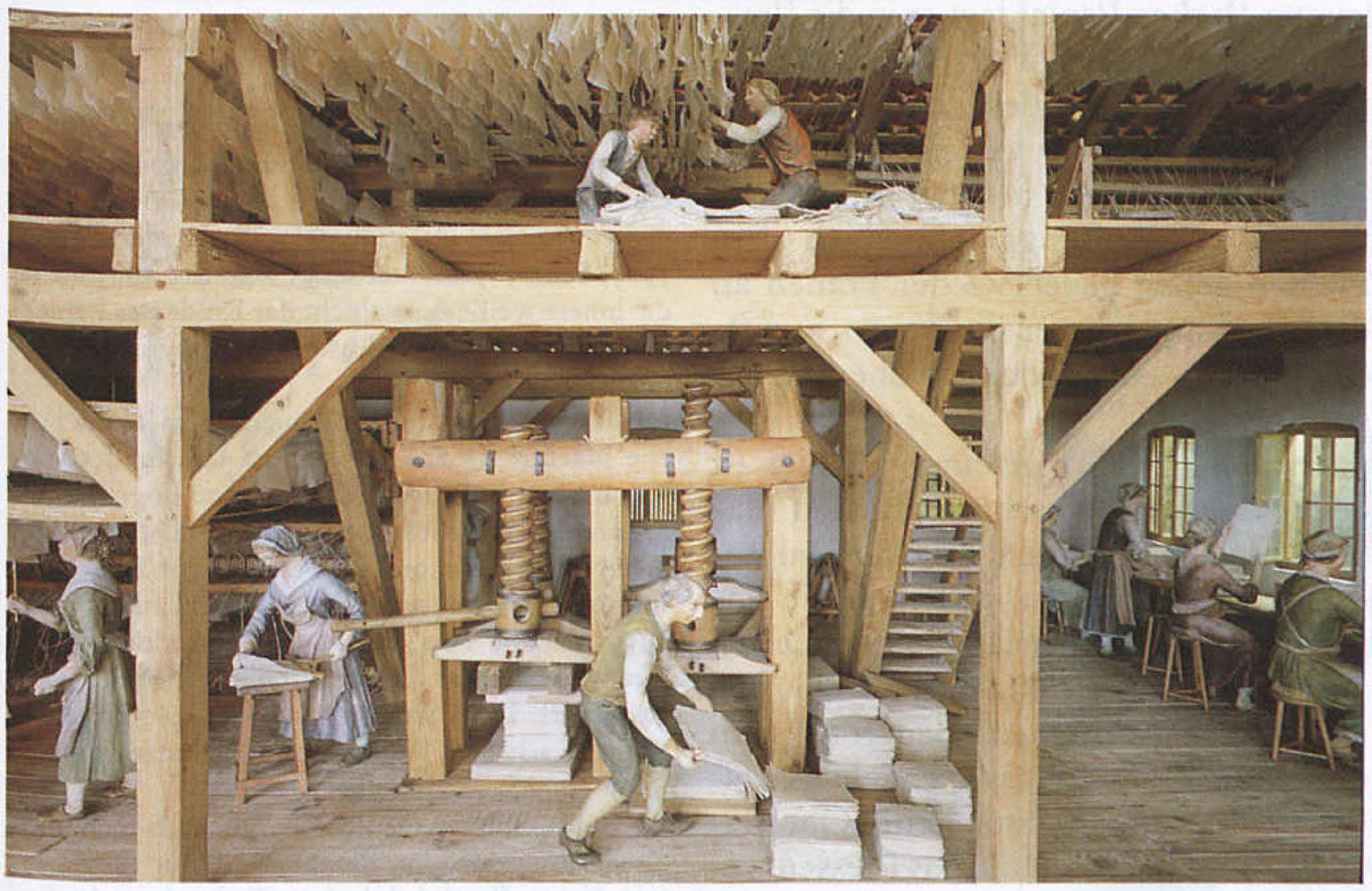
5000 Bogen am Tag

Nun nimmt sich der dritte Geselle an der Bütte, der sogenannte Leger, des Pauschts an. Er trennt die Papierbogen von den Filzen und stapelt beide nebeneinander. Die feuchten Bogen lassen sich um so leichter von den Filzen abnehmen, je fester vorher gepreßt wurde. Der Leger trägt den Papierstapel, jetzt ohne Filzzwischenlagen, in eine kleinere Presse im Hintergrund rechts. Das erneute Pressen wirkt ausgleichend und glättend. Mit dem Filzstapel baut der Gautscher einen neuen Pauscht auf.

Die Herstellung handgeschöpften Papiers

Diorama:
Leimen des Papiers.





Diorama: Trocknen, Glätten, Sortieren und Verpacken.

Die Leistung der drei an der Bütte arbeitenden Gesellen wird zwischen 3000 und 5000 Bogen pro Tag angegeben.[2] Zu berücksichtigen sind die Einflußgrößen Format, Qualität und die tägliche Arbeitszeit, die zwischen 12 und 16 Stunden betrug.

Schöpfformen und Filze

Die Schöpfformen, die der Papiermacher verwendet, müssen in Konstruktion und Material den Beanspruchungen angepaßt sein. Für die Rahmen der Formen und den Deckel eignet sich geradfasriges, gespaltenes Eichenholz, das man vor der Verarbeitung mit Dampf auslaugt oder wenigstens mehrfach wässert und dazwischen trocknet, um ein späteres Verwerfen zu vermeiden. Je nach regionalem Vorkommen oder für besondere Zwecke werden auch Tanne, Fichte, Zypresse, Birnbaum und Pappel (Südeuropa) sowie Walnuß (Frankreich) und Mahagoni (England) verwendet. In den Schöpfrahmen sind Querleisten, die Stege, eingearbeitet. Sie verjüngen sich zum Drahtgewebe hin, das sie mit den in einer Ebene liegenden Kanten unterstützen. Die Stege bestehen in der Regel aus Fichte oder Tanne, in seltenen Fällen, um eine höhere Qualität zu erreichen, aus Esche oder Buchsbaum.[3] Die Ecken der Form- und Deckelrahmen sind schwalbenschwanzförmig verzapft.

Die Siebe werden aus Messing-, Bronze- oder Kupferdraht hergestellt, den man durch Glühen und/oder Ziehen gerade richtet. Quer zu den dickeren, parallel angeordneten Bodendrähten halten in Abständen von etwa zwei Zentimetern (entsprechend der Stegabstände) feine Verbindungsdrähte das Gitter zusammen.[4]

Die Tücher zum Abgautschen des Papiers, die die Papiermacher als Filz bezeichnen, bestehen nicht aus verfilzten Fasern im eigentlichen Sinn. Sie wurden vielmehr aus Schafwolle gewebt und ähnlich wie Loden- oder Flanellstoffe oberflächlich gerauht. Der Begriff Filz ist in der Papierindustrie heute noch üblich für die bis zu zehn Meter breiten Tücher aus Kunstfasern, die durch die Maschinen laufen.

Trocknen des Papiers

Wie an unserem Diorama zu erkennen, dient der Dachboden der Papiermühle als Trockenraum. Die große Dimensionierung und besondere Belüftungseinrichtungen, die in der Regel aus mehreren Reihen von Dachluken bestehen, kennzeichnen das Gebäude einer Papiermühle bereits von außen. Die Luken und eventuell vorhandenen Fenster lassen möglichst viel Luft durchstreichen. Sie müssen zum Schutz des Papiers, zum Beispiel bei aufziehenden Gewittern, verschließbar sein. Die Fenster unseres Modells sind deshalb wie in der Vorlage von Diderot mit hölzernen Schiebegittern zum variablen Regulieren der Belüftung ausgestattet.

Die feuchten Papierbogen werden auf in mehreren Lagen gespannten Seilen getrocknet. Da das Papier leicht zerreißt, erfordert das Aufhängen hohe Sorgfalt und wird oft von Frauen oder Kindern übernommen. Sie ergreifen jeweils sechs bis acht Blätter gleichzeitig und schlagen sie zur Hälfte über die sogenannte Rieshänge, die T-förmig aus zwei Holzstäben gefertigt ist und das Plazieren der Bogen auf den Seilen erleichtert. Mit Hilfe der Rieshänge und auf Bänken stehend erreicht man auch die oberen Seillagen. Die Seile sind auf Querstangen gespannt, die man nach Bedarf in die dafür

vorgesehenen Aussparungen der Stützpfeiler hängt. Von oben nach unten fortschreitend wird Lage für Lage mit Papier bestückt. Diese Anordnung nutzt den Raum optimal aus. Das Aufhängen macht zwar nur etwa ein Drittel der Herstellungszeit aus, aber die Trockendauer beträgt schon bei günstiger Witterung zwei Tage, entsprechend mehr bei feuchtem Wetter oder im Winter. Frost macht das Papier geschmeidiger und leichter zu bedrucken.

Das getrocknete Papier wird beim Abnehmen von den Seilen zunächst bündelweise über den Arm geschlagen und dann in großen Stapeln abgelegt.

Leimen und Glätten des Papiers

Während das zum Bedrucken bestimmte Papier nun fertig gemacht werden kann, muß Schreibpapier in einem zusätzlichen Arbeitsgang geleimt werden. Der Leim dient als Hydrophobiermittel zur Verringerung der Saugfähigkeit. Er versperrt die Kapillaren und Hohlräume des Faserverbandes und verhindert, daß die Tinte beim Beschreiben ausfließt. Da die viskose Druckerschwärze kaum dazu neigt, auf dem Papier zu verlaufen, ist das Leimen bei Druckpapier nicht unbedingt notwendig.

Der Papiermacher bereitet sich den Leim aus Kostengründen selbst. Für die mit Gestank verbundene Herstellung und Verarbeitung des Leims ist in der Mühle ein besonderer Raum vorgesehen. Man gewinnt den Leim durch Aufkochen tierischer Abfälle der Gerber und Metzger. Geeignet sind *„Abschnitzeln von Leder, Ohren, Schnautzen, Füßen, Gedärmen und anderen Schnitzeln von dem Leder der vierfüßigen Thiere, die Schweine ausgenommen"*.[5] Leim von Abfällen der Ziegen und Schafe schätzt der Papiermacher mehr als den von Rindern.

Die Rohstoffe des Leims werden in einem eisernen Drahtkorb am Seil hängend in das heiße Wasser eines Kupferkessels getaucht. Nach einiger Zeit des Siedens kann die Leimlösung mit einer Kupferschüssel abgeschöpft und durch ein Tuch in den großen Vorratsbottich geseiht werden. Das Abkochverfahren läßt sich einige Male wiederholen, bis die Tierprodukte keinen Leim mehr abgeben. Der Papiermacher prüft die Qualität des Leims mit seinen Fingern. De la Lande erwähnt, daß die übriggebliebenen, ausgelaugten Rohstoffe zur Düngung der Blumenbeete dienen. Insgesamt nimmt die Leimbereitung 36 bis 48 Stunden in Anspruch. Der Leim kommt mit Wasser verdünnt und mit einem Zusatz von Alaun, der ihn an die Fasern bindet, zur Anwendung.

Im Kupferkessel wird die Leimlösung über einem offenen Feuer erwärmt. Der Geselle packt von dem Papierstapel neben sich eine „Handvoll", das sind bei kleinem Format bis etwa 200, bei großen Papieren 100 bis 125 Blätter, und klemmt sie zwischen zwei Holzbrettchen. Er achtet beim Eintauchen darauf, daß alle Bogen mit dem Leim in Berührung kommen, und wechselt mit dem Holzbrettchen die Seite, bevor er zum zweiten Mal eintaucht. Ungefähr zehn solcher geleimter Packen Papier legt er in die Presse und setzt sie eine Viertelstunde leichtem Druck aus, der den Leim gleichmäßig über das Papier verteilt. Leimüberschuß sammelt sich in einer Rinne und läuft in ein Auffanggefäß. Nach dem Pressen gehen gleich wieder Frauen an die Arbeit und hängen die Bogen, nun jeden einzeln, zum Trocknen über die gespannten Seile.

Geleimtes sowie ungeleimtes Papier ist beim Trocknen geschrumpft und dadurch wellig geworden. Im Glättsaal stehen mehrere Pressen, in denen die Papierstapel 12 Stunden lang hohem Druck ausgesetzt werden. Nach dem Belüften und neuem Aufrichten wiederholt man den Vorgang. Das Pressen ebnet das wellige Papier. Um die Rauheit der Oberfläche zu beseitigen, auf die das Pressen wenig Einfluß hat, werden die Bogen einzeln auf einer lederbezogenen Holztafel mit einem Glättstein bestrichen. Eine Frau kann pro Tag etwa 3000 Bogen glätten.

Fertigmachen und Verpacken

Nach dem Glätten prüfen Ausschießerinnen das Papier, indem sie jeden Bogen einzeln gegen das Licht halten, um Unregelmäßigkeiten besser zu erkennen. Sie kratzen oberflächliche Verunreinigungen mit einem Messer ab. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, das Papier nach Qualitäten entsprechend den festgestellten Fehlern zu sortieren. Um eingerissene oder schadhafte Bogen zu retten, schneidet man sie auf kleinere Formate zurecht.

Zählerinnen legen jeweils 25 Bogen zu einem Buch zusammen, das sie in der Mitte falten. Nach einer Preßzeit von 12 bis 48 Stunden stellen sie die Riese zusammen. Ein Ries enthält insgesamt 500 Bogen, acht Buch gutes Papier, acht Buch vom ersten und vier vom mittleren Ausschuß.

Jedes Ries wird mit einem Umschlag versehen, auf dem Papierbezeichnung, Qualität und Herkunft vermerkt sind. Vor und nach dem Verpacken werden die Riese noch einmal unter die Pressen gelegt.

Zur Fertigung des Papiers geht jeder Bogen mehr als dreißigmal durch die Hände der Arbeiter und ungefähr zehnmal durch die Pressen. □

ANMERKUNGEN

[1] Übersetzung aus dem Chinesischen von Edouard Chavannes: Les livres chinois avant l'invention du papier. Journal Asiatique, Paris, Janvier/Février 1905, Seite 5–7. Anmerkung: Unter Baumrinde ist die innere weiße Bastschicht der Rinde des Papiermaulbeerbaumes (Broussonetia papyrifera) gemeint.

[2] Kirchner, E(rnst): Das Papier. I. C. Geschichtliche Nachträge, Seite 57. Im 17. Jahrhundert pro Tag an einer Bütte bis zu 6 Ries (3000 Bogen). – De la Lande § 85. 8 Ries (4000 Bogen). – Diderot, Denis: A Diderot Pictoral Encyclopedia of Trades and Industry. New York: Dover Publications Inc., 1959. Volume Two. Edited with Introduction and Notes by Charles Coulston Gillispie. Plate 365 / Paper VII. In 16 Stunden pro Tag 4160 Bogen. – Keim, Karl: Das Papier. 2. Aufl., Stuttgart 1956, S. 49. Täglich 5000 Bogen.

[3] Krünitz, Johann Georg: Ökonomisch-technologische Encyclopädie, Band 106, Berlin 1807, Seite 648, 649. Prechtl, Joh. Jos.: Technologische Encyclopädie, Band 10, Stuttgart 1840, Seite 494 ff. De la Lande § 75 und 76. Loeber, Edo G.: Paper mould and mouldmaker, Amsterdam 1982, Seite 13.

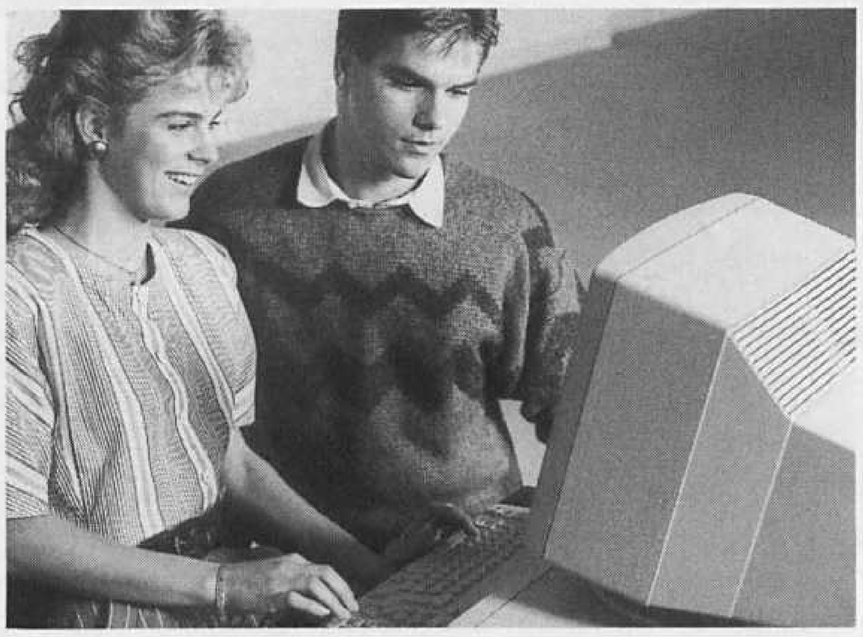
[4] In der Mitte des 18. Jahrhunderts kamen zuerst in England feine gewebte Drahtsiebe (Velinsiebe) auf, mit denen gleichmäßigere Papiere (Velinpapier) als mit den Rippdrahtsieben (Vergépapier) hergestellt wurden.

[5] De la Lande § 98.

DER AUTOR

Dipl.-Ing. (FH) Lutz Michel, geb. 1943, studierte Papiertechnik in München und leitet im Deutschen Museum die Abteilungen Papier sowie Schreiben und Drucken.

SiemensMuseum



Technik erleben begreifen verstehen

Elektrotechnik, Elektronik,
Mikroelektronik

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

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

27. Mai – 26. August 1990

III. INTERNATIONALE BIENNALE DER PAPIERKUNST

Thema: Papier als Wissen

LEOPOLD-HOESCH-MUSEUM DÜREN
und PAPIERMUSEUM DÜREN
Hoeschplatz 1, 5160 Düren · Tel.: 02421/121 2559-2561

Geöffnet täglich (außer Mo.) 10 – 13 und 14 – 17 Uhr,
Di. bis 21 Uhr.

Albert Kapr

Johannes Gutenberg

Persönlichkeit und Leistung

C. H. Beck

»So ist ein chronologisches Werk entstanden, das Gutenbergs Leben einkreist, von seiner Umwelt, der politischen und sozialen Wirklichkeit seiner Zeit her und in dem großer Wert auf die Beschreibung technischer Details seiner Erfindungen und künstlerischer Details seiner Drucke gelegt wird.
Für Buchliebhaber ein Muß.«
Dirk Rumberg, SZ

2. durchges. A. 1988. 332 S.,
durchgehend 2farbig, 90 Abb.,
davon 25 vierfarbig,
Ln. 45,–

KULTUR-TOUR IN WESTFALEN.

COUPON: HERZLICH WILLKOMMEN. Gewünschtes bitte ankreuzen, ausschneiden und an untenstehende Anschrift schicken.

Bitte schicken Sie mir Ihr Angebot
zur Kultur-Tour in Westfalen:

☐ Museen in Westfalen

Gastgeberverzeichnisse:
☐ Sauerland
☐ Münsterland
☐ Siegerland/ Wittgenstein
☐ Westfälisches Ruhrgebiet
☐ Teutoburger Wald

Name: _____

Straße: _____

Stadt: _____

Bitte Rückporto in Briefmarken beifügen.

WESTFALEN

LANDESVERKEHRSVERBAND
WESTFALEN E.V.
FRIEDENSPLATZ 3
4600 DORTMUND 1

Bild oben: James Rosenquist: Space Dust, 66,5 × 105,25 Zoll. (© James Rosenquist/ Tyler Graphics Ltd. 1989. Foto: Steven Sloman)

Kleines Bild: David Hockney: Swimmer under Water; Paper Pool 16, 182,8 × 217 Zentimeter. (© David Hockney/Tyler Graphics Ltd. 1978)

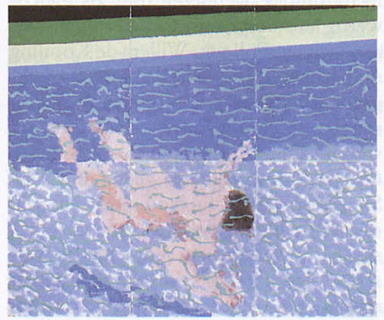
Dorothea Eimert

MALEREI MIT PAPIER

Papier als *Medium* der Kunst wurde erst im 20. Jahrhundert bedeutsam. Bis dahin war Papier immer nur *Träger* von Kunst und *Mittler* von Informationen. Die Autorin zeigt, welche erstaunliche Entwicklung Kunst aus Papier seither genommen hat. Dabei werden, vor allem in den USA, alte Techniken der Papierherstellung genutzt, wie sie Lutz Michel ab Seite 32 dieses Heftes beschreibt.

Für die Kunst wurde Papier erst mit der Abstraktion zu Beginn unseres Jahrhunderts als selbständiges Medium entdeckt. Die Suche nach neuen Ausdrucksmöglichkeiten führte Picasso und Braque zum Papier. Sie klebten 1912 gemaserte Tapete ins gemalte Bild. Papier wurde damit gleichwertiges kompositorisches Element neben der gemalten Fläche. Picasso kombinierte seine Kohlezeichnungen mit präzis ausgeschnittenen Formen aus Zeitungspapier. Braque und Picasso konstruierten auch Skulpturen aus Papier und Karton. Die kubistischen „papiers collés" fanden ihre Weiterentwicklung im Futurismus, Dadaismus, Surrealismus, bei Kurt Schwitters und im Bauhaus.

Eine Weiterführung dieser künstlerischen Tendenzen der ersten Jahrzehnte unseres Jahrhunderts vollzog sich erst wieder in den späten 50er und beginnenden 60er Jahren, als der Materialreiz viele Künstler bewegte. In dieser zweiten revolutionären Aufbruchphase der Kunst nach 1955 wurde in Europa



und den USA auch dem Papier eine besondere Bedeutung beigemessen. Doch die Kunst aus Papier entwickelte sich in den USA und Europa sehr unterschiedlich. In den USA entdeckten Künstler das handgeschöpfte Papier und den Papierstoff (Pulp). In Europa dagegen setzte man die experimentellen Tendenzen aus den Jahren nach 1910 und 1920 fort und fand das industriell vorgefertigte Papier als Medium. Künstler wie Leo Erb, Erwin Heerich, Oskar Holweck, Jan Schoonhoven, Bernard Schultze, Franz Erhard Walther und Herbert Zangs gewinnen dem industriell gefertigten Papier oder Karton bestimmte Formen ab. Reiche Formen- und sanft facettierte Farbensprache charakterisieren das durch mechanische oder thermische Behandlung entstandene Papierkunstwerk. Biegen, Knüllen, Falten, Pressen, Strekken, Ritzen, Durchstoßen, Reißen, Kleben, Sägen, Zermahlen bis hin zum Sengen und Verbrennen sind die Möglichkeiten der Gestaltung. Lichtwirkungen und Schattenreflexe werden in die Komposition eingeschlossen.

Neue Papierkunst in den USA

In den USA entwickelte sich eine in Herstellung, Materialität und Ausdrucksweise ganz unterschiedliche Papierkunst. Hier erlebte zunächst das Handwerk des Papiermachens eine Renaissance durch Dard Hunter (1883–1966) und Douglass Morse Howell (geboren 1906). Die ersten Künstler, die handgeschöpfte, oft auch mißlungene Papiere von Howell als Malgrund verwendeten und als gleichwertig mit der Leinwand werteten, waren Jackson Pollock, Willem de Kooning und Robert Motherwell. In der Druckgraphik leiteten in den frühen 60er Jahren Künstler, die auch selbst Drucker waren, einen Umdenkungsprozeß ein: so Garner Tullis, William Weege und Alan Shields. Nicht mehr die Uniformität eines jeden Blattes der Auflage war oberstes Ziel, sondern sein individuelles Aussehen. Handgeschöpftes Papier wurde nun wegen seiner Eigenqualität in der Druckgraphik verwendet.
Douglass Morse Howell lehrte zu Beginn der 60er Jahre einige Künstler das Papiermachen, darunter auch Laurence Barker, den Leiter des Druckerzentrums an der Cranbrook Academy in Michigan. Barker gründete in Cranbrook das erste Lehrinstitut für Papiermacherei, unterrichtete darin junge Künstler, die wiederum eigene, meist experimentelle Studios einrichteten und ihre Erfahrungen an andere Künstler weiterleiteten.

Kunst aus Papierstoff

Künstler, die mit Papierpulp (Papierstoff) arbeiten, kommen aus vielen Bereichen der Kunst: aus der Druckgraphik, der Bildhauerei, der Malerei, der Textilkunst. Jeder Künstler bringt in das Medium Papier seine Erfahrungen, seine Sensibilität und Begabung, sein Bedürfnis nach Entwicklung neuer Techniken ein. So kommt es in der Papierkunst zu unterschiedlichsten Gestaltungen und einzigartigen Kunstformen.
Mit Papierpulp kann man malen, kann dünne Schichten übereinander pressen, so daß sie oszillierend ineinanderschwingen, kann Pulp als dicke große Oberfläche wirken lassen. Pulp kann man färben, spritzen, gießen, formen, prägen und ritzen. Pulp hat ein variationsreiches Aussehen, je nachdem aus welcher Faser oder welchem organischen Altmaterial seine Masse hergestellt ist. In Pulp kann man Dinge einschließen, kann darin Zeichen verbergen, die nur durch Lichteinwirkung sichtbar werden. Papier hat nicht nur haptische und optische Qualitäten, sondern auch akustische. Papier kann auf die Umgebung, auf Luftzug, Feuchtigkeit und Wärme reagieren, und zwar durch Bewegung, durch Zusammenschrumpfen oder Ausdehnung, und dabei Geknister von sich geben. Mit Papier kann man auch Musik machen.
Wichtig für die Verbreitung der Papierkunst an der Westküste der USA war in den frühen 70er Jahren die Gründung des Institute for Experimental Printmaking von Ann und Garner Tullis, dem auch ein Papierstudio angegliedert ist. In dieser Mühle lernte beispielsweise Kenneth Noland 1976 das Papiermachen. Eine andere wichtige Papiermacher- und Druckwerkstatt ist „Magnolia Editions" in Oakland von Don Farnsworth. An der Ostküste ist vor allem „Carriage House Handmade Paperworks" von Elaine und Donna Koretzky wichtig, ebenso wie in Indiana die „Twinrocker Handmade Paper Mill" von Kathryn Clark.
Eines der bedeutendsten experimentellen druckgraphischen Zentren unserer Zeit und das berühmteste Studio für die Herstellung von Papierkunst ist „Tyler Graphics Ltd." in Mount Kisco, New York, das von Kenneth Tyler geleitet wird. Künstler von Rang schufen hier, wo die technischen Voraussetzungen vorhanden sind, wo umfassendes Wissen und Können sowie die Freude an Innovativem das Arbeitsklima prägen, bedeutende Kunstwerke. Tyler arbeitete mit Josef Albers, Anthony Caro, Ron Davis, Richard Hamilton, David Hockney, Paul Jenkins, Ellsworth Kelly, Roy Lichtenstein, Robert Motherwell, Kenneth Noland, Claes Oldenburg, James Rosenquist, Alan Shields und Frank Stella zusammen.
Bereits als 21jähriger, im Jahr 1965, betrieb Kenneth Tyler seinen ersten Drukker-Workshop, die berühmt gewordene „Gemini GEL" in Los Angeles. 1974 siedelte Tyler an die Ostküste über und gründete „Tyler Graphics Ltd".

Robert Rauschenberg

Das erste für die Kunst aus Papierpulp bedeutende Projekt wird im August 1973 in der historischen Papiermühle Richard de Bas in Ambert/Südfrankreich auf Tylers Anregung hin von Robert Rauschenberg verwirklicht. Rauschenberg schafft hier die Serie der fünf Papiergemälde „Pages"; es sind weiße handgeschöpfte Doppelblätter mit eingebetteten Stoffresten, Schnüren und Zwirn. Die zweite siebenteilige Serie „Fuses" ist farbenfreudiger; in mit Schablone aufgegossene farbige Pulpschichten ist bedrucktes Seidenpapier eingeschlossen.
Dieses Rauschenberg-Projekt in der Richard-de-Bas-Mühle hatte Modellcharakter und machte die Papierkunst schlagartig bekannt. Zwar arbeiteten bereits Künstler wie Alan Shields, William Weege, Joel Fisher und Garner Tullis seit den späten 60er Jahren mit dem Medium Papier, doch erst Robert Rauschenberg

MALEREI MIT PAPIER

erregte weltweite Aufmerksamkeit und lenkte den Blick auf das neue Medium.
1975 erarbeitete Rauschenberg im indischen Ahmedabad zwei weitere wichtige Papier-Projekte, die reliefartige, fünfteilige Serie „Bones", eine Verbindung von Pulp, Bambusstäben und Baumwolldrucken, und die dreidimensionale, sechsteilige Serie „Unions" aus Lumpen, Ziegelschlamm, Zwirn, Bambus und hochglänzender Seide.

Kenneth Noland

Zu den ersten namhaften Künstlern, die sich intensiv mit Papierpulp-Malerei auseinandersetzten, gehört Kenneth Noland. Mit Intelligenz und Originalität, mit Geschick und Phantasie hat er das Handwerk des Papiermachens in die Dimension der Kunst erhoben.
Noland erkannte, daß das Arbeiten mit farbigem Papierstoff schneller und direkter ist als Malen. Ein Pinsel ist nicht nötig, man kann mit den Händen arbeiten. An die Stelle einer leeren Leinwand kann ein bereits farbig gestalteter Papiergrund treten. Form- und Farbstrukturen entstehen aus übereinandergeschichteten farbigen Pulps, auch können ausgeschnittene Papiere und alle möglichen Materialien in die Papierschichten eingebettet werden. Papier wurde für Noland eine Zeitlang bevorzugtes Medium, weil hier seine spezifische Vorstellung vom direkten Umgang mit Farbe am besten umgesetzt werden konnte.
Eines der ersten Großprojekte in der Werkstatt von „Tyler Graphics" war die Zusammenarbeit mit Kenneth Noland. In den Monaten April bis August 1978 entstanden mehr als 200 Werke aus Papierpulp, und zwar Nolands Serien „Circles", „Horizontal Stripes" und „Diagonal Stripes". Das Wesentliche dieser Arbeiten ist die Behandlung des Papierstoffs wie Farbe in den reduzierten geometrischen Formen von Rechteck und Kreis. Die Farben variieren in vielfach schillernden Tönen, von trüben Blau- und kräftigen Gelbtönen bis hin zu zartem Purpur oder verwaschenem Grau. Manchmal dominiert die Farbe, manchmal die Struktur. Die Oberfläche kann zart und hauchdünn sein oder dick wie verkrusteter Karton. Noland bestimmt zunächst die Materialität des Basisblattes, das heißt die Faser, die zu Stoff zerkleinert, später gefärbt wird und mit Hilfe eines Siebes die Blattform erhält. Die Art des Siebes bestimmt die Griffigkeit, die Dicke und Lichtdurchlässigkeit des Basispapiers. Dann beginnt die Malerei mit farbigem Papierstoff. Es gibt Eimer mit verschiedensten Blau- und Grüntönen, mit allen möglichen Tönen in Gelb, Grau, Fuchsia, Pfirsich. Noland mischt und kreiert an die hundert Farbtöne. Auf das Basispapier legt er einen Plastikrahmen, dessen Stege die Flächenformen der Darstellung bestimmen. In die Felder drückt und klopft er farbigen Pulp, manchmal verschmiert er ihn mit den Händen, um unregelmäßige Kanten zu erzielen, oder er schüttet Wasser über den Pulp, damit die Farbe ins Basisblatt versickert und ausblutet. Ist das Farbaufschichten beendet, wird der Plastikrahmen entfernt und die nasse Malerei zwischen Filzen gepreßt. Die verschiedenen Papierstofflagen verbinden sich nun zu einer durchgehenden Oberfläche untrennbar miteinander.

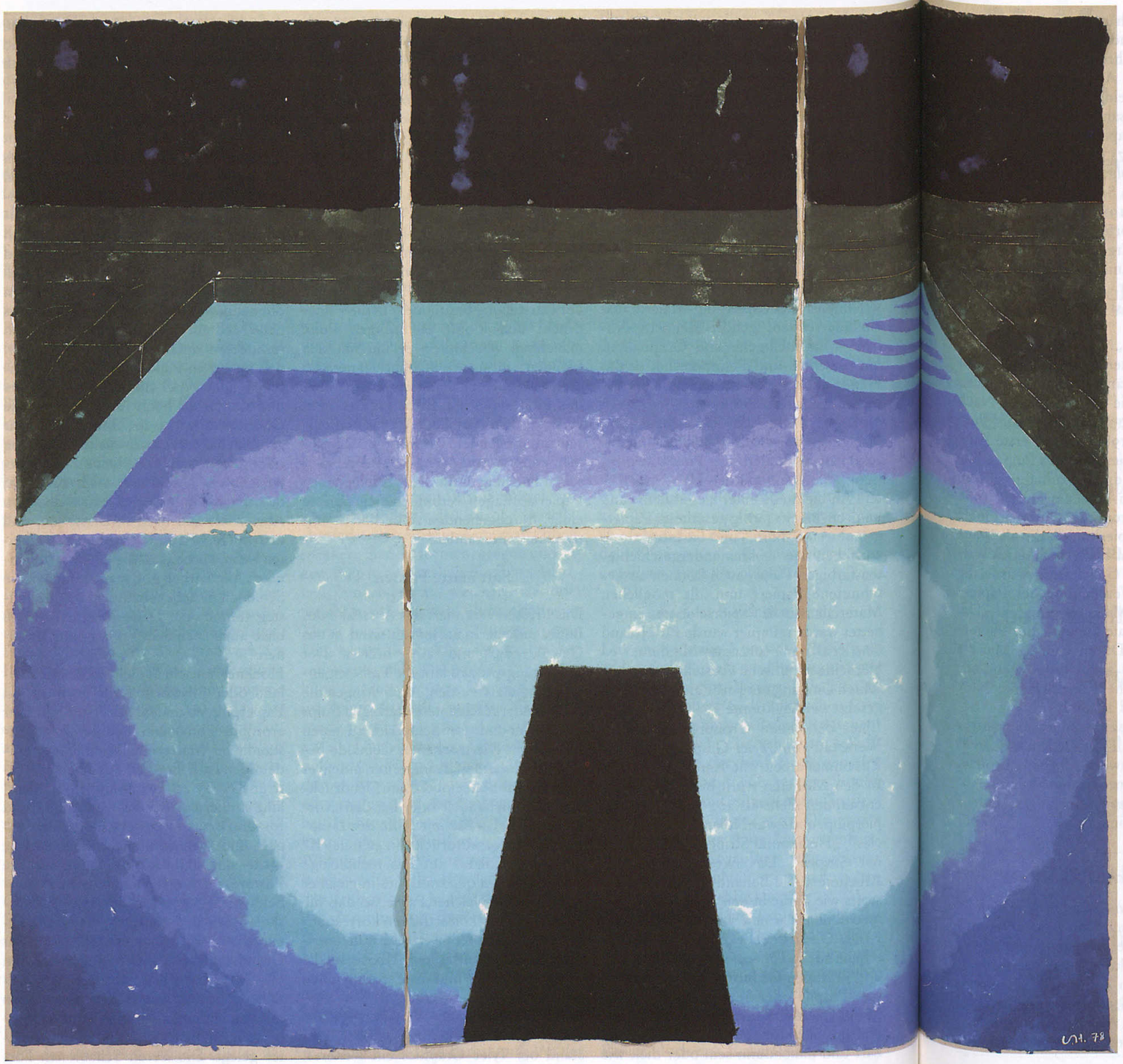
Satt matte Farben

Das Pressen verändert das Aussehen des Bildes radikal. In nassem Zustand ist das Gemälde dick und farbig brillant. Der Trocknungsprozeß läßt die Farbe eigenartig satt-matt werden. Auch dringen die aufeinandergeschichteten farbigen Pulps ineinander und vermischen sich zu neuen Farbtönen. Die trockenen Gemälde bearbeitet Noland sparsam weiter, indem er Farbe in das Blatt einbeizt, im Siebdruckverfahren behandelt oder bei den „Circles" beispielsweise mit Hilfe der Lithographie Kreise aufdruckt. In „Circles II" quetschte Noland auf das rechteckige Grundblatt ein quadratisches in gleicher Struktur und gleicher Farbe, so daß die beiden Rechtecke zartfarben korrespondieren. Dann preßte er drei konzentrische, verschiedenfarbene Kreise in die Mitte des Blattes und ins Zentrum einen Klumpen Gampi-Fasern.
In den anschließenden Monaten des Jahres 1978, von August bis Oktober, entstand bei Tyler Graphics ein weiteres, Aufsehen erregendes Malerei-Projekt. Der englische Maler und Zeichner David Hockney schuf zusammen mit Kenneth Tyler 29 farbige Papierpulp-Bilder.

David Hockney

Mit Enthusiasmus wandte Hockney sich der neuen Technik zu, in der Malerei und Papiergewinnung ineinander verschmelzen. Tyler hatte ihm Papierpulp-Malereien von Kenneth Noland und Ellsworth Kelly gezeigt. „Sie sind atemberaubend schön", äußerte Hockney staunend. „Nie zuvor hatte ich so etwas gesehen oder angewandt. Ich entschloß mich, das neue Medium zu erproben, neue Medien faszinieren mich ... Ken erklärte mir, daß man dem Papierpulp Farben beimischen kann, daß die Farbe lebendiger und stärker als beim Auftragen auf die Oberfläche wirkt ... Man muß sehr großflächig arbeiten, nicht kleinteilig oder genau, man kann keine Linien verwenden ... Dies störte mich zunächst, da die Linie in meiner Arbeit wichtig ist. Aber nach und nach erkannte ich, daß man mit Sieben und Schablonen so arbeiten kann, als ob man die Umrisse ‚zeichnete'. Alle Farben goß man einfach in die Schablonen nebeneinander; der Metallsteg trennte sie. Diese imaginäre Linie blieb auch nach dem Pressen und Trocknen."
Hockney entschied sich, nicht wie Noland oder Ellsworth Kelly abstrakt mit Papierpulp zu malen. Als erster Künstler erprobte er im neuen Medium die gegenständliche Malerei mit schlichten, eindeutigen Farb-Formen. Als Thema wählte er Ken Tylers Swimming-Pool. Tagelang studierte er den Pool, zeichnete und fotografierte ihn zu verschiedensten Tages- und Nachtzeiten, beobachtete die Licht- und Farbveränderungen und die Formverzerrungen eines Tauchers.
Schließlich legte Hockney seine Farbskala fest und fertigte die maßstabgerechten Farbzeichnungen. Auf der Grundlage dieser Zeichnungen wurden die Schablonen aus galvanisierten Metallstreifen konstruiert. Die Schablonen mit den einfachen kühnen Formen wurden auf die frisch geschöpften Basisblätter gelegt. Die leeren Schablonen-For-

MALEREI MIT PAPIER



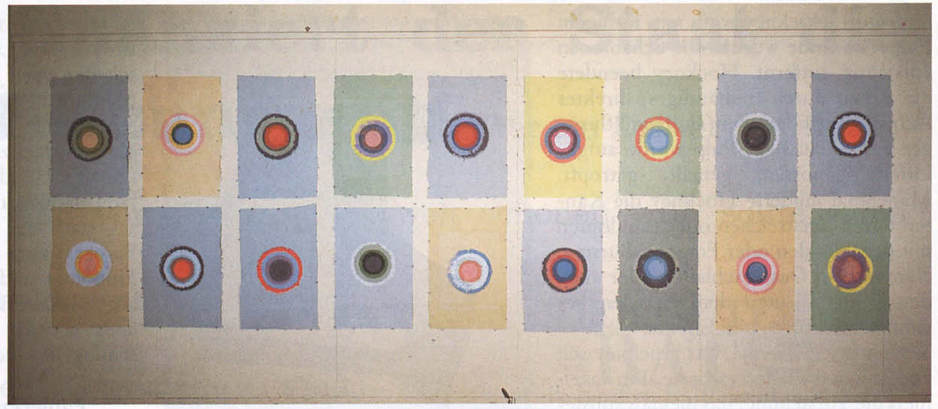


Bild oben: Kenneth Noland: Circles II Series. Verschiedene Arbeiten des „Handmade Paper Project" an der Wand des Workshop-Ateliers, Mai 1978. (© Kenneth Noland/Tyler Graphics Ltd. 1978. Foto: Steven Sloman)

Bild links: David Hockney: Piscine de medianoche; Paper Pool 30, 182,9 × 217,2 Zentimeter. (© David Hockney/Tyler Graphics Ltd. 1978)

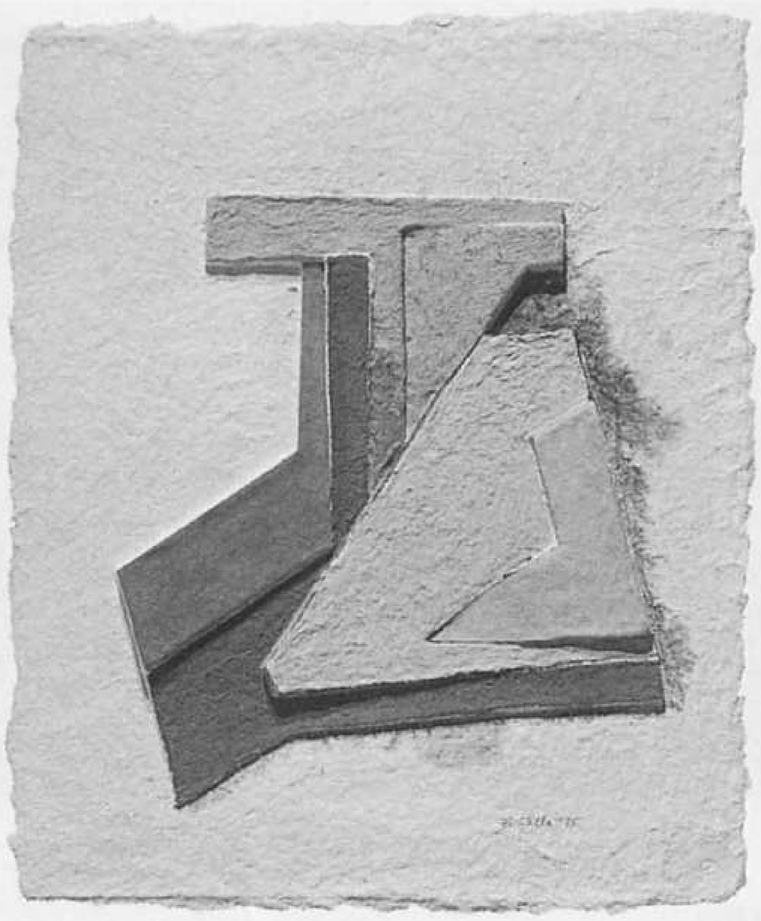
Ellworth Kelly: Coloured Paper Image VII. (© Ellworth Kelly/Tyler Graphics Ltd. 1976. Foto: Steven Sloman)

MALEREI MIT PAPIER

men goß Hockney voll mit farbigem Pulp. Am Ende wurden die Schablonen vorsichtig entfernt. Hockney beendete die Arbeit durch freihändiges, direktes Auftragen von farbigem Pulp und flüssiger Farbe. Flüssiger Pulp wurde aufgelöffelt, -gegossen, -gemalt, -getropft. Manchmal milderte Hockney die Kanten durch Verstreichen oder Einklopfen mit den Händen oder Fingern. Bürsten, Kämme, ein Gartenschlauch oder auch der Regen dienten dem Erzielen bestimmter Texturen und Effekte.
Wasser ist ein Thema, das Hockney seit 1964 immer wieder variierte. Ihn fasziniert die Vorstellung, das niemals stillstehende Wasser in ein bewegungsloses Bild zu bannen; ihn interessieren das Schwimmbad als künstlich geschaffener Behälter für Natur, aufgestellt in der Natur, die Spiegelung des Lichtes auf der Oberfläche und darunter, die Durchsichtigkeit des Wassers, die Schattenwirkungen auf dem Grund, die Verzerrung der Formen unter Wasser, der entmaterialisierte Schatten eines Tauchers und die Vorstellung, Wasser zu malen mit einem Medium, das mit großen Mengen von Wasser hergestellt wird.

Künstlerische Herausforderung

In den ersten Arbeiten seiner Serie „Paper Pools" begnügte Hockney sich mit dem größten Format eines Basisblattes (127 × 81 Zentimeter), das Tyler schöpfen konnte. Doch dies genügte Hockney für seine Kompositionen bald nicht mehr. Also legte er zunächst sechs, später zwölf Basisblätter nebeneinander, an denen er gleichzeitig übergreifend wie an einem großen Gemälde arbeitete.
Am Ende seiner Arbeit stellte David Hockney fest: „Meine Papierpulp-Bilder sind wie Gemälde. Ihre Oberfläche ist wunderschön. Solch flache subtile Farbe existiert in einem Ölgemälde nicht. Und noch etwas hat mich die Arbeit mit Pulp gelehrt: Meine bisherigen Gemälde waren zu grau, zu begrenzt, zu penibel. Ich sah meine Eimer voll blauem und grünem Papierpulp. Mir wurde klar, daß ich es bei einem Ölgemälde niemals wagen würde, so frei und ungezwungen mit Farben um mich zu werfen und sie auf-



Frank Stella: Paper Reliefs.
(© Frank Stella/Tyler Graphics Ltd.)

zugießen. Ich wollte nun großzügiger werden; diese Arbeiten halfen mir, in Zukunft mutiger vorzugehen."
Experimentierfreudig wie Noland und Hockney und begeistert von den neuen Möglichkeiten im Medium Papier sind viele namhafte Künstler. Ellsworth Kelly schuf während eines achtmonatigen Aufenthaltes bei Tyler Graphics im Jahr 1976 eine Serie von 23 farbigen Papier-Malereien, die „Colored Paper Images". Auf noch nasses weißes, handgeschöpftes Papier preßte er mit Hilfe von speziell geformten Sieben farbige Flächen-Segmente. Er mischte an die fünfzig Farben, um die speziellen Farbtöne und Farbschattierungen innerhalb einer Fläche zu erreichen.
Frank Stella goß bei Tyler im Jahr 1975 Reliefs mit Papierpulp von sechs Formen in 183 Variationen. Anschließend bemalte er die Reliefs oder collagierte andere Papiere auf die Reliefs.
Alan Shields arbeitet seit vielen Jahren mit dem Medium Papier in Verbindung mit den unterschiedlichsten Techniken. Oft komponiert er seine Werke aus zwei handgeschöpften, farbigen und drucktechnisch behandelten Blättern; dabei gibt das obere Blatt durch seine Loch-Musterung den Blick auf die darunter befindliche Darstellung frei.
James Rosenquist sprayte gefärbten Pulp, preßte ihn und bearbeitete die Blätter lithographisch und in Collagetechnik.
In fast allen Ländern der Welt arbeiten seit den 70er Jahren Künstler mit dem Medium Papier. Ausstellungen, Konferenzen und Vereinigungen bringen Papierkünstler zusammen. Die Internationale Handpapiermacher-Konferenz fand erstmals 1975 in Appelton, Wisconsin, statt, die folgenden 1976 in Santa Barbara, 1978 in San Francisco, 1980 in Honolulu und 1983 in Kyoto. Mitteilungsblätter informieren Papierkünstler über neueste Ergebnisse in der Forschung, der Technik und der Kunst.

Papierkunst-Ausstellungen

Die Ausstellung „New American Paperworks", arrangiert vom World Print Council, San Francisco, wanderte 1982 bis 1985 durch die USA und Asien. Nach Europa kam die Papierkunst aus Pulp nachhaltig erst 1980/81. Die erste Ausstellung, die Papierkunst aus Pulp in Europa zeigte, war die im Frühjahr 1981 im Leopold-Hoesch-Museum Düren. 1986 begründete Düren die „Internationale Biennale der Papierkunst", die als Wanderausstellung in mehrere Länder weitergeleitet wird. Gleichzeitig wurde die Internationale Vereinigung der Papierkünstler (IAPMA) gegründet. Die „III. Internationale Biennale der Papierkunst" wird in Düren vom 27. Mai bis 26. August 1990 gezeigt und geht anschließend nach Kopenhagen, New York, Kyoto und Toronto.
Papier ist ein faszinierendes und aufregendes Medium. Für viele Künstler steht es heute gleichwertig neben Bronze, Stein, Ton und neben der Malerei. Auf die Kunst hat Papier einen entscheidenden Einfluß genommen. □

DIE AUTORIN

Dr. Dorothea Eimert ist Direktorin des Leopold-Hoesch-Museums Düren. Sie gründete die „Internationale Biennale der Papierkunst" und machte damit Düren zum Zentrum der Papierkunst. Die III. Biennale wird vom 27. Mai bis 26. August 1990 gezeigt, bevor sie in andere Länder wandert.

Wichtig für alle Hausbesitzer: Noch finanziert der Staat die neue Heizung mit!

Wer ein Drittel der Heizkosten sparen und vor allem die Umwelt schonen will, sollte seine Altheizung bald erneuern lassen. Die amtlichen Grenzwerte sind verschärft. Ende 1991 läuft der Steuervorteil (§ 82a) aus. Es ist Eile geboten. Wie hoch Ihre Steuerersparnis ist? Wie Sie an eine kostenlose Heizkessel-Analyse kommen? Wie sich die Erneuerung fast von selbst finanziert? Oder, wie Sie mehr Wohnkomfort für Ihr Haus schaffen können? Was ein Wintergarten bringt? Was die nachträgliche Isolierung der Außenwände in etwa kostet? Viele praktische Tips finden Sie in unserer aktuellen Sonder-Info DER GUTE RAT.

Extra-Ausgabe Frühjahr 1990

DER GUTE RAT

Jetzt daran denken, kein Geld verschenken

der Volksbanken Raiffeisenbanken

Wichtig für alle Hausbesitzer

Verheizen Sie nicht Ihr Geld!

Noch finanziert der Staat die neue Heizung mit. Wer sich beeilt, spart eine Menge

Merkwürdig. Daß neue Autos gegenüber ihren Veteranen vor zehn, fünfzehn Jahren nur noch knapp die Hälfte an Benzin verbrauchen, hat jeder schon mal gehört. Daß aber auch die Heizungsingenieure unglaubliche Fortschritte erreicht haben, ist immer noch weitgehend unbekannt. Dabei ist dieses Wissen schon wegen der Umwelt von größter Bedeutung. Wer vor 10 Jahren oder früher gebaut oder seine Heizung vor dieser Zeit zuletzt erneuert hat, der hat in seinem Keller einen „stinkteueren" Oldtimer mit veralteter Technik stehen, der nur 75 Prozent der Energie verwertet und die restlichen 25 Prozent sinnlos und zum Schaden der Umwelt durch den Schornstein bläst.

Die Hochleistungsanlagen von heute dagegen nutzen Gas und Öl so perfekt aus, daß eine Energieausnutzung von 90 Prozent erreicht wird – so bewiesen es Untersuchungen der Stiftung Warentest. Die neue Technik regelt die Verbrennung so raffiniert, daß bei Erdgas weder Ruß noch Schwefeldioxid (wesentliche Ursache für das Waldsterben) an die Außenluft entweichen.

Wer ein Drittel seiner Heizkosten sparen und vor allem unsere Umwelt schützen will, sollte seine Altheizung bald erneuern lassen. Nur noch bis Ende 1991 finanziert der Staat über § 82a die Neuanschaffung mit. Fordern Sie eine Heizkessel-Analyse bei uns an, kostenlos.

Das Zauberwort heißt „Niedertemperatur-Heizung". Früher mußte das Heizungswasser permanent mit 70 bis 90 Grad Hitze durch die Röhren rauschen, egal wie warm oder kalt es draußen war, sonst hätte das saure Kondenswasser die Kesselwände zerfressen. Heute widersteht der Stahl der Säure, die sich bei der Abkühlung bildet, und durch die Rohre fließt das Wasser je nach Außentemperatur nur noch mit 35 bis allerhöchstens 75 Grad. Und wird keine Wärme benötigt, schaltet die Anlage automatisch ganz ab.

Mitte der 70er Jahre sah man die Umweltgefahren als noch nicht so alarmierend an wie heute. Die Energiepreise waren damals noch relativ niedrig. Man nahm den Kessel „lieber eine Nummer größer". Heute wird Energie eisern gespart und der Wärmebedarf genau berechnet. Die Heizanlage im Keller ist viel kleiner, kompakter. Heizkessel, Brenner und Regeltechnik sind in einer Anlage vereint und nicht viel größer als ein Kühl- und Gefrierschrank. Die Anlage ist dick in Dämmstoff verpackt und blitzblank. Im Heizraum herrscht normale Zimmertemperatur, und es gibt viel mehr Platz als früher.

Nur bei uns.

030

Volksbanken Raiffeisenbanken

PAPIERMUSEEN

Dorothea Eimert

Basler Papiermühle
Schweizerisches Papiermuseum und Museum für Schrift und Druck
St. Alban-Tal 37
CH 4052 Basel
Telephon: 0041 61/239652
Konservator:
Dr. Peter F. Tschudin
Träger: Stiftung Basler Papiermühle, Basel
Eröffnung: 1980
Öffnungszeiten: Dienstag–Sonntag 14–17 Uhr
Arbeitsplätze für Besucher: Papierschöpfen und Druck
Arbeitsmuseum mit produzierenden Werkstätten: Handpapiermacherei/Schriftgießerei/Handsetzerei/Druckerei/ Buchbinderei/Videos zu Papier/Schrift/ Druck

Das Museum befindet sich in zwei historischen Papiermühlen, der Stegreif-Mühle und der Gallician-Mühle, die im Erdgeschoß dem Stand der Technik um 1790 entsprechend eingerichtet ist. Besondere Geräte: ein von Wasserkraft betriebenes Stampfwerk, ein Holländer mit Trog von 1790, eine Holzpresse mit Eisenspindel aus der Zeit nach 1750. Wichtiges aus der papierhistorischen Sammlung: Vorläufer des europäischen Papiers, Modell der Robertschen Papiermaschine, Originalgeräte wie Gautschstuhl, Holzpresse des 17. Jahrhunderts, Trockengehänge des 16. Jahrhunderts und die älteste erhaltene Papierpresse der Welt aus der Zeit um 1500.
Im 1. Obergeschoß: Schriften der wichtigsten Hochkulturen der Welt, hier auch Schriftgießerei und Maschinensatz. Im 2. Obergeschoß: Handsetzerei und Druckerei mit Hochdruck, Tiefdruck und Flachdruck. Im 3. Obergeschoß: Buchbinderei.

Rheinisches Industriemuseum
Standort Bergisch Gladbach
Papiermühle Alte Dombach
5060 Bergisch Gladbach 2
Telephon: 02202/41690
Leiter: Dr. Jörn Christiansen
Abteilungsleiterin:
Dr. Sabine Schachtner
Träger: Landschaftsverband Rheinland
Gelände/Gebäude stiftete 1987 die Firma Zanders
Eröffnung: 1994/95, Teileröffnung: 1992/93

Von der Alten Dombach (gegründet 1614) ist ein großer Teil der Baukörper erhalten: das Mühlengebäude, ein Trockenhaus, ein kleines Produktionsgebäude, zwei „Gesellenhäuschen" und ein Stall. Die ältesten Bauteile stammen von 1700/1750. Konzept: Papierproduktion, Einrichtung, Organisation, Arbeits- und Lebensbedingungen, Merkmale von Manufakturen, Entwicklung und Charakteristik von Industriebetrieben, Gesellschaftliche Bedeutung der Papierproduktion.

Stiftung Zanders – Papiergeschichtliche Sammlung
bis Mitte 1990: An der Gohrsmühle
ab Mitte 1990: Hauptstraße 267
5060 Bergisch Gladbach 2
Telephon bis Mitte 1990: 02202/15-2060
Geschäftsführerin: Dipl.-Archivarin Magdalene Christ
Träger: Firma Zanders Feinpapiere AG und Stadt Bergisch Gladbach
Gründung: 1977

Die Sammlung enthält bedeutende Unterlagen zur Papiergeschichte, rund 5000 Bücher zur Papiertechnik und -geschichte, eine Wasserzeichensammlung und Gegenstände wie eine komplette Schöpfsiebkammer mit 400 Handschöpfsieben, eine Foto- sowie eine Zeitungsausschnittsammlung.

Museum für Verkehr und Technik
Abteilung Papiertechnik
Trebbiner Straße 9
1000 Berlin 61
Telephon: 030/25484124
Museumsdirektor:
Prof. Günther Gottmann
Abteilungsleiter:
Dr. Rolf Stümpel
Eröffnung der Abteilung Papiertechnik: 1987
Öffnungszeiten: Dienstag–Freitag 9–18 Uhr; Samstag, Sonntag, feiertags 10–18 Uhr
Führungen: nach Voranmeldung
Der Besucher kann selbst Papier schöpfen

Das Hauptgewicht liegt auf der didaktischen Darstellung der Blattbildung. Dieser Vorgang wird in der alten japanischen und in der späteren europäischen Art vorgeführt. Eine funktionsfähige Papierversuchsmaschine veranschaulicht die heutige Papierproduktion in endlosen Bahnen. Vorhanden ist auch eine Abteilung Schreib- und Drucktechnik.

Blick in die Papierabteilung des Berliner Museums für Verkehr und Technik. (Foto: MVT-Archiv)

MD-Papiermuseum
Ostenstraße 5/Postfach 1620
D 8060 Dachau
Telephon: 08131/727-329
Fax: 08131/727-339
Ansprechpartner: Werksdirektor Eugen Hubrich
Träger: MD Papier GmbH
Eröffnung: 1987 zum 125jährigen Firmenjubiläum

Das Museum befindet sich auf dem Werksgelände in einem Industriebau von 1874. Anhand von Maschinenmodellen wird der technische Fortschritt dargestellt. Zu erwähnen ist das Originalmodell einer Hadernpapiermaschine von 1886 mit Stoffauflauf, Transmissionsantrieb und integriertem Rollenschneidwerk an der Aufrollung. Ausgestellt sind Preislisten, Musterbücher und Urkunden, Fotos aus der Arbeitswelt. Vorhanden ist eine Wasserzeichensammlung. In der Mitte des Bildes unten das Dachauer MD-Werksgelände, auf dem das Papiermuseum entstand, im Jahr 1862.

Deutsches Buch- und Schriftmuseum der Deutschen Bücherei
Deutscher Platz
DDR 7010 Leipzig
Telephon: 88120
Leiter der Papierhistorischen Sammlung:
Dr. Wolfgang Schlieder
Gründung: 1964, Gründung des Buchmuseums: 1884
Öffnungszeiten: Montag–Freitag 8–16 Uhr, Samstag 9–18 Uhr

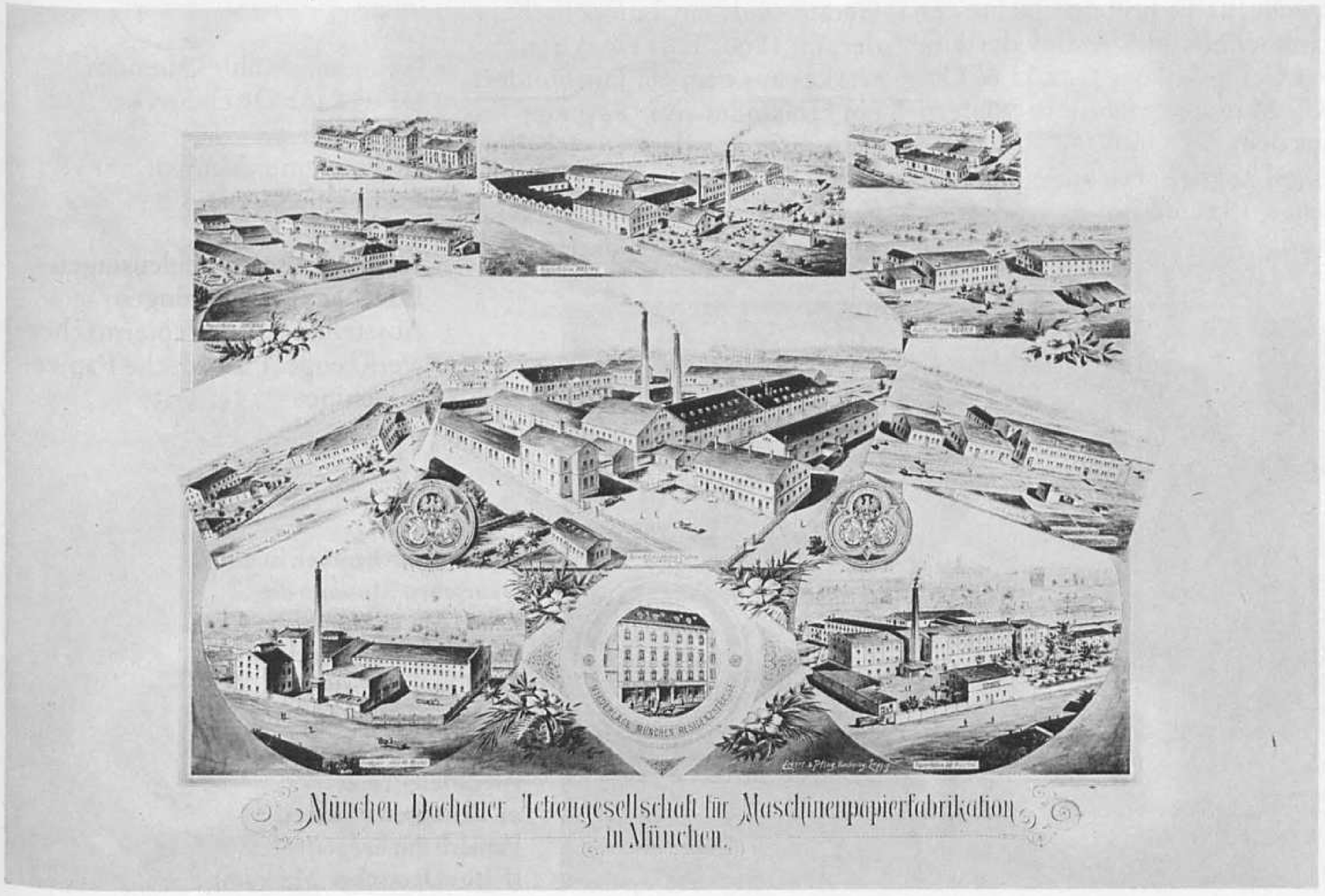
Die Leipziger Papierhistorische Sammlung ist eine der größten Studiensammlungen zur Geschichte der Papierherstellung und -verarbeitung in der Welt. Der Bestand umfaßt rund 220000 katalogisierte Wasserzeichen in handgeschöpftem Papier, um 7000 Muster von Maschinenpapieren, eine Kollektion von Buntpapieren, Riesaufdrucke, Geräte, Musterbücher, Archivalien und eine umfangreiche Fachbibliothek.

Leopold-Hoesch-Museum
Abteilung Papiermuseum
Hoeschplatz 1
5160 Düren
Telephon: 02421/1212559–2561
Museumsdirektorin:
Dr. Dorothea Eimert
Träger: Stadt Düren
Einrichtung des Papiermuseums durch den Förderverein Düren, Jülich, Euskirchener Papiergeschichte
Eröffnung: März 1990
1. Papiermuseum 1939–1944
Öffnungszeiten: täglich außer Montag 10–13, 14–17 Uhr, Dienstag bis 21 Uhr
Ausstellungen zur Geschichte des Papiers, des Handwerks und der Arbeit. Aktionen, Workshops mit Handpapiermachern und Papierkünstlern

Anhand von originalen und rekonstruierten Geräten, Maschinen, Graphiken und Fotos wird im Papiermacherhof und den Werkstätten das frühe Handwerk demonstriert, in der Maschinenhalle die Industrialisierung erläutert. Dargestellt auch die Siebtuch- und Filztuchherstellung sowie Verarbeitung und Nutzung des Papiers. Vorhanden sind reichhaltige Bestände zum Teil aus der Vorkriegszeit, zum Beispiel 28000 Blatt Wasserzeichen. Im Kunstmuseum: Ausstellungen zur Papierkunst; bedeutend die Internationale Biennale der Papierkunst.

Westfälisches Freilichtmuseum Hagen
Landesmuseum für Handwerk und Technik
Mäckingerbach
5800 Hagen-Selbecke
Telephon: 02331/7807-0
Museumsdirektor:
Dr. Michael Dauskardt
Träger: Landschaftsverband Westfalen-Lippe
Errichten/Versetzen der Papiermühle: 1973; Einrichten der Ausstellung: 1984
Öffnungszeiten: 1. April–1. Oktober täglich außer Montag 9–17.30 Uhr

Der Bereich Papier und Druck präsentiert sich in drei von verschiedenen Standorten her übertragenen Gebäuden, die gemeinsam einen „Papierhof" bilden. Die Büttenpapiermühle aus Iserlohn von 1820 zeigt im Erdgeschoß die Handpapiermacherei und im Obergeschoß die Geschichte des Papiermachens. – In der Pappemühle Karbach aus Wangen im Allgäu ist die frühe Industrialisierung mit Holländer, kleiner Papiermaschine und Holzschleifer dokumentiert. – Die Papiermühle Haus Vorster von 1712 aus Eilpe ist als Druckereimuseum eingerichtet.



Die Werke der München Dachauer Aktiengesellschaft für Maschinenpapierfabrikation bei der Gründung im Jahre 1862.
(Bild: MD Papier GmbH)

PAPIERMUSEEN

Gutenberg-Museum Mainz
Liebfrauenplatz 5
6500 Mainz 1
Telephon: 06131/122640–44
Museumsdirektorin:
Dr. Eva Hanebutt-Benz
Träger: Stadt Mainz
Gründung: 1900, Eröffnung: 1901
Öffnungszeiten: Dienstag–Samstag 10–18 Uhr, Sonntag 10–13 Uhr, Montag geschlossen
Führungen, Vorträge, Symposien, Aktionen und Kurse begleitend zu Ausstellungen

Im Weltmuseum der Druckkunst, dem Gutenberg-Museum, ist Papier als Träger der Geschichte von Schrift und Druck das Thema sowohl in der permanenten Ausstellung (in vier Stockwerken) als auch in den Sammlungsbeständen und den Sonderausstellungen. Sammlungsbestände sind: eine Fachbibliothek mit Literatur zum gesamten Buch- und Schriftwesen, die Sammlung Dr. Göbel, die Sammlung Mori (zum Schriftgießereiwesen), die Sammlung Hettler (zum Thema Bucheinband), die Sammlung von Sonderdrucken aus Kleinverlagen (Mainzer Minipressen-Archiv).
Die kleine Abteilung „Papier" zeigt die Herstellung und Nutzung unter historischen Gesichtspunkten. Papiersorten wie Büttenpapier, Kattun-, Kleister-, Marmor-, Brokat-, Japanpapiere und Goldfirnis werden gezeigt. Zu sehen sind das bewegliche Modell einer Papiermühle, historische Schöpfsiebe, eine Wasserzeichenwand.

Landesmuseum für Technik und Arbeit
Papiergeschichtliche Sammlungen
Museumsstraße 1
6800 Mannheim 1
Telephon: 0621/292-4750/47
Fax: 0621/292-4751
Museumsdirektor:
Prof. Dr. Lothar Suhling
Träger: Land Baden-Württemberg/Stadt Mannheim
Eröffnung: Spätsommer 1990
Öffnungszeiten (bis zur Eröffnung im Spätsommer 1990 Besuch nur auf Museumsschiff): Dienstag–Samstag 10–13, 14–17 Uhr, Sonntag 10–17 Uhr
Vorführungen: Papier- und Pappenfabrikation auf originalen Maschinen

Die Sammlung konzentriert sich auf die Spätphase der Handpapierfabrikation bis zur großindustriellen Holzschliff-, Zellulose-, Papier- und Kartonfabrikation der Gegenwart. Der Südwesten Deutschlands bildet dabei den Bezugsrahmen, zumal dieser seit dem frühen 19. Jahrhundert innerhalb der deutschen Papierindustrie eine besondere Bedeutung erlangte. In der Sammlung befinden sich: rund 300 Pläne und Zeichnungen aus dem Nachlaß Voelters aus den Jahren 1847 bis 1868, wichtig als Quelle für die Frühgeschichte des Holzschliffs; das Archiv der Firma Gebr. Bellmer GmbH & Co. KG Maschinenfabrik in Niefern aus dem Zeitraum 1881 bis 1948; eine Langsiebmaschine, die zwischen 1873 und 1987 in Betrieb war.

Deutsches Museum
Museumsinsel 1
8000 München 22
Telephon: 089/2179-1
Fax: 089/2179-324
Museumsdirektor:
Dr. Otto Mayr
Leiter der Abteilung Papier:
Lutz Michel
Träger: gemeinsames Finanzabkommen Land Bayern/Bund
Gründung: 1905, Eröffnung: 1925; Eröffnung der Abteilung Papier: 1981
Öffnungszeiten: täglich 9–17 Uhr
Vorführungen: Handschöpfen täglich, Versuchspapiermaschine mehrmals wöchentlich
Führungen/Vorträge und andere Veranstaltungen: siehe Programm

Die Abteilung Papier umfaßt drei Bereiche:
1. Zeit des handgeschöpften Papiers
2. Das 19. Jahrhundert – Beginn der industriellen Papiererzeugung
3. Moderne Papierherstellung.
Zu 1: Eine japanische Papiermacherwerkstatt macht den Gegensatz zur europäischen (andere Faser, unterschiedliche Herstellung) deutlich. Ein Diorama zeigt den Arbeitsablauf in einer europäischen Papiermühle. Originale Geräte sind: ein Lumpenschneider um 1800, Teile eines Stampfwerkes aus dem 16. Jahrhundert, ein Holländer von 1845, eine Papierpresse aus dem 17. Jahrhundert.
Zu 2: Die revolutionären Neuerungen im 19. Jahrhundert werden behandelt: neue Fasermaterialien, Leimmittel, Hilfsstoffe, Rationalisierung. Zu sehen sind das Modell der ersten Papiermaschine von Robert, eine französische Langsiebmaschine von 1820, der kleine Handschleifapparat, mit dem Keller 1843 seine Versuche zur Holzschliffherstellung durchgeführt hat, das Modell einer Holzschleiferei, Kollergang, Holländer, Kalander, Querschneider, eine kleine Sammlung von Prüfgeräten vom Ende des 19. Jahrhunderts.
Zu 3: Die Ergebnisse der großen Umwälzungen des 19. Jahrhunderts werden gezeigt. Publikumswirksam die funktionsfähige Versuchspapiermaschine.

Plögersche Papiermühle
3284 Schieder-Schwalenberg 1
Telephon: 05282/458
Ansprechpartner:
Hartmut Plöger
Alte Papiermühle mit vielen Sehenswürdigkeiten, mit kleiner Papiermaschine, Presse, Kollergang, zwei Steinholländern.

Weitere Papiermuseen in der DDR:

Heimatmuseum Bad Düben
DDR 7282 Bad Düben
Kleine Papiermacherei-Ausstellung.

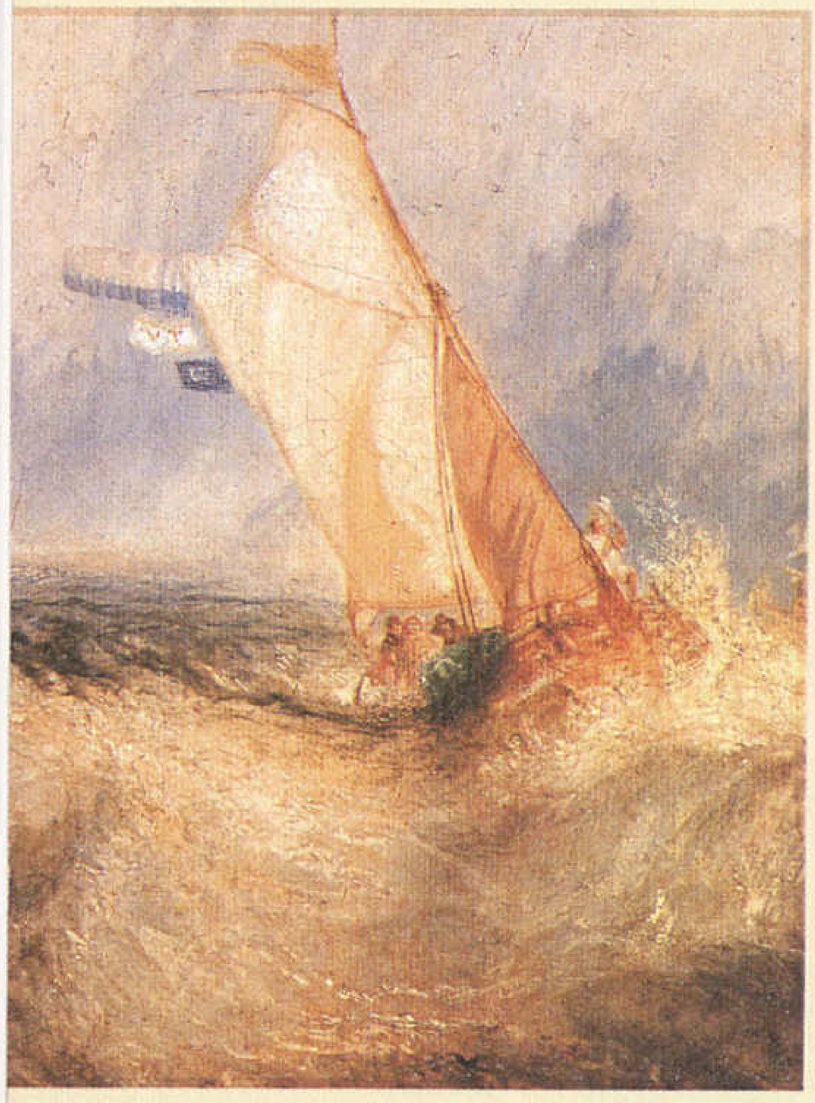
Neumann Mühle Ottendorf
DDR 8301 Ottendorf bei Bad Schandau
Alte Sägemühle mit primitiver Holzschleiferei.

Heimatmuseum Schleusingen
DDR 6056 Schleusingen
Ausstellung alter Papiermacherwerkzeuge. Historische Papiermaschine.

Dreimal wöchentlich ist im Deutschen Museum die sieben Meter lange Vorführ-Papiermaschine der Firma Escher-Wyss, Ravensburg, in Betrieb. Pro Minute werden etwa zwei Meter einer 25 Zentimeter breiten Papierbahn hergestellt. (Foto: Deutsches Museum)

GANZ RAUH.

FÜHLEN SIE MAL.



RÖMERTURM hat feinste Papiere.
Naturpapiere, die sich gut anfühlen.
Glatt und strukturiert, griffig.
Hochweiß-brillant und in subtilen
farbigen Nuancen.
Feines Papier für ein feines Image.
Für klare Information und Botschaften
mit Zwischentönen.
Für die Kommunikation Ihrer Ideen.
Immer, wenn excellente Typographie
und sensible Grafik, wenn starke Bilder
ausgezeichnet gedruckt werden –
gutes Papier muß her.
Dann lohnt es sich, die Augen weit
aufzumachen. Zu sehen und zu fühlen.
Damit der Sturm richtig stürmt, und die
Gischt richtig spritzt.

DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN * BIBLIOTHEK *

RÖMERTURM
FEINSTPAPIER

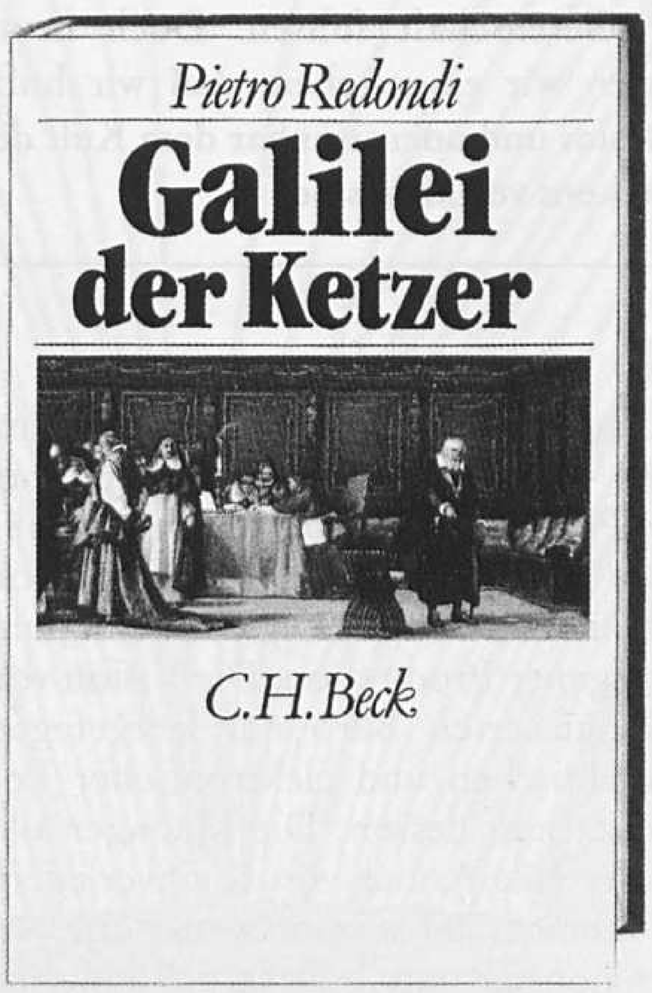
RÖMERTURM Poensgen & Heyer, Zentrale: Alfred-Nobel-Straße 19, 5020 Frechen bei Köln, Telefon 02234/59061-65, Fax 02234/22

C·H·BECK C·H·BECK C·H·BECK C·H·BECK

Geschichte Wissenschaft Politik

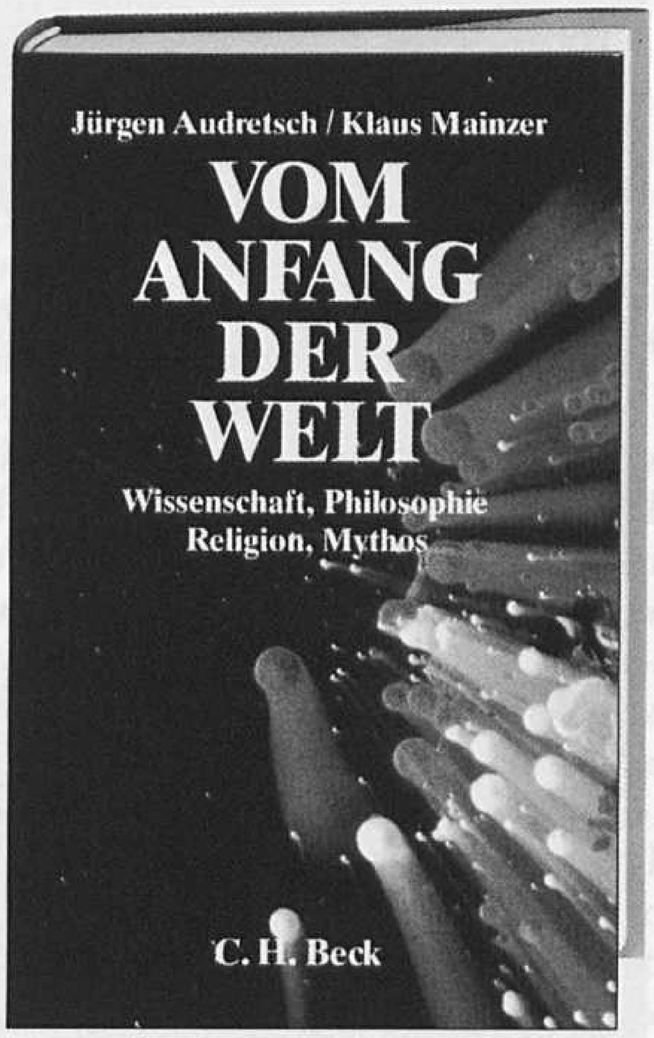
Anhand bisher unveröffentlichter Archivmaterialien demonstrieren die Autoren, wie Kernforschung und Mikroelektronik zunehmend von ökonomischen, militärischen und politischen Interessen bestimmt wurden. Eine hochbrisante und politische Studie, die, frei von aller Polemik, die jüngste Technologiegeschichte klar vor Augen führt.

1989. 265 S. Br. DM 39,80



Dreihundertfünfzig Jahre nach der Verurteilung Galileis entdeckt Redondi in den Archiven der Inquisitionsbehörden ein versteckt-gehaltenes Dokument. Dieser sensationelle Fund dokumentiert, daß Galilei offiziell wegen seiner Sympathie für die Lehren des Kopernikus angeklagt wurde, um ihn vor der Überführung der Ketzerei und dem sicheren Todesurteil zu retten.

Aus dem Italienischen von Ulrich Hausmann.
1989. 432 S. mit 19 Abb. auf Tafeln.
Ln. DM 48,–



In diesem Buch diskutieren Astronomen, Physiker, Philosophen und Theologen anschaulich und lebendig aktuelle und neueste Forschungsergebnisse zum Thema der physikalischen Weltentstehung und konfrontieren sie mit alten und neuen Fragen der weltanschaulichen und religiösen Deutung.

1989. 228 S. mit 52 Abb.
Geb. DM 39,80

Verlag C.H.Beck

DIE WUNDERSAME VERMEHRUNG DES PAPIERS

Edward Tenner

Deutsch von Karl-Heinz Siber

Vor einem Jahrzehnt glaubte man noch, die Computer würden uns in eine papierlose Gesellschaft führen. Doch heute müssen wir eingestehen, daß wir hoffnungslos und unentrinnbar dem Kult des Druckens verfallen sind.

Schlechte Nachrichten für die Bäume. Die neuen Informationstechniken sollten uns, so hieß es, des Papiers entwöhnen. Aber wir klammern uns mit Leidenschaft ans Papier. Das papierlose Büro, die Bibliothek ohne Bücher, die ungedruckte Zeitung, die banknotenlose, schecklose Gesellschaft – sie alle sind denselben Weg gegangen wie die drehbare Verankerung für das Empire State Building, der private Hubschrauberlandeplatz im Hinterhof, das atomkraftgetriebene Cabrio und die auf ein Vitaminpräparat reduzierte Mahlzeit. Das goldene Zeitalter der Mikroelektronik entpuppt sich als ein weiteres Jahrhundert der Zellulose.

Futuristen haben Papier nie gemocht, außer vielleicht in Form von Produkten, die niemand haben wollte, wie Wegwerf-Unterwäsche. Ein französisches Satiriker-Tandem prophezeite schon 1895, der Plattenspieler werde „das Aus für das Buch" bringen. Jules Verne erklärte um die Jahrhundertwende, er bezweifle, ob es in 50 oder 100 Jahren noch Romane oder Gedichte geben werde. Und Marshall McLuhan verbreitete in den 60er Jahren unseres Jahrhunderts die Vorstellung, die Gutenberg-Galaxis werde zu einem Schwarzen Loch kollabieren.

Die Sucht nach Papier

Die Hersteller von Computersoftware pflegten ein ähnlich distanziertes Verhältnis zum Papier. Bis vor nicht langer Zeit betrachteten sie Drucker als uninteressante Zubehörteile. Als IBM 1981 seinen Ur-PC auf den Markt brachte, hielt der Elektronikriese es nicht für nötig, dazu einen eigenen Drucker anzubieten. Aber das Papier, ausnahmsweise einmal nicht geduldig, schlug zurück: Die Papierpreise begannen zu steigen, desgleichen die Aktien von Papierfabriken und Bürobedarfsherstellern. Im Juli 1986 verzeichnete die Firma General Binding einen Anstieg der Reinerträge um 62,5 Prozent gegenüber dem Juli 1985. IBMs erster Druckerlieferant, Epson, verkauft heute mit Erfolg Kleincomputer aus eigener Produktion. Die Vision vom automatisierten Büro mit leergefegten Schreibtischen und elektronischer Post ist out. Statt dessen: Die Manager aller Länder eine Armee von Kleinverlegern, die miteinander darum wetteifern, wer die schönsten mittels Desktop Publishing und grafikfähigen Druckern erstellten Geschäftsberichte verteilt.

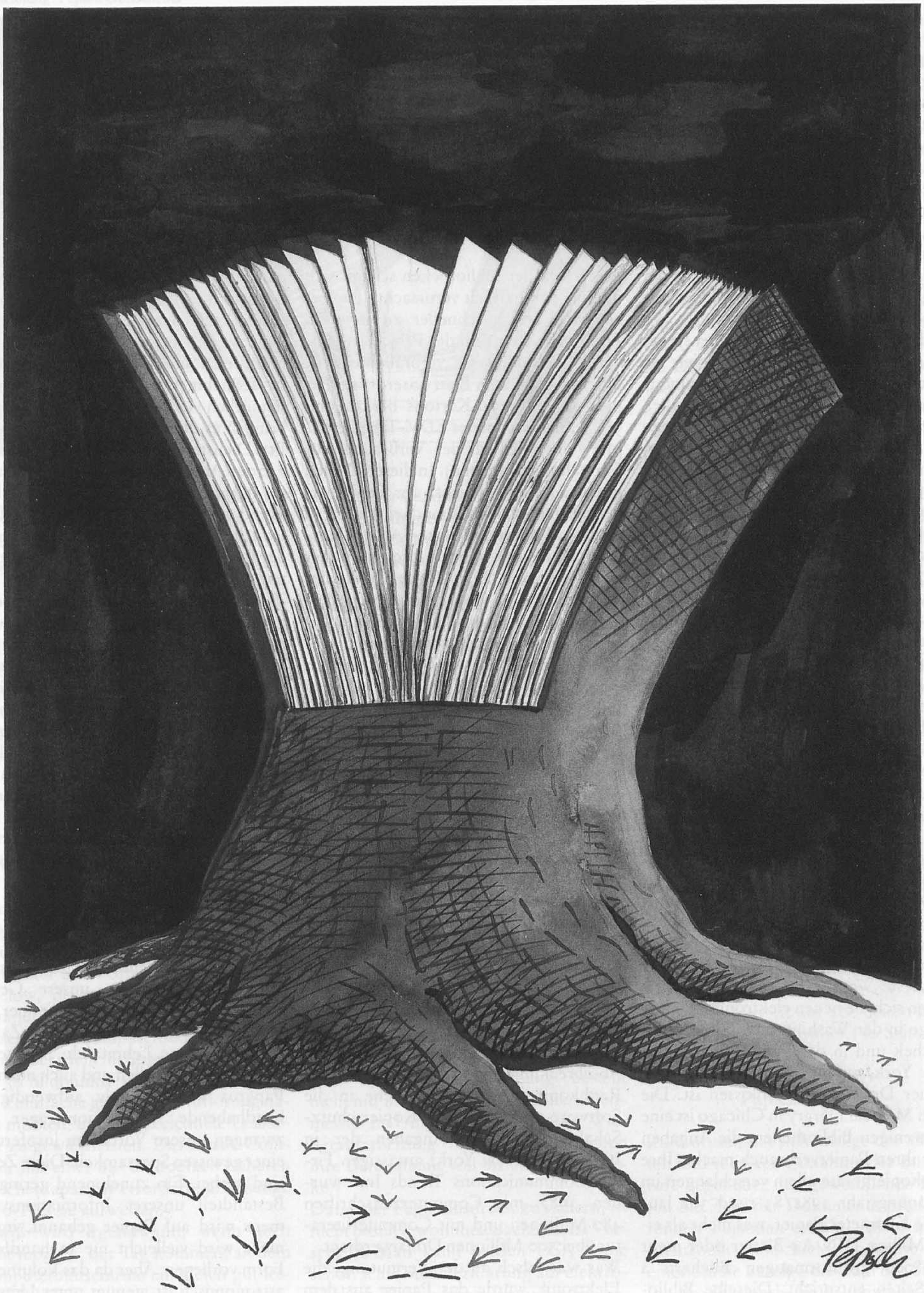
Die Zahlen sprechen für sich: Zwischen 1959 und 1986 erhöhte sich in den USA der Verbrauch von Schreib- und Druckpapieren von 6,83 auf 21,99 Millionen Tonnen, also um 320 Prozent, das Bruttosozialprodukt dagegen nur um 280 Prozent. Nach Schätzungen einer Fachzeitschrift für Archivare wuchs zwischen 1981 und 1984 der US-weite Verbrauch von Büro-Schreibpapier von 850 Milliarden auf 1,4 Billionen Blatt. 1986 lag allein der Verbrauch an hochwertigen Schreibpapieren in den USA bei rund 2,17 Millionen Tonnen. Und zwischen 1986 und 1990 dürfte sich die jährliche Gesamtmenge bedruckten Papiers noch einmal von 2,5 auf vielleicht 4 Billionen Blatt erhöhen. Deutsche Frachter, die in den USA Mercedesse und BMWs oder Heidelberger Druckmaschinen entladen, nehmen auf der Rückreise recyclingfähiges Altpapier mit – endlich wieder einmal ein Exportschlager für die US-Wirtschaft.

Zwischen 1936 und 1986 wuchs das Volumen der von U. S. Mail beförderten Post von 80 auf 146 Milliarden Stück pro Jahr, und Prognosen gehen von einer Steigerung auf 170 Milliarden Stück im Jahr 1990 aus. In Manhatten, wo das Postaufkommen gegenwärtig um jährlich zehn Prozent ansteigt, plant die Postverwaltung den Bau einer 200 Millionen Dollar teuren Sortieranlage für die gute alte Briefpost. Derweil kann keines der zwischen zehn und zwanzig kommerziellen amerikanischen Electronic-Mail-Netze mehr als 30000 Abonnenten vorweisen.

Immer mehr Druckerzeugnisse

Der Ausstoß an Zeitungen und Zeitschriften erreichte im Sommer 1987 eine Höhe, die einer vollständigen Ausschöpfung der vorhandenen Druck-Kapazitäten entsprach (Steigerung gegenüber 1986: von 11,9 auf 12,2 Millionen Tonnen). Steigende Preise und Investitionspläne für eine 10prozentige Erhöhung der inländischen Druck-Kapazität innerhalb der nächsten drei Jahre waren die logische Folge. An einem einzigen Zeitungskiosk im PanAm-Gebäude in New York werden 2500 verschiedene Zeitungen und Zeitschriften vorrätig gehalten, und laut einem Geschäftsbericht des Verlegerverbands wuchs die Zahl der angebotenen Titel von 1986 auf 1987 um 265. Die Information Industry Association, ein Verband, dem neben vielen Printmedien auch die meisten führenden Datenbankdienste angehören, informiert seine Mitgliedsfirmen mittels eines wöchentlich verschickten Rundschreibens und nicht etwa per On-line-Kommunikation.

Im täglichen Überweisungsverkehr hat das Sparbuch zwar längst ausgedient, aber an seine Stelle sind gedruckte Kontoauszüge getreten, die dem Kunden



Zeichnung: Pepsch Gottscheber

monatlich oder in kürzeren Abständen zugeschickt werden. Noch wollen die meisten Verbraucher nichts von der Möglichkeit der elektronischen Kontoführung vom heimischen Computer aus wissen, wie verschiedene Banken und Börsenmaklerfirmen sie seit Beginn der 80er Jahre anpreisen. Der altmodische Scheck ist nicht totzukriegen. Amerikanische Banken gaben nach Auskunft eines Mitarbeiters des Federal Reserve Board 1985 40 bis 45 Milliarden Scheckvordrucke aus; das war das 66fache der Zahl elektronisch getätigter Überweisungen.

Kreditkarten sind aus Plastik, aber sie gehen einher mit jeder Menge Papier: ein Durchschlag für das Kreditkartenunternehmen, einer für den Rechnungssteller, einer oder zwei für den Kunden, dazu drei oder vier Blatt Durchschreibpapier, ein monatlicher, per Post zugestellter Kontoauszug und womöglich ein Scheck. Der Bankomat wird von den meisten Kunden ausschließlich zur Bargeldabhebung genutzt. Neuere Modelle verfügen über bis zu sechs Schächte für die verschiedenen auszugebenden Scheine (von der 1-Dollar- bis zur 50-Dollar-Note); jeder Schacht kann mit bis zu 3000 Banknoten bestückt werden, was zusammen einen Geldbetrag von 528 000 Dollar ergibt. 1986 lag die Zahl der Bankomat-Abhebungen bei 4,4 Milliarden. Nach Schätzungen des Federal Reserve Board sind weltweit Dollarnoten im Nennwert von 135 Milliarden Dollar im Umlauf.

Nichts als Papier

Selbst dort, wo die papierlose Zukunft angeblich zuallererst Einzug halten soll, in den wissenschaftlichen Bibliotheken, verlangen die Kunden nach wie vor handfeste Ware. Großer Beliebtheit erfreuen sich die neuen elektronischen Kataloge in der Washingtoner Kongreßbibliothek und in der Public Library von New York, wo an jeden Bildschirm ein kleiner Drucker angeschlossen ist. Die Rush Medical Library in Chicago ist eine der wenigen Bibliotheken, die Angaben über ihren Papierverbrauch macht: Ihre Fotokopiergeräte allein verschlangen im Rechnungsjahr 1982/83 rund 302 laufende Kilometer Papier, was mehr als einer Million DIN-A4-Blätter oder mehr als 8000 großformatigen Büchern à 300 Seiten entspricht. Dieselbe Bibliothek verbrauchte in der ersten Hälfte der 80er Jahre weitere 160 Laufkilometer Papier für ihre diversen Computer-Drucker. Wie ihr Direktor dazu anmerkte: „Viele Bibliotheken fungieren inzwischen als Druckereien für elektronisch gespeicherte Information und als Vervielfältigungsanstalten für gedruckte Texte."

Gefräßige Computer

Außerhalb der Bibliotheken scheint sich der wissenschaftlich verursachte Papierverbrauch noch schneller zu steigern. Das Rechenzentrum der Princeton University beispielsweise verbrauchte 1986 über 5,5 Millionen Blatt Laserdruck-Papier, ferner 3794 Kartons breites und 936 Kartons schmales EDV-Tabellierpapier (einschließlich des Verbrauchs für Verwaltungsaufgaben). In diesen Zahlen noch nicht enthalten ist der Papierverbrauch der auf dem Campus eingesetzten privaten Computerdrucker. An der Harvard University werden pro Jahr über 22,5 Millionen Blatt Papier bedruckt, wiederum ohne Berücksichtigung dessen, was Lehrpersonal und Studenten auf ihren privaten Geräten ausdrucken.

Es ist kein Wunder, daß Leute, die das Arbeiten mit dem Computer erlernen möchten, auf das gute alte Handbuch als Lehrmittel nicht verzichten wollen. Die Firma IBM dürfte schon vor zehn Jahren, als sie noch gar nicht daran dachte, Mikrocomputer auf den Markt zu bringen, allein dank ihres Outputs an Dokumentationen und Handbüchern zu den größten Verlagshäusern der Welt gehört haben. Heute liefert IBM mit jedem verkauften Exemplar seines neuen PC-Betriebssystems PS/2 zwei jeweils 15- bis 20bändige Dokumentationen aus. Handbücher und Verpackung sind bei fast allen Softwareprodukten die gewichtigsten Kostenfaktoren. Die Mühe, die es bereitet, Handbücher zu fotokopieren, ist womöglich ein wirksameres Abschreckungsmittel gegen Software-Raubkopierer als irgendwelche in die Software eingebauten Kopierschutz-Schaltungen. Nach Angaben der in Larchmont (New York) ansässigen Firma Communications Trends Inc. wurden 1987 mit Computerzeitschriften 480 Millionen und mit Computerliteratur über 300 Millionen Dollar verdient.

Was war falsch an der Vermutung, die Elektronik würde das Papier aus dem Feld schlagen? Weshalb sah niemand voraus, daß der Mikrochip das beste sein würde, was der Papierindustrie passieren konnte, seit unsere Vorfahren sich von den Vorzügen des Papiergeldes überzeugen ließen. Ein Grund könnte sein, daß es mit der angeblichen Fortschrittsbesessenheit der Amerikaner gar nicht so weit her ist, wie sie es sich selbst gern einbilden. Das Scheitern der Umstellung auf metrische Maßsysteme hat dies gezeigt. In den USA ist beispielsweise noch nicht mit der Installierung eines landesweiten Bildschirmtext-Systems wie des britischen Prestel oder des französischen Minitel begonnen worden. Während es in Frankreich an die drei Millionen Minitel-Teilnehmer gibt, die das Gerät durchschnittlich vier Minuten pro Tag nutzen, bringen es die in den USA angebotenen Btx-Dienste zusammen gerade auf rund 750 000 Abonnenten. Aber auch in Europa zeichnet sich, soweit man sieht, kein Trend weg vom Papier ab. Man darf getrost behaupten, daß mindestens einige der Propheten des elektronischen Zeitalters etlichen Irrtümern erlegen sind.

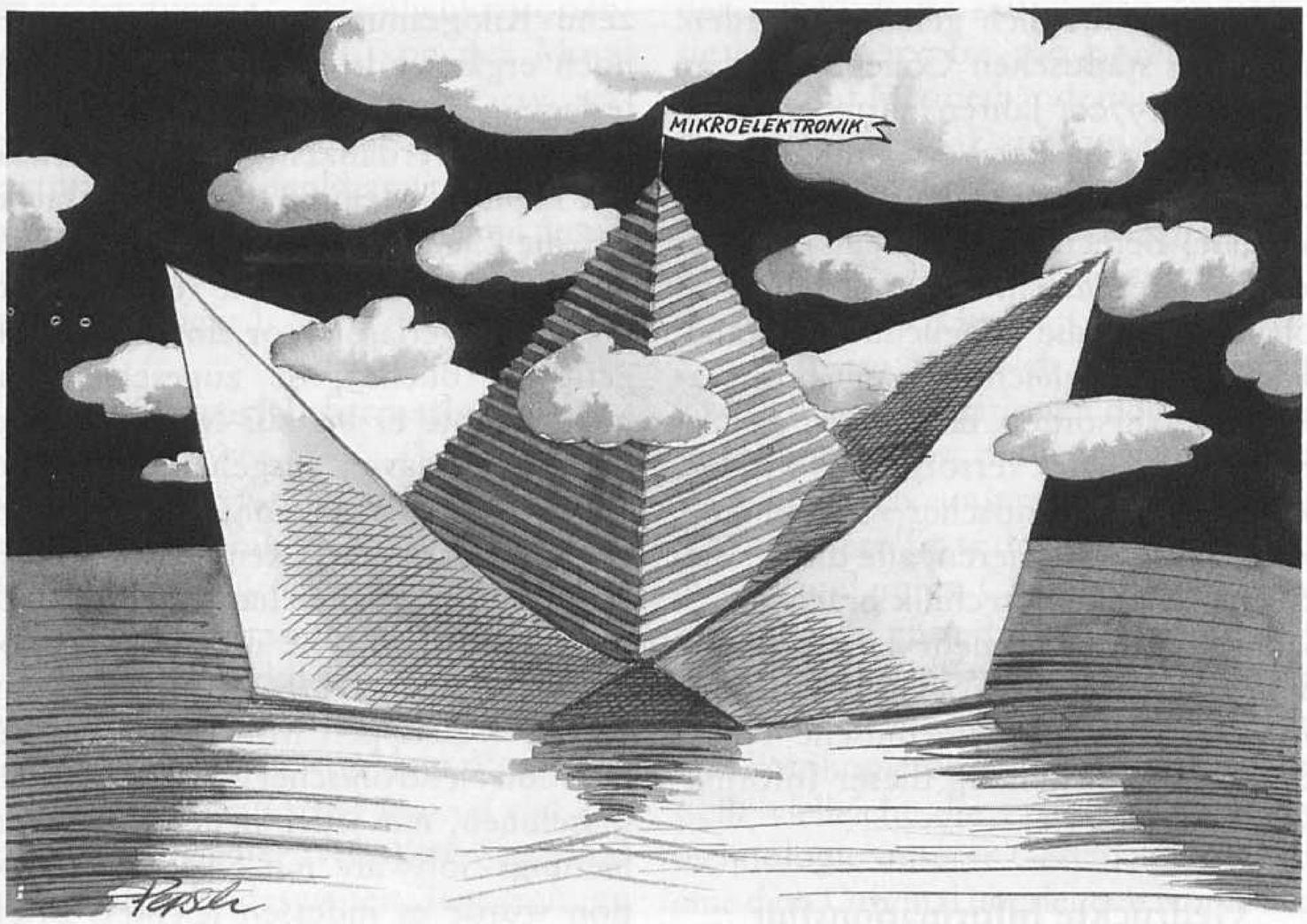
Zunächst einmal haben sie wohl ihre eigenen Ideen von einer Informationsexplosion nicht ernst genug genommen. Sie dachten sich das gesellschaftliche Informationsvolumen als eine fixe Größe und sahen in der elektronischen Information nichts weiter als einen Ersatz für die auf Papier gespeicherte. In Wirklichkeit ist etwas anderes eingetreten. In Computern (und auf Mikrofilm) werden heute weitaus mehr Informationen aufbewahrt als es früher möglich war, und in unglaublich kompakter Form gespeichert.

Gespeichertes Wissen

Wahrscheinlich gehört die Zahl der Informations-Bytes, die unsere Gesellschaft, in welcher Form auch immer, gespeichert hält, zu den größten Zahlen unter der Sonne. Lehmtafeln, Steinscheiben, Pergamentrollen und auch noch das Papyrus waren relativ aufwendig zu handhabende Informationsträger und zwangen unsere Vorfahren insofern zu einer gewissen Sparsamkeit. Diese Zeiten sind vorbei. Ein zunehmend geringerer Bestandteil unseres Informationsvolumens wird auf Papier gebannt, immer mehr wird vielleicht nie in handfester Form vorliegen. Aber da das Volumen so astronomisch ist, genügt unter Umstän-

WUNDERSAME VERMEHRUNG

Zeichnung: Pepsch Gottscheber



den schon die einmalige Reproduktion eines kleinen Teils davon, um den Ausstoß an bedrucktem Papier merklich zu steigern. Selbst Ithiel de Sola Pool, der 1983 in *Technologies of Freedom* das Papier als ein „Luxusmedium" abtat, räumt ein, daß „der Einsatz von Papier zu Zwecken der optischen Darstellung, des Lesens und des Arbeitens zunehmen könnte". Und Paul Saffo vom Institute for the Future im kalifornischen Menlo Park sprach 1987 in der Julinummer von *Personal Computing* die Erkenntnis aus, daß Papier ein „Interface" sei.

Schwer lesbare Computer

Zum zweiten sprechen gute Gründe dafür, Informationen zu Papier zu bringen. Beim Ablesen vom Bildschirm sinkt nach Angaben von Betriebspsychologen die Lesegeschwindigkeit um 20 bis 30 Prozent unter den normalen Wert. Charles Bigelow, preisgekrönter Designer von Computerschriften, hat darauf hingewiesen, daß Computerbildschirme eine gegenüber dem heutigen Standard (24 bis 30 Bildpunkte pro Zentimeter) um das Zehnfache gesteigerte Auflösung haben müßten, um ausgezeichnete Lesbarkeit zu gewährleisten. Das würde Computer mit einer 64- bis 100fach höheren Speicherkapazität erfordern, als heutige Büro-PCs sie aufweisen.

Gewiß wird irgendwann, wenn auch nicht morgen, der Tag kommen, an dem Computerbildschirme ein gleich gut lesbares Bild liefern werden wie Druckwerke mittlerer Qualität; aber dann wird Papier noch immer das sicherere Medium sein. Eine auf billigstem Papier gedruckte Zeitung wird, so sehr sie dem Verfall geweiht sein mag, normalerweise mindestens einige Jahrzehnte überdauern, während das Gedächtnis eines Computers durch einen von einem defekten Ventilator ausgelösten Kurzschluß binnen einer Sekunde vollständig ausradiert werden kann. Für einen organisierten Betrieb ist das kein Problem: Er sorgt dafür, daß alle wichtigen Daten auf Datenträger kopiert und möglichst bombensicher gelagert werden. (Als narrensicher erweist sich auch das nicht: Wichtige Unterlagen der Open University von Großbritannien, auf Magnetband gespeichert, gingen vor kurzem in Rauch auf, als in einem provisorischen Zwischenlager Feuer ausbrach.) Für persönliche Datenbestände besteht unter Umständen kein solcher Schutz. Je mehr Arbeiten am Bildschirm erledigt werden, desto größer dürfte der Bedarf an Sicherungskopien auf Papier werden, desto größer auch die Menge der zu sichernden Informationen. Dieser Zusammenhang besteht nicht nur in den USA. Die Japaner, Weltmeister im Umgang mit (und in der Wiederaufarbeitung von) Papier, pfropfen ihre Büros damit voll bis unter die Decke.

Daten per Papierausdruck zu sichern, ist nicht bloß Gewohnheitssache. Es ist Vorschrift. Man kann in den USA heute schon seine Steuererklärung auf elektronischem Weg abgeben, wenn der Steuerberater mit einer vom Finanzamt zugelassenen Software arbeitet – und wird dafür unter Umständen mit einer frühzeitigen Steuererstattung belohnt –, aber man muß trotzdem ein schriftliches Exemplar nachreichen. Kein Amt kann jemandem eine elektronische Vorladung zu- oder eine elektronische Geburtsurkunde ausstellen. Erlaubnisscheine, Pässe, Versicherungsscheine, Verträge, Wertpapiere – die Gesetze verlangen in allen diesen Fällen zwingend papierene Dokumente, zu deren Zerstörung immerhin mehr als eine Strom-Überspannung und zu deren Fälschung mehr als die Kenntnis eines Paßworts erforderlich ist. Die Banken schickten sich einst an, von eingelösten Schecks nur noch Mikrofilm-Kopien aufzubewahren und die papierenen Originale zu vernichten, doch die meisten sind davon wieder abgekommen.

Je wichtiger eine Transaktion ist, desto aufwendiger der zu ihrer Abwicklung erforderliche Papierkrieg; dies erscheint nur logisch. Norman Augustine, geschäftsführender Direktor von Martin Marietta, verweist auf die interne Schätzung eines anderen Flugzeugherstellers, wonach 27 Prozent der Kosten jedes neuen Militärjets, der das Werk verläßt, auf Papier entfallen. Die US-Bundesgesetze und Verordnungen, die militärische Beschaffungen regeln, füllen laut Augustine 350 Regalmeter. Ein Bewerber um den Auftrag für das Transportflugzeug C-5A reichte ein Angebot ein, das sich über 1 466 346 Blatt Papier im Gewicht von 11 306 Kilogramm erstreckte. Die amerikanische Bundesfinanzbehörde IRS, die den Auftrag hat, ein 800seitiges Steuervereinfachungsgesetz in die Praxis umzusetzen, hat einen 40köpfigen Arbeitsstab eingesetzt, der nichts anderes tut, als neue Formulare zu entwerfen. Der offizielle Leitfaden für die Steuererklärung 1987 ist auf 200 Seiten angewachsen, während früher 150 Seiten das Maximum waren.

Papier im Büro

Zum dritten hat sich infolge der absoluten und relativen Zunahme der Büroberufe gegenüber den gewerblichen Berufen die Zahl der Dokumente produzierenden Personen erhöht. Allein in der Elektronik- und Elektroindustrie sank einer Studie zufolge die Zahl der Stellen im Produktionsbereich zwischen 1984

und 1986 von 1,35 auf 1,24 Millionen, während zugleich die Zahl der Bürotätigkeiten ausübenden Mitarbeiter von 854000 auf 919000 anwuchs. Selbst wenn sich der Papierausstoß pro Kopf nicht verändert haben sollte, ist ein Mehr an Angestellten gleichbedeutend mit einem höheren Papierverbrauch.

Diese neu hinzugekommenen Bürotätigkeiten beinhalten indes unterschiedliche Varianten des Papierverbrauchs, was etwas mit Computern einerseits und mit Fotokopierern andererseits zu tun hat. Als die Firma Xerox 1969 ihren Trockenkopierer 914 einführte, schätzte eine der bedeutendsten amerikanischen Wirtschaftsberaterfirmen den landesweiten Gesamtbedarf an diesen Geräten auf maximal 5000. Die Firma rechnete wohl nicht damit, daß Mitarbeiter die durch den Fotokopierer eröffnete Chance nutzen würden, sich durch Anlegen eines persönlichen Archivs unabhängig von den Diensten anderer zu machen und/oder ihre Daten und Auffassungen mit einer praktisch unbeschränkten Zahl von Kollegen zu teilen.

In den Zeiten des Kohlepapiers konnte es eine mühselige Aufgabe sein, ein Schriftstück mit mehr als zwei Durchschlägen zu erstellen. Ein Dokument konnte gleichzeitig an allerhöchstens sieben oder acht Personen verteilt werden, wenn sich nicht jemand der Mühe unterzog – und mühevoll genug war es –, Duplikate anzufertigen. Dies war ein Faktor, der dazu führte, daß Verteilerlisten so kurz wie möglich gehalten wurden. An einem städtischen College, an dem ich in den 1970er Jahren lehrte, erhielten sechs Mitglieder der Verwaltung je eine Kopie des mir vom Dekan ausgestellten Schlüssel-Berechtigungsscheins – der Fotokopierer machte es möglich. Und sobald einmal die Möglichkeit bestand, viele Personen gleichzeitig mit Informationen zu versorgen, erwarteten die Betreffenden auch, versorgt zu werden. Sortierer, automatischer Blatteinzug, doppelseitiges Kopieren, alle diese Fortschritte der Kopiertechnik brachen sich Bahn, weil immer mehr Leute an immer mehr Informationen teilzuhaben wünschten und jede technische Neuerung die Bereitstellung dieser Informationen erleichterte.

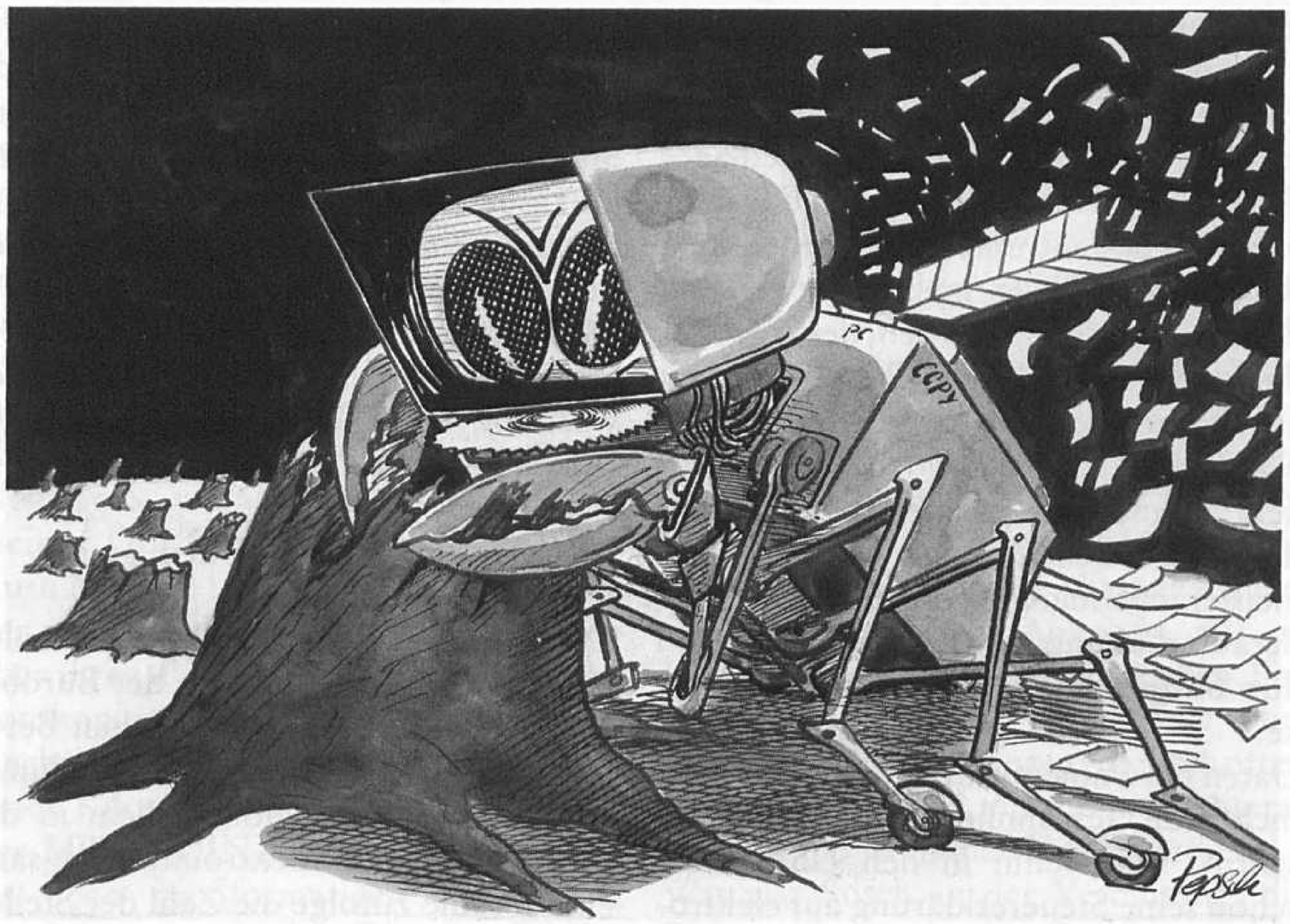
Gedruckte Informationsflut

Das Resultat: Sowohl im Geschäftsleben als auch in der Verwaltung ist Zugang zu Informationen faktisch gleichbedeutend mit der Verteilung von Papier. Wie das *Wall Street Journal* unter Berufung auf eine Studie der Zeitschrift *Personnel Journal* meldete, befassen sich Büroangestellte in bis zu 70 Prozent ihrer Arbeitszeit mit Geschriebenem. In Fairfax County (Virginia), wo sich Wohnsiedlungen mit Vorortcharakter immer mehr ausbreiten, wiegt die an jedes Mitglied des Kreisverwaltungsausschusses ausgegebene Mappe mit den Sitzungsterminen und -vorlagen für den kommenden Monat bis zu zehn Kilogramm, und dazu kommen noch ergänzende und erläuternde Unterlagen.

Schließlich verdanken wir die gegenwärtige Papierschwemme auch der Tatsache, daß die Elektronik den Unterschied zwischen Original und Kopie verwischt hat. Wenn ein Verlagslektor ein einwandfrei getipptes Buchexposé zugeschickt erhielt, konnte er bis zur Mitte der 70er Jahre noch davon ausgehen, daß außer ihm höchstens noch einige wenige andere Adressaten ein Exemplar desselben Manuskripts erhalten hatten. Kein Autor hätte sich der Mühe unterzogen, bloß auf Verdacht ein Dutzend oder mehr Anschreiben zu tippen. Mit jeder neuen Generation elektronischer Speicherschreibmaschinen, mit jeder neuen Textverarbeitungs-Software mit Serienbrieffunktion wurde es indessen leichter, Briefe flächendeckend zu verschicken. Im Zeitalter des Laserdrucks wird die Unterscheidung zwischen Original und Duplikat wohl bald nur noch eine akademische Übung sein. Das signalisiert für die nähere Zukunft sicherlich ein Mehr an „persönlich" adressierten und getexteten Serienbriefen. Der neue Kult um den zigarrenförmigen 500-Mark-Füller und den handschriftlichen Geschäftsbrief stellt wahrscheinlich eine Reaktion auf die entwertete Authentizität des getippten Briefes dar.

Elektronik und Papier

Alle diese Veränderungen zeichnen sich durch ein gemeinsames Element aus: ein Anschwellen der Papierflut, nicht trotz der Elektronik, sondern ihretwegen. Leistungsstarke Mikroprozessoren haben superschnelle Computerdrucker möglich gemacht. Ein Laserdrucker neuester Bauart, für 4000 Mark zu haben, hat womöglich mehr Speicherkapazität als der ihn steuernde PC. Die Automatisierung des Freistempelns und der Briefsortierung hat die Post vor dem Zusammenbruch gerettet, und die automatische Zeichenerkennung per Scanner und Computer bewahrt die Banken davor, in einem Meer von Schecks zu ertrinken. Funktionierte die legendäre Xerox 914 noch elektromechanisch, so ist der neue Fotokopierer von McCormick (selbstverständlich mit Hochgeschwindigkeits-Blatteinzug und Sorter) im Grunde schon eine Kombination aus Kamera und Computer. Die postalischen Mas-



Zeichnung: Pepsch Gottscheber

senaussendungen öffentlichkeitsorientierter Organisationen, von der Moral Majority bis zur Audubon Society, wären ohne fortgeschrittene Computerunterstützung nicht denkbar. (1986 wurden in den USA Massendrucksachen in einer Gesamtauflage von 44,7 Milliarden Stück verschickt.)

Wegwerf-Information

Wir haben allen Grund zu der Annahme, daß die Elektronik im vor uns liegenden Jahrzehnt auf Druck und Papier keine strangulierende, sondern eine ähnlich stimulierende Wirkung ausüben wird wie bisher. Die Textübertragung via Satellit, die das Erscheinen von acht Regionalausgaben des *Wall Street Journal,* vier Regionalausgaben der *New York Times* und einer neuen landesweiten Tageszeitung *(USA Today)* ermöglicht, beschert jetzt dem amerikanischen Publikum auch eine zeitgleiche Simultanausgabe der Londoner *Financial Times.* Laserdrucker mit einer Druckqualität, die es mit dem Offsetdruck aufnehmen kann, werden womöglich bald für mittlere und kleine Unternehmen erschwinglich werden. Data-Quest Inc., ein im kalifornischen San José beheimatetes Marktforschungsunternehmen, schätzt, daß 1987 an die 250000 Desktop-Publishing-Programme verkauft wurden. Die Zahl der verkauften Telefax-Geräte lag 1986 allein in den USA bei 200000, und die Experten erwarten in diesem Marktsegment in den nächsten Jahren Zuwachsraten von 20 bis 30 Prozent jährlich.

Was ist von dem Versuch zu halten, mit dem Anlegen papierener Akten Schluß zu machen? Wie Pool selbst ausgeführt hat: „Wenn keine papierenen Unterlagen geführt werden, weil deren Lagerung und Verwaltung als zu teuer erachtet wird, kann jedesmal, wenn ein Dokument eingesehen werden muß, dieses aus dem elektronischen Dokumentenfundus abgerufen, neu ausgedruckt und der Ausdruck nach Gebrauch weggeworfen werden."

Das Tempo, in dem die Entwicklung der elektronischen Medien fortschreitet, wird dafür sorgen, daß die Bedeutung des Mediums Papier für die Speicherung von Daten weiter zunehmen wird. Der Nationale Forschungsrat der USA wies 1985 in einem Bericht darauf hin, daß es unrealistisch wäre, elektronisch gespeicherten Daten mehr als einen Bruchteil der Lebensdauer säurefreien Papiers – sie liegt bei 200 bis 300 Jahren – zuzutrauen. Auf Magnetbändern und Disketten gespeicherte Daten unterliegen einem langsamen, aber stetigen Zersetzungsprozeß, und im Prinzip gilt das wohl auch für die als Datenträger genutzte CompactDisc.

Papier ist im Vergleich dazu langlebig. Zukünftige Generationen oder Lebewesen können, selbst wenn sie weder unsere Sprache noch unsere Schrift beherrschen, unsere Texte doch wenigstens studieren und ihres Champollion harren. Wenn Papier zu zerbröseln beginnt, können wir die betreffenden Texte mikroverfilmen oder auf neues Papier kopieren. Das Fotokopieren gealterter Dokumente stellt vielleicht die erste Informationstechnologie unserer Geschichte dar, die eine dem Original überlegene Kopie hervorzubringen in der Lage ist. Selbst wenn bedrucktes Papier ins Abwasser gespült, verbrannt oder durch den Reißwolf gedreht wird, kann es mit genügender Ausdauer gelingen, den vernichteten Inhalt wieder lesbar zu machen, wie die Rekonstruktion der Akten der Teheraner US-Botschaft gezeigt hat.

Das Ende im Reißwolf

Was für ein gutes Zeugnis stellt der Reißwolf dem Papier aus, seiner Dauerhaftigkeit und Allgegenwart! Nach Angaben eines führenden Händlers, in dessen Vertriebsgebiet Washington liegt, erwirbt die US-Administration Jahr für Jahr mehrere tausend dieser Geräte, und auch die US-Privatwirtschaft gibt jährlich 60 Millionen Dollar für Reißwölfe aus. Das durch Oliver North zu unrühmlicher Prominenz gelangte Modell Intimus 007-S, das sich im Weißen Haus anhaltender Beliebtheit erfreut, kann pro Minute 60 Blatt Papier zu je 7500 Fetzen zerschroten, und der per Fließband zu fütternde Intimus 580E verschlingt ganze Loseblatt-Ordner von bis zu 8 Zentimetern Dicke. Auf Papier gespeicherte Daten lassen sich gegen Spione allemal sicherer abschirmen als die gesprochene oder die elektronisch gespeicherte Information; im Gegensatz zu den Wanzen, gegen die letztere anfällig ist, haben die Tierchen, die sich für Papier interessieren, die beruhigende Eigenschaft, verschwiegen zu sein.

In manchen Fällen setzen sich elektronische Medien tatsächlich gegen papierene durch. 90 Prozent des Wertpapierhandels werden in Form elektronischer Buchungen vorgenommen (dokumentarisch belegt freilich durch papierene Zertifikate, die riesige Aktenkeller füllen). Im Musikverlagswesen haben Cassettenrecorder und Fotokopierer zu einem Niedergang der Notenliteratur geführt, die ohnehin schon unter dem anhaltenden Popularitätsschwund des Klavierspielens und dem Aufstieg des Computers zum bürgerlichen Lerngerät par excellence gelitten hatte. Das Telefon droht dem persönlichen Brief den Garaus zu machen, interessanterweise aber nicht der Grußkarte. Aber im allgemeinen hat man den Eindruck, daß in unseren Büroetagen, Banken und Bibliotheken jene technisch überholten, platzfressenden, brennbaren Konvolute aus Zellulosefaser-Blättern (darunter diejenigen, in denen das Ende der Ära des gedruckten Wortes verkündet wird) für eine unbegrenzte Übergangsperiode ihren Platz behaupten werden. Wenn in der Sowjetunion der bislang strikt reglementierte Zugang zu Fotokopiergeräten freigegeben wird, dürfte dies das einschneidendste Ereignis in der Geschichte des Papiers seit Einführung des ermäßigten Portos für Drucksachen sein. Ehe wir unsere letzte Fichte fällen, werden wir sicherlich unser letztes Faß Öl raffinieren – zur Herstellung einer Tonne Papier benötigt man mindestens das hölzerne Äquivalent von 700 Kilo Petroleum. Der Computer hat den Bleistift aus unseren Büros verdrängt, uns aber ironischerweise statt dessen das Drucken gelehrt.

© 1988 Edward Tenner □

DER AUTOR

Edward Tenner, der früher in Harvard gelehrt hat, arbeitet heute als naturwissenschaftlicher Lektor beim Verlag Princeton University Press. Er ist Autor von *Tech Speak, or How to Talk High Tech* (Verlag Crown) und Autor zahlreicher Beiträge im *Harvard Magazine,* dem auch der vorliegende Essay, erschienen März/April 1988, entnommen ist.

DER ZEICHNER

Pepsch Gottscheber, geboren 1946 in Graz, lebt als freier Zeichner und Cartoonist in München.

GEORG-AGRICOLA-GESELLSCHAFT
zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V.

TECHNIKFÖRDERUNG IN DER ACADÉMIE DES SCIENCES

Hans-Peter Sang

Die Finanzierung wissenschaftlicher und technischer Großprojekte – sei es in der Weltraumfahrt, der Grundlagenforschung oder bei Problemen des Umweltschutzes – ist ohne staatliche Mittel überhaupt nicht denkbar. In der Förderung von Wissenschaft und Technik sieht der Staat heute eine für ihn lebenswichtige Aufgabe. Diese Idee ist nicht neu, aber die Art und Weise, wie man sie verwirklichen kann, hat sich im Laufe der Jahrhunderte sehr stark geändert.

Eine Möglichkeit, die dazu diente, im 17. und 18. Jahrhundert Technologien in eine bestimmte Richtung zu lenken, war die Errichtung einer Akademie. Vorbild für fast alle Akademiegründungen in Europa im 17. und 18. Jahrhundert war die Académie des Sciences in Paris. Im Jahre 1666 auf Initiative von Jean Baptiste Colbert gegründet, sollte sie eine Gesellschaft der Naturwissenschaften und Handwerke sein, die auf praktische Bedürfnisse ausgerichtet war. Colbert sah in der Académie ein Instrument, um die Naturwissenschaften und die Technik für die Wirtschaft im Rahmen der merkantilistischen Politik zu nutzen.

Der Französische König Ludwig XIV. und sein Minister Colbert besuchen die Académie des Sciences.

Unter dem Einfluß Colberts florierte die Académie. Ihm war es gelungen, von Anfang an eine Reihe bedeutender Wissenschaftler für die Académie zu gewinnen, so daß sie rasch zu Ansehen und Einfluß gelangen konnte. Zu ihnen gehörten unter anderen Huygens, Roemer und Mariotte.

Neben den rein wissenschaftlichen Aufgaben diente die Académie als Beratungsgremium des Königs. Die Mitglieder erstellten Gutachten über Erfindungen und Maschinen, da es der königlichen Verwaltung in den meisten Fällen unmöglich war zu entscheiden, ob eine eingereichte Arbeit von Nutzen war oder nicht. Das von der Académie des Sciences geprägte Gütezeichen „Approuvé par l'Académie" entschied schließlich über Erfolg oder Mißerfolg eines Produktes. Auf diese Weise konnten bestimmte Wirtschaftszweige gefördert werden oder andere sich nie richtig entwikkeln.

Eine größere Zäsur erfuhr die Académie im Jahre 1699. Nach dem Tode Colberts im Jahre 1683 war die Académie im Begriff, zur Bedeutungslosigkeit zu verfallen. Durch eine Reorganisation versuchte man, den Niedergang aufzuhalten. Erstmals erhielt die Académie ein Statut. Darin wurden die Erfahrungen der vergangenen dreißig Jahre berücksichtigt. Es wurden vier Mitgliederkategorien eingeführt, deren wichtigste die der Ordentlichen Mitglieder war, die ein Gehalt bezogen. Sowohl bei der Wahl als auch in vielen anderen Bereichen hatte der König ein starkes Mitspracherecht. Das führte aber auch – langfristig gesehen – zu Problemen.

Im Jahre 1720 entschied sich die Académie, auch nichtakademische Arbeiten zu prämiieren. Obwohl die Mitglieder sehen mußten, daß auch außerhalb der

Antoine Laurent de Lavoisier (1743–1794).

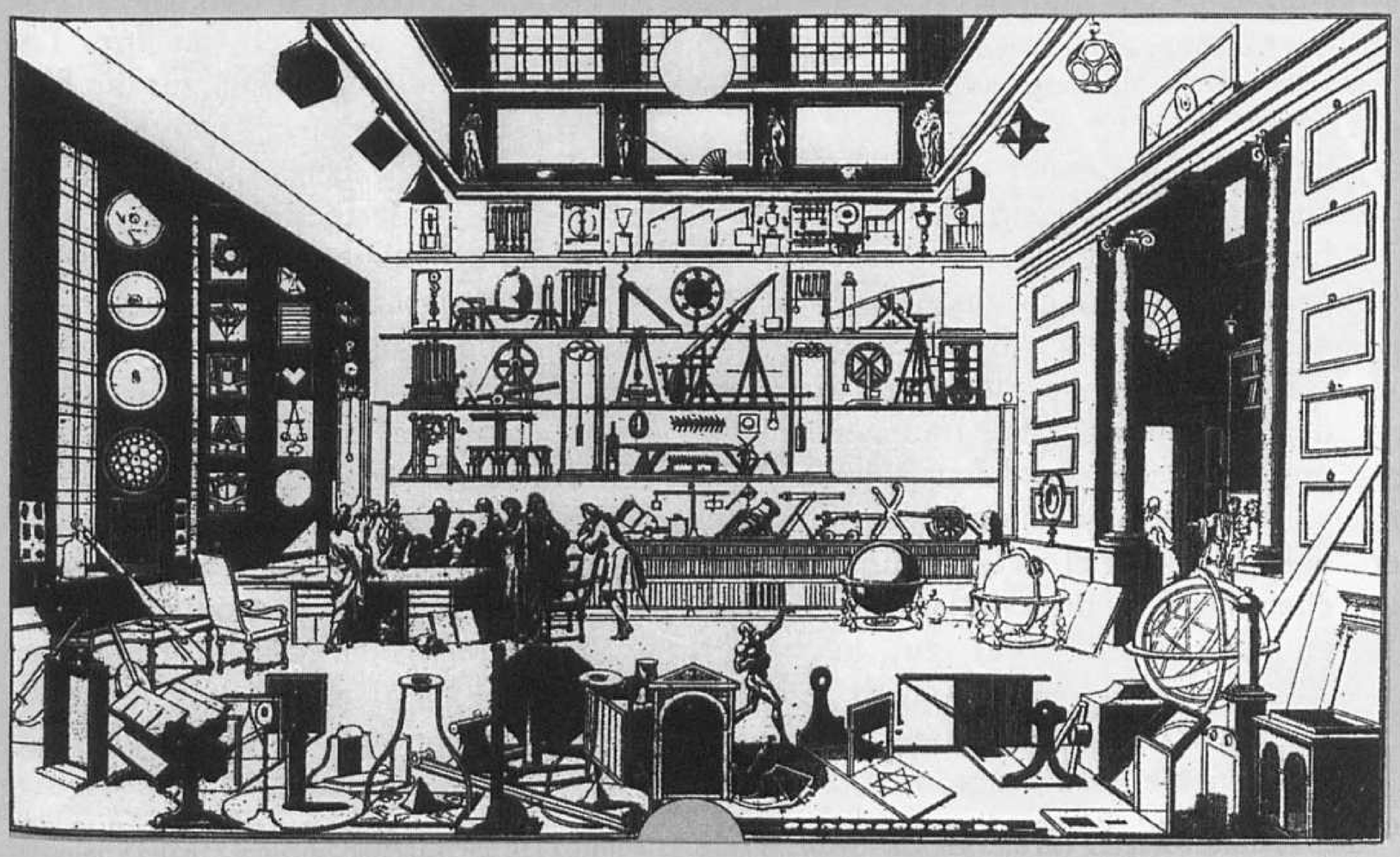
Académie gute Arbeit geleistet wurde, konnte man sich nicht durchringen, das von der Akademie erteilte „privilège" weiter zu fassen und damit auch der gegen Ende des 18. Jahrhunderts sich wandelnden politischen Situation gerecht zu werden. Es war deshalb ein zwangsläufiger Vorgang, daß mit dem Ausbruch der Französischen Revolution im Jahre 1789 auch die Académie des Sciences in das Kreuzfeuer der Kritik geriet.

Der Mann, der sich in der Zeit der Französischen Revolution in besonderem Maße mit den Geschicken und Ideen der Académie des Sciences identifizierte, war Antoine Laurent de Lavoisier. Er erkannte, daß der Hauptangriff auf die Institution der Académie von Seiten derjenigen Wissenschaftler und Handwerker kam, die wünschten, an der Wissenschaft und an der Technik, die organisiert war, teilzunehmen und schließlich an ihnen zu partizipieren. In einer Teilung der Macht mit anderen, nach 1789 gegründeten Gesellschaften sah er eine Überlebenschance der Académie.

Zwar erlebte die Académie mit der Aufgabe, ein neues System von Maßen und Gewichten zu erstellen, eine letzte Blüte, doch konnten es auch Lavoisier und seine Freunde im Konvent nicht verhindern, daß die Akademien in Frankreich und damit auch die Académie des Sciences im Jahre 1793 für aufgelöst erklärt wurden. Lavoisier selber endete 1794 in der Zeit des „Terreur" – wie viele andere bedeutende Männer seiner Zeit – auf dem Schafott.

Mit der Schließung der Akademien starb allerdings der akademische Gedanke in Frankreich nicht. Durch Gründung des l'Institut de France im Jahre 1795 fand die alte Académie des Sciences eine entsprechende Nachfolge-Institution.

Die außerordentlich vielfältigen Beziehungen zwischen politischen Vorstellungen und wissenschaftlichen und technischen Entwicklungen sind das zentrale Thema des Bandes „Technik und Staat" der Buchreihe „Technik und Kultur" der Georg-Agricola-Gesellschaft. □



Instrumente und Apparate der Académie des Sciences nach einem Kupferstich von Sebastien Leclerc, 1698.

DER ELSBETT-MOTOR: SAUBERE ENERGIE AUS PFLANZENÖL?

Rainer Olbert

Seit mehr als 15 Jahren hat sich der Motorenkonstrukteur Ludwig Elsbett zusammen mit seinen Söhnen ganz dem Konzept des pflanzenölbetriebenen Motors verschrieben. Aus seiner Fabrik in Hilpoltstein nahe Nürnberg gehen Patente und Triebwerke in alle Welt. Im eigenen Land aber gilt der Prophet wenig. Die Durchsetzung des Pflanzenölkonzepts läßt hierzulande noch immer auf sich warten. Was hat es auf sich mit dem Elsbett-Motor? Was spricht für, was gegen ihn? Können wir es uns tatsächlich leisten, auf den „Bio-Diesel" zu verzichten?

Man muß den Leuten ja was zeigen können", sagt Ludwig Elsbett, als er die staunenden Gesichter der Besucher bemerkt, die er gerade auf das Dach eines seiner Betriebsgebäude geführt hat. Was er zeigt, sieht aus wie eine riesige Roulettschüssel, aus deren Zentrum zwei lange, dünne Fühler schräg in den Himmel ragen. Es handelt sich um das 1 : 10-Modell (!) eines der überdimensionalen Luftbefeuchter, die nach Elsbetts Vorstellung entlang der Nordostküste Afrikas errichtet werden sollten. Auf diese Weise, erklärt Elsbett, könne das Klima dort so nachhaltig verändert werden, daß Teile der Sahara sich in Ackerland verwandelten, auf dem der Anbau von Ölpflanzen möglich sei. Die so gewonnene Biomasse wiederum könne nicht nur das Öl liefern, das die Motoren zum Betrieb der Wasserbefeuchter benötigten, es könne sogar jedes Jahr sehr wahrscheinlich soviel Treibstoff in Form von Pflanzenöl gewonnen werden, wie im gleichen Zeitraum weltweit Erdöl gefördert werde.

Ludwig Elsbetts Firma, Elsbett-Konstruktion, in Hilpoltstein nahe Nürnberg wird Vorstellungen gerecht, die man mit dem Begriff „Denkfabrik" zu verbinden geneigt ist. Was Gästen auf den ersten Blick zuweilen fast wie Verrücktheit vorkommt, ist das Ergebnis von Überlegungen, die zusammen mit wissenschaftlichen Experten angestellt wurden. Die Pläne für jene Luftbefeuchter beispielsweise gehen auf die Entdeckung von Meteorologen zurück, der zufolge eine trockene östliche Luftströmung in Nordafrika so stark geworden sei, daß auch das europäische Klima mehr und mehr in Mitleidenschaft gezogen werde. Über die Praktikabilität dieser Elsbettschen Erfindung läßt sich zwar streiten, aber sie zeigt immerhin, daß im kleinen Hilpoltstein in globalen Zusammenhängen gedacht wird – also auf eine Weise, die für die dringend notwendige Lösung der grenzübergreifenden Umweltprobleme allein hilfreich zu sein scheint.

Ölhaltige Pflanzensamen aller Art, hier Rizinus-Früchte, dienen dem Elsbett-Motor als Energiequelle.

Daß Elsbett und seine Leute weit über die deutschen Grenzen hinausdenken, liegt aber auch ein bißchen an dem Mangel an Gegenliebe für das Pflanzenöl-Konzept, den die Hilpoltsteiner im eigenen Land immer wieder erfahren haben. Ihnen wird entgegengehalten, die Bundesrepublik sei doch viel zu klein, um in hinreichendem Umfang Ölpflanzen anzubauen. Das treffe zwar zu, konzediert Elsbett, aber es gehe ja auch gar nicht darum, in Deutschland das ganze für den eigenen Bedarf nötige Pflanzenöl zu produzieren. Es werde ja auch jetzt Mineralöl importiert. Man werde aber irgendwann erkennen müssen, daß es angesichts der bestehenden Umweltprobleme und der Endlichkeit fossiler Brennstoffe alles andere als gleichgültig sei, ob man Pflanzen- oder Mineralöl einführe. Elsbett: „Wichtig ist jetzt erst einmal, daß die Entwicklungsländer, auch die Sowjetunion und China, bei der bevorstehenden Motorisierung nicht die gleichen Fehler machen wie wir. Und wir dürfen nicht länger unsere dreckige Technologie für teures Geld an die Entwicklungsländer verkaufen."

Damit war die Diskussion bei der entscheidenden Frage angekommen, was Pflanzenöl so attraktiv macht, daß es von den Hilpoltsteinern in kaum mehr zu überhörender Weise propagiert wird. Da ist in erster Linie der geschlossene Kohlendioxid-Kreislauf: In dem Maße, in dem CO_2 beim Verbrennungsprozeß im Motor freigesetzt wird, nehmen es Ölpflanzen bei ihrem Wachstum wieder auf, was angesichts des drohenden Treibhauseffekts von entscheidender Wichtigkeit zu sein scheint. Zudem gelangen keine Schwermetalle, kein Schwefel und fast kein Ruß in die Umwelt. Und havarierte Öltanker bedeuten mit ihrer Ladung keine tödliche Gefahr für die Biosphäre, wenn sie statt Mineral- Pflanzenöl geladen haben. Elsbett hat bei Experimenten festgestellt, daß Fische durchaus nicht abgeneigt sind, Pflanzenöl als Nahrungsmittel zu akzeptieren.

Aber auch der soziale Aspekt scheint für das Pflanzenöl zu sprechen: „In notleidenden Ländern", sagt Elsbett, „entstand mit der aus der Entnahmewirtschaft resultierenden Vernachlässigung nützlicher Agrarprodukte eine große Gefahr: Anstelle von Energieprodukten und Nahrung wurde ein Markt für Drogenpflanzen geschaffen, dessen Geldumsatz den des Mineralöls zu überflügeln beginnt." Eine Entwicklung, die in den USA längst erkannt worden ist, wie der

Sonnige Zeiten? Gemeinschaftsanzeige der Computerfirma Hewlett Packard und der Elsbett-Konstruktion.

Kampf gegen die kolumbianische Drogen-Mafia zeigt. Erst jüngst waren Vertreter der Bush-Administration in Hilpoltstein, um mit Elsbett aktuelle Probleme zu erörtern. Die Frage war, ob es energie-, umwelt- und sozialpolitisch sinnvoll sei, die Kokainbauern dadurch von der Rauschgiftproduktion abzubringen, daß man ihnen die Möglichkeit eröffnet, mit dem Anbau von Ölpflanzen zur Treibstoffgewinnung Geld zu verdienen. Die Befriedung ländlicher Gegenden in Kolumbien und anderswo sei auf diese Weise zu erreichen, meint Elsbett.

Der Pflanzenölmotor

Zum Pflanzenöl gehört freilich auch ein Motor, der zur Verbrennung solchen Treibstoffs taugt. Experten, die – nach ihrer Position zu urteilen – durchaus zu objektiver Einschätzung bereit sein müßten (beispielsweise Mitarbeiter von staatlichen Forschungsstellen), sind sich einig in der Auffassung, daß Elsbett auf dem Weg zur Entwicklung eines funktionstüchtigen Pflanzenölmotors bereits weit vorangekommen sei (siehe Kasten). Umso erstaunlicher ist die Tatsache, daß Elsbetts Motor nicht an dem gerade laufenden Test teilnimmt, der vom Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) initiiert und finanziert wurde. Zum Preis von etwas mehr als fünf Millionen Mark konkurrieren auf den Prüfständen der Firma Porsche die Produkte von fünf deutschen Motorenherstellern (Porsche gehört nicht zu ihnen). Zweck des Ganzen sei, die Frage zu klären, welche Motoren bei der Verbrennung von Rapsöl auf Dauer durchhielten und welche Emissionen dabei entstünden, war beim BMFT zu erfahren.

Warum aber bleibt ein Favorit wie Elsbett fern, wo doch dieser Test immerhin dazu geeignet ist, die allseits vermutete Sonderstellung des Hilpoltsteiner Patents zu dokumentieren? Elsbett: „Die ganze Sache sieht so aus, als hätten gute Freunde Porsche ein Millionengeschäft vermittelt. Warum soll ich an so etwas teilnehmen? Unser Brennverfahren ist doch ein ganz anderes, die anderen haben doch gar keinen Pflanzenölmotor. In meinen Augen ist dieser Test eine ganz dumme Fehlleistung."

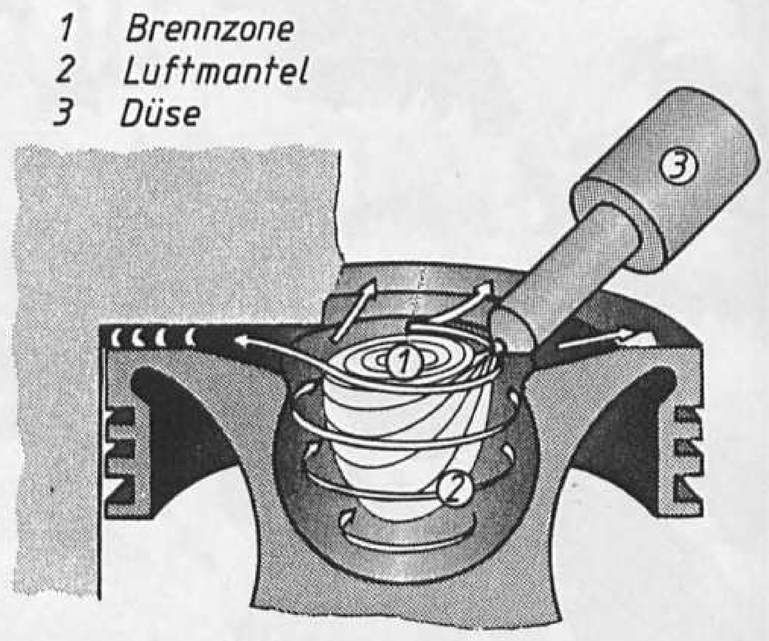
Wenn aber, so fragt man sich, Elsbett im Gegensatz zu den anderen Herstellern über einen Spezialmotor verfügt, warum verzichtet er auf den zu erwartenden Sieg bei diesem Test? Der könnte doch nur dazu beitragen, seine Reputation im eigenen Land zu verbessern, in dem er, wie er zuweilen klagt, noch immer unter Wert beurteilt werde. Was also steckt dahinter? Elsbett erzählt von einem „Fehler", den er vor Jahren gemacht habe, als er schon einmal dazu aufgefordert worden sei, einen seiner Motoren einem Automobilhersteller zu Prüfzwecken zur Verfügung zu stellen. „Das habe ich getan, da haben dann Leute einer anderen Firma meine Technologie öffentlich als ihre eigene ausgegeben." Die Angst also, ein Konkurrent könne bei ihm abgucken, hält Elsbett davon ab, seinen Motor den Porsche-Prüfständen auszuliefern. „Der TÜV ist ja auch noch da", sagt Elsbett, womit er klarstellt, daß er nur bereit ist, sich an einem Test auf neutralem Terrain zu beteiligen. Mit dem TÜV hat er zudem bereits gute Erfahrungen gemacht, denn der hat ihm vor Jahren bescheinigt, sein Motor unterschreite beim Verbrennen von Diesel die meisten der strengen US-Abgasnormen deutlich.

Zunehmendes politisches Interesse?

Das Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT) hat sich redlich bemüht, Elsbett zur Teilnahme an dem Test bei Porsche zu bewegen, was darauf hindeutet, daß die Beamten in Bonn – wie man ja auch erwarten darf – den neuesten Stand der Forschung kennen. Den mußten sie aber wohl auch kennenlernen, denn sie wurden in jüngster Vergangenheit „von allen Seiten gedrängt, etwas für den Pflanzenölmotor zu tun". Der das sagt, ist Dr. Bernd Reuse, Leiter des Referats für „Bodengebundene Transport- und Verkehrssysteme" im BMFT, das sich auch mit der Frage zu beschäftigen hat, welchem Motortreibstoff angesichts der Umweltprobleme der Vorrang zu geben sei. Reuse läßt wissen, es seien inzwischen nicht mehr nur regionale Bauernverbände und an der Produktion interessierte Betriebe, die auf das Pflanzenöl-Konzept hinweisen, sondern auch Politiker.

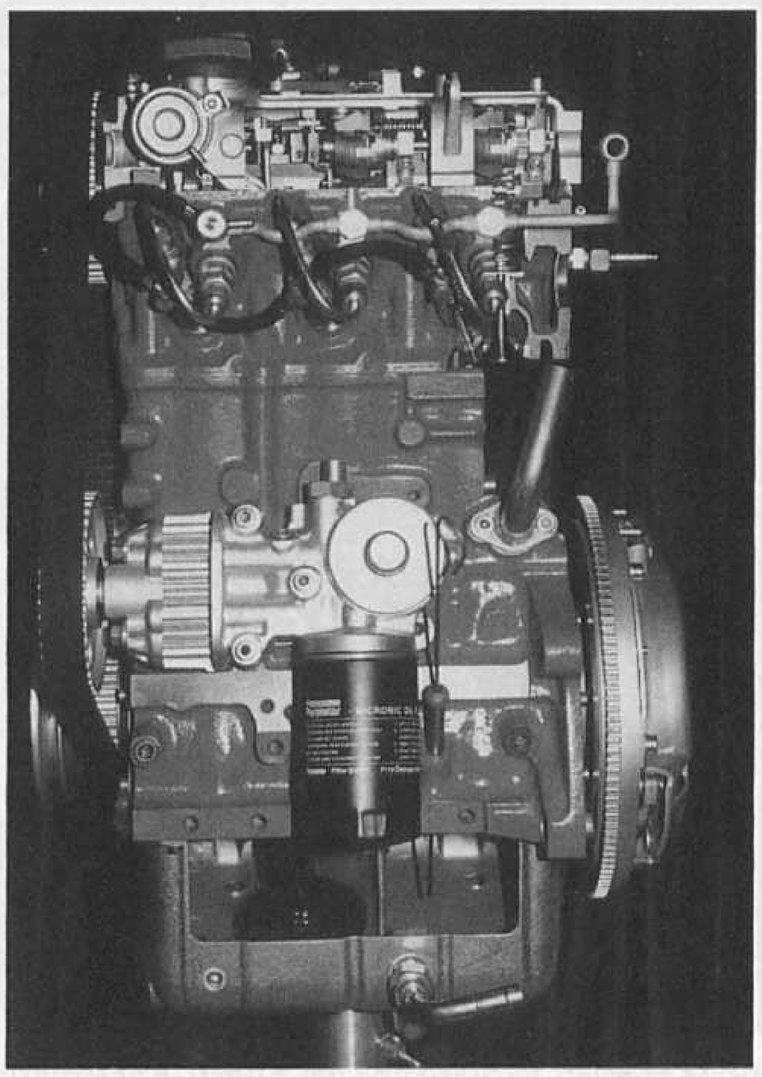
Reuse deutet an, daß es Vertreter des politischen Lebens gebe, die mit der Firma Elsbett in Verbindung stünden und von ihr den Anstoß erhalten hätten, sich für den Pflanzenölmotor stark zu machen. Dieser Hinweis wird von Ludwig Elsbett gern bestätigt. Bei jeder Gelegenheit versuche er, auf Leute mit politischem Einfluß einzuwirken. Das betreffe auch Besucher aus dem Ausland, zum Beispiel aus der Sowjetunion, die jüngst einen Lizenzvertrag mit der Hilpoltsteiner Firma abgeschlossen hat. In der UdSSR, sagt Elsbett, gebe es etliche Experten, die dem Pflanzenöl zum Durchbruch verhelfen wollten, doch könnten die auch nicht verhindern, daß bei der Motorisierung ihres Landes die vom Großkapital finanzierten Wege beschritten würden. Wenn es also beispielsweise Fiat mit Unterstützung der Weltbank schafft, sich mit der herkömmlichen Technologie auf dem sowjetischen Markt zu etablieren, müssen die Verfechter des Pflanzenölmotors tatenlos zuschauen, weil ihnen solche Finanzkraft nicht zur Verfügung steht.

Elsbett wird nicht müde, auf die negativen Auswirkungen für die Umwelt hinzuweisen, die eine Motorisierung der volkreichen Staaten der Erde nach dem herrschenden, auf fossilen Brennstoffen



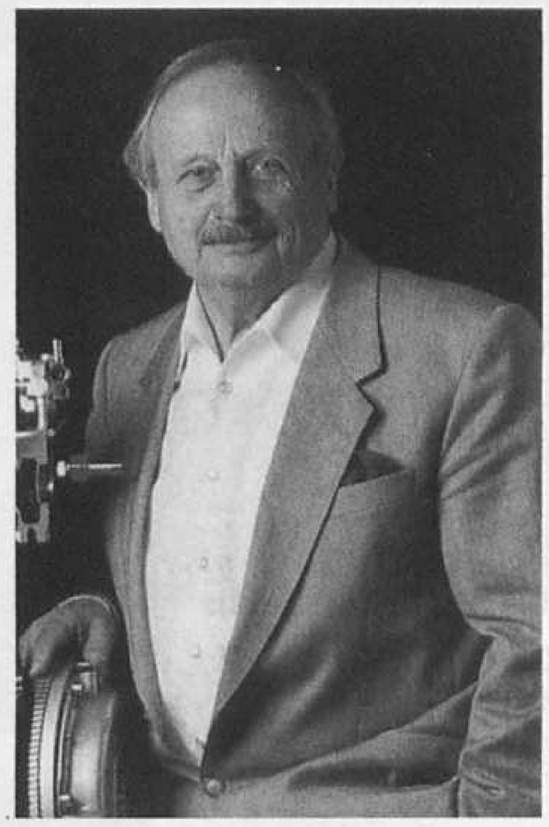
Duotherm-Brennverfahren.

Der 3-Zylinder-Elsbett-Motor mit 1,45 l Hubraum und 66 kW bei 4100 U/min.



Die Technik des Elsbett-Motors

Das Spektrum der Elsbett-Entwicklungen, vom kleinen 1-Zylinder über 3- und 12-Zylinder-Pkw-Motoren bis zum Lkw-Motor mit 500 kW, umfaßt alle möglichen Anwendungen vom Industriemotor bis zum Flugzeug. Zum Beispiel leistet ein 3-Zylinder-Motor mit Direkteinspritzung, Abgasturboaufladung und Ladeluftkühlung 66 kW bei 1,45 Liter Hubraum und 4100 Umdrehungen pro Minute.
Entwicklungsziel war die Veränderung des motorischen Wärmehaushalts in der Weise, daß eine Verminderung des Wärmeflusses von der Brennzone zu den äußeren Bereichen des Motors angestrebt wurde. Dazu wurde durch einen duothermisch ablaufenden Vorgang eine Zweiteilung des Brennverfahrens in Verbrennungs- und Überschußluft vorgenommen. Um im wesentlichen die Arbeitsluft und nicht das Kolbenmaterial aufzuheizen, isoliert ein kalter Frischluftmantel die Brennraumwände von dem heißen Brennzentrum ab.
Für die Differenzierung der Luftschichten und die geordnete Verbrennung in einer schwebenden Brennzone ohne Turbulenzen sorgt eine tangential einspritzende Einstrahlzapfendüse. Die Drallbildung der Luft hält den Kraftstoff von der Brennraumwand fern und verhindert somit die direkte Aufheizung des Materials sowie Wandanlagerungen unverbrannter Kraftstoffreste.

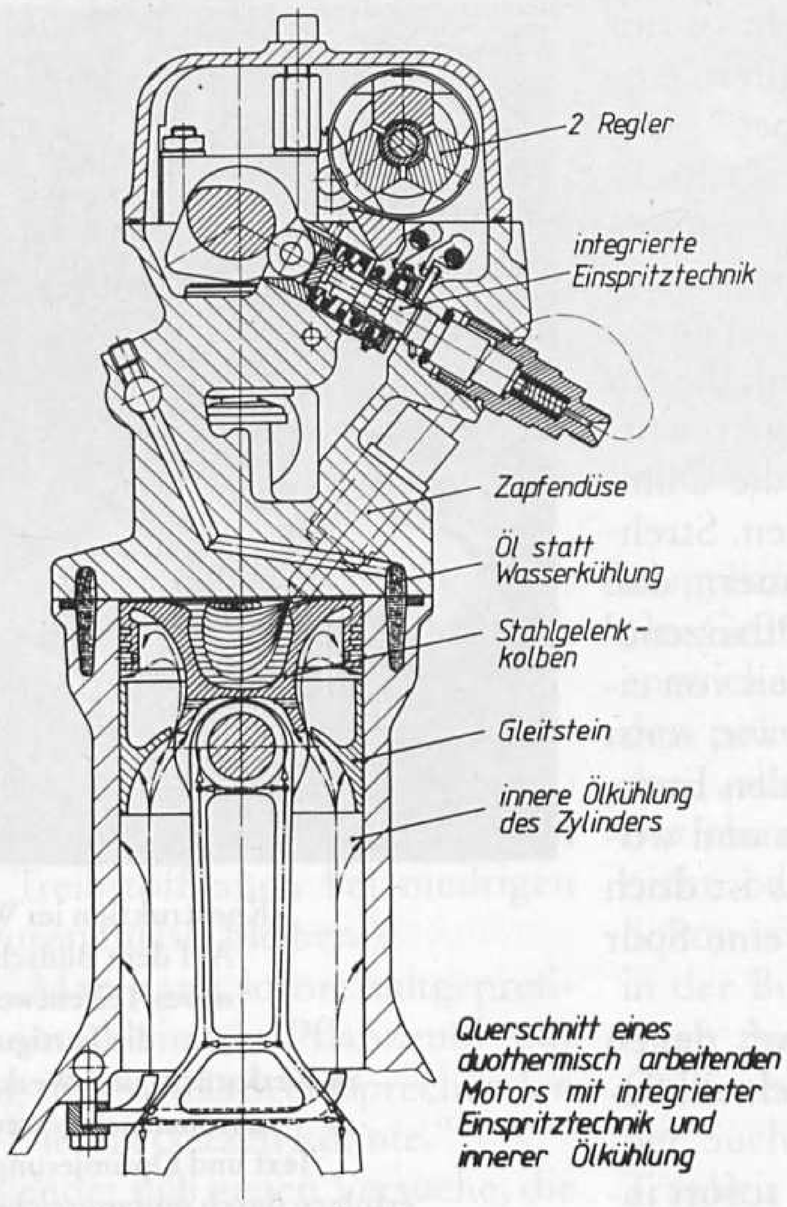


Ludwig Elsbett

Unterstützt wird diese Wärmeabdichtung des Motors durch die Verwendung von Grauguß als Material für Gehäuse und Kolben, der im Vergleich zu Aluminium fünffach verringerte Wärmedurchgangswerte aufweist.
Die Summe aller Maßnahmen senkt den Kühlbedarf solcher Motoren derart drastisch, daß zum ersten Mal seit der Entwicklung von Kolbenbrennkraftmaschinen hoher Leistungsdichte auf eine äußere Kühlung mittels Kühlrippen oder Wassermantel, und damit auch auf Wasserpumpe und Zylinderkopfdichtung, verzichtet werden kann.
Vielmehr genügen die Ladeluftkühlung oberhalb des Kolbenbodens und eine verbesserte Spritzkühlung des Schmieröls unterhalb des Kolbenbodens, um höchste Mitteldrücke fahren zu können. Die Abführung der Ölwärme über einen Ölkühler reicht für die Erwärmung der Fahrgastkabine und die Kühlung des Motors aus.
Eine positive Veränderung der Wärmebilanz des Motors brachte aber nicht nur eine Wirkungsgradsteigerung auf 40 Prozent selbst bei kleinen Motoren, sondern trug auch erheblich zu einer Reduzierung der Abgasemissionen für direkteinspritzende Motoren bei.
Somit kann zur Erfüllung der strengen US-Abgasgrenzwerte auf eine vor-sorgende Emissionsminderung übergegangen werden, die den Gebrauch einer nach-sorgenden und unwirtschaftlichen katalytischen Abgasreinigung überflüssig macht.
Anlaß zur weiteren Verfeinerung der Entwicklung des Motors gab eine um 0,002 Gramm pro Kilometer geringfügig zu hohe Partikelabweichung von der US-Norm sowie eine generelle Notwendigkeit zur Senkung der Rußemissionen.
Auch bei dieser dringlichen Aufgabe wurde der integrierten Prozeßtechnologie der Vorzug vor einer nachgeschalteten Filtertechnik gegeben. Ausgangspunkt der Überlegung war, daß der dieselmotorische Ruß überhaupt nur entsteht, weil der zuerst eingespritzte Kraftstoff die Temperatur im Zylinder so hochtreibt, daß der zuletzt eingespritzte Kraftstoff teilweise zu Ruß zerfällt. Um die Temperaturentwicklung im Brenngas noch niedrig zu halten, wenn die Vergasung des zuletzt eingespritzten Kraftstoffs ansteht, wird nun in Erweiterung des beschriebenen Verfahrens der Kraftstoff über zwei Düsen eingespritzt, wodurch sich die Zeit für den Mischvorgang auf etwa die Hälfte verringert. Vorerst in Motoren mit mehr als einem Liter Hubvolumen pro Zylinder im Nutzfahrzeugbereich wird hierdurch die gleiche Rußfreiheit wie mit Rußfiltern erreicht.
Alle Verbesserungen, die zur Optimierung des motorischen Wärmehaushaltes nötig waren, führten konsequent auch zur Vielstofftauglichkeit des Motors. Ohne Austausch von Motor- und Tanksystem können nun selbst nur schwer verdampfbare Pflanzenöle wie Palmöl als Kraftstoff verwendet werden. Der Wegfall von Blei-, SO_2- und CO_2-Emissionen sowie eine deutlich verringerte Rußzahl machen Pflanzenöle aller Art ohnehin zum Superkraftstoff, der im übrigen bei Unfällen weder explodiert noch die Umwelt gefährdet.
Abgerundet wird das Motorenkonzept durch eine eigens entwickelte Einspritzmechanik, die in den Zylinderkopf integriert ist. Dort sorgt sie dafür, daß im Brennraum die für das Dieselgeräusch verantwortliche heftige Drucksteigerungsrate so geändert wird, daß bei der Verbrennung keine höhere Drucksteigerungsrate entsteht als im Verdichtungshub.
Der befeuerte Motor erzeugt nun keine höheren Geräusche als der unbefeuerte (isophoner Brennablauf). Mit dieser weichen Verbrennung wurde somit die Voraussetzung geschaffen, um den wirtschaftlichen D. I.-Vielstoffmotor auf die für Pkw erwartete und übliche Brenngeräuschkultur zu bringen.

Georg Gruber

	Dreizylinder-Elsbett-Motor	Grenzwert nach US-Norm
CO	0,861 g/km	2,100 g/km
HC	0,076 g/km	0,250 g/km
CO_2	121,200 g/km	ca. 200,000 g/km
NO_x	0,527 g/km	0,620 g/km
Partikel	0,126 g/km	0,124 g/km



Querschnitt eines duothermisch arbeitenden Motors mit integrierter Einspritztechnik und innerer Ölkühlung

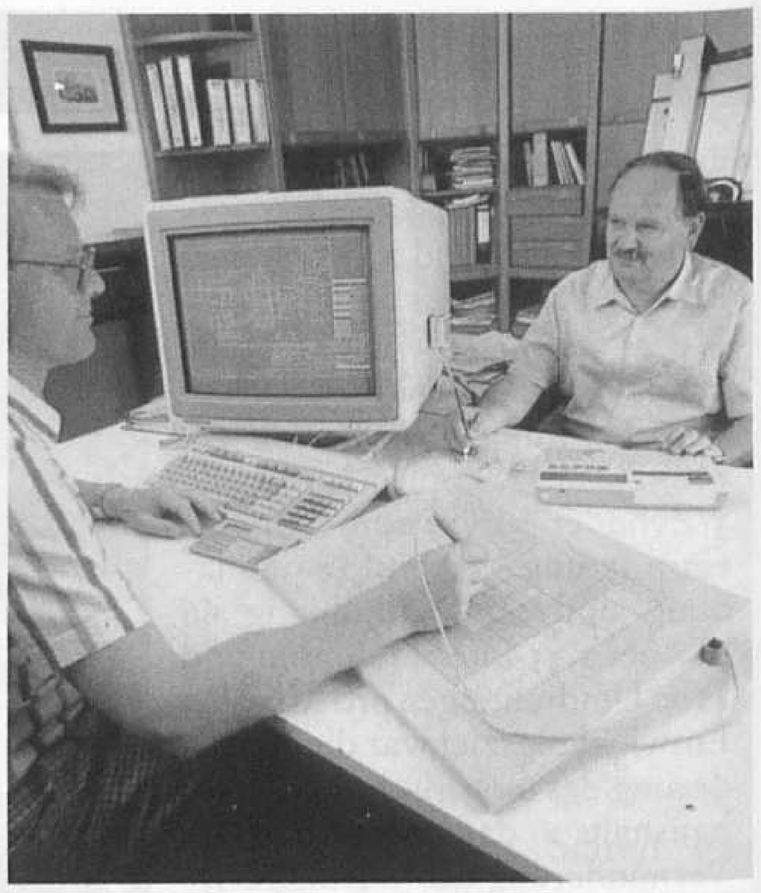
beruhenden Muster vermutlich nach sich ziehen würde. Daß die Atmosphäre im Zuge der starken CO_2-Anreicherung bereits bedenklich in Bewegung geraten ist, dafür scheinen sogar manche Versicherungsbilanzen ein Indiz zu sein. Die weisen aus, daß für die Regulierung von witterungsbedingten Schäden von Jahr zu Jahr tiefer in die Kasse gegriffen werden muß. Wenn es nicht gelinge, den CO_2-Ausstoß durch den Einsatz nachwachsender – also pflanzlicher – Brennstoffe auf einem konstanten Niveau zu halten, würden die klimatischen Folgen unkalkulierbar, meint Elsbett.

Energie aus Biomasse

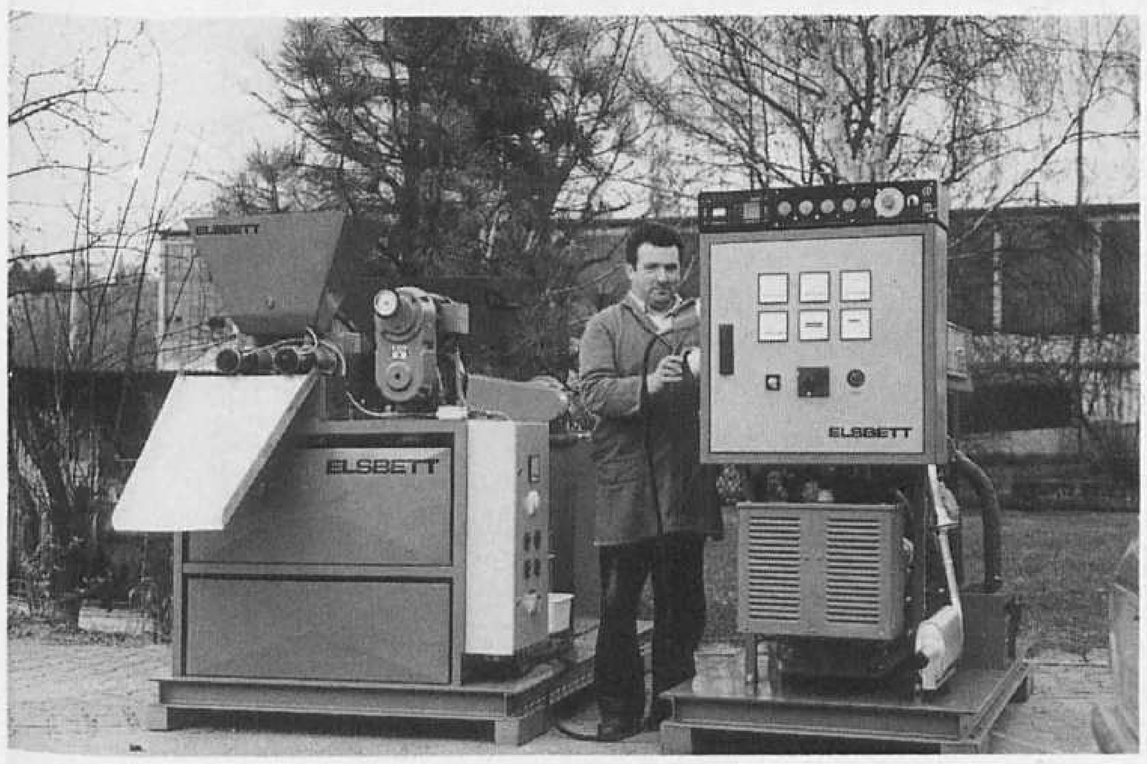
In dieser Auffassung wird er auch von deutschen Experten unterstützt, die sich wissenschaftlich mit dem Einsatz von Treibstoffen aus Biomasse beschäftigen. Dr. Arno Strehler von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik, Freising-Weihenstephan, sieht eine der wichtigsten Herausforderungen der nächsten Zukunft darin, „weltweit genügend Biomasse für die Gewinnung von pflanzlichen Treibstoffen bereitzustellen". Von dieser Position aus wird verständlich, daß Strehler den von Bonn veranlaßten Motorentest bei Porsche für „wenig hilfreich" hält. In seinen Augen stellt sich schon nicht mehr die Frage, „*ob* Treibstoff aus Biomasse für die Zukunft das Richtige ist, sondern *wie* dieser Treibstoff schnellstens in die bestehenden Systeme hineinkommen kann".
Im übrigen, sagt er, gebe das BMFT Geld aus, „um etwas herauszufinden, das wir längst wissen – es liegt genügend Literatur vor". Und das Argument des Forschungsministeriums, man müsse zunächst genau wissen, was bei der Verbrennung von Pflanzenöl freigesetzt werde, bevor man diesen Treibstoff propagiert, läßt Strehler deshalb nicht gelten, weil auch diese Fragen bereits beantwortet seien. In seinem Institut seien gerade einschlägige Versuche abgeschlossen worden. Danach sei sicher, daß Pflanzenöl bei den bewertbaren Indikatoren eher besser abschneide als Mineralöl. Es würden freilich auch Spurenelemente emittiert, „deren Wirkung aber keiner mit letzter Sicherheit bewerten kann, auch die Tester von Porsche nicht".
Strehler vertritt die Meinung, daß die technische Seite der Pflanzenölverbrennung im Motor im Grunde geklärt sei. Dazu habe Elsbett in hohem Maße beigetragen. Und Strehler muß es wissen, denn auch in seinem Institut wurden Hilpoltsteiner Motoren gründlich getestet. Und weil es an den ökologischen Vorteilen des Treibstoffs aus Biomasse keine ernst zu nehmenden Zweifel mehr gebe, meint Strehler, könne man sich auf die Frage konzentrieren, wie sich die Substitution von Mineral- durch Pflanzenöl durch politische und wirtschaftliche Weichenstellungen am besten bewerkstelligen lasse.
Von staatlichen Stellen seien in der Vergangenheit im Agrarbereich durchaus auch Fehlentwicklungen eingeleitet worden. „Die Düngerempfehlung und die Pflanzenschutzempfehlung sind von oben gekommen. Jetzt zeigen sich die negativen Folgen und jetzt steigen die Verantwortlichen mit einer solchen Selbstverständlichkeit auf die Bremse, als hätten sie nie etwas Falsches getan." Es seien mit Nachdruck Fehler gemacht worden, sagt Strehler, da könne man erwarten, daß mit gleichem Nachdruck auch etwas Vernünftiges vorangetrieben werde.
Nach allem, was man wisse, könne das Argument nicht mehr gelten, daß Pflanzenöl aus technischen und wirtschaftlichen Gründen nicht durchsetzbar sei.

Finanzielle Perspektiven

Nicht zu übersehen seien zudem die sozialen Vorteile: „Die Landflucht ist nur aufzuhalten, wenn man den Bauern eine finanzielle Perspektive eröffnet." Das gelte auch für die Landwirte in Deutschland, meint Strehler. Die bekommen staatliche Gelder dafür, daß sie Ackerland in Brache umwandeln. Würden sie statt dessen Ölpflanzen anbauen, die zur Gewinnung von Treibstoff taugen, würde der Staat Geld sparen und die Ölimporte könnten verringert werden. Strehler weiß aus Gesprächen mit Bauern, daß die „mit einer Mark pro Liter Pflanzenöl glücklich wären. Und einen Preis von einer Mark und mehr brauchen wir, sonst wird nicht gespart. Man muß den Energieverbrauch stärker besteuern und woanders Steuern nachlassen, das ist doch ganz einfach, da ist doch nur eine Spur von Gehirn nötig".
Strehler sieht drei Wege, auf denen pflanzliche Treibstoffe relativ schnell Bedeutung erlangen könnten.
Erstens: „Dem Benzin könnte sofort innerhalb des normalen Systems einer Raf-



Konstruktion im Werk Elsbett: Auf dem Bildschirm wird ein neues Teil entworfen (oben); die Fertigung ist bis hin zu Werkstück- und Werkzeugwechsel automatisch gesteuert (Mitte); Text und Optimierung des Motors erfolgen durch umfangreiche Messungen während des Betriebs (unten).



Links oben: Blick auf das Werk Elsbett in Hilpoltstein bei Nürnberg. (Bavaria Luftbild, Freigabe-Nr. 3455 C1)

Rechts oben: Elsbett-Ölpresse mit 36 Spindeln und Elsbett-Antrieb. Rund 5 Prozent des gewonnenen Öls werden zum Antrieb der Presse benötigt.

Links Mitte: das vom Bayerischen Wirtschaftsministerium geförderte „Eiserne Pferd", rechts der Generator, links die Ölmühle und Filterpresse. Nicht zu sehen ist der sogenannte Crasher zum Zerkleinern der Ölnüsse.

Links unten: UNIMOG mit auf Elsbett-Antrieb umgerüstetem OM 352-Motor von Mercedes Benz.

(Sämtliche Fotos und Abbildungen, wenn nicht anders angegeben: Elsbett-Konstruktion)

finerie Äthanol beigemischt werden. Das geschieht deshalb nicht, weil Erdöl noch immer so billig ist."

Zweitens: „Man kann Pflanzenöl umestern. Das kommt 20 bis 50 Pfennig pro Liter teurer als Benzin." (Das Verfahren läßt den Treibstoff auch bei niedrigen Temperaturen flüssig bleiben.)

Drittens: „Man kann sofort kaltgepreßtes und entschleimtes Pflanzenöl zur Verfügung stellen, das in entsprechenden Motoren Diesel ersetzen könnte."

Strehler wendet sich gegen Versuche, die Nutzung von Treibstoff aus Biomasse als komplizierten Vorgang hinzustellen: „Im Grunde gibt es da gar nichts mehr zu entwickeln." Die Weichen müßten von den politischen Instanzen gestellt werden, „aber in Bonn macht man in dieser Beziehung absolut zu. Die kapieren es nicht oder wollen es nicht kapieren". Schon vor acht Jahren habe sein Institut in der Bundeshauptstadt Forschungsanträge zum Thema Biosprit gestellt und Gelder beantragt, doch ohne Erfolg. Bei der Suche nach einer Erklärung für die Trägheit der staatlichen Stellen auf diesem Gebiet ist Strehler gern behilflich: „In der Bundesrepublik macht die Kernforschungsanlage Jülich die Projektverwaltung im Bereich Energie, die hat offenbar andere Interessen." Zwar wurde vor kurzem der Wortbestandteil „Kern" aus dem Namen der Forschungsanlage gestrichen, doch das ändert wenig an der etablierten Forschungspolitik.

Und doch kein Durchbruch

Das Bedauerliche an den bestehenden Verhältnissen, findet Strehler, sei der Mangel an Verständnis für die globalen Zusammenhänge. Die erschließen sich ihm auch in der Praxis, denn Landwirtschaft ist sein Hobby und im Urlaub betreut er Agrarprojekte in Entwicklungsländern. Die Ausdehnung der Wüsten gehe rascher vor sich als bisher angenommen, sagt Strehler: „Die Sahara beispielsweise wandert mit einer Geschwindigkeit von hundert Kilometern pro Jahr in Richtung Äquator." Diese Entwicklung sei nur aufzuhalten, indem man von den Feuchtgebieten aus gegensteuere und großflächig bepflanze – zum Beispiel mit Ölgewächsen, von denen es auch genügsame Arten gibt, die für Trokkengebiete besonders geeignet sind. Die Rückstände bei der Ölgewinnung, der Ölkuchen, kann hier wie überhaupt als Bodendünger und Tierfutter dienen. Das alles, meint Strehler, könne freilich nur fruchten, wenn die Erzeuger „einen fairen Preis bekommen, aber das Agrarpreisniveau ist miserabel, da müßte man erst einmal davon abkommen, daß ein kleiner Teil der Menschheit alles verschleudert und veraast und die anderen durch die Röhre gucken läßt".

Strehlers Kollege, Dipl.-Ing. Karl Maurer von der Landesanstalt für landwirtschaftliche Maschinen und Bauwesen in Hohenheim bei Stuttgart, klagt am laute-

sten über den Mangel an politischer Initiative: „Raps wird beispielsweise nur subventioniert, sofern aus ihm Speiseöl gewonnen wird. Würde man ihn auch als Treibstofflieferant subventionieren, wäre er schon jetzt im Preis mit Diesel konkurrenzfähig." Die Frage sei nicht, „ob das mit den Treibstoffen aus Biomasse funktioniert, das weiß man ja längst, die Frage ist, ob man es politisch will". Früher sei es noch möglich gewesen, ethische Bedenken ins Feld zu führen: „Wie kann man angesichts des Hungers in der Welt Pflanzenöl als Treibstoff verwenden, wenn es doch besser als Nahrungsmittel dienen sollte? Jetzt aber lenken selbst die Kirchen ein, weil auch sie begreifen, daß Voraussetzung für das Leben auf unserem Planeten eine intakte Umwelt ist."

Schlüssiges Konzept

Maurer hat bei Experimenten in seinem Institut festgestellt, „daß elsbettisierte Motoren ein wichtiges Hilfsmittel sind auf dem Weg zur Substitution von Mineralöl durch Pflanzenöl". Berechnungen hätten ergeben, daß beispielsweise 70 Prozent der Fläche Saudi-Arabiens ausreichen würden, um den Weltbedarf an Treibstoff – einschließlich Luftverkehr – durch den Anbau von Ölpflanzen zu decken. Maurer hält das Pflanzenöl-Konzept für schlüssig und mit Blick auf die Umwelt auch für notwendig. Warum aber wird es nicht konsequenter verfolgt? „Ich habe den Eindruck, die Politiker wollen in erster Linie die Wähler bei Laune halten und ihnen das Gefühl geben, daß die Erhaltung des Lebensstandards erstes Interesse ist. Da schreckt man sogar davor zurück, die Leute mit vermeintlich komischen Dingen wie Pflanzenölmotoren zu belästigen, selbst wenn die als eine der Voraussetzungen dafür angesehen werden müssen, daß der Mensch auf der Erde überlebt." Auch sei der Verdacht nicht von der Hand zu weisen, daß alles unterlassen werde, was Einbußen an Mineralölsteuer nach sich ziehe. Maurer: „Man müßte eigentlich nur endlich damit anfangen, an der richtigen Stelle zu sparen – zum Beispiel bei der Verteidigung."

Maurer schließt dabei nicht aus, daß die Durchsetzung des Pflanzenölmotors auch durch die weitverbreitete Vorstellung erschwert wird, aus einem solchen Aggregat müsse es riechen wie aus einer „Würstelbude". „Das ist unter Umständen auch ein Imageproblem, das die Automobilindustrie davon abhält, von sich aus mit dem Pflanzenöl weiterzukommen." Professor Peter Walzer, Leiter der Konzernforschung VW und Audi, ist der Meinung, das sei vielleicht früher einmal so gewesen, „jetzt sind Umweltschutzfragen bei uns so populär geworden", daß das kein großes Problem mehr sei. Doch müsse man mit dem Pflanzenöl „zurückhaltend sein, solange die Frage nach den Emissionen nicht geklärt ist". Walzer: „Ich glaube die Aussagen nicht, daß Pflanzenöl die Umwelt weniger belastet." Den vom Bund finanzierten Test bei Porsche, an dem auch VW teilnimmt, hält Walzer für „völlig objektiv". Er be-

Wirtschaftlichkeit von Pflanzenöl als Motortreibstoff

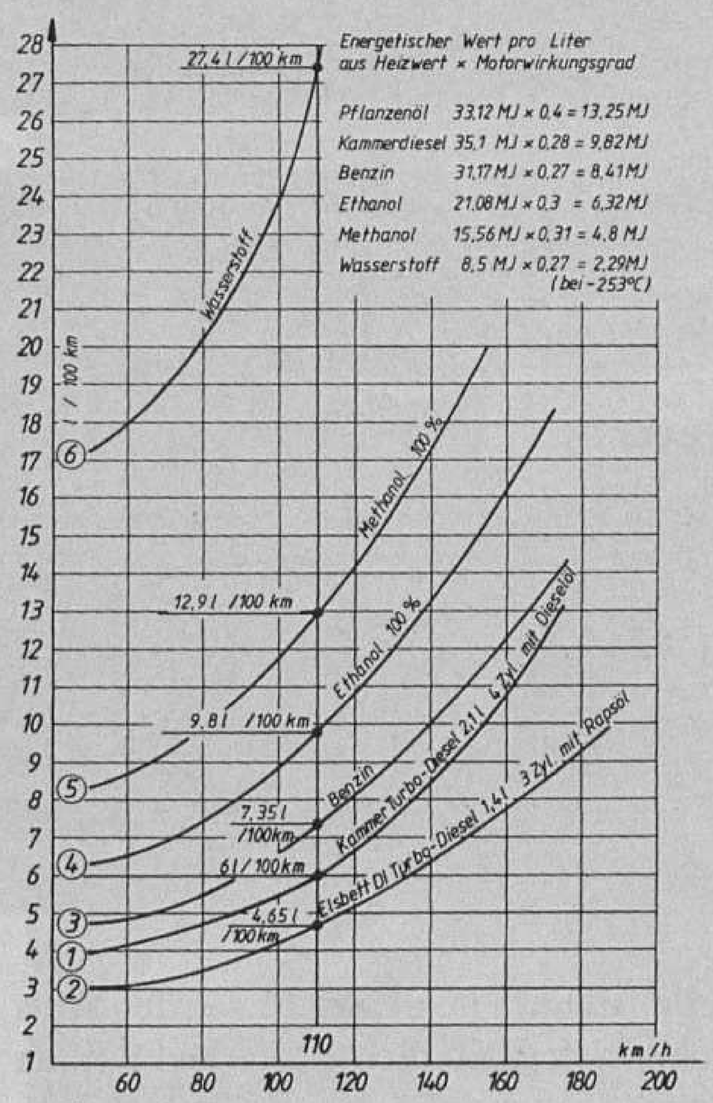
In der heutigen Ressourcenökonomie kommt die Endlichkeit natürlicher Ressourcen ungenügend zum Ausdruck. Vielmehr ist eine Preisbildung, die sich an kurzfristigen Angebots- und Nachfrageschwankungen orientiert und die sozialen Kosten der Umweltbelastung durch fossile Energien ignoriert, auf den vorschnellen Verzehr der fossilen Vorräte angelegt.

Mit Pflanzenöl steht ein regenerierbarer Kraftstoff zur Verfügung, der die bekannten Zusammenhänge hinsichtlich Umweltschutz und Energie- und Ressourceneinsparung in die Preisbildung integriert. Auf dem Kraftstoffmarkt hingegen sorgt der Preismechanismus für eine einseitige Verteilung zugunsten fossiler Energien, da die Entnahmewirtschaft von CH-Molekülen allemal billiger ist als deren Produktion.

Wenn dann noch, wie in der Landwirtschaft, dem durch Steuererleichterungen subventionierten Preis für Dieselkraftstoff nicht der niedrige Weltmarktpreis von Pflanzenöl, sondern das hochsubventionierte EG-Preisniveau entgegengehalten wird, so ist die viel zitierte Lenkungsfunktion des Preismechanismus weitgehend außer Kraft gesetzt.

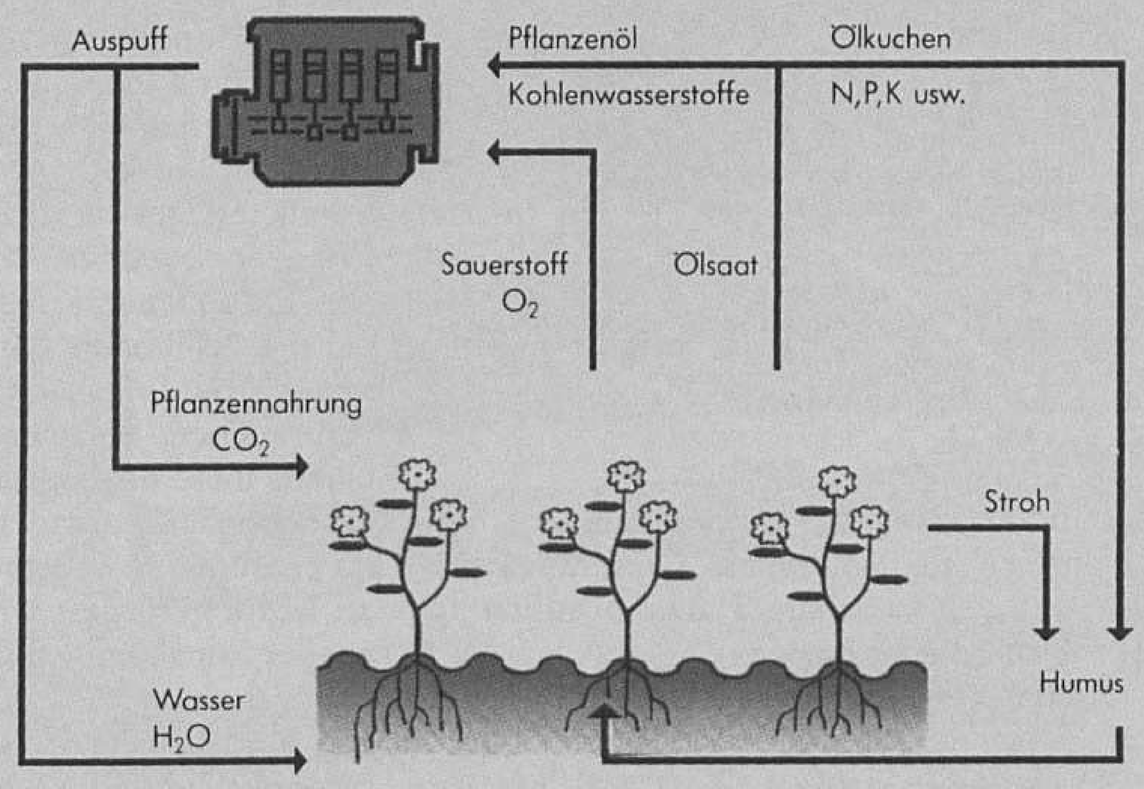
In diesem Fall ermöglicht die Heranziehung des energetischen Wertes pro Liter Kraftstoff (= Heizwert des Kraftstoffs mal motorischem Wirkungsgrad) die wirtschaftliche Vergleichbarkeit unterschiedliche Kraftstoffe.

Zu diesem Zweck wurde der energetische Wert verschiedener Kraftstoffe errechnet und auf ein Verbrauchsdiagramm umgelegt. Legt man dabei den Preis von Benzin (1,30 Mark pro Liter) und seinen energetischen Wert (8,41 Mega-Joule) zugrunde, so dürfte Pflanzenöl, das zu Weltmarktpreisen von 0,60 bis 0,90 Mark pro Liter frei Haus geliefert wird, 2,04 Mark pro Liter kosten. Bezogen auf eine Fahrstrecke von 100 Kilometern bei einer Geschwindigkeit von 110 Stundenkilometern müßten für Benzinbetrieb (1,30 Mark pro Liter) 9,55 Mark Kraftstoffkosten aufgewendet werden, für Dieselbetrieb (1 Mark pro Liter) dagegen nur 6 Mark. Am billigsten käme Rapsöl (0,90 Mark pro Liter) mit Kraftstoffkosten von 4,19 Mark Gesamtkosten für die gefahrenen 100 Kilometer. Die dreifachen Aufwendungen davon entfielen mit 15,35 Mark auf Ethanol (1,30 Mark pro Liter). Methanol (1,60 Mark pro Liter) kostete mit 20,64 Mark für die 100 Kilometer bereits das Fünffache des Rapsölpreises. Für Wasserstoff (5,50 Mark pro Liter) hingegen beliefen sich die Kraftstoffgesamtkosten pro 100 gefahrene Kilometer bereits auf 150,70 Mark und betrügen somit, auf den energetischen Wert bezogen, das 35fache von Pflanzenöl. *Georg Gruber*



Verbrauchsdiagramm verschiedener Kraftstoffe.

Antriebstechnik im Kreislauf der Natur



Ausgehend von der Tatsache, daß die derzeitige Energieversorgung fast ausschließlich auf sich kurzfristig erschöpfenden fossilen Energieträgern beruht, deren Emissionen bedrohliche Folgen im globalen Maßstab bewirken, scheint sich die Phase der fossilen (und atomaren) Entnahmewirtschaft dem Ende zuzuneigen. Mit Pflanzenöl als Kraftstoff statt Erdöl steht nun ein vollwertiges Substitut zur Verfügung, das die Regenerationsfähigkeit der Natur nicht gefährdet.

Dies gilt nicht nur für die Herstellung des Kraftstoffs und seine Verwendung im Motor, sondern erstreckt sich auch auf die biologische Abbaufähigkeit etwa bei Ölunfällen.

Die Umweltverträglichkeit ist bereits in der Ölpflanze angelegt, die von Natur aus eine physiologische Trennung ihrer chemischen Bestandteile vornimmt. Kohlenstoff (C), Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) bilden die Bestandteile von Pflanzenöl und werden in der vorangegangenen Wachstumsperiode nicht dem Boden, sondern der Luft entnommen. Dorthin gelangen sie nach der motorischen Verbrennung in Form von CO_2 als neue Pflanzennahrung zurück. Demhingegen bleiben die Nährstoffe und Spurenelemente wie Stickstoff (N), Phosphor (P), Kalium (K) gesammelt im übrigen Extraktionsschrot oder Ölkuchen und dienen zusammen mit dem Stroh als Bodendünger für die nächste Ernte. Auf diese Weise sind die natürlichen Kreisläufe geschlossen.

Somit bilden Produktion, Verwendung und Entsorgung von Pflanzenöl eine ökotechnologische Einheit. Nach dem Prinzip des Kraftstoffrecycling ermöglicht die Umstellung der energetischen Basis auf Pflanzenöl die Kontinuität der Verkehrswirtschaft im Kohlenstoff- und Düngekreislauf der Natur.

Georg Gruber

stätigt, daß das Unternehmen, für das er arbeitet, vor Jahren schon Anstalten gemacht hat, das Elsbettsche Motorenpatent zu erwerben. Man habe die Hilpoltsteiner gebeten, ihren Motor auf VW-Prüfständen vorzuführen, doch das habe Elsbett abgelehnt. Solche Patente zu kaufen, sagt Walzer, „wäre ja nur vernünftig – warum nicht zugreifen, wenn es etwas gibt, das im Verbrauch und hinsichtlich der Emission günstig ist“ und Entwicklungskosten spare.

Walzer favorisiert die Umesterung von Pflanzenöl, weil auf diese Weise „eine schnellere Marktdurchdringung möglich wäre. Außerdem ist es viel gescheiter, den Bauern etwas anzubieten, das sofort in die bestehenden Systeme eingespeist werden könnte“. Walzer läßt vermuten, daß VW gewillt ist, das Biotreibstoff-Konzept weiterzuverfolgen: „Wo wir heute hinsehen, sehen wir Zielkonflikte. Ein Drittel unserer Entwicklungsarbeit hat mit dem Thema ‚Grenzen des Wachstums‘ zu tun. Da müssen wir auch an sanfte Technik denken“, zu der auch der Motor für Biosprit gehöre.

Andere Automobilhersteller (Daimler, BMW) haben sich von der Möglichkeit der Verwendung von pflanzlichen Treibstoffen abgewandt und sich auf die Entwicklung des Wasserstoff- und/oder Elektroantriebs konzentriert. Deren Einwände gegen den Treibstoff aus Biomasse lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

Erstens: Die Effektivität der Umwandlung von Sonnenenergie auf dem Wege der Photosynthese in Treibstoff sei im Vergleich zum photovoltaischen Verfahren (Sonnenkollektoren) wesentlich geringer.

Zweitens: Die Verbrennung von Biotreibstoffen in Motoren sei im Gegensatz zum Wasserstoff- und Elektroantrieb nicht schadstoffrei.

Drittens: Die Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse setze die Nutzung von zum Teil wertvollen Ackerflächen voraus, während Sonnenkollektoren sogar dort aufgestellt werden könnten, wo Landwirtschaft nicht möglich sei.

Viertens: Der Kohlendioxid-Gehalt der Atmosphäre könne durch den Gebrauch von Biotreibstoffen allenfalls auf dem bestehenden hohen Niveau gehalten, nicht aber reduziert werden.

Was sind die Alternativen?

Die Verfechter des Pflanzenöl-Konzepts machen dagegen geltend, diese Einwände würden zuwenig dem Umstand gerecht, daß auch bei der Fertigung von Antriebssystemen Energie aufgewendet und Schadstoffe freigesetzt würden. Man müsse also den gesamten Fertigungsweg zugrunde legen, um zu einer zuverlässigen Bilanz zu kommen. Eine solche Bilanz würde für den Biotreibstoff sprechen. Besonders bedenklich sei der Wasserstoffantrieb. Der werfe große technische Probleme auf, welche – wenn überhaupt – auch nur mit großem technischen Aufwand zu lösen seien. In der Tat stehen die Entwickler des Wasserstoffantriebs vor der schwierigen Aufgabe, ein Tanksystem zu finden, das unfallsicher ist, ein vertretbares Eigengewicht aufweist, eine annehmbare Reichweite des Automobils mit einer Tankfüllung zuläßt und das Entweichen von Wasserstoff verhindert. Denn was in der Natur nicht vorkommender reiner Wasserstoff bewirkt, wenn er in großen Mengen in die Atmosphäre entweicht, ist unklar.

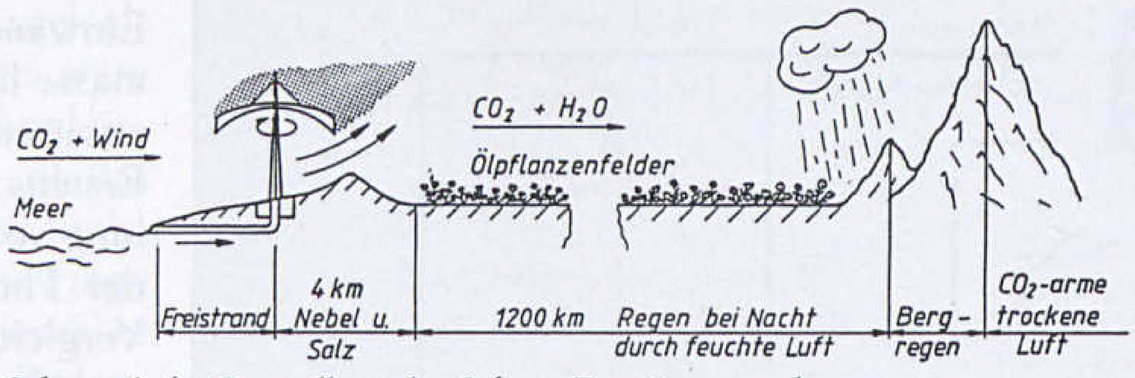
Und die Schwierigkeit beim Elektroauto liegt in der noch nicht zufriedenstellenden Lebensdauer der Batterie (maximal ein Jahr) und in den zu erwartenden hohen Anschaffungskosten (circa

Änderung des klimatischen Geschehens mit technischen Mitteln?

Die Sahara war zur Eiszeit grün, weil die über Europa liegenden Gletschermassen der nach Süden zur Sahara strömenden Luft die nötige Luftfeuchte mitgaben. Infolge der Trägheit des klimatischen Geschehens hielt die Fruchtbarkeit in bestimmten Gebieten der Sahara bis in die Römerzeit an. Dieser Effekt, durch feuchte Luftmassen große Trokkengebiete zu begrünen, kann auch mit technischen Mitteln erreicht werden.

Vom Institut Elsbett wurde nun in den letzten Jahren eine aus Afrika kommende Sperrströmung beobachtet. Sollte sie von Dauer sein, würden westlich dieses Sperrstromes die mit Pfeilen eingezeichneten atlantischen Feuchtluftmassen an der Weiterströmung nach Osten gehindert, so daß östlich des Sperrstromes mit trockenerem Klima zu rechnen wäre als bisher und Europa langsam austrocknen könnte. Die von Nordosten in die Sahara einfließende Rückströmung würde die angesprochene klimatische Veränderung für Europa nur noch verstärken. Nach Ludwig Elsbetts Ansicht kann nur durch eine Begrünung der Nord-Sahara eine Ausweitung dieser klimatischen Veränderung auf Europa verhindert werden.

Dabei ergäbe sich zusätzlich eine Lösung gegen den Treibhauseffekt dadurch, daß CO_2 an nichtoxidierte CH-Massen wie Pflanzen, Humus, Sümpfe etc. gebunden wird. Die Umwandlung von CO_2 in CH mit Hilfe der Photosynthese setzt außer einem mineralreichen Boden, der in der Sahara vorhanden ist, also nur die Zufuhr von CO_2 aus Europa und die Anreicherung der Luft mit H_2O voraus. Für den Energieaufwand, der vonnöten ist, um Wasser zu verdunsten, liefert die Sonne an 300 Tagen des Jahres und 12 Stunden am Tage mindestens 1,5 Kilowatt pro Quadratmeter an Wärme. Die im Zentrum der Sahara aufgeheizte Luft hebt sich vom Boden ab und strömt nach Westen aus. Die von Norden und Osten nachfließenden Luftmassen können an den Küsten durch technische Nachhilfe mit Wasser aus dem Meer angereichert werden. Zurück bleiben 4 Prozent der verdunsteten Wassermasse an kristallisiertem Salz, das an Sand gebunden zu verschiedenen Baustoffen verarbeitet werden kann.



Schematische Darstellung der Sahara-Begrünung und CO_2-Entsorgung mit technischen Mitteln.

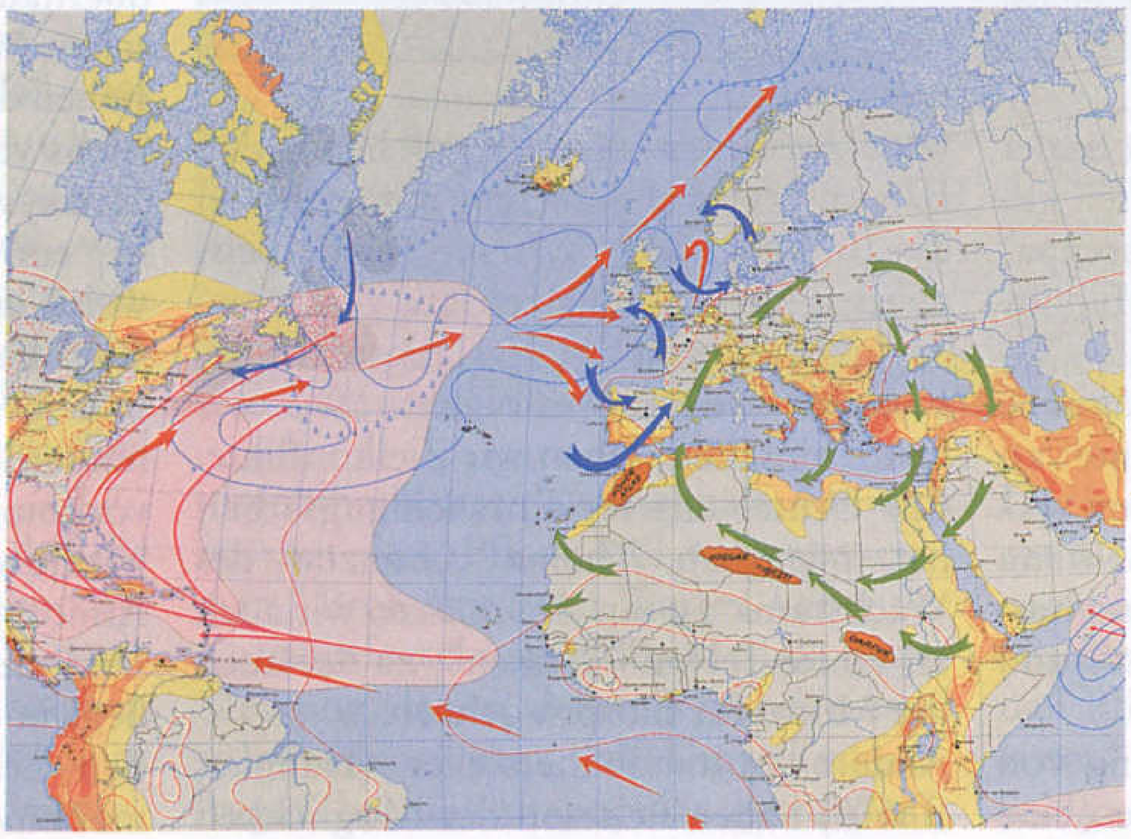
Als technische Mittel zur Luftbefeuchtung würden rotierende Wassersprüher von circa 400 Metern Durchmesser benutzt, die mit einer Anzahl von 6000 Geräten auf etwa 3000 Kilometer Küstenstreifen angeordnet wären. Die 200 Meter langen Sprüharme sind nötig, um das Wasser in ausreichender Höhe ausspritzen zu können. Zusätzlich sind diese Sprüharme, die zur Zeit in einer Versuchsanlage erprobt werden, mit einer Strömungsfläche versehen, die die erfaßten Luftmassen samt dem ausgesprühten Wasser in die Höhe treibt, so daß der nötige Luftzutritt zu dem ausgesprühten Wasser garantiert werden kann.

Die Leistung der Luftbefeuchterkette von 3000 Kilometern Länge könnte, so Elsbett, mit 120 Milliarden Tonnen Wasserverdunstung angesetzt werden. Im Vergleich zur Größenordnung aller Nilzuflüsse, die mit 90 Milliarden Tonnen pro Jahr 2,7 Millionen Quadratkilometer fruchtbares Land erhalten, bedeuteten die 120 Milliarden Kubikmeter pro Jahr eine zusätzliche Luftbefeuchtung von 3,6 Millionen Quadratkilometern Sahara-Fläche nördlich der Gebirgszüge.

Wie die Abbildung zeigt, wäre allerdings nicht zu verhindern, daß die großen Wassersprüher zunächst eine Nebelwand erzeugen, aus der Salz ausregnet. Durch die Anordnung des Geländes und durch die rotierenden Wassersprüher würde ein kräftiger Aufwind erzeugt, der der Trockenluft und der Sonne Gelegenheit gibt, das ausgesprühte Wasser zu verdunsten und die Nebelwand aufzulösen. Landeinwärts schiene trotz der starken Luftbefeuchtung bei Tag die Sonne, und nur durch die Nachtabkühlung würde Regen erzeugt. Erst an den zentralen Gebirgsketten der Sahara würde die Luft dann restlos dadurch abgetrocknet, daß die Feuchtluft in kühlen Höhen abgelenkt wird. Aber auch der CO_2-Gehalt der Luft wäre weit unter den Normalwert abgesenkt.

Zur Finanzierung dieser gewaltigen Anlage sieht Elsbetts Plan den Anbau von Ölpflanzen vor, die in fünf Etagen von der Erdnuß bis hinauf zur Ölpalme angebaut werden könnten, wodurch Monokulturen leicht zu vermeiden wären. Den höchsten Ölertrag ergäbe die Ölpalme mit bis zu 700 Tonnen pro Quadratkilometer. Davon würden die mit Pflanzenölmotoren angetriebenen Luftbefeuchter 2,5 Promille der 3,6 Millionen Quadratkilometer Nutzungsfläche für sich verbrauchen. Bei Palmöl würde bereits diese neubegrünte Fläche ausreichen, um soviel Pflanzenöl zu erzeugen, wie heute weltweit an Erdöl gefördert wird. Ein so großer Ölpalmenwald wäre aber schon deshalb nicht beabsichtigt, weil überall in der Welt Pflanzenölvorräte auf die Verwendung im Motor warten. Die Ölkuchen verschiedener Art, wie etwa die von Sonnenblumen, würden das Nebenprodukt Protein bei der Ölgewinnung in ausreichender Menge enthalten, um eine Milliarde Menschen mit der erforderlichen Proteinnahrung zu versorgen.

Die Vorfinanzierung könnte nach dem Verursacherprinzip auf jede Tonne CO_2-Luftbelastung durch fossile Brennstoffe umgelegt werden. Rechnet man für die 730 Millionen Tonnen CO_2 pro Jahr, die in der Bundesrepublik Deutschland erzeugt werden, 10 DM pro Tonne CO_2-Abgabe, dann ergäben sich für die 3000 Kilometer allein aus der Bundesrepublik Deutschland 7,3 Milliarden Mark pro Jahr. An Gesamtbaukosten für 10 Jahre Bauzeit kämen 73 Milliarden Mark zusammen, pro Kilometer also 24,3 Millionen Mark. Nach dem Jahre 2000 entfiele diese Belastung.



Auszug aus der Weltkarte der Naturgefahren, herausgegeben von der Münchner Rückversicherungsgesellschaft. Die eingetragenen Pfeile kennzeichnen die von Afrika kommende und Europa betreffende Sperrströmung.

Nach einer Patentschrift Ludwig Elsbetts.

Blick in eine mögliche Zukunft: Das Light-Car-Project von VOLVO mit Elsbett-Antrieb von 1985. Links im Bild der initiierende Technische Direktor Rolf Mellde. (Foto: VOLVO Schweden)

10000 Mark jährlich – selbst bei Serienfertigung). Die Kritiker des Wasserstoff- und Elektroantriebs aus dem Lager der Pflanzenöl-Verfechter weisen mißmutig auf die Bundesmittel in Milliardenhöhe hin, die bereits in die Entwicklung dieser höchst diffizilen Technologien gesteckt worden seien, während es sich beim Pflanzenölmotor im Grunde um eine Privatsache handele.

Ringen um Öffentlichkeit

Dem Einwand der Biosprit-Gegner, für die Pflanzenölherstellung würden wertvolle Ackerflächen benötigt, die, weil sie Monokulturen trügen, einer starken Zufuhr von Kunstdünger bedürften, begegnen die Apologeten des Pflanzenöl-Konzepts mit dem Hinweis auf die sich beschleunigende Erosion – besonders in wüstennahen Gegenden –, die nur mit großflächiger Bepflanzung aufzuhalten sei. Die Düngung könne zudem auf natürlichem Wege geschehen: durch Rückführung der Preßrückstände (Ölkuchen) in den Boden. In staatlichen Forschungsstellen und bei der Firma Elsbett wird bereits nach einer sogar bodenverbessernden reinen Ölfruchtfolge gesucht. Sicher scheint schon jetzt zu sein, daß sich gewisse Ölpflanzen auch ohne die allenthalben noch geübte intensive Kunstdüngung ertragreich anbauen lassen.

Die Hilpoltsteiner bemühen sich wie jedes Unternehmen um einen höheren Bekanntheitsgrad ihrer Marke. Dabei bedienen sie sich nicht nur herkömmlicher Werbung, sondern sie gehen auch auf Vortragsreise, um ihr Konzept im direkten Kontakt mit den Interessenten zu erläutern. Bei solchen Gelegenheiten werden auch ökologische Zusammenhänge vermittelt und die Meinung vertreten, daß „möglichst alles unterlassen werden muß, was den Gesetzen der Evolution widerspricht", sagt Thomas Kaiser, bei Elsbett unter anderem für die landwirtschaftliche Forschung zuständig. Es sei doch für jeden einsichtig, daß möglichst keine Substanzen in die Umwelt gelangen dürften, die dort nicht ohnehin vorhanden seien, weil keiner mit letzter Sicherheit sagen könne, welche Auswirkungen diese Substanzen hätten. Schon der gesunde Menschenverstand müsse zu der Sorge führen, daß unnatürliche Einflüsse eher schädlich auf die Umwelt und die Lebensbedingungen wirkten. „Und irgendwie habe ich immer das Gefühl, daß die Leute das sofort verstehen und daß Bereitschaft vorhanden ist, diese Denkweise zu teilen."

Das Konzept hat anderen Lösungsentwürfen die Verständlichkeit voraus und die Natur zum Anwalt, was in Zeiten beginnender Rückbesinnung auf die lebensnotwendigen Grundlagen ein nicht zu unterschätzender Vorteil ist. Zudem leuchtet sofort ein, daß nachwachsende Rohstoffe einen wichtigen Beitrag zur Lösung von Strukturproblemen in der Landwirtschaft leisten können. Mit Blick auf die Endlichkeit fossiler Brennstoffe und die fortschreitende Erosion erscheint der Anbau von Ölpflanzen ohnehin als ein energiepolitischer Lösungsweg, auf den kaum verzichtet werden kann. Und das umso mehr, als die Energiequellen, welche nicht aus Biomasse gespeist werden, beträchtliche Probleme aufwerfen.

Der Elektroantrieb ist noch auf eine bessere, billigere Batterietechnik und auf das bestehende Stromnetz angewiesen, was vermutlich eine noch stärkere Abhängigkeit von vorhandenen Kraftwerksformen (Kohle, Atom) nach sich ziehen würde. Der Wasserstoffantrieb bringt nicht nur die beschriebenen, schwerwiegenden technischen Probleme hinsichtlich des Tanksystems mit sich, er würde nach Aussage von Fachleuten, die mit ihm experimentieren, auch erst in frühestens dreißig Jahren verfügbar sein. Eine solche Zeitspanne ist mit Blick auf die sich rasch verschärfenden Umweltprobleme nicht hinzunehmen.

Künftige Energiewirtschaft

Die Substitution von Dieselkraftstoff durch Pflanzenöle wäre hingegen vergleichsweise rasch zu bewerkstelligen, weil auch die nötige Motortechnik entwickelt ist. Die niedrigen Erdölpreise werfen zwar im Moment noch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit auf, doch wird die sich über kurz oder lang – auch ohne staatliche Eingriffe – im Zuge der Verknappung von Mineralöl von selbst beantworten. Staaten, die ohnehin in großem Stil Pflanzenöl produzieren und es auf den Rohstoffmärkten anbieten, könnten ihre Mineralölimporte rasch in beträchtlichem Umfang verringern. Daß eine ökologisch orientierte Umstrukturierung der Energiewirtschaft vielerorts an den politischen und sozialen Verhältnissen scheitert oder scheitern würde, ist ein bedenklicher Umstand, der jedoch nicht gegen das Pflanzenöl-Konzept als solches spricht. □

DER AUTOR

Rainer Olbert, geboren 1951, ist seit 1980 Redakteur bei der *Süddeutschen Zeitung*. Davor war er bei den *Bayerischen Motoren Werken* im Bereich Marketing tätig. In seinem vor zwei Jahren begonnenen Politologie-Studium befaßt er sich vorwiegend mit Fragen der Umweltpolitik.

„UNVERKENNBARE SPUREN DER WONNE“

Die Wassersäulenmaschinen des Georg von Reichenbach

Heinz Straub

Salz, das in den Salinen durch Verdampfen der aus Salzbrunnen geschöpften Sole gewonnen wurde, war von alters her eine der wichtigsten Einnahmequellen Bayerns. Besonders in Reichenhall standen große Sudhäuser, in denen schon seit über 1000 Jahren Salz erzeugt wurde. Doch um das Feuer unter den Sudpfannen zu unterhalten, brauchte man viel Holz, und die Wälder um den Ort begannen, durch den großen Bedarf immer lichter zu werden. Als dann um 1613 neue Salzquellen entdeckt wurden, machte man sich wegen des Holzmangels ernstliche Sorgen und beschloß, „einen Teil des Salzwassers einem neuen Holzvorrat entgegenzuleiten“. Die Sudhäuser der neuen Saline sollten zuerst in Siegsdorf errichtet werden, doch dann fand man in Traunstein ein geeigneteres Gelände.

Mit der Ausführung des gesamten Projekts wurden von Herzog Maximilian I. der Hofbaumeister Hans Reiffenstuel und dessen Sohn, der Hofbrunn- und Zimmermeister Simon Reiffenstuel, beauftragt. Keine leichte Aufgabe für diese Männer; immerhin mußte eine Soleleitung auf einer Strecke von 31 Kilometern verlegt werden. Die Länge der Leitung war allerdings nicht das Schwierigste, schließlich hatten die Österreicher schon Jahre vorher mit ihrer Salzleitung von Hallstadt nach Ebensee eine Entfernung von insgesamt 65 Kilometern überbrückt. Doch bei dieser Leitung konnte das natürliche Gefälle ausgenutzt werden, während Vater und Sohn Reiffenstuel nun eine beträchtliche Höhe zu überwinden hatten: vom Brunnenhaus in Reichenhall bis zum höchsten Punkt bei Inzell insgesamt 260 Meter!

Die Reiffenstuels lösten das Problem der Höhenüberwindung durch Zwischenschalten von sieben Hebewerken, die zu Fager, am Seebichl, im Unter- und Obernesselgraben, zu Weißbach, Nagling und Lettenklause errichtet wurden. Die Hebewerke bestanden aus bronzenen dreizylindrigen, in Holzhütten untergebrachten Druckpumpen, die durch große oberschlächtige Wasserräder angetrieben wurden. Die Pumpen saugten aus einem danebenliegenden Behälter die Sole an und drückten sie in einen Hochbehälter, das „Bergstübl“. Von dort lief die Sole in natürlichem Gefälle bis in den Behälter, der neben dem nächsten Pumpwerk lag. Hier wiederholte sich der Vorgang des Hochpumpens in ein „Bergstübl“. Eine Ausnahme bildete das Druckwerk im Unternesselgraben. Dort wurde die Sole gleich in den Behälter der Pumpe vom Obernesselgraben gehoben.

Georg von Reichenbach (1771–1826) vor einer seiner Wassersäulenmaschinen. (Foto: Deutsches Museum)

Die drei Rohre, mit denen jede Pumpe die Sole ansaugte, waren aus Blei, ebenso das Steigrohr, mit dem sie in den Hochbehälter gedrückt wurde. Die Soleleitung mit Gefälle bestand aus insgesamt 9000 Teicheln – hölzernen Röhren –, jede rund 14 Fuß (4 Meter) lang und auf etwa 3¼ Zoll (82 Millimeter) ausgebohrt.

Anfang des Jahres 1617 hatte man mit dem Bau der Soleleitung begonnen, und im Jahre 1619 war sie so weit vollendet, daß im Sommer in Traunstein „auf drei Pfannen gesotten werden konnte“.

Mehr als zwei Jahrhunderte lang pumpten die Druckwerke ununterbrochen – von Reparaturen abgesehen – im Schnitt 5 Röhrl (83 Kubikmeter in 24 Stunden) Sole von Reichenhall nach Traunstein. Eine beachtliche Leistung und ein Zeichen dafür, von welch hoher technischer Vollendung diese Anlage – Pipeline würde man sie heute nennen – gewesen sein muß.

Am 8. August 1806 verfügte König Maximilian I. Joseph an seine Salinenadministration: „Neuerlichst hat der Direktor

Flurl bey Gelegenheit seiner Revisions-Reise eine Soolenleitung nach Rosenheim in Antrag gebracht. Da die Ausführbarkeit dieses letztern Vorschlags um so mehr eine nähere Untersuchung verdienet, als durch die Anlage einer Saline am Inn die bisherigen Transportkosten des Salzes sehr ansehnlich vermindert werden würden, so beauftragen Wir euch, dieselbe ohne Verzug in doppelter Hinsicht anstellen zu lassen, nämlich zuförderst in Ansehung des in der dortigen Gegend mit Nachhalt zu erwartenden Brennmaterials, und Teufenholzes, und dann in Hinsicht des zu nivellirenden Terrains."

Man wollte also die Salzerzeugung drastisch erhöhen. So sollten in Traunstein 180 000 Zentner (9000 Tonnen) Salz jährlich gesotten werden, während in der neu zu errichtenden Saline zu Rosenheim sogar eine Erzeugung von 300 000 Zentnern (15 000 Tonnen) im Jahr vorgesehen war. Zu diesem Zweck mußte die alte Soleleitung modernisiert und zusätzlich von der Abzweigung Hammer aus über Siegsdorf nach Rosenheim eine neue Soleleitung verlegt werden. Zunächst wurde unter wesentlicher Mitwirkung des Salinenrates Joseph von Baader die Linienführung von Hammer nach Rosenheim vermessen, wobei auch Hebewerke einzuplanen waren.

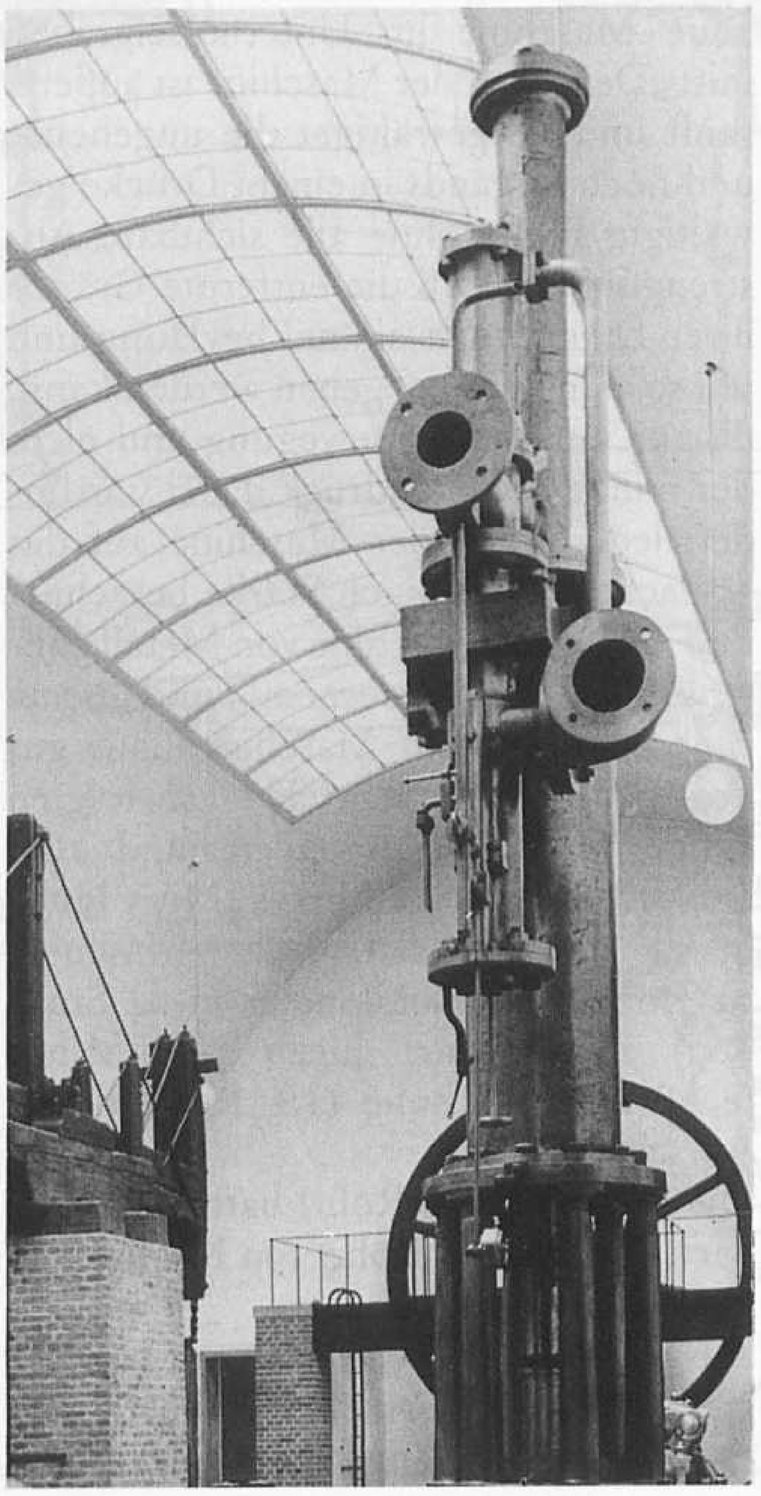
Nach der Vermessung beschloß die Salinenleitung als erstes die Modernisierung der Salzleitung von Reichenhall nach Traunstein. Hebemaschinen waren nur noch an sechs Stellen, nämlich zu Fager, Seebichl, Unter- und Obernesselgraben, Weißbach und Nagling vorgesehen. Und was das Wichtigste war: Die Salinenadministration verlangte nun eine Fördermenge von 16 Röhrl (262 Kubikmeter in 24 Stunden) Sole.

Diese Erhöhung der Leistung war nur durch die Konstruktion neuer Maschinen möglich. Mit den Druckwerken von Hans Reiffenstuel hatte man durch einige Verbesserungen mit Mühe die Fördermenge gerade auf 6 Röhrl (99 Kubikmeter in 24 Stunden), zeitweise auf 7 Röhrl (115 Kubikmeter in 24 Stunden), erhöhen können. Damit war eine endgültige Grenze gesetzt, reichte doch bei einigen Pumpstationen das für die oberschlächtigen Wasserräder benötigte Aufschlagwasser zu einer weiteren Leistungssteigerung nicht mehr aus. Schwachstellen in der Leitung waren besonders die Pumpwerke im Nesselgraben, für deren Betrieb schon die beiden Reiffenstuels das Aufschlagwasser aus allen Bächen und Rinnsalen der Umgebung kilometerweit herbeiführen mußten.

Als Verantwortlicher für die Modernisierung der Leitung war zunächst Joseph von Baader vorgesehen. Er, der glaubte, ohne Konkurrenz zu sein, antwortete der Administration mit einem ziemlich hochfahrenden Schreiben, in welchem er sich noch nicht einmal auf einen Fertigstellungstermin festlegte. Als auch noch die Vorlage seiner Pläne auf sich warten ließ, erinnerte man sich an das Mechanische Institut von Utzschneider, Reichenbach und Liebherr in München. Die Salinenadministration entschied jetzt, daß Baader nur die Solehebemaschine im Quellenhaus von Reichenhall und die Pumpwerke Fager und Seebichl fertigstellen sollte.

Für die übrigen Pumpanlagen veranlaßte sie das Mechanische Institut, binnen 8 Tagen Pläne und Kostenvoranschläge einzureichen. In der Antwort von Georg Reichenbach, der die technische und wissenschaftliche Leitung des Instituts innehatte, heißt es unter anderem:

Die Maschine von der Pfisterleite, die heute im Deutschen Museum steht. (Foto: Deutsches Museum)



„Aufgefordert durch einen gnädigsten Befehl vom 30. May entschließt sich das unterzeichnete Institut, die Salinen-Brunnhäuser zu Ober- und Unter-Nößlgraben, zu Weißbach und zu Nagling zum Behuf einer größeren Soole-Leitung von Reichenhall nach Traunstein dergestalt zu erweitern, daß 16 Röhrl Soole, so wie sie dermal auf 6 steht, immerfort fließen können."

Am 2. Juni 1807 wurden durch königlichen Befehl der Bau der Maschine zur Hebung der Sole aus dem Brunnenschacht in Reichenhall und der Bau der Pumpanlagen zu Fager und Seebichl dem Salinenrat von Baader übertragen. Den Bauauftrag für die Druckwerke im Unter- und Obernesselgraben sowie zu Weißbach und Nagling erhielt das Mechanische Institut. Beide Teile der Soleleitung sollten bis Jahresende modernisiert sein.

Das bedeutete, daß Reichenbach für alle vier Stationen neue Maschinen entwerfen mußte. Beim Brunnenhaus Weißbach wäre es wegen der geringen Förderhöhe noch möglich gewesen, die gewünschte Solemenge mit einem oberschlächtigen Wasserrad von 36 Schuh (10,5 Meter) im Durchmesser zu heben. Doch bei den drei anderen Brunnenhäusern war die zu bewältigende Förderhöhe zu groß. Umgekehrt gesagt: Die Wassermenge, die die Räder beaufschlagen muß, war für die geforderte Leistung zu klein.

Aber als Antriebskraft kam nur Wasser in Frage. Die kohlefressenden Wattschen Niederdruckdampfmaschinen wären für den Zweck viel zu teuer gewesen. Schon allein der Transport der Kohle hätte ein Problem bedeutet, da die Brunnenhäuser, mit Ausnahme des nahe bei Reichenhall befindlichen Fager, einsam in abgelegenen Tälern standen. Hinzu kam, daß diese Maschinen bestens ausgebildetes Bedienungspersonal erforderten.

Zum Glück war das Gefälle der Aufschlagwasser bei diesen Pumpstationen sehr hoch, und Reichenbach erinnerte sich an einen ungarischen Mechaniker namens Hell, der vor dem gleichen Problem gestanden hatte. In einem späteren Bericht an den König schrieb er darüber:

„Hell ließ in geschloßenen Röhren die hydrostatische Kraft der Wassersäule auf den Kolben in einem Cylinder wirken, welche also diesen Kolben mit der größtmöglichsten Kraft auf oder niedertrieb, und solchergestalt den direkten Pumpen die erforderliche Kraft zu ihrer Be-

wegung gab. Er nannte seine Erfindung *DIE WASSERSÄULENMASCHINE.*"

Georg Reichenbach, der zwar keine dieser Hellschen Maschinen zu Gesicht bekommen hatte, aber wußte, daß der ungarische Mechaniker, vermutlich aus fertigungstechnischen Gründen, wenig Freude an ihnen hatte, entschloß sich dennoch, seine „Zuflucht zur Wassersäulenmaschine zu nehmen".

Sein Entschluß erwies sich als richtig. Und was die Machbarkeit dieser Maschinen anbetraf, war Reichenbach seinem Vorgänger weit voraus. Die Beherrschung der Mechanik, seine Kenntnisse in der Kanonenherstellung, das Wissen über die Dampfmaschine sowie die präzise Arbeitsweise bei seiner Instrumentenfertigung kamen ihm zugute.

Wasser- statt Dampfdruck

Vier gleiche Maschinen sollten bei den einzelnen Brunnenhäusern stehen, obwohl ja bei Weißbach ein verbessertes Radwerk genügt hätte. Doch Reichenbach meinte dazu:

„Ich entschloß mich demnach um so mehr, auch das Brunnhaus Weißbach durch eine ähnliche Maschine zu betreiben, weil sie die wohlfeilste ist, und ich mit dem alten Reifenstuhl gleichen Grundsatz habe, daß wenn ein gewißer Zweck durch eine Reihe in einander wirkender Maschinen erreicht werden muß, vorzüglich dahin zu trachten ist, daß diese Maschinen so viel möglich gleichartig werden."

Die ersten Wassersäulenmaschinen, die nun Georg Reichenbach für die Soleleitung Reichenhall – Traunstein baute, waren doppeltwirkend, ähnlich gebaut wie Kolbendampfmaschinen. Statt des Dampfdruckes wirkte jedoch eine Wassersäule, genauer gesagt der hydrostatische Druck des Wassers in geschlossenen Röhren, auf den Kolben.

Am 20. Mai 1808 meldete Inspektor Reiner, Vorstand der Saline Reichenhall, daß seit dem 6. Mai die im Unternesselgraben aufgestellte Wassersäulenmaschine in Gang sei. Am 21. August 1808 berichtete Georg Reichenbach dem König:

„Die erste dieser Maschinen in Unternößlgraben geht, und leistet dem Versprechen Genüge, die zweyte in Obernößlgraben ist bereits aufgestellt, und wird dieser Tage in Gang kommen, die dritte und vierte für Weißbach und Nagling sind so weit fertig, daß sie nur erwarten aufgesetzt zu werden, welches ununterbrochen so betrieben wird, daß die Soolenleitung mit 16 Röhrl von Unternößlgraben bis Lettenklausen längstens bis Ende Oktober vollendet seyn wird."

Im Zuge der fortgeschrittenen Verlegung der neuen Soleleitung von Hammer nach Rosenheim galt es nun für Georg Reichenbach, vier weitere hydraulische Pumpwerke an den vorgesehenen Orten Siegsdorf, Klaushäusl, Bergham und Mühlthal zu errichten. Außerdem hielt er es für wünschenswert, die beiden Maschinen im Nesselgraben durch eine einzige – Standplatz Unternesselgraben – zu ersetzen. Allerdings ergab sich dadurch eine größere Förderhöhe. Die erforderliche größere Leistung veranlaßte Georg Reichenbach zur Konstruktion einer neuen doppeltwirkenden Wassersäulenmaschine.

Um den Betrieb zu vereinfachen, ließ er die vier Maschinen der ersten Konstruktion, Typ I, demontieren und auf der Linie Hammer – Rosenheim neu aufbauen. Für Weißbach und Nagling wurden, wie schon im Unternesselgraben, Maschinen des Typs II aufgestellt.

Am 15. April 1810 teilte Georg Reichenbach der Salinenadministration über die neue Maschine im Unternesselgraben mit: „Der Gang der Maschine ist äußerst sanft und sie gewältiget die ungeheure und noch nirgends in einem Drucke gewältigte Höhe ohne alle sichtbare Anstrengung, so daß die entfernte Gränze ihrer Dauer nicht einmal beyläufig und um so weniger angegeben werden kann, da nur senkrechte Bewegung und nicht der mindeste Seitendruck dabei stattfindet, jeder Theil der Maschine auf das 30-fache der nöthigen Stärke berechnet und die ganze Maschine von Metall construirt ist, auf steinernem Fundamente ruht und mit dem Maschinenhaus gar keine Verbindung hat." Danach folgten einige technische Angaben, und zum Schluß fügte er stolz hinzu: „Mit 3 Hube in der Minute liefert die Maschine 22 Röhrl (360 Kubikmeter in 24 Stunden) und bedarf hiezu per Minute 48 Kubik-Schuhe (1,2 Kubikmeter) Aufschlagwasser."

Die verlangten 16 Röhrl hatte Reichenbach somit um 6 Röhrl (99 Kubikmeter in 24 Stunden) überboten.

Ausgangs des Jahres 1810 war dann die ganze Leitung Reichenhall – Rosenheim mit einer Gesamtlänge von rund 80 Kilometern fertiggestellt. Die Ablaufleitungen für die Sole bestanden auch hier aus hölzernen Röhren, während für die unter Druck stehenden Leitungen, so die Röhren für das Aufschlagwasser der Wassersäulenmaschinen und die Röhren für die Steigleitungen der Sole, Gußeisen verwendet worden war.

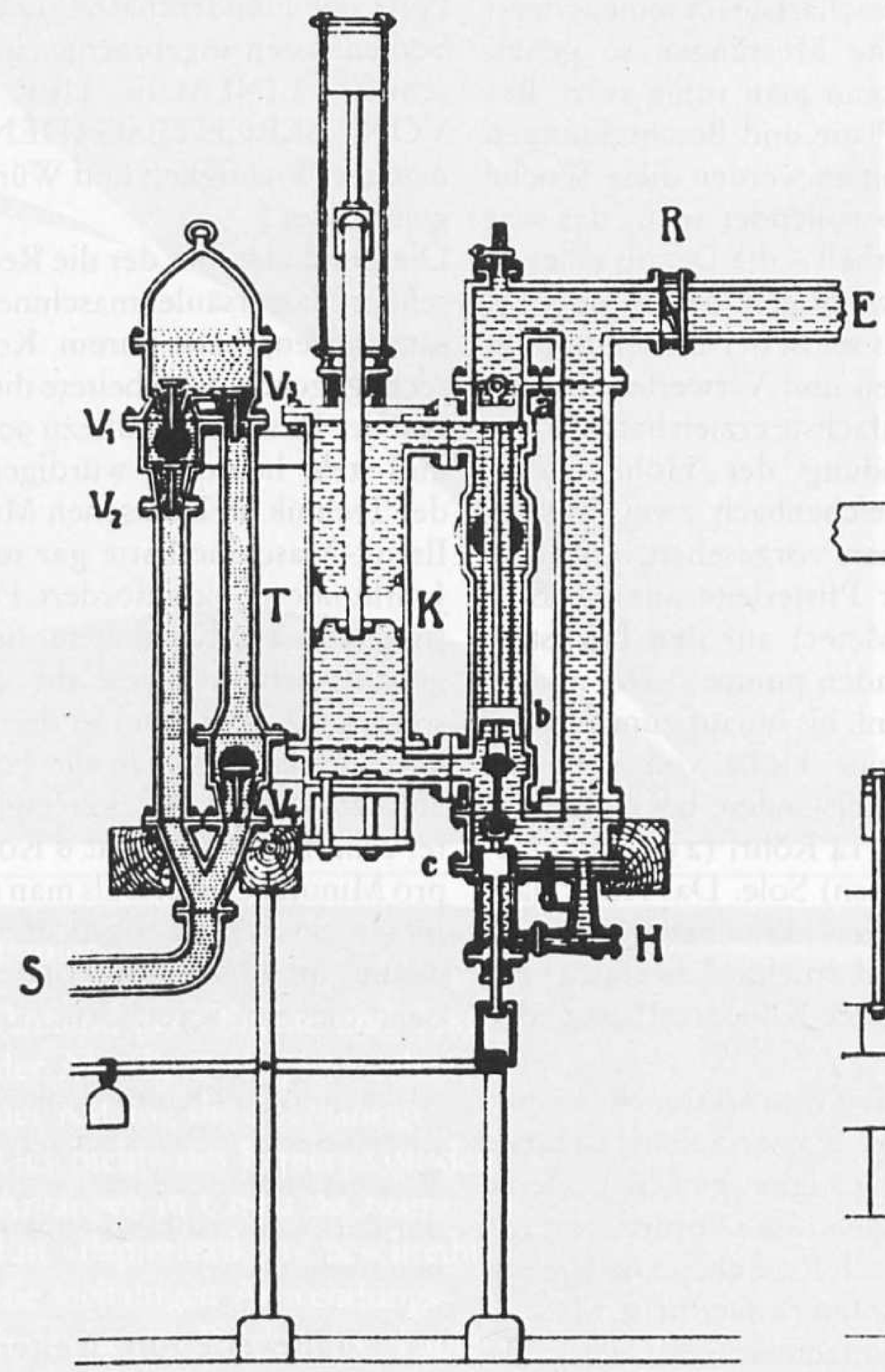
Georg Reichenbach hatte es schon 1807 durchgesetzt, daß er für Modernisierung und Bau der Soleleitungen von seinem Militärdienst dispensiert und „zur Verwendung in Zivilmaschinenbaugeschäften abgeordnet" wurde. Um den großen wissenschaftlichen und technischen Anforderungen ganz gewachsen zu sein, reichte er im Jahre 1811 sein Entlassungsgesuch aus dem Militärdienst an den König ein:

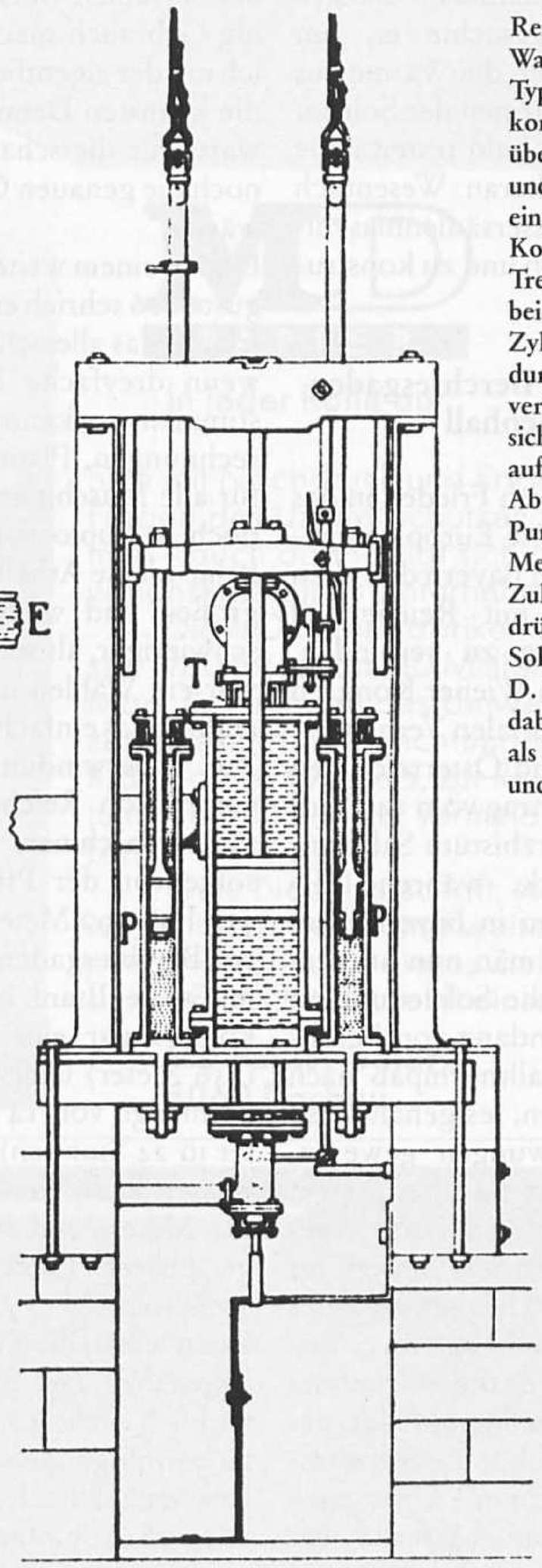
„Als Offizier der Artillerie und der Ouvriers-Kompagnie gab ich mir immer Mühe, das bayerische Geschütz durch mein Studium, durch meinen Eifer, durch meine Kenntnisse zu verbessern und in diesem Zweige des Dienstes, soviel immer an mir lag, nützlich zu sein. Zu gleicher Zeit habe ich in der Mechanik und in der Instrumentalastronomie es wirklich soweit gebracht, daß ich diese Bahn nicht mehr verlassen kann, ohne mich über die unzweckmässige Anwendung meiner inneren Kräfte bei der Welt verantwortlich zu machen; der gute Ruf, den meine Arbeiten nun beinahe durch ganz Europa erworben haben, erlaubt mir auch zu glauben, daß ich dadurch dem Dienste Eurer Königlichen Majestät und dem Vaterlande keine Unehre gemacht habe. Um nun meine Kräfte der Mechanik und der Wissenschaft mehr widmen zu können und um niemals mehr durch das unvermeidliche Detail des Militärdienstes davon abgezogen zu werden, wage ich es, Eure K. Majestät um meine Entlassung zu bitten."

Für die Leistung geadelt

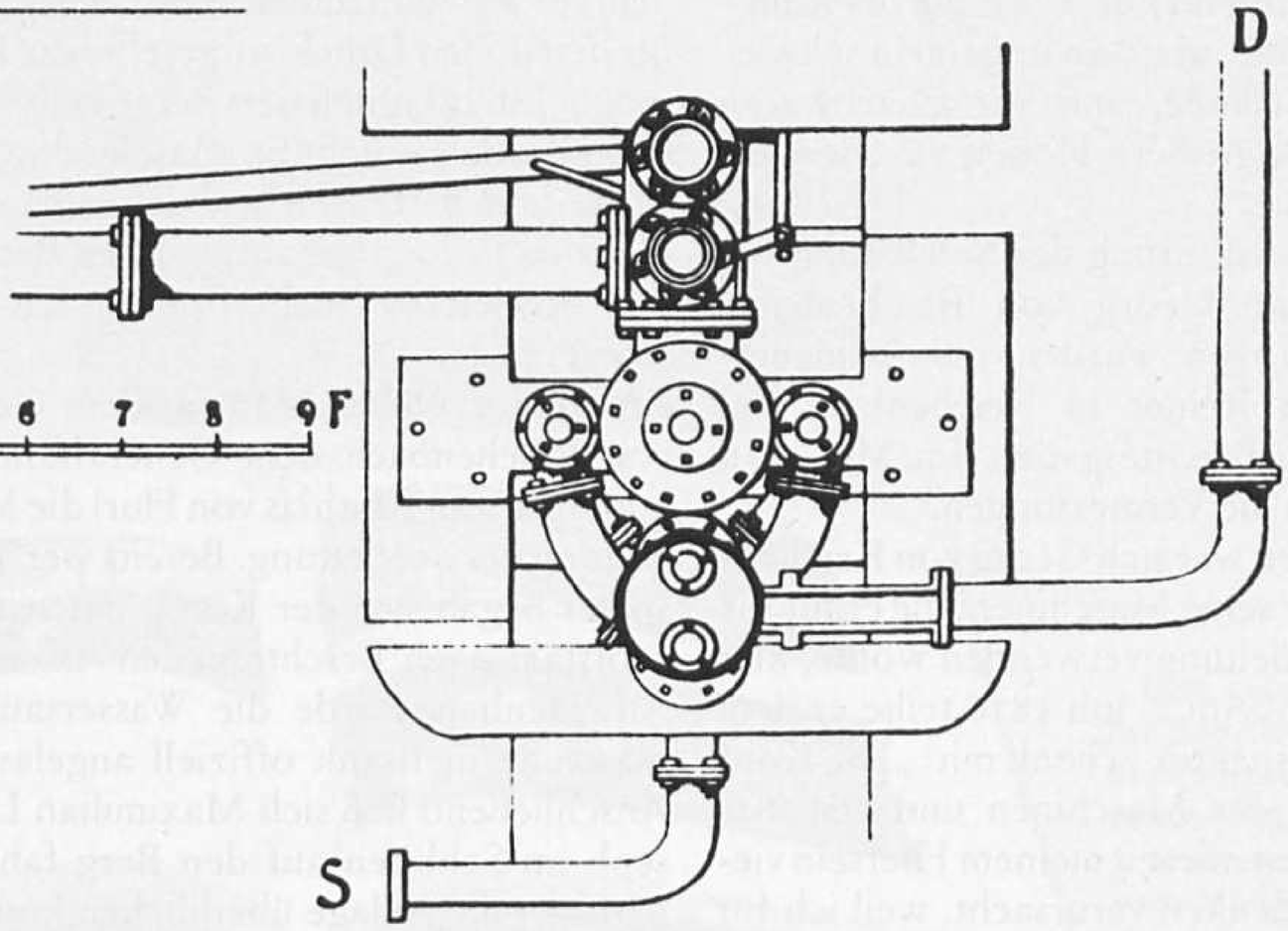
Seinem Gesuch wurde stattgegeben und Reichenbach rückwirkend ab 1807 zum Salinenrat ernannt. Etwa um die gleiche Zeit erhielt er als Anerkennung für den Bau der Soleleitung den „Verdienstorden der bayerischen Krone", mit dessen Verleihung der persönliche Adel verbunden war.

Georg von Reichenbach widmete sich nun ganz seiner neuen Tätigkeit als Salinenrat. So stammen aus jener Zeit systematische Untersuchungen über die Verdampfung des Wassers aus Sole von





Reichenbachs erste Wassersäulenmaschine, Typ I. Das von E kommende Wasser wird über die Steuerkolben a und b in den Zylinder T eingeführt. Mit der Kolbenstange des Treibkolbens K sind die beiden Kolbenstangen der Zylinder P der Solepumpe durch ein Querhaupt verbunden; sie bewegen sich dadurch gleichzeitig auf und ab. Beim Auf- wie Abwärtsgang saugt die Pumpe eine bestimmte Menge Sole von der Zuleitung S aus an und drückt eine gleiche Menge Sole in die Druckleitung D. Im Wechsel arbeiten dabei die Ventile V_2 und V_4 als Saug-, die Ventile V_1 und V_3 als Steigventile.



unterschiedlichem prozentualen Salzgehalt; des weiteren versuchte er, um Brennmaterial zu sparen, die Wärme des Abdampfes zum Vorwärmen der Sole zu benutzen. Doch schon bald traten neue Anforderungen an ihn heran: Wesentlich leistungsfähigere Wassersäulenmaschinen waren zu berechnen und zu konstruieren.

Die Soleleitung von Berchtesgaden nach Reichenhall

Als im Jahre 1814 endlich Frieden in das vom Krieg heimgesuchte Europa eingekehrt war, nahm man in Bayern den alten Plan, Berchtesgaden mit Reichenhall durch eine Soleleitung zu verbinden, wieder auf. Doch beim Wiener Kongreß wurden auch die territorialen Verhältnisse zwischen Bayern und Österreich neu geregelt. So fiel im Vertrag vom 14. April 1816 das ehemalige Erzbistum Salzburg an Österreich zurück, während die Probstei Berchtesgaden in bayerischem Besitz verblieb. Hätte man nun an dem ursprünglichen Plan, die Soleleitung an der alten Salzstraße entlang von Berchtesgaden über den Hallthurmpaß nach Reichenhall zu verlegen, festgehalten, so wäre man jetzt gezwungen gewesen, österreichisches Gebiet zu überqueren, das sich an einer Stelle in Form eines Dreiecks über die Salzstraße hinweg ins Bayerische erstreckte. Dies schien indes aufgrund der politischen Lage nicht ratsam. Es blieb deshalb für die Soleleitung nur die Linie eines alten Saumpfades, der die Aache hinauf und über die Schwarzbach auf nur bayerischem Gebiet nach Reichenhall führte. Diese Strecke war zwar bedeutend kürzer als die ursprünglich geplante, aber ein ungemein schwierigeres Gelände, und vor allem waren wesentlich größere Höhen zu überwinden.

Mit der Ausführung der Soleleitung betraute man Georg von Reichenbach. Hinzugezogen wurden die Salineninspektoren Reiner in Reichenhall und Schenk in Berchtesgaden. Im Mai 1816 begannen die Vermessungen.

Inzwischen war sich Georg von Reichenbach über seine Maschinen, die er für die neue Soleleitung verwenden wollte, klar geworden. Am 2. Juli 1816 teilte er dem Salineninspektor Schenk mit: „Die Konstruktion der Maschinen und alle ihre Details, hat mir seit meinem Hiersein vieles Nachdenken verursacht, weil ich für so ungeheuere Drucke von der älteren Wassersäulen-Maschine eigentlich wenig Gebrauch machen konnte. Nun bin ich mit der eigentlichen Erfindung bis auf die kleinsten Details ganz fertig und erwarte für die schärfste Berechnung nur noch die genauen Gefälle der Aufschlagwässer."

Und in einem weiteren Brief vom 19. August 1816 schrieb er an Schenk: „Nun bin ich auf das allerschärfste im reinen, denn wenn dreyfache Messungen so genau stimmen, so kann man ruhig seyn. Berechnungen, Pläne und Beschreibungen für alle Maschinen werden diese Woche noch in duplo vollendet seyn; das war keine kleine Arbeit – die Details einer so großen und wichtigen Sache sind oft schwieriger, als selbst der Entschluß; das war ein Wählen und Verwerfen, bis ich endlich das einfachste erzielt hatte."

Zur Überwindung der Höhen hatte Georg von Reichenbach zwei Wassersäulenmaschinen vorgesehen. Die eine sollte von der Pfisterleite aus die Sole 314 Fuß (90 Meter) auf den Lockstein bei Berchtesgaden pumpen. Die andere mußte bei Ilsank bis hinauf zum Söldenköpfl sogar eine Höhe von 1218 Fuß (356 Meter) überwinden, bei einer Fördermenge von 14 Röhrl (230 Kubikmeter in 24 Stunden) Sole. Das Aufschlagwasser kam hier aus einer Höhe von 112 Metern und drückte dabei mit 43 Atmosphären (4200 Kilopascal) auf den Treibkolben.

Dazu wären die Konstruktionen der vorangegangenen Wassersäulenmaschinen wirklich nicht geeignet gewesen. Deren zu bewältigende größte Förderhöhe von Reichenhall nach Rosenheim betrug nur 360 Fuß (105 Meter). Der neue Maschinentyp war einfachwirkend, damit die für den hohen Druck vorgesehenen Teile möglichst unkompliziert hergestellt werden konnten. Auch die Maschine in der Pfisterleite hatte Reichenbach nach dem gleichen Prinzip gebaut, um den Betrieb der Soleleitung nicht unnötig zu erschweren.

Am 16. Dezember 1817 meldete Georg von Reichenbach dem Generalsalinenadministrator Mathias von Flurl die Vollendung der Soleleitung. Bereits vier Tage später begab sich der König mit seinem Hofstaat nach Berchtesgaden. In seiner Anwesenheit wurde die Wassersäulenmaschine in Ilsank offiziell angelassen. Anschließend ließ sich Maximilian I. Joseph im Schlitten auf den Berg fahren, damit er die Anlage überblicken konnte. Als zwei Tage später die Sole in Reichenhall einlief, erwähnte das darüber aufgenommene Protokoll unter anderem auch die Reaktion des Herrn Generalsalinenadministrators von Flurl:

„Unverkennbare Spuren der Wonne bey der vollen Ueberzeugung des ächten Gehaltes der Berchtesgadener Soole äußerten sich an seinen Mienen; und selbst im Auge mehrerer Zuschauer glänzte die Perle der Freudenthräne. Die über dem Soolenkasten angebrachte einfache Aufschrift: EINLAUF DER SOOLE VON BERCHTESGADEN bezeichnete die Wichtigkeit und Würde des Gegenstandes."

Die Zeitdauer, mit der die Reichenbachschen Wassersäulenmaschinen im Einsatz waren, hatte ihrem Konstrukteur recht gegeben. So arbeitete die Maschine von der Pfisterleite nahezu 90 Jahre lang und steht heute als würdiges Denkmal der Technik im Deutschen Museum. Die Ilsank-Maschine hatte gar mehr als ein Jahrhundert Sole gefördert. Für eine Leistung von 230 Kubikmeter Sole pro Tag gebaut, hatte sie diese mit 2½ Kolbenspielen (Doppelhübe) in der Minute erbracht. Auch als man die Fördermenge auf 520 Kubikmeter Sole täglich steigerte, schaffte sie dies mit 6 Kolbenspielen pro Minute. Und erst als man 660 Kubikmeter pro Tag benötigte, mußte sie 1927 durch eine Freistrahlturbine ersetzt werden, die eine Hochdruckkreiselpumpe antrieb.

Als technisches Kulturdenkmal kann der Interessierte Reichenbachs Ilsanker Wassersäulenmaschine noch heute an der Bergwerkseinfahrt zu Berchtesgaden bewundern. □

Hinweise zum Weiterlesen

Walther v. Dyck: Georg von Reichenbach, München 1912.

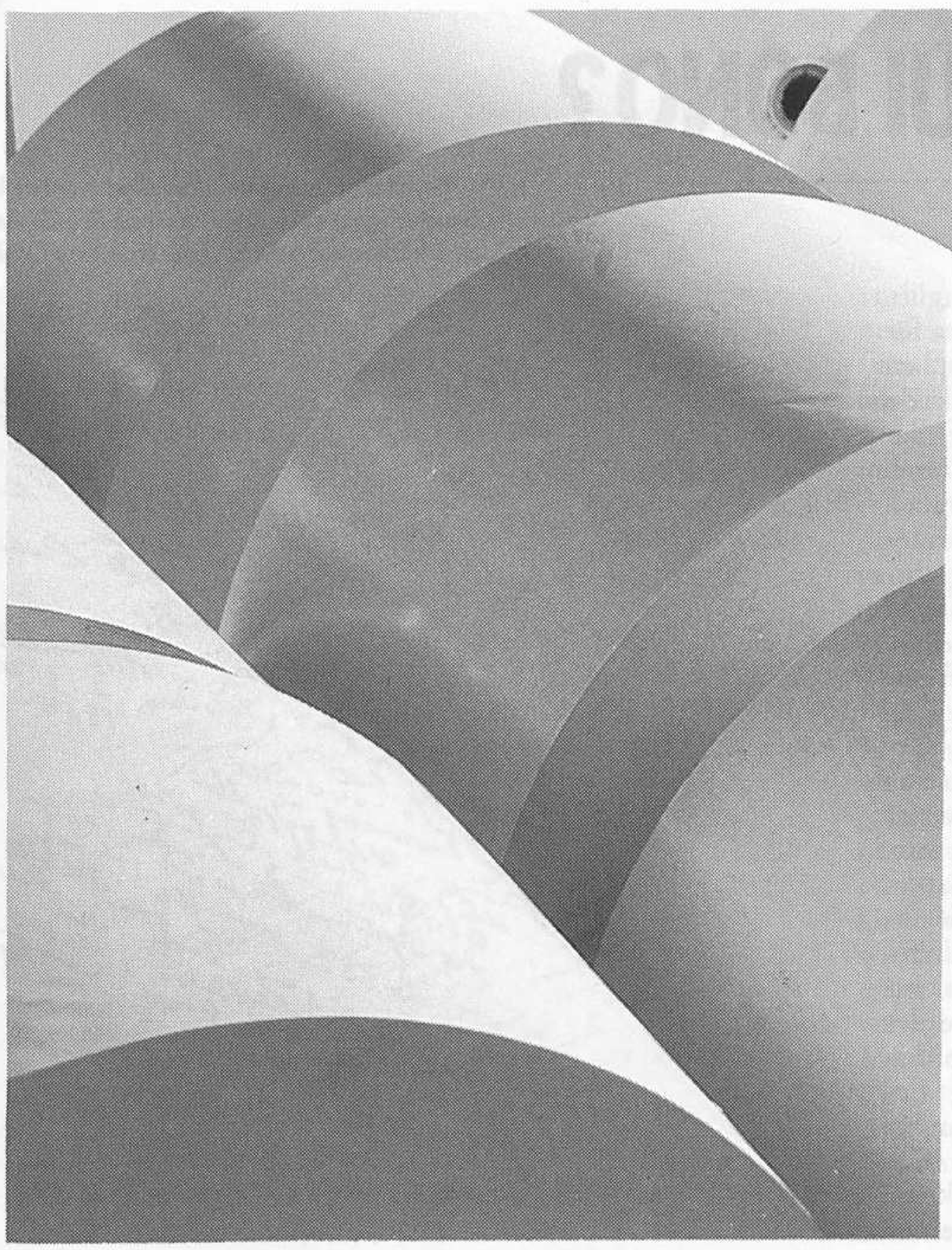
Ernst Kohler: Georg von Reichenbach, München 1933.

Heinrich Kurtz: Die Soleleitung von Reichenhall nach Traunstein 1617–1619; Deutsches Museum, Abhandlungen und Berichte, 46. Jahrgang, Heft 1/2, München 1978.

Conrad Matschoss: Große Ingenieure, München 1954.

DER AUTOR

Heinz Straub, Dipl.-Ing. (FH), geboren 1921, studierte Maschinenbau in Karlsruhe. Nach dem Studium Tätigkeit in der Industrie, zuletzt als technischer Redakteur. Autor mehrerer Jugend- und Sachbücher.



MD
PAPIER

In jeder Rolle gut

Sich mit Nachdruck und Erfolg den Fragen des Umweltschutzes zu widmen – auch darin zeigt sich die Innovationskraft eines Unternehmens.

Die MD Papierfabriken haben seit 1980 insgesamt 10 Millionen Mark für Anlagen des Umweltschutzes investiert: in Einrichtungen zur Klärung des Wassers, zur Reinhaltung der Luft und zur Vermeidung von Lärm.

Gute Nachbarschaft, so meinen wir, muß erarbeitet und weitergepflegt werden. Für dieses Ziel wird sich MD auch in Zukunft einsetzen.

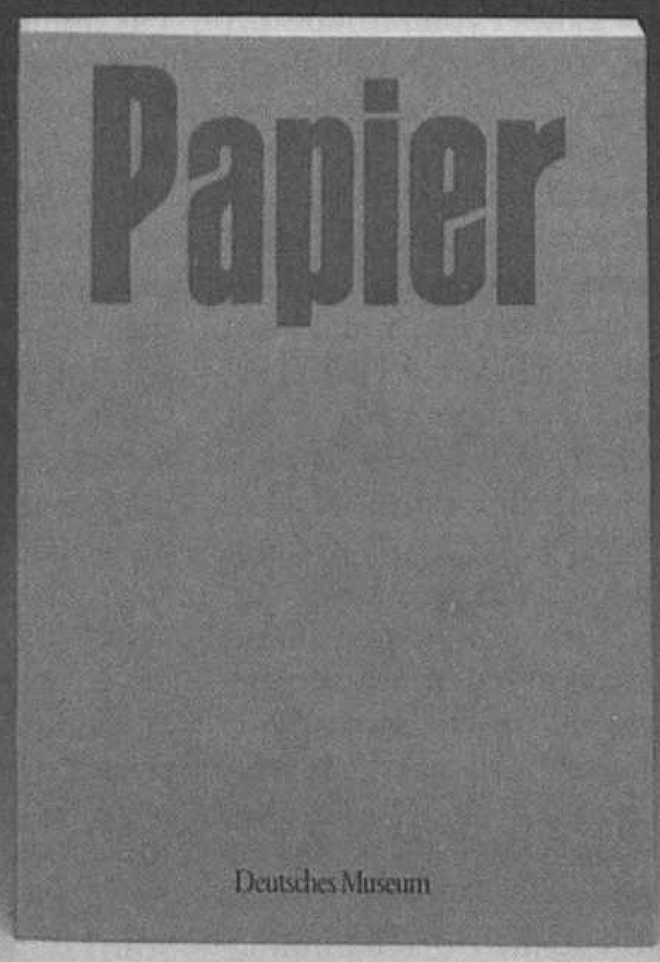
MD Papier GmbH
8060 Dachau

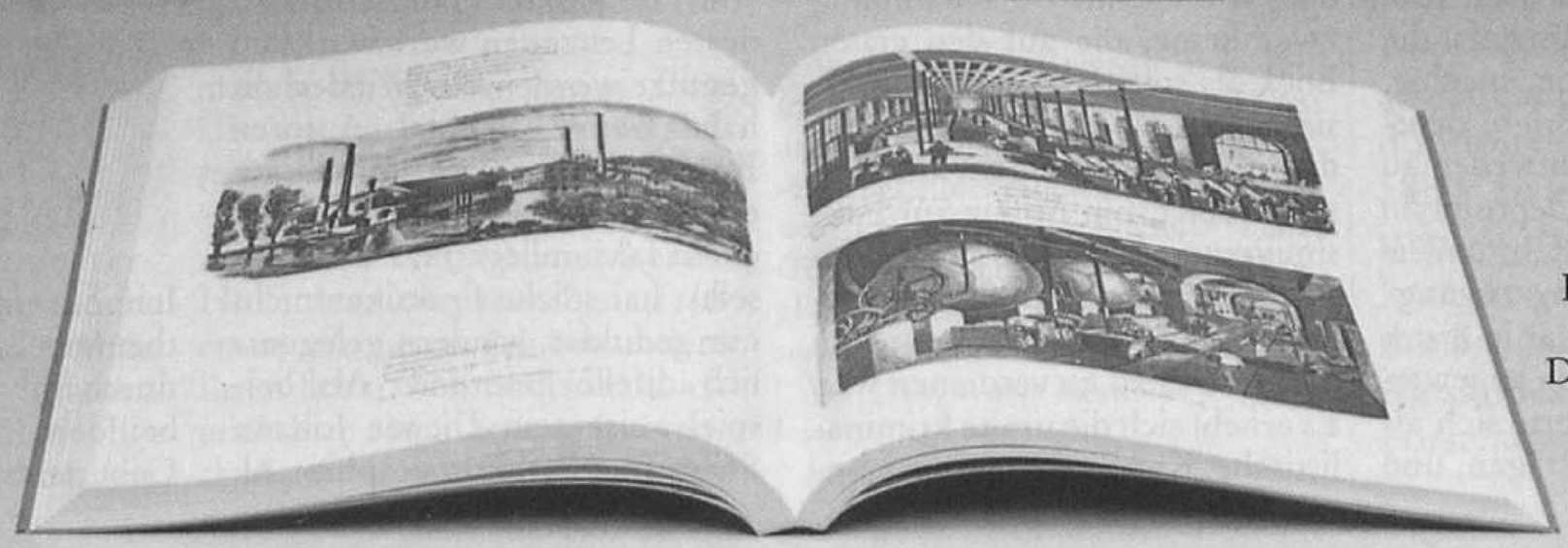
Papier

Anhand der Objekte und Texte der Abteilung »Papier« erläutert der Katalog die 2000jährige Geschichte des Papiers von den Anfängen in China bis heute. Ein »Papierlexikon« beschreibt die vielfältigen Anwendungsbereiche des Werkstoffs »Papier«.

215 S., 182 Abb., engl. Broschur, 18,– DM + Versandkosten.

Deutsches Museum



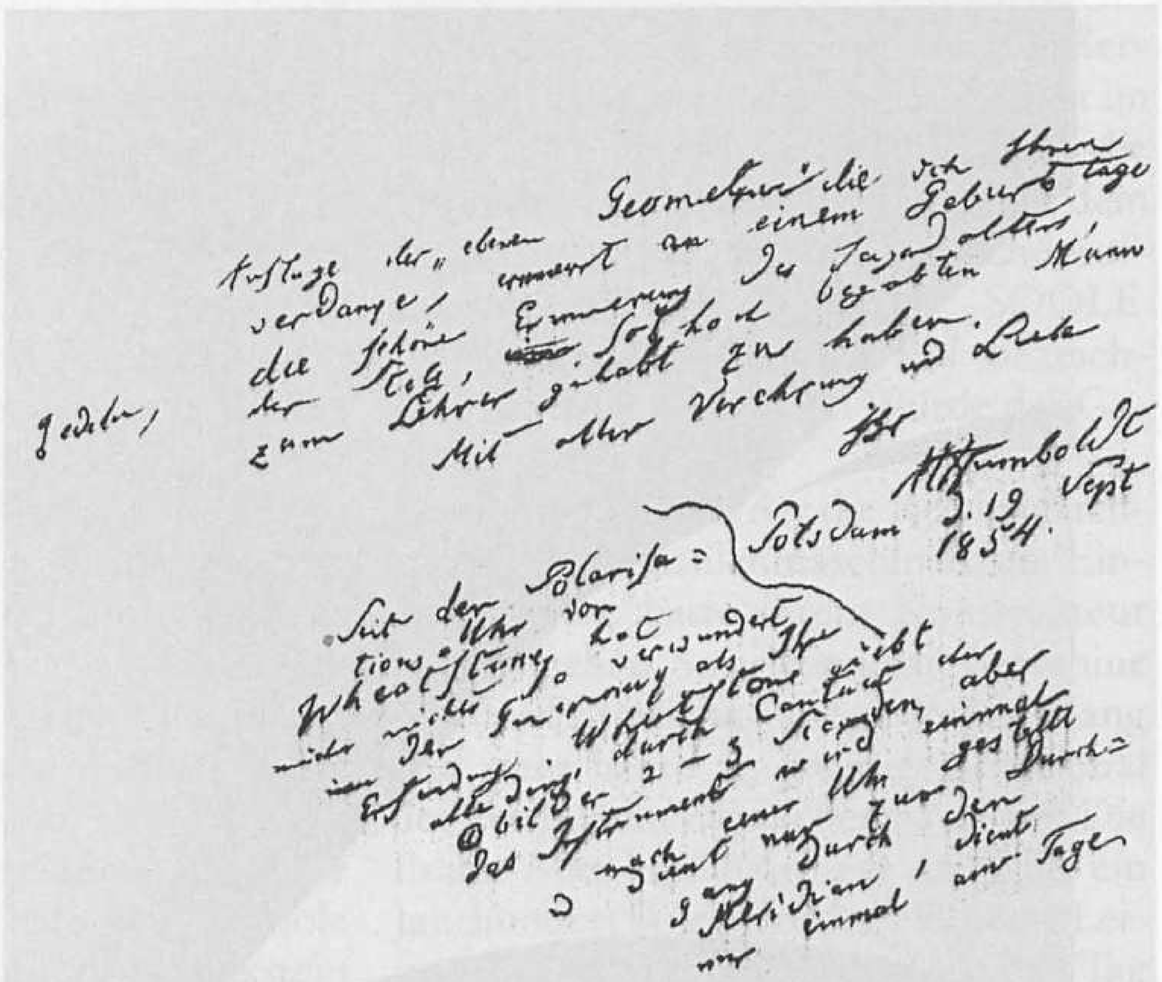


Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:
Museumsladen im Deutschen Museum
Museumsinsel 1
8000 München 22
Tel. (089) 299931

EINE FÄLSCHUNG – CUI BONO?

Kurt-R. Biermann

Brief Alexanders von Humboldt (Seite 2) an Ernst Ferdinand August nach dem Faksimile im Zentralen Archiv der Akademie der Wissenschaften der DDR . . .



Ernst Ferdinand August (1795 – 1870), Pädagoge und Verfasser von Gelegenheitsgedichten, Physiker und Mathematiker, langjähriger Direktor des Cöllnischen Realgymnasiums in Berlin, war ein äußerst vielseitiger Mann. Seine Interessen erstreckten sich von der geometrischen Methode der griechischen Klassik bis zum Turnen, von isochronen Schwingungen elastischer Federn bis zur Meteorologie. In die Geschichte der physikalischen Meßinstrumente ist er vor allem als Erfinder einer Psychrometer genannten Vorrichtung zur Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts der Luft eingegangen. In der Märzrevolution von 1848 gehörte er zu den Opfern: Weil von dem Haus, in dem er wohnte, auf die Soldaten geschossen worden sei, wurde er schwer mißhandelt, sein Neffe sofort erschossen.

Alexander von Humboldt, der seinen physikalischen Sachverstand sehr schätzte, korrespondierte mit ihm.

Hier soll uns das am 19. 9. 1854 von Humboldt an August über dessen Erfindung einer „Sonnenkompaßuhr" (Skiostat; siehe die Abbildung) gerichtete Schreiben interessieren, weil es falsifiziert worden ist: gefälscht insofern, als ein Faksimile existiert, in dem ein Passus fehlt (siehe unten die Passage der Transkription in eckigen Klammern), und zwar *ohne Kenntlichmachung der Weglassung*. Das ergab ein Vergleich des Faksimiles im Zentralen Archiv der Akademie der Wissenschaften der DDR mit der in Verwahrung der Biblioteka Jagiellońska in Kraków befindlichen Handschrift.

Woher stammt die verfälschte Nachbildung? Am 6. 12. 1891 konstituierte sich eine Deutsche Literaturarchiv-Gesellschaft, die es sich zur Aufgabe machte, Handschriften und Briefe deutscher Schriftsteller entweder zu erwerben oder als Deposita in Verwahrung zu nehmen, um sie allgemeiner Benutzung zugänglich zu machen. Sie war in erster Linie auf Schenkungen angewiesen, denn sie finanzierte sich allein aus Mitgliedsbeiträgen, und bei maximal 60 bis 70 Mitgliedern überstieg der Jahresetat für den Ankauf von Autographen nicht 600 bis 700 Reichsmark. Zu ihren Mitgliedern gehörte der Autographensammler Heinrich Hahn, der ihr verschiedentlich Dokumente verehrt hat. Unter ihnen befand sich um die Jahrhundertwende auch der hier in Rede stehende Brief, auf dessen Schutzumschlag mit Bleistift notiert ist: „Lithographie nach Original". Es war also bei der Übergabe bekannt, daß es sich um eine Nachahmung handelte, und das dürfte auch der Grund sein, warum das genaue Eingangsdatum bei der Gesellschaft nicht wie üblich erfaßt worden ist. Unbekannt war indessen offensichtlich die Tatsache, daß Teile des Originals weggelassen worden waren. Der weitere Weg des Stückes in das Akademie-Archiv ist belegt; kommerzielle Gesichtspunkte haben auf ihm keine Rolle gespielt. Es bleibt aber zu überlegen, ob sie seine Herstellung veranlaßt haben können.

Briefe Alexander von Humboldts gehören auf dem Autographenmarkt nicht zu den Seltenheiten. Im Gegenteil: Da er einer der fruchtbarsten Briefsteller war, die wir kennen, rangierten seine Autographen schon vor seinem Tode am unteren Ende der Preisskala; sie brachten kaum einen Taler. Und wenn heute der Durchschnittspreis der Oktavseite eines Humboldtbriefs bei rund 300 Mark liegt, so zeigt das, daß auch jetzt in aller Regel ein Schreiben von seiner Hand zu den „wohlfeilen" Autographen gehört. Eine Fälschung mit der Absicht, einen nachgemachten Humboldtbrief als echt auszugeben, hat noch nie Aufwand und Risiko gelohnt. Zudem ist die vorliegende Nachahmung zwar keine, die auf den ersten Blick als solche zu erkennen ist, sie gehört jedoch auch nicht zu den Meisterleistungen auf diesem Gebiet. Ein Anreiz zur Faksimilierung kann also nur im *Inhalt* des Schreibens gelegen haben, da mit der Nachahmung an sich kein Geld zu verdienen war. Es erhebt sich die uralte kriminalistische Kardinalfrage „cui bono" – wozu? Wer konnte ein Interesse an der Verbreitung eines Faksimiles haben?

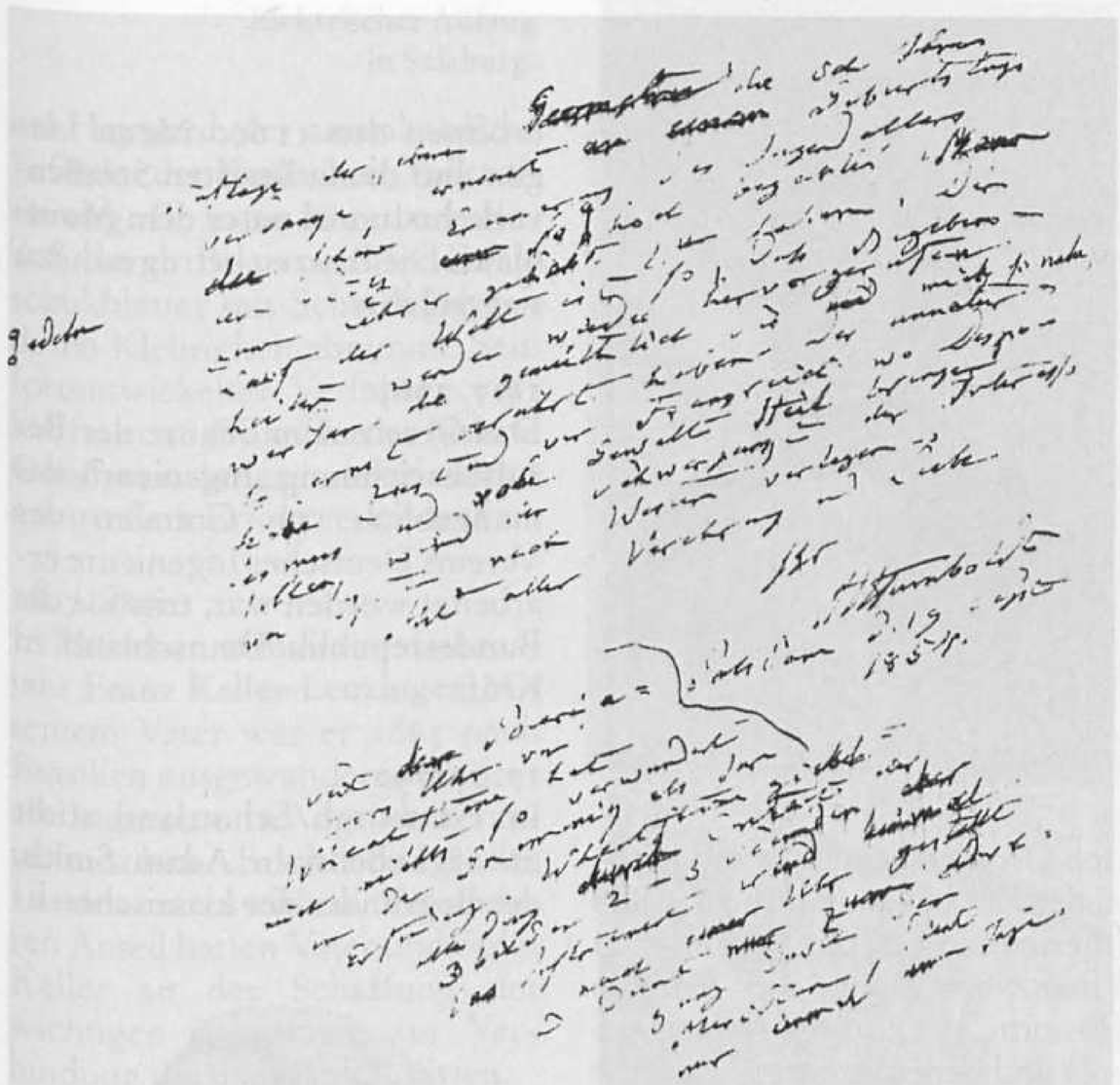
Die erwähnte Textauslassung führt uns weiter. Sie, und nur sie allein, betrifft nicht August und seine Erfindung, sondern die Machtusurpation in Frankreich durch Napoleon III. Also dürfte das vervielfältigte Faksimile für potentielle Käufer der Augustschen Sonnenuhr bestimmt gewesen sein, die Humboldt neu nannte und deren Erfindung er als scharfsinnig und bemerkenswert charakterisierte. Es kann somit vermutet werden, daß es ein Instrumentenbauer, etwa der Mechaniker F. Ernecke, gewesen ist, der das Faksimile zu Werbezwecken hat anfertigen lassen. Es wäre das durchaus nicht der einzige Fall, in dem ein Faksimile von Humboldts Handschrift zu dessen Lebzeiten werbewirksam genutzt worden ist. Wiederholt haben zum Beispiel Autoren Briefe, die sie von Humboldt empfangen hatten, in ihren Büchern faksimiliert. Ja, Humboldt selbst hat solche Praktiken nicht nur geduldet, sondern gelegentlich direkt gefördert. Als beispielsweise sein Diener Johann Seifert die Farblithographie „Al. v. Humboldt in seiner Bibliothek" (nach dem Aquarell von Eduard Hildebrandt) vertrieb, um sich zusätzliche Einkünfte zu verschaffen, da stellte ihm Humboldt im November 1856 einen handschriftlichen philosophisch-poetischen Text von 12 Zeilen Länge zur Verfügung, höchst sorgfältig speziell für diesen Zweck geschrieben, damit er faksimiliert als Teil der Farblithographie versandt werden konnte.

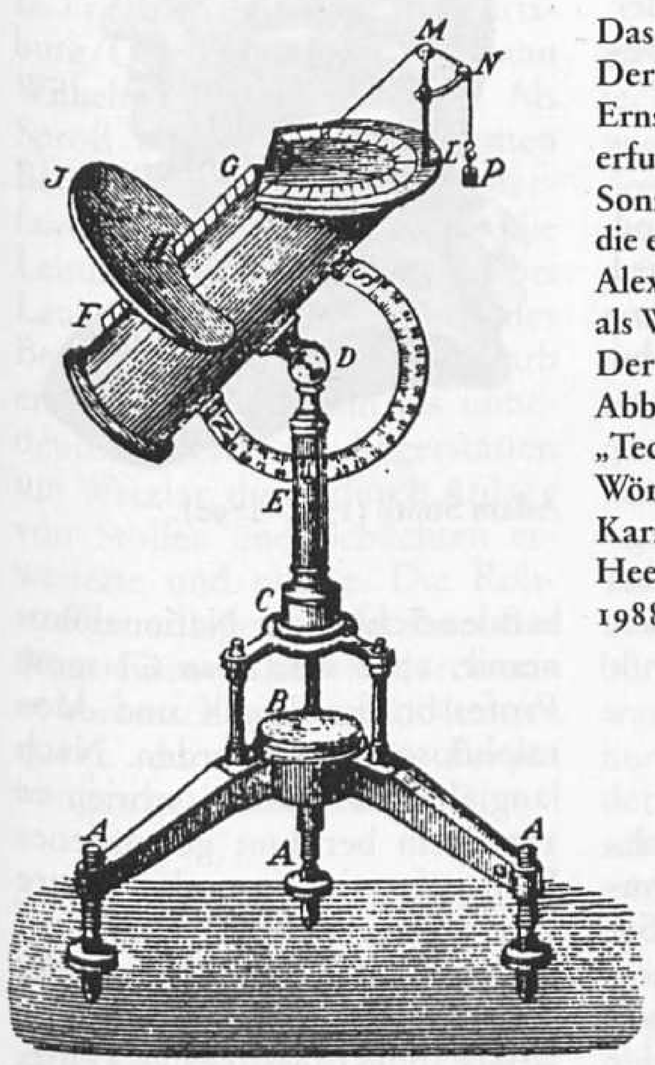
Wir halten uns daher zu der Schlußfolgerung berechtigt, daß das Motiv für die Nachahmung des Briefes an August doch im kommerziellen Bereich zu suchen ist. Inwieweit August an diesem frühen Fall von Reklame beteiligt war, muß dahingestellt bleiben.

Transkription des Briefes von Alexander von Humboldt an Ernst Ferdinand August vom 19. 9. 1854:

Ich bin innigst gerührt, mein theurer, vieljähriger Freund durch Ihr liebevolles Andenken bei dem noch einmal erlebten Geburtsfeste[1] in so unwahr-

. . . und nach dem Original in der Deutschen Staatsbibliothek Berlin, DDR. Das Original enthält eine von Ernst Ferdinand August gestrichene Passage.





Das Motiv der Fälschung: Der „Skiostat", eine von Ernst Ferdinand August erfundene Sonnenkompaßuhr, für die er den Brief Alexanders von Humboldt als Werbemittel einsetzte. Der Skiostat nach einer Abbildung im „Technischen Wörterbuch" von Karl Karmarsch und Friedrich Heeren, 3. Auflage, Prag 1988.

scheinlichem Alter! Sie wissen, wie unverbrüchlich ich Ihnen anhänge. Meine „Lebenssonne"[2] ist allerdings getrübt durch den Anblik äusserer und innerer Verhältnisse, desto lebhafter sucht man, ich sage nicht ableitende Zerstreuung, sondern höheren Genuß in der Wissenschaft. Ihre gnomonische[3] Erfindung hat mich in Erstaunen gesezt. Eine Uhr, die im Sonnenschatten sich selbst regulirt, eine transportable Sonnenuhr, die keiner vorgezeichneten Mittagslinie, keiner Hülfe des Compasses bedarf, ist etwas sehr neues. Ich bewundere Ihren Scharfsinn und sobald ich mich hier einen Sontag frei machen kann, schreibe ich Ihnen vorher, um mich durch Sie von neuem über die merkwürdige Erfindung mündlich specieller belehren zu lassen. Die dritte [Seite 2] Auflage der „ebenen Geometrie"[4], die ich Ihnen verdanke, erneuert an meinem Geburtstage die schöne Erinnerung des Jugendalters, den Stolz, einen so edelen, hoch begabten Mann zum Lehrer gehabt zu haben.[5] ⟨[6]Der Lauf der Welt ist so, daß Begebenheiten werden wieder hervorgerufen werden, die gemüthlich[7] Sie und mich so nahe, so ernst berührt haben. Der unnatürliche Zustand von Frankreich, wo Despostismus und rohe Gewalt Heil bringen sollen,[8] wird den Schwerpunkt der Interessen von Osten nach Westen verlegen.⟩[9]

Mit aller Verehrung und Liebe
Ihr
Al. Humboldt
Potsdam, d. 19. Sept. 1854

Seit der Polarisations-Uhr von Wheatstone[10] hat mich nichts so verwundert in der Gnomonik als Ihre Erfindung. Wheatstone giebt allerdings durch Contact der ⊙bilder[11] 2–3 Secunden, aber das Instrument wird einmal nach einer Uhr gestellt und dient nur zum Durchgang durch den Meridian, dient nur einmal am Tage.[12] □

ANMERKUNGEN

[1] Humboldt hatte am 14. 9. 1854 seinen 85. Geburtstag begangen.
[2] Humboldt entnimmt dies Bild der Gratulation seines Briefpartners.
[3] Unter Gnomonik verstand man die Lehre der Herstellung von Sonnenuhren.
[4] Fischer, Ernst Gottfried: Lehrbuch der ebenen Geometrie, für Schulen bearbeitet von E. F. August. Leipzig 1853.
[5] Augusts Schwiegervater E. G. Fischer (1754–1831), Mathematiker und Physiker, hatte zu den Hauslehrern der Brüder Humboldt gehört. Er war Lehrer am Gymnasium zum Grauen Kloster in Berlin und Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften.
[6] Von ⟨ bis ⟩ in dem Faksimile weggelassen.
[7] Im Gemüt.
[8] Bezieht sich auf Napoleon III., der sich 1851 durch einen Staatsstreich zum Diktator, 1852 zum Kaiser der Franzosen gemacht hatte.
[9] Von ⟨ bis ⟩ im Faksimile weggelassen.
[10] Die Poluhr (auch Polaruhr genannt) des britischen Physikers Charles Wheatstone verwendet polarisiertes Himmelslicht für die Zeitmessung. Parallel zur Erdachse gegen den Nordpol orientiert, nutzt sie das Fortschreiten der Polarisationsebene mit dem Sonnenlauf aus.
[11] Sonnenbilder.
[12] August hat Humboldt den Prototyp seiner Sonnenuhr geschenkt. Dieser ist verschollen.

Der Verfasser dankt Herrn Dr. Horst Fiedler, Berlin, DDR, für den Hinweis auf die Abweichung des Faksimiles von der Handschrift, Herrn Dr. Ralf Bülow, München, für den Artikel über Augusts Erfindung im Technischen Wörterbuch sowie der Handschriften-Abteilung der Deutschen Staatsbibliothek zu Berlin, DDR, und dem Zentralen Archiv der Akademie der Wissenschaften der DDR für die Erlaubnis zur Publikation des Humboldt-Briefes. Ferner sei für Auskünfte gedankt Herrn Dr. Hans-Günther Körber, Kleinmachnow, und Herrn Prof. Dr. Ludolf von Mackensen, Kassel. Herrn Ulrich von Heinz, Humboldt-Schloß in Berlin-Tegel, dankt der Verfasser für Kopien von Abschriften der Briefe Humboldts an August.

Hinweis zum Weiterlesen

Klaus Klauß: Geschichte der Abt. Nachlässe des Zentralen Archivs der Akademie der Wissenschaften der DDR, 34 (1984) Heft 5, Seite 168–172.

DER AUTOR

Kurt-R. Biermann, Dr. rer. nat. habil und Professor emeritus, Vizepräsident der „Académie internationale d'histoire des sciences", zählt zu den anerkanntesten Wissenschaftshistorikern der DDR. Seit rund dreißig Jahren ist er in der Alexander von Humboldt-Forschung tätig.

GEDENKTAGE TECHNISCHER KULTUR

Sigfrid von Weiher

Juli bis September 1990

1. 7. 1915
In den Vereinigten Staaten von Amerika werden die letzten alten **Holzwagen der Eisenbahnen** aus dem Verkehr gezogen und durch für die damalige Zeit moderne Stahlwagen ersetzt.

3. 7. 1815
In Buchwald im Riesengebirge stirbt 63jährig **Friedrich Wilhelm Graf von Reden.** Als preußischer Oberfinanzrat erwarb er sich um die Förderung der heimischen Industrie sehr hohe Verdienste. 1786/87 sorgte er für die Aufstellung der ersten Dampfmaschine in Schlesien (Tarnowitz). Auf Grund seiner Initiative entstand 1796 in Gleiwitz Deutschlands erster **Kokshochofen**, und 1804 gründete er in Berlin die Königliche **Eisengiesserei.** Das war der erste bemerkenswerte Schritt zur Entwicklung Berlins als Industriestadt im weiteren Verlauf des 19. Jahrhunderts.

3. 7. 1840
In Heidenheim/Brenz wird als Sohn eines Maschinen-Fabrikanten **Friedrich Voith** geboren. Nach technischem Studium übernahm er 1867 den väterlichen Betrieb und verbesserte weiter die Papiermaschinen und Holzschleifer, mit denen der Name Voith bereits gut eingeführt war. Mit Eifer förderte Friedrich zusätzlich **Entwicklung und Bau von Wasserturbinen.** Eine Glanzleistung auf diesem Gebiet wurde die Lieferung einer 11 500 PS Turbine für die Niagara-Wasserfälle. Kurz vor seinem Tode (1913) wurde Friedrich Voith vom württembergischen König in den persönlichen Adelsstand erhoben.

4. 7. 1890
In Reichenbach/Pfalz wird **Otto Feick** geboren. Als Eisenbahnschlosser sah er kein sehr hoffnungsvolles Weiterkommen und beschäftigte sich nebenher mit der Entwicklung von neuen **Sportgeräten.** 1925 erfand er das von ihm so genannte **Rhönrad,** das ihm patentiert wurde und in der Folge in der ganzen Welt weite Verbreitung fand.

5. 7. 1865
Nachdem schon die Dampfkraftwagen Englands in den Jahren 1825–1835 nachhaltig durch Eisenbahn- und Kanalunternehmer in ihrer Verbreitung gehemmt wurden, begrenzt ein an diesem Tage erlassenes britisches Gesetz die **Fahrgeschwindigkeit für Dampf-Straßenfahrzeuge** auf 4 englische Meilen im Flachland und auf 2 Meilen (= 3,048 Kilometer) für Ortschaften. Außerdem muß in einer Entfernung von 60 Yard (= 55 Meter) ein Mann mit roter Fahne vorausgehen, um andere Verkehrsteilnehmer zu warnen! Dieses Gesetz hat bis in die 90er Jahre des letzten Jahrhunderts bestanden und die Einführung des Autos in England sehr behindert.

8. 7. 1865
In San Francisco läuft eine Expedition mit 24 Schiffen zum Bau einer großen Überland-**Telegraphenlinie New York – Paris** aus. Die Linie soll in Fortführung zur schon bestehenden Freileitungs-Verbindung New York – San Francisco über Kanada-Alaska-Beringstraße-Sibirien nach Mitteleuropa geführt werden. Dieses Unternehmen wird aber bereits 1866 eingestellt, nachdem es nun endlich gelungen war, dauerhafte Transatlantik-Kabel zu legen.

8. 7. 1890
In Karlsruhe stirbt im 75. Lebensjahr **Albert Bürklin.** Er war Schriftsteller und Ingenieur. Seinem Ideenreichtum entsprang der Gedanke sinnvoller **Abfall-Verwertung,** die er mit gutem Erfolg in den Dienst eines Sozialwerkes stellte: 1885 entstand durch den Erlös aus Abfall-Sammlungen das Reichswaisenhaus in Lahr in Baden. Als Ingenieur war Bürklin am Bau der ersten schiffbaren Eisenbrücke beteiligt, die man bei Maxau über den Rhein gebaut hatte.

12. 7. 1790
In Finkenwerder bei Hamburg wird als Pfarrerssohn **David Justus Ludwig Hansemann** geboren. Zunächst wandte er sich dem Kaufmannsberuf zu, wobei er einen Großteil seiner Gewinne sozialen Zwecken zuführte. 1848 übernahm er in der preußischen Finanzverwaltung die leitende Position. 1851 wurde sein eigenstes und bedeutsamstes Werk die Gründung der Disconto-Gesellschaft in Berlin, die sich ganz besonders der Finanzierung der aufstrebenden Industrie und des Eisenbahnbaues zuwandte.

David Hansemann (1790–1864).

15. 7. 1940
Zwischen Tel Kutschuk und Beidschi in Vorderasien wird nach 37jähriger Bauzeit das letzte Teilstück der **Bagdadbahn** vollendet und dem Verkehr übergeben. Damit wurde die Bahntrasse von Konstantinopel zum Persischen Golf (Kuweit) fertiggestellt, ein Unternehmen, das ursprünglich auch mit deutschen Banken und deutscher Technik gestartet worden war.

16. 7. 1890
In Berlin werden die Deutsch-Österreichischen **Mannesmannröhren-Werke** gegründet. Sie wurden wesentlich aus schon bestehenden Einzelbetrieben zusammengefügt, die sich der Industrialisierung des genialen Pilgerschritt-Schrägwalzverfahrens der Brüder Max und Reinhard Mannesmann verschrieben hatten. Maßgeblich beteiligt waren an dieser Gründung auch Werner Siemens, Eugen Langen und die Deutsche Bank.

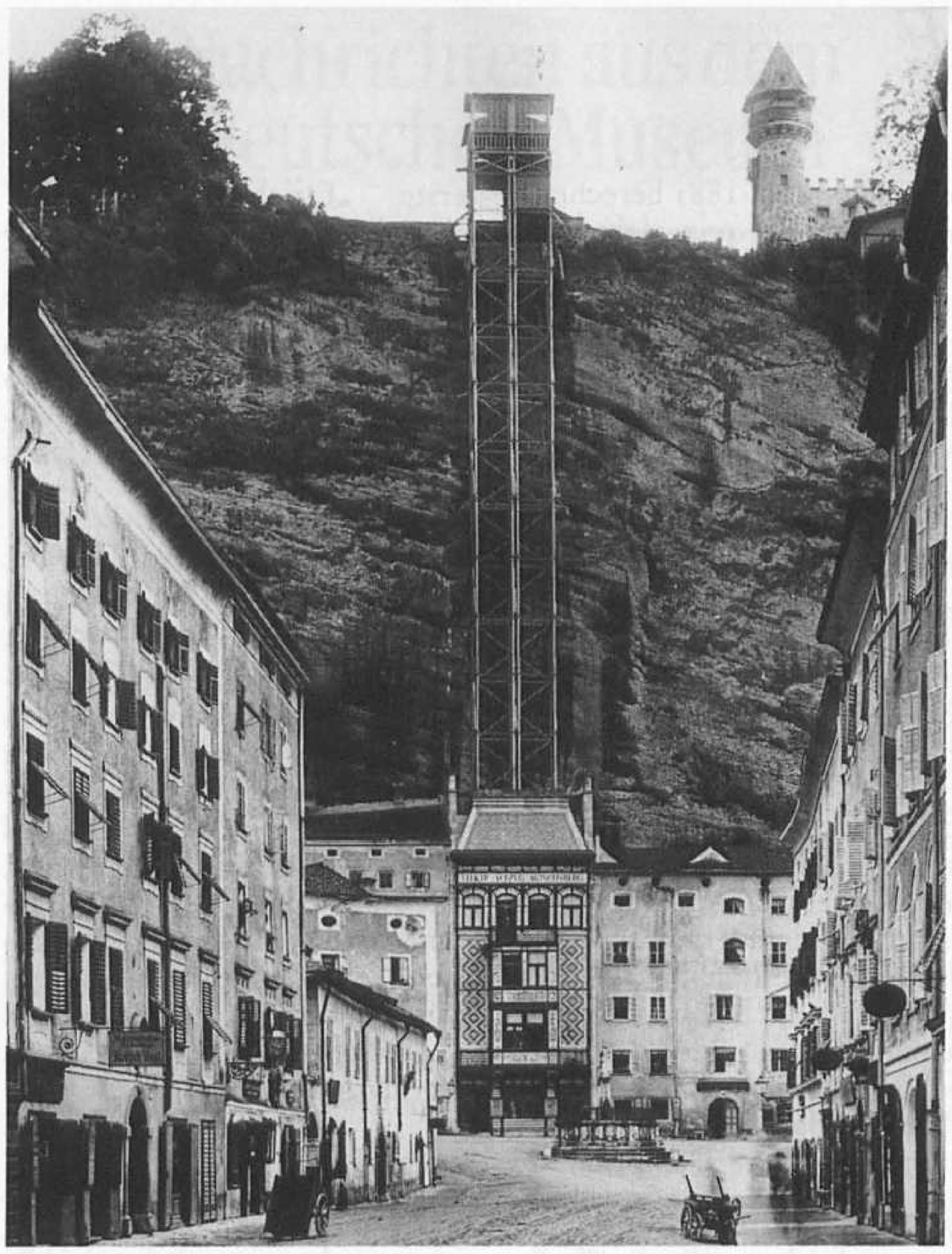
16. 7. 1965
Die Präsidenten von Frankreich, de Gaulle, und Italien, Saragat, eröffnen den 11 600 Meter langen und damit **längsten Straßenverkehrstunnel unter dem Montblanc.** Die Bauzeit betrug nahezu sieben Jahre.

16. 7. 1965
Das Gesetz zum Schutz der **Berufsbezeichnung „Ingenieur",** das maßgeblich von Gremien des Vereins Deutscher Ingenieure erarbeitet worden war, tritt für die Bundesrepublik Deutschland in Kraft.

17. 7. 1790
In Edinburgh/Schottland stirbt im 68. Lebensjahr **Adam Smith,** der Begründer der klassischen liberalen Schule der **Nationalökonomie.** 1751 war er in Glasgow Professor der Logik und Moralphilosophie geworden. Nach langjährigen Studien schrieb er 1776 sein berühmt gewordenes Werk „Inquiry into the nature and causes of the wealth of nations" (Untersuchungen über Wesen und Ursachen des Volkswohlstandes). Mit seiner Lehre, nach der der **freie Wettbewerb,** frei von jedweder staatlichen Reglementierung, zu wirtschaftlichen Höchstleistungen führe, hat er die zügige Entwicklung der damals gerade im Aufbruch begriffenen **Industrie** maßgeblich beeinflußt.

Adam Smith (1723–1790).

18. 7. 1865
In Colchester/Connecticut in den USA stirbt 58jährig **Natha-**



Elektrischer Aufzug in Salzburg.

nal Hayward, der amerikanische Erfinder der **Kautschuk-Vulkanisierung.** Er hatte 1832 bemerkt, daß durch Bestreuen der Kautschukblätter mit Schwefelblüten deren Klebrigkeit abnimmt. Sein fortentwickeltes Verfahren verkaufte er 1838 an **Charles Nelson Goodyear,** der es industriell und mit großem Erfolg verwertete.

18. 7. 1890
In München stirbt im 55. Lebensjahr **Franz Keller-Leuzinger.** Mit seinem Vater war er 1865 nach Brasilien ausgewandert, um dort als Ingenieur bei der verkehrstechnischen Erschließung des Landes mitzuwirken. Besonderen Anteil hatten Vater und Sohn Keller an der Schaffung der wichtigen Bahntrasse zur Verbindung Brasiliens mit Bolivien.

20. 7. 1740
In Friedrichshütte bei Rupertsburg/Oberhessen wird **Johann Wilhelm Buderus** geboren. Als Sproß einer bereits bekannten Bergwerks- und Hüttenmeisterfamilie übernahm er 1768 die Leitung der Friedrichshütte bei Laubach. Zur Versorgung des Betriebes mit Eisenerzen erwarb er mehrere bis dahin als unbedeutend erachtete Lagerstätten um Wetzlar, die er durch Anlage von Stollen und Schächten erweiterte und nutzte. Die Rohstoffgrundlage der **Wetzlarer Buderus-Eisenwerke** war durch seine vorausschauenden und konsequent durchgeführten Bemühungen gesichert worden.

23. 7. 1890
Der erste deutsche **Postdampfer „Reichstag"** der neuen Ost-Afrika-Linie nimmt seinen Dienst zwischen Hamburg und Sanzibar auf, wo er am 27. Juli eintrifft.

25. 7. 1790
In Magdeburg stirbt im 67. Lebensjahr der Theologe und Pädagoge **Johann Bernhard Basedow.** Ganz der Philosophie Rousseaus verbunden, gründete er 1774 in Dessau ein Erziehungsinstitut, in dem die Zöglinge neben allgemeinen Unterrichtsfächern auch in Leibeserziehung (Sport), Gewerbe und technischem Handwerk unterwiesen werden. Der von Basedow gewählte Name „Philanthropium" wie auch das dort gebotene Unterrichtsspektrum wurden in der Folge auch von anderen Instituten im In- und Ausland, besonders in der pädagogisch sehr aktiven Schweiz, übernommen.

26. 7. 1815
In Posen wird **Robert Remak** geboren. Er wurde Mediziner und war um die Mitte des 19. Jahrhunderts an der Berliner Charité der Pionier der **elektromedizinischen Heilbehandlung.** 1856 begannen seine ersten Therapiemaßnahmen bei Nerven- und Muskelerkrankungen, die er erfolgreich mit konstantem galvanischen Strom behandelte.

4. 8. 1840
In Blankenstein/Ruhr wird **August Haarmann** geboren. 1872 übernahm er die Leitung des Osnabrücker Stahlwerks Georgsmarienhütte, die er fast vier Jahrzehnte innehatte. Sein besonderes Interesse galt der wissenschaftlichen Entwicklung des Gleisoberbaues. Eine von ihm zusammengetragene **Sammlung historischer Gleise** kam später als besondere Abteilung in das Berliner Verkehrs- und Baumuseum. Eine technische Pionierleistung war das von Haarmann 1907 errichtete **erste elektrisch betriebene Großwalzwerk** Deutschlands.

6. 8. 1890
In Auburn/New York, USA, wird erstmals eine **Hinrichtung auf elektrischem Stuhl** vorgenommen. Man glaubte in der Neuen Welt, damit einen humaneren Tötungsvollzug Verurteilter gefunden zu haben, stand dann aber weitgehend im Widerspruch zu führenden Männern der Wissenschaft in aller Welt.

8. 8. 1865
Samuel R. Calthorp erhält das USA-Patent 49 227 auf einen **Eisenbahn-Kurzzug mit einer windschnittigen Verkleidung.** Jahrzehnte vor Eiffel und Prandtl hatte er intuitiv an eine aerodynamische Formgebung gedacht, konnte seine Idee in der Praxis jedoch noch nicht durchsetzen. Erst der **„Schienenzeppelin"** des deutschen Ingenieurs **Franz Kruckenberg** eröffnete sehr viel später den Schnellbahnverkehr auf der Grundlage des stromlinienförmigen Leichtbau-Triebwagens um das Jahr 1930.

9. 8. 1890
In Salzburg/Österreich wird ein **elektrischer Personen - Aufzug** auf den Mönchsberg in einer rund 60 Meter hohen Senkrechtanordnung in Betrieb gesetzt. Eine Batterie von 126 Akkumulatoren, die tagsüber vom städtischen Elektrizitätswerk aufgeladen werden, liefert den Betriebsstrom. Zwei Kabinen für je 12 Personen werden mit einer Geschwindigkeit von 0,5 Metern pro Sekunde jeweils auf- und abbewegt. Die von Siemens erbaute Anlage hat sich jahrzehntelang gut bewährt.

12. 8. 1865
In Kew bei London stirbt 80jährig der Botaniker **Sir William Jackson Hooker.** 1840 übernahm er die Leitung der Königlichen Gärten in Kew, und 1847 gründete er mit Prof. Henslow ein Museum für wirtschaftliche Botanik. Über ihn gelangte das Baumharz **Guttapercha** nach Deutschland, wo man dessen Bedeutung für die **Kabelisolierung** erkannte.

19. 8. 1765
In Stockholm stirbt im 43. Lebensjahr der Mineraloge **Axel Fredrik Cronstedt.** Ab 1742 studierte er an der Bergakademie und wurde 1758 Bergmeister. Wir verdanken ihm die Entdekkung des **Nickels** in dem Mineral Kupfernickel. Er führte das **Lötrohr** als Hilfsmittel der qualitativen Analyse von Mineralien ein.

21. 8. 1815
In Logelbach bei Kolmar/Elsaß wird **Gustav Adolf Hirn** geboren. Im Selbststudium bildete er sich zum Physiker. Unabhängig von Julius Robert Mayer fand er – zwar später als dieser – das Gesetz des mechanischen Wärmeäquivalents. Bei Forschungen an einer 100-PS-Betriebsdampfmaschine stellte er die wohl erste **Wärmebilanz einer Maschine** auf und begründete den Einfluß des überhitzten Dampfes auf ihren Wirkungsgrad.

GEDENKTAGE

22. 8. 1940
In Lake bei Salisbury/England stirbt im 90. Lebensjahr der Physiker **Sir Oliver Lodge.** Durch seinen Gedenkvortrag auf den 1894 verstorbenen Physiker Heinrich Hertz inspirierte er in Rußland Aleksander Stepanowitsch Popow und in Italien Guglielmo Marconi zur Beschäftigung und praktischen Fortentwicklung der **Lehre von den elektrischen Wellen.** 1896 gab Lodge ein Verfahren zur Wanderung gefärbter Ionen an; auch noch zu Lebzeiten von Hertz beschäftigte sich Lodge bereits mit der Erzeugung kurzer elektrischer Wellen.

24. 8. 1890
Carl Zipernowsky erhält in Budapest ein erstes deutsches Patent auf ein **elektrisches Bügeleisen.**

24. 8. 1940
Zwei Tage nach Vollendung seines 80. Lebensjahres verstirbt in Berlin **Paul Nipkow,** der **„Vater des Fernsehens".** Als Student der TH Charlottenburg hatte er sich im Januar 1884 auf ein selbstentwickeltes System elektrischen Fernsehens ein deutsches Patent erteilen lassen. Aber erst nach einem langen Ingenieurleben, das er auf dem Gebiet der Eisenbahnsignaltechnik ausgeübt hatte, wurde seine Fernseh-Idee durch die inzwischen erzielten Erfolge der Verstärkertechnik realisierbar. 1935 erlebte er in Berlin den Beginn des ersten regelmäßigen Fernseh-Programmdienstes. Als erstem deutschen Erfinder wurde ihm ein Staatsbegräbnis zuteil.

28. 8. 1740
In Straßburg/Elsaß wird **Johann Friedrich Oberlin** geboren. Er wurde evangelischer Geistlicher und bekannte sich zu einem positiven, werktätigen Christentum. Als Pfarrer von Waldersbach rief er um 1770 die Landbevölkerung zu einem gemeinnützigen **technischen Arbeitsdienst** auf, um das öde Steintal zu kultivieren und durch befestigte Straßen zu erschließen.

30. 8. 1940
In Cambridge stirbt im 84. Lebensjahr der Physiker **Sir Joseph John Thomson.** 1881 berechnete er erstmals die rein elektromagnetische Masse bewegter Ladungen. Später wies er mit Rutherford das Leitendwerden von Gasstrecken und Dielektrika bei Bestrahlung mit Röntgenstrahlen nach. Die Natur der **Kathodenstrahlen** erklärte er als Ströme freier Elektronen. Als Lehrstuhlinhaber am Cavendish Laboratory in Cambridge erhielt er 1906 den Physik-Nobelpreis zuerkannt; 1908 erhob ihn die britische Krone für seine Verdienste in den Ritterstand.

4. 9. 1790
In München wird **Joseph Anton von Maffei** geboren. 1815 hatte er die Leitung der väterlichen Tabakfabrik übernommen; 1836 erwarb er den Lindauerschen Eisenhammer in München und nahm dort den Maschinenbau, 1841 den Bau von **Lokomotiven,** 1847 auch von Dampfschiffen und den Brückenbau auf. Seine für die Semmeringbahn 1850 gelieferte erste gebirgsgängige Lokomotive errang neben mehreren Konkurrenten den ersten Preis.

6. 9. 1890
In Schweinfurt/Main stirbt im 79. Lebensjahr **Philipp Moritz Fischer.** Für seine Geschäftsfahrten als Klavierbauer konstruierte er sich bereits 1853 ein Tretkurbel-Fahrrad. 1883 nahm er mit seinem Sohn Friedrich die Herstellung von **Fahrrädern** auf, und 1886 gingen beide zur automatischen Herstellung von Gußstahlkugeln über, wie sie für die damals aufkommende Fahrrad-Industrie und für Maschinen vielfältiger Art als **Kugellager** bedeutsam wurden.

7. 9. 1940
Bei Wismar/Mecklenburg stirbt der Ingenieur **Edmund Rumpler.** Auf der Grundlage der „Etrich-Taube", die sein Wiener Landsmann **Igo Etrich** entwickelt hatte, baut er in Lizenz und mit eigenen Verbesserungen die dem Zanonia-Samen nachempfundene Flugmaschine, die vor dem Ersten Weltkrieg das bekannteste Flugzeug in Deutschland wurde. Um 1909 gründete Rumpler seine Flugzeugfirma in Berlin, im Oktober 1910 wurde die erste **„Etrich-Rumpler-Taube"** ausgeliefert. Nach dem Kriege machte Rumpler durch das von ihm entwickelte **„Tropfen-Auto"** Schlagzeilen, das ähnlich wie das 1921 patentierte Stromlinienauto von **Paul Jaray** eine neue Entwicklung im Kraftwagenkarosseriebau einleitete.

12. 9. 1840
Zwischen Heidelberg und Mannheim wird die erste Eisenbahn in Baden in Betrieb genommen. Bis 1855 verwendete die **Badische Staatsbahn,** die zügig den Bau der Nord-Süd-Trasse zwischen Hessen (Darmstadt) und der Schweiz (Basel) vorantrieb, **Breitspur-Gleise** von 1600 Millimetern. Zum künftigen Transitverkehr mußte dann die gesamte Strecke auf Normalgleis (1435 Millimeter) umgenagelt werden.

14. 9. 1815
Der deutsche Mechaniker **Johann Nepomuk Mälzel** (1772–1838) erhält auf den von ihm erfundenen Klavier-Taktmesser – den er **„Metronom"** nennt – ein erstes Patent in Frankreich. Das Instrument hat sich bis in unsere Tage praktisch unverändert nach Technik und Form am Leben erhalten.

14. 9. 1840
In Sterkrade wird **Heinrich Lueg** geboren. Mit Ludwig und Franz Haniel gründete er 1873 eine Maschinenfabrik in Düsseldorf. 1892 wurde er erster Vorsitzender des Vereins Deutscher Maschinenbau-Anstalten, wo er zur wirtschaftlichen Entwicklung der gemeinsamen Fachinteressen Wesentliches beitragen konnte. Die großen rheinischen **Industrie-Ausstellungen Düsseldorfs,** 1880 und 1902, sind besonders seiner Initiative zu danken.

16. 9. 1890
Auf der Bahnfahrt Dijon-Paris verschwindet auf nie geklärte Weise **Louis Aimé Augustin Le Prince.** 1888 hatte er – in New York lebend – ein USA-Patent auf einen Apparat zur Aufnahme und Wiedergabe von Reihenbildern, also einen **Filmapparat,** erhalten. 1890 soll er bereits Celluloidstreifen als Bildträger benutzt haben. Aber mit seinem Tode verschwanden auch alle Erfindungsunterlagen, die Le Prince auf der Fahrt bei sich geführt haben soll.

23. 9. 1915
Max Schuler erhält das DRP 293 616 auf die **Wasserstoff-Kühlung großer elektrischer Maschinen.** Dieses Verfahren setzt sich allerdings erst um 1935 in den USA und Deutschland allmählich durch, namentlich für Turbogeneratoren. Der große Durchbruch erfolgt erst nach 1945.

25. 9. 1890
In Wurlitz bei Hof/Saale wird **Hans Vogt** geboren. Mit zwei Funker-Kameraden aus dem Ersten Weltkrieg, Joseph Benedict Engl und Joseph Massolle, verband er sich zur Erfindergemeinschaft „Triergon", die sich die systematische Entwicklung des **Licht-Tonfilms** zum Ziel setzte. 1922 wurde der erste Triergon-Tonfilm am Berliner Kurfürstendamm öffentlich gezeigt, konnte sich aber angesichts der damals schlechten Wirtschaftssituation in Deutschland nicht sogleich durchsetzen. Die Patente kamen auf Umwegen nach den USA, und von dort gelangten die kinogerechten Tonfilme 1929 in alle Welt.

28. 9. 1815
In Paris stirbt 90jährig **Nicolas Desmarets.** Er war einst Administrator der Porzellanmanufaktur in Sèvres und Mitglied der Académie des Sciences. Schon 1751 hatte Desmarets das erste Projekt für einen **Tunnel zwischen Calais und Dover** ausgearbeitet, der von der Akademie von Amiens preisgekrönt wurde.

29. 9. 1965
Nachdem bereits 1959 in Garching bei München ein kleiner Entwicklungs-Reaktor in Betrieb genommen wurde, erfolgt nun in **Karlsruhe** die Einschaltung eines **Mehrzweck-Forschungs-Reaktors (MZFR)** rein deutscher Entwicklung mit einer Leistung von 50 Megawatt. Seine Studienergebnisse haben die Konzipierung wirtschaftlicher **Kernkraftwerke** in der Bundesrepublik Deutschland maßgeblich gefördert. □

Nachrichten aus dem Deutschen Museum

Rolf Gutmann

Deutsches Museum geht nach Bonn

Mitte nächsten Jahres wird das Deutsche Museum in den Räumen des Bonner Wissenschaftszentrums eine Dependance eröffnen. Auf rund 1200 Quadratmetern Ausstellungsfläche werden vor allem die Gebiete Energie, Verkehr, Information und Kommunikation vertreten sein. Darüber hinaus sind wechselnde Sonderausstellungen zu den unterschiedlichsten Themenbereichen geplant. Die auf circa sechs Millionen Mark geschätzten Anlaufkosten werden hauptsächlich vom Bund und vom Stifterverband für die deutsche Wissenschaft übernommen.

Jahrbuch 1989

Die Forschungsaktivitäten der Mitarbeiter des Deutschen Museums, vor allem auf dem Gebiet der Technik- und Naturwissenschaftsgeschichte, haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Das Fehlen eines Publikationsorgans für die Ergebnisse dieser Forschungen wurde dabei immer deutlicher. Das zum Jahreswechsel erstmals vorgelegte „Wissenschaftliche Jahrbuch" des Deutschen Museums soll diesen Mangel beheben. Es soll fortan innerhalb der „Abhandlungen und Berichte" jährlich erscheinen und kürzeren wissenschaftlichen Abhandlungen vorbehalten sein. Unbeschadet davon wird die mittlerweile schon traditionsreiche Monografienreihe, in der längere wissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht werden, in loser Folge fortgesetzt.

Sonderausstellung „Solarer Wasserstoff"

Sonnenenergie und solarer Wasserstoff ermöglichen erstmals in der Geschichte der Menschheit ein geschlossenes Energiesystem. Strom aus Sonnenenergie spaltet Wasser aus dem Wasserhaushalt der Erde in Wasserstoff und Sauerstoff. Wasserstoff läßt sich als Sekundärenergieträger speichern, transportieren und im Wärmemarkt, in der Wiederverstromung und im Verkehr einsetzen. Als Umwandlungsprodukt entsteht wieder Wasser. Bietet der solare Wasserstoff also tatsächlich die Chance zu einem mit der Natur in Einklang stehenden, unerschöpflichen Weltenergiesystem der Zukunft?
Die von der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) ausgerichtete Sonderausstellung „Solarer Wasserstoff – Energieträger der Zukunft" zeigt den Stand der Technik bei der Gewinnung, der Speicherung, dem Transport und dem Einsatz von Wasserstoff in den verschiedenen Energie-Umwandlungssystemen. – Die Ausstellung ist noch bis zum 7. Mai täglich von 9 bis 17 Uhr im Sonderausstellungsraum im 2. Obergeschoß zu sehen.

„Schneller, höher, weiter? Technikgeschichte – Effizienz und Leistung"

Zu diesem Thema lädt der Gesprächskreis Technikgeschichte zu seinem 10. Treffen vom 14. bis 17. Juni 1990 nach Bochum ein. Anmeldungen und Anfragen an: Dr. Thomas Kosche, Landesmuseum für Technik und Arbeit, Am Ullrichsberg 16, 6800 Mannheim 31, Tel. 0621/292-8838.

Neue Abteilung Telekommunikation

Als dritte der drei neuen High-Tech-Abteilungen wird nach „Informatik und Automatik" und „Mikroelektronik" im Mai die der „Telekommunikation" eröffnet, die damit die alte Abteilung „Nachrichtentechnik" ersetzt. Auf einer Ausstellungsfläche von rund 850 Quadratmetern sind über 500 Exponate ausgestellt, vom ersten elektrischen Telegrafen (1809) bis zur modernen Satellitentechnik, vom Fernsehen bis zum digitalen Bildtelefon. Etwa 80 Demonstrationsmodelle erklären dabei die wichtigsten technischen Verfahren und Prinzipien, die der Telekommunikation zugrunde liegen. So zeigt zum Beispiel eine „Telekommunikations-Landschaft" – ein Diorama in der Größe 4 mal 7 Meter – sowohl die Vielfalt der Kommunikationsdienste als auch die Verknüpfung ihrer Netze. Ein im Deutschen Museum erstmals eingeführtes Besucher-Informationssystem hilft den Wißbegierigen, die Kenntnisse über die Exponate der Abteilung zu vertiefen.
Materiell und personell unterstützt wurde die neue Abteilung von der Industrie, der Deutschen Bundespost sowie von verschiedenen Forschungsinstituten.
Kultur & Technik wird in der nächsten Ausgabe berichten.

Zur Sonderausstellung „Solarer Wasserstoff – Energieträger der Zukunft": Universitätsgebäude in Stuttgart mit der 10-Kilowatt-Forschungs- und Versuchsanlage der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR) für das deutsch-saudiarabische Hysolar-Programm. (Foto: DLR)

VERANSTALTUNGEN

April – Mai – Juni 1990

Eröffnungen

8. Mai
3. Obergeschoß
Abteilung »Telekommunikation«

17. Mai
Bergwerk
Bereich »Tagebau«

Sonderausstellungen

16. Febr. 1989 bis Ende 1990
5. OG, Astronomie
»Mit Röntgenaugen in eine neue Welt«
Von der V2-Rakete zum Röntgensatelliten ROSAT

9. Februar bis 7. Mai
2. Obergeschoß
»Solarer Wasserstoff«
Energieträger der Zukunft

neu:
30. Mai bis 7. Oktober
2. Obergeschoß
»Natürlich Papier«
Sonderausstellung über Papierherstellung und -verwendung anläßlich des Jubiläums 600 Jahre Papier in Deutschland (1390-1990)

neu:
8. Juni bis 1. Juli
Vorraum Bibliothek
Bayerischer Staatspreis für Nachwuchsdesigner 1990
Ausstellung der preisgekrönten Arbeiten

neu:
12. Juni bis 30. September
2. Obergeschoß
Vorraum Keramik
»Griechische Vorratsgefäße – gestern und heute«
Keramikbehälter aus den letzten zwei Jahrhunderten nach antiken Vorbildern

neu:
17. und 18. Juni
3. Obergeschoß
»Jugend und Technik« – VDI-Schülerwettbewerb
Ausstellung der Arbeiten und Preisverleihung

Kolloquiumsvorträge des Forschungsinstituts

Beginn 16.30 Uhr (Filmsaal Bibliotheksbau, freier Eintritt)

2. April
Hermann der Lahme und das Astrolab
Professor Dr. Arno Borst, Universität Konstanz

23. April
Zur Geschichte der elektronischen Musik im Spannungsfeld zwischen Technik und Ästhetik, zwischen Innovation und Tradition
Elena Ungeheuer, Bonn

14. Mai
Der Widerstreit von Rationalität und Mythos bei Naturforschern und Ärzten des 16. und 17. Jahrhunderts
Professor Dr. Helmut Grössing, Universität Wien

28. Mai
Thema wird noch bekanntgegeben.

11. Juni
Selbstmobilisierung oder Resistenz? Verhaltensmuster von Wissenschaftlern der Luftfahrtforschung im Dritten Reich
Dr. Helmuth Trischler, Deutsches Museum

25. Juni
Bayerische Sozialgeschichte im Zeitalter der Industrialisierung: ein Sonderweg?
Professor Dr. Klaus Tenfelde, Universität Innsbruck

Vorträge des VDI-Arbeitskreises Technikgeschichte und des Deutschen Museums

Beginn 19 Uhr (Leibniz-Saal, Kongreßzentrum)

4. April
Die historische Entwicklung von Lichtquellen und Leuchten
(Lichtbildervortrag)
Hans-Dietrich Lehmann, München

19. Mai
Busausflug nach Ingolstadt
Helmut Mielert, München

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

IMPRESSUM

Kultur & Technik

Zeitschrift des Deutschen Museums

14. Jahrgang

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

Redaktion: Dr. Walter Bauer-Wabnegg (verantwortlich) und Dr. Ernst-Peter Wieckenberg, Wilhelmstr. 9, D-8000 München 40; Peter Kunze, Deutsches Museum

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

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

Gestaltung: Uwe Göbel, D-8000 München

Papier: Phoenograng holzfrei Bilderdruck der Papierfabrik Scheufelen, D-7318 Lenningen

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

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

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

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

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich.

Bezugspreis 1990: Jährlich DM 36,– (incl. DM 2,36 MwSt.), Einzelheft DM 9,50 (incl. DM –,62 MwSt), jeweils zuzüglich Versandkosten.

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

Bestellungen über jede Buchhandlung und beim Verlag.

Abbestellungen: mindestens 6 Wochen vor Jahresende beim Verlag.

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

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

ISSN 0344-5690

Dieser Ausgabe liegt der folgende Prospekt bei: hobby – magazin der technik, top spezial Verlag GmbH, Hamburg. Wir bitten um freundliche Beachtung.