

M. Riat

# GRAPHISCHE TECHNIKEN

Eine Einführung in die verschiedenen  
Techniken und ihre Geschichte

*Version 3.0*  
*Burriana, Frühling 2006*

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Einführung	7
Die Photographie	14
Das nasse Kollodiumverfahren	22
Das Silberbromidgelatine-Verfahren	24
Die spektrale Sensibilisierung	24
Elementare Sensitometrie	25
Der Stufengraukeil	27
Chemische Verstärkung und Abschwächung	32
Die photographischen Effekte	33
Das photographische Positiv	35
Der Salzdruck	35
Der Albumindruck	35
Das Cliché-Verre	36
Die photographischen Edeldruckverfahren	37
Der Pigmentdruck (Kohleindruck)	39
Der Gummidruck	42
Der Carbrodruck	44
Der Öldruck	45
Der Bromöldruck	46
Der Öl- und der Bromölumdruck	47
Die Pinatypie	47
Der Woodburydruck	49
Der Raster	50
Der Hochdruck	77
Der Maschinensatz	87
Der Photosatz	89
Die Zurichtung	93
Der Holzschnitt	94
Holzschnitt auf Längsholz	94
Holzschnitt auf Querholz	97
Der japanische Holzschnitt	100
Stereotypie und Galvanotypie	101
Zinkotypie	104
Photopolymere Platten	107
Trockenoffset	107
Die Flexographie	108
Die Lithographie	110
Vorbereitung des Steines	111

Der lithographische Druck	112
Die direkten Techniken	115
Die Steingravur	118
Die Steinradierung	118
Die indirekten Techniken	119
Die Autographie	119
Der anastatische Druck	119
Der lithographische Umdruck	120
Die Photolithographie	121
Der Arbeitsprozess in einer klassischen Offset-Druckerei	123
<b>Der Lichtdruck</b>	127
<b>Der Siebdruck</b>	131
Manuelle Verfahren	134
Photomechanische Verfahren	134
<b>Der Tiefdruck</b>	135
Die mechanischen Techniken	141
Der Kupferstich	141
Die Kaltnadelradierung	142
Die Crayonmanier	143
Die Schabkunst (Mezzotinto)	144
Chemische Verfahren, Die Radierung	145
Das Aquatintaverfahren	147
Aerosolverfahren	150
Sandkorn	150
Weingeistaquatinta	150
Schwefel-Aquatinta	150
Salz-Aquatinta	151
Das Aussprengverfahren	151
Die Weichgrundradierung	151
Gaufrage	152
Photomechanische Verfahren	152
Die Heliogravüre	152
Der Rotationstiefdruck	155
Elektromechanische Gravur	159
<b>Die Farbe</b>	162
Das Wesen der Farbe	162
Die Reproduktion der Farben	168
Das Verfahren von Lippmann	168
Die Dreifarbenphotographie	169
Der Mehrschichtenfarbfilm	175
Die Sofortbildphotographie	181
Der autotypische Vierfarbendruck	183
Andere Anwendungen der Farbe	188
Die Roll-Up-Technik	197
<b>Kombinierte Verfahren</b>	199
Der Öldruck	199
Die Monotypie	199
Die Marmorierkunst	200
Die Tampographie	202

Der Folienprägedruck	202
Der Reliefdruck	203
Signmaking	203
Laserbeschriftung	204
Linsenrasterfolien	204
<b>Die neuen Techniken</b>	<b>206</b>
Die digitale Photographie	206
Die digitale Druckvorstufe	208
CtP, Computer to Plate	214
DPI (Dots per Inch) und PPI (Pixels per Inch)	214
Der Digitaldruck	217
Computer to Print (CtPrint)	217
Tintenstrahldruck, Ink-Jet	217
Tintenstrahldrucker mit flüssigem Wachs	218
Laserdrucker	219
Thermotransferdruck, Thermal Wax Transfer	220
Das Farb-Sublimations-Verfahren	220
Magnetographie	220
Ionographie	221
Elcography	221
Computer to Press, CtPress	222
<i>CtC, Computer to Cylinder</i>	223
<b>Merkmale der einzelnen Techniken</b>	<b>225</b>
<b>Die Signatur graphischer Werke</b>	<b>239</b>
<b>Anhang: Büro-Kopierverfahren</b>	<b>246</b>
<b>Anhang: Das Papier</b>	<b>255</b>
<b>Historische Daten</b>	<b>260</b>
<b>Vokabular</b>	<b>267</b>
<b>Historische Bibliographie</b>	<b>272</b>
<b>Literaturhinweise</b>	<b>275</b>
<b>Alphabetisches Verzeichnis</b>	<b>276</b>
<b>Unterstützungsliste</b>	<b>285</b>



# Vorwort

Ende der siebziger Jahre arbeitete ich in einer kleinen Druckerei in Olot, am Fusse der Pyrenäen. Ich las damals verschiedene Bücher über die verschiedenen Drucktechniken und musste bald einmal feststellen, dass die meisten irgendwie mit dem Gewerbe verbundenen Leute, wie Verleger, Buchhändler, Sammler graphischer Blätter und Philatelisten, unter anderen, kaum eine Ahnung von der Vielfalt der verschiedenen Verfahren hatten.

Und auch die meisten Bücher, die ich in den verschiedenen Bibliotheken fand, boten nur ein einseitiges Bild. Viele waren ausschliesslich auf die künstlerischen Verfahren, die meisten anderen ausschliesslich auf ein bestimmtes Verfahren beschränkt. Ein kurzes, zusammenfassendes Werk fand ich weder in katalanischer noch in spanischer Sprache, so dass ich den Entschluss fasste, selber eines zu schreiben.

Nach zahlreichen Besuchen verschiedener Bibliotheken in Barcelona, hatte ich schliesslich ein dickes Manuskript zusammengeschrieben, das ich jetzt noch auf das Wesentlichste beschränkte, indem ich etwa die Hälfte der Seiten wieder verwarf.

Schliesslich erschien das Buch im September 1983 mit der ISBN-Nummer 84-86243-00-9.

Dann nahm ich mir vor, das Buch auch in einer deutschen Fassung anzubieten, und begann mit der Übersetzung. Als ich aber die damals im Vergleich mit spanischen Verhältnissen extrem hohen Druckkosten im deutschen Sprachraume erfuhr, liess ich das Projekt wieder fallen.

Da ich jedoch meine Arbeit trotzdem den interessierten Kreisen zugänglich machen möchte, habe ich beschlossen, den Text zur freien Kopie anzubieten. Dazu schrieb ich die Übersetzung mit dem PC in eine Word-Datei. Ich benutzte *Word 97* von *Microsoft*, um die vorliegende Datei herzustellen, da es sich zur Zeit um eines der weitestverbreiteten Textsysteme handelt. Die zu diesem Werk gehörenden Daten dürfen unter den **unten angegebenen Bedingungen** verwendet werden.

Schliesslich beschloss ich, aus der grossen Word-Datei mehrere PDF-Dateien herzustellen, welche auf fast allen Computersystemen gelesen werden können.

Der reine Text in Form einer komprimierten Word- oder PDF-Datei liesse sich leicht als Beilage eines E-Mails verschicken. Die Abbildungen aber, die ich beim ersten Versuch mit einem herkömmlichen Büros scanner in TIF-Dateien verwandelt hatte, bieten da schon ein grösseres Problem, nehmen sie doch in komprimierter Form mehr als eine halbe CD-ROM ein. Ich habe daher beschlossen, für diese Version auf die meisten derjenigen Abbildungen zu verzichten, die zum Verständnis der besprochenen Verfahren nicht unentbehrlich sind.

In dieser Version des Textes habe ich den Aufbau insofern etwas verändert, als ich die Kapitel über die Photographie und den Raster den anderen vorangestellt habe. Obwohl die Photographie erst in der ersten Hälfte des XIX Jahrhunderts auftauchte, wurde sie doch schon früh zum unentbehrlichen Hilfsmittel des Hochdrucks, des Flachdrucks, des Tiefdrucks und des Durchdruckes. Und das Verständnis des Rasters erleichtert das Verstehen der meisten Drucktechniken.

Alle wohlgemeinten Vorschläge, Anregungen, Korrekturen und kritischen Hinweise zum vorliegenden Werk, sind willkommen. Diese können an meine E-Mail-Adresse gerichtet werden, welche auf unserer Webseite [www.riat-serra.org](http://www.riat-serra.org) erscheint.

Leute, die mit nützlichen Anregungen der Verbesserung dieses Buches beisteuern, werden in der Liste der Mitarbeiter von späteren Versionen oder Ausgaben namentlich erwähnt.

## BEDINGUNGEN

*Der vorliegende Text darf frei vertrieben werden, sofern die folgenden Bedingungen eingehalten werden:*

Das Werk muss in Form der originalen PDF-Dateien weitergegeben werden.

Die Daten dürfen nicht im Zusammenhang mit einem kommerziellen Produkt vertrieben werden, auch nicht teilweise.

Der Text und das Bildmaterial dürfen ausschliesslich für nicht lukrative Zwecke, wie etwa für den Unterricht verwendet werden.

Wird der Text oder das Bildmaterial ganz oder teilweise für kulturelle, didaktische oder andere Zwecke verwendet, so ist die Herkunft zu erwähnen und auf die vorliegenden Bedingungen hinzuweisen.

Der Autor behält sich das Recht vor, frei über seine Arbeit zu verfügen, zum Beispiel das Material zu verändern, zu übersetzen oder in beliebiger Form zu veröffentlichen.

# Einführung

Das Verlangen des Menschen, seine Gedanken einem möglichst grossen Kreis zugänglich zu machen, sowohl wenn es sich um reine intellektuelle Konzepte, zum Beispiel philosophischer, wissenschaftlicher oder politischer Art handelt, als auch wenn es um Kunstwerke geht, hat schon früh zur Erfindung von Systemen geführt, die die Erhaltung, die Übermittlung und die Vervielfältigung von Objekten menschlichen Schaffens ermöglichen. Alle diese Medien richten sich an einen oder an mehrere unserer Sinnesorgane, so etwa das Grammophon an das Gehör, die Photographie an das Auge, die Giesserei zugleich an das Auge und an den Tastsinn. Bis heute sind keine befriedigenden Reproduktionsmedien im Gebiete des Geschmackes und des Geruches entwickelt worden.

Unter allen unseren Sinnen ist die Sicht für die allermeisten Leute die konkreteste. Wenn wir uns einen abstrakten Gegenstand vorzustellen versuchen, streben die meisten unter uns ein geistiges graphisches Bild des betreffenden Gegenstandes an, das ein-, zwei- oder gar dreidimensional sein kann (die höheren Dimensionen sind den Mathematikern alleine zugänglich), und dieses geistige Bild erlaubt uns, das abstrakte Objekt mit anderen, ähnlichen zu vergleichen, die unser Gehirn schon assimiliert hat. Es gibt nur wenig Leute, die diese graphische Art zu denken durch eine entsprechende akustische ersetzen, wie zum Beispiel Wörter (ohne dessen graphische Darstellung durch die Schrift zu berücksichtigen) oder Harmonien; dass jemand ein anderes seiner Sinnesorgane in diesem Sinne benutzt, ist nur schwer vorstellbar.

In diesem Buch werden wir die Techniken besprechen, die erlauben, serienmässig Objekte zweidimensionalen Aspektes auf Papier zu erzeugen, also die klassischen Druckverfahren und die photographischen Verfahren. Der Druck auf andere Träger als das Papier wird in diesem Zusammenhang nur ausnahmsweise berücksichtigt, so dass zum Beispiel der Druck auf Textilien oder die Herstellung von Schallplatten hier nicht erläutert werden.

An dieser Stelle muss eine terminologische Tatsache erläutert werden: Der Begriff 'Gravüre' oder 'Stich' ist nicht mit Künstlerdruck oder mit Illustration identisch. Der Begriff 'Gravüre' muss sich auf solche Objekte beschränken, die auf irgend eine Art graviert worden sind (mechanisch,

chemisch oder elektrolytisch), und darf zum Beispiel auf gravierte Hoch- oder Tiefdruckplatten angewandt werden. Der Begriff 'Gravüre' ist auch dann zulässig, wenn man ihn auf einen Druck bezieht, der von einer gravierten Platte, oder allgemeiner von einer gravierten Form, erfolgt ist. In allen anderen Fällen spricht man von einem Druck oder von einem Abzug.

Die Vorgeschichte der graphischen Künste ist die Urgeschichte der Zeichenkunst, der Gravur und des Papiers. Die Geschichte der graphischen Künste beginnt in dem Augenblick, in dem der Mensch die Möglichkeit der Übertragung einer Zeichnung auf einen neuen Träger mittels einer gravierten Platte entdeckt.

Es gibt eine Theorie, wonach der Mensch nicht spontan zu zeichnen anfing, in der Absicht, eine Gestalt, die ihn beeindruckte, auf einer glatten Oberfläche nachzuahmen; vielmehr scheinen ihn jene natürlichen Strukturen, die überall dort anzutreffen sind, wo der Zufall mit den Gesetzen der Natur spielt, zur Nachahmung und zur subjektiven Manipulation gewisser Formen verleitet zu haben, die ihm Tiere oder gar übernatürliche Wesen suggerierten.

Die primitive Zeichenkunst führte direkt zu den ältesten Schriftsystemen, den ideographischen Schriften, wie sie zum Beispiel noch heute in China gebraucht wird. Eine spätere Abstraktion, bei der die Phonetik einer Sprache durch spezifische Zeichen dargestellt wurden, führte zu den alphabetischen Systemen, wie sie heute in den meisten modernen Sprachen üblich sind. Wenn es auch widersprüchlich erscheinen mag, so ist doch die Gravierkunst viel älter als die allerältesten Druckverfahren, da die ersten Gravuren aus ausschliesslich dekorativen Gründen auf Werkzeugen, Waffen und anderen Objekten angebracht wurden. Die Fussabdrücke der Tiere im Schnee und im Schlamm mögen den ersten Kontakt des Menschen mit den Druckverfahren gebildet haben...

Dieses Buch versucht einerseits, den nicht eingeweihten Leser ins Gebiet der verschiedenen graphischen Verfahren einzuführen, und andererseits eine allgemeine Übersicht über die graphischen Künste und ihre geschichtliche Entwicklung zu schaffen. Die künstlerischen und die industriellen Verfahren werden gleichberechtigt behandelt. Es wird versucht, das Verständnis dieser Verfahren mittels schematischer Zeichnungen zu erleichtern, die wie alle Schemata, die eine Erklärung anstreben, die Wirklichkeit idealisieren, vereinfachen und übertreiben.

Die historische Tafel kann für die Altersbestimmung von Drucken und Büchern herangezogen werden, aber der Leser soll vor einer allzu strengen Begrenzung der Daten gewarnt werden, da man immer mit dem bekannten Phänomen rechnen muss, dass zwei Personen, die unabhängig voneinander auf demselben Gebiet schaffen und forschen manchmal in

einem Intervall von nur wenigen Tagen oder Monaten ein und dieselbe Erfindung zustande bringen. Die Erfindungen werden manchmal jahrelang nicht publiziert, und unter Umständen im geheimen in einer Werkstatt angewandt, bis vielleicht einmal ein unabhängiger Zweiterfinder seine Arbeit veröffentlicht. Ein Musterbeispiel bildet der Phonograph, der im Jahre 1878 durch den Amerikaner Edison<sup>1</sup> und durch den Franzosen Charles Cros<sup>2</sup> erfunden wurde, ohne dass die beiden Erfinder voneinander gewusst hätten. Solche Fälle sind nicht so aussergewöhnlich, wie man auf den ersten Anblick meinen könnte, denn man muss bedenken, dass die beiden Erfinder über die gleichen technischen und wissenschaftlichen Grundlagen verfügen, von denen aus ihre Erfindung nur noch einen kleinen, aber bedeutenden Schritt darstellt. Im Gebiet der Autotypie etwa, gab es eine Anzahl Verfahren, die unter extremen technischen Schwierigkeiten schon vor dem Patent Meisenbachs (1882) praktiziert wurden. Offenbach wurde das durch Meisenbach patentierte Verfahren auch schon in mehr als einem Betrieb als Werkstatt-geheimnis gehütet und auswertet, als es im Jahre 1882 veröffentlicht wurde.

Die in den graphischen Künsten übliche Terminologie kann leicht zu Verwirrung Anlass geben, da mitunter in verschiedenen Büchern ein gleicher Fachausdruck auf verschiedene Gegenstände angewandt wird, und manchmal auch ein bestimmter Gegenstand mit verschiedenen Fachausdrücken angesprochen wird. So bezeichnet etwa der deutsche Ausdruck Öldruck manchmal ein photographisches Edeldruckverfahren, während derselbe Ausdruck auch für eine ganze Reihe von Kombinationsdrucken verwendet wird, welche Nachahmung von Ölgemälden zum Zwecke haben. In verschiedenen Büchern können wir für den Lichtdruck folgende Bezeichnungen antreffen: Phototypie, Albertypie, Gelatinographie, usw. Wir haben uns bemüht, in diesem Buche die gebräuchlichste und zugleich unmissverständlichste Terminologie zu gebrauchen.

Die historische Bibliographie beschränkt sich auf einige wenige durch ihre Wichtigkeit hervorragende Titel. Eine vollständige Bibliographie aller mit dem Gebiet der graphischen Kunst zusammenhängenden Bücher müsste einige Tausende von Titeln aufführen, ohne die spezialisierten Zeitschriften und die sporadischen Artikeln in verschiedenen Publikationen zu berücksichtigen.

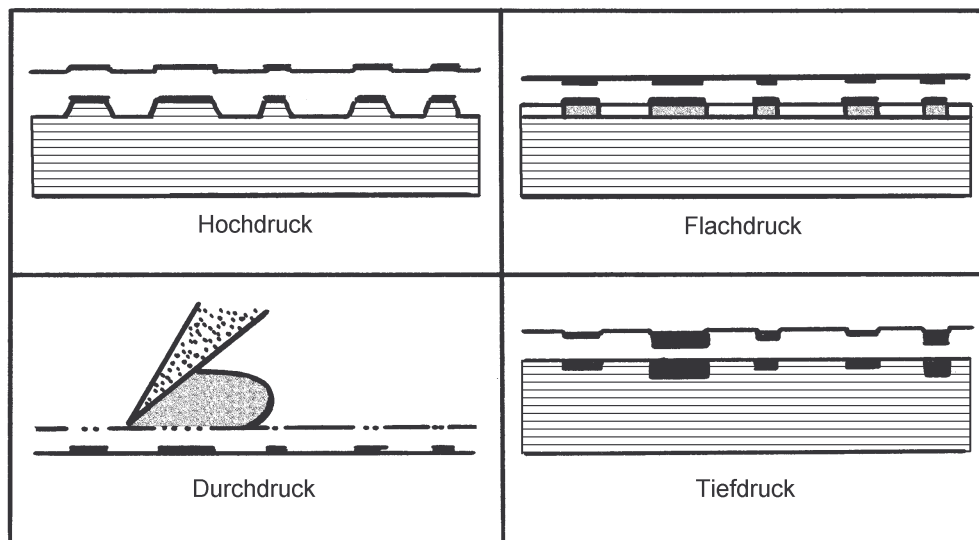
Vor der kurzen Einführung in die Klassifikation der herkömmlichen Druckverfahren, weisen wir auf die Gefahren hin, die ein unsachgemässer Umgang mit gewissen Stoffen mit sich bringt, die giftig, explosiv oder ätzend sein können. Die wenigen Rezepte, die in diesem Buch enthalten

---

<sup>1</sup> Thomas Alva Edison (1847-1931).

<sup>2</sup> Wissenschaftler und Dichter (1842-1888).

sind, haben einen ausschliesslich illustrativen Zweck und sind nicht als Anleitung zum Basteln und Experimentieren gedacht, so dass an den entsprechenden Stellen nicht mehr auf die Gefahren einzelner Substanzen hingewiesen werden wird. Zur Ausübung oder Erprobung einer gewissen Technik wird die Lektüre der entsprechenden spezialisierten Fachliteratur empfohlen.



Die allermeisten graphischen Techniken beruhen auf Systemen, die das wiederholte Übertragen von Druckfarbe (oder Drucktinte) von einer Form auf ein Blatt Papier erlauben. Es gibt eine Kategorie von Drucksystemen, die ohne Druckfarbe auskommen und die Zeichnung mittel chemischer Reaktionen, die durch die Energie des Lichtes oder einer anderen elektromagnetischen Strahlung ausgelöst werden. Diese sogenannten photographischen Verfahren wurden früher nicht zu den graphischen Techniken gezählt, vielleicht wegen ihrem Verzicht auf die Übertragung von Druckfarbe, die die traditionellen Verfahren charakterisiert. Ihres Verhältnisses zu den graphischen Verfahren im traditionellen Sinne wegen haben wir ein Kapitel dieses Buches der Photographie und ihren wichtigsten Techniken gewidmet, ohne aber das Thema ausschöpfen zu wollen. Das Kapitel enthält eine kleine Einführung in die Sensitometrie der auf der Silberbromidgelatine beruhenden Materialien, die unter anderem das Verständnis der mit der Autotypie zusammenhängenden photographischen Operationen erleichtert.

Seit ihren Anfängen im ersten Teild des XIX Jahrhundert wurde die Photographie zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel aller vier Klassen von Druckverfahren, die wir anschliessend vorstellen werden. Daher habe ich



beschlossen, in der neuen Version dieses Buches das Kapitel über die Photographie den anderen voranzustellen.

Je nach der Art Übertragung der Druckfarbe von der Druckform<sup>1</sup> auf das Papier, werden die traditionellen Druckverfahren in vier Klassen aufgeteilt, die üblicherweise Hochdruck, Flachdruck, Durchdruck und Tiefdruck genannt werden. Die Abbildung stellt diese vier Klassen schematisch dar:

Hoch- und Tiefdruck arbeiten mit einer Reliefform. Beim Hochdruck wird die auf der Oberfläche der Platte deponierte Tinten- oder Farbschicht auf das Papier übertragen; dazu werden die Platte und der Papierbogen, meist mit Hilfe von einer Presse, aneinander gedrückt. Beim Tiefdruck werden die Vertiefungen in der Druckplatte mit Tinte gefüllt, während die Oberfläche im Moment des Druckens sauber ist.

Ein praktischer Vergleich möge zum besseren Verständnis dieses Unterschieds beitragen: Wenn wir mit unseren Bergschuhen auf eine dünne Farbschicht treten, wird der Schuh beim nächsten Schritt eine Spur auf dem sonst sauberen Boden hinterlassen. Diese Spur entspricht dem Hochdruck. Wenn wir nach einem Spaziergang im Schlamm die Schuhe an der Fussmatte abwischen und sie dann in eine Ecke stellen, wird folgendes passieren: Der Schlamm in den Tiefen des Reliefs trocknet und fällt schliesslich auf den Boden. Die Spur, die wir jetzt am Boden sehen, entspricht dem Tiefdruck.

Die Flachdruckverfahren sind durch eine vollständig glatte Druckform charakterisiert. Der Unterschied zwischen den Zonen, die beim Einfärben Farbe annehmen und denjenigen, die sie abstossen, ist meist nur auf der gegenseitigen Abstossung von Fett und Wasser begründet. Die Durchdruckverfahren werden in Schablonendruck und in Siebdruck aufgeteilt. Beim Siebdruck, auch Serigraphie genannt, wird die Druckfarbe durch ein feines Netz gedrückt, das überall dort verstopft wurde, wo das Papier weiss bleiben soll. Die Seide, aus der am Anfang fast alle Siebdruckformen hergestellt wurden, gab den Anlass zum Namen 'Serigraphie'.

Wir werden hier kurz das Schema kommentieren, welche die Aufteilung der Druckverfahren in die genannten vier Klassen schematisiert. Das Verständnis dieser vier Skizzen kann auch zum Verständnis anderer ähnlicher schematischer Darstellungen dieses Buches beitragen.

Der mit 'Hochdruck' betitelte Teil stellt einen Querschnitt durch eine eingefärbte Hochdruckform dar. Die darüberliegende Linie stellt ein durch diese Form bedrucktes Blatt Papier dar. Die dicken Linien stellen die Tinte oder Druckfarbe dar, die sich auf der Oberfläche des Papiers

---

<sup>1</sup> Auch Druckträger genannt.

abgesetzt hat. Die Oberfläche des Papiers ist durch den Druck der Presse etwas gestaucht worden.

Eine ganz andere Situation liegt beim Tiefdruck vor. Der Querschnitt durch die Tiefdruckform lässt uns erkennen, dass die Menge der an das Papier abgegebenen Druckfarbe von der Tiefe der Rinne oder des Nöpfchens der Platte abhängig ist. Die Verformung des bedruckten Papiers erfolgt umgekehrt, als dies beim Hochdruck der Fall ist.

Das Schema des Flachdruckes zeigt uns, dass die Flachdruckform absolut kein Relief aufweist und daher die Annahme von Druckfarbe durch ein anderes System, das meist chemischer Natur ist, gesteuert werden muss.

Der Durchdruck, der in Siebdruck und Schablonendruck zerfällt, speichert die Druckfarbe nicht unmittelbar vor dem Abdruck auf seiner Form, wie bei den anderen Verfahren; vielmehr wird hier eine Schablone oder ein Sieb (auch ein Spezialfall einer Schablone) auf das zu bedruckende Papier gelegt. Die Farbe wird durch die Öffnungen der Schablone getrieben, was im Falle des Siebdruckes mit einer Rakel geschieht. In unserer Abbildung stellt die obere Linie das Sieb, die untere das Papier dar.

Der Hochdruck, der Siebdruck, und der wichtigste Vertreter der Flachdruckverfahren, die Lithographie (auch Steindruck benannt), lassen das gleichzeitige Drucken von variablen Tintenmengen in verschiedenen Zonen der Druckplatte nicht zu. Das dem Raster gewidmete Kapitel wird erklären, wie man trotzdem mit diesen Druckverfahren Halbtoneffekte erzielen kann, wenn auch nicht echte Halbtöne.

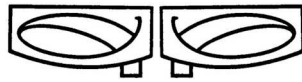
Historisch gesehen, gehörten die ersten Druckverfahren zur Klasse des Hochdruckes, und es scheint, dass schon im alten China gedruckt wurde. Bis zum XV Jahrhundert war nur der Hochdruck bekannt. Bis gegen Ende des XVIII Jahrhunderts waren alle Druckverfahren Hoch- oder Tiefdruckverfahren. Vom XIX Jahrhundert an entstand eine ungeheure Vielfalt von Verfahren, die allerdings grösstenteils wieder in Vergessenheit geraten sind.

Neben den klassischen Verfahren gibt es viele, die sich weder zu den photographischen noch eindeutig zu einer der vier herkömmlichen Klassen von Druckverfahren von Druckverfahren einteilen lassen. Solche Verfahren sind entweder auf ganz anderen Prinzipien aufgebaut (zum Beispiel Xerographie) oder aber es handelt sich um Zwischenformen (zum Beispiel lithographische Hochdruckmanier). Eine Übersichtstafel im 'Charakteristiken der graphischen Techniken' betitelten Kapitel versucht eine gewisse Ordnung in die Klassifikation der in diesem Buche besprochenen Techniken zu bringen.



Es ist übrigens nicht die Absicht des vorliegenden Buches, sämtliche existierenden, historischen und aktuellen Druckverfahren zu besprechen; vielmehr soll versucht werden, eine allgemeine Übersicht über die graphischen Techniken zu schaffen, die zugleich als Einführung in das Gebiet dienen kann.

Hier soll nochmals auf die Gefahren hingewiesen werden, die mit dem unsachgemässen Umgang mit Chemikalien verbunden sind. Wie schon gesagt wurde, haben die im Buche angegebenen Vorschriften eine rein illustrative Funktion und sind nicht als Anleitung zum Experimentieren gedacht.



# Die Photographie

Zur Photographie gehören im weitesten Sinne alle diejenigen Verfahren, die auf der permanenten Veränderung bestimmter chemischer Stoffe unter dem Einfluss des Lichtes oder einer anderen elektromagnetischen Strahlung beruhen.

Das für das menschliche Auge sichtbare Licht umfasst die Strahlungen mit den Wellenlängen von ungefähr 400 nm bis zu ungefähr 700 nm<sup>1</sup>, die dem Bereich des Sonnenspektrums von Violett bis Rot entsprechen (1 nm = 0,000001 mm). Die dem violetten Licht benachbarten unsichtbaren Strahlungen heißen Ultraviolett (UV) und die dem roten Bereich benachbarten Infrarot (IR).

Die Kamera, die später zum wesenseigensten Werkzeug der Photographen werden sollte, war in ihrer ursprünglichen Form schon den antiken Völkern bekannt, allerdings mit einem kleinen Loch anstelle des heute gebräuchlichen Objektivs. Ein chinesischer Physiker des fünften vorchristlichen Jahrhunderts, Mo Ti, spricht schon von der Kamera und erklärt die Tatsache, dass in ihr die Bilder verkehrt erscheinen, auf seine Weise. Im XI. Jahrhundert beschreibt der arabische Wissenschaftler Alhazen<sup>2</sup> die Kamera, auf lateinisch 'Camera Obscura', in seinem berühmten Lehrbuch der Optik. Alhazen weist auf ihre Nützlichkeit beim Beobachten von Sonnenfinsternissen hin. Verschiedene Renaissancemaler benutzten die Kamera als perspektivische Zeichenhilfe. Der berühmte Leonardo da Vinci (1452-1519) beschrieb sie genau und verglich sie mit dem menschlichen Auge.

Die einfache Lochkamera ohne Objektiv wird heutzutage von verschiedenen Photographen wieder eingesetzt, um ganz spezielle Wirkungen zu erzielen. Im Anhang über die Büro-Kopierverfahren ist eine solche Lochkamera-Aufnahme des Photographen Karl Jochen Schulte abgebildet.

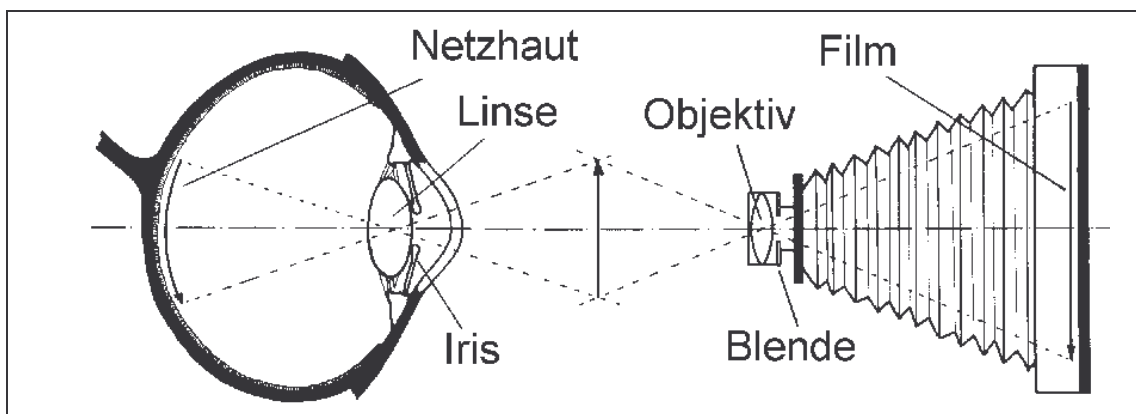
Die Abbildung "Auge und Kamera" zeigt die Gemeinsamkeiten des Auges mit der photographischen Kamera. Die Augenlinse projiziert das Bild umgekehrt auf die Netzhaut (Retina), die dem lichtempfindlichen Teil des Auges entspricht. In derselben Weise projiziert das Objektiv der

---

<sup>1</sup> 1 nm = 1 Nanometer = 0,000001 mm = ein Millionstel eines mm.

<sup>2</sup> Auch Ibn al-Haytam.

Kamera, das in seiner einfachsten Form ein einfaches kleines rundes Loch ist, das Bild umgekehrt auf die Kamerarückwand, wo eine Mattscheibe zum Betrachten der Projektion oder eine lichtempfindliche Schicht (auf einer Glasplatte oder einem Film), neuerdings auch ein CCD-Chip<sup>1</sup>, eingesetzt werden können. Das Auge nimmt die Scharfeinstellung des Bildes durch Akkommodation vor, also durch Veränderung der Linsenform und damit ihrer Brechkraft, während in der Kamera die Scharfeinstellung durch Veränderung des Abstandes von der Linse zum Kamera-Rückteil vorgenommen wird. Das Auge dosiert die einfallende Lichtmenge mit der Regenbogenhaut (Iris), die sich je nach der vorhandenen Lichtmenge mehr oder weniger schliesst. Entsprechend wird in der Kamera ein Loch mit verstellbarem Durchmesser eingesetzt, die Blende. Im allgemeinen ist die Blende ein annähernd rundes Loch, aber in gewissen Fällen werden andere Formen bevorzugt, so etwa bei der Herstellung von Autotypien mit einem Glasraster, wie im folgenden, dem Raster gewidmeten Kapitel beschrieben wird.



Auge und Kamera

Die 'Camera Obscura' hat sich von ihrer ursprünglichen, einfachen Form, bis zu den heute gebräuchlichen Spezialkameras in verschiedene Richtungen entwickelt. Wir werden hier anschliessend einige der wichtigsten Kameratypen vorstellen, wie sie in der Kunst- und Reprophotographie gebraucht werden.

Von den heute gebräuchlichen Kameras erinnert uns wohl die grossformatige **Fachkamera** (bis zu 18 x 24 cm Negativformat) am ehesten an die von Leonardo da Vinci beschriebene 'Camera Obscura'. Diese Kameras sind Werkzeuge von grosser mechanischer und optischer Präzision, und einzelne Modelle verfügen über ein elektronisches System, das die Belichtungszeiten misst, den Verschlussablauf steuert oder die genaue

<sup>1</sup> CCD = Charge Coupled Device, das typische lichtempfindliche Organ der elektronischen Photokameras.

Blendenöffnung einstellt. Dank einer Bauweise, die eine fast unabhängige Verstellbarkeit der Objektivenebene (Objektivstandarte) zur Filmebene (Bildstandarte) gewährleistet, vermag man mit diesen Kameras die meisten Perspektivprobleme zu lösen. Vor dem Belichtungsvorgang kann das Bild auf der Mattscheibe betrachtet werden, die in diesem Augenblick die Stelle des Filmes einnimmt. Wenn man die Belichtung vorzunehmen wünscht, wird die Mattscheibe durch eine Kassette ersetzt, die einen Planfilm enthält, der durch eine Stahllamelle vor dem einfallenden Licht geschützt wird, die man nach Einsetzen der Kassette in die Kamerarückwand herauszieht. Nach der Belichtung wird die Stahllamelle wieder in die Kassette geschoben, die dann der Kamera entnommen werden kann. Diese Vorrichtungen, die dem Photographen ein paar Sekunden in Anspruch nehmen, beschränken die Anwendung der Grossformatkamera auf verhältnismässig ruhige Objekte. In der Mitte unserer Abbildung wird eine Fachkamera von Weltruf wiedergegeben, das Modell C der Firma Sinar, die die Freundlichkeit hatte, die Veröffentlichung dieses Bildes zu bewilligen.



Spiegelreflexkamera, Fachkamera und Reprokamera

Eine der am weitesten verbreiteten Kameratypen, sowohl unter Berufsphotographen wie auch unter den Amateurphotographen, ist die einäugige **Spiegelreflexkamera** (links im Bild). In dieser Kamera wird das durch das Objektiv einfallende Licht an einem um  $45^\circ$  gegen die optische Achse des Objektivs geneigten Spiegel auf das Suchersystem reflektiert. Beim Abdrücken klappt der Spiegel weg, der Verschluss öffnet sich, und das Bild wird auf die Filmebene projiziert bis sich der Verschluss nach Ablauf der Belichtungszeit wieder schliesst. Anschliessend klappt der Spiegel augenblicklich wieder in seine Ausgangsstellung zurück. Bei der Spiegelreflexkamera links im Bild handelt es sich um das Modell *Leica R4* der Firma *Leitz*, dessen Bild uns freundlicherweise von der Firma

*Ernst Leitz Wetzlar GmbH* zur Verfügung gestellt wurde.

Die **photomechanischen Kameras**, die im Bereiche der graphischen Industrie eingesetzt werden<sup>1</sup>, zeichnen sich durch besonders grosse Negativformate aus (etwa ab 40 x 50 cm). Man unterscheidet zwischen **vertikalen** und **horizontalen Kameras**. Letztere sind vor allem für besonders grosse Vorlagen geeignet. Die photomechanischen Kameras haben meist eine fest eingebaute Beleuchtungsvorrichtung für Aufsichtsvorlagen und eine andere für Durchsichtsvorlagen.

Rechts in unserer Abbildung wird eine kleine Vertikalkamera dargestellt, die *Anaca Favorit 4050*, die durch die Firma *Comercial Nuevo Extremo, S.A.* hergestellt wurde, welche die Freundlichkeit hatte, uns diese Abbildung zur Verfügung zu stellen.

Die drei Kameras der Abbildung sind übrigens nicht im gleichen Massstab dargestellt. Kleinbild-Spiegelreflexkameras benutzen Negativmaterial im Format 24 x 36 mm und haben eine Höhe von etwa 10 cm, Fachkameras arbeiten typischerweise mit Formaten von 9 x 12 cm oder grösser und haben eine Höhe in der Grössenordnung von 30 oder 40 cm; die hier abgebildete Reprokamera gehört zu den kleinsten üblichen Modellen, arbeitet mit Filmen bis zu 40 x 50 cm und ist über einen m hoch.

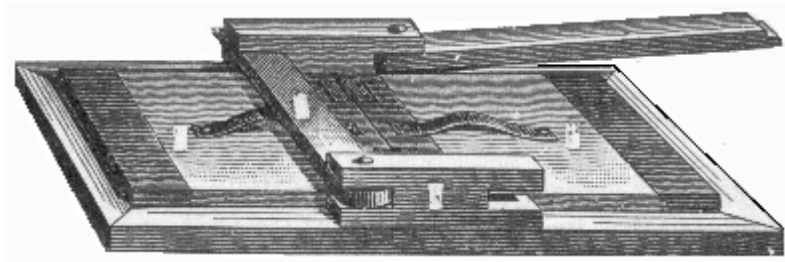
Die grösseren Modelle wurden vielfach als **Zweiraumkameras** gebaut: Im Dunkelraum wurden die Einstellungen vorgenommen, die Filme und der Kontaktraster auf die Saugplatte gelegt und die Belichtungen durchgeführt, während im Hellraum das beleuchtete Original stand. In der Saugplatte der berühmten Klimsch-Kameras waren für jedes übliche Filmformat ab 18 x 24 cm bis hin zum grössten Format, das die Maschine aufnehmen konnte, die entsprechenden Registerstifte eingebaut, die man wahlweise per Knopfdruck aus der Ebene der Saugplatte abheben konnte, um den gelochten Film, Farbkorrekturmasken und den ebenfalls gelochten Kontaktraster aufnehmen zu können. Damit wird bei der Weiterverarbeitung der genaue Passer mühelos gewährleistet. Die mechanische Verarbeitung bei Klimsch war so perfekt, dass man mit dem Auge die versenkten Registerstifte kaum feststellen konnte.

Bei der *Klimsch Autovertikal T Super M 4* wird die optische Achse an einem Spiegel umgelenkt. Die letzten Kameras konnten mit dem vollelektronischen *Procolor*-System gekoppelt werden, das anhand von einfach durchzuführenden Lichtmessungen die genauen Belichtungsdaten berechnet, die zu einwandfreien Vierfarbenauszügen (siehe das Kapitel über die Farbe) führen. Gezielte Farbkorrekturen sind selbstverständlich auch möglich.

---

<sup>1</sup> Die photomechanischen Kameras sind inzwischen fast vollständig von den Scannern verdrängt worden.

In der Reproduktionsphotographie ist es wichtig, dass die reproduzierte Fläche verzerrungsfrei auf den Film abgebildet wird. Nicht jedes Objektiv kann in diesem Zusammenhang verwendet werden. Die Objektive mit der Bezeichnung *Rodagon* der Firma *Rodenstock* eignen sich ganz besonders für ihren Einsatz in der Reprophotographie, in Vergrößerungsgeräten und in der Architekturphotographie, da sie speziell auf die winkeltreue Wiedergabe korrigiert sind.



Kontaktkopierrahmen aus dem XIX Jahrhundert

Ein in der Reprophotographie häufig angewandtes Belichtungssystem ist die Kontaktkopie, die darin besteht, das empfindliche Material durch eine auf ihr liegende Durchsichtsvorlage (Halbton-, Strich- oder Rasteraufnahme) zu belichten. Der einfachste, aber nicht perfektste Weg, eine Kontaktkopie anzufertigen, ist folgender: Das empfindliche Material wird mit der Schicht gegen oben auf einen Tisch gelegt und darauf, mit der Schicht gegen unten (also Schicht gegen Schicht) die Durchsichtsvorlage. Das Ganze wird mit einer sauberen Glasplatte beschwert, um einen guten Kontakt zu gewährleisten. Die Belichtung erfolgt mit einer über der Glasplatte angebrachten Lichtquelle (zum Beispiel Glühbirne), die während einer bestimmten Zeitspanne eingeschaltet wird. Die Kontaktkopiergeräte der graphischen Industrie basieren auf demselben Prinzip und sind nichts anderes als Verbesserungen des oben dargestellten photographischen Kopierrahmens aus Holz, wie er bis um die Mitte des XX Jahrhunderts von Hobbyphotographen eingesetzt wurde. Moderne Kontaktkopiergeräte arbeiten unter Vakuum und sind mit verschiedenen Lichtquellen ausgerüstet, die je nach der durchzuführenden Arbeit (beispielsweise kopieren auf verschiedene Filmsorten oder auf Offsetplatten) wahlweise eingesetzt werden können. Ferner wird die Belichtungszeit mit einer Schaltuhr kontrolliert und die Maschine mit einem Ventilator gekühlt.

Die chemische Basis der Photographie ist die Veränderung gewisser Stoffe unter dem Einfluss des Lichtes. Die ersten Wissenschaftler, die die Wirkung, die das Licht auf gewisse Silbersalze ausübt, ausgiebig studier-



ten, waren die beiden Deutschen Wilhelm Homberg (1652-1715) und vor allem Johann Heinrich Schulze (1687-1744). Gegen Ende des 18. Jahrhunderts führten mehrere Wissenschaftler diese Arbeit fort, wie etwa Wedgwood<sup>1</sup> (1771-1805), Humphrey Davy (1778-1829), Johann Wilhelm Ritter (1776-1810) oder Carl Wilhelm Scheele (1742-1786). Es wurden vereinzelt auch schon Versuche mit der Camera Obscura angestellt, aber es gelang noch nicht, die erhaltenen Bilder zu fixieren.

Jene ersten Versuche auf dem Gebiete der Photographie gaben Anlass zur Entdeckung der **UV-Strahlen** durch Ritter, im Jahre 1801. Ritter setzte eine oberflächlich mit Silbernitrat präparierte Platte dem Sonnenspektrum aus. Beim anschliessenden Betrachten der vom Licht verursachten Schwärzung des Silbersalzes stellte er fest, dass sich die Wirkung des Lichtes nicht auf die Zone der sichtbaren Strahlen beschränkte, sondern die Grenzen des Violetten überragte. Ritter zog daraus den Schluss, dass in dieser Zone unsichtbare Strahlen wirken müssen, die er UV nannte.

Im gleichen Jahr 1801 entdeckte übrigens der berühmte Astronom W. Herschel (1738-1822) auf analoge Weise die **IR-Strahlung**, indem er in verschiedenen Zonen des Sonnenspektrums kalorimetrische Messungen durchführte.

Um 1800 fehlte, um von Photographie sprechen zu können, praktisch nur noch die Möglichkeit, die mit Hilfe des Lichtes erzeugten Bilder fixieren zu können, um sie beliebig lange am hellen Tageslicht betrachten zu können. Die ersten bildlichen Photographien aus der Kamera mit permanentem Charakter verdanken wir dem französischen Erfinder Nicéphore Niepce (1765-1833). Bereits um 1816 hatte Niepce eines der ersten photographischen Negative der Geschichte auf einem mit Silbernitrat getränkten Papier erhalten, das er aber nicht fixieren konnte und das beim Betrachten bei hellem Tageslicht allmählich wieder verschwand. Nach einem eingehenden Studium aller ihm bekannten lichtempfindlichen Substanzen entschied er sich schliesslich für den Asphalt, mit dem er um 1822 seine Platten überzog. Asphalt hat die Eigenschaft, seine Löslichkeit in gewissen Lösungsmitteln unter der Wirkung des Lichtes zu verlieren. Nach einer langen Belichtungszeit in der Kamera von etwa acht Stunden Dauer entwickelte Niepce diese berühmte erste Photographie mit einem Lösungsmittel, das an allen wenig belichteten Stellen der Platte die Asphaltenschicht bis zum Metall ablöste. Die dunklen Bildstellen entsprechen also jetzt dem nackten Metall, das mit Säure geätzt werden kann, wobei eine Art Tiefdruckplatte entsteht, die in einer Kupferdruckpresse (vergleiche das Kapitel über den Tiefdruck) abgedruckt werden kann. Niepce

---

<sup>1</sup> Sohn des berühmten Töpfers, Josiah Wegwood (1730-1795)

hatte also auf einen Schlag die Photographie und eine primitive Form der Heliogravüre erfunden.

Die Qualität dieser Bilder war allerdings sehr beschränkt, vor allem wegen der Unmöglichkeit, echte Grautöne zu produzieren. Die Bilder bestanden also nur aus Schwarz und Weiss, wie die heutigen Strichaufnahmen. Der Umstand, dass sich die Schatten während der extrem langen Belichtungszeit von etwa acht Stunden veränderten, trug auch nicht zu einer Qualitätssteigerung bei. Das Asphaltverfahren war also von vornherein zum Scheitern verurteilt. Aber in gewissen photomechanischen Kopierverfahren sollte der Asphalt doch noch viele Jahre lang eingesetzt werden. Niepce verlor nicht den Mut und forschte mit anderen lichtempfindlichen Substanzen weiter. Im Jahre 1829, als er offenbar gerade an einem Verfahren mit Joddämpfen arbeitete, schloss sich Niepce mit dem französischen Maler Louis Jacques Mandé Daguerre (1789-1851) zusammen. Daguerre war ein Spezialist im Bereiche der Perspektive und der Theaterdekoration und benutzte die Kamera zum Lösen gewisser perspektivischer Probleme. In Paris hatte er ein Bühnenschauspiel aufgrund von Malerei und speziellen Beleuchtungseffekten eingerichtet, das 'Diorama', das einen wirklichkeitsnahen Eindruck erweckte. Im Jahre 1839 publizierte Daguerre ein von ihm erfundenes photographisches Verfahren, das sich trotz seiner technischen Schwierigkeiten äusserst rasch verbreitete, und dies vor allem, weil der berühmte Physiker Arago dem Erfinder eine staatliche Subvention verschaffen konnte.

Daguerre versilberte eine Kupferplatte und polierte diese spiegelblank. Die versilberte Oberfläche dieser Platte wurde Joddämpfen ausgesetzt, bis die ganze Fläche regelmässig gelblich angelaufen war. Das Silber verbindet sich mit dem Jod zu lichtempfindlichem Silberiodid. Die so präparierte Platte wurde in der Kamera etwa eine halbe Stunde belichtet. Unter dem Einfluss des Lichtes wurde das Silberiodid in Iod und metallisches Silber aufgespalten. Um das noch latente Bild hervorzurufen, wurde die Platte in einer speziellen Kiste Quecksilberdämpfen ausgesetzt; dafür wurde die Platte mit der präparierten Schicht gegen unten über eine Schale gehalten, die etwa auf 60 °C erwärmtes Quecksilber enthielt. Der Quecksilberdampf verband sich mit dem durch die Lichteinwirkung erzeugten metallischen Iod zu Silberamalgam. Die Menge des gebildeten Amalgams war in jeder Zone abhängig von der bei der Belichtung auf sie eingefallenen Lichtmenge. Die Entwicklung konnte durch eine gelbe Scheibe beobachtet werden, da das Verfahren auf gelbe, grüne und rote Strahlung unempfindlich war.

Nach der Entwicklung wurde die Platte in Natriumthiosulfatlösung (heute noch übliches Fixierbad) gelegt, die das noch vorhandene Silberiodid herauslöste. Nach diesem Fixierbad war die Platte lichtunempfind-



lich geworden. Schliesslich wurde gewässert und getrocknet. Das Resultat war eine echte Halbtonphotographie, eine sogenannte **Daguerréotypie**, dessen Lichter durch das Amalgam und die Schatten durch das Kupfer der Platte gebildet wurden.

Daguerre erarbeitete, zusammen mit dem Physiker Armand Hippolyte Louis Fizeau (1819-1896) und dem Graveur Brévière (1797-1869) ein Verfahren, um anhand der Daguerréotypie eine Art Heliogravüre herstellen zu können, die auf der Kupferdruckhandpresse abgedruckt werden konnte. Dieses Verfahren ist schwierig, heikel und unsicher, die Platte hielt keine grössere Auflage aus, so dass sich das System nicht durchsetzen konnte.

In jener ersten Epoche der Photographie gab es also noch keine praktisch durchführbaren photomechanischen Verfahren zur Herstellung einer Druckplatte anhand einer Halbtonphotographie. Folgendermassen musste die damalige graphische Industrie zur Wiedergabe von Photographien auf diejenigen traditionellen manuellen Techniken zurückgreifen, die es erlaubten, anhand von Halbtonvorlagen zu drucken, wie etwa die Kreidelithographie, den Tonholzschnitt oder das Aquatintaverfahren. Zwei damals erschienene besonders schöne Bücher seien hier speziell erwähnt. Beim Buch mit dem Titel *'Paris et ses environs reproduits par le daguer-réotype'* von Charles Philipon aus dem Jahre 1840 wurden die verschiedenen photographisch erfassten Pariser Ansichten in Form von manuellen Lithographien (Kreidelithographien) wiedergegeben. Beim Buch von N. P. Lerebours, *'Excursions daguerriennes, vues et monuments les plus remarquables du globe'* wurden die Ansichten in manueller Aquatintamanner reproduziert.

Praktisch zur selben Zeit als Daguerre die Daguerréotypie erfand, entwickelten zwei unabhängige Erfinder zwei ebenso interessante Verfahren wie dasjenige von Daguerre, obwohl sie nie dessen Ruhm ernteten. Es handelt sich um Fox Talbot (1800-1877) und um Hippolyte Bayard (1801-1887).

Talbot stellte Papiernegative in der Kamera her, von denen sich beliebig viele, etwas verschwommene Positive durch Kontaktkopie herstellen liessen. In seinem Patent des Jahres 1841 nennt Talbot sein Verfahren **Calotypie**. Talbot, der als Mathematiker, Physiker und Sprachwissenschaftler ein Mann grosser Allgemeinbildung war und sich so verschiedenartigen Aufgaben wie der Erfindung eines Motors und der Übersetzung assyrischer Keilschriften widmete, gab 1844 unter dem Titel *'The Pencil of Nature'* das erste Buch der Geschichte heraus, das mit Originalphotographien, **Calotypen**, illustriert war.

Hippolyte Bayard hatte ein ähnliches Verfahren wie Talbot erfunden, und schon um 1839, kurz vor der Veröffentlichung der Erfindung Da-

guerres, war er imstande, direkte positive Papierbilder in der Kamera herzustellen.

Im Jahre 1847 stellte ein Vetter von Niepce, Niepce de Saint-Victor (1805-1870) qualitativ hervorragende Negative auf Glasplatten mit einer Eiweisschicht her. Das war die Basis des Albumindrucks.

## Das nasse Kollodiumverfahren

Im Jahre 1851 wurde ein Verfahren erfunden, das für die zukünftige Verbreitung der Photographie entscheidend war, das nasse Kollodiumverfahren, das die Daguerreotypie bald vollständig verdrängte. Unter den Erfindern sind vor allem Le Gray<sup>1</sup>, Fry<sup>2</sup> und Archer<sup>3</sup> zu nennen. Das nasse Kollodiumverfahren erzeugt ein Negativ, von dem man beliebig viele Abzüge auf Papier herstellen kann, wie beim Verfahren von Talbot, dem es aber dank seiner brillant scharfen Wiedergabe überlegen ist. Andererseits hat das nasse Kollodiumverfahren den Nachteil, dass die Platten unmittelbar vor der Aufnahme gegossen und unmittelbar nach der Belichtung entwickelt werden müssen.

Das im Jahre 1846 von Louis Ménard erfundene **Kollodium** ist eine Lösung von Nitrocellulose (sogenannter Schiessbaumwolle) in einem Gemisch von Ethanol und Diethylether, die beim Trocknen zu einer durchsichtigen Masse erstarrt. Für den photographischen Gebrauch werden dem Kollodium Iod- und Bromsalze zugegeben, die dann mit dem Silbernitrat des Sensibilisierungsbades reagieren, wobei Silberiodid und -bromid entstehen. Eine mögliche Zusammensetzung ist die folgende:

*500 ml Diethylether*  
*500 ml Ethanol*  
*15 g Nitrocellulose*  
*10 g Ammoniumiodid*  
*10 g Kaliumiodid*  
*5 g Ammoniumbromid*

Die Glasplatte wird zunächst mit verdünnter Salpetersäure gereinigt und anschliessend gewässert und getrocknet. Die Glasplatten können wiederverwendet werden, wenn sie vorher sorgfältig gereinigt werden. Das Kollodium wird auf eine Seite der Glasplatte geschüttet und abgegossen, so dass eine möglichst gleichmässige dünne Schicht entsteht.

---

<sup>1</sup> Gustave Le Gray (1820-1882).

<sup>2</sup> Peter W. Fry (?-1860).

<sup>3</sup> Frederick Scott Archer (1813-1857).

Auch eine Zentrifuge kann zu diesem Zweck gute Dienste leisten. Sobald sich ein dünnes Häutchen zu bilden beginnt, wird die Platte sensibilisiert (lichtempfindlich gemacht). Dazu wird sie in eine 5 bis 10-prozentige Silbernitratlösung getaucht. In diesem Bade entstehen die hochempfindlichen Silberhalogenide (Silberbromid und -iodid).

Nun kann die Platte in der Kamera belichtet werden. Als Entwickler wurden am Anfang anorganische Eisensalze gebraucht, später aber organische Entwicklersubstanzen wie Pyrogallol oder Hydrochinon. Zum Fixieren diente meist eine 5-prozentige Kaliumcyanidlösung (sehr giftig!). Nach der Schlusswässerung wird die Platte zum Trocknen aufgestellt. Der ganze Prozess muss sich vor dem Verdampfen des im Kollodium enthaltenen Diethylethers vollziehen. Die Photographen jener Zeit mussten daher stets ein Laboratorium zur Verfügung haben, das meist in tragbarer Form als Dunkelzelt verwendet wurde. Trotz dieser extremen Umständen wurden wertvolle Photoreportagen auf Kollodiumplatten aufgenommen. In der Kunstphotographie wurde das nasse Kollodiumverfahren bald durch das trockene Kollodiumverfahren von Legray und Russel<sup>1</sup> und später durch die Bromgelatineplatten verdrängt, welche die Basis der modernen Photomaterialien bilden. Aber in den graphischen Reproduktionsanstalten wurde das nasse Kollodiumverfahren noch fast 100 Jahre lang angewandt.

Die Negative des nassen Kollodiumverfahrens können vor oder nach dem Fixieren verstärkt oder abgeschwächt werden. Durch Kombination von Verstärken und Abschwächen kann eine gewaltige Kontraststeigerung erzielt werden, wie sie bei der Herstellung von Linien- und Rasteraufnahmen (siehe das Kapitel über den Raster) erwünscht ist.

In der Epoche des nassen Kollodiumverfahrens entstand auch eine seltsame Abart der Photographie, die sogenannte **Ambrotypie**, welche dem folgenden Effekt zu verdanken ist: betrachtet man ein von der Seite her beleuchtetes unterbelichtetes photographisches Negativ gegen einen schwarzen Hintergrund, sieht man plötzlich ein positives Bild, da die Silberkörnchen das auf sie einfallende Licht zurückwerfen.

Ein weiterer Spezialfall ergibt sich durch die photographische Beschichtung einer geschwärzten Metallplatte. Auch bei diesem unter dem Namen **Ferrotypie** bekannten Prozess sieht man aus dem gleichen Grund ein positives Bild. Die Ferrotypie wurde im XIX Jahrhundert vor allem von Strassenphotographen ausgeführt.

---

<sup>1</sup> Charles Russel (1820-1887).

## Das Silberbromidgelatine-Verfahren

Das zur Zeit wichtigste photographische Verfahren, das Silberbromidgelatine-Verfahren, wurde von Richard Leach Maddox (1816-1902), einem englischen Arzt, im Jahre 1871 erfunden und ab 1880 erlebten die Silberbromidgelatine-Platten, deren Empfindlichkeit dank den Anstrengungen von Charles Harper Bennett (1840-1927) und Désiré Charles Emanuel van Monckhoven (1834-1882) stark gesteigert worden war, eine rasche Verbreitung. Bald wurde angefangen, die Platten durch Filme zu ersetzen und heutzutage werden Glasplatten praktisch nur noch zu Spezialzwecken eingesetzt. Die Silberbromidgelatine-Materialien, sowohl Filme als auch Papiere, können monatelang aufbewahrt werden ohne an Qualität einzubüssen. Die Verarbeitung umfasst ein Entwicklungsbad, ein Fixierbad und eine Schlusswässerung mit anschliessender Trocknung.

## Die spektrale Sensibilisierung

Im Prinzip sind Bromsilberemulsionen nur für den blauen und den UV-Bereich des Spektrums empfindlich, wenn sie nicht einem speziellen Verfahren unterzogen werden, das man chromatische Sensibilisierung nennt. Es gibt gewisse Farbstoffe, die die photographischen Emulsionen für die Farben von Grün über Gelb bis Rot, und manchmal sogar bis in den ersten IR-Bereich hinein, empfindlich machen. Eine lichtempfindliche chemische Substanz kann nur durch Licht derjenigen Farben beeinflusst werden, das sie absorbiert. Ein Farbstoff, der eine photographische Schicht sensibilisieren soll, muss die Silbersalze färben, nicht aber die sie enthaltende Gelatinemasse, da sonst die Lichtstrahlen schon von der Gelatine verschluckt werden und daher nicht mehr auf die lichtempfindlichen Salze einwirken kann. Der erste sensibilisierende Farbstoff wurde 1873 von Hermann Wilhelm Vogel (1834-1898) entdeckt, womit eine Grünempfindlichkeit der Platten erreicht wurde. Im Laufe der Zeit wurden viele Sensibilisatoren entdeckt, wie etwa Erythrosin für Gelb-Grün oder Pinacyanolioidid für Rot, beide von der Firma Kodak.

Ein für Grün und Gelb sensibilisiertes Material heisst **orthochromatisch**. Orthochromatische Materialien können in einem mit Rotlicht beleuchteten Laboratorium verarbeitet werden. Das rote Licht wird gegenüber dem orthochromatischen Material als **inaktinisch** bezeichnet. Das für alle Farben des sichtbaren Spektrums empfindliche Material heisst **panchromatisch** und muss in vollständiger Dunkelheit verarbeitet werden.

## Elementare Sensitometrie

Die Wissenschaft, die die photochemischen Reaktionen photographischer Emulsionen quantitativ studiert, heisst **Sensitometrie** (Empfindlichkeitsmessung). Die Photographie braucht sehr verschiedenartige Materialien unter veränderlichen Bedingungen. So können etwa die Materialien verschiedene Empfindlichkeit aufweisen, härter oder weicher arbeiten, mit verschiedenen Entwicklern bei verschiedenen Temperaturen länger oder kürzer entwickelt werden, etc.

Anschliessend sollen die grundsätzlichen sensitometrischen Begriffe kurz erläutert werden. Es sei darauf hingewiesen, dass die Definitionen in verschiedenen Lehrbüchern leicht voneinander abzuweichen pflegen, ohne dass aber dabei der Sachverhalt verändert wird. Vor der Definition der sensitometrischen Grundbegriffe soll dem Leser noch kurz der mathematische Begriff des **Logarithmus** in Erinnerung gerufen werden, der zum Verständnis der Sensitometrie unentbehrlich ist.

Eine **Potenz** der Form  $b^e$  ( $b$  hoch  $e$ ) ist als Produkt von  $e$  Faktoren mit dem Wert  $b$  definiert, vorausgesetzt,  $e$  ist eine natürliche Zahl. Der gemeinsame Wert der Faktoren,  $b$ , heisst die **Basis**,  $e$  heisst der **Exponent** der Potenz. So ist etwa die Potenz  $3^7$  (drei hoch sieben) das Produkt  $3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3$ .  $3$  ist in diesem Fall die Basis,  $7$  der Exponent und  $2187$  der Wert der Potenz. Wenn wir zwei Potenzen mit derselben Basis miteinander multiplizieren wollen, müssen wir die Exponenten addieren und die Exponenten beibehalten. Definitionsgemäss wird festgelegt:  $b^0 = 1$  für beliebiges von  $0$  verschiedenes  $b$ .

Der Begriff der Potenz kann auf beliebige reelle Exponenten verallgemeinert werden. In diesem Fall wird die Interpretation des Exponenten als Anzahl Faktoren eines Produktes absurd, aber die Rechenregeln bleiben die gleichen. Wenn man das System aller möglichen Potenzen mit einer gleichen Basis  $b$  betrachtet, dann heisst der Exponent einer Potenz mit dem Wert  $p$  der **Logarithmus** zur Basis  $b$  von  $p$ . Der Tatbestand  $p = b^e$  kann gleichwertig ausgedrückt werden durch:  $e = \log_b(p)$ , wobei die Basis  $b$  ist (man liest:  $e$  ist der Logarithmus von  $p$  zur Basis  $b$ ). Die Basis eines solchen Logarithmensystems kann jede von  $1$  verschiedene positive reelle Zahl sein, aber im Bereich der Technik wird aus praktischen Gründen meist die Basis  $10$  gewählt. Die Logarithmen zur Basis  $10$  heissen etwa **Zehnerlogarithmen** oder **dekadische Logarithmen** und werden meist mit 'lg' gekennzeichnet. So ist etwa des Zehnerlogarithmus von  $1000$ ,  $\lg(1000)$ , gleich  $3$ , da gilt  $10^3 = 1000$ . Der Logarithmus eines



Produktes ist immer die Summe der Logarithmen der entsprechenden Faktoren. Es gilt also:

$$\log (a \cdot b) = \log (a) + \log (b)$$

Der **Reflexionsgrad** eines Grautones einer Aufsichtsvorlage (zum Beispiel eines photographischen Papierbildes) entspricht analog der **Transparenz** eines Grautones einer Durchsichtsvorlage (zum Beispiel eines Diapositivs). In beiden Fällen handelt es sich um den Quotienten des vom Original abgestrahlten Lichtes (dem reflektierten Licht im ersten Fall, dem durchgelassenen im zweiten) und dem auf ihm auffallenden. Der numerische Wert des Reflexionsgrades, respektive der Transparenz, ist also eine Zahl zwischen 0 und 1. Werden zum Beispiel 80% des Lichtes durch eine graue Glasplatte hindurchgelassen, so sagt man, ihre Transparenz betrage 0,8. Die **Absorption** einer Aufsichtsvorlage entspricht analog der **Opazität** der Durchsichtsvorlage.

Da die numerische Behandlung bei der Aufsichtsvorlage und der Durchsichtsvorlage praktisch die gleiche ist, werden wir nur den Fall der Durchsichtsvorlage weiterführen. Wir wählen die Durchsichtsvorlage, weil bei der Aufsichtsvorlage die Analogie zum Übereinanderlegen von Vorlagen, die hintereinander geschaltete Reflexion an mehreren Aufsichtsvorlagen, in der Praxis nur schwer durchführbar ist. Die Opazität ist der Reziprokwert (Kehrwert) der Transparenz, also der Quotient zwischen dem auffallenden und dem durchgelassenen Licht. Die **Dichte** ist definiert als der Zehnerlogarithmus der Opazität, der übrigens gleich ist dem negativen Wert des Zehnerlogarithmus der Transparenz.

Wenn wir mehrere Materialien übereinanderlegen (etwa mehrere gleichmässig graue Filmfolien), ist die Transparenz dieser Schichtung gleich dem Produkt der Transparenzen der einzelnen Materialien. Der gleiche Tatbestand gilt auch für die Opazität. Die Dichte aber dieser Schichtung entspricht der Summe der Dichten aller beteiligten Materialien, und zwar nach der Formel:

$$\log (a \cdot b) = \log (a) + \log (b)$$

Ein ausführliches Zahlenbeispiel soll zum besseren Verständnis der oben definierten Grössen beitragen. Nehmen wir an, zwei gleichmässig graue Halbtonfilme mit den Transparenzen 0,5 und 0,4 sollen übereinandergelegt werden. Der erste Film lässt also die Hälfte des Lichtes durch, der zweite nur 40 Prozent. Die Opazität des ersten Filmes beträgt  $1/0,5=2$ , die des zweiten  $1/0,4=2,5$ . Die Dichte des ersten Films, also der Zehnerlogarithmus seiner Opazität beträgt  $\lg (2) = 0,301... = -\lg (0,5)$

Analog ist die Dichte des zweiten Filmes  $\lg(2,5) = 0,3979... = -\lg(0,4)$

Lasset uns nun die Transparenz, Opazität und Dichte der Schichtung beider Filme berechnen. Durch den ersten Film dringt die Hälfte des Lichtes hindurch, durch den zweiten dringen noch 40% dieser Hälfte, also 20 Prozent. Die Opazität dieser Schichtung beträgt folglich  $\frac{1}{0,2} = 5$ . Die

Dichte der Schichtung berechnen wir als  $\lg(5) = 0,6989...$  Wir stellen fest:  $\lg(5) = \lg(2) + \lg(2,5)$

## Der Stufengraukeil

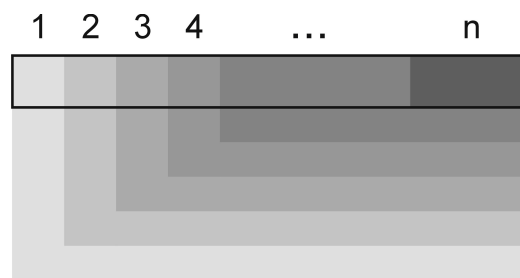
Ein **Stufengraukeil** der Konstante  $c$  mit  $n$  Stufen kann durch stufenweise Überlagerung von 1, 2, 3, ...,  $n$  Schichten von auf die konstante Dichte  $c$  verarbeiteten Halbtonfilmen erhalten werden. Die Abbildung stellt diese Art, einen Stufengraukeil herzustellen, schematisch dar. Der Quotient der Transparenz zweier aufeinanderfolgender Stufen eines Stufengraukeiles mit Konstante  $c$  ist auch eine Konstante, nämlich  $10^c$ , dessen Zehnerlogarithmus  $c$  ist. Die aufeinanderfolgenden Transparenzen des Stufengraukeils bilden also eine geometrische Folge, die Dichten bilden eine arithmetische Folge: die erste Stufe hat die Dichte  $c$ , die zweite hat die Dichte  $2 \cdot c$ , die Stufe Nummer  $k$  hat die Dichte  $k \cdot c$ .

Der Begriff **Kontrast** wird nicht immer im genau gleichen Sinne gebraucht. Manchmal bezieht er sich auf die Dichteverteilung einer Halbtonphotographie, manchmal auf die Dichtedifferenz zweier bestimmter Tonwerte. Mitunter bezeichnet man auch die Differenz der maximalen und der minimalen Dichte einer Vorlage als Kontrast. Für diesen letzten Begriff verwendet man besser den Ausdruck **Dichteumfang** einer Vorlage.

Die **überbrückbare Dichte** eines photographischen Materials wird als der grösste Dichteumfang einer Vorlage definiert, die mit dem betreffenden Material noch so reproduziert werden kann, dass alle seine Grautöne zwischen zwei Grenzen des Materials zu liegen kommen.

Es gibt verschiedene Messmethoden, die es erlauben, die **Empfindlichkeit** eines photographischen Materials quantitativ zu beschreiben. Das erste bekannte System war dasjenige, das im Jahre 1894 vom berühmten deutschen Astronom Julius Scheiner (1858-1913) empfohlen wurde. Scheiner liess mit einer bestimmten Geschwindigkeit eine lichtundurchlässige Scheibe rotieren, aus der eine Öffnung herausgesägt war in der Gestalt von 20 konzentrischen Sektor-Ringen, deren Sektorwinkel von aussen nach innen eine zunehmende geometrische Folge bildeten.

Die Konstante der geometrischen Folge war so gewählt, dass der letzte Winkel 100 mal grösser als der erste war. Die Konstante entsprach somit der neunzehnten Wurzel aus 100, also ungefähr 1,274... Eine genormte Lichtquelle beleuchtete die Scheibe aus einer ganz bestimmten Distanz. Hinter der Scheibe war eine Kassette angebracht (Rechteck in unserer Abbildung), die das zu prüfende Material aufnahm. Diese Kassette wurde genau eine Minute lang geöffnet, während der die Scheibe rotierte. Die Nummer des ersten Ringes, von innen nach aussen gezählt, hinter dem das Material nach der Entwicklung eine minimale, genau festgelegte Schwärzung aufwies, bestimmte den Empfindlichkeitsgrad in **Scheinergraden** des zu prüfenden Materials. Der letzte Grad dieser Skala (die später auf höhere Empfindlichkeitsgrade erweitert werden sollte), der Grad 20, entsprach einer 100 mal höheren Empfindlichkeit als der erste. Ein Unterschied von 3° Scheiner entspricht annähernd einer doppelten Empfindlichkeit, da die dritte Potenz der neunzehnten Wurzel von 100, nämlich 2,069..., eine Annäherung an die Zahl 2 bildet. Scheiner-Grade werden schon seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr angegeben.



Stufengraukeil

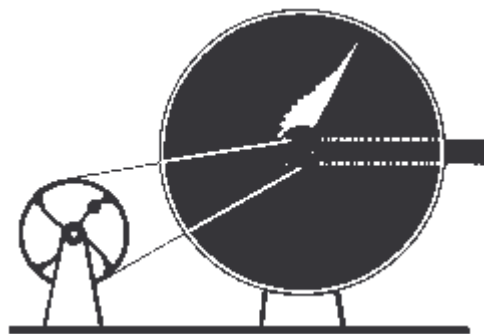
Später wurde ein Masssystem festgelegt, bei dem die Empfindlichkeiten bei 3° Differenz genau verdoppelt werden, das **DIN-System**. Die Empfindlichkeitsmessung im DIN-System beruht auf der Belichtung der Materialien durch einen Stufengraukeil mit einer Konstante, die so beschaffen ist, dass ihr Dreifaches dem Zehnerlogarithmus von 2 gleich ist<sup>1</sup>. Diese Konstante ist also eine gute Annäherung an 0,1. Die erste Zone unter dem Graukeil, dessen Dichte sich nach dem Entwickeln des Materials um mindestens 0,1 vom unbelichteten Material unterscheidet, bestimmt dessen Empfindlichkeit. Die Belichtung erfolgt mit einem genormten Licht, das sich durch eine gewisse Annäherung an die spektrale Zusammensetzung des Tageslichts auszeichnet, was beim Scheiner-System nicht der Fall war. Die Belichtungszeit wird durch einen Schwerkraftverschluss bestimmt.

---

<sup>1</sup>  $\log(2) = 0,301\dots$



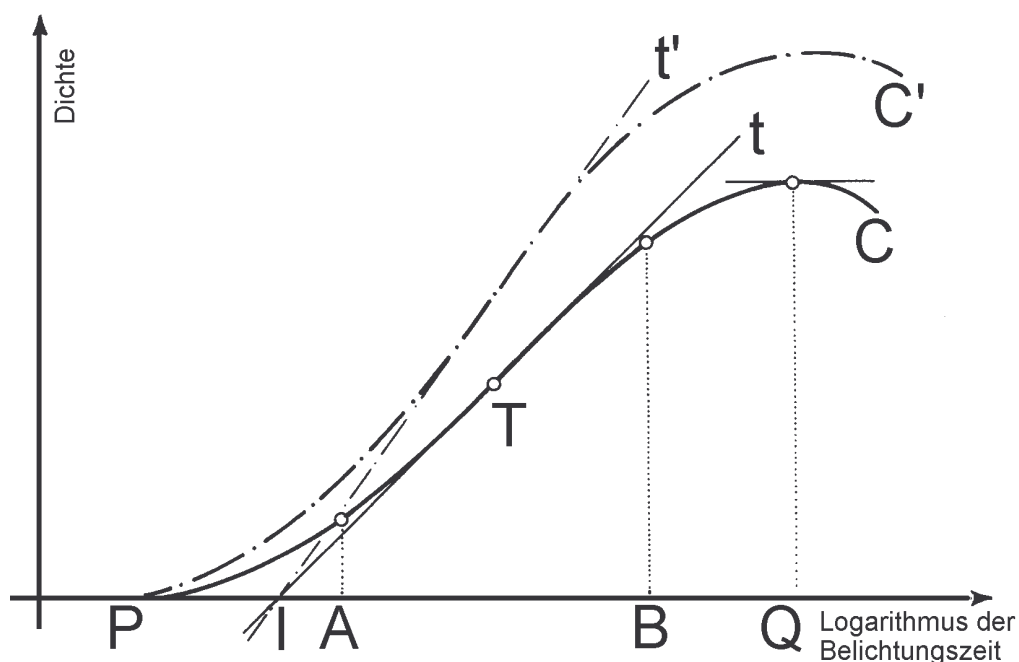
Ausser dem DIN-System werden heute noch andere Masssysteme eingesetzt, wie etwa das amerikanische **ASA**-System oder das russische **GOST**-System, die wegen ihrer verschiedenen Messanordnung strenggenommen nicht auf das DIN-System umgerechnet werden können. Für den Bedarf der Praxis darf man jedoch sagen, dass die Systeme ASA und GOST arithmetisch sind, dass also ihre Gradzahlen proportional zur ausgedrückten Empfindlichkeit sind. Um einen Anhaltspunkt zu haben, kann man sagen, dass 21 °DIN ungefähr 100 °ASA und ungefähr 100 °GOST entsprechen. Neuerdings werden die Angaben auf den Filmpackungen in **ISO** gemacht, wobei sowohl der ASA- als auch der DIN-Wert angegeben werden.



Die Kurve, welche die Dichte eines entwickelten photographischen Materials in Funktion des Zehnerlogarithmus der Belichtung aufzeichnet, heisst **charakteristische Schwärzungskurve** des betreffenden Materials. Die charakteristische Schwärzungskurve variiert mit der Entwicklungsdauer. Die Abbildung stellt zwei charakteristische Schwärzungskurven des gleichen idealen Materials bei verschiedener Entwicklungsdauer dar. Die Wendetangente der charakteristischen Schwärzungskurve (auch charakteristische Tangente genannt) eines idealen Materials ergibt im Bereich der 'normalen' Belichtung, also im Bereich zwischen den Punkten A und B, eine gute Annäherung an die Kurve. Der Schnittpunkt der charakteristischen Tangente mit der horizontalen Koordinatenachse (Abszissenachse), der in der Abbildung mit I bezeichnete Punkt, hat die Eigenschaft, bei verschiedener Entwicklungsdauer eines selben Materials konstant zu bleiben. Der Punkt P entspricht der minimalen Belichtung, bei der noch eine feststellbare Schwärzung erzeugt wird. Zwischen P und A liegt der Bereich der Unterbelichtung. Vom Punkt Q an kann man den als Solarisation bekannten photographischen Effekt beobachten: Die Filme haben die seltsame Eigenschaft, von einem gewissen Grade der Überbelichtung an (bei den modernen Materialien sehr hoch liegend) wieder an Dichte zu verlieren. Der Gesamtverlauf der charakteristischen Schwär-

zungskurve wird manchmal **Gradation** des betreffenden Materials benannt.

Der **Gammawert** eines photographischen Materials ist der Tangens (trigonometrische Funktion) des Winkels zwischen der Abszissenachse und der charakteristischen Tangente. Der Gammawert jedes Materials variiert in Funktion der Entwicklungsdauer. Wird das Material sehr lange entwickelt, strebt der Gammawert einem Grenzwert zu. Dieser Grenzwert wird manchmal **absoluter Gammawert** genannt. Wenn die charakteristische Schwärzungskurve allzusehr von ihrer Idealform abweicht, kann der Gammawert statistisch definiert werden.



Für jeden beliebigen Punkt der charakteristischen Schwärzungskurve wird die Steigung (also die trigonometrische Tangens-Funktion) als **Gradient** bezeichnet. Der Gammawert eines bestimmten Materials wird manchmal auch als der maximale Gradient der Schwärzungskurve definiert.

Die photographischen Materialien werden je nach ihrem Gammawert als *weich* (Gamma bis 0,7), *normal* (0,7 bis 1,3), *kontrastiert* (1,3 bis 2,3), *hart* (2,3 bis 4), *extrahart* (4 bis 7) und *ultrahart* (Gamma grösser als 7) bezeichnet.

Wird ab einer Vorlage mit einem Dichteumfang  $D$  eine Aufnahme auf ein Material mit einem Gammawert  $g$  gemacht, wird der Dichteumfang  $d$  des entstehenden Negativs nach der Formel  $d = D \cdot g$  berechnet. Lassen uns diese Formel anhand eines Zahlenbeispiels erläutern: Nehmen wir an, wir

wollen eine Kontaktkopie auf Papier anhand eines Negativs mit dem Dichteumfang  $D=1,2$  herstellen. Angenommen wir wollen eine Kopie erhalten, deren Grautöne die Dichten 0,1 bis 1,9 durchlaufen sollen. Der Dichteumfang muss also 1,8 betragen. Nach unserer Formel muss der Gammawert  $g$  des Kopierpapiers  $g = 1,8 : 1,2 = 1,5$  betragen.

Die photographischen Kopierpapiere werden in allen möglichen Gammawerten hergestellt, so dass man für die meisten Kopien ein geeignetes Papier finden kann. Zudem kann der Gammawert durch die Entwicklungsdauer beeinflusst werden; ferner gibt es härter und weicher arbeitende Entwickler.

Einige Firmen fabrizieren Photopapiere mit universellem Gammawert. Diese Papiere sind mit zwei Emulsionen beschichtet: eine ausschliesslich blauempfindliche und eine gelbempfindliche Emulsion. Eine der Emulsionen arbeitet extrem weich, die andere extrem hart. Je nach dem bei der Belichtung verwendeten Farbfilter (oder der aufeinanderfolgenden Belichtung durch zwei verschiedene Filter) fällt das Gesamtergebnis weicher oder härter aus.

Es existiert eine Möglichkeit, um auf einem allzu harten Material doch noch eine Kopie zu erhalten, deren Grautöne sich innerhalb zweier vorgegebener Grenzen bewegen. Dazu wird eine zusätzliche Belichtung mit weissem Licht unter Ausschaltung des Negatives (respektive der Vorlage), eine sogenannte **Flash-Belichtung** oder **Vorbelichtung**, angewandt. Wie wir es im Kapitel über den Raster sehen werden, ist diese Vorbelichtung bei der herkömmlichen Herstellung von Autotypien unentbehrlich. Die gleichmässig verteilte Lichtmenge der Vorbelichtung (die auch nach der Hauptbelichtung angewandt werden kann) wirkt sich viel stärker auf die weniger belichteten Motivteile aus als auf die stärker belichteten, so dass ein gewisser Ausgleich erzielt werden kann. Dieser Tatbestand ist viel leichter verständlich, wenn man bedenkt, dass die Abszissenachse des Koordinatensystems der charakteristischen Schwärzungskurve logarithmisch ist.

Will man die Vor- und die Hauptbelichtungszeit berechnen (meist werden sie empirisch bestimmt), kann man folgendermassen vorgehen: Zuerst wird das Material durch einen Stufengraukeil (anstelle des betreffenden Negativs) belichtet. Die Belichtungszeit dieser Probelichtung sei  $P$ . Die Transparenz des Graukeils, die den minimalen für die Kopie vorgesehenen Grauwert ergibt, sei  $t$  und die dem maximalen Grauwert entsprechende Transparenz  $T$ . Die maximale und die minimale Transparenz des zu kopierenden Negativs seien  $b$  und  $n$ . Da das wirksame Licht aus dem Produkt der Belichtungszeit und der Transparenz bestimmt wird, finden wir die folgenden Gleichungen, in denen  $H$  und  $V$  die Hauptbelichtung und die Vorbelichtung bedeuten:

$$P \cdot t = H \cdot n + V \cdot 1$$

$$P \cdot T = H \cdot b + V \cdot 1$$

H und V sind zwei Unbekannte des Gleichungssystems, das wir auflösen können:

$$H = \frac{P \cdot (T - t)}{b - n}$$

$$V = \frac{P \cdot (t \cdot b - T \cdot n)}{b - n}$$

## Chemische Verstärkung und Abschwächung

Wenn ein entwickeltes photographisches Material zu hell oder zu dunkel erscheint, kann es verstärkt oder abgeschwächt werden. Diese Operationen können einen gewaltigen Einfluss auf den Gammawert des betreffenden Materials haben. Die Verstärker haben im allgemeinen die Tendenz, den Gammawert der behandelten Materialien zu erhöhen, während die Abschwächer in drei Kategorien eingeteilt werden können: nämlich diejenigen, die den Gammawert nicht (oder wenig) verändern, diejenigen die ihn erhöhen und diejenigen, die ihn reduzieren.

Ein wichtiger Bauteil der Kamera, der die Lichtmenge beeinflusst, ist die **Blende**. Die Blende ist ein Loch mit veränderlicher Ausdehnung im Zentrum des optischen Systems des Objektivs einer photographischen Kamera. Die Form der Blende ist meist annähernd rund, aber um gewisse Effekte zu erzielen, werden auch andere Blendenformen verwendet, so zum Beispiel bei der Herstellung von Autotypen mit einem Glasraster. Die Blende hat vor allem zwei Wirkungen: Die Dosierung des Lichts, das durch das Objektiv dringt und die Veränderung der Schärfentiefe.

Die Blendenzahl ist definiert als Quotient der Brennweite (Abstand von der Hauptebene des Linsensystems zum Film in Unendlichstellung) und des Blendendurchmessers. Die Lichtstärke eines Objektivs ist als die kleinstmögliche Blendenzahl definiert. Die heute übliche Blendenzahl-Folge geht aus der wiederholten Multiplikation der vorangehenden Blendenzahl mit der Wurzel aus 2 hervor, mit 1 als Anfangsglied (Geometrische Folge). Die Werte werden meist folgendermassen angenähert:

$$1, 1,4, 2, 2,8, 4, 5,6, 8, 11, 16, 22, \dots$$

Der Schritt von einer Blendenzahl zur nächsthöheren halbiert die einfallende Lichtmenge, da sich die Kreisoberflächen verhalten wie die Quadrate der entsprechenden Durchmesser.

Ein anderer Faktor, der sich auf die Belichtungszeit einer photographischen Aufnahme auswirkt, ist der Vergrößerungs- oder der Verkleinerungsfaktor. Dieser Faktor ist in der Landschaftsphotographie meist vernachlässigbar, nicht aber im Bereich der graphischen Reproduktion. Die anschliessend angeführte Formel erlaubt die Berechnung des entsprechenden Korrekturfaktors. Sei  $B(1)$  die Belichtungszeit bei einer Reproduktion im Massstab 1 : 1. Für die Belichtungszeit  $B(r)$  einer um den Faktor  $r$  vergrösserten (oder um den Faktor  $1/r$  verkleinerten) Reproduktion gilt dann die folgende Formel:

$$B(r) = B(1) \cdot \left( \frac{1+r}{2} \right)^2$$

## Die photographischen Effekte

In ganz bestimmten Grenzfällen weisen die Silberbromidgelatine-Emulsionen (die am ausgiebigsten erforschten aller Photoemulsionen) gewisse charakteristische Verhalten auf, die sich nicht mit den Gesetzen der Sensitometrie erklären lassen. Diese abnormen Erscheinungen heissen **photographische Effekte**. Einige davon haben bis heute keine eindeutige wissenschaftliche Erklärung gefunden. Anschliessend sollen kurz einige der wichtigsten photographischen Effekte vorgestellt werden.

Wenn eine intensiv belichtete Zone einer photographischen Emulsion an eine schwach belichtete Zone grenzt, 'frisst' die erste die Entwickler-substanz der Nachbarzone weg und scheidet zudem durch die chemische Reaktion der Entwicklung produzierte entwicklungshemmende Substanzen in ihre Umgebung aus. Das Resultat ist eine verstärkte Schwärzung des Randes der stark belichteten Zone und ein diesen Rand umgebender weisser Saum. Dieser Effekt erweckt den Eindruck einer scharfen Begrenzung der Zonen. Diese Erscheinung, die besonders deutlich hervortritt, wenn der Entwickler nicht bewegt wird, heisst **Eberhardeffekt**.

Der **Sabattier-Effekt**, der oft fälschlicherweise als Solarisation bezeichnet wird, besteht in einer teilweisen Umkehrung der Grauwerte eines photographischen Materials, das normal belichtet wurde, dann aber in einem bestimmten Stadium der Entwicklung mit diffusem Licht nachbelichtet wird.

Die **Solarisation** ist ein Effekt, der durch die Reduktion der Dichte von einem gewissen Grad der Überbelichtung an, der dem Buchstaben Q

unserer Abbildung entspricht, zustandekommt. So kann zum Beispiel bei der Aufnahme einer brennenden Glühbirne der Leuchtfaden plötzlich dunkler erscheinen als die unmittelbare Umgebung.

Der **Schwarzschild-Effekt** ist eine Abweichung von der sogenannten Reziprozitätsregel, nach der die Belichtung als Produkt aus Belichtungszeit mal Lichtintensität berechnet wird. Es wird aber dank dem Schwarzschild-Effekt nicht das gleiche Resultat erreicht bei einer Sekunde Belichtungszeit, wie bei 1000 Einzelbelichtungen von je einer Tausendstel Sekunde.

Der **Herschel-Effekt** ist die Tatsache, dass das latente Bild einer orthochromatischen, also rotunempfindlichen Emulsion, durch dasselbe rote Licht, für das die Emulsion unempfindlich ist, abgeschwächt werden kann.

Zuletzt seien noch zwei Effekte vorgestellt, die scheinbar einander widersprechen. In Wirklichkeit liegt kein Widerspruch vor, da die Lichtintensitäten und die Belichtungszeiten, unter denen die beiden Effekte beobachtet werden können, voneinander abweichen.

Beim **Weinland-Effekt** handelt es sich um folgende Tatsache: Wird eine Emulsion mit diffusem Licht hoher Intensität kurz vorbelichtet, wird die Schwellenempfindlichkeit (die Empfindlichkeit auf extrem schwache Belichtung) gesteigert. Dieser Effekt lässt auch folgendes Korollar zu: wurde ein Film mit einer extrem kurzen Belichtungszeit belichtet, kann mit einer diffusen Nachbelichtung die Empfindlichkeit gesteigert werden.

Der **Clayden-Effekt** besteht darin, dass die Schwärzung einer Aufnahme, die unter extrem kurzer, aber intensiver Belichtung entstand, durch eine diffuse Nachbelichtung geringer Intensität *reduziert* wird.

Dies sind nur die wichtigsten der so genannten photographischen Effekte.



# Das photographische Positiv

## Der Salzdruck

Der Salzdruck stellte eines der ersten photographischen Positivverfahren dar und wurde schon 1834 durch Fox Talbot erfunden.

Das Papier wurde in Salzwasser getaucht, getrocknet und anschliessend in einer Silbernitratlösung lichtempfindlich gemacht. Nun enthielt das Papier lichtempfindliches Silberchlorid.

Das so behandelte Papier wurde durch ein Negativ hindurch dem Sonnenlicht ausgesetzt und anschliessend entwickelt. Dann wurde es in einer wässrigen Natriumthiosulfat-Lösung oder einem anderen Fixiermittel fixiert und zuletzt gewässert und getrocknet.

Das Verfahren wurde bis gegen 1860 eingesetzt, als es definitiv durch den Albumindruck abgelöst wurde, der dem Salzdruck qualitativ überlegen war.

## Der Albumindruck

Der Albumindruck wurde im Jahre 1847 von Claude Fèlix Abel Nièpce de Saint-Victor erfunden. Blanquart-Evrard verbesserte das Verfahren um 1850, und gilt heute als der eigentliche Erfinder des Albumindrucks.

Nièpce de Saint-Victor stellte seine Albumindrucke auf Glasplatten her. Später diente der Albumindruck vor allem der Herstellung von photographischen Positiven. Im XIX Jahrhundert war der Albumindruck unter den Photographen sehr beliebt, vor allem weil das Verfahren unkompliziert war. Zwischen 1850 und 1900 wurde das Albuminpapier industriell hergestellt.

Das Verfahren ist, grob vereinfacht, das folgende: Das Eiweiss mehrerer Hühnereier wird zusammen mit ein paar Tropfen Kaliumjodid zu Schaum geschlagen. Dann wird die Mischung ruhen lassen und anschliessend filtriert. Das Papier wird ein paar Minuten lang in diese Lösung getaucht und dann getrocknet.

Dieses Papier wird in einer wässrigen Lösung von Silbernitrat und ein paar Tropfen Essigsäure sensibilisiert. Nach einer gewissen Zeit wird das Papier getrocknet.

Nach der Belichtung wird das Papier in Gallussäure entwickelt, gewässert, in einer Natriumthiosulfat-Lösung fixiert, gewässert und getrocknet.

## Das Cliché-Verre

Die drei berühmten Vertreter der Barbizon-Schule, Camille Corot (1796-1875), Jean-François Millet (1814-1875) und Charles-François Daubigny (1817-1878) benutzten die photographische Kontaktkopie zur Vervielfältigung von gezeichneten Werken. Das Verfahren wurde unter dem Namen 'Cliché-Verre' bekannt und wird manchmal zu Ehren seiner Erfinder auch als Cuvelier- oder als Grandguillaume-Verfahren bezeichnet. Die Zeichnung wurde auf eine mit einem lichtundurchlässigen oder roten Lack überzogene Glasplatte eingeritzt; manchmal wurde dazu auch eine bei hellem Tageslicht entwickelte und somit völlig geschwärzte Photoplatte verwendet. Durch Kontaktkopie auf gängiges Photopapier können von dieser negativen Zeichnung beliebig viele positive Abzüge hergestellt werden.

Das Verfahren kann durch die Anwendung von zwei oder mehreren Belichtungen verallgemeinert oder erweitert werden, wobei gezielt zwei oder mehrere Grautöne entstehen. Dazu werden auf der negativen Platte zuerst diejenigen Linien herausgestochen, die dem dunkelsten Ton der positiven Abzüge entsprechen. Unter Anwendung eines Passersystems (zum Beispiel Registerstanze, Anlegen der Platte und des Kopierpapiers an drei senkrecht eingeschlagene Nägel, etc.) werden alle Photopapiere der zu druckenden Auflage unter Einhalten einer konstanten Belichtungszeit belichtet. Diese Papiere werden in einer lichtundurchlässigen Schachtel aufbewahrt, ohne sie vorerst zu entwickeln. Auf der negativen Platte werden jetzt alle Linien und Flächen herausgekratzt, die einem zweiten, etwas helleren Grauton auf den Positiven entsprechen sollen. Die Photopapiere werden nun unter genauem Einhalten des Passers wieder unter der negativen Platte belichtet, allerdings meist kürzer als beim ersten Mal. Der Vorgang kann mehrere Male wiederholt werden.

Die bei der ersten Belichtung durchsichtigen Stellen lassen auch bei jeder weiteren Belichtung das Licht auf die unmittelbar darunterliegende Zone des Photopapiers fallen. Durch gezielte Probelichtungen können die Grautöne der endgültigen Auflagedrucke gesteuert werden.

In Analogie zur Radierung (im Kapitel über den Tiefdruck besprochen) kann die verallgemeinerte Form des *Cliché-Verre* auch von einem Negativ ausgehen, das vor jeder neuen Belichtung teilweise abgedeckt wird.

Zur Zeit werden die allermeisten photographischen Kopien auf Bromgelatinepapier abgezogen, das sich im Handel in einer grossen An-



zahl Qualitäten, Gradationen, Oberflächenstrukturen und Tonalitäten angeboten wird. Diese Materialien arbeiten nach dem gleichen Prinzip, wie die heute noch zur Herstellung von negativen üblichen Filme: In einer dünnen Gelatineschicht befinden sich Silberbromidkristalle. Die vom Licht getroffenen Partikeln reagieren mit dem Entwickler und es wird metallisches Silber frei. Die restlichen Silberbromid-Moleküle werden im Fixierbad ausgeschieden. Zuletzt werden in der Schlusswässerung die Fixiersalzreste und andere wasserlösliche Stoffe aus der Emulsion gewaschen.

Diese papiere sind einfach zu verarbeiten und können abgeschwächt, verstärkt, gefärbt oder getönt werden.

Wir werden hier nicht auf die technischen Einzelheiten eingehen, deren Beschreibung man in Tausenden von Publikationen finden kann. Hier werden wir uns auf die Beschreibung von Verfahren beschränken, die unter den Amateuren weniger bekannt sind. Seit der ersten Epoche der Photographie ist eine grosse Anzahl verschiedener Verfahren angewandt worden, um anhand der Negative positive Bilder zu erhalten, und es war üblich, dass die Photographen ihre Papiere selber herstellten. Ausser den Standardverfahren wurden edlere Verfahren angewandt, wie etwa der Platindruck oder die Bichromatverfahren.

Anschliessend werden wir die wichtigsten Bichromatverfahren beschreiben, die man manchmal als Edeldruckverfahren bezeichnet, und die auf der Wirkung der Bichromatsalze auf die Kolloide unter dem Einfluss des Lichtes beruhen. Das Verständnis dieser Verfahren erleichtert das Verständnis anderer graphischen Techniken, vor allem des Lichtdrucks, der indirekten Photolithographie, der Heliogravüre und des herkömmlichen Tiefdrucks.

## Die photographischen Edeldruckverfahren

Zur Zeit wird die überragende Anzahl der photographischen Positive auf Bromsilberpapier angefertigt, das in einer grossen Vielfalt an Oberflächenbeschaffenheiten, Gradationen, und anderen Qualitätsmerkmalen gehandelt wird. Das Bromsilberpapier arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die heute ausschliesslich üblichen Aufnahmeverfahren: In einer dünnen Gelatineschicht sind Bromsilberkörnchen eingebettet (Emulsion). Die durch den Einfluss des Lichtes aktivierten Bromsilberkörnchen reagieren während dem Entwicklungsvorgang mit der Entwicklersubstanz, wobei in der Gelatineschicht metallisches Silber frei wird. Das nicht an dieser Reaktion beteiligte Bromsilber wird im anschliessenden Fixierbad aus der Gelatineschicht herausgelöst. Schliesslich entfernt die Schlusswässerung

die Fixierbadreste sowie andere wasserlöslichen Stoffe aus der Schicht. Bromsilbermaterialien können leicht verstärkt, abgeschwächt oder getönt (dabei wird das schwarze Bildsilber ganz oder teilweise durch einen Farbstoff ersetzt) werden.

Von der ersten Epoche der Photographie an bis etwa zur Zeit des zweiten Weltkriegs wurde eine grosse Anzahl Positivverfahren nebeneinander verwendet, und es war keine Ausnahme, dass Photographen ihre Papiere selber herstellten. Neben den gewöhnlichen Papieren, wie etwa Salzpapier, Bromsilberpapier oder Zelloidinpapier, wurden für ganz spezielle Zwecke auch Luxuspapiere verwendet, wie etwa das **Platinpapier**. Kunstphotographen setzen auch heute noch spezielle edle Papiere für ihre besten Arbeiten ein.

Wir werden hier nur eine Klasse von photographischen Kopierverfahren näher beschreiben, nämlich die sogenannten **Edeldruckverfahren**, die alle auf der Anwendung von chromsauren Salzen beruhen, und deren Kenntnis das Verständnis weiterer Drucktechniken erleichtert, vor allem des Lichtdruckes, der indirekten Photolithographie, der Heliogravüre (mechanisches Tiefdruckverfahren) und des herkömmlichen Rotationsstiefdruckes.

Obwohl die chromsauren Salze in ihrem Reinzustand keinerlei Lichtempfindlichkeit aufweisen, geben sie doch Anlass zu photochemischen Reaktionen, wenn man sie mit Kolloiden (leimartigen Stoffen) vermischt, wie etwa mit arabischem Gummi, Fischleim oder Gelatine. Das Licht bewirkt nämlich bei den chromsauren Salzen eine momentane Reaktionsbereitschaft mit den Kolloiden, die dann je nach Belichtungsintensität stärker oder schwächer gegerbt (erhärtet) werden und ihre Wasserlöslichkeit verlieren. Verschiedene Edeldruckverfahren, die damals als sehr künstlerisch galten, waren um die Jahrhundertwende weit verbreitet. Einzelne dieser Verfahren haben sich bis in unsere Zeit erhalten können, allerdings meist in abgewandelter oder angewandter Form, und ein sehr interessantes Flachdruckverfahren, der Lichtdruck, der auf dem gleichen Prinzip wie die Edeldruckverfahren beruht, wird noch heute mitunter für den Druck von qualitativ hochstehenden Halbtonarbeiten eingesetzt. Auf dem gleichen Prinzip beruhen auch eine Anzahl photolithographischer und photozinkotypischer Kopierverfahren, mit denen Strich- und Rasterdurchsichtsvorlagen auf lithographische oder auf zinkotypische Platten übertragen werden können. Letztere Verfahren werden aber in diesem Kapitel, das sich auf echte Halbtonverfahren beschränkt, nicht besprochen.

Chromsaure Salze wurden zum ersten Mal im Jahre 1840 im Bereiche der Photographie eingesetzt, als Mungo Ponton (1801-1880) entdeckte, dass Papiere, die in einer Kaliumbichromatlösung gebadet worden waren,

unter dem Einfluss des Lichtes ihre Farbe veränderten. Mungo Ponton soll im gleichen Jahr seine Beobachtungen zum Kopieren von Federzeichnungen im Kontakt angewandt haben. Die Bilder wurden durch ausgiebiges Wässern fixiert.

Im Jahre 1852 entdeckte Talbot die Lichtempfindlichkeit von Kaliumbichromat und Gelatine (Bichromatgelatine), und stellte fest, dass die belichtete Bichromatgelatine ihre Wasserlöslichkeit und Quellfähigkeit verlor.

Im Jahre 1855 legte der französische Chemiker Alphonse Louis Poitevin (1819-1882) die Grundlagen zum Pigmentdruck (Kohledruck) und zum Lichtdruck, der um 1868 von Albert<sup>1</sup> verbessert und praktisch in seine heutige Form gebracht wurde.

## Der Pigmentdruck (Kohledruck)

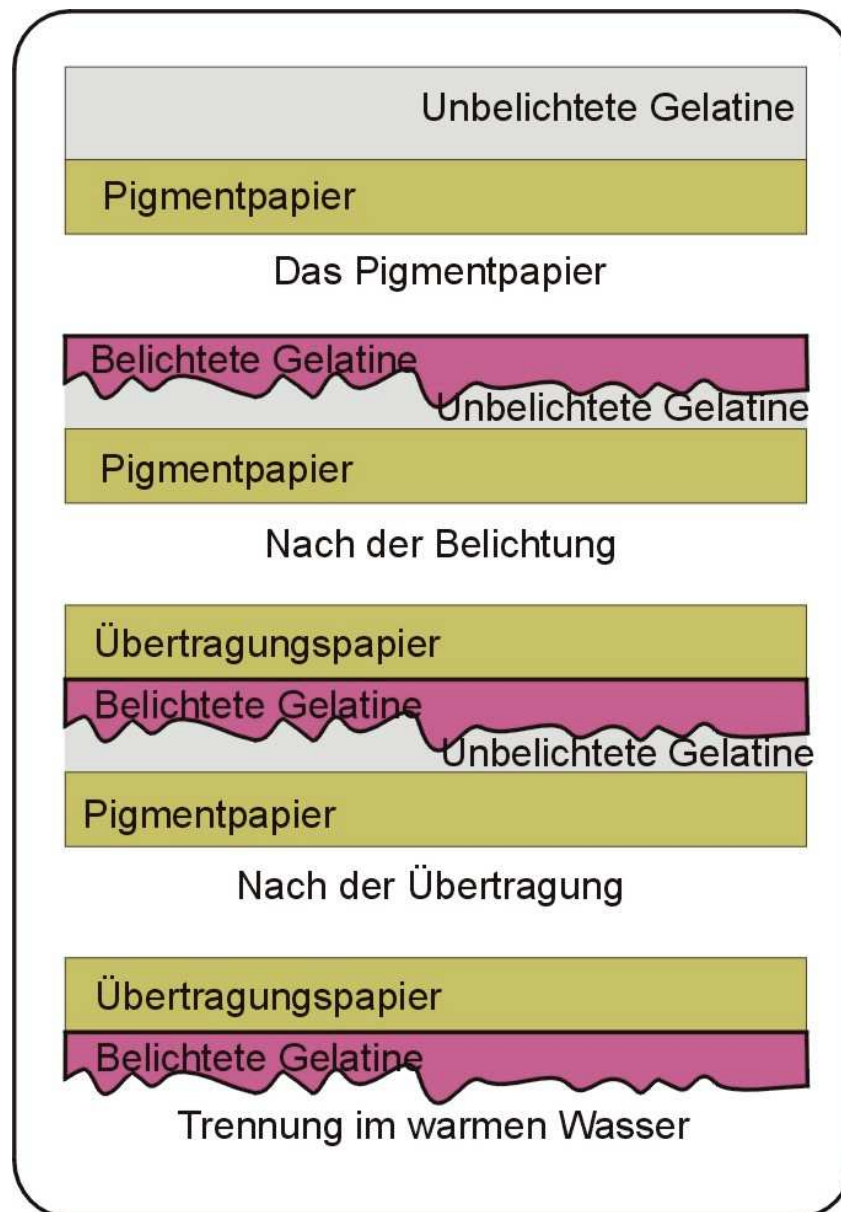
Der Pigmentdruck ist ein photographisches Verfahren, das es erlaubt, haltbare Bilder aus lichtechten Pigmentfarbstoffen, wie etwa Holzkohlepulver oder Lampenruss (daher die Bezeichnung Kohledruck) zu erzeugen. Das Pigmentverfahren, das Poitevin im Jahre 1855 erfand, entsprach noch nicht der späteren, verbesserten Form des Verfahrens. Poitevin beschichtete damals ein gut geleimtes Papier mit einem Gemisch von Lampenruss und Bichromatgelatine. Nach dem Trocknen wurde das so präparierte Papier unter einem gewöhnlichen photographischen Halbtonnegativ belichtet und anschliessend mit Wasser entwickelt, wobei die unbelichteten Zonen abgewaschen wurden, während die belichteten Zonen sich derart gehärtet hatten, dass sie auf der Papierunterlage haften blieben. Poitevin erreichte so ein Positiv mit schön schwarzen Schatten und weissen Lichtern, dem aber leider die Mitteltöne fehlten, so dass man nicht von einer Halbtonphotographie, sondern vielmehr von einer Linienaufnahme sprechen musste. Aus der Abbildung, die schematisch das verbesserte Pigmentdruckverfahren darstellt, ersehen wir die Ursache für das Fehlen der Mitteltöne: Die Chromgelatineschicht bleibt nur dort auf ihrem Träger haften, wo die Schicht bis in genügende Tiefe vom Licht gehärtet wurde, um vom Entwicklungswasser nicht unterspült zu werden, die anderen Stellen schwimmen von ihrem Träger vollständig ab.

Der erste, der diesen Umstand erkannte und auch auszunutzen wusste, war der Franzose Adolphe Fargier, der das folgende Verfahren entwickelte: Fargier beschichtete eine Glasplatte mit einer gefärbten (mit Lampenruss durchsetzten) Chromgelatineschicht und belichtete sie, genau

---

<sup>1</sup> Joseph Albert (1825-1886).

gleich, wie beim Verfahren von Poitevin. Vor der Entwicklung übergoss er die Schicht mit Kollodium, das zu einem dünnen Häutchen erstarrte.



Pigmentdruck

Die Platte wurde mit warmem Wasser entwickelt, wobei sich die nicht belichtete Seite der Chromgelatineschicht von der Glasplatte ablöste, während die belichtete Seite auf dem Kollodiumhäutchen haften blieb, so dass auch dünnste Schichten erhalten blieben. Das fertig entwickelte Bild wurde mit der Gelatineschicht gegen unten auf ein Blatt Papier übertragen, wonach das Kollodiumhäutchen mit Äther abgelöst werden konnte. Das Ergebnis war ein echtes Halbtonbild.

Nach dem gleichen Prinzip schuf um 1864 der Engländer Sir Joseph Wilson Swan (1828-1914) den Pigmentdruck mit Übertragung, also die definitive Form dieses Verfahrens, das anschliessend beschrieben wird. Das für den Pigmentdruck verwendete Papier (Pigment- oder Kohlepapier) ist ein gut geleimtes Papier, auf dem eine dünne Schicht gefärbter Gelatine aufgetragen wurde.

Will man selber Pigmentpapier herstellen, so muss man das verwendete Papier zuerst mit harter Gelatine leimen, die nach dem Trocknen noch zusätzlich gehärtet wird, zum Beispiel mit Formalinlösung. Auf diese Unterlage wird die gefärbte Gelatine aufgegossen, die etwa die folgende Zusammensetzung aufweisen kann: 1 l Wasser, 70 g weisse, harte Gelatine, 1 bis 3 g Lampenruss, 40 bis 50 g Zucker, 15 g Ammoniak.

Die regelmässig aufgetragene, inzwischen getrocknete Gelatineschicht muss vor dem Kopiervorgang in einem 1- bis 5-prozentigen Kaliumbichromatbad, dem bis zur Gelblichfärbung einige Tropfen Ammoniak zugefügt wurde, lichtempfindlich gemacht werden. Das in dieser Lösung gebadete Pigmentpapier wird mit der Schicht nach unten auf eine Glasplatte gequetscht, mit einer Gummiquetsche von allen anhaftenden Flüssigkeitstropfen befreit und anschliessend zum Trocknen an einem dunklen Ort aufgehängt. Von jetzt an ist das Pigmentpapier lichtempfindlich und darf nur bei gelbem oder rotem (inaktinischen) Licht gehandhabt werden. Die Belichtung des trockenen Pigmentpapiers im Kontakt mit einem Halbtonnegativ geschieht im Sonnenlicht oder besser unter einer UV-Lampe, welche die Belichtungszeiten von den Variationen der meteorologischen Bedingungen unabhängig macht. Nach der Belichtung wird das Papier kurz in eine Schale mit kaltem Wasser gelegt, um die Gelatine leicht aufzuweichen. Das Übertragungspapier, bei der einfachen Übertragung der definitive Bildträger, bei der doppelten Übertragung nur Zwischenträger, wird zusammen mit dem Pigmentpapier in die Wasserschale gelegt, wo die beiden Papiere unter Vermeiden von Luftblasen aneinandergequetscht werden.

Das einfache Übertragungspapier ist an seiner Oberfläche mit einer gehärteten Gelatineschicht versehen, auf der die belichtete Chromgelatine endgültig haften bleibt. Die beiden Papiere werden nach sorgfältigem Aufeinanderquetschen etwa eine Stunde zum Trocknen aufgehängt. Als dann werden sie in eine Schale mit warmem Wasser (30 bis 40 °C) getaucht, wo sie sich nach kurzer Zeit voneinander trennen lassen. Die Gelatineschicht haftet nun auf dem Übertragungspapier und muss während etwa 20 Minuten mit zunehmend wärmerem Wasser entwickelt werden (bis zu etwa 60 °C). In dieser Zeit werden alle unbelichteten Teile der Chromatgelatine aufgelöst, und im Gegensatz zu Poitevins erstem Ver-



fahren *nur* diese. Das Resultat ist ein Relief aus gefärbter Gelatine, dessen Dicke in jeder Zone in direktem Verhältnis zur erhaltenen Lichtmenge beim Belichtungsvorgang steht. Da die Gelatine gefärbt ist, entsteht ein photographisches Positiv (Negativ des Negativs), dessen Grauwerte stufenlos alle Dichten vom intensivsten Schwarz (sofern der Gelatine ein schwarzer Pigmentstoff beigemischt wurde) bis zum reinsten Weiss, also ein echtes Halbtonbild.

Aus dem Schema ersieht man, warum das Wasser eine vollständige Ablösung des Pigmentpapiers vom Gelatinerelief bewirkt, während das Relief auf der Oberfläche des Übertragungspapiers haften bleibt. Die Belichtungszeit ist nämlich so bemessen, dass selbst an den klarsten Stellen des Negativs nicht genug Licht durch die Schicht dringt, um diese bis auf den Papieruntergrund zu härten. Man bedenke, dass die Wirkung des Lichts, das durch die gefärbte Gelatineschicht dringt, mit der Tiefe abnimmt, da immer mehr Licht durch den Pigmentfarbstoff verschluckt wird. Andererseits liegt zwischen der Gelatineschicht des Pigmentpapiers und dem Übertragungspapier keine Schicht unbelichteter Chromatgelatine.

Nach dem Entwickeln empfiehlt es sich, die Schicht in einem 2-prozentigen Formalinbad endgültig auszuhärten.

Das Pigmentdruckverfahren ist heute als künstlerisches Ausdrucksmittel weitgehend in Vergessenheit geraten. Seine Technik wird aber immer noch bei der Herstellung von Siebdruckformen sowie von Tiefdruckzylindern angewandt. Beiläufig sei erwähnt, dass die erste Farbphotographie der Geschichte (Ducos du Hauron, 1869) durch Übereinanderdrucken im genauen Passer von drei farbigen Pigmentbildern entstand.

## Der Gummidruck

Der Gummidruck ist ein Verfahren, das auf demselben Prinzip beruht wie der Pigmentdruck, das jedoch keine Übertragung erforderlich macht. Das Gummidruckverfahren wurde im Jahre 1858 von John Pouncy (1820-1894) begründet und erst später, etwa um 1894, von Robert Demachy (1859-1938) wieder aufgenommen und verbessert. Der Gummidruck unterscheidet sich vom oben beschriebenen Pigmentdruck vor allem in den folgenden Punkten:

- Die Gelatine wird durch arabischen Gummi ersetzt.
- Die Schicht ist äusserst dünn.



- Es findet keine Übertragung der Bildschicht statt.

Die extrem dünne Schicht behindert das Entstehen von stark kontrastierenden Bildern, aber gerade die Lösung dieses Problems sollte zum wichtigsten Kennzeichen des Gummidruckverfahrens werden: etwa von 1895 an wurden die Bilder nämlich aus mehreren in genauem Passer übereinander ausgeführten Gummidrucken aufgebaut.

Meist wurden drei Schichten übereinandergedruckt, der **Lichtdruck**, der **Mitteltondruck** und der **Schattendruck**. Für den ersten wird die längste Belichtungszeit und die hellste Farbe, für den letzten die kürzeste Belichtungszeit und die dunkelste Farbe gewählt. Durch variieren der Belichtungszeiten, der Farbstoff-Konzentration und des verwendeten Pigmentfarbstoffes bei den verschiedenen Schichten (meist sind es, wie gesagt, deren drei, aber von diesem Schema kann abgewichen werden) kann die gesamte Tonwertverteilung des Bildes gesteuert werden. Man sagt daher, der mehrschichtige Gummidruck sei ein **Tontrennungsverfahren**. Man könnte die photographischen Tontrennungsverfahren in Analogie an eine verwandte manuelle Technik als **photographisches Camaïeu** bezeichnen.

Das für den Gummidruck ausgewählte Papier muss zuerst gut geleimt werden, um das Eindringen des Chromatgummis in die Poren zu verhindern. Dazu wird das Papier in einer 2- bis 3-prozentigen Gelatinelösung gebadet.

Die lichtempfindliche Gummilösung wird folgendermassen hergestellt: in 100 Kubikzentimeter kaltem Wasser werden 30 bis 40 g arabischer Gummi aufgelöst (das Auflösen kann mehrere Tage in Anspruch nehmen). Es empfiehlt sich die Zugabe einiger Tropfen Karbolsäure, welche die Gärung verhindert. In einer anderen Flasche wird eine 10-prozentige Kaliumbichromatlösung zubereitet, der einige Tropfen Ammoniak zugegeben werden. Unmittelbar vor der Beschichtung eines Papierbogens wird ein Teil Gummilösung mit zwei Teilen Bichromatlösung und der notwendigen Farbmenge gemischt. Die lichtempfindliche Lösung wird im Dunkelraum mit einem Pinsel auf die Papieroberfläche verteilt. Sobald das Papier trocken ist, wird es mit dem Negativ in genauem Passer zusammengepresst und unter einer UV-Lichtquelle (unter Umständen auch bei Sonnenlicht) belichtet. Das belichtete Papier muss sofort nach der Belichtung entwickelt werden, da wie bei allen Chromatkolloidverfahren die vom Licht ausgelöste Reaktion im Dunkeln noch weiter läuft.

Der Gummidruck wird mit Wasser von 18 bis 20 °C während etwa 5 bis 15 Minuten entwickelt. Danach wird die Kopie getrocknet. Nach dem Trocknen kann die nächste lichtempfindliche Schicht aufgetragen werden. Nach der letzten Kopie wird das Papier in eine Lösung von 50 Kubikzen-

timeter Sulfitlauge in einem Liter Wasser gelegt, wo die Chromreste und damit die gelbliche Färbung des Bildes verschwinden. Zuletzt wird das Bild gut gewässert und getrocknet.

## Der Carbrodruck

Weder der Pigment- noch der Gummidruck erlauben die direkte Vergrößerung ab dem Originalnegativ, da dabei die Belichtungszeiten viel zu lang ausfallen würden. Im frühen XX Jahrhundert wurden Verfahren entwickelt, die diese Einschränkung überwinden und es erlaubten, Pigmentkopien direkt von einer Vergrößerung auf Bromsilberpapier zu erhalten. Der **Carbrodruck** wurde im Jahre 1905 von Manly<sup>1</sup> erfunden und zunächst als **Ozobromie** bezeichnet. Im Jahre 1919 wurde das Ozobromieverfahren von Farmer<sup>2</sup> verbessert und auf die Bezeichnung Carbrodruck (**CAR**bon, **BRO**m) umbenannt.

Die Matrize ist hier eine Vergrößerung auf Bromsilberpapier und die Übertragung geschieht chemisch, ohne Mitwirkung des Lichtes. Die verwendete Vergrößerung auf Bromsilberpapier muss gut ausfixiert und gewässert werden. Nach dem Trocknen wird die Kopie 10 Minuten lang in einem 5-prozentigen Formalinbad gehärtet. Anschliessend wird neuerlich gewässert und getrocknet. Das Pigmentpapier wird während ungefähr drei Minuten in das folgende, nur einmal zu verwendende Bad gelegt:

Wasser	1000 cm <sup>3</sup>
Kaliumbichromat	15 g
Rotes Blutlaugensalz	15 g
Kaliumbromid	15 g

Anschliessend wird das Papier sofort, ohne Zwischenwässerung, 20 bis 30 Sekunden lang in folgendes Bad gelegt:

Wasser	1000 cm <sup>3</sup>
Essigsäure	2 cm <sup>3</sup>
Salzsäure	2 cm <sup>3</sup>
Formalin (40 %)	10 cm <sup>3</sup>

Die Bromsilberkopie, die inzwischen in Wasser aufgeweicht wurde, wird mit der Schicht nach oben auf eine Glasplatte gelegt. Darauf wird Schicht gegen Schicht das Pigmentpapier gelegt und mit einer Rollenquetsche aufgedrückt. Man lässt anschliessend die beiden Papiere etwa 20 bis 30 Minuten lang trocknen. Während dieser Zeit wird das Silberbild

<sup>1</sup> Thomas Manly (?-1932).

<sup>2</sup> Ernest Howard Farmer (1860-1955).

der Bromsilberemulsion durch das rote Blutlaugensalz (Kaliumferricyanid) abgeschwächt und das sechswertige Chrom der Pigmentgelatine wird in dreiwertiges Chrom verwandelt, das die Gelatine gerbt, so dass die Gelatine proportional zu der Schwärze des gegenüberliegenden Silberbildes gehärtet wird. Nach dieser Kontaktzeit werden die beiden Papiere in kaltes Wasser gelegt, bis sie sich trennen. Sofort wird ein vorgeässtes Übertragungspapier auf das Pigmentpapier aufgelegt. Die Übertragung und Entwicklung geschehen in gleicher Weise wie bei einem gewöhnlichen Pigmentdruck. Die Bromsilbervergrößerung (Matrize) kann zu einigen weiteren Carbrodrucken verwendet werden. Dazu muss die Vergrößerung gut gewässert und bei Tageslicht neu entwickelt werden. Nach ausgiebiger Wässerung kann ein neuer Carbrodruck hergestellt werden.

## Der Öldruck

Dieses Edeldruckverfahren wurde 1855 von Poitevin erfunden. Der Öldruck und die verwandten Techniken bilden eine Brücke zwischen der Photographie und der Druckerei. Wie die Lithographie und der Lichtdruck ist auch diese Technik in der Unverträglichkeit von Öl und Wasser begründet.

Das Papier muss mit einer Gelatineschicht überzogen werden, die durch Baden desselben in einer 6-prozentigen Gelatinelösung aufgetragen wird. Anschliessend wird das Papier zum Trocknen aufgehängt. Die Gelatine wird mit einer Mischung von zwei Teilen Äthylalkohol und einem Teil einer 6-prozentigen Ammoniumbichromatlösung sensibilisiert. Kaliumbichromat kann dazu nicht verwendet werden, weil es mit Alkohol unverträglich ist. Diese Flüssigkeit wird bei gelbem Licht mit einem Wattebausch auf die Gelatineschicht aufgetragen. Das Papier wird im UV-Licht unter einem Halbtonnegativ belichtet und mit kaltem Wasser während einer guten Stunde entwickelt, bis das braungelbe Chromatbild ganz verschwindet. Vor dem Einfärben wird die Kopie ca. 10 Minuten in wärmeres Wasser von etwa 25 bis 30 Grad gelegt, wobei man darauf achten muss, diese Temperatur nicht zu überschreiten, da nicht eine Ablösung der unbelichteten Gelatine, sondern nur ein Aufquellen derselben bezweckt wird. Die Kopie wird nun oberflächlich mit einem Tuch abgewischt, das die Gelatine nicht zerkratzen darf und keine Faden hinterlässt. Die Oberfläche zeigt ein deutliches Relief, gebildet aus den aufgequollenen, unbelichteten, und den gehärteten, belichteten Zonen. Abgesehen von diesem Relief wird das Bild erst durch den Farbauftrag sichtbar, der mit einem in Fettfarbe getauchten Pinsel aufgebracht wird. Die gequollenen Zonen stossen die Fettfarbe ab, während die belichteten Teile die

Farbe um so freundlicher aufnehmen, desto grösser die wirksame Lichtmenge bei der Belichtung war.

Dieses Verfahren lässt dem Photographen ein Höchstmass an Freiheit, da er mit dem Pinsel an den gewünschten Stellen mehr oder weniger Farbe auftragen kann. Es können sogar verschiedene Farbtöne auf die gleiche Kopie aufgetragen werden. Wenn das Resultat nicht befriedigend ausfällt, kann die ganze Farbe mit einem geeigneten Lösungsmittel abgewaschen werden. Während des Einfärbens darf man die Gelatine nicht allzusehr antrocknen lassen, da sonst die Farbe auch in helleren Zonen aufgenommen würde.

## Der Bromöldruck

Der Bromöldruck ist eine Kombination des Öldruckes mit der Ozobromie, die es erlaubt, Öldrucke in vergrössertem Format herzustellen, ohne ein gleichformatiges Zwischennegativ herstellen zu müssen. Das System wurde um 1907 von Welborne Piper<sup>1</sup> erfunden.

Das für den Bromöldruck verwendete Bromsilberpapier muss eine dicke, nicht allzu harte Gelatineschicht besitzen. Entwickelt wird mit einem nicht gerbenden Entwickler, wie etwa *Metol-Hydrochinon* oder *Rodinal*. Die Vergrösserung muss ausgiebig fixiert, gewässert und schliesslich in ein Bad folgender Zusammensetzung gelegt werden, in dem es etwa fünf Minuten lang liegengelassen wird:

Wasser	1000 cm <sup>3</sup>
Kochsalz	85 g
Kupfersulfat	85 g
Kaliumbichromat	15 g
Salzsäure	11 cm <sup>3</sup>

Die Kopie, deren schwarzes Silberbild durch ein schwach gelbliches Bromsilberbild ersetzt wurde, muss ausgiebig gewässert, fixiert (das Fixierbad darf vorher zu nichts anderem gebraucht worden sein) und wieder gewässert werden. Nach dem Trocknen wird das Papier in 25 bis 30 °C warmes Wasser gelegt, je nach der gewünschten Tiefe des Reliefs. Die abgewischte Kopie ist nun zum Einfärben bereit, genau gleich wie beim oben beschriebenen Öldruckverfahren.

## Der Öl- und der Bromölumdruck

---

<sup>1</sup> C. Welborne Piper (1866-1919).

Um 1909 erfand Hewitt den **Bromölumdruck**, eine manuelle Form des Lichtdruckes (siehe das Kapitel über den Lichtdruck). Der Bromölumdruck ist die Übertragung der auf eine Bromölkopie aufgetragenen Farbschicht auf einen neuen Papierträger mit einer Walzenpresse. Entsprechendes gilt für den **Ölumdruck**. Wie beim Gummidruck werden meist auch hier zwei oder drei Schichten in genauem Passer übereinandergedruckt, was die Freiheit des Öldruckes noch erhöht.

## Die Pinatypie

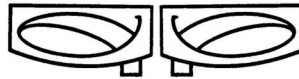
Die **Pinatypie** ist ein Verfahren, das im Anfang des XX Jahrhunderts eines der wichtigsten Mittel darstellte, um farbenphotographische Kopien auf Papier und auf Diapositivmaterial herzustellen. Noch heute werden Verfahren verwendet, die aus der Pinatypie entwickelt wurden, so etwa das *Dye-Transfer*-Verfahren der Firma *Kodak*, mit dem man anhand von Farbauszügen Farbkopien herstellen kann, oder auch das *Technicolor*-Verfahren, das beim Kopieren von kommerziellen Kinofilmen Verwendung findet.

Der französische Physiker und Poet Charles Cros (1842-1888) schuf im Jahre 1881 seine **Hydrotypie** und setzte damit den Grundstein zum späteren Pinatypieverfahren. Léon Didier und Ernst König (1869-1924) bauten die Hydrotypie aus, nannten sie Pinatypie und fanden vor allem die geeigneten Farbstoffe.

Das Prinzip der Pinatypie ist das folgende: Eine mit einer weichen Gelatineschicht überzogene Glasplatte wird in einer 2%igen Kaliumbichromatlösung lichtempfindlich gemacht und unter einem Halbtonpositiv (Diapositiv) belichtet. Nach einer ausgiebigen Wässerung der Platte, die alle Chromreste entfernt, wird die Platte in eine spezielle Pinatypie-Farbstoff-Lösung eingelegt. Die unbelichtete Gelatine nimmt den Farbstoff auf, während die belichteten, gehärteten Teile der Gelatine dem Belichtungsgrad entsprechend mehr oder weniger Farbstoff aufnehmen, so dass ein Halbtonbild entsteht. Die Platte wird einen Augenblick lang gewässert, und dann wird ihre Schicht mit der nicht lichtempfindlichen Gelatineschicht eines Übertragungspapieres (oder Platte) in Kontakt gebracht, die nun den Farbstoff der sensibilisierten Platte aufsaugt. Die sensibilisierte Platte dient als Matrize, von der eine grosse Anzahl von Abzügen hergestellt werden können. Die bedruckte Platte kann nacheinander mit verschiedenen Matrizen (zum Beispiel mit verschiedenen eingefärbten Farbauszügen) bedruckt werden.

Die verwendeten Pinatypiefarbstoffe müssen ganz bestimmten Anforderungen gerecht werden. E. König stellt in seinem Buch *'Die Farbphotographie'* die folgenden Forderungen an die Pinatypiefarbstoffe:

- 1. Sie müssen in kaltem Wasser genügend löslich sein.*
- 2. Sie sollen die ungehärtete Gelatine sehr stark, die völlig gehärtete Gelatine gar nicht anfärben.*
- 3. Sie dürfen sich durch Waschen mit Wasser nicht aus der Gelatine entfernen lassen.*
- 4. Sie sollen auf ein mit der gefärbten Schicht in Berührung gebrachtes Gelatinepapier schnell übergehen.*
- 5. Die Schärfe der Zeichnung muss auch beim Trocknen der Bilder erhalten bleiben und darf auch bei längerem Einweichen des Bildes in Wasser nicht leiden.*
- 6. Die Farbstoffe sollen sehr lichtecht sein.*





## Der Woodburydruck

Hier sei dieses spezielle Verfahren kurz beschrieben, das wegen seiner speziellen Charakteristika schwer in die anderen Verfahren einzugliedern ist. Da es sich um ein auf die Bichromatgelatine gegründetes Verfahren handelt, sei es hier, im Anhang an die Edeldruckverfahren eingeordnet.

Um 1864 patentierte *Walter Bentley Woodbury* dieses kuriose Verfahren, welches trotz den qualitativ hervorragenden Resultaten nur etwa 20 Jahre lang ausnahmsweise eingesetzt wurde. Das Verfahren bestand aus folgenden Schritten:

Eine solide Platte wird mit einer dicken Schicht pigmentierter Bichromatgelatine versehen. Die Schicht wird unter einem photographischen Negativ belichtet. Die Gelatine wird mit Wasser ausgewaschen, wobei ein Relief entsteht, bei dem die dicksten Schichten den dunkelsten Stellen des positiven Originals entsprechen. Nach vollständigem Trocknen der Gelatine wird eine dünne Bleiplatte (später wurde die Bleiplatte durch eine Zinnfolie ersetzt) auf die Grundplatte gelegt und in eine Presse gegeben. Unter grossem Druck entsteht in der Bleiplatte ein Relief, dessen Tiefen den Farbtönen des positiven Bilds entsprechen.

In dieses Relief wird pigmentierte Gelatine gegossen. Ein Blatt Papier wird auf die Bleiplatte gelegt. Nach dem Erstarren der Gelatine kann das Papier von der Bleiplatte wieder getrennt werden, wobei ein positives Bild auf dem Papier ersichtlich wird. Nun ist die Bleiplatte für den folgenden Abzug bereit.

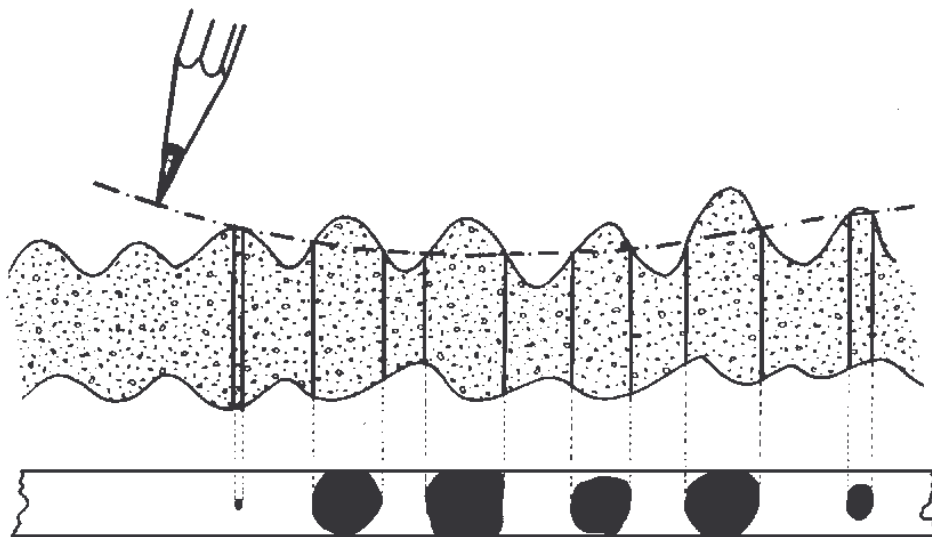
Das Verfahren lieferte qualitativ hochstehende Reproduktionen, die kaum von Photographien zu unterscheiden waren. Aber die Schwierigkeiten und die Langsamkeit des Verfahrens haben dem Verfahren sehr geschadet.



# Der Raster

Das Wort **Raster** wird hier in diesem Buch etwas allgemeiner gefasst als üblich, und zwar weil es für den hier behandelten Begriff keinen treffenderen Ausdruck gibt.

Im Hochdruck, wie in den meisten herkömmlichen Druckverfahren können bei einem einzigen Durchgang durch die Presse keine unterschiedlich dicken Farbschichten übertragen werden (Ausnahmen: Lichtdruck, Tiefdruck), so dass es in diesen Druckverfahren für die Reproduktion von Halbtonvorlagen nur zwei Möglichkeiten gibt: Das Übereinanderdrucken mehrerer aufeinander abgestimmter Druckstöcke mit entsprechenden Druckfarben (Camaïeu-Druck) oder das Strukturieren des reinen Schwarz-Weiss-Druckes, so dass die Struktur dem Betrachter Grautöne vortäuscht, wenn er sie nur aus genügend grossem Abstand betrachtet. Eine Struktur mit diesen Eigenschaften nennen wir einen Raster.



Ein Tonholzschnneider schafft eine Art manuellen Raster, indem er etwa (weisse) Linien verschiedener Breite mit anderen (weissen) Linien unter verschiedenen Winkeln überschneidet. Der Kupferstecher legt ein analoges Liniensystem (mit schwarzen Linien) an, obwohl der Tiefdruck es erlaubt, veränderliche Farbmengen zu übertragen. Der Radierer (siehe

das Kapitel über den Tiefdruck) verfügt über eine Art Raster, nämlich das Staubkorn des Aquatintaverfahrens, mit dem sich nicht nur die Oberfläche, sondern auch die Ätztiefe veränderlich gestalten lässt, so dass im Endresultat die einzelnen Rasterkörnchen verschiedene Intensität (verschieden dicke Farbschicht) aufweisen. Der Lithograph (siehe das Kapitel über die Lithographie) gebraucht eine mit dem Aquatintakorn verwandte Rasterstruktur, nämlich das Korn der Crachis-Technik, bei welcher der Lithographische Stein mit einer Bürste und einem Sieb mit lithographischer Tinte bespritzt wird. Der Lithograph und der Bleistiftzeichner können das Korn ihrer Zeichenmaterialien (Stein, gekörntes Papier) ausnutzen, um eine Kornstruktur zu erhalten, die je nach dem Druck, der auf die Zeichenspitze ausgeübt wird, grössere oder kleinere Körner aufweist. Wenn der Druck eines Bleistiftes auf einem Kornpapier zunimmt, können wir zwei Wirkungen beobachten: Die Oberfläche des Papiers entreisst der Bleistiftspitze mehr Graphit und die von Graphit bedeckte Papierfläche nimmt im Verhältnis zu, da das Graphit in die tieferen Stellen der Papierstruktur eindringt. Die Abbildung oben stellt diesen Effekt graphisch dar.

Die manuellen Verfahren haben einen künstlerischen und handwerklichen Wert, den die perfektsten industriellen Verfahren nie erreichen werden. Andererseits arbeiten die industriellen Verfahren rascher, sicherer und mit einer Objektivität, die ein manuelles Verfahren nie besitzen kann. Schon früh in der Geschichte wurden photomechanische Verfahren zur Druckformenherstellung von Abbildungen entwickelt, um die manuellen Verfahren, wie die direkte Zeichnung auf Stein (siehe das Kapitel über die Lithographie), den Kupferstich (Tiefdruck) oder die Holzschneidekunst, zu ersetzen. Es wurde zuerst anhand von natürlichen Strukturen (Korn des Papiers, Gewebe...) versucht, eine photographische Zerlegung der Grautöne des Originals in ein reines schwarzweisses Rasterbild zu erreichen. Später wurden die zur photographischen Rasterung (so nennt man die Übersetzung der Grautöne in entsprechende Schwarzweissstrukturen) benötigten Strukturen (Raster genannt), mechanisch hergestellt. Die Technik, eine Halbtonvorlage photographisch in ein reines schwarzweisses Rasterbild umzuwandeln, das die originalen Grautöne vortäuscht, heisst **Autotypie**.

Auf dem Gebiet der Graphischen Künste werden also drei Arten von Photographie unterschieden: Die **Halbtonphotographie**, die **Strichphotographie** und die **Rasterphotographie**. Die Halbtonphotographie arbeitet mit Materialien der Bezeichnung 'tone' (zum Beispiel *Gevatone*) und erlaubt als einzige die Reproduktion echter Grautöne, die vom hellsten Weiss stufenlos bis zum dunkelsten Schwarz reichen können. Die Kunstphotographie gehört ausschliesslich dem Bereich der Halbtonphotographie an. Die Strichphotographie ergibt Reproduktionen ohne Grau-


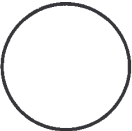
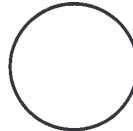
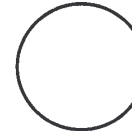
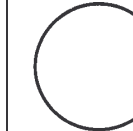


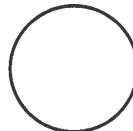
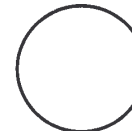
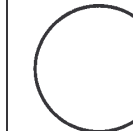



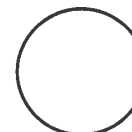
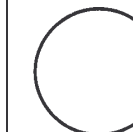




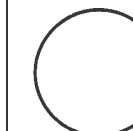
töne, nur in Schwarz und Weiss. Die ultraharten Materialien, die in der Strichphotographie eingesetzt werden, erhalten die Bezeichnung 'line' oder 'lith' (zum Beispiel *Kodalith*). Die Rasterphotographie oder Autotypie hat die Mikrostruktur einer Strichphotographie (wenn man die einzelnen Rasterpunkte betrachtet), täuscht aber dank ihrer Struktur aus grösseren und kleineren Punkten (oder anderen Elementen) dem Betrachter echte Halbtöne vor.

Alle autotypischen Systeme beruhen auf der Tatsache, dass die ultraharten Photomaterialien, wie die Lithmaterialien, dazu neigen, die meisten Grautöne entweder als Schwarz oder als Weiss wiederzugeben, da bei der Steilheit ihrer charakteristischen Schwärzungskurve eine sehr kleine Belichtungszunahme vom Weissen ins Schwarze führt. Um die Härte eines Materials noch weiter zu erhöhen, gibt es verschiedene Möglichkeiten, darunter vor allem die Anwendung eines härter arbeitenden Entwicklers, die Kombination von Abschwächen und Verstärken oder das wiederholte Umkopieren auf hartes Material. Zur Zeit sind die geeignetsten Materialien zur Herstellung von Autotypien diejenigen mit der Bezeichnung 'lith'.

Die ersten Versuche auf dem Gebiete der Autotypie wurden bereits um 1852 von Talbot vorgenommen, der photographische Materialien durch schwarze Gaze hindurch belichtete. Gewisse Bücher erwähnen die teilweise erfolgreichen autotypischen Versuche von M. Berchtholds (1857), Egloffstein (um 1865) oder Max Jaffé (1877), die offenbar nicht wesentlich von der definitiven Lösung des Problems der Autotypie abwichen, die ab 1882 von Georg Meisenbach (1841-1912) entwickelt wurde. Ganz andere Wege auf der Suche nach der Rasterung der Grautöne wurden von anderen Erfindern eingeschlagen, die in gewissen Fällen sogar von einem gewissen Erfolg gekrönt waren. Diese sogenannten Autotypieähnlichen Verfahren verschwanden nach Einführung des Meisenbachschen Verfahrens fast vollständig, einesteils bedingt durch die grossen technischen Schwierigkeiten, andererseits durch die geringe Erfolgsquote.

Das erste erfolgreiche Verfahren wurde von Georg Meisenbach im Jahre 1882 patentiert. Meisenbach photographierte eine Halbton-Diapositivplatte in drei Schritten auf extrem hart arbeitendes photographisches Material. Nach der ersten Belichtung wurde auf die Diapositivplatte ein **schwarzer Raster** (schwarze Struktur auf durchsichtigem Träger) aufgelegt, unter Wahrung des genauen Passers, also ohne die Lage der Diapositivplatte und des Aufnahmematerials zueinander zu verändern. Meist wurde ein liniertes Raster verwendet. Anschliessend wurde die Rasterplatte um einen bestimmten Winkel gedreht und zum dritten Mal belichtet. Die zweite und die dritte Belichtung wurden meist verschieden

lang gewählt. Das entstandene Negativ, das aus weissen Flächen, Punkten, Linien und gekreuzten Linien bestand, wurde auf Zinkotypieplatten umkopiert und für die Zwecke des Buchdruckes hochgeätzt wie eine Strichaufnahme.

Autotypie nach dem ersten Meisenbach'schen Prozess mit Mehrfach-Belichtung unter Linienraster		Grauwerte des Originals				
		I	II	III	IV	
Wirkung der einzelnen Belichtungen auf das Negativ	A					
	A, B					
	A, B, C					
	A, B, D					
A) Belichtung ohne Raster B) Belichtung mit Raster C) Belichtung mit gedrehtem Raster, gleiche Belichtung wie bei B D) Belichtung mit gedrehtem Raster, längere Belichtung als bei B						

Die Strukturen des diskreten Autotypie-Verfahrens

Die Tafel zeigt die Strukturen, die sich nach diesem Verfahren (das wir hier als **diskretes Verfahren** bezeichnen werden, da nur eine natürliche Anzahl scheinbare Graustufen entstehen) im Negativ erhalten lassen, wenn bis zu drei Belichtungen vorgenommen werden: die erste ohne Rasterung (Belichtung A), und die beiden anderen (B und C, beziehungsweise D) durch einen Linienraster, der zwischen den beiden Belichtungen um 90° gedreht wird. Es werden die beiden Fälle unterschieden, bei denen die beiden Belichtungszeiten gleich lang (Fall A, B, C), beziehungsweise verschieden lang (Fall A, B, D) gewählt werden. Die Elemente (schwarze Flächen, gekreuzte Linien etc.) dieser in der Tafel schematisierten Rasterstrukturen nach dem ersten autotypischen System Meisenbachs werden folgendermassen gebildet: Die erste Belichtung ist so bemessen, dass

sämtliche hellen Töne bis zu einem bestimmten Grauwert (Grauwertbereich I) im Negativ schwarz erscheinen werden. Die unmittelbar darauf folgenden Grauwerte (Grauwertbereich II) sind zu dunkel, um das Material mit dieser ersten Belichtung allein zu schwärzen. Zusammen mit der zweiten Belichtung aber, die durch den Raster vorgenommen wird, erhalten die den weissen Zwischenräumen des Rasters entsprechenden Zonen dieses Grauwertbereichs II genügend Licht, um bei der späteren Entwicklung des Negativs geschwärzt zu werden. Hiermit ist der Fall von nur zwei Belichtungen erklärt, bei dem nur drei scheinbare Tonwerte entstehen: Schwarz, Weiss und Gestreift.

Die Rasterung mit drei Belichtungen (ohne Raster, mit Raster, mit gedrehtem Raster) muss in zwei Fälle aufgeteilt werden, je nachdem, ob die letzte Belichtungszeit gleich lang wie die vorletzte ist ( $C = B$ ) oder ob die letztere grösser als die vorletzte ist ( $D$  grösser als  $B$ ). Der erste Grauwertbereich der Tafel (Bereich I) wird in jedem dieser Fälle als schwarz wiedergegeben. Im Bereich II der relativ hellen Grautöne wird eine Struktur gekreuzter Linien entstehen, da nach der dritten Belichtung in diesen Regionen auch die hellen Streifen der zweiten Rasterstellung geschwärzt werden. Im Grauwertbereich III vermag sich nach einer gleich langen dritten Belichtung ( $C$ ) das Negativ nur dort zu schwärzen, wo alle drei Belichtungen gewirkt haben, also in den Kreuzpunkten der weissen Rasterstreifen. Je nach der Wahl des Grauwertbereichs IV, wird dieser punktiert oder weiss ausfallen. In diesem Fall wird also der gesamte Graubereich des Originals in vier Strukturen wiedergegeben, Schwarz, Gegittert, Punktiert und Weiss.

Ist aber die dritte Belichtungszeit ( $D$ ) grösser als die zweite, so werden die ersten beiden Grautonbereiche gleich wiedergegeben wie im vorangehenden Fall. Beim Grautonbereich III werden sich Linien ausbilden, und erst beim Bereich IV wird die Punktstruktur auftreten, so dass man in diesem Fall fünf unterscheidbare Strukturen und damit fünf scheinbare Tonwerte erhält.

Durch Verändern der Belichtungszeiten kann man die Lage der fünf Grautonbereiche gewählt werden und damit der Kontrast zugunsten der Schatten oder der Lichter verschoben werden. Der Effekt kann auch durch geeignete Wahl des schwarzen Rasters beeinflusst werden. Im Prinzip ist dieses erste Meisenbachsche Verfahren ein Tontrennungsverfahren, da jede so entstandene Autotypie eine bestimmte Anzahl von Tonstufen aufweist. Zum Erzielen spezieller Effekte wird das Verfahren auch heute noch vereinzelt angewandt, vor allem in der Werbegraphik.

Die Beschränkung auf eine bestimmte Anzahl Tonwerte konnte durch Meisenbach bald aufgehoben werden und es entstanden Autotypien, die den Eindruck einer echten Halbtonaufnahme erweckten. Es spielt im



Prinzip keine Rolle, ob der schwarze Raster mit dem Diapositiv oder mit dem Aufnahmematerial in Kontakt gebracht wird. Letztere Anordnung erlaubte ferner auch die Herstellung von Autotypen direkt ab Aufsichtsvorlagen in einer Kamera. Meisenbach bemerkte bald, dass beim Einhalten einer kleinen Distanz zwischen dem Raster und dem Aufnahmematerial (bei der Verwendung von nassen Kollodiumplatten unumgänglich!) die Flächenausdehnung der Punkte oder Linien mit der Belichtungsintensität variieren, so dass eine stufenlose Struktur entsteht. In jedem Fall kann ein idealer Abstand zwischen dem Raster und der lichtempfindlichen Platte ermittelt werden, der von der Blende, dem Abstand vom Aufnahmematerial zur Blende und von der Feinheit des Rasters abhängig ist. Glasgravurraster oder kurz Glasraster waren noch im zweiten Drittel des XX Jahrhunderts in vielen Reproduktionswerkstätten gebräuchlich.

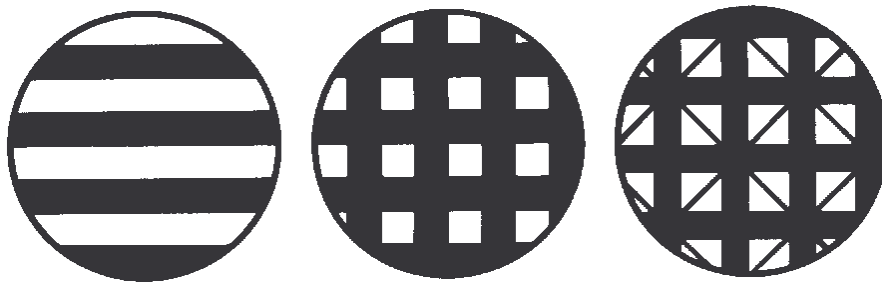
Während die von Meisenbach verwendeten Raster photographische Negative von auf Papier gezeichneten Strukturen waren, erfanden um 1886 Ives<sup>1</sup> und die Gebrüder Levy ein Verfahren zur direkten Gravur der Raster auf Glasplatten. Die zur Gravur bestimmte Glasplatte bester Qualität wurde vorerst mit einer dünnen ätzzfesten Schicht überzogen, in welche die Linien mit einer speziell zu diesem Zweck entwickelten Maschine eingraviert wurden. Die so behandelte Platte wurde anschliessend mit Fluorwasserstoff (Flusssäure) geätzt, einem der wenigen Stoffe, die Glas zu ätzen vermögen. Anschliessend wurde die Ätzreserve wieder abgelöst. Nach dem Trocknen wurden die tiefgeätzten Furchen der Platte mit schwarzer Farbe gefüllt, wie wenn es sich um eine Radierung (siehe das Kapitel über den Tiefdruck) handelte. Da die so hergestellten Raster äusserst kostspielig waren, arbeiteten viele Reproduktionswerkstätten mit einer photographischen Kopie eines Original-Glasrasters von Levy. Um eine Punktautotypie herzustellen, wurden zwei Belichtungen vorgenommen, zwischen denen der Raster um einen bestimmten Winkel gedreht wurde (meist 90°, manchmal aber auch andere Winkel). Waren beide Belichtungen gleich lang, entstand eine Punktstruktur ohne Tendenz in eine Richtung. War eine der Belichtungen länger als die andere, so schlossen sich die Punkte in einer Richtung mehr zusammen als in der anderen. Die Versionen f und g der Abbildungen der Margeriten weiter unten veranschaulichen diesen Unterschied.

Später wurde es üblich, zwei Glasraster Schicht gegen Schicht unter einer Winkelung von 90° aufeinanderzukleben, um so mit einer einzigen Belichtung eine Punktautotypie herstellen zu können. Etwa von 1890 an produzierte die Firma Levy verschiedene spezielle Glasraster. Die nächste Figur stellt die Linierung eines Linienrasters, eines Kreuzrasters und eines Spezialrasters von Levy (um 1890) schematisch dar.

---

<sup>1</sup> Frederic Eugen Ives (1856-1937).

Wie erklärt man die Tatsache, dass hinter einem Glasraster die einzelnen Töne als Felder von Punkten mit veränderlicher Grösse wiedergegeben werden? Eine Voraussetzung hierfür ist vorerst die Tatsache, dass extrem hartes Aufnahmematerial nicht zur Wiedergabe von Grautönen, sondern lediglich von Schwarz und Weiss neigt. Die Grenze zwischen Schwarz und Weiss wird durch die Belichtung und die Entwicklungsdauer bestimmt. Nun ist aber auf dem Photomaterial jeder Lichtpunkt hinter einer Öffnung (oder Fenster) des Rasters aus verschiedenen stark beleuchteten Zonen aufgebaut, so dass die Lichtintensität von der Mitte des Punktes nach aussen hin abnimmt.



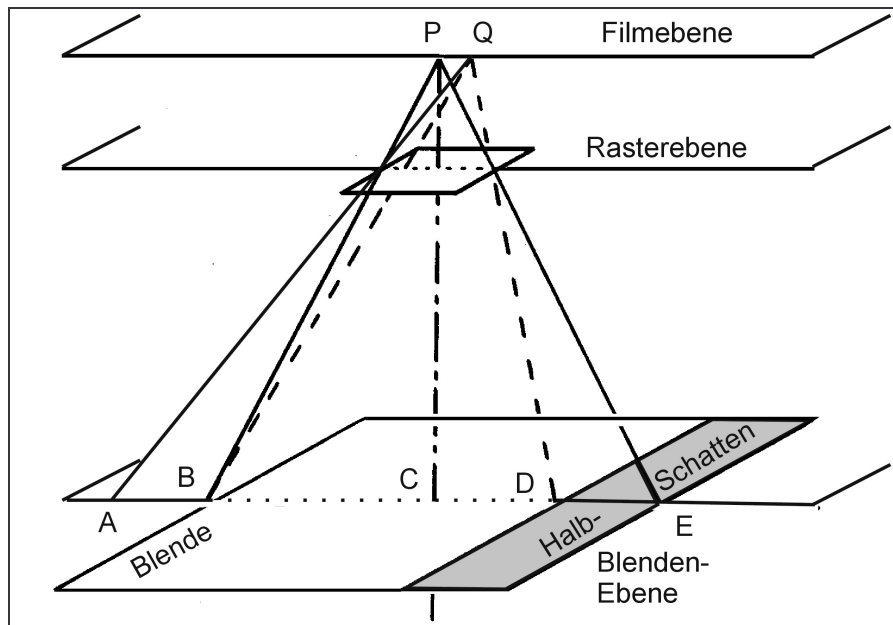
Rasterlinierungen

Es gibt vor allem zwei sich überlagernde Effekte, welche die Verteilung des Lichts hinter einem Rasterfenster beeinflussen: Der erste ist rein geometrischer Natur (man spricht von der Halbschattentheorie), der durch die Abbildung 'Halbschattentheorie' veranschaulicht wird. Der zweite Effekt ist ein physikalischer und ist in der Beugung des Lichtes begründet. Bei groben Rastern (also wenige Linien pro cm) ist der Beugungseffekt vernachlässigbar klein, während er bei sehr feinen Rastern allmählich wichtiger wird. Nebenerscheinungen wie die Reflexion der Lichtstrahlen am Filmträger oder die Diffusion innerhalb der Emulsion spielen natürlich bei der Bildung der Rasterpunkte auch eine Rolle.

Die Abbildung 'Halbschattentheorie' stellt schematisch die Lage der Blende, des Rasters und des Filmmaterials zueinander dar. Die Darstellung ist stark vereinfacht und berücksichtigt unter anderem das optische Linsensystem nicht. Vielmehr wird von einer Lochkamera ausgegangen, deren Blendenloch quadratisch ist, wobei die Seiten parallel zur Rasterlinenatur verlaufen. Zudem wurde die Blendenöffnung so gewählt, dass sich die Seite der quadratischen Blendenöffnung zur Seite des quadratischen Rasterfensterchen verhält wie der Abstand zwischen der Filmebene und der Blendenebene zum Abstand zwischen der Filmebene und der Rasterebene (Strahlensatz).

Wir betrachten eine Schnittebene, welche die optische Achse enthält und parallel zu einer der Rechteckseiten ist. Von oben nach unten stellen

die drei parallelen Geraden des Schemas die Schnitte dieser Ebene mit der Filmebene, mit der Rasterebene und der Blendenebene dar. Die Masse dieser Figur sind stark übertrieben worden, um den Sachverhalt überhaupt graphisch darstellen zu können; die Verhältnisse der Grössen untereinander bleiben aber erhalten.



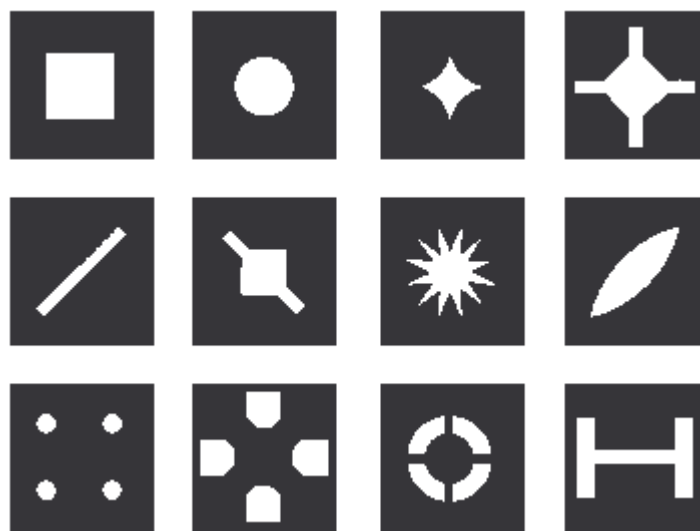
Halbschattentheorie

Nehmen wir an, das zu reproduzierende Original sei ein weisses Blatt Papier. Bei dem in unserem Beispiel gewählten Rasterabstand (unter Vernachlässigung der Lichtbeugung, die sich wie gesagt nur bei feinen Rastern auswirkt) erhält der Kernpunkt (im Zentrum der Projektion des Rasterfensters auf die Filmebene) Licht vom ganzen Blendenbereich. Ein Punkt Q auf der Parallelen zu der Linierung durch P ausserhalb des Kernpunktes P erhält nur noch Licht von einem Teil der Blendenöffnung, nämlich von einem Rechteck mit der Seitenlänge  $\overline{BD}$ . Wir sehen also, dass ein beliebiger Punkt Q mit zunehmendem Abstand von P immer weniger Licht erhält.

Wenn wir nun die kleine Zone des Filmes, welche in unserer Abbildung dargestellt ist, entwickeln, wird sich der Punkt P schwärzen. Von einem gewissen Abstand von P an finden wir lauter Punkte der Filmoberfläche, die bei der Belichtung nicht genug Licht bekommen haben, um sich bei der Entwicklung zu schwärzen. Das Resultat ist ein annähernd schwarzer Punkt in einer weissen Umgebung.

Wäre die Lichtintensität bei der Belichtung grösser gewesen, hätte der kritische Abstand von P zugenommen, so dass wir einen grösseren Punkt erhalten hätten. Umgekehrt wäre bei einer schwächeren Belichtung der Punkt zusammengeschrumpft und eventuell sogar ganz verschwunden. Damit haben wir gezeigt, dass die Punktgrösse direkt von der Lichtmenge abhängt.

Wird nun das weisse Papier gegen ein Halbtonoriginal ausgetauscht, entspricht jedem Rasterpunkt eine ganz bestimmte Zone des Originals, die eine ganz bestimmte Lichtmenge abstrahlt. Diese Lichtmenge ist in jedem Punkt für die Grösse des auf dem Film entstehenden Rasterpunktes ausschlaggebend.

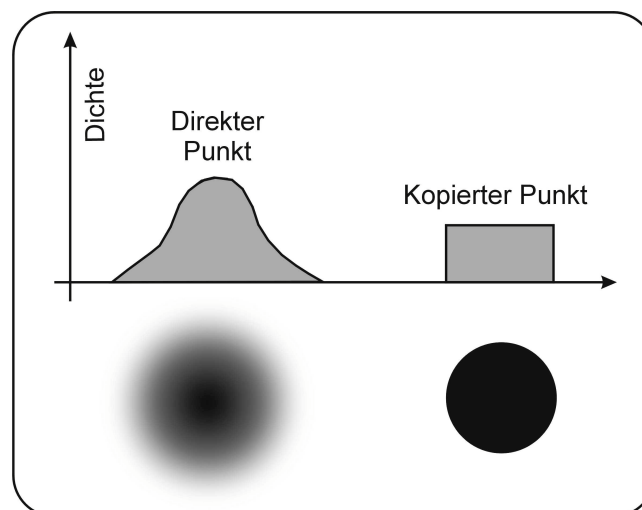


Blendenformen

Die Form der Rasterpunkte hängt von der Beschaffenheit der Rasterstruktur (Linien, Kreuzlinien, Korn,...) sowie von der Form der Blende ab. Um spezielle Effekte zu erreichen oder um die tonale Verteilung (bei der Halbtonphotographie würde man von der Gestalt der charakteristischen Schwärzungskurve sprechen) zu beeinflussen, können vielfältige Blendenformen eingesetzt werden. Eine Auswahl möglicher Blendenformen wird in der Abbildung 'Blendenformen' wiedergegeben. Die Bildung des Punkts wird in allen Fällen gleich erklärt, wie in unserem speziellen Beispiel (Quadratische Blende mit zur Lineatur parallelen Seiten), nur dass die mathematischen Betrachtungen wesentlich komplizierter verlaufen.

Beim Herstellen einer Autotypie mit einem Glasraster kann die Tonwertverteilung durch verschiedene Belichtungen mit verschiedenen Blendenöffnungen beeinflusst werden. Zudem kann der Tonwertumfang mit einer zusätzlichen **Flash-Belichtung** (auch **Vorbelichtung** genannt) re-

duziert werden. Beim Arbeiten mit dem Glasgravurraster wird die Flash-Belichtung meist mit einer sehr geschlossenen Blende (grosse Blendenzahl) vorgenommen, wobei die Vorlage durch ein weisses Papier ersetzt wird. Sollen die Spitzenlichter gar keine Rasterstruktur aufweisen, wird oft eine als **Bump** (oder **Nachbelichtung**) bezeichnete Hilfsbelichtung angeschlossen, die entweder bei einer sehr grossen Blende durchgeführt wird, oder bei der der Raster durch eine gleich dicke durchsichtige Glasplatte ausgewechselt wird (zur Vermeidung von Fokusdifferenzen). Um dieses Auswechseln des Rasters gegen die Glasplatte umgehen zu können, wurde der **Blauraster** geschaffen, dessen Lineatur aus einem durchsichtigen blauen Farbstoff besteht. Beim Arbeiten mit dem Blauraster muss orthochromatisches Material verwendet werden und es können nur schwarzweisse Vorlagen befriedigend reproduziert werden. Die Hauptbelichtungen sowie die Flash-Belichtung werden durch ein gelbes Filter vorgenommen. Für die Bump-Belichtung (oder Nachbelichtung) wird das gelbe Filter durch ein blaues ersetzt, das den Raster praktisch linienfrei erscheinen lässt.



Dichteaufbau der Rasterpunkte

Da es kein photographisches Material mit einem senkrechten Verlauf der Schwärzungskurve geben kann, wird immer ein ganz bestimmter schmaler Graubereich des Originals als grau wiedergegeben. Das ist die Erklärung für die Tatsache, dass die beim Aufrastern mit einem Glasraster entstehenden Punkte stets von einem mehr oder weniger ausgedehnten verlaufenden Hof von Grauwerten umgeben sind. Werden auf einer durch den Punktkern laufenden Geraden mit einem Mikrodensitometer alle Dichtewerte gemessen, so ergibt sich eine stetige Kurve mit dem Maximum im Kernpunkt. Punkte mit verhältnismässig flachem Kurvenverlauf werden oft als **weiche Punkte** bezeichnet. Eine Rasteraufnahme

mit einer solchen Dichteverteilung (man spricht von **aufgebauten Punkten**) wird manchmal als Rasteraufnahme **erster Ordnung** bezeichnet. Eine Rasteraufnahme zweiter Ordnung, wie etwa die Kontaktkopie einer Rasteraufnahme erster Ordnung auf ultrahartem Material, weist Punkte von (praktisch) konstanter Dichte auf mit einem fast senkrechten Schwärzungsabfall an ihren Rändern. Die Abbildung 'Dichteaufbau der Rasterpunkte' stellt den Unterschied zwischen einer Rasteraufnahme erster und zweiter Ordnung graphisch dar. Man kann sagen, dass eine Rasteraufnahme erster Ordnung die Mikrostruktur einer Halbtonaufnahme besitzt (mit extrem grossen Dichtewerten), während die Rasteraufnahme zweiter Ordnung die Mikrostruktur einer Linienaufnahme aufweist. Die Rasteraufnahme erster Ordnung, vor allem, wenn sie einen sehr weichen Punkt besitzt, bietet im Bereich der Tonwertkorrektur zwei entscheidende Vorteile. Erstens können die Punkte mit einem Abschwächer behandelt und dadurch allmählich verkleinert werden. Zweitens kann bei der Kopie die Punktgrösse bis zu einer gewissen Grenze durch die Belichtungszeit gesteuert werden.

Etwa von 1940 an erschien auf dem Markt eine neue Art Raster, der **Kontaktraster**, der den Glasgravurraster immer mehr verdrängte und gegen das Ende der 1970er Jahre aus den meisten Reproduktionswerkstätten nicht mehr wegzudenken war. Ein Kontaktraster ist ein Film, auf dem auf photographische Weise ein Feld von Punkten variabler Dichte (sogenannte verlaufende oder vignettierende Punkte) erzeugt wurde. Es muss auf den grundsätzlichen Unterschied hingewiesen werden, der zwischen der Punktstruktur eines Kontaktrasters und der einer Rasterfolie besteht, wie sie etwa Graphiker verwenden, um einzelne Zonen von Zeichnungen oder Plänen zu strukturieren. Letztere Raster weisen die Struktur eines rein schwarzweissen Rasterfeldes auf, während der Kontaktraster aus verlaufenden (aufgebauten) Punkten besteht. Das Strukturieren der Zeichnungen mit den eben erwähnten, meist mit einer Klebeschicht versehenen Rasterfolien, wird mitunter als **Ben-Day-Prozess** bezeichnet. Dieser Begriff ist von Benjamin Day abgeleitet, einem Fabrikanten von sogenannten **Tangierfellen**, die in der manuellen Chromolithographie einen ähnlichen Zweck erfüllten wie die heutigen Rasterfolien, nämlich die teilweise Strukturierung einer weissen Fläche. Die Tangierfelle waren Gelatinereliefs, die mit einer Walze eingefärbt und auf den vorher teilweise abgedeckten lithographischen Stein abgedruckt wurden. Es wird also hier ein Hochdruckverfahren bei der Herstellung einer Flachdruckform eingesetzt. Im Gegensatz zum Glasgravurraster werden die Filme im unmittelbaren Kontakt mit dem Raster belichtet, der in den hellsten Stellen seiner Struktur (den Zentren zwischen den Punktkernen) am meisten und in den Punkt-Kernen am wenigsten Licht auf den Film



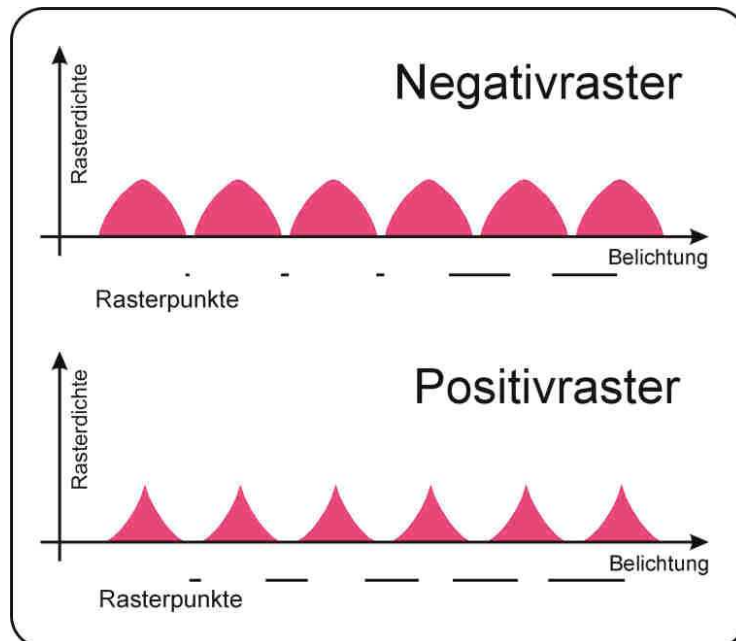
einwirken lässt. Man kann sich zum Verständnis der Wirkung eines Kontaktrasters des folgenden Gedankenmodells bedienen. Man stelle sich die Überlagerung mehrerer runder Scheiben mit abnehmendem Durchmesser (Turm von Hanoi) eines Halbtonfilmes mit gleichmässiger Dichte vor. Durch ein solches Paket hindurch soll ein ultraharter Film belichtet werden. Bei geringer Belichtung wird nur das Licht, das durch einen einzigen dieser Filme dringen muss, noch ausreichen, um den Film zu schwärzen. Bei Steigerung der Belichtung kann jedoch erreicht werden, dass der Film auch noch durch 2, 3 oder mehr Schichten hindurch geschwärzt wird, wobei die übrigbleibende weisse Kreisscheibe immer kleiner wird und zuletzt ganz verschwindet.



Entstehung des Punkts unter einem Kontaktraster

Die Kurve, welche die Rastertonwerte (die Rastertonwerte sind Prozentwerte zwischen dem schwarzen Flächenanteil und der Gesamtfläche eines begrenzten Bereiches) eines bestimmten Kontaktrasters als Funktion der Belichtung (oder des Zehnerlogarithmus derselben) darstellt, entspricht analog der charakteristischen Schwärzungskurve eines Halbtonmaterials. Diese Kurve ist stark abhängig von der Dichteverteilung innerhalb der Punkte des Kontaktrasters. So gibt es Kontaktraster, bei denen der Punkt erst stark, dann bei zunehmender Belichtung allmählich schwächer zunimmt (sogenannter positiver Rastertyp), andere, bei denen der Punkt erst allmählich, dann rascher anwächst (negativer Rastertyp). Im ersten Fall wird beim Aufrastern einer positiven Vorlage eine kontrastreichere Wiedergabe in den Schatten erreicht, während die Lichter gestaucht werden. Im Falle des negativen Rasters werden die Lichter stärker kontrastiert. Diese beiden Rastertonverteilungen werden in der Abbildung 'Positiver und negativer Raster' schematisch dargestellt. In dieser Abbildung wird unter jeder der beiden Dichtekurven des Rasters die Ausdehnung des Punktes bei zunehmender Belichtung von links nach rechts dargestellt. Positiv und negativ bedeuten also hier nicht, dass in einem Fall ein Positiv, im anderen Fall ein Negativ entstehen. Die Bezeichnung kommt vielmehr daher, dass im allgemeinen der negative Raster zum Anfertigen von negativen Rasterbildern anhand von positiven

Vorlagen und der positive Raster zum Anfertigen von positiven Rasterbildern ab negativen Halbtonvorlagen eingesetzt wird. Diese Faustregel ist aber nicht zwingend. Neben diesen beiden charakteristischen Rasterwertverteilungen können natürlich Kontaktraster mit ganz verschiedenen Tonwertverteilungen hergestellt werden.



Positiver und negativer Raster

Die Herstellung einer Autotypie mit einem Kontaktraster kann bis zu drei verschiedenen Belichtungen benötigen. Neben der Hauptbelichtung hinter dem Kontaktraster wird meist eine **Flash**-Belichtung (oder Vorbelichtung) benötigt, also eine Belichtung durch den Raster mit diffusem Licht (also unabhängig vom Original), die in den Schatten des Originals einen minimalen Punktkern ausbildet. Mit der Flash-Belichtung wird der zu hohe Kontrast des Originals gestaucht. Die dritte Belichtung, Nachbelichtung, Schlussbelichtung (Schliessen des Punktes) oder **Bump** benannt, erlaubt es, die Spitzlichter bis zum Verschwinden der Rasterstruktur zu schliessen, wobei der Tonwertumfang wieder vergrößert wird, und zwar zugunsten der Lichter. Durch Anpassung der drei Belichtungszeiten kann also die Tonwertverteilung einer Reproduktion mit ein und demselben Kontaktraster stark beeinflusst werden.

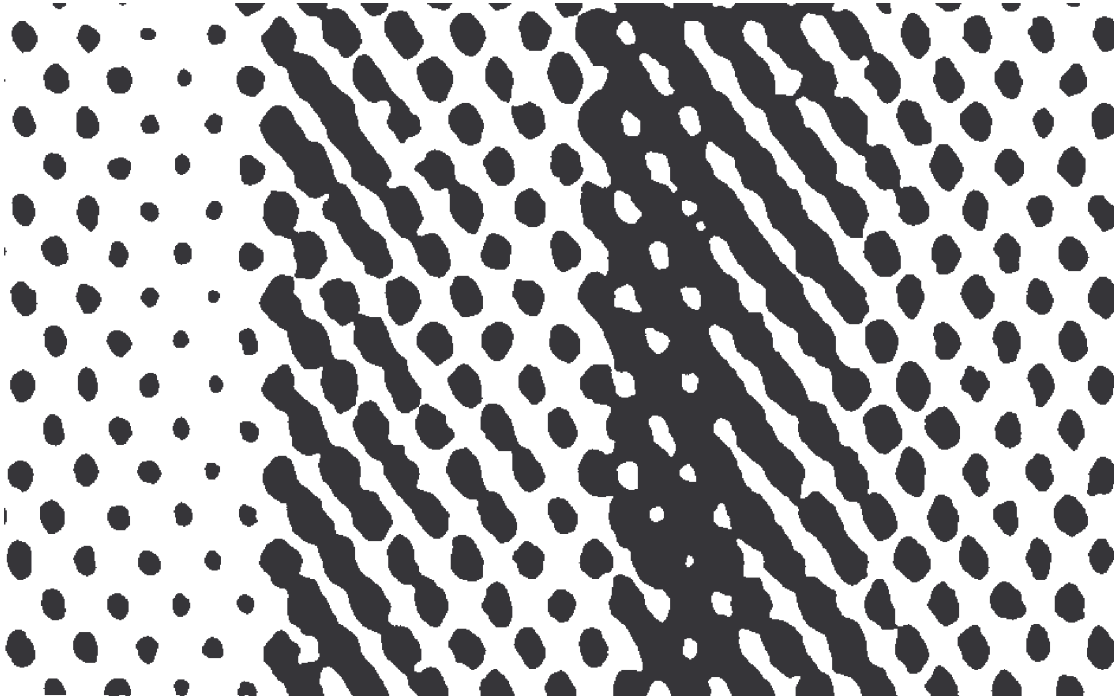
Kontaktraster werden in grau (Silberbild) und in Farbe (Silberbild durch Farbstoffbild ersetzt, Tonung) geliefert. Die fast ausschliesslich verwendete Farbe ist **Magenta**, die additive Mischung von Blau und Rot, auch manchmal als 'Purpur' bezeichnet. Der **Magentaraster** ist für die befriedigende Reproduktion von Farbvorlagen nicht geeignet, hat aber im Bereich der Aufrasterung von schwarzweissen Vorlagen gegenüber dem

Grauraster einen Vorteil: Der Kontrast (Rastertonwertumfang) kann mit farbigen Filtern (oder farbigem Licht) gesteuert werden. Wenn durch einen Magentaraster orthochromatisches Material durch ein gelbes Filter belichtet wird, wird die Rasterstruktur verstärkt und der Rastertonumfang entsprechend vermindert. Wird das Gelbfilter durch ein Blaufilter oder ein Magentafilter ersetzt, so wird die Rasterstruktur abgeschwächt, und der Kontrast der Reproduktion nimmt zu. Zwischenstufen können durch zwei hintereinander ausgeführte Belichtungen durch die beiden Filter oder mit einem Filter der entsprechenden Farbe erreicht werden.

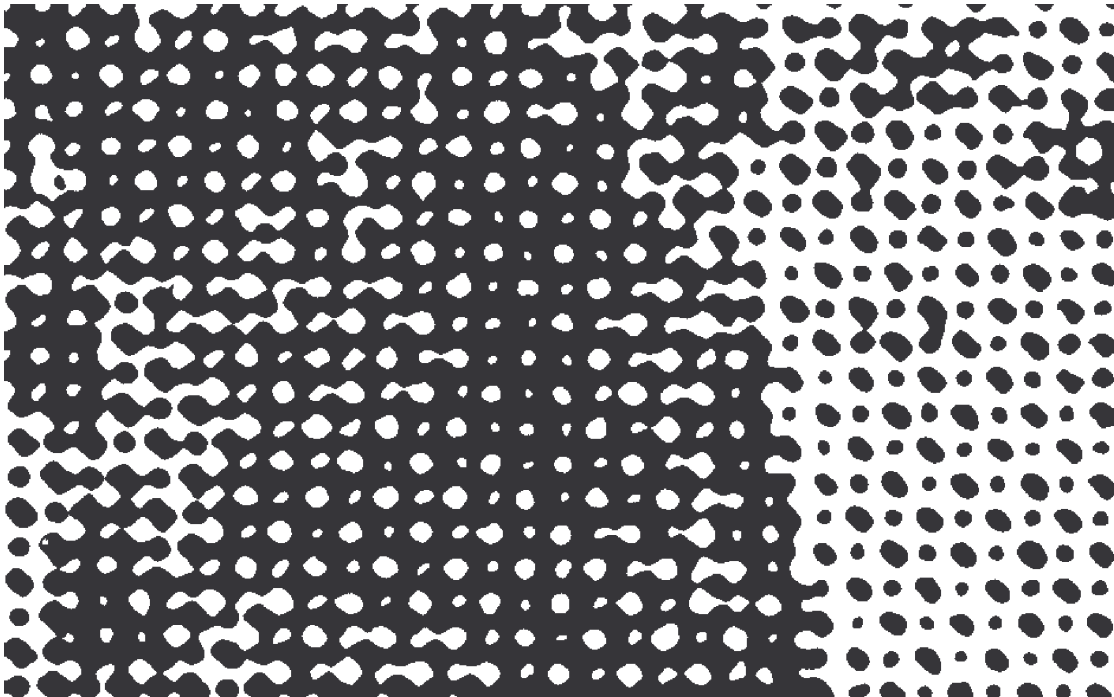
Die Feinstruktur einer Autotypie kann sehr verschiedenartig ausfallen, je nach dem verwendeten Rastertyp (Glasgravurraster oder Kontaktraster), je nach der Blendenform im Falle des Glasgravurrasters, und je nach der Struktur des Rasters in beiden Fällen. Kontaktraster werden als Punktraster mit verschiedenen Punktformen (rund, quadratisch, elliptisch), als Linienraster, als Kornraster, sowie in verschiedenen Phantasiestrukturen (Werbegraphik) hergestellt. Die Firma PAWO fabriziert einen speziellen *Tripletpunktraster*.

Die Abbildungen 'Rasterstrukturen' zeigen einige vergrößerte Muster von Autotypischen Rasterstrukturen:

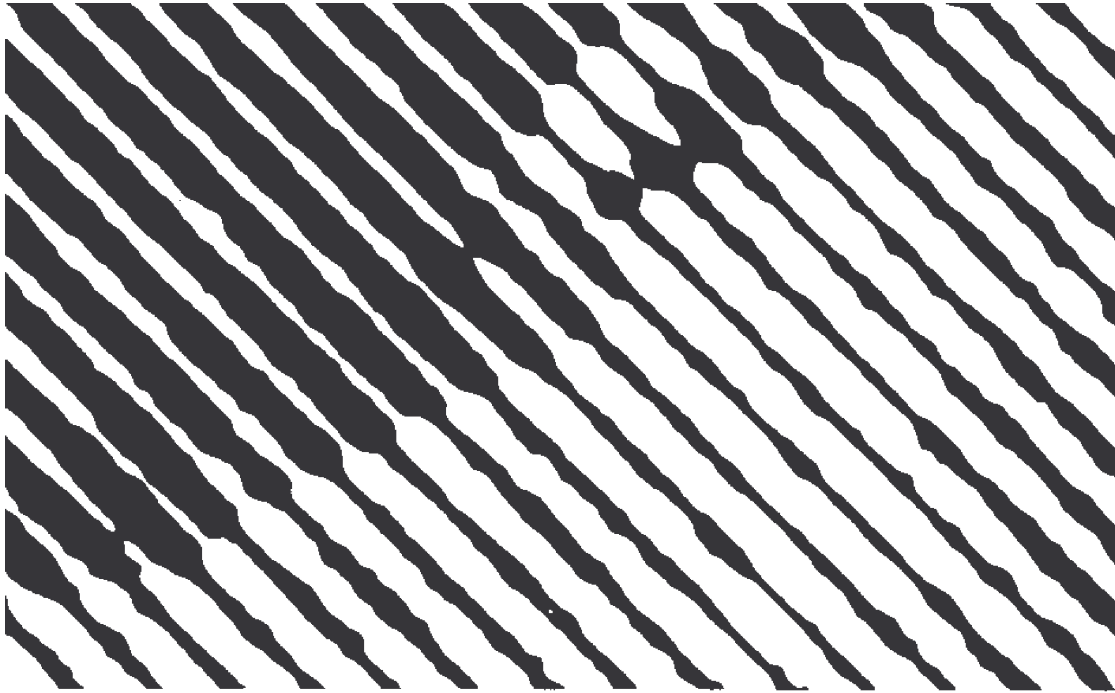
- a) Rasterstruktur einer um 1885 bei Meisenbach hergestellten Autotypie.
- b) Struktur einer um 1895 mit einem Spezialraster von Levy hergestellten Autotypie.
- c) Linienraster.
- d) Kornraster.
- e) Punktraster mit rundem Punkt.
- f) Punktraster mit quadratischem Punkt.
- g) Tripletpunktraster der Firma PAWO.
- h) Punktraster mit elliptischem Punkt.



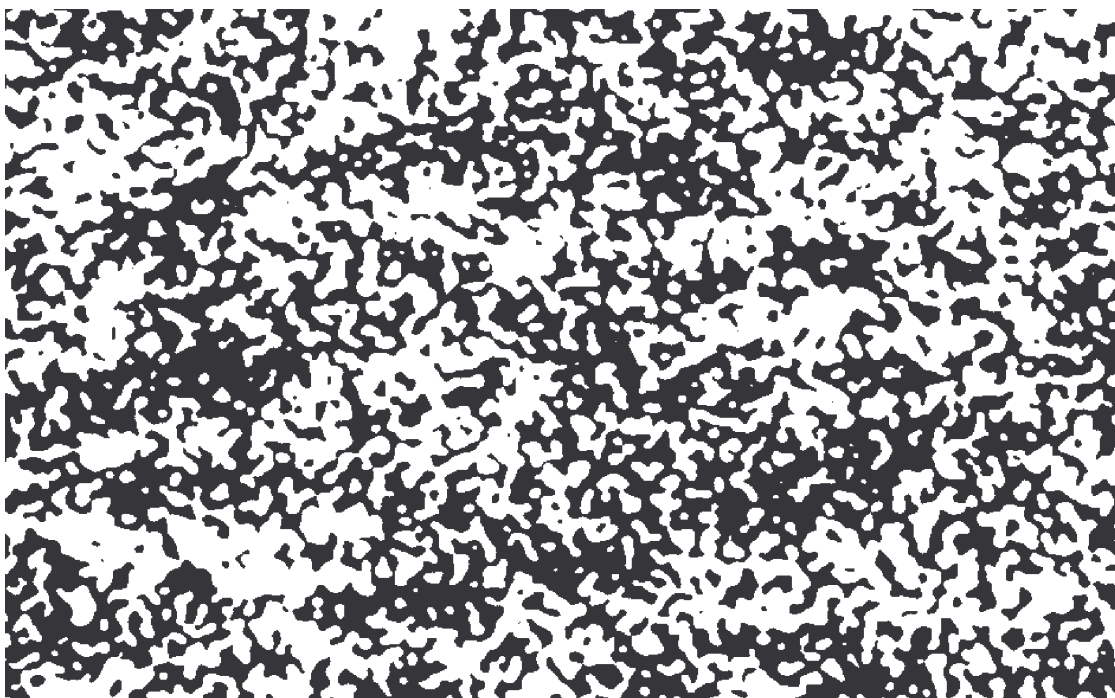
Rasterstrukturen (a)



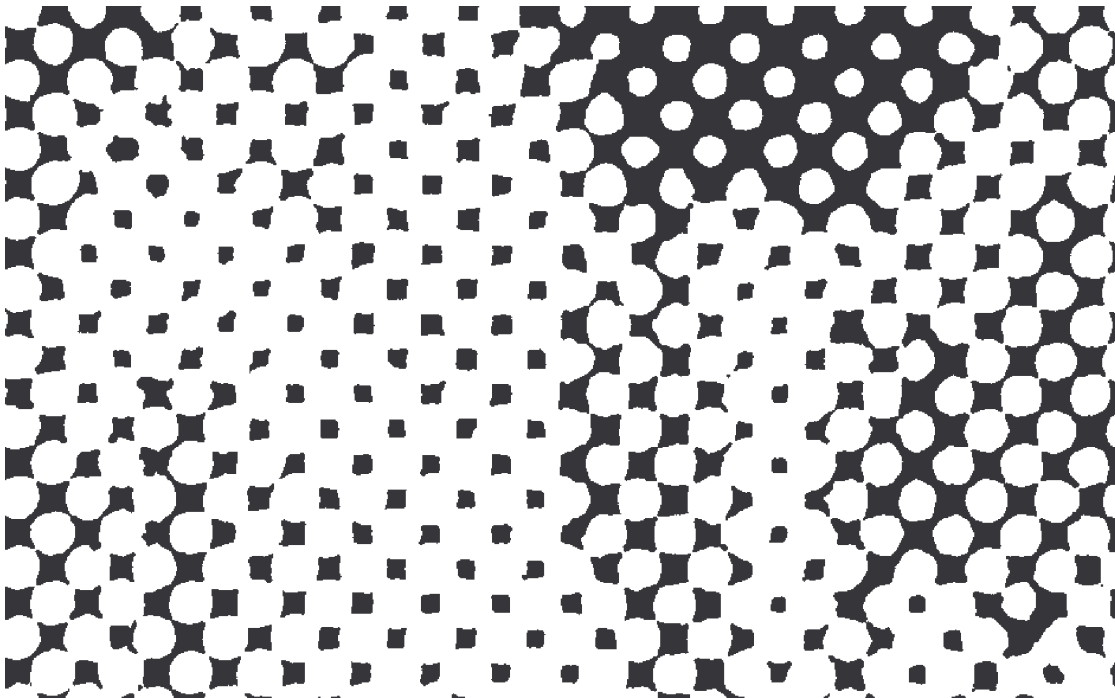
Rasterstrukturen (b)



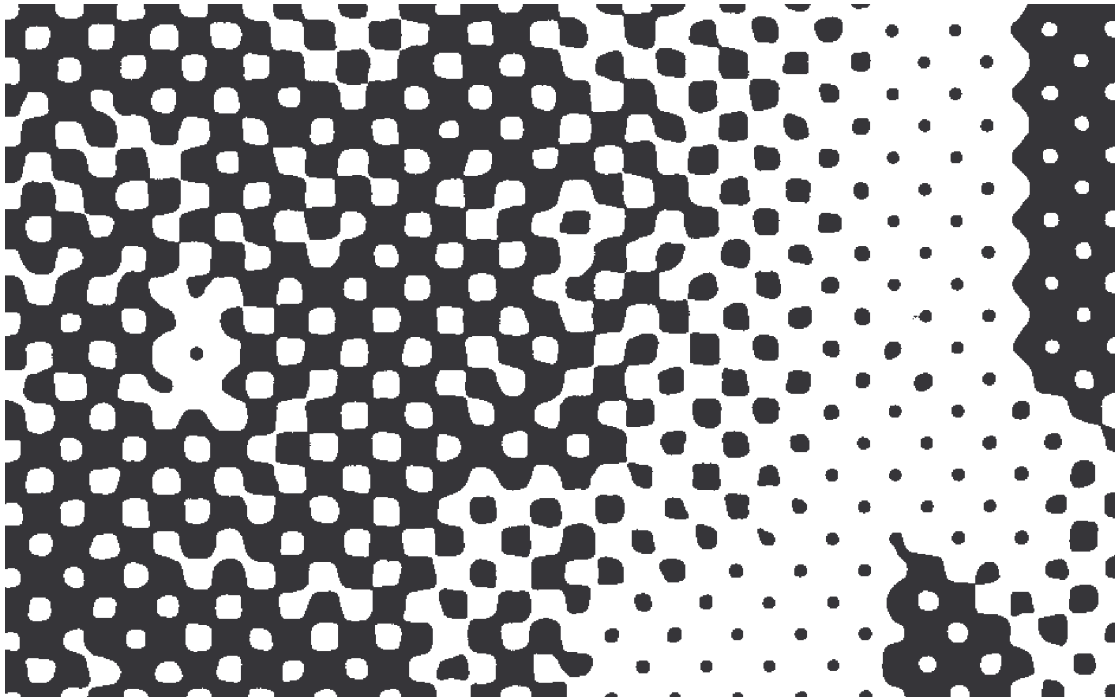
Rasterstrukturen (c)



Rasterstrukturen (d)

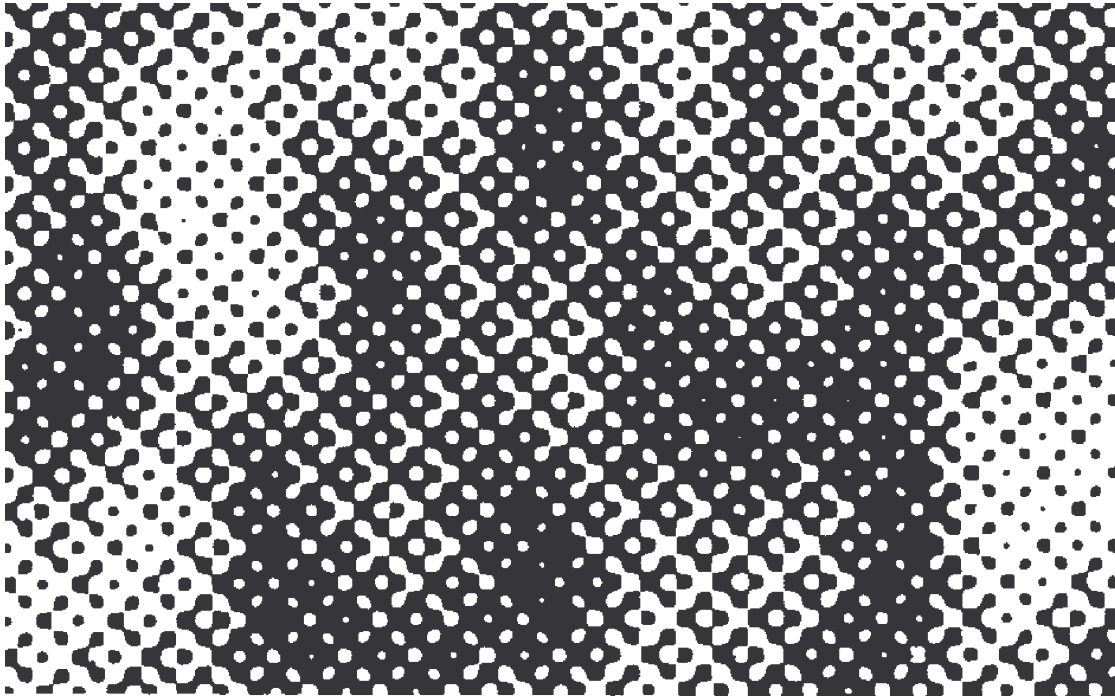


Rasterstrukturen (e)

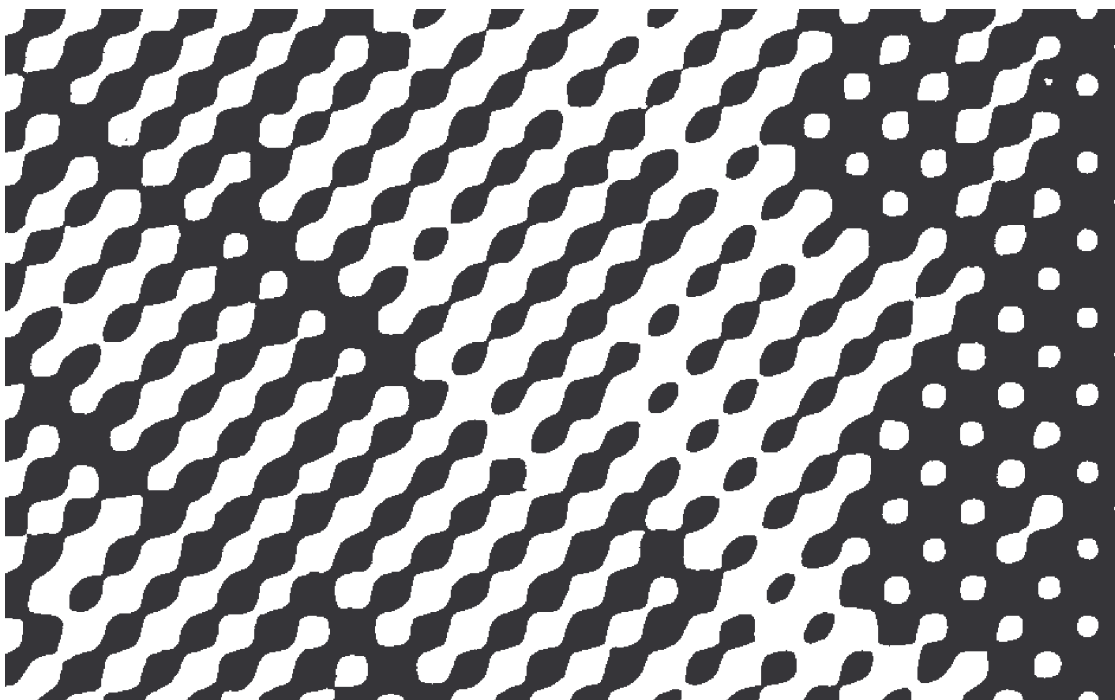


Rasterstrukturen (f)





Rasterstrukturen (g)



Rasterstrukturen (h)

Die Anzahl Linien pro cm eines Punkt- oder Linienrasters wird als **Rasterweite** oder **Lineatur**<sup>1</sup> bezeichnet. Die Druckverfahren, und vor allem die zu bedruckenden Papiere setzen der Feinheit der verwendeten Raster ganz bestimmte Grenzen. Sehr grobe Raster, wie sie etwa beim Drucken von Zeitungen eingesetzt werden, haben Rasterweiten zwischen etwa 20 und 34 Linien pro cm (lin/cm). Für Arbeiten mit normaler Qualität werden etwa Raster zwischen 40 und 60 lin/cm eingesetzt. Für ganz spezielle Arbeiten auf hochgestrichenem Kunstdruckpapier werden auch feinere Raster verwendet, deren Rasterweiten in ganz extremen Fällen bis zu 120 lin/cm reichen können. Man bedenke, dass sich die Anzahl von Punkten pro cm<sup>2</sup> verhalten wie das Quadrat der Rasterweiten. So hat etwa ein 48-er Raster 2304 Punkte pro cm<sup>2</sup> während der 24-er Raster nur deren 576 hat. Andererseits muss beachtet werden, dass grobe Raster unter denselben Druckbedingungen die Wiedergabe eines grösseren Tonwertumfangs erlauben als feinere Raster, wie man aus dem folgenden Zahlenbeispiel ersieht: Wenn etwa der Minimalpunkt, der bei einem 48-er Raster auf einem bestimmten Papier noch gedruckt werden kann, einem Rastertonwert von 10 % entspricht und analog der Maximalpunkt 80 % entspricht, so entspricht die schwarze Fläche des Minimalpunktes des 48-er Rasters einem Rastertonwert von 2,5 % bei einem 24-er Raster. Analoges geschieht mit der 20 %-igen weissen Fläche des 48-er Rasters, die zu einer 5 %-igen Fläche des 24-er Rasters wird. Der entsprechende Tonwertumfang beim 24-er Raster reicht also jetzt von 2,5 % bis 95 %.

Der Übereinanderdruck zweier oder mehrerer regelmässiger Raster kann zu Interferenzerscheinungen führen, die man als **Moiré** bezeichnet. Das Moiré ist vergleichbar mit dem Effekt, den wir beobachten, wenn wir etwa einen Lattenzaun durch einen anderen Lattenzaun betrachten. Um die Moiré-Effekte bei Punktrastern auf ein Minimum zu beschränken, müssen beim Übereinanderdruck verschiedener Farben gewisse Winkel zwischen den einzelnen Rastern eingehalten werden. Ähnliches geschieht übrigens auch beim Neuaufrastern einer bereits gerasterten Vorlage. Für den Vierfarbendruck werden Rastersätze sowie kreisrunde Raster hergestellt. Eine gebräuchliche Winkelung beim Vierfarbendruck ist die folgende:

Cyan	15°
Schwarz	45°
Magenta	75°
Gelb	90°

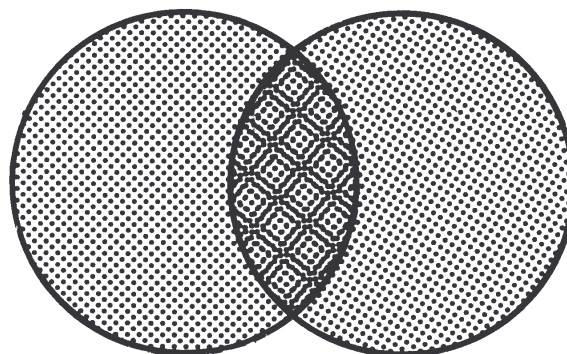
Die Abbildung 'Moiré' zeigt den Moiréeffekt bei der Überlagerung zweier Rasterfelder unter einem spitzen Winkel.

---

<sup>1</sup> Die Lineatur wird oft im Zollmass angegeben. Ein Inch entspricht annähernd 2,54 cm.

Die acht Teile der Abbildung 'Margeriten' sind Reproduktionen in verschiedenen photomechanischen Techniken anhand eines Halbtonnegativs.

- a) 'Normal' gerasterte Aufnahme.
- b) Strichaufnahme (oder Linienaufnahme) auf 'Lith'-Material. (Eine Belichtung ohne Raster)
- c) Zwei Belichtungen:
  - Eine Belichtung ohne Raster.
  - Eine Belichtung durch eine linierte Rasterfolie (also schwarze Linien auf weissem Grund, kein Kontaktraster, ohne Abstand zum Filmmaterial).
- d) Drei Belichtungen:
  - Eine Belichtung ohne Raster.
  - Eine Belichtung durch eine linierte Rasterfolie.
  - Eine zweite Belichtung durch die um  $90^\circ$  gedrehte Rasterfolie. (Gleiche Belichtungszeit bei der zweiten und der dritten Belichtung).
- e) Gleicher Fall wie d), aber mit einer längeren Belichtungszeit bei der dritten Belichtung.
- f) Eine Belichtung durch einen linearen Kontaktraster.
- g) Zwei gleiche Belichtungen durch den um  $90^\circ$  gedrehten Kontaktraster.
- h) Zwei verschieden lange Belichtungen durch den um  $90^\circ$  gedrehten Kontaktraster.



Moiré

In den Teilen b), c), d) und e) der Abbildung 'Margeriten' finden wir die in der Abbildung 'Die Strukturen des diskreten Autotypie-Verfahrens' schematisch dargestellten Strukturen.

Die tiefenvariablen Raster des Tiefdrucks werden im Kapitel über den Tiefdruck besprochen.



Margeriten (a)



Margeriten (b)



Margeriten (c)

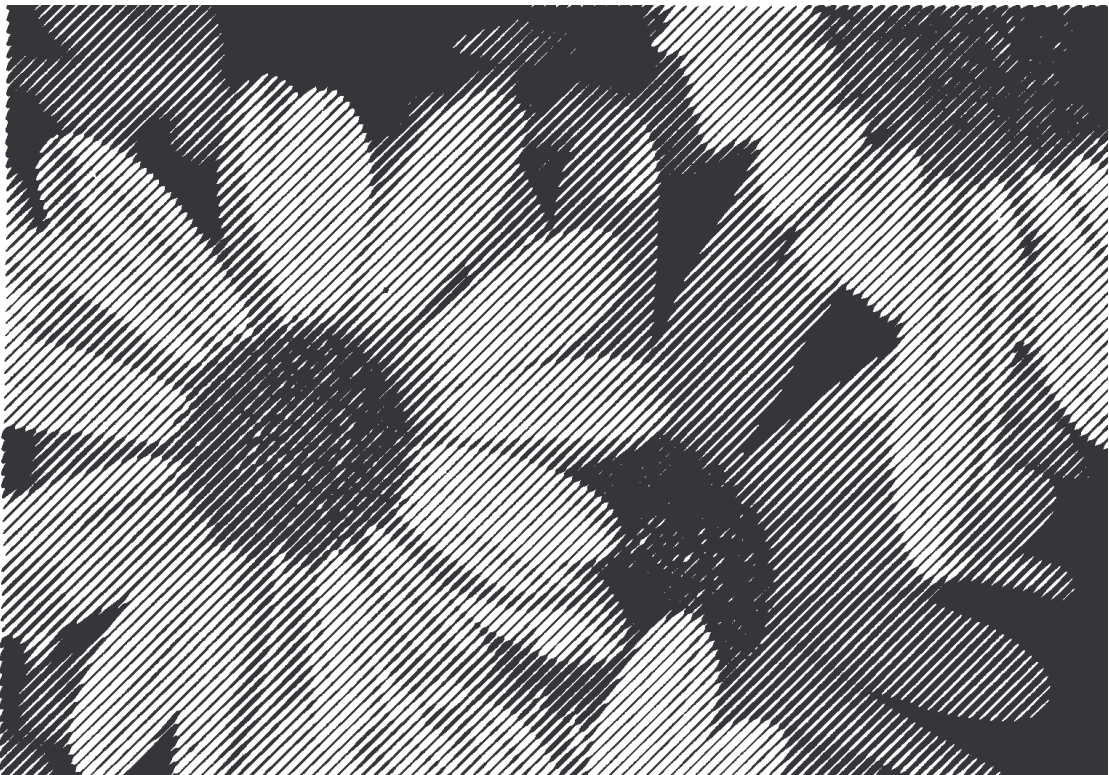


Margeriten (d)





Margeriten (e)



Margeriten (f)





Margeriten (g)



Margeriten (h)

Als die ersten elektronischen Scanner für die graphische Industrie aufkamen, wurden die Farbauszüge gerastert, indem die Belichtungseinheit den auf einer Trommel aufgespannten photographischen Film durch einen Kontaktraster hindurch belichtete, welcher den ganzen Film bedeckte. Es wurden Sätze von verschiedenen gewinkelten Rastern eingesetzt, genau gleich, wie beim Aufrastern in der Kamera.

Später erschienen Modelle auf dem Markt, welche es erlaubten, die Grösse und Lage der Rasterpunkte rechnerisch zu ermitteln, so dass der Einsatz des Kontaktrasters hinfällig wurde. Die Form der Rasterpunkte hing nun von der Software ab und konnte freier gestaltet werden. Insbesondere entstand die sogenannte stochastische Rasterung, bei der alle Punkte dasselbe Format aufweisen, dafür aber statistisch verteilt werden.

Die stochastische Rasterung wird oft als FM<sup>1</sup>-Rasterung bezeichnet, in Analogie zum Rundfunk. Entsprechend wird die herkömmliche autotypische Rasterung mit AM<sup>2</sup> bezeichnet.

Die Wellen, welche die AM-Sendungen übertragen haben eine konstante Frequenz, nur die Höhen der Wellenberge (Amplituden) variieren. In einer graphischen Darstellung ist der Abstand zwischen den Wellen konstant, während sich die Höhen der Wellen nach der zu übertragenden Musik richten. Wenn wir entsprechend die Zentren der Rasterpunkte einer Autotypie mit einer geraden Linie verbinden, sind die Abstände konstant, während die Punktdurchmesser von den wiedergegebenen Tonwerten abhängen.

In einer Radioübertragung mit FM, variiert die Frequenz in Abhängigkeit von der Musik, während die Wellenberge alle gleich hoch sind. Und in einem stochastisch gerasterten Bild ist der Abstand zwischen den Punkten variabel, während alle Punkte die gleichen Ausmasse haben.

Die Idee des stochastischen Rasters ist nicht ganz neu: bereits um 1960 beschrieb Karl Scheuter, die Möglichkeit einer FM-Rasterung. Er verfügte aber noch nicht über die nötige elektronische Technologie, um seine Ideen zu realisieren. Ähnlich erging es Leibnitz, als er über die Möglichkeiten meditierte, eine Programmiersprache zu erschaffen. Um 1978 konnten zwei Schüler von Scheuter die ersten Algorithmen für eine FM-Rasterung erproben.

Der FM-Raster neigt nicht zur Bildung von Moiréfiguren, so dass das Problem der Rasterwinkelung dahinfällt. Andererseits stellen diese Raster hohe Anforderungen an die Kopiertechnik, so dass mancher Drucker eine grosse Enttäuschung erleben musste. FM-Raster sind ausschliesslich für qualitativ hochstehende Arbeiten geeignet.

---

<sup>1</sup> Frequenz-Modulation.

<sup>2</sup> Amplituden-Modulation

Die meisten Autoren unterteilen heute die verschiedenen Rastersysteme (auch Dithering genannt) einesteils in geordnete und ungeordnete, andererseits in gruppierte und zerstreute Systeme, so dass die folgende Tafel entsteht:

	<b>Geordnet</b>	<b>Ungeordnet</b>
<b>Gruppiert</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
<b>Zerstreut</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>

Geordnet bedeutet, dass gewisse Muster immer wieder wiederholt werden.



Beispiel eines stochastischen Rasters<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Die Abbildung wurde freundlicherweise von der Firma PrePRESS Solutions, Inc., zur Verfügung gestellt.

Wir erhalten so 4 verschiedene Gruppen, I, II, III und IV. Die Raster der Gruppe I gehören den Rastern der althergebrachten Autotypie an, wie sie zuerst mittels Glasrastern, später mit Kontaktrastern und bis heute auf elektronischem Wege erzeugt werden.

Die typischen stochastischen Raster gehören der Gruppe II an.

Das Dithering nach dem Algorithmus von Bayer entspricht der Gruppe III und die Algorithmen von Floyd und Steinbeck erzeugen die Muster der Gruppe IV. Die zerstreuten Muster haben in der herkömmlichen Druckindustrie keine grössere Bedeutung, wohl aber in Ink Jet und Laser Druckern.

In einem gleichen Farbauszug können verschiedene Raster kombiniert werden. Aber sogar in einem einzelnen Rasterbild können wir mitunter verschiedene Strukturen vorfinden. So haben einzelne Firmen Algorithmen erarbeitet, die in den Mitteltönen einen traditionellen Autotypieraster ergeben, der sich gegen die Lichter und die Schatten hin allmählich in einen FM-Raster verwandelt. Man spricht von *Hybridscreening*. So können die Nachteile, die bestimmte Raster in gewissen tonalen Zonen aufweisen, weitgehend umgangen werden.

Ein Problem, das sich bei der Reproduktion von gedruckten Vorlagen immer wieder ergibt, ist das Neuaufrastern bereits gerasterter Originale. Bei der herkömmlichen Methode galt es, einen geeigneten Rasterwinkel durch Probieren zu ermitteln und den alten Raster weitgehend zu vertuschen, indem man das Objektiv der Kamera ganz leicht aus der optimalen Schärfelage rückte. Moderne graphische Scanner bieten meist eine Entraasterungsfunktion, welche die originalen Grauwerte der Vorlage anhand der Rasterpunkte anzunähern sucht. Der sogenannte Gausssche Weichzeichner ist einer der einfachsten Algorithmen dieser Art.

Für gehobene Ansprüche werden für solche Fälle unter dem Namen *Copy-Dot* sogar spezielle Scanner angeboten, welche die Rasterung des Originals optimal interpretieren.

# Der Hochdruck

Hochdruck ist der Sammelbegriff für alle Druckverfahren, bei denen die auf die Oberfläche einer Reliefdruckform (Druckstock, Platte oder Zylinder) aufgetragene Druckfarbe mit Hilfe einer Presse auf einen Papierbogen übertragen wird, der auf die Oberfläche der Form gepresst wird. Es gibt viele Systeme, um eine solche Druckform herzustellen; sie kann aus vielfältigen Materialien bestehen und wird auf einer sogenannten Hoch- oder Buchdruckpresse abgedruckt.

Der Hochdruck, wie übrigens auch das Papier, hat seinen Ursprung im alten China, wo anscheinend schon im zweiten vorchristlichen Jahrhundert ab gemeisselten Steinreliefs Abdrucke verwirklicht wurden. Die Chinesen experimentierten mit verschiedenen Materialien, wie etwa mit gebranntem Lehm, aber das Holz überlebte immer wieder die neuen Gravurmedien. Wenn auch anfänglich der Hochdruck fast ausschliesslich zum Veredeln von Stoffen angewandt wurde, so begann man ihn doch schon bald zur Herstellung grösserer Serien von bildlichen Darstellungen einzusetzen, und in Europa wurden ganze Bücher durch Schneiden der Texte aller Seiten in Holzplatten vervielfältigt. Der Text musste spiegelverkehrt geschnitten werden, da er beim Druck invertiert wird.

Die ersten europäischen Drucke stammen vermutlich aus dem XIII Jahrhundert. In jener Zeit diente der Holzschnitt (oder auch Xylographie), wie die Kunst, Hochdruckplatten aus Holz mit Hilfe spanabhebender Werkzeuge zu fertigen genannt wird, vor allem dem Druck von Heiligenbildern, Spielkarten und Kalendern. Das wohl älteste bisher bekannte Beispiel eines europäischen Holzschnittes ist der berühmte 'Bois Protat', der etwa von 1370 stammen soll.

Die ersten Blockbücher, wie man die Bücher nennt, deren Seiten von je einem einzigen Holzblock gedruckt wurden, fangen im XV Jahrhundert an zu erscheinen, so etwa die berühmte 'Biblia Pauperum', die nicht nur in ihrer lateinischen Originalversion, sondern auch in mehreren modernen Sprachen herausgegeben wurde. Die Illustrationen dieser Bücher waren verhältnismässig einfach gehalten und sehr oft zum manuellen Kolorieren vorgesehen. Noch wurde nicht versucht, in mehreren Farben zu drucken. Die Druckschriften jener Zeit waren meist Nachahmungen der Kalligraphie der Buchkopisten, da damals das gedruckte Buch keine besonders

freundliche Aufnahme fand, weder unter dem Publikum, noch vor allem unter den Kopisten, die in der Druckkunst (mit Recht) eine gefährliche Konkurrenz gewahrten, und ihre Auflehnung ging soweit, dass sie die Buchdrucker der Hexerei beschuldigten.

In jener Zeit wurden die Druckformen mit Farbballen eingefärbt und der Abdruck wurde mit einem Reiber oder auch mit einem harten Kissen vorgenommen, mit dem das Papier gegen die eingefärbte Form gedrückt wurde. Die damaligen Pressen waren so rudimentär, dass sie kaum Vorteile gegenüber diesem Verfahren boten. Die Presse, die der Deutsche Johannes Gutenberg (1400 (?)-1468) entwickelte, sollte die Drucktechnik in ganz neue Wege leiten. Gutenberg war vor allem auch der Erfinder der Typographie, also des Druckens mit beweglichen Typen (oder Lettern), die es erlauben, eine ganze Seite aus einzelnen in Relief geschnittenen oder gegossenen Elementen zusammensetzen (man nennt den Vorgang kurz: setzen), die je ein Zeichen des Alphabets oder der Interpunktion darstellen. Nach dem Abdruck einer solchen Seite werden die einzelnen Elemente, die Typen, wieder in die entsprechenden Fächer des Setzkastens zurückgelegt (abgelegt) und stehen so zum Setzen einer anderen Seite wieder zur Verfügung.

Die Chinesen verfügten bereits im XI Jahrhundert über ein Satzsystem, denn um 1045 druckte Pi Sheng mit Lettern aus gebranntem Ton. Die Chinesen jener Zeit verwendeten auch Kupferlettern, aber der Letternsatz konnte sich wegen der riesigen Anzahl verschiedener ideographischer Zeichen der chinesischen Sprache damals nicht durchsetzen. Um 1390 verwendeten die Koreaner Kupferlettern.

Es ist heute nicht mehr eindeutig abzuklären, ob die Idee des Einzelbuchstabensatzes von Gutenberg stammt, oder ob er über die chinesische Erfindung informiert war. Das Verdienst Gutenbergs beschränkt sich aber sicher nicht auf die Erfindung des Einzelbuchstabensatzes, ganz im Gegenteil: Gutenberg erfand ein einfaches, gutes Handwerkzeug zum Giessen der Lettern, und er fand eine Legierung aus Blei, Antimon und Zinn, die zum Giessen der Lettern so geeignet war, dass sie die wenigen heute noch tätigen Schriftgiessereien weiterhin in fast unveränderter Form verwenden.

In Europa blitzte die Idee des Einzelbuchstabensatzes in den Geistern mehrerer Erfinder jener Zeit auf, unter denen die folgenden Namen, ausser Gutenberg, besonders hervorragen: Der Holländer Lorenz Coster<sup>1</sup>, der Italiener Panfilo Castaldi<sup>2</sup> und auch der Deutsche Johann Mentel<sup>3</sup>.

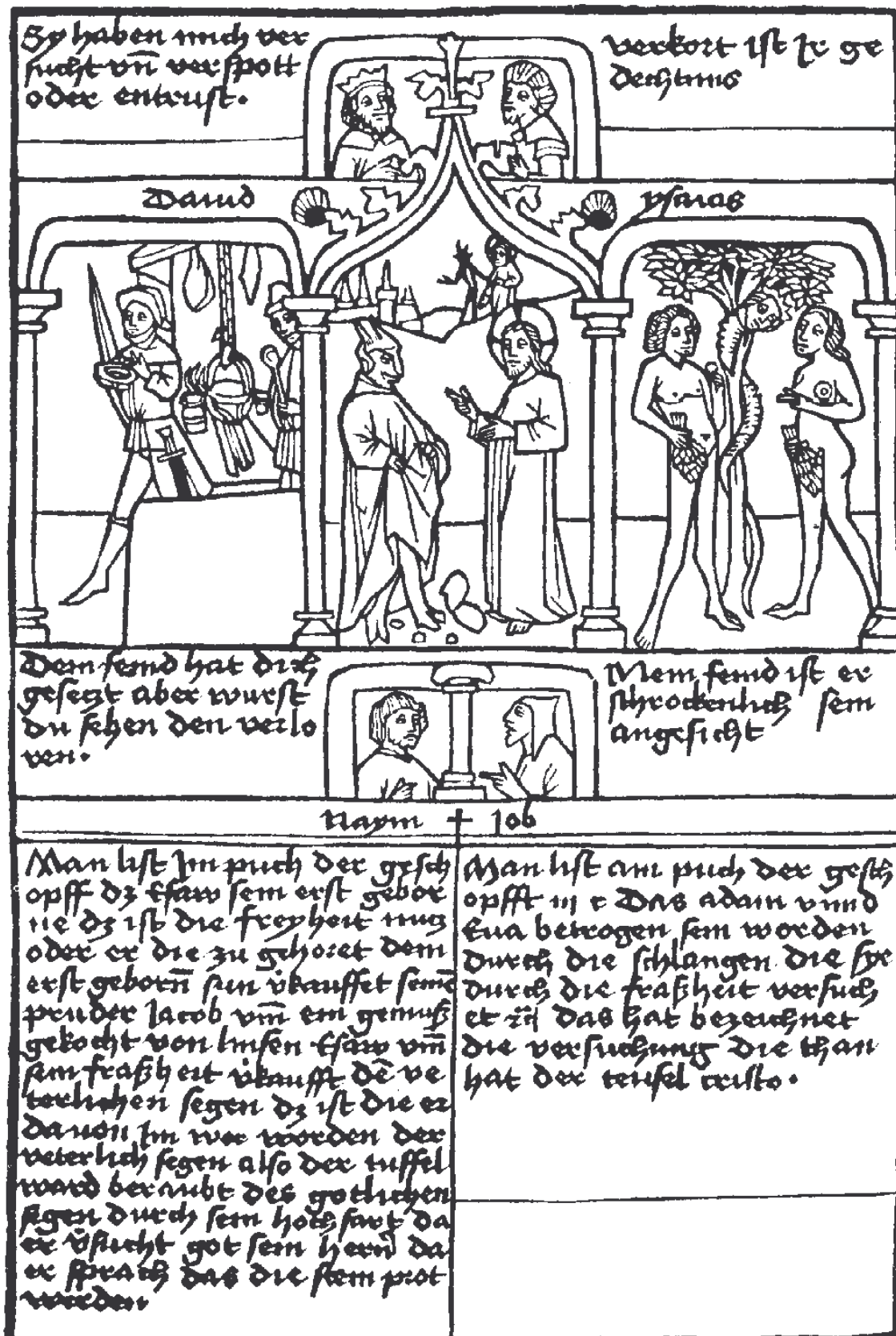
---

<sup>1</sup> (1370-1439/40).

<sup>2</sup> (1398-1490).

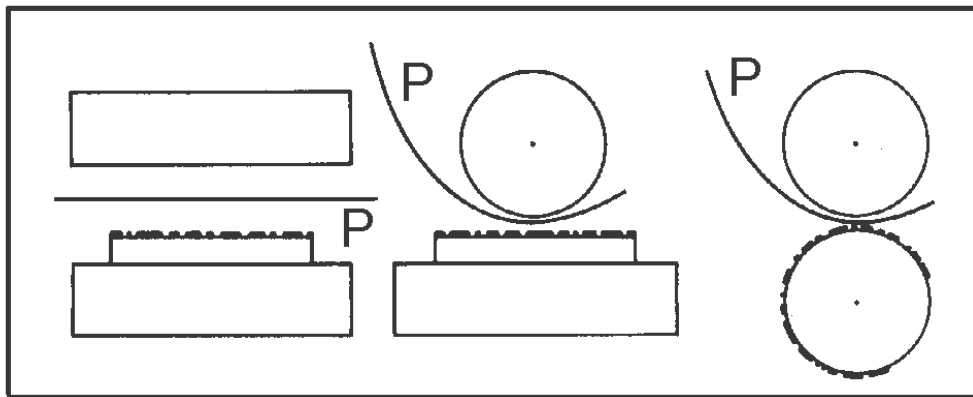
<sup>3</sup> (1410-1478).





Gutenberg war nicht nur ein grosser Erfinder, sondern auch ein Drucker allererster Kategorie. Seine berühmte 42-zeilige Bibel von 1456 stellt eines der wichtigsten Monumente der Buchdruckerkunst aller Zeiten dar. Gutenberg war der erste einer ganzen Dynastie von deutschen Druckern, die mit Johann Fust, Schöffer<sup>1</sup> und Koberger<sup>2</sup> ihre Fortsetzung fand. Anscheinend waren Fust und Schöffer die ersten Drucker, die im Jahre 1457 zweifarbige Initialen druckten.

Im Prinzip gibt es drei charakteristische Arten, die Druckfarbe einer Hochdruckform auf das Papier zu übertragen, und nach dieser Unterteilung, die durch unsere Abbildung veranschaulicht wird, werden die Hochdruckpressen klassifiziert.



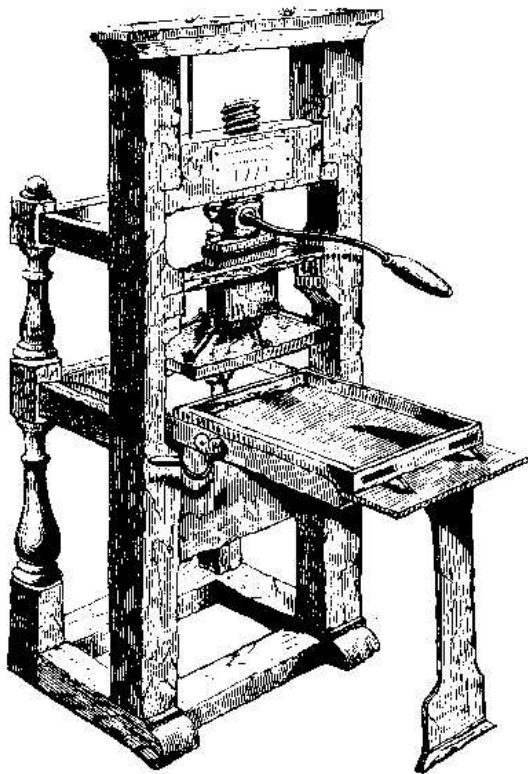
Die Maschinen der ersten Gruppe arbeiten mit einer ebenen Druckform und auch das Papier liegt während des Abdruckes auf einer ebenen Fläche, so dass der Druck gleichzeitig auf die ganze Oberfläche des Druckstocks ausgeübt wird. Die Hochdruckpressen vor dem XIX Jahrhundert sind durchweg nach diesem Prinzip gebaut, wenn man von der einen oder anderen Zeugdruckpresse absieht. Die Pressen mit senkrechter Druckrichtung, auch als Handpressen bezeichnet, sind allmählich aus der Presse von Gutenberg entwickelt worden, die ihrerseits noch deutlich an ihre Vorgängerinnen, die Wein- und Ölpresen mahnte. Bei den senkrechten Pressen handelt es sich fast ausschliesslich um manuelle Pressen, bei denen der Druck über einen horizontal angebrachten Bengel verabfolgt wird. Eine solche Handpresse wird in der nächsten Abbildung dargestellt.

Bei den Tiegeldruckpressen wirkt die den Druck ausübende Platte, Tiegel genannt, in waagerechter Richtung und öffnet sich anschliessend wie eine Art Scharnier oder Schere. Die Abbildung oben stellt neben der

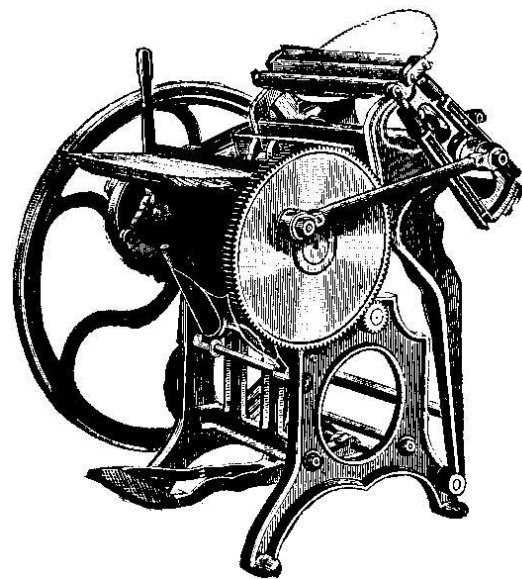
<sup>1</sup> Peter Schöffer (1425-1502).

<sup>2</sup> Anton Koberger (1440-1513).

Handpresse eine Tiegeldruckschnellpresse dar. Während bei der Handpresse die Druckfarbe von Hand, mit einem speziellen Tintenballen oder auch mit einer Walze aufgetragen wird, verfügen die Tiegeldruckschnellpressen über eine mechanische Einrichtung, die den Druckstock automatisch mit Gummi- oder Gelatinewalzen einfärbt. Dieses Einfärben geschieht in offener Stellung der Druckmaschine; gleichzeitig hat der Drucker etwa zwei Sekunden Zeit, das bedruckte Blatt gegen ein zu bedruckendes leeres auszuwechseln, das anschliessend bei geschlossener Stellung der Maschine gegen den Druckstock gepresst wird. Während sich der Tiegel dem Druckstock nähert, ziehen sich die Farbwalzen von der Oberfläche der Form zurück und holen auf einem Tellerfarbwerk oder auf einem Zylinderfarbwerk die benötigte Druckfarbe. Eine manuelle Tiegeldruckschnellpresse erlaubt bis zu etwa 1500 Blatt pro Stunde zu bedrucken.



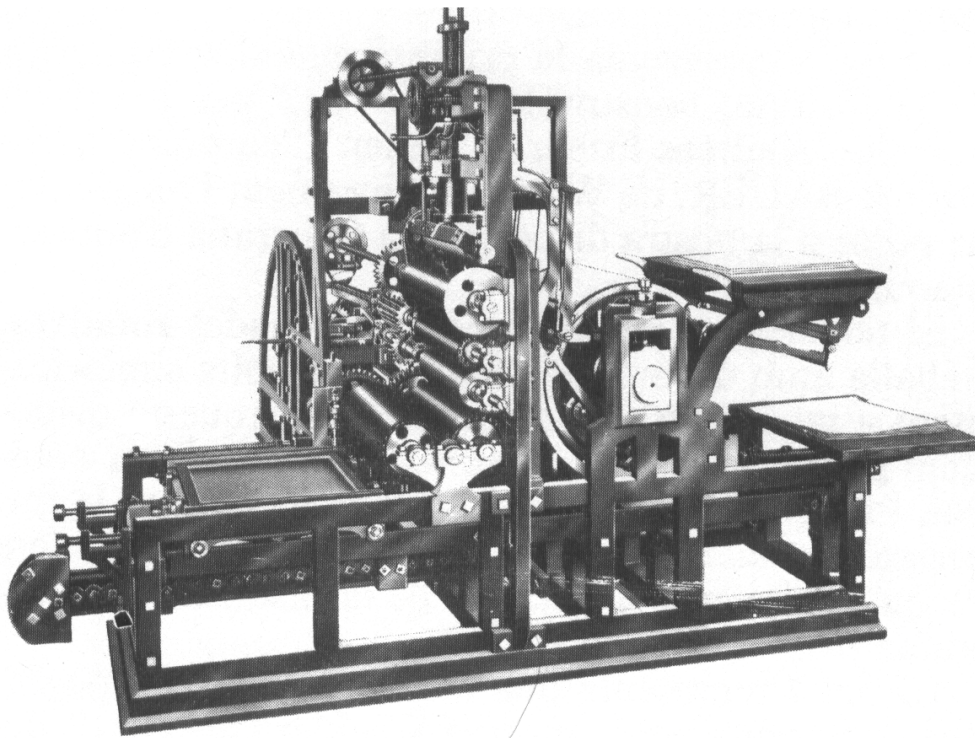
Handpresse



Tiegelpresse

Automatische Tiegeldruckpressen arbeiten mit einem automatischen Anlegeapparat, der das Papier automatisch Blatt für Blatt auf den Tiegel befördert. Mit speziellen Klammern wird das jeweils bedruckte Blatt vom Tiegel übernommen und sauber aufgestapelt. Mit einer automatischen Tiegeldruckschnellpresse, wie dem berühmten Heidelberger Modell, können unter optimalen Bedingungen bis zu 6000 Drucke pro Stunde ausgeführt werden.

Die Maschinen des zweiten Druckprinzips, die Zylinderpressen, arbeiten ebenfalls mit einer ebenen Druckform, aber das Papier wird im Augenblick des Druckes auf einen rotierenden Zylinder aufgespannt, den sogenannten Gegendruckzylinder, der die Aufgabe des Tiegels übernimmt und unter dem der Druckstock eine Hin- und Herbewegung beschreibt, so dass er sich abwechselnd unter dem Gegendruckzylinder und unter den Farbwalzen befindet. Diese Art Maschine wurde erstmals im Jahre 1812 durch die Firma Koenig und Bauer gebaut. In den Zylinderpressen wird die Übertragung der Druckfarbe auf das Papier zonenweise von einer Seite des Druckstockes zur anderen vorgenommen. Die Druckzone ist in jedem Augenblick durch die Mantellinie des Gegendruckzylinders gegeben, welche die Druckstockebene berührt. Unsere Abbildung stellt die erste Zylinderpresse der Geschichte dar, die im Jahre 1812 durch Friedrich Gottlob Koenig (1774-1833) und Andreas Friedrich Bauer (1783-1860) gebaut wurde. Die Firma Koenig & Bauer von Würzburg hatte die Freundlichkeit uns die Photographie dieser Maschine zur Verfügung zu stellen.



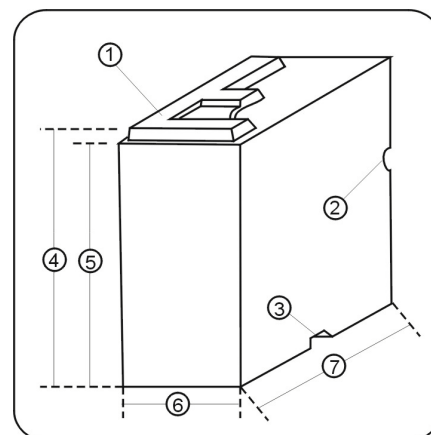
Die dritte Gruppe von Druckpressen, die sogenannten Rotationspressen, arbeiten mit einem zylinderförmigen Druckstock, der sich symmetrisch zum Gegendruckzylinder dreht. Diese Anordnung erlaubt ein kontinuierliches Bedrucken von Rollenpapier und findet seine Anwendung vor allem bei der Anfertigung hoher Auflagen, wie etwa bei Zeitungen oder Zeitschriften. Die ersten Rotationspressen wurden offenbar um 1865



gebaut. Es ist hier wohl wenig sinnvoll, wertvollen Speicherplatz zu verschwenden, um eine dieser spektakulären Maschinen abzubilden, da dies nur wenig zum Verständnis des Textes beitragen könnte.

Beim klassischen typographischen Setzen hält der Setzer in der linken Hand den sogenannten Winkelhaken, der im wesentlichen aus einem beidseitig durch eine senkrechte Wand begrenzten Winkeleisen besteht, dessen innere Seiten als Grund- und Seitenfläche bezeichnet werden. Der Abstand zwischen den beiden Wänden, der der Linienlänge entspricht, kann manuell eingestellt werden, indem der sogenannte Frosch oder Schieber in Längsrichtung verschoben und anschliessend blockiert wird. Mit der rechten Hand entnimmt der Setzer dem Setzkasten einzeln die verschiedenen Buchstaben und stellt sie von links nach rechts der Seitenfläche entlang auf die Grundfläche, wobei nicht zu vergessen ist, dass die Buchstaben gegenüber ihrem späteren Druckbild gespiegelt sind. Mit dem Daumen der linken Hand wird jeweils der zuletzt gesetzte Buchstaben festgehalten. Auf derjenigen Seite der Setzbuchstaben, die der Seitenfläche gegenüberliegt, weisen die meisten Typen eine charakteristische Rille auf, die als Signatur (2) bezeichnet wird und vor allem dazu dient, Buchstaben, die aus einem anderen Kasten stammen, leicht zu erkennen.

Die Abbildung 'Drucktype' zeigt die wichtigsten Einzelheiten einer Drucktype: (1) Schriftbild, das bei speziellen Schriften über den Typenkörper hinausragen kann. (2) Die Signatur. (3) Fussrille. (4) Schrifthöhe. (5) Achselhöhe. (6) Dicke. (7) Kegel.



Drucktype

Befinden sich die Buchstaben der ersten Zeile auf dem Winkelhaken, muss der Setzer die Buchstaben justieren. Dazu werden die als Ausschluss bezeichneten Elemente, welche etwas weniger hoch als die eigentlichen Setzbuchstaben sind und den Wortzwischenräumen entsprechen je nach Bedarf durch etwas schmalere oder breitere Elemente ersetzt. Es ist wichtig, dass die Linie zuletzt genau die vorgegebene Länge aufweist, weil sonst der Satz bei der späteren Manipulation gerne auseinanderfällt. Den kleinsten Zwischenraum erhält man meistens mit dem sogenannten Sechstelgeviert, mittlere mit dem Viertelgeviert, dem Drittelgeviert, grössere Abstände mit dem Halbgeviert oder gar mit dem Geviert, einem Quader mit quadratischer Grundfläche, wobei die Quadratseite dem Schriftkegel (Typenmass in Richtung der Buchstabenhöhe) gleichkommt.

Zwischen Zeile und Zeile wird meist ein dünnes Bleiblech, eine sogenannte Reglette, mit einer ganz bestimmten Dicke gelegt, das den gewünschten Abstand festlegt. Alle die nicht mitdruckenden Elemente des Bleisatzes, wie der Ausschluss oder die eben erwähnten Bleibleche, werden als Durchschuss oder Blindmaterial bezeichnet.

Sobald der Setzer drei oder vier Zeilen fertig gesetzt hat, packt er die Lettern auf dem Winkelhaken mit beiden Händen und legt sie auf ein Brett mit erhöhten Rändern, das sogenannte Setzschiff. Liegt eine ganze Seite auf dem Setzschiff, wird diese mit einer Schnur gebunden und aufbewahrt, bis sie, meist zusammen mit anderen Seiten, in den Schliessrahmen der Druckpresse gespannt wird.



In einem gleichen Druckstock können verschiedene Arten Elemente mit den Typen kombiniert werden, wie etwa Klischees<sup>1</sup>, Galvanos, Nummerierwerke, Ornamente und Linien, ja sogar Holzschnitte. Auch perforierende Elemente können eingesetzt werden, so dass beim gleichen Durchgang durch die Presse auch gleich Linien oder punktierte Linien ausgeschnitten oder gar Formen ausgestanzt werden können, wie dies etwa unter Einsatz von Bandstahlschnittformen der Fall ist.

Bis zur Einführung des Photosatzes mussten auch komplizierte Formulare und Tafelwerke, wie etwa Fahrpläne oder Preislisten, sowie mathematische und chemische Formeln aus typographischen Elementen zusammengesetzt werden, was nur experimentierten Fachleuten anvertraut werden konnte und sehr zeitraubend war.

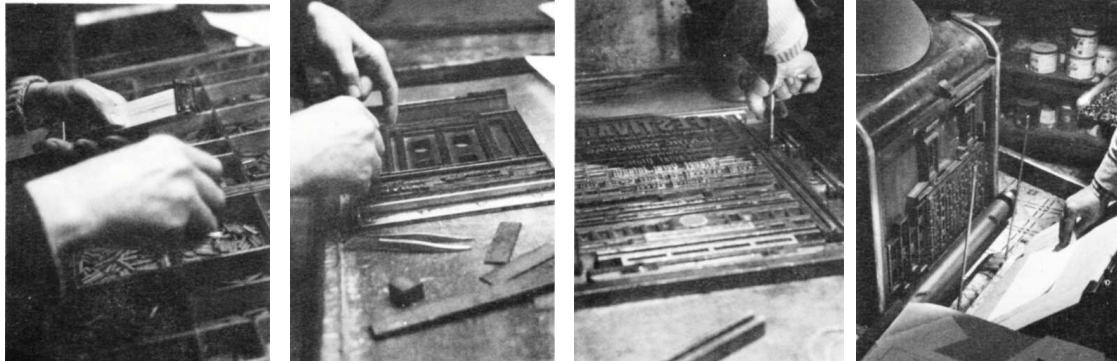
Im Schliessrahmen werden mehrere Seiten eines Buches oder einer Publikation zu einer Form zusammengebaut. Die einzelnen Satzblöcke werden dabei zwischen rechteckige Klötze gepresst, die sogenannten Stege, welche mit Schliessapparaten, die in verschiedenen Bauarten anzutreffen sind, mit dem Rahmen verkeilt werden. Hier ist es wichtig, dass der Satz richtig justiert wurde, denn schlecht justierte Zeilen pflegen sich in dieser Phase der Arbeit aus dem Verband zu lösen, was langwierige Korrekturarbeiten nach sich zieht.

Schliesslich wird der Rahmen in die Presse geschoben, und das Drucken kann beginnen. Oft treibt die ständige Erschütterung des Druckstocks einzelne Elemente des Ausschusses nach oben, so dass diese plötzlich

<sup>1</sup> Ein Klischee ist eine Druckform auf einer dünnen Metall- oder Kunststoffplatte, welche meist dem Druck einer Abbildung dient.



mitdrucken. Dieser Fehler ist sehr häufig in typographischen Drucksachen zu finden. Sobald der Drucker auf das Mitdrucken unerwünschter Elemente aufmerksam wird, stellt er die Maschine kurz ab und treibt die instabilen Durchschusselemente wieder auf den Grund der Druckform.



Setzen

Umbrechen

In den Rahmen  
schliessenDrucken in der  
Tiegelpresse

Der Handsatz mit beweglichen Lettern hat von Gutenberg bis heute nur verhältnismässig kleine Abweichungen erfahren. Die Höhe der Druckelemente, die früher in jeder einzelnen Druckerei individuell festgelegt wurde, ist heute in den einzelnen Ländern genormt, wie dies auch für die in typographischen Anstalten übliche Masseinheit, den typographischen Punkt (1 p entspricht ungefähr 0,376 mm), der Fall ist<sup>1</sup>. Die Höhe der Drucktypen beträgt  $62 \frac{2}{3}$  Punkt, und die Klischees, Galvanos, Stereos, automatischen Nummerierwerke, etc. müssen alle auf diese Höhe gebracht werden.

Für die verschiedenen Schriftgrössen (Schriftgrade) haben sich im Laufe der Geschichte eine Anzahl Bezeichnungen eingebürgert. Die gebräuchlichsten Namen in diesem Zusammenhang sind:

Bezeichnung	Schriftgrad	Bezeichnung	Schriftgrad	Bezeichnung	Schriftgrad
Diamant	4 p	Koronel	7 p	Cicero	12 p
Perl	5 p	Petit	8 p	Mittel	14 p
Nonpareille	6 p	Korpus	10 p	Tertia	16 p

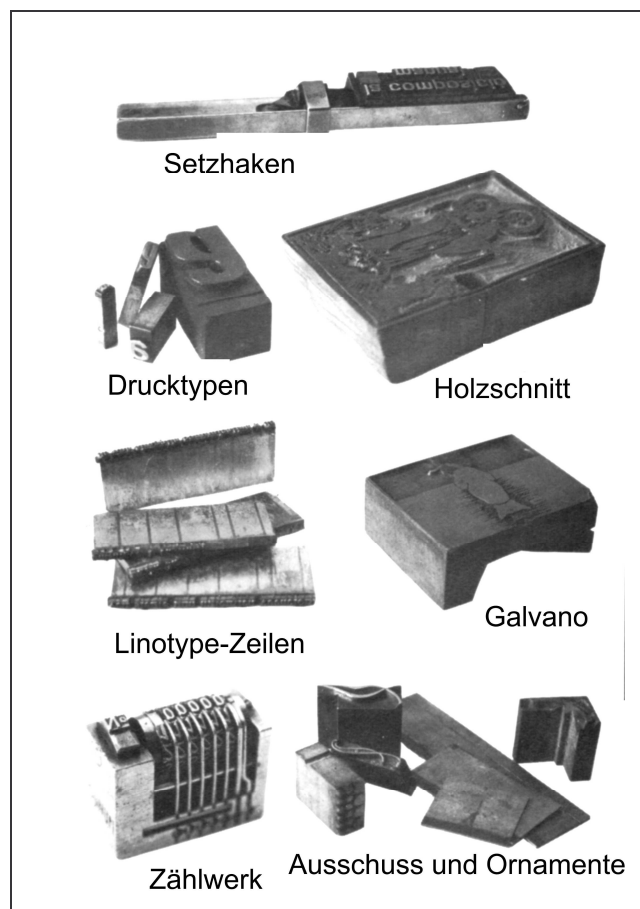
<sup>1</sup> Vor allem in angelsächsischen Ländern wird anstelle des Punktes das Mass *Pica* eingesetzt. Für die elektronische Datenverarbeitung wurde der DTP-Punkt eingeführt, der zwischen dem typographischen Punkt und dem Pica-Punkt liegt und etwa 0,35277 mm entspricht.

Zu Gutenbergs Zeiten goss jeder Drucker seine eigenen Typen mit Hilfe eines manuellen Giesswerkzeuges. Später wurde die Schriftgiesserei zum eigenständigen Beruf, und heutzutage werden die wenigen Typen, die noch hergestellt werden, in speziellen Schriftgiessereien angefertigt. Die kleinen Lettern, wie sie etwa zum Satz von fortlaufenden Texten gebraucht werden, bestehen noch heute aus einer ähnlichen Legierung, wie sie schon Gutenberg verwandte. Die grösseren Typen, wie sie zum Setzen von grossen Titeln oder Plakaten gebraucht werden, können aus verschiedenen Materialien hergestellt werden, wie etwa aus Holz oder aus Kunststoff.

Die Setzkunst erfuhr schon früh in ihrer Geschichte so bedeutende Fortschritte, dass es möglich wurde, Musiknoten im Handsatz mit speziellen Bleitypen zu setzen. Diese Technik wird mitunter auch als 'Melotypie' bezeichnet. Der berühmteste Pionier dieser Technik war Ottaviano dei Petrucci (1466-1539), der Gründer des wohl ersten melotypischen Systems der Geschichte, bei dem die Noten und die Systemlinien in zwei verschiedenen Durchgängen durch die Presse, unter Einhaltung eines genauen Passers, übereinandergedruckt werden mussten. Das von Gottlob Immanuel Breitkopf in Leipzig im Jahre 1755 erfundene melotypische System erlaubte es erstmals, die Noten und das Liniensystem in eine gemeinsame Form zu setzen und somit in einem einzigen Durchgang durch die Presse abzdrukken. Breitkopf ist ferner zusammen mit dem Basler Schriftgiesser Wilhelm Haas (1741-?), wenn auch unabhängig von ihm, einer der Erfinder der von ihm so genannten Typometrie, des typographischen Satzes von Landkarten, eines Verfahrens, das sich seiner ungeheuren Schwierigkeiten wegen nie durchzusetzen vermochte. Auch die Melotypie hat sich bei der zunehmenden Komplexität moderner Kompositionen gegen andere Druckverfahren nicht halten können.

Schon früh suchte man nach Systemen, die den Handsatz und das Ablegen der Lettern in ihre Fächer (nach dem Druck) verkürzen könnten. Beim herkömmlichen Satz pflegt die Anzahl von 1500 Buchstaben in der Stunde, Ablegen eingerechnet, kaum überschritten zu werden. Das Problem wurde vor allem im Laufe des XIX Jahrhunderts hochaktuell, da damals immer schnellere Pressen gebaut wurden, die das Verhältnis zwischen der Leistung des Satzes und des Druckes zugunsten des letzteren veränderten. Ein erster Versuch zur Beschleunigung des Satzes war die Erschaffung verschiedener Logotypensysteme, die nicht mit den Ligaturen zu verwechseln sind: Während die Ligaturen verschiedene Buchstaben zu einem Ganzen vereinigen, das einen anderen graphischen Aspekt hat als die Kombination der entsprechenden Einzelbuchstaben (zum Beispiel: *fi*, *fl*, *Æ*,...) und je nach den Regeln der Ästhetik und auch der

Grammatik eingesetzt werden können, vereinigen die Logotypen die gebräuchlichsten Buchstabengruppen einer Sprache auf einem gemeinsamen Setzbuchstaben (wie etwa *an, ten, ver, ung,...*). Der Hauptnachteil der Logotypen besteht in der grossen Anzahl Fächer, die der entsprechende Setzkasten aufweisen musste, so dass die Kasten extrem gross wurden und der Setzer durch die grossen Abstände zwischen den einzelnen Fächern stark ermüdet wurde. Die grosse Anzahl von Symbolen, die ein Logotypensetzer im Gedächtnis behalten musste, war ein anderer Nachteil des Systems. François Barletti de Saint-Paul<sup>1</sup> erfand um 1776 eines der berühmtesten Logotypensysteme.



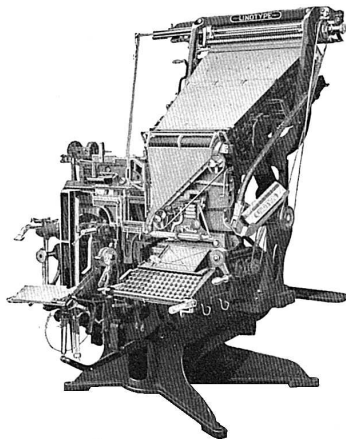
Elemente eines Druckstocks

## Der Maschinensatz

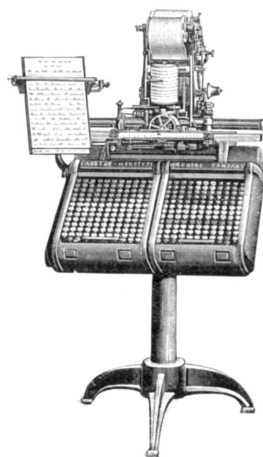
Die Möglichkeit, eine Setzmaschine zu bauen, welche die Arbeit eines Handsetzers, oder wenigstens einen Teil davon leisten würde, wurde bereits im frühen XIX Jahrhundert erwogen. Zu jener Zeit wurde ein

<sup>1</sup> (?-1809).

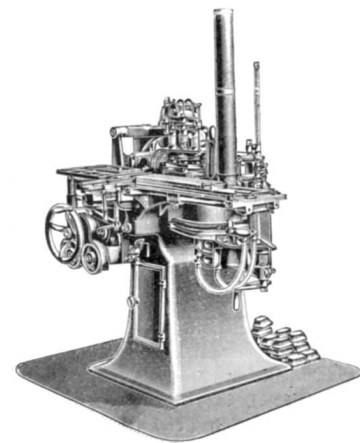
solches Unterfangen als utopisch betrachtet, und das Verdienst der Erfinder, die in jenem Gebiet die ersten Schritte zu unternehmen wagten, ist um so beachtlicher. Einer der ersten Pioniere des Setzmaschinenbaus ist der Engländer Dr. William Church, der bereits im Jahre 1808 eine erste Maschine baute, die allerdings scheiterte. Im Jahre 1822 baute Church eine weitere Setzmaschine, zu der er ein Patent erhielt. Die Maschine von Church benutzte für den Satz Bleiletern, die nach dem Auflagedruck wieder eingeschmolzen wurden.



Linotype



Tastatur der Monotype



Giesseinheit der Monotype

Im Jahre 1840 erschien eine Maschine auf dem Markt, die einen gewissen Erfolg aufwies, die 'Pianotype' von James Hadden Young und Adrien Delcambre. Sehr erwähnenswert unter diesen ersten Versuchen im Setzmaschinenbau ist die vom Schweden Christian Sörensen gebaute Maschine. Sörensen wandte zur Rückverteilung der Matrizen in die entsprechenden Fächer des Magazins ein ausgeklügeltes Kodifikationssystem an, das mit dem Schlüssel, der nur auf ein Schloss passt vergleichbar ist. Ein ähnliches, wenn auch wesentlich verbessertes System finden wir heute noch in den wenigen Zeilengießmaschinen der Marke 'Linotype' die noch im Betrieb sind.

Die Geschichte der Setzmaschinen im XIX Jahrhundert könnte zum Inhalt eines ganzen Buches werden. Hier werden wir nur noch auf die beiden wichtigsten Bleisetzmaschinen der Geschichte eingehen, die den Markt während fast hundert Jahren beherrscht haben: Die 'Linotype' und die 'Monotype'.

Bis zur Erfindung der 'Linotype' benutzten sämtliche Setzmaschinen die Setzbuchstaben als Matrizen, so dass die Druckstöcke aus Maschinenmatrizen bestanden. Das setzte eine grosse Anzahl von Matrizen vor-

aus, die zudem der Abnutzung durch den Auflagedruck ausgesetzt waren. In der ersten Linotype Setzmaschine, die 1884 durch den deutschen Ingenieur Othmar Mergenthaler (1854-1899) gebaut wurde, wurden die eine Zeile bildenden Matrizen mit Hilfe von variablen Ausschlüssen, sogenannter Spatienkeile, automatisch auf Zeilenbreite justiert. Anschließend wurde von der Zeile ein stereotypischer Abdruck genommen (der Begriff der Stereotypie wird später erklärt), wonach die Matrizen wiederum in die entsprechenden Abteilungen des Magazins zurückgeführt wurden. Bereits im Jahre 1885 baute die Firma Linotype eine mit einem Giessmechanismus ausgerüstete Setzmaschine, die nach jeder gesetzten Maschinenzeile eine Bleizeile goss. Wie bei der ersten Maschine wurden auch bei dieser ersten Zeilengiessmaschine die Matrizen mit einem ausgeklügelten System in das Magazin zurückverteilt. Im Laufe der Jahre brachte die Firma Linotype eine grosse Anzahl von Modellen von Zeilengiessmaschinen auf den Markt. Die heute noch im Einsatz stehenden Maschinen sind grundsätzlich nach demselben Prinzip von Satz, Justierung, Guss und Ablage ins Magazin gebaut wie jene erste Maschine von 1885.

Tolbert Lanston (1844-1913) war der Erfinder der Monotype Setzmaschine. Diese Maschine setzte nicht ganze Zeilen, sondern Einzelbuchstaben. Seit dem Jahre 1890 besteht die Monotype aus zwei Einheiten: Die Tastatur und der Giessmechanismus, die untereinander durch ein Lochstreifensystem verbunden sind, wie es auch in der Telegraphie verwendet wird. Wir möchten hier in Erinnerung rufen, dass der Erfinder der Lochkarte, die später in so verschiedenen Sparten angewandt werden sollte, wie etwa in der Computertechnologie oder in automatisch gesteuerten Maschinen, der französische Webstuhlfabrikant Joseph Marie Jacquard (1752-1834) war, in den ersten Jahren des XIX Jahrhunderts. Die Monotype hat gegenüber der Linotype den Nachteil einer geringeren Arbeitsgeschwindigkeit. Andererseits ist aber die Korrektur rascher, da Einzelbuchstaben ersetzt werden können und somit eine fehlerhafte Zeile nur ausnahmsweise ganz neu gesetzt werden muss.

## Der Photosatz

In den frühen Siebzigerjahren waren alle überzeugt, dass sich der Photosatz bald zu einer der wichtigsten photographischen Anwendungen der modernen Druckerei entwickeln würde. Mit den Photosetzmaschinen konnten Texte direkt auf Photopapier oder Film erstellt werden, ohne die herkömmlichen Bleisatzverfahren.

In der Epoche vor dem Photosatz mussten die Texte, die nicht direkt von einem Druckstock aus Blei abgedruckt wurden, zunächst umgewan-



delt werden, um eine photographisch kopierfähige Vorlage zu erhalten. Das war vor allem für den Offset- und den Tiefdruck der Fall. Es gab viele verschiedene solche Übertragungsverfahren. Die einfachsten Systeme beruhten auf einem sauberen Probedruck, welcher mittels einer Re-prokamera oder per Kontakt kopiert werden konnte.

Photosetzmaschinen projizieren die orthographischen Zeichen, sowie alle anderen in der Typographie üblichen Elemente wie Linien, punktierte Linien oder Ornamente, nacheinander auf Photopapier. Wenn das letzte Zeichen an die entsprechende Stelle der Papieroberfläche projiziert wurde, wird das Papier entwickelt und man erhält so eine Strichaufnahme des Satzes, die zusammen mit anderen Strichoriginalen, wie etwa Federzeichnungen auf einem Blatt zusammengeklebt (montiert) und anschliessend photomechanisch reproduziert werden kann.

Die gleichen Montagen, die beim herkömmlichen Typensatz spiegelverkehrt aus Bleiletttern zusammengebaut werden müssen, können also mit Schere und Leim seitenrichtig auf einem Blatt Papier ausgeführt werden.

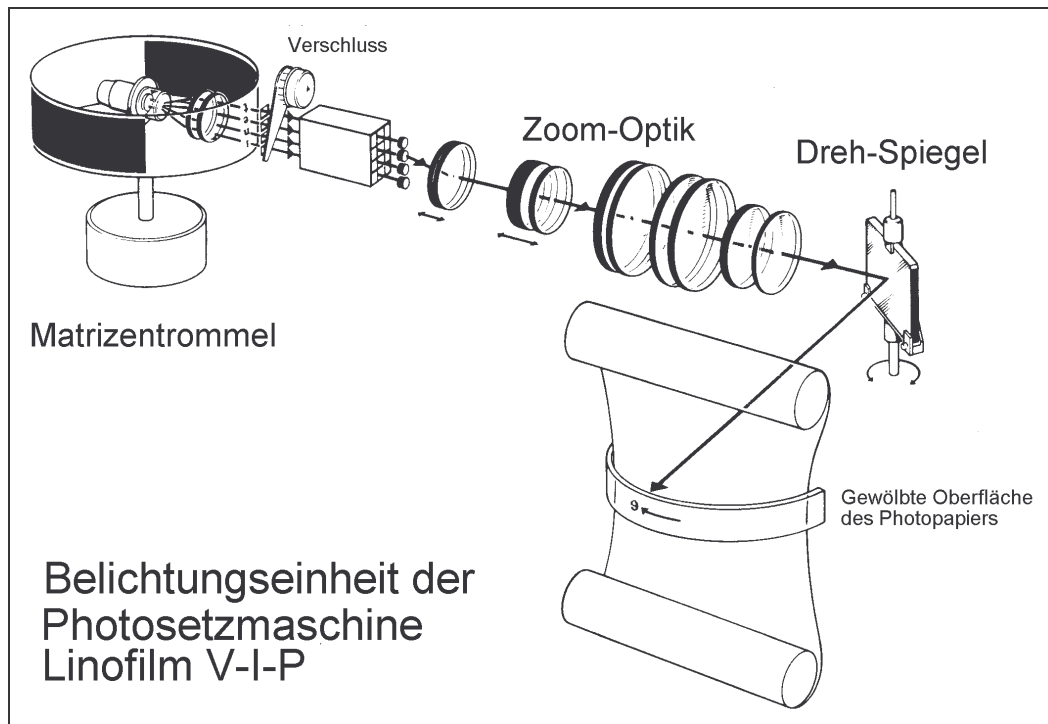
Die ersten Versuche im Photosetzmaschinenbau werden A. C. Ferguson zugeschrieben, der bereits im Jahre 1892 eine einfache Photosetzmaschine baute. Einen anderen Vorgänger der modernen Photosetzmaschinen baute 1915 *Adolf Müller*. Diese ersten Maschinen waren selbstverständlich nur für den Handbetrieb gebaut, also ohne automatische Justierung (Verteilung der Buchstaben innerhalb der Zeile), so dass die Lage der einzelnen Buchstaben von Hand eingestellt und jeder Buchstabe einzeln belichtet werden musste. Die Anwendung dieser Prototypen war daher auf das Setzen von Titeln, Monogrammen oder ganz kurzen Texten beschränkt.

Der nächste Schritt im Photosetzmaschinenbau waren Anpassungen der herkömmlichen Bleisetzmaschinen an den Photosatz, um eine automatische Justierung der Texte zu ermöglichen. In solchen Maschinen, wie etwa der *Intertype Fotosetter*, wurde der Giessmechanismus durch einen automatischen Justier- und Belichtungsmechanismus ersetzt. Die herkömmlichen Giessmatrizen wurden mit einem Fensterchen ausgestattet, das zum Träger eines photographischen Negativs des entsprechenden Buchstabens wurde.

Die in den Siebziger- und Achtzigerjahren des XX Jahrhunderts hergestellten Photosetzmaschinen können grob in zwei Gruppen aufgeteilt werden: Bei den Maschinen der ersten Gruppe sind photographische Negative der Setzbuchstaben auf einer rotierenden Scheibe oder einem Zylindermantel angeordnet. Bei der zweiten Gruppe ist die Form eines jeden Setzbuchstabens auf einer Magnetplatte oder einem anderen in der Informatik üblichen Medium digital gespeichert.



Die Abbildung 'Schema der Linofilm V-I-P' stellt die Funktion einer Maschine der ersten Gruppe schematisch dar, der *Linofilm V-I-P* von *Linotype*. Dieses Schema, sowie die Abbildung 'Schriftmatrize' wurden uns von der Mergenthaler Linotype GmbH freundlicherweise zur Verfügung gestellt.



Schema der *Linofilm V-I-P*

Die Maschinen der ersten Gruppe funktionieren folgendermassen: Die über die Tastatur eingegebenen Texte werden auf einer Magnetplatte oder -Band gespeichert. Nach der Texteingabe können immer noch Korrekturen, wie etwa das Einfügen oder das Löschen von Buchstaben, Wörtern oder auch ganzer Abschnitte, vorgenommen werden. Nach der Korrektur, die auf einem Bildschirm verfolgt wird, korrigiert die Maschine automatisch die Justierung der Zeilen, und sogar die Worttrennungen können nach einem Programm automatisch erfolgen. Der so vorbereitete Text wird nun in einer speziellen Belichtungseinheit auf die Papieroberfläche übertragen. Der Computer kontrolliert die Situation der Projektion jedes einzelnen Buchstabens auf dem Papier. Ein Elektronenblitz leuchtet stets dann auf, wenn der gewünschte Buchstabe der rotierenden Trommel oder Scheibe vor dem optischen System vorbei flitzt. Auf diese Weise können stündlich, je nach der Maschine etwa 50'000 Buchstaben auf das Papier projiziert werden. Das Papier wird in einer Entwicklungsmaschine verar-

beitet, in der es hintereinander durch das Entwicklerbad, das Fixierbad, ein Wässerungsbad und schliesslich durch eine Trocknungsanlage gezogen wird.



Schriftmatrize

In den Maschinen mit digital gespeicherter Schrift ist jedes Zeichen in ein System von gekreuzten Linien oder Punkten aufgelöst, das fein genug ist, um bei den Drucksachen unbemerkbar zu bleiben. Man spricht von einem **Bitmap**. Die Buchstaben sind bei diesem System vollständig abnutzungsfrei. Der Wechsel von einem Schrifttyp auf den anderen ist erleichtert und es bestand sogar schon die Möglichkeit, Schriftsätze über das Telephonnetz zu versenden, als das 'World Wide Web' noch nicht existierte. Übrigens liessen sich in einigen besonders hochentwickelten Maschinen auch beliebige Strichoriginale, wie Federzeichnungen, ja sogar gerasterte Photographien punktweise abspeichern und später wieder abrufen. In den digitalen Setzmaschinen wird das lichtempfindliche Papier entweder mit einem Laserstrahl<sup>1</sup> oder mit einer Kathodenstrahlröhre (CRT = Cathode Ray Tube), die man mit einem Fernsehbildschirm vergleichen kann, belichtet. Je nach der Maschine können bis zu mehreren Millionen Buchstaben in der Stunde wiedergegeben werden.

In den mit LASER arbeitenden Maschinen werden die Schriftbilder meist nicht mehr als Bitmaps, sondern als Vektorgraphiken dargestellt. Das nimmt weniger Speicherplatz in Anspruch und ermöglicht eine beliebige Skalierung der Schriften, ohne beim Druck Sägezähne zu erhalten. Auch die Programme dieser Maschinen waren flexibler und waren den

<sup>1</sup> LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

Textverarbeitungsprogrammen der Neunzigerjahre ähnlicher, die vielfach schon mit WYSIWYG<sup>1</sup> arbeiteten, was eine bessere Beurteilung des Endresultats erlaubte.

In der Literatur finden wir oft den Ausdruck Lichtsatz. Man spricht meistens dann von **Lichtsatz**, wenn die Schriften in digitaler Form gespeichert sind.

## Die Zurichtung

Bevor auf einer Buchdruckpresse (= Hochdruckpresse) ein Auflagen-  
druck durchgeführt werden kann, müssen zwei für die Qualität des Druckes entscheidende Operationen durchgeführt werden, nämlich das **Aufziehen** des Tiegels, respektive des Zylinders, und die **Zurichtung**. Der Aufzug besteht aus mehreren Lagen Papier oder mitunter auch anderen Materialien wie Gummi oder Geweben, die straff auf den Tiegel, respektive den Zylinder aufgespannt werden. Je nach Bedarf muss der Aufzug weicher oder härter gehalten werden. Die Dicke des Aufzuges muss sich in ganz bestimmten Grenzen halten, vor allem bei Zylindermaschinen, da hier eine Abweichung von der vorgeschriebenen Dicke das synchrone Ablaufen der Zylinderoberfläche auf der Form beeinträchtigen würde, was einen sauberen Druck vollständig verunmöglichen würde. Man unterscheidet zwischen der Zurichtung von unten und der Zurichtung von oben. In der Zurichtung von unten werden vorerst alle Druckelemente, wie Typen, Holzschnitte, Klischees etc. auf dieselbe Höhe gebracht. Dieses Nivellieren ist unumgänglich, da nicht immer alle Druckelemente die ideale Höhe aufweisen, einerseits bedingt durch die ungleichmässige Abnutzung, andererseits, vor allem im Falle der Klischees und der Holzstöcke, wegen kleinen Unterschieden in der Herstellung. Die Zurichtung von unten wird mit verschiedenen dicken Papierstückchen vorgenommen, die unter die Elemente, die es nötig haben, geklebt werden. Der Drucker richtet seine Arbeit nach Probedrucken, die er während des Zurichtens abzieht. Die Zurichtung von oben dient der Steigerung des Druckes in den Zonen, die sie benötigt, so wie etwa die dunklen Stellen von Autotypen (der Begriff der Autotypie wird im Kapitel über den Raster erklärt werden). Diese letzte Verbesserung vor dem Auflagenruck wird mit feinen Papierstücken, die auf die den dunklen Bildstellen entsprechenden Zonen des Aufzuges geklebt werden, vorgenommen. Mitunter müssen auch einzelne Zonen behutsam mit einem scharfen Messer ausgeschnitten werden. Da die Arbeit des Zurichtens heikel und zeitraubend ist, sind

---

<sup>1</sup> What You See Is What You Get.

mechanische Systeme erfunden worden, die es erlauben, auf automatische Weise eine Art Reliefplatte herzustellen, die dem Druckstock gegenüber, in genauem Passer auf den Aufzug geklebt wird.

Ein weit verbreitetes Verfahren, um die Zurichtung zu automatisieren ist die so genannte Kreidereliefzurichtung. Mit einer speziellen Druckfarbe wird ein Abdruck auf eine spezielle Zurichtefolie gedruckt, die aus einem ein- oder beidseitig mit Kreide beschichteten Spezialpapier besteht. Anschliessend wird die Folie in einem Laugenbad behandelt. Die Lauge löst die Kreideschicht teilweise auf, zuerst an den von der Druckfarbe ungeschützten Stellen. So verbleibt auf dem Papier ein Relief, das überall den zu druckenden Tonwerten entspricht. Nach dem Trocknen wird die Zurichtefolie wieder passgerecht auf den Tiegel oder den Zylinder der Presse aufgespannt.

## Der Holzschnitt

Die Holzschneidekunst ist die Kunst, von Hand Hochdruckstöcke aus Holzplatten herauszuschneiden. Wir müssen zwischen dem auf Längsholz (die Holzplatte wird parallel zur Faser geschnitten) und dem auf Querholz (die Holzplatte wird senkrecht zur Faser geschnitten) gearbeiteten Holzschnitt unterscheiden. Der erstere wird manchmal als **Schwarzlinien-**, der letztere als **Weisslinienholzschnitt** bezeichnet. Der Holzschnitt auf Querholz wird manchmal wegen der verwendeten Werkzeuge auch als **Holzstich** bezeichnet. Treffender sind die französischen und englischen Bezeichnungen: Holzschnitt auf Längsholz = Wood cut, Xylographie sur bois de fil. Holzschnitt auf Querholz = Wood engraving, Xylographie sur bois debout.

### Holzschnitt auf Längsholz

Im Prinzip können die meisten Hölzer zur Anfertigung von Schwarzlinienholzschnitten dienen, aber je nach den Wirkungen, die es zu erreichen gilt, wird sich der Holzschneider einer ganz bestimmten Holzart zuneigen. Die weichen Hölzer nutzen sich beim Drucken stark ab, während Hartholz fast beliebig grosse Auflagenhöhen aushalten kann. Andererseits gestatten es vor allem die weichen Holzarten, die vor allem von zeitgenössischen Künstlern so geschätzten Maserungen des Holzes gestalterisch auszunützen.

Das zur Anfertigung eines Holzschnittes ausgewählte Brett ist auf eine der typographischen Höhe (62 2/3 p) entsprechende Dicke zu bringen.

Die in der Typographie übliche Masseinheit, der Punkt, wurde vom französischen Drucker Firmin Didot (1764-1846) festgelegt, wobei eine alte französische Masseinheit Pate stand, der sogenannte Königsfuss. Die aus 12 Punkt bestehende Einheit heisst ein Cicero.

Um dem Holz die notwendige Härte zu verleihen, wird es erst in einer alkoholischen Schellacklösung gebadet. Nach dem Trocknen der Platte wird die Oberfläche mit einem dünnen weissen Anstrich versehen, der es erlaubt, auf ihm die Zeichnung mit Bleistift oder mit Tusche anzubringen. Die Zeichnung, die ausschliesslich aus Schwarz und Weiss bestehen muss, also keine Grautöne aufweisen darf, wird spiegelverkehrt gezeichnet, da sie ja später beim Drucken invertiert wird.



Holzchnitt von Vallotton

Die Zeichnung darf keine Grautöne aufweisen, da es die Hochdruckverfahren nicht erlauben, in verschiedenen Zonen verschieden dicke Farbschichten abzudrucken, also keine echten Halbtöne möglich sind. Die Halbtöne müssen daher optisch vorgetäuscht werden, was durch ein geeignetes Liniensystem (Schraffur) geschieht, genau gleich wie bei einer Federzeichnung.

Auf das Aufbringen der Zeichnung folgt die heikle Arbeit: sämtliche auf der Platte weiss gebliebenen Bildteile müssen mit geeigneten Handwerkzeugen (Messer, Geissfuss,...) ausgeschnitten werden. Wenn der Holzschnitzer dabei einen Fehler begeht, ist dessen Korrektur äusserst schwierig, mitunter unmöglich, da dazu ein Stück Holz eingesetzt werden

muss, was selten spurlos erfolgen kann. Um eine weisse Linie herauszuschneiden, müssen zwei Einschnitte unter verschiedenen Winkeln vorgenommen werden: man spricht von Schnitt und Gegenschnitt. Die Abbildung oben stellt einen von Félix Vallotons (1865-1925) berühmten, flächig gehaltenen Holzschnitten dar.



Schrottschnitt

Verschiedene Künstler nutzen die natürliche Struktur der Holzplatte für ihre Holzschnitte aus. Eine berühmte Farbxylographie von Edward Munch (1863-1944) sei hier als treffendes Beispiel angeführt.

In der zweiten Hälfte des XV Jahrhunderts waren die sogenannten Schrottschnitte Mode, die durch die Bearbeitung einer weichen Metallplatte mit Punze und Hammer erhalten wurden. Die benutzten Punzen wiesen verschiedene Formen auf, so dass damit runde, ovale, sternförmige oder rechteckige Löcher geschlagen werden konnten.



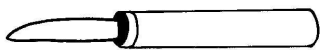
## Holzschnitt auf Querholz

Für den Holzschnitt auf Querholz oder Holzstich wird vorwiegend, fast ausschliesslich, das harte Buchsbaumholz verwendet. Da es fast unmöglich ist, ein grossformatiges Buchsbrett aufzutreiben, das zudem von etwaigen Fehlerstellen, wie etwa Ästen, frei sein müsste, und sich andererseits ein solches Brett unter veränderlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen gerne krümmen würde, werden die für den Holzstich verwendeten Bretter normalerweise aus einzelnen Würfeln mit grosser Genauigkeit zusammengeleimt. Die Laufrichtung all dieser Klötzchen ist senkrecht zur Oberfläche.

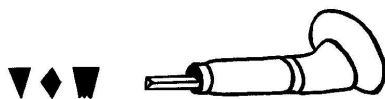
Es gibt zwei typische Arten, auf Querholz zu schneiden, die in der Praxis meist kombiniert werden. Die erste Art unterscheidet sich vom



Stechbeutel



Messer



Grabstichel

traditionellen, bereits beschriebenen Holzschnitt auf Längsholz nur durch die extreme Feinheit, die das Querholz ermöglicht. Man spricht etwa von **Faksimileholzschnitt**, da es diese Technik erlaubt, auch feinste Federzeichnungen in mühseliger Geduldsarbeit perfekt wiederzugeben. Die zweite typische Art des Querholzschnittes, der sogenannte **Tonholzschnitt**, unterscheidet sich insofern vollständig vom traditionellen Holzschnitt, als der Tonschnitt nicht die Striche einer Federzeichnung wiedergibt, sondern die Grautöne

einer Halbtonvorlage durch ein System von engeren und weiteren, dickeren und dünneren, teilweise mehrfach überkreuzten, stets weissen Linien interpretiert, so dass das ungeübte Auge glaubt, echt Grautöne vor sich zu haben. Von diesem optischen Effekt her kann der Tonholzschnitt mit der Autotypie verglichen werden.

Die Holzschnitte auf Querholz werden in der Regel nicht mit den Werkzeugen des Längsholzschnittes, sondern meist mit dem Grabstichel geschnitten, einem vom manuellen Tiefdruck herstammenden Werkzeug, das an die xylographische Technik angepasst wurde. Es gibt verschiedene Formen von Stichel, darunter auch solche mit mehrfachen Spitzen. Zum Schneiden wird das Brett auf ein hartes Lederkissen aufgelegt und der Stichel in sehr spitzem Winkel angesetzt. Während nun der Stecher mit der rechten Hand den Stichel am abgeflachten Griff vorwärtstreibt, wird die Spitze mit dem Zeigefinger der linken Hand geführt, genau gleich, wie es die Kupferstecher zu machen pflegen.

Der Erfinder des Tonschnittes war der englische Holzschneider Thomas Bewick (1753-1828), um 1780. Die extrem feine Arbeit, die diese Technik erlaubt, ermöglichte die Reproduktion der Werke der grossen Maler, später auch von Photographien. Die Tatsache, dass die Holzschnitte zusammen mit dem typographischen Satz in einem einzigen Arbeitsgang gedruckt werden kann, erleichterte seine Verbreitung, die im XIX Jahrhundert bemerkenswert war, vor allem im Bereich der Buch- und Zeitschriftenillustration. Zur Anfertigung technischer Illustrationen, wie sie etwa in technischen oder wissenschaftlichen Publikationen gebraucht wurden, erfand man Hilfsmaschinen, die eingesetzt wurden, wenn es galt, perfekte Schraffuren oder geometrische Figuren (Kreise, Ellipsen,...) ins Holz zu schneiden.

Um die informative Illustration zu beschleunigen, wurden etwa ab 1880 die Holzstöcke vielfach mit einer photographischen Emulsion beschichtet, worauf kopiert wurde, wie wenn es sich um ein gewöhnliches Photopapier handelte. Spezialisierte Tonholzschnneider schnitten dann, ohne erst eine Zeichnung anfertigen zu müssen, diese sogenannte Photoxylographie in die Platte. Die Photoxylographie ist also kein photomechanisches Verfahren, wie es der Name vermuten lassen könnte, sondern eine Spezialform des Tonholzschnittes.

Wenn auch der Tonholzschnitt zu vielen minderwertigen oder geschmacklosen Arbeiten missbraucht wurde, und dadurch in Künstlerkreisen in Misskredit geriet, so sind doch mit dieser Technik eine Anzahl hervorragende Werke geschaffen worden, wie etwa die schönen Illustrationen im Tonholzschnitt von Gustav Doré beweisen. Hier muss die Tatsache festgehalten werden, dass die überwiegende Mehrzahl der Autoren von Holzschnitten ihre Holzstöcke nicht selber schneiden, sondern sich nur auf die Zeichnung beschränken und die äusserst heikle und weitaus zeitraubendere Arbeit des Schnittes einem Spezialisten überlassen. Offenbar vertraute schon Dürer (1471-1528), einer der berühmtesten Illustratoren aller Zeiten, einige seiner Holzschnitte einem spezialisierten Handwerker an. Dieses Vorgehen erlaubt es den Künstlern, sich ausschliesslich der schöpferischen Zeichnung zu widmen, und die Schneidearbeit, die oft für eine einzelne Platte Wochen in Anspruch nimmt, Handwerkern zu überlassen, die oft weniger schöpferisches Talent, dafür aber die notwendige Ausdauer besitzen. Die nächste Abbildung reproduziert einen Holzschnitt auf Querholz von den Gebrüdern E. und M. Baud<sup>1</sup> aus dem Jahre 1901. Der Originaldruck ist ein Blatt aus einer Mappe mit dem Titel 'Genève en 1901'. Diese Reproduktion gibt uns trotz des Qualitätsverlustes bei der Reproduktion einen gewissen Einblick in die Mi-

---

<sup>1</sup> Maurice Baud (1866-1915).

Struktur des Originalholzschnittes. Das Betrachten der Abbildung mit einem Fadenzähler wird empfohlen.



Holzstich der Gebrüder Baud

Im XX Jahrhundert haben verschiedene Künstler die Holzplatte durch andere Materialien ersetzt, die mehr ihrer individuellen Arbeitstechnik entsprechen. Das in diesem Zusammenhang wichtigste Material ist zweifelsohne das Linoleum, das im Jahre 1864 erfunden wurde und vor allem als Bodenbelag seine Anwendung fand. Viele andere Materialien werden als Ersatz für Holzplatten eingesetzt, so wie etwa die Bleiplatten, die der Deutsche Otto Nüchel (1888-1956) zu Bleischnitten verarbeitete. Interessante Möglichkeiten bieten durchsichtige Plastikplatten als Ersatz für die klassische Holzplatte. So benutzt etwa Arthur Deshaies zu diesem Zweck Plexiglas, was unter anderem folgende Vorteile bietet: Eine Zeichnung kann durch die Platte hindurch betrachtet werden, so dass man keine Pause anzufertigen braucht; der Endeffekt kann durch Betrachten der gegen eine weiße Fläche gerichteten eingefärbten Platte recht genau abgeschätzt werden, so dass sich ein Probeabzug erübrigt; man ist an kein Maximalformat gebunden, wie dies bei den Holzplatten der Fall ist.

Eine weitere Möglichkeit ist dem Künstler durch die chemische Hochätzung einer mit ätzfester Farbe auf einer Zinkplatte angebrachten Zeichnung gegeben. Diese Möglichkeit wird später unter dem Stichwort 'Zinkotypie' genauer ausgeführt werden.

## Der japanische Holzschnitt

Als sehr interessanter Spezialfall muss hier die japanische Holzschnittechnik erwähnt werden, die in ihrer langen Tradition ihren handwerklichen Charakter vor jeglicher Mechanisierung oder Industrialisierung hat bewahren können. Der japanische Holzschnitt wird mit dem Messer auf Längsholz geschnitten. Gewöhnlich wird Kirsch- oder Birnbaumholz verwendet. Die japanische Holzschnittechnik ist eine Mehrfarbentechnik. Im Gegensatz zu den meisten westlichen Druckverfahren wird hier nicht mit fetten Farbstoffen, sondern mit Wasserfarben gedruckt. Die Zeichnung wird auf durchsichtigem oder durchscheinendem Reispapier mit einem Pinsel und schwarzer Tusche angefertigt. Auch die feinsten Linien werden mit dem Pinsel ausgezogen, was eine absolut ruhige, geschickte Hand voraussetzt. Um die Zeichnung auf den Holzstock zu übertragen, wird nicht ein Durchschlag gemacht, wie dies im Abendland üblich wäre. Vielmehr wird das Trägerpapier der Zeichnung mit Reisleim auf den Holzstock aufgezogen, so dass die bezeichnete Seite auf das Holz zu liegen kommt. Es wird ein Rand gelassen, der eine gute Passerkontrolle für die verschiedenen Farbplatten ermöglicht.

Der Holzstock wird mit dem Messer beschnitten, nach dem klassischen Verfahren von Schnitt und Gegenschnitt, und zwar durch das



Zeichnungspapier hindurch. Wenn das Papier zu wenig durchsichtig ist, trägt der Holzschneider die überflüssige Dicke desselben ab, indem er vorsichtig mit einem feuchten Finger daran reibt, bis sich Röllchen ablösen. Auch vorsichtiges Bepinseln mit einer öligen Substanz fördert die Sichtbarkeit der Zeichnung. Nach erfolgter Freistellung des Reliefs werden so viele Abdrucke auf trockenes Papier gemacht, wie Farbenplatten vorgesehen sind. Diese Probedrucke dienen als Anhaltspunkte für den Schnitt der verschiedenen Farbplatten, auf die die Probedrucke auf gleiche Weise übertragen werden, wie dies mit der Originalzeichnung geschah. Das Einfärben mit Wasserfarbe wird mit speziell dafür vorgesehenen Pinseln vorgenommen. Das zu bedruckende Papier wird sorgfältig auf die eingefärbte Platte gelegt und mit einem für den japanischen Holzschnitt charakteristischen Werkzeug, dem Baren, angedrückt, der hier an Stelle der Presse tritt und mit dem Reiber vergleichbar ist, der vor über 500 Jahren im Abendland durch die ersten Druckpressen verdrängt wurde. Der Baren ist grundsätzlich eine runde, glatte Platte mit einem Griff auf der oberen Seite. Nachdem die gesamte Oberfläche des Papiers angedrückt wurde, wird das bedruckte Blatt sorgfältig an einer Ecke angehoben und von der Holzoberfläche abgezogen, ohne dabei das Papier zu verschieben. Anhand dieser Probedrucke werden die verschiedenen Farbplatten erarbeitet.

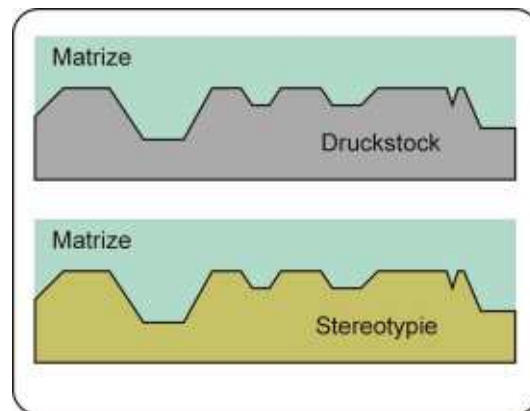
Die definitiven Drucke werden auf leicht feuchtes Papier abgezogen. Zwei auf dem Plattenrand angebrachte Marken gewährleisten dem erfahrenen Drucker einen einwandfreien Passer. Manchmal werden die japanischen Holzschnitte mit einem Prägedruck abgeschlossen.

## Stereotypie und Galvanotypie

Es gibt zwei klassische Systeme, um von einer Hochdruckplatte ein Duplikat zu erhalten, ohne einen Probedruck von der Originalplatte abziehen zu müssen, nämlich die Stereotypie und die Galvanotypie (auf die Typographie angewandte Galvanoplastie). Das letztere Verfahren gibt qualitativ befriedigendere Resultate, ist aber in seiner Ausführung schwieriger.

Es gibt Druckereien, die von allen ihren Druckstöcken sofort eine Stereotypieplatte (auch ein Stereo genannt) anfertigen, um sofort über das Satzmaterial weiterverfügen zu können. Die Stereoplatten sind wesentlich raumsparender als die Bleidruckstöcke und können im Gegensatz zu diesen auch auf den Zylinder einer Rotationspresse gespannt werden. Manchmal ist es auch wünschenswert, von einem bestimmten Druckstock gleich mehrere Exemplare auf einmal drucken zu können. Vor allem,

wenn die Originalplatte ein wertvoller Holzschnitt ist, der beim Druck einer grossen Auflage Schaden nehmen könnte, ist es angebracht, davon ein Stereo oder ein Galvano herzustellen.



Stereotypie

Die Grundlage aller Stereotypieverfahren ist folgende: Von der druckenden Seite eines Druckstocks wird ein Komplementärrelief, Mater oder Matrize genannt, hergestellt. Nach dem Trennen des Originalreliefs von der Mater wird letztere mit Schriftlegierung oder einem Kunststoff ausgegossen. Wünscht man ein gewölbtes Stereo für den Einsatz in einer Rotationspresse, wird die Mater vor dem Ausgiessen entsprechend gekrümmt. Anhand einer einzigen Mater können auch mehrere Stereos angefertigt werden. Die heute noch gebräuchlichen Matern bestehen entweder aus speziellem Papier, das unter hohem Druck auf den Originaldruckstock aufgedrückt wird, oder aus Kunststoff.

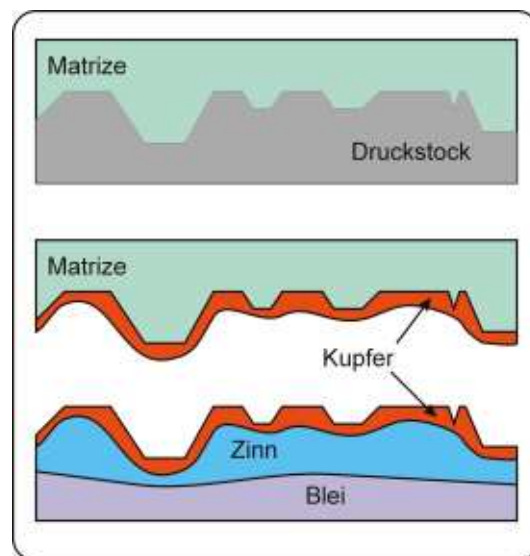
Gegen 1729 soll der Edingburger Goldschmied William Ged die ersten Stereotypiematern aus Gips hergestellt haben. Die Bezeichnung 'Stereotypie' geht auf den französischen Drucker Firmin Didot zurück, der um 1739 das Verfahren Geds weiterentwickelte. Die Papiermater wurde um 1829 vom Franzosen Claude Genoux erfunden.

Es gibt verschiedene Verfahren, um Galvanotypien herzustellen. Die Galvanotypie ist als eine spezielle Anwendung der Galvanoplastie anzusehen. Es ist erwähnenswert, dass auch Tiefdruckplatten (wie sie im Kapitel über den Tiefdruck erwähnt werden) geeignet sind, galvanisch reproduziert zu werden. Wir werden hier anschliessend die älteste überlieferte galvanotypische Technik kurz skizzieren.

Eine Mischung von Graphitstaub und Wachs, in Tafelform gegossen, wird gegen die zu reproduzierende Druckplatte gepresst, so dass die Wachsplatte die Form eines Komplementärreliefs annimmt, wie wenn es sich um eine Stereotypiemater handelte. Es empfiehlt sich ein vorheriges Einstäuben der Druckplatte mit Graphitpulver. Das Komplementärrelief,



die Wachsmater, wird sorgfältig vom Druckrelief getrennt, wonach sie ihrerseits mit Graphitpulver bestäubt und in ein elektrolytisches Bad gehängt wird, das vorwiegend aus Kupfersulfatlösung und einigen Tropfen Schwefelsäure besteht. Die Wachsplatte leitet dank dem beigemischtem Graphit, der bekanntlich eine der beiden Modifikationen des Kohlenstoffes ist (die andere heisst Diamant), den elektrischen Strom. Die Anode des elektrolytischen Bades wird durch einen Kupferstab gebildet, während die Wachsplatte als Kathode eingesetzt wird. Das Kupfer der Anode setzt sich nach Einschalten des elektrischen Gleichstromes auf die Reliefoberfläche der Wachsplatte ab. Sobald die so gebildete Kupferschicht dick genug ist, um die anschliessenden Manipulationen schadlos zu überstehen, wird der elektrische Strom unterbrochen und die Wachsmater dem elektrolytischen Bade entnommen. Das Wachs wird vorerst in heissem Wasser abgeschmolzen. Die übrigbleibende Kupferschicht wird auf derjenigen Seite, die dem Originaldruckstock entspricht, mit einer Zinnschicht überdeckt, über die anschliessend das Blei gegossen wird, das dem Galvano die übliche Schrifthöhe verleihen wird.



Galvanotypie

Es gibt modernere Verfahren, in denen die Wachsplatte etwa durch eine Bleiplatte ersetzt wird, die mittels einer hydraulischen Presse auf die Originaldruckplatte gepresst wird. An Stelle von Kupfer wird mitunter auch Nickel verwendet, ein Metall, das höhere Auflagen aushält und zudem weniger den chemischen Reaktionen ausgesetzt ist, die das Kupfer mit gewissen Druckfarben eingeht.

## Zinkotypie

Unter dem Sammelbegriff Zinkotypie fassen wir hier alle die Verfahren zusammen, die es erlauben, eine auf eine Zinkplatte mit spezieller Tinte oder Ätzreserve aufgetragene Zeichnung (Linien- oder Rasterzeichnung) für den Bedarf des Buchdrucks hoch zu ätzen. Besteht die Trägerplatte aus Aluminium, Kupfer oder einem beliebigen anderen Metall, könnte man das entsprechende Verfahren als Alutypie, Cuprotypie oder Metallotypie bezeichnen, was allerdings nicht üblich ist. Alle Druckplatten, die mit zinkotypischen Verfahren gewonnen werden, werden meist als Klischees bezeichnet.

Die zinkotypischen Verfahren gehen von einer auf Hochglanz polierten Metallplatte aus, auf die eine Zeichnung aus fetter Farbe oder einem anderen ätzfesten Material aufgetragen wird. Die von dieser Ätzreserve bedeckten Zonen der Platte entsprechen den schwarzen Zonen des späteren Drucks und werden im Laufe des Ätzprozesses als einzige ihr Niveau halten können, während die blank gebliebenen Teile der Platte je nach Bedarf mehr oder weniger vertieft werden. Wie wird die Ätzreserve auf die blanken Platte übertragen? Dies kann manuell, mechanisch oder photomechanisch geschehen.

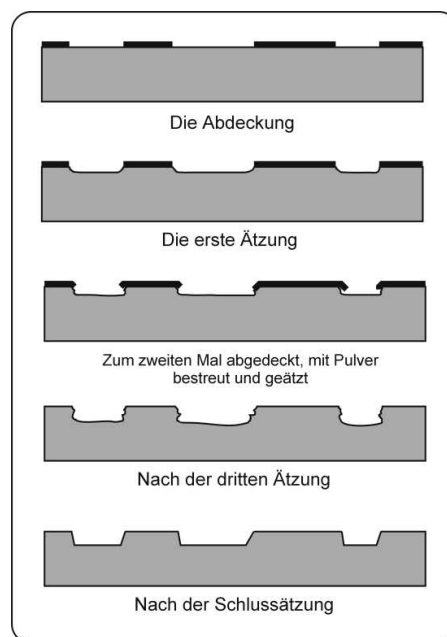
Die manuelle Technik ist die direkte Zeichnung auf die Plattenoberfläche.

Die mechanischen Verfahren basieren meist auf dem lithographischen Umdruck, der die Form der Autographie, des Umdruckes von einem lithographischen Stein oder auch die des anastatischen Druckes haben kann. Diese Verfahren werden im Kapitel über die Lithographie näher erläutert werden. Der anastatische Druck erlaubt die Übertragung von Drucksachen aller derjenigen Techniken, die in allen Zonen konstante Farbmengen drucken, wie dies beim Hochdruck und der Lithographie der Fall ist. Die anastatische Technik war vor allem im XIX Jahrhundert besonders beliebt. Der anastatische Druck nach Tiefdruck- oder Lichtdruckvorlagen, sowie nach mehrfarbigen Originalen ergibt selten befriedigende Resultate.

Schliesslich nennt man die Verfahren, die Ätzreserve auf die Platte zu übertragen photomechanisch, wenn im Laufe des Prozesses eine photographische Reaktion stattfindet, also eine Veränderung von chemischen Produkten durch das Licht.

Da bis zur Übertragung auf die Metallplatte die Verfahren praktisch mit den entsprechenden lithographischen Verfahren identisch sind, verweisen wir für das Verständnis dieses Teiles der Prozedur auf das Kapitel über die Lithographie. Sobald die Ätzreserve auf der Platte ist, gibt es verschiedene Verfahren, um diese hochzuätzen. Im XIX Jahrhundert

waren die diesbezüglichen Experimente zahlreich. Eines der ersten industriell wichtigen Verfahren war dasjenige von Firmin Gillot (1820-1872), das um 1850 von ihm bekanntgegeben und 'Panikonographie' benannt wurde. Es bürgten sich später die Bezeichnungen 'Gillotage' und 'Gillotypie' ein. Da das Verfahren einerseits eine Entwicklung durchmachte und andererseits in verschiedenen Betrieben nicht genau gleich gehandhabt wurde, können wir bei verschiedenen Quellen auch voneinander abweichende Beschreibungen dieser Technik antreffen, die aber alle auf der gleichen Grundidee, nämlich der stufenweisen Ätzung beruhen.



Ätzung eines Klischees

Das Verfahren von Gillot ging von einem lithographischen Umdruck auf eine polierte Zinkplatte aus. Die Platte wird vorerst eingefärbt, wie wenn es sich um eine lithographische Platte handelte. Die noch frische Druckfarbe wird mit feinstem Kolophonium eingestaubt. Anschliessend wird die Platte mit Wasser gewaschen, um das eventuell auf den blanken Zonen derselben anhaftende Kolophoniumpulver wegzuschwemmen. Ein vorsichtiges Erhitzen der Platte bewirkt ein Anschmelzen des auf den schwarzen Zonen haftenden Kolophoniumpulvers, wobei eine sehr resistente Ätzreserve entsteht. Nach dem Abdecken der Ränder und der Rückseite der Platte mit Asphaltlack oder mit alkoholischer Schellacklösung, wird die Platte mit etwa dreiprozentiger Salpetersäure leicht angeätzt. Man kann nicht die ganze Ätztiefe in einem einzigen Ätzvorgang erreichen, da sonst die Seitenwände der reservierten Zonen unterhöhlt würden.

Nach dem Anätzen wird die Platte gewässert, gummiert, wie wenn es sich um eine lithographische Druckplatte handelte (siehe das Kapitel über die Lithographie) und mit einer weichen Rolle eingefärbt, so dass die Farbe auch den oberen Teil der Seitenwände abdeckt. Nun wird nach dem Trocknen der Gummilösung wieder Kolophonimpulver eingestaubt, das auf der noch frischen Farbe anhaftet, anschliessend das überflüssige Pulver entfernt und die Platte zwecks Anschmelzens des Kolophoniums vorsichtig erwärmt. Nun kann wieder geätzt werden.

Nach jeder Ätzstufe werden die Gebiete der Platte, deren Ätztiefe schon ausreicht, mit Asphaltlack oder alkoholischer Schellacklösung abgedeckt. Hochdruckplatten müssen eine genügende Ätztiefe aufweisen, die im allgemeinen wesentlich grösser ist als die der Tiefdruckplatten. Obwohl die Tiefe der Hochdruckplatten keinen Einfluss auf den Bildaspekt hat, kann eine ungenügende Ätztiefe zu Schwierigkeiten beim Einfärben führen, da dann die etwas flexiblen Farbwalzen auch an vertieften Stellen zur Ablagerung von Druckfarbe neigen, vor allem bei weit ausgedehnten weissen Zonen, was im Laufe des Fortdrucks zu Verunreinigungen des Papiers führen kann. Ausgedehnte weisse Zonen müssen daher entsprechend tiefer geätzt werden.

Nach der letzten Tiefätzung werden die Säure, die Druckfarbe und das Kolophonium mit Wasser und Lösungsmitteln von der Platte entfernt. Die trockene Platte wird mit einer harten Walze eingefärbt, ohne Druckfarbe auf die Seitenwände geraten zu lassen wie vor den vorangehenden Haupt- oder Scharfätzungen. Die darauffolgende Reinätzung hat den Zweck, die Ätzstufen zu eliminieren.

Die beiliegende Abbildung stellt die Hauptphasen bei der Herstellung einer Zinkätzung schematisch dar. Die Ätzmaschinen, die etwa seit dem Beginn unseres Jahrhunderts eingesetzt werden, arbeiten mit einem scharfen Säurestrahl, der senkrecht gegen die Plattenoberfläche geschleudert wird. Da die so projizierte Säure vorwiegend in senkrechter Richtung auf die Plattenoberfläche einwirkt, erübrigt sich hier weitgehend die Stufenätzung.

Im Laufe der Zeit wurde eine grosse Anzahl photomechanischer Ätzreserven entwickelt, also Schichten, deren einzelne Zonen, je nach dem, ob bei einem Belichtungsvorgang der ganzen Platte Licht auf sie einwirken konnte oder nicht, nach einem Entwicklungsvorgang auf der Plattenoberfläche haften bleiben, oder sich ablösen. Klassisch sind etwa der Asphalt oder die Chromeiweisschicht.

## Photopolymere Platten

In den letzten Jahren ist das Metallklischee teilweise durch sogenannte **Photopolymerplatten** ersetzt worden, wie etwa durch die Platten der Marken 'Dycril', 'Nyloprint' (BASF) oder 'Nap'. Diese Platten sind meist fabrikmässig beschichtete Bleche, deren lichtempfindliche Schicht aus einem speziellen monomeren Kunststoff (also aus einzelnen Molekülen, den Monomeren, bestehend, die unter gewissen Bedingungen polymerisieren, also sich zu langen Ketten zusammenschliessen können) besteht, dessen Einzelmoleküle unter dem Einfluss von UV-Strahlung polymerisieren. Stoffe, die unter Einfluss von Licht polymerisieren nennt man also Photopolymere.

Die photopolymeren Platten werden im Kontakt mit einem Strich- oder Rasternegativ unter einer UV-Lichtquelle belichtet. Diejenigen Teile der Schicht, die unter dem Einfluss der UV-Strahlung polymerisieren, also die unter den klaren Teilen des Negativs liegenden Zonen, verhärten sich und werden für das verfahrenseigene Lösungsmittel praktisch unlöslich. Diese Zonen werden also später mitdrucken, während die anderen ausgewaschen werden. Die verbreitetsten Lösungsmittel für photopolymere Schichten sind Wasser und Alkohol. Das Auswaschen geschieht in einer speziellen Maschine, die entweder die in Lösungsmittel eingetauchte Platte mit einer speziellen Bürste bearbeitet, oder ganz einfach die Platte mit einem scharfen Lösungsmittelstrahl bespritzt, bis sich die nicht belichteten (also auch nicht polymerisierten) Teile ganz abgelöst haben. Schliesslich wird die Platte mit frischem Lösungsmittel abgewaschen und mit heisser Luft getrocknet. Es empfiehlt sich, die trockene Platte einen Moment lang dem UV-Licht auszusetzen, um eine maximale Härtung der Schicht zu erreichen.

Die Photopolymerplatten mit flexiblem Trägermaterial eignen sich ausgezeichnet für den Einsatz in einer Rotationspresse, so dass solche Platten vielerorts die Stereotypen verdrängt haben.

## Trockenoffset

Der Ausdruck **Trockenoffset** kann leicht missverstanden werden: wenn man den Ausdruck 'Offset' allein verwendet, so versteht man darunter üblicherweise einen indirekten lithographischen Druck, auch 'Litho-Offset' genannt, während das Trockenoffsetverfahren (auch 'Letterset' genannt) mit der Lithographie nichts zu tun hat. Es gibt allerdings lithographische Verfahren, die mit speziell beschichteten Platten drucken, bei

denen sich der Einsatz von Wasser erübrigt. Man spricht dann von wasserlosem Offset.

Beim Trockenoffsetverfahren handelt es sich um folgendes: Auf dem Plattenzylinder der Druckmaschine ist eine Hochdruckplatte (etwa eine Photopolymerplatte oder ein Stereo) angebracht, die beim Durchgang unter den Farbwalzen auf gewöhnliche Weise eingefärbt wird. Die Platte, die gegenüber einer gewöhnlichen Hochdruckplatte spiegelverkehrt angefertigt wurde, also dem Lesenden seitenrichtig erscheint, druckt nun nicht etwa direkt auf das Papier, sondern auf einen mit einem Gummituch bespannten Zylinder, der sich symmetrisch zum Plattenzylinder dreht. Dieses Gummituch überträgt die von der Platte erhaltene, noch nasse Druckfarbe auf das Papier, das zwischen dem Gummizylinder und einem Gegendruckzylinder durchläuft. Dieser doppelten Übertragung verdanken wir die Bezeichnung 'Offset' oder 'indirekter Druck'. Zum leichteren Verständnis dieses Verfahrens kann man das Schema einer Litho-Offsetpresse, wie es im Kapitel über die Lithographie abgebildet ist, heranziehen, und sich dabei das Wasserwerk wegdenken.

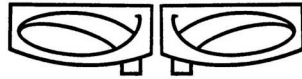
Der Abdruck von der Hochdruckplatte auf die Oberfläche des Gummituches, der ein seitenverkehrtes Bild ergibt, ist ein eindeutiger Hochdruck, während die Übertragung vom Gummituch auf das Papier, die ein seitenverkehrtes Bild vom seitenverkehrten ersten Abdruck, also ein seitenrichtiges Bild ergibt, ins Gebiet des Flachdruckes gehört, da hier von einer absolut flachen Form gedruckt wird. Das Trockenoffsetverfahren ist also ein kombiniertes Druckverfahren, das nichts mit der Lithographie zu tun hat.

## Die Flexographie

**Flexographie** oder **Flexodruck** ist eine Bezeichnung für alle diejenigen Hochdruckverfahren, die mit **weichen Reliefplatten** drucken. Die Platten können Gummistereos sein, die in ihrer Qualität den in Büros gebräuchlichen Gummistempeln gleichkommen. Der Flexodruck arbeitet meist nach dem Rotationsprinzip, das heisst, die Druckform wird auf einen Zylindermantel aufgezogen. Die verwendete Druckfarbe ist **dünnflüssig**, meist alkohollöslich. Die Klischees werden normalerweise mit strukturierten Walzen (sogenannten Rasterwalzen) eingefärbt, die eine bestimmte Farbmenge aufnehmen können. In Analogie zum *Nyloprint* des klassischen Buchdrucks bietet die Firma BASF die für die Flexographie besonders gut geeigneten *Nyloflex*-Platten an. Die Verwendung von Anilinfarbstoffen in der Flexographie hat auch die Bezeichnung 'Anilindruck' aufkommen lassen. Das Anwendungsgebiet der Flexographie ist weitge-



hend auf die Verpackungsindustrie (Schachteln, Büchsen, Flaschen, Tuben,...) und auf den Tapetendruck beschränkt.



# Die Lithographie (Der Steindruck)

Die Lithographie umfasst eine Anzahl Druckverfahren, die in der gegenseitigen Abstossung der Fettsubstanzen und des Wassers begründet sind. Auch der Lichtdruck beruht auf dieser Grundlage. Der wichtigste Unterschied zwischen der Lithographie und dem Lichtdruck besteht in der Möglichkeit des letzteren Verfahrens, echte Halbtöne zu drucken. Dem Lichtdruck wird in diesem Buch ein separates Kapitel gewidmet.

Der Erfinder der Lithographie war Aloys Senefelder (1771-1834) im Jahre 1798. Die Erfindung soll durch Zufall entstanden sein, die praktische Verwirklichung ist aber vor allem der grossen Ausdauer Senefelders zu verdanken, der verschiedene Theaterstücke geschrieben hatte, die er aus Geldmangel nicht drucken lassen konnte. Senefelder studierte alsdann die herkömmlichen Druckverfahren und entwickelte ein eigenes System. Er schrieb seine Texte mit fetter Tusche spiegelverkehrt auf eine Kalkschieferplatte aus dem Gebiete von Solnhofen, in der Nähe von München, und ätzte dann die Schrift mittels einer Säure hoch (also so, dass die Schrift erhoben auf dem Stein steht), wodurch eine Art Reliefdruckplatte entstand. Dieses schwache Relief diente ihm, um den Stein im Hochdruckverfahren abzdrukken, wie einen Druckstock aus Setzbuchstaben. Ein ähnliches Verfahren hatte auch schon Simon Schmid im Jahre 1787 beim Druck eines Botanikbuchs angewandt.

Die ausschlaggebende Beobachtung machte Senefelder, als er eines Tages zufällig bemerkte, dass die beschriebene Steinoberfläche schon vor der Bildung eines feststellbaren Reliefs eingefärbt werden konnte, wenn der Stein nur feucht genug war. Das war die Geburtsstunde der Lithographie oder des Steindruckes. Die Erklärung des von Senefelder beobachteten Phänomens ist recht einfach und ist wie gesagt in der Abstossung von Fett und Wasser begründet. Die fette lithographische Tusche, die im wesentlichen aus Fett, Wachs und Lampenruss besteht verbindet sich mit dem Kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) der Steinoberfläche zu fettsaurem Kalk, der fettanziehend und wasserabstossend reagiert. Nach dem Ansäuern der Steinoberfläche mit einer Mischung von verdünnter Salpetersäure mit arabischem Gummi wird die nichtmitdruckende Steinoberfläche für das Wasser emp-

fänglicher gemacht. Wird nun der so vorbereitete Stein mit einer feuchten Stoffwalze überrollt, so stossen die mit Tusche behandelten Zonen das Wasser ab, während es die weissen Flächen umso freundlicher aufnehmen. Wird anschliessend der Stein mit Fettfarbe eingewalzt, bleibt die Farbe auf den trockenen und fettempfänglichen (**encrophilen**) Zonen haften, während die gefeuchteten Flächen diese abstossen.

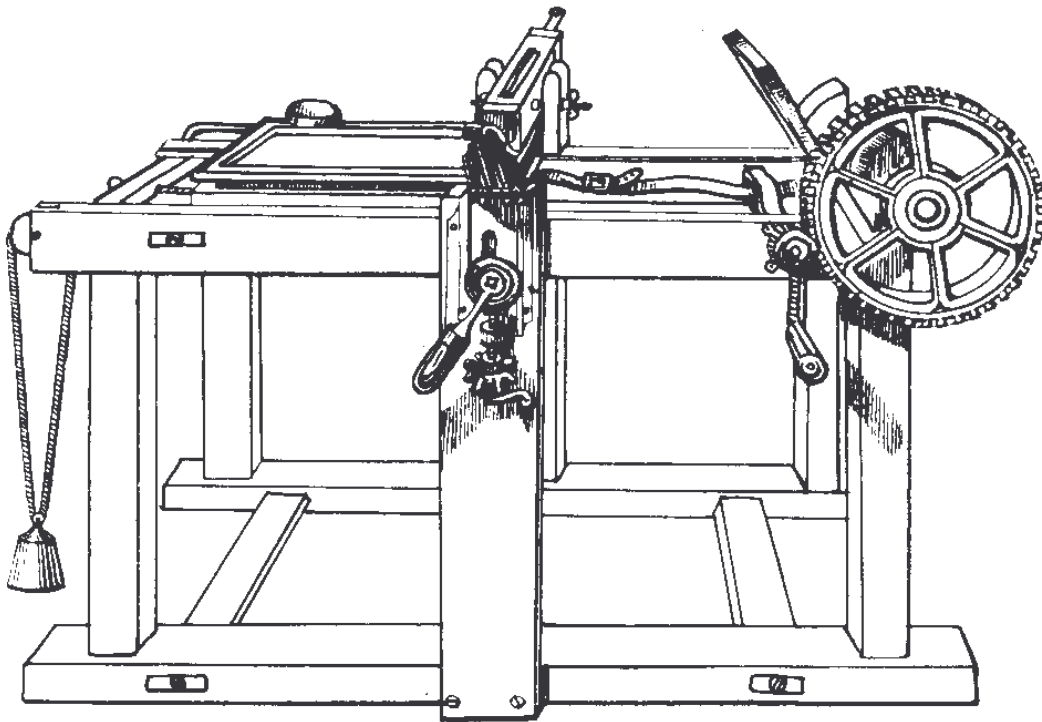
Senefelder nannte sein Druckprinzip noch 'Chemische Druckerei'. Bald bürgerten sich die Namen Lithographie und Steindruck ein. Der Begriff Lithographie wird heute allgemein auch für die verwandten Druckverfahren angewandt, bei denen der Stein durch eine Metallplatte ersetzt wurde. Senefelder hatte das grosse Glück, seine Versuche auf Solnhofener Kalkschieferplatte anzustellen, einem der für die Ausübung der Lithographie geeignetsten Steine.

## Vorbereitung des Steines

Der lithographische Stein muss einer für die spätere Druckqualität entscheidenden Vorbereitung unterworfen werden. Je nach den Oberflächenmassen des Steines werden Platten von 5 bis 15 cm Dicke herausgesägt. Nach einem perfekten Planschliff wird die druckende Seite des Steins mehr oder weniger fein gekörnt, je nach der gewählten Technik und je nach der Härte des Steines. Die Steine werden mit kalibriertem Sand gekörnt, wobei mit der grössten Sorte angefangen wird. Beim manuellen Körnen werden zwei etwa gleich grosse Steine mit ihren Schichtseiten aufeinandergelegt. Dazwischen wird feiner, feuchter Sand gestreut. Anschliessend werden die beiden Steine unter beständigem drehen gegeneinander gerieben. Das Körnen ist schwierig und für das gute Gelingen der Drucke ausschlaggebend. Ein besonders regelmässiges Korn wird in einem Schütteltrog erreicht. Auf den Stein im Schütteltrog wird Sand gestreut. Stahlkugeln, die sich dank der vibrierenden Bewegung des Troges hin und her bewegen sorgen für eine gleichmässige Körnung der Platte.

Der lithographische Stein, der schwer und sperrend ist, kann durch andere Materialien ersetzt werden, vor allem durch Metallplatten. Die ersten Versuche in dieser Richtung stammen von Senefelder selbst, sowie vom Pionier der Photographie, Niepce, die ein sogenanntes Steinpapier erfanden. Beide erarbeiteten eine Paste, die auf Papier oder Blech aufgetragen wurde und nach dem Erstarren eine für lithographische Zwecke brauchbare Schicht ergab. Einzelne Fabriken stellten künstliche Steine her, die allerdings nie von grossem Erfolg gekrönt waren. Der fruchtbar-

ste Weg zum Ersetzen des Steines waren Zink- und Aluminiumplatten. Die chemische Behandlung dieser Metallplatten ist verschieden von derjenigen des Steines, aber das zugrundeliegende Prinzip ist dasselbe. Wird die Lithographie anhand von Zinkplatten gedruckt, spricht man von **Zinkographie** (im Gegensatz zur hochgeätzten Zinkotypie des Buchdruckes), im Falle des Aluminiums von **Algraphie**; ganz allgemein spricht man etwa von **Metallographie**.

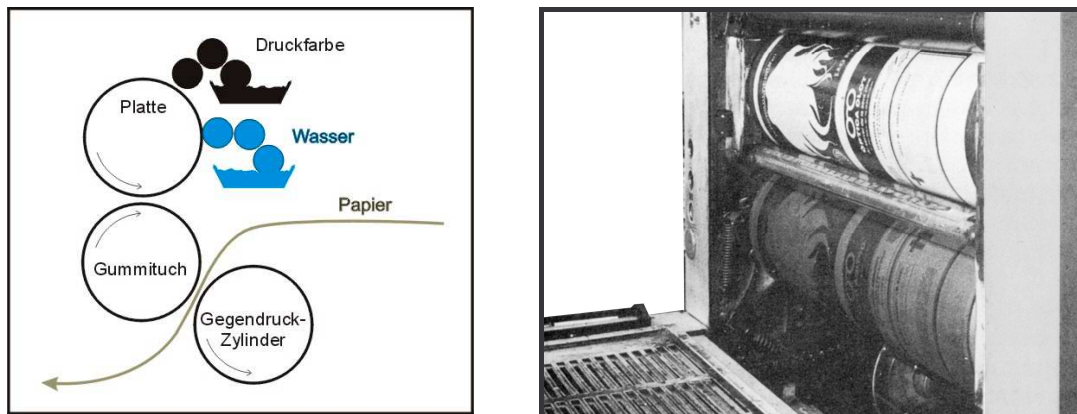


Lithographische Reiberpresse

## Der lithographische Druck

Die klassische Lithographie wird auf einer speziellen Presse gedruckt, die verschiedene Formen aufweisen kann, von der kleinsten manuellen Presse bis zu den grossen automatischen Schnellpressen. Das Prinzip ist immer dasselbe: Der Stein wird nach dem Anbringen der Zeichnung mit Wasser gefeuchtet und unmittelbar darauf mit Fettfarbe eingefärbt, die nur an den nicht von Wasser bedeckten Stellen der Oberfläche anhaftet. Das Papier wird auf den Stein gelegt, in den Handpressen, wie sie die Künstler anwenden mit einigen Lagen Pappe bedeckt, und anschliessend zusammen mit dem Stein unter einer Stahlwalze, mitunter auch unter einem Reiber, hindurchgezogen. Die Abbildung stellt eine historische lithographische Reiberpresse dar, bei der der Druck durch einen in der

Höhe verstellbaren Reiber ausgeübt wurde. Künstlerdrucke werden meist auf leicht angefeuchtetem Papier abgezogen. Bei den lithographischen Schnellpressen wird der Stein bei jeder Hin- und Herbewegung automatisch gefeuchtet und eingefärbt, während bei Handpressen diese Operationen für jeden Abzug einzeln von Hand vorgenommen werden müssen.



Offsetverfahren

Der **indirekte lithographische Druck**, bei dem die Druckfarbe nicht direkt vom Stein auf das Papier, sondern zuerst auf einen Zwischenträger (**Gummituch**) und erst anschliessend vom Gummituch auf das Papier übertragen wird, das sogenannte **Litho-Offset** oder kurz **Offsetverfahren**, hat das direkte lithographische Verfahren stark zurückgedrängt. Das Prinzip des indirekten Druckes wurde schon in der zweiten Hälfte des XIX Jahrhunderts angewandt, beschränkte sich aber auf das Bedrucken von Blechtafeln. Der indirekte Blechdruck schonte die lithographischen Steine oder Platten, die so mit dem Blech gar nicht in Berührung kamen, sondern nur das Gummituch bedruckten. Seltsamerweise kam damals niemand auf den Gedanken, dieses Verfahren auch auf das Bedrucken von Papieren auszudehnen. Im Jahre 1904 wurde der indirekte lithographische Druck von einem amerikanischen Drucker, Rubel, wiederentdeckt und *Off-set* genannt, da das Bild einer doppelten Inversion unterworfen wird und die Platte somit im Gegensatz zum herkömmlichen Verfahren seitenrichtig angefertigt werden muss. Das Offsetverfahren ermöglicht ein sauberes Bedrucken von körnigen Papieren, da sich das Gummituch den Unregelmässigkeiten der Papieroberfläche weitgehend anpasst. Obwohl in der ersten Zeit noch Offsetpressen gebaut wurden, die mit Steinen druckten, sind die heutigen Offsetpressen fast ausschliesslich als Zylindermaschinen gebaut, die natürlich nicht von Steinzyklindern

drucken, sondern von Metallplatten, die auf einen Stahlzylinder aufgespannt werden.

Die Abbildung 'Offsetverfahren' stellt die Arbeitsweise einer klassischen einfarbigen Offsetpresse schematisch dar. Die Platte läuft zuerst unter einem System von Feuchtwalzen hindurch (Feuchtwerk) und nimmt anschliessend von den Walzen des Farbwerkes die Farbe auf, die dann auf den Gummizylinder übertragen wird. Der Gummizylinder überträgt schliesslich das Bild auf das zwischen dem Gummizylinder und dem Gegendruckzylinder hindurchlaufende Papier.

Die Photographie auf der rechten Seite der Abbildung zeigt den hinteren Bereich einer traditionellen Offsetpresse. Oben sieht man den Plattenzylinder und unten den mit dem Gummituch bespannten Zylinder. Diese Disposition der Maschinen erlauben es dem Drucker, in letzter Minute Einstellungen und Retuschen vorzunehmen.

Es gibt grundsätzlich drei verschiedene lithographische Manieren, nämlich die lithographische **Flachdruckmanier**, die lithographische **Hochdruckmanier** und die lithographische **Tiefdruckmanier**. Während die erste der erwähnten Manieren die reinste Form der Lithographie darstellt, handelt es sich bei den beiden anderen Manieren um Zwischenformen. Bei der Hochdruckmanier wird die Zeichnung auf dem Stein leicht hochgeätzt. Das entstehende geringfügige Relief kann auf dem Papier sogar eine sogenannte Schattierung (Einprägung der druckenden Stellen) erzeugen, so dass der Druck leicht mit einem echten Hochdruck verwechselt werden kann. Im übrigen wird die lithographische Hochdruckmanier genau gleich wie eine gewöhnliche flache Lithographie abgedruckt, also mit gefeuchtetem Stein. Die dritte lithographische Manier, die Tiefdruckmanier, weist auch ein leichtes Relief auf, aber diesmal vertieft, wie bei einer Tiefdruckplatte.



Es gibt zwei Klassen von Techniken, um die Zeichnung auf den Stein oder auf die Platte zu übertragen, die Gruppe der **direkten oder manuellen** Techniken, und diejenige der **indirekten** Techniken. Letztere zerfallen in **mechanische und photomechanische** Verfahren. Bei den photomechanischen Verfahren wiederum unterscheidet man zwischen der **direkten und der indirekten Photolithographie**.

Vor dem Anbringen der Zeichnung auf den Stein oder die Platte muss die Oberfläche erst fettanziehend gemacht werden. Dieser Vorgang wird als Entsäuern bezeichnet. Die dazu verwendeten chemischen Substanzen richten sich nach der Art des Plattenmaterials (Stein, Aluminium, Zink). Nach der Übertragung der Zeichnung auf den Stein wird die Oberfläche



mit einer sogenannten Ätzgummierlösung (Lösung von schwacher Säure und arabischem Gummi) behandelt, welche die Fettempfänglichkeit der nicht bezeichneten Stellen aufhebt und dafür die Wasserempfänglichkeit derselben steigert. Aber die Ätzgummierlösung wirkt auch auf die fetten Zonen der Plattenoberfläche und bewirkt eine bessere Haftung der Fettfarbe auf der gekörnten Oberfläche. Soll eine spätere Korrektur angebracht werden, muss die Platte wiederum entsäuert werden. Nach der Ätzgummierung wird die Platte mit Wasser abgewaschen; anschliessend kann die Lithographische Tusche mit einem geeigneten Lösungsmittel abgewaschen werden und der Stein ist bereit zum Abdruck.

## Die direkten Techniken

Bei den verschiedenen direkten oder manuellen Techniken wird die Zeichnung von einem spezialisierten Zeichner direkt auf den Stein ausgeführt. Es kann mit einer lithographischen Fettkreide auf den Stein gezeichnet werden. Bei dieser Technik empfiehlt sich die Verwendung eines verhältnismässig grobkörnigen Steines. Die flüssige lithographische Fettusche kann mit dem Pinsel oder mit der Feder aufgetragen werden. Um Halbtöne vorzutäuschen, kann die Fettusche mit einer harten Bürste und einem Sieb auf den Stein gespritzt werden. Diese Technik, die man '*Cra-chis*' nennt, wurde etwa von Toulouse-Lautrec für seine berühmten Plakate eingesetzt.

Es gibt Künstler, die es verstehen, verschiedene Grautoneffekte durch Auftragen von stufenweise in Wasser verdünnter lithographischer Tusche auf den Stein zu erreichen. Diese Effekte, die in der Körnigkeit der Tusche und des Steines begründet sind, setzen eine grosse Beherrschung des Verfahrens voraus. Wir erinnern uns, dass Wasser und lithographische Tusche nicht ineinander löslich sind, sich aber mischen können, ähnlich wie wenn wir eine Mayonnaise machen. Nach dem Trocknen des Wassers haben sich die feinen Farbpartikel auf den Stein abgesetzt. Diese Technik wurde um 1840 vom englischen Lithographen Hullmandel eingeführt und als **Lithotint** bezeichnet. Die Pinselstriche erinnern dabei an diejenigen eines Aquarells und weisen auch die charakteristischen dunklen Ränder auf.

Ausserordentlich berühmt sind die Kreidelithographien des berühmten Karikaturisten Honoré Daumier (1808-79).

Die lithographische Decktusche ist eine wässrige Lösung von Gelatine und wasserlöslicher Farbe, die zum Abdecken (als Reserve) aller Zonen einer lithographischen Form dient, welche die lithographische Fettusche nicht annehmen sollen. Die Decktusche erlaubt es beispielswei-

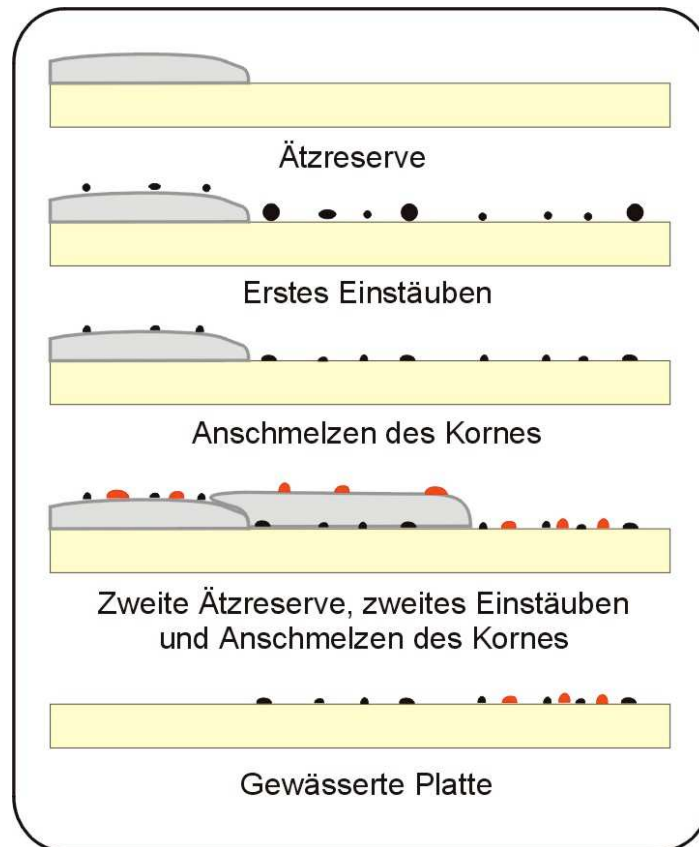
se, negative Zeichnungen anzufertigen: dazu wird statt mit lithographischer Tusche mit Decktusche auf den Stein gezeichnet. Nach dem trocknen der Zeichnung wird der ganze Stein mit Fettusche eingerieben, die Decktusche anschliessend mit Wasser abgelöst und der Stein ätzgummiert. Beim Druck erscheinen die vor dem Einreiben des Steines mit Fettusche von Decktusche überzogenen Zonen der Zeichnung weiss, die weissen Teile schwarz.

Der manuelle Tiefdruck, der schon seit dem XV Jahrhundert praktiziert wird, verfügt über eine Anzahl Techniken, die aus dem Versuch heraus, gewisse Zeichentechniken nachzuahmen, entstanden sind. Entsprechend gibt es auf dem Gebiete der Lithographie Verfahren, die ursprünglich gewisse Tiefdrucktechniken nachahmen oder gar ersetzen sollten, wie etwa die lithographische Asphalt-schabmanier oder das selten angewandte lithographische Aquatintaverfahren.

Die **lithographische Asphalt-schabmanier** wird in Anlehnung an den Namen der entsprechenden, im Jahr 1641 von Siegen erfundenen Tiefdrucktechnik mitunter auch **lithographische Schwarzmanier** genannt. Wie bei der erwähnten Tiefdrucktechnik (die im Kapitel über den Tiefdruck erläutert wird) oder auch bei der Holzschneidekunst, geht der Künstler von einer Platte aus, die unbearbeitet eine vollständig schwarze Fläche drucken würde. Der Stein wird bis zu den zukünftigen Rändern des Druckes mit einer Lösung von Asphalt in Terpentin bedeckt, der man mit Vorteil etwas Wachs oder Harz beimengt, um der Schicht einen besseren Halt zu bieten. Die Asphaltlösung kann durch Aufgiessen oder mit einer Walze aufgetragen werden. Von der trockenen Schicht kratzt der Künstler alle diejenigen Teile, die im Druck weiss erscheinen sollen mit verschiedenartigen Werkzeugen weg, wie etwa Stechbeuteln, Nadeln oder einer Roulette. Wenn die Zeichnung fertiggestellt ist, wird ätzgummiert wie bei einer Zeichnung mit lithographischer Tusche. Die Zeichnung kann, nach vorheriger Entsäuerung mit lithographischer Kreide oder Tusche retuschiert werden.

Eine andere, selten angewandte lithographische Technik, die in Anlehnung an ein manuelles Tiefdruckverfahren entstanden ist, ist das **lithographische Aquatintaverfahren**. Wird kurz von einer **Aquatinta** gesprochen, ist stets das weitverbreitete manuelle Tiefdruckverfahren gemeint. Beim lithographischen Aquatintaverfahren handelt es sich um die folgende Technik: Auf dem Stein werden zuerst die Zonen, die im Druck als reines Weiss erscheinen sollen, mit lithographischer Decktusche (Gelatine und in diesem Falle weisse Farbstofflösung, zum Beispiel Zinkweiss) abgedeckt. Nun wird der Stein in einem Staubkasten, wie er im Kapitel über den Tiefdruck beschrieben wird, mit Asphaltstaub eingestäubt. Sobald sich genug Staubkörner auf die Oberfläche abgesetzt ha-

ben, wird der Stein vorsichtig dem Kasten entnommen. Mit einer Wärmequelle werden die Körnchen vorsichtig zum Schmelzen gebracht; dies kann etwa mit einer heissen Eisenplatte geschehen, die sorgfältig über die Steinoberfläche geführt wird, ohne diese aber zu berühren. Die Körner, die nicht auf eine Schicht von Decktusche gefallen sind, bleiben direkt auf der Steinoberfläche haften.



Lithographisches Aquatintaverfahren

Die Teile der Zeichnung, die in diesem ersten (scheinbaren) Tonwert abgedruckt werden sollen, werden nun ihrerseits mit Decktusche abgedeckt, wonach der Stein wieder in den Staubkasten kommt. Dieses Verfahren wird wiederholt angewandt, wobei sich zu den nicht von Decktusche bedeckten Staubkörnern bei jedem Einstäuben neue Staubkörner gesellen, so dass das Bild stufenweise verdunkelt wird. Nach dem Anschmelzen der letzten Asphaltpartikel wird der Stein ins Wasser gelegt, wo sich die verschiedenen Schichten von Decktusche vom Stein lösen und mit ihnen auch die Asphaltkörner, die nicht direkt auf die Steinoberfläche gefallen sind. Der Stein kann nun ätzigummiert und abgedruckt werden. Die Abbildung stellt diese Technik schematisch dar. Im Kapitel über den Tiefdruck werden wir sehen, dass das herkömmliche Aquatintaverfahren (also die manuelle Tiefdrucktechnik) alle Tonwerte mit einem

einzigem Einstäuben erreichen kann. Das kommt daher, dass der Tiefdruck das gleichzeitige Drucken von verschiedenen dicken Farbschichten ermöglicht.

## Die Steingravur

Die **Steingravur** ist eine Zwischenform zwischen der Lithographie und dem Tiefdruck. Die Oberfläche eines lithographischen Steines wird mit einer Schicht gefärbter Gelatinelösung bedeckt, die dem Graveur den Überblick über seine Arbeit ermöglicht. Durch diese Schicht hindurch wird die Zeichnung mit geeigneten Werkzeugen leicht in die Oberfläche des Steines gegraben. Nach beendeter Gravur wird der ganze Stein mit Öl eingeschmiert, anschliessend mit Wasser gewaschen, wobei die Gummilösung abgelöst wird. Der nasse Stein wird mit einem mit Farbe getränkten Farbballen (ähnlich dem im manuellen Tiefdruck üblichen Tampon oder **Poupée**) eingefärbt. Nach dem Abwischen der auf der nassen Steinoberfläche angesammelten Farbe wird der Stein abgedruckt.

## Die Steinradierung

Auch die **Steinradierung** ist eine Mischform zwischen dem Tiefdruck und der Lithographie. In diesem Fall wird der Stein nicht durch die mechanische Wirkung der Werkzeuge, sondern durch das Ätzen mit Säuren vertieft. Der Stein wird vorerst mit einer dünnen Schicht eines Schutzlackes überzogen, der meist aus Asphalt, Harz und Wachsen besteht. Darauf wird die Zeichnung aufgepaust. Die Zeichnung wird nun mit geeigneten Werkzeugen aus der Asphaltenschicht herausgestochen ohne den Stein dabei anzukratzen. In der Blütezeit der Lithographie wurden Steinradierungen für kommerzielle Zwecke vielfach mit speziellen Graviermaschinen gestochen, mit denen präzise Linien und Kurven gezeichnet werden konnten. Nach dem Stechen der Zeichnung wird die Oberfläche des Steines mit einer geeigneten Säurelösung behandelt, wobei die Linien tiefgeätzt werden. Die Ätzung kann stufenweise erfolgen, wobei nach jeder Ätzstufe die Linien, die schon tief genug sind, mit Asphaltlack abgedeckt werden. Zuletzt wird der Stein gewässert, der Asphalt mit einem geeigneten Lösungsmittel abgewaschen und der Stein wie eine Tiefdruckform eingefärbt, also die Vertiefungen mit Farbe eingerieben und anschliessend die Oberfläche abgewischt.

## Die indirekten Techniken

Wird die Zeichnung nicht mit lithographischer Kreide, Tusche oder mit Asphalt direkt auf den Stein gebracht, so gibt es mechanische Verfahren, um die Zeichnung auf den Stein zu übertragen. Wird bei einem solchen Verfahren eine photochemische Reaktion benötigt, bezeichnet man das Verfahren als **photomechanisch** oder **photolithographisch**. Im Kapitel über den Hochdruck wurde darauf hingewiesen, dass die lithographischen Übertragungsverfahren eine mögliche Grundlage zur Hochätzung zinkotypischer Platten (Klischees) darstellen. Es ist also kein Zufall, dass die ersten Versuche, Hochdruckformen auf Metallplatten zu ätzen in den ersten Jahren nach der Verbreitung der lithographischen Technik unternommen wurden.

## Die Autographie

Die **Autographie** ist ein indirektes lithographisches System, bei dem eine mit **Fettkreide** auf spezielles Papier (sogenanntes **autographisches Papier**) angefertigte Zeichnung auf den Stein übertragen werden kann. Das autographische Papier kann glatte Oberfläche aufweisen oder mit einer regelmässigen oder unregelmässigen Kornstruktur versehen sein, welche die Nachahmung von Grautönen erleichtert. Die autographische Fettusche hat eine spezielle Zusammensetzung. Um die autographische Zeichnung auf den Stein zu übertragen befeuchtet man diese von der Rückseite her und legt sie mit der bezeichneten Seite nach unten auf die entsäuerte Steinoberfläche. Der Stein wird nun unter zunehmendem Druck mehrere Male durch die Presse gezogen, damit die autographische Tusche gut auf der Steinoberfläche haften bleibt. Anschliessend wird das autographische Papier mit Wasser aufgeweicht und vom Stein abgezogen, wobei die Fettusche auf dem Stein haften bleibt, der anschliessend ätzgummiert wird wie bei einer direkten Zeichnung auf den Stein.

## Der anastatische Druck

Der **anastatische Druck** ist eine Verallgemeinerung der Autographie, die es ermöglicht, einen lithographischen Stein auch von einer Drucksache zu erhalten, die nicht zu diesem Zweck hergestellt wurde. Der anastatische Druck ist für die Neuauflage von Drucksachen geeignet, die mit einem Hochdruckverfahren oder mit Lithographie gedruckt wurden. Auch



gewisse Tiefdrucke (Strichradierungen, Stiche) sind geeignet, um als anastatische drucke reproduziert zu werden, aber man muss bedenken, dass die echten Halbtöne des Tiefdrucks mit keinem lithographischen Verfahren wiedergegeben werden können. Lichtdrucke, sowie mehrfarbige Originale sind für die Reproduktion durch den anastatischen Druck meist ungeeignet. Heutzutage wird der anastatische Druck kaum mehr angewandt, da einerseits seine Ausübung schwierig ist, andererseits die photomechanischen Verfahren die Reproduktion ohne Beschädigung der Originale erlauben. In der Frühzeit der Lithographie jedoch bot der anastatische Druck interessante Möglichkeiten, vor allem zum Drucken von Faksimile-Ausgaben. Das Prinzip des anastatischen Druckes besteht darin, die gedruckte Seite mit Wasser (gemischt mit arabischem Gummi, sowie Spuren anderer Substanzen) zu befeuchten und dann die gedruckten Buchstaben mit einer Walze und fetter Farbe einzufärben. Die trockenen Buchstaben, die das Wasser nicht angenommen haben nehmen nämlich die fette Farbe an, die andererseits auf dem feuchten Papier nicht haften bleibt. Die eingefärbte Seite wird auf den Stein übertragen wie eine autographische Zeichnung.

## Der lithographische Umdruck

Es ist verhältnismässig einfach, von einem lithographischen Stein (Originalstein) einen **Duplikatstein (Maschinenstein)** herzustellen. Durch Wiederholung dieses Verfahrens kann die Auflagenzahl von einem Originalstein fast beliebig vergrössert werden. Manchmal werden verschiedene Kopien ("Nutzenkopien") eines kleinen Steines auf einen grossen Maschinenstein übertragen. Vom Originalstein werden mit spezieller Umdruckfarbe Abzüge auf ein Spezialpapier (**Umdruckpapier**, dem Autographiepapier ähnlich) gedruckt, anhand von denen dann ebenso viele Duplikate auf Stein hergestellt werden. Dazu werden die Umdrucke mit der Schicht gegen unten auf den gefeuchteten Stein aufgelegt. Anschliessend wird der Maschinenstein mehrere Male mit steigendem Druck durch die Presse gezogen. Zuletzt werden die Umdruckpapiere mit Wasser aufgeweicht bis sie sich leicht vom Maschinenstein lösen, auf dem die Umdruckfarbe haften geblieben ist. Nun kann der Stein ätzgummiert und für den Auflagedruck eingesetzt werden.

Dank dem lithographischen Umdruck war es schon in der ersten Hälfte des XIX Jahrhunderts möglich, Bilder zu vergrössern oder zu verkleinern. Dazu wurde ein Umdruck auf ein spezielles mittels Federn in einen Rahmen gespanntes Gummituch vorgenommen. Dieses konnte dann gestreckt werden um die Druckfarbe wieder auf einen anderen Stein zu übertragen. Wurde nur in eine Richtung gestreckt, konnte man damit



die Bilder auch dehnen, wie dies heute mit jedem Photoretouche-Programm leicht zu machen ist. Wollte man einen Druck verkleinern, so streckte man das Gummituch vor dem doppelten Umdruck, um es dann vor der Übertragung auf den Stein wieder in seinem Normalzustand zu belassen.

## Die Photolithographie

Hier muss zwischen der *direkten* und der *indirekten Photolithographie* entschieden werden. Die indirekte Photolithographie kann mit dem Umdruck einer autographischen Zeichnung, die direkte Photolithographie mit der direkten Zeichnung auf den Stein verglichen werden. Die Erfindung der direkten Photolithographie wird Poitevin (Jahr 1855) zugeschrieben. Die indirekte Photolithographie wurde zum ersten Mal im Jahr 1857 von E. I. Asser in Amsterdam praktiziert und wird heutzutage nicht mehr angewandt.

Sowohl die direkte, wie auch die indirekte Photolithographie gehen von Raster- oder Strichaufnahmen aus, niemals aber von Halbtonreproduktionen. Sollen Halbtonvorlagen reproduziert werden, so müssen diese erst gerastert werden. Vor der Erfindung der Autotypie durch Meisenbach im Jahre 1882 fanden verschiedene photolithographische Verfahren ihre Anwendung, die anhand des Steinkornes, des Papierkornes oder von körnigen photographischen Spezialemulsionen die Halbtöne in Schwarzweissstrukturen zerlegten. Alle diese Verfahren stellten grosse technische Schwierigkeiten und wurden daher nur ausnahmsweise angewandt. Nach der Erfindung der Autotypie verschwanden sie gänzlich von der Bildfläche.

Anschliessend soll die Technik der indirekten Photolithographie beschrieben werden, wie sie von den Pionieren der Photolithographie betrieben wurde. Das für den Umdruck auf den Stein verwendete Papier ist ein glattes, gut geleimtes Papier mit einer Gelatineschicht mittlerer Härte. Das Papier wird in einer wässrigen Bichromatlösung sensibilisiert. Nach einigen Minuten wird es dieser Lösung entnommen und Schichtseite gegen unten auf eine Glasplatte aufgequetscht. Nach dem Trocknen wird das Papier unter einem Strich- oder Rasterpositiv oder -Negativ belichtet. Die Wirkung der Belichtung äussert sich durch eine Gelbfärbung unter den durchsichtigen Stellen des Kopierfilms. Das Papier wird nun mit einer Fettfarbe spezieller Zusammensetzung vorsichtig eingefärbt, bis die ganze Oberfläche von einer dünnen Farbschicht bedeckt ist, die dünn genug sein muss, um das gelbliche Bild durch die Farbschicht hindurch noch erkennen zu lassen. Die eingefärbte Kopie wird eine halbe Stunde lang in kaltes Wasser eingelegt, wo die nicht belichteten Stellen der Ge-

latine dank dem Wasser, das durch das Papier hindurch in sie eindringt, aufquellen. Die auf diesen Stellen haftende Farbschicht verliert ihren Halt. Die Kopie wird dem Wasserbad entnommen und auf einem Tisch vorsichtig mit einer mit Fettfarbe eingefärbten Walze überrollt. Dabei geht die auf der aufgequollenen Gelatineschicht liegende Farbe auf die Walze über, während die belichteten, gehärteten Gelatinezonen um so mehr Farbe aufnehmen. Das so behandelte Papier wird auf einen lithographischen Stein umgedruckt, wie wenn es sich um eine autographische Zeichnung handelte.

Die direkten photolithographischen Verfahren, welche die Grundlage der modernen Offsetplattenherstellung bilden, zeichnen sich durch die direkte Beschichtung der Druckplatten (selten Steine) aus. Verschiedene lichtempfindliche Substanzen können in der direkten Photolithographie verwendet werden, wie Bichromatgelatine, Asphalt, der bei Lichteinwirkung seine Löslichkeit einbüsst (das Verfahren wird der hohen Belichtungszeiten wegen nicht mehr angewandt), die Diazoverbindungen, die sich unter Lichteinwirkung in lösliche Substanzen aufspalten, und in letzter Zeit auch die Photopolymere. Das Prinzip ist immer dasselbe: Nach der Beschichtung wird die Platte mit dem Strichfilm in Kontakt gebracht und belichtet (meist mit UV-Licht). Unter dem Einfluss des Lichtes wird die Schicht unter den durchsichtigen Teilen des Kopierfilmes chemisch verändert. Je nach dem Verfahren werden die betreffenden Zonen gehärtet oder im Gegenteil chemisch aufgespalten in Substanzen, die beim Entwickeln aufgelöst werden. In beiden Fällen bleibt nach der Entwicklung auf der Platte eine Reserve zurück, welche die Zeichnung des kopierten Filmes wiedergibt. Je nach dem Verfahren kann diese Reserve als Ätzreserve dienen (wie etwa bei der Hochätzung von Zinkotypieplatten) oder, wenn sie fettanziehend ist, kann sie direkt zum Aufnehmen der Farbe des Auflagedruckes in der Presse dienen.

Je nachdem, ob bei einer Offsetplatte die druckende Schicht auf gleicher Ebene wie die wasserführende Schicht liegt, oder ob erstere etwas tiefer oder höher liegt, spricht man von **Flachoffset-, Tiefoffset- oder Hochoffsetplatten**. Da die auftretenden Niveauunterschiede extrem klein sind, sind alle diese Abarten als reine lithographische Flachdruckformen anzusehen, die nicht mit Verfahren wie etwa der Steinradierung oder der lithographischen Hochdruckmanier verwechselt werden dürfen. Im Offsetdruck werden für den Druck extrem hoher Auflagen Bimetallplatten eingesetzt, bei denen ein **encrophiles** Metall mit einer dünnen Schicht eines **hydrophilen** Metalls überzogen ist. An den Stellen, die schwarz drucken sollen wird die obere Schicht durchgeätzt, während die anderen Stellen mit der photolithographischen Ätzreserve überzogen sind.

Die Firma 3M © hat unter dem Namen "Driography" Offsetplatten auf den Markt gebracht, die ohne Feuchtwasser arbeiten. Bei diesen Platten besteht die nichtdruckende Schicht aus einem fettabstossenden Kunststoff. Die Driography-Platten, die in jeder Offset-Presse unter Ausschaltung des Feuchtwassers abgedruckt werden können, haben allerdings den Nachteil, dass nur spezielle Druckfarben verwendet werden können.

## Der Arbeitsprozess in einer klassischen Offset-Druckerei

Um einen besseren Einblick in die Praxis des Offsetdrucks zu bieten, sei hier die Herstellung einer Drucksache, wie sie üblicherweise bis gegen Ende des XX Jahrhunderts durchgeführt wurde, kurz beschrieben.

Wir gehen hier von einem Katalog aus, der aus einem einfach gefalzten A4-Blatt besteht, welches aussen im Vierfarbendruck und innen mit einer einzigen Farbe bedruckt wird. Es gilt also, das Blatt auf einer Seite 4, auf der anderen 1 Mal durch die Presse laufen zu lassen.

Von den zu reproduzierenden Farbvorlagen werden Farbdiapositive hergestellt, wenn möglich grossformatige, wie etwa 9 x 12 cm. Mit etwas Qualitätsverlust können auch Vergrösserungen auf Papier benutzt werden. Kleinere Druckereien lassen die Vierfarbenauszüge in spezialisierten Betrieben herstellen, die direkt einen Satz von vier gerasterten, positiven Auszügen auf Lith-Material zusammen mit einem Satz Probedrucken liefern. Die Probedrucke bestehen aus einem Druck aller vier Farben, sowie aus je einem Druck der einzelnen Farben und der entsprechenden Kombinationen von zwei oder drei Farben.

Die schwarzweissen Vorlagen werden meist betriebsintern mit einer Kamera gerastert. Dabei wird meist zuerst ein Lith-Film durch einen Kontaktraster belichtet<sup>1</sup> und anschliessend in einer Maschine oder auch von Hand entwickelt. Hier wird normalerweise orthochromatisches Material verwendet, so dass bei rotem Licht gearbeitet werden kann. Nur in Ausnahmefällen, wie etwa bei der Reproduktion ab einer farbigen Vorlage, bei der die Farbe Rot nicht als Schwarz wiedergegeben werden soll, wird panchromatischer Lith-Film eingesetzt, der bei völliger Dunkelheit verarbeitet werden muss. Das fertig getrocknete Rasternegativ wird auf eine Millimeterfolie mit zwei Stück Klebeband angeheftet, und zwar mit der Schichtseite gegen unten. Nun gilt es, die gerasterte Fläche gegen aussen abzugrenzen, was vielfach einfach durch Abdecken mit rotem Klebeband geschieht. In speziellen Fällen kann auch mit einem entspre-

---

<sup>1</sup> Hat die Kamera kein Umkehrprisma, muss durch die Trägerschicht des Films belichtet werden, was die Belichtungszeiten stark heraufsetzt.

chenden Strichnegativ oder mit einer opaken Farbschicht abgegrenzt werde, die mit dem Pinsel aufgetragen wird.

Strichzeichnungen und Photosatz werden in der Kamera ohne Raster belichtet. Die so entstandenen Negative auf Line-Material werden zuerst mit Abdeckfarbe retuschiert. Es gilt dabei vor allem, die von den unvermeidlichen Staubpartikel erzeugten weissen Löcher, die Schatten der Vorlagenkanten, sowie die Spuren der Klebebänder abzudecken.

Obwohl es möglich ist, die Montage bereits mit den Negativen vorzunehmen, wurden in den meisten Betrieben erst die positiven Filme montiert.

Die Negative wurden nun in einem Kopierrahmen per Kontakt auf Line-Film kopiert. Dazu wurden die Filme Schicht gegen Schicht so unter das Glas des Kopierrahmens geschoben, dass die entwickelten Negative das Glas berührten. Die Kopierrahmen pressten meist unter Vakuum die Filme aufeinander. Ein Punktlicht in einigem Abstand vom Glas wirkte als aktinische Lichtquelle. Dann wurde der belichtete Film entwickelt, wobei Positive Vorlagen entstanden, die nun auf die definitive Montagefolie, das sogenannte **Astralon**<sup>1</sup>, aufgebracht werden mussten. Das Astralon hat üblicherweise das gleiche Format, wie die Offsetplatte, auf die kopiert werden soll. Es ist ideal, wenn das Astralon, die Offsetplatten und der Plattenzylinder der Presse koinzidierende Registerlochungen aufweisen, die von der Montage bis zum Druck einen genauen Passer gewährleisten.

Das Astralon wird auf einem Leuchttisch mit einer Millimeterfolie in Deckung gebracht, die auch mit Passerlochungen versehen sein kann. Auf dieses Astralon werden die Filmpositive so aufgeklebt, dass die Motive spiegelverkehrt erscheinen und die photographische Schicht nach oben zu liegen kommt. Wo genügend grosse Ränder vorhanden sind, kann Klebeband eingesetzt werden. Sonst muss transparenter Leim auf den Träger gesprüht oder aufgewalzt werden.

Bei der Montage muss darauf geachtet werden, dass später im Druckplattenbelichter die zu druckenden Elemente flach auf die Platte zu liegen kommen. Dies ist unter anderem dann nicht gewährleistet, wenn ein Film knapp neben der druckenden Zone abgeschnitten wurde. In diesem Fall kann ein Streifen durchsichtiger Film gleich neben den Schnitt montiert werden. Besonders gefährlich ist das Übereinandermontieren von Filmen, das nur dann erfolgen darf, wenn es zwischen den druckenden Zonen genügend Abstand hat. Besteht im Plattenbelichter zwischen einer druckenden Zone und der Platte ein Abstand, so werden die Elemente unterleuchtet. Dabei wird das Element von allen Seiten her um ein bestimmtes

---

<sup>1</sup> Astralon ist ein Kunststoff, der zu 80 % aus PVC und zu 20 % aus Acrylsäuremethylester besteht.

Mass verkleinert. Kleine Elemente, wie Rasterpunkte oder kleine Kursivschriften werden dabei ganz aufgefressen, besonders wenn bei der Kopie diffuses Licht eingesetzt wird.

Ist das Astralon, das der schwarzweissen Seite unseres Katalogs entspricht montiert, so kann das erste Astralon, das der schwarzen Skala des Vierfarbendrucks entspricht vorerst auf dem umgekehrten Astralon der schwarzweissen Seite montiert werden, um eine befriedigende Entsprechung der beiden bedruckten Papierseiten zu erzielen. Um die anschließenden Farbskalen zu montieren, werden die entsprechenden Astralons jeweils über das Astralon der Schwarzsкала gelegt. Die gerasterten Vierfarbenauszüge werden meist mit Passerkreuzen geliefert, die uns erlauben, die Montage korrekt durchzuführen. Manchmal müssen diese leider später abgeschnitten werden, etwa wenn Text gerade dort gedruckt werden muss, wo diese zu liegen kommen. Sonst kopiert man die Passerkreuze zusammen mit der Montage auf die Platte. Der Drucker kann diese dann mit einem speziellen Stift löschen, sobald alle Einstellungen an der Maschine durchgeführt worden sind.

In jedem Fall ist es zu empfehlen, bei der Montage von Vierfarbendrucken eigene Passerkreuze auf die vier Astralonfolien aufzubringen, wenn möglich in den Bereich des später zu beschneidenden Randes. Auch in diesen Bereich gehören die Kontrollstreifen, die es erlauben, während des Fortdrucks die Qualität zu beurteilen.

Nach erfolgter Montage gelangen die Montagefolien (in unserem Beispiel des Katalogs sind es deren fünf) in den Kopierraum. Die Platten, auf die hier kopiert wird, sind zwar Lichtempfindlich, aber normalerweise kann bei hellem, gelbem Licht gearbeitet werden, da sich die Lichtempfindlichkeit von Offsetplatten weitgehend auf den UV-Bereich beschränkt. Auf den Rahmen des Plattenbelichters wird die erste Platte gelegt und darauf, mit den Positivfilmen gegen die Platte, das Astralon. Bestehen grosse Abstände zwischen einzelnen Filmen, empfiehlt es sich, schmale durchsichtige Filmstreifen von den Filmen bis zum Plattenrand zu legen, da später durch den Kanal, der zwischen der Glasplatte, der Offsetplatte und dem Filmrand entsteht, die Luft schnell und problemlos abfliessen kann. Dann wird der Kopierrahmen der Maschine geschlossen und die Vakuumpumpe eingeschaltet. Ist die Luft entwichen, wird das aktinische Licht, meist UV, für eine bestimmte Zeit, die vor allem von der Plattensorte abhängt, eingeschaltet.

Die belichtete Platte kann dann entwickelt werden. Dies geschieht mit einer Flüssigkeit, die je nach Betrieb von Hand aufgetragen oder in einer Maschine aufgetragen wird. Bei den üblicherweise eingesetzten Positivplatten entfernt die Flüssigkeit diejenigen Zonen der Schicht, die belichtet



wurden. Dann wird die Platte gewässert und gummiert oder direkt in die Presse gegeben.

Wenn später die Platte auf dem Plattenzylinder der Presse aufgespannt ist, muss der Drucker erst die Gummierschicht entfernen. Unerwünschte mitdruckende Stellen, wie Passerkreuze, Hinweise oder Flecken kann er noch mit einer speziellen Korrekturpaste entfernen. Er kann die Platte auf dem Zylinder auch noch seitlich und in der Laufrichtung verschieben; in gewissen Fällen kann er sie sogar drehen. Diese Arbeitsgänge fallen bei einem geeigneten Passerlochsystem weitgehend weg. Auch die seitliche Lage des Papiers kann am Anlegeapparat eingestellt werden. Dann muss die Druckfarbe zonenweise reguliert werden. Um diese Einstellungen vorzunehmen, müssen normalerweise mindestens 20 oder 30 Probedrucke abgezogen werden. Erst dann kann richtig losgelegt werden. Die in den kleinen Betrieben üblichen Pressen drucken üblicherweise vier bis sechstausend Bogen pro Stunde.

Da die frisch bedruckten Bogen zum Abschmieren auf den nächsten Bogen und zum Zusammenkleben neigen, werden diese vielfach unmittelbar nach dem Bedrucken mit einem speziellen Puder bestäubt. Der entsprechende Spritzapparat ist mit dem Ablauf der Presse koordiniert. Auch dann empfiehlt es sich, bei heiklen Arbeiten die bedruckten Papiere nicht allzu hoch aufstapeln zu lassen. Vor dem Schneiden des Papiers muss lange genug gewartet werden, sollen die Drucksachen nicht beschmutzt werden.

In einer Einfarbenmaschine muss für jede Farbe das ganze Farbwerk gereinigt und neu eingefärbt werden. In einer Vierfarbenmaschine können die vier Farben in einem einzigen Durchlauf von einem Modul zum anderen befördert werden. Es gibt auch Pressen, die für die verschiedenen Farben einen gemeinsamen Druckzylinder besitzen, um den die einzelnen Gegendruckzylinder radial angeordnet sind. Man spricht in diesem Zusammenhang von **Satellitenbauweise**.

Nach dem beidseitigen Bedrucken muss unser Katalog jetzt nur noch auf der Schneidemaschine zugeschnitten und anschliessend gefalzt werden.



# Der Lichtdruck

Der Lichtdruck ist ein Flachdruckverfahren, das wie die Lithographie in der gegenseitigen Abstoßung von Fett und Wasser begründet ist. Während die lithographischen Verfahren es nicht ermöglichen, gleichzeitig verschieden dicke Farbschichten abzdrukken, und daher Halbtöne nur mittels einer Rasterstruktur nachgeahmt werden können, ist der Lichtdruck ein echtes Halbtonverfahren, dessen Erzeugnisse bis in ihre Feinstruktur an photographische Halbtonbilder mahnen. Der Lichtdruck ist auf der Lichtempfindlichkeit der Bichromatgelatine begründet.

Hier sei in Erinnerung gerufen, dass es zwei verschiedene Arten der Entwicklung einer belichteten Bichromatgelatineschicht gibt, die wir hier als **dynamische** und als **statische Entwicklung** bezeichnen wollen. Das Ziel der dynamischen Entwicklung ist die vollständige Auflösung der nicht belichteten Gelatine, wie etwa im Falle des Pigmentdruckes. Die statische Entwicklung, die meist mit kaltem Wasser durchgeführt wird, bezweckt vielmehr ein Aufquellen, nicht aber ein Auflösen, der wenig oder gar nicht belichteten Teile der Schicht, wobei der Grad des Aufquellens von der wirksamen Lichtmenge umgekehrt abhängig ist. Diese Art der Entwicklung wird etwa beim Öldruck, bei der Pinotypie, aber auch beim Lichtdruck eingesetzt.

Beim Einfärben einer Lichtdruckplatte ist die Gelatine mit Wasser aufgequollen und die Aufnahme der Druckfarbe wird durch zwei Umstände gesteuert: Die Gelatine nimmt um so weniger Farbe auf, je stärker sie aufgequollen ist, und die tiefen, trockenen Stellen der Schicht haben die Tendenz, vermehrt Farbe zu speichern. Die Lichtdruckplatten werden auf einer der lithographischen Presse ähnlichen Maschine abgedruckt. Das Einfärben geschieht mit zwei Arten von Walzen: **harte Lederwalzen** zum Einfärben der gesättigten Schwärzen, **Gelatinewalzen** zum Einfärben der zarten Halbtöne. Der Lichtdruck ist ein Luxusverfahren, das qualitativ hochstehende Drucke erzeugt. Seines hohen Preises und den dem Verfahren eigenen technischen Schwierigkeiten wegen wird der Lichtdruck nur in einigen wenigen spezialisierten Druckereien gepflegt.

Die ersten Versuche im Bereiche des Lichtdruckes werden A. Poitevin zugeschrieben, der um 1855 Lithographiesteine und Metallplatten als

Träger der Gelatineschicht benutzte. Auch Tessié du Motay und C. R. Maréchal, die das Verfahren um 1865 in Metz erforschten, prägten die Vorgeschichte des Lichtdruckes. Die klassische, noch heute angewandte Technik verdanken wir den Anstrengungen von J. Husnik in Prag und Joseph Albert in München, um 1868.

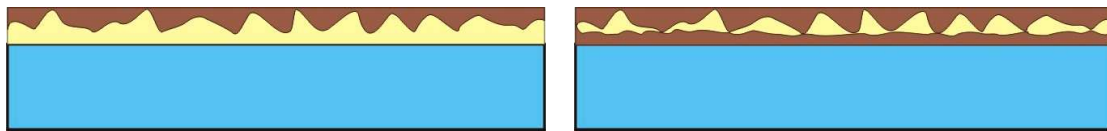
Die Form des Lichtdruckes ist meist eine dicke Glasplatte, die mehrere cm Dicke aufweisen kann. Vor dem Beschichten mit Gelatine muss diese Platte einer gründlichen Reinigung unterzogen werden, um zu verhindern, dass sich später unter der mechanischen Beanspruchung in der Presse die Gelatineschicht teilweise ablöst. Die Oberfläche der Platte kann glatt oder leicht aufgeraut sein. Gebrauchte Platten können wiederverwendet werden, sofern sie gründlich mit Ätzkali oder mit Schwefelsäure gereinigt werden, um auch kleinste Spuren der alten Gelatineschicht zu entfernen. Die Reinigung wird mit Bimsstein und Ammoniak abgeschlossen.

Um einwandfreies Haften der Bichromatgelatineschicht zu gewährleisten, wird die Platte erst mit einer Grundschicht versehen, die aus gehärteter Gelatine oder aus Kaliumsilikat ("Wasserglas") bestehen kann. Nach vollständigem Trocknen dieser dünn aufzutragenden Grundschicht wird die vorgewärmte Platte mit der eigentlichen Druckschicht versehen, die nach folgendem Rezept hergestellt werden kann:

Im Wasserbad ("Bain Marie") werden in einem Liter Wasser 100 g Gelatine zum Schmelzen gebracht; die für den Lichtdruck verwandte Gelatine muss allerbesten Qualität sein. Nach vollständigem Auflösen werden 25 g Kaliumbichromat beigegeben. Die gut homogenisierte und filtrierte Lösung wird gleichmässig auf die Oberfläche der Glasplatte verteilt, die sogleich in genau waagerechter Lage in einen Trockenofen gelegt wird, in dem keine starken Luftströmungen vorkommen dürfen. Die verteilte Lösungsmenge schwankt zwischen 40 und 50 cm<sup>3</sup> auf eine Oberfläche von 1000 cm<sup>2</sup>, je nach der Raumtemperatur, der Luftfeuchtigkeit und der gewünschten Feinheit des Kornes. Im Winter werden dickere Schichten empfohlen, da das Aufquellen der Schicht im kalten Wasser erschwert wird. Die ideale Temperatur des Trockenofens liegt bei 50 bis 60 °C. Die Platten müssen etwa eine bis zwei Stunden in diesem Ofen liegenbleiben. Hier entsteht das Korn des Lichtdruckes, eine Art **Runzelkorn**. An der Oberfläche der Schicht, die zuerst trocknet, bildet sich ein zartes Häutchen, das beim Durchtritt des verdampfenden Wassers der tieferen Lagen in Form eines Runzelkorns zerrissen wird. Diese Struktur stört das Auge bei der Detailbetrachtung des Bildes nicht, und der Übereinanderdruck, zum Beispiel bei Vierfarbendruckern, lässt keinerlei Moiré entstehen, da das feine Runzelkorn absolut unregelmässig ist.

Die trockene Lichtdruckplatte muss innerhalb weniger Tage gebraucht werden, was die fabrikmässige Beschichtung von Lichtdruckplatten praktisch ausschliesst.

Für die Belichtung wird ein seitenverkehrtes Halbtonnegativ (für die Wiedergabe von Schrift auch Strichnegativ) verwendet, das beispielsweise über einen Umkehrspiegel aufgenommen wurde. Die Platte wird Schicht gegen Schicht mit dem Negativ in Kontakt gebracht und unter einer UV-Lichtquelle belichtet. Die Belichtungszeit ist von der Beschaffenheit der Bichromatgelatine, vom photographischen Negativ, von der verwendeten Lichtquelle und deren Abstand von der Platte abhängig. Beim Auflagedruck können mässige Über- oder Unterbelichtungen mit dem Grad der Feuchtung kompensiert werden.



Ohne Belichtung durch die Platte

Mit Belichtung durch die Platte

Einzelne Autoren empfehlen eine zusätzliche Belichtung der Platte durch die Rückseite hindurch. Beiliegende Abbildung soll zum Verständnis dieser Zusatzbelichtung beitragen. Die mehr oder weniger gehärtete Gelatineschicht ruht auf einer Lage von weicher Gelatine, auf die das Licht dank deren Tiefe praktisch keinen Einfluss hatte. Diese unterste Zone der Bichromatgelatineschicht trägt nichts zur zukünftigen Druckqualität bei, saugt sich aber während der Entwicklung und später auch während des Auflagedrucks voll Wasser und begünstigt daher ein Abschwimmen der ganzen Schicht unter der mechanischen Beanspruchung in der Presse. Wird die Platte durch das Glas hindurch zusätzlich so belichtet, dass in den dunkelsten Stellen (also den hellsten Stellen des Negativs) die durch die Hauptbelichtung gehärtete Gelatine mit der gleichmässig gehärteten Schicht der Hilfsbelichtung durch die Platte hindurch zusammenwachsen, so bildet sich dabei eine Art Netzwerk, das zur Stabilität der Beschichtung beiträgt. Diese Zusatzbelichtung muss genau bemessen sein, da sie das ganze Bild verdunkeln kann, wenn sie zu lang ist, und wirkungslos ist, wenn sie zu kurz ist.

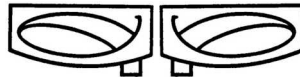
Die belichtete Platte wird in kaltem Wasser gewässert, wo die Chromate herausgewaschen werden und die Schicht aufquillt. Diese Entwicklung kann mehrere Stunden dauern. Nach dem Entwickeln lässt man die Platte gut trocknen, damit die Lage aufgequollener Gelatine in der Tiefe der Schicht gut trocknen kann. Vor dem Auflagedruck wird die Platte mit einem Gemisch aus Glycerin und Wasser angefeuchtet. Das Glycerin hat vor allem die Aufgabe, das Wasser beim Verdunsten zu behindern. Das

Anfeuchten kann eine halbe Stunde dauern. Nach dem Abtupfen der Feuchtflüssigkeit wird die Platte in die Presse gelegt. Es empfiehlt sich das Hinterlegen mit einem weissen Blatt Papier, das die Beurteilung des Einfärbens erleichtert. Die Platte wird nun zuerst mit der harten Lederwalze (für die satten, tiefen Töne), anschliessend mit der Gelatinewalze (für die zarten Halbtöne) eingefärbt. Manchmal wird die Lederwalze mit einer dunkleren, die Gelatinewalze mit einer helleren Farbe eingefärbt.

Im Jahre 1924 erfand Albert<sup>1</sup> den **Filmlichtdruck**, bei dem die Glasplatte durch einen Film ersetzt wurde. Dieses Verfahren erlaubt sogar den Abdruck der Lichtdruckfilme in Buchdruckpressen, zusammen mit anderen Druckstöcken, wobei natürlich die Feuchtung genau gleich vorgenommen werden muss wie beim traditionellen Verfahren.

Eine der letzten Errungenschaften im Gebiete des Lichtdruckes ist das **Film-Collotype-Verfahren**, eine Art Filmlichtdruck für indirekten Druck, bei dem die Farbe zuerst auf ein Gummituch und dann vom Gummituch auf das Papier übertragen wird, ähnlich wie beim Offsetdruck. Das Film-Collotype-Verfahren erlaubt die Erzeugung von bis zu 50000 Rasterfreien Halbtondrucken in der Stunde.

Es gab eine Epoche, in der die meisten Postkarten im Lichtdruckverfahren hergestellt wurden.



---

<sup>1</sup> Eugen Albert (1856-?).

# Der Siebdruck (Serigraphie)

Alle graphischen Verfahren, die auf der Übertragung der Druckfarbe auf das Papier durch die offenen Stellen der Form hindurch beruhen, heissen Durchdruckverfahren (Permeographie).

Die Durchdruckverfahren spalten sich hauptsächlich in **Siebdruck** und **Schablonendruck** auf. Beim Schablonendruck wird die Farbe mit einer Walze oder Farbpistole auf das Papier übertragen, wobei die Stellen, die keinen Farbauftrag erhalten sollen mit einer Schablone (zum Beispiel Schriftschablone aus Blech) abgedeckt werden. Man kann den Siebdruck als Spezialfall des Schablonendrucks betrachten, ist doch die Siebdruckform ein auf einen Rahmen gespanntes, zonenweise verstopftes feines Gewebe, durch das die Farbe mit einer Rakel auf das zu bedruckende Material gepresst wird.

Das Herkunftsland des Siebdruckes ist China, wo diese Technik schon seit Jahrhunderten zum Veredeln von Stoffen gepflegt wird. Die westliche Welt übernahm gegen Ende des XIX Jahrhunderts diese Technik und in Lyon entstand daraus eine wichtige Industrie. Heute ist die Bedeutung der Serigraphie mit der des Hoch-, Tief- und Flachdruckes vergleichbar, sowohl im Bereich der Industrie wie der Kunst.

Soll eine extrem dicke Farbschicht aufgetragen werden oder gilt es, ein besonders rauhes Material zu bedrucken, ist der Siebdruck das ideale Verfahren. Der Siebdruck ist etwa das einzige graphische Verfahren, mit dem schwarzes Papier einwandfrei mit weisser Farbe bedruckt werden kann. Mit dem Siebdruckverfahren kann fast jedes feste Material mit fast jeder beliebigen Druckfarbe bedruckt werden. Täglich wird im Siebdruckverfahren auf Stoff, Pappe, Glas, Holz, Gummi, Kunststoff, Blech oder Keramik gedruckt, um nur einige der wichtigsten Stoffe zu nennen. Es gibt Spezialmaschinen, um Gegenstände verschiedener Formen zu bedrucken, wie etwa Trinkgläser, Flaschen, Kugelschreiber oder Pneus.

Aber auch die Künstler haben sich der Serigraphie zugewandt und drucken damit Plakate, Buchumschläge oder Kunstblätter. Die grosse Beliebtheit, der sich der Siebdruck unter den heutigen Künstlern erfreut ist nicht zuletzt der Tatsache zu verdanken, dass mit einer sehr elementaren Ausrüstung bereits qualitativ hochstehende Resultate erreicht werden können. Das Anwendungsgebiet des Siebdruckes wächst täglich an.



Die Siebdruckform, das **Sieb**, wird auf einen **Rahmen** aufgespannt, der im einfachsten Fall wie der Keilrahmen eines Ölgemäldes aufgebaut ist. Die richtige, gleichmässige Spannung des Siebgewebes ist sehr wichtig, vor allem für das Drucken in mehreren Farben. Für industrielle Zwecke existieren entsprechende Spanngeräte, die eine einwandfrei Be-  
spannung ermöglichen.



Farb-Siebdruck von Rosa Serra

Verschiedenartige Gewebe werden als Siebe für die Serigraphie eingesetzt. In der herkömmlichen chinesischen Technik wurden die Siebe aus Menschenhaar angefertigt, auf denen die nichtdruckenden Stellen mit Reispapier beklebt wurden, so dass die Farbe nur an den freien Stellen auf den zu bedruckenden Stoff gelangen konnte. Später wurden die Siebe aus Seide gewoben (daher der Name **Serigraphie**). Obwohl mit den Seidengeweben hervorragende Resultate erreicht werden konnten, werden heutzutage vor allem Kunststoffgewebe und vereinzelt auch Metallgewebe eingesetzt. Das Siebdruckgewebe muss gut farbdurchlässig sein; daher ist



der Abstand zwischen den Fäden meistens etwa doppelt so gross wie deren Dicke. Bei der Fabrikation der Kunststoffgewebe kann eine Strukturierung zur leichteren Orientierung des Siebdruckers durch Verweben verschiedenfarbiger, aber gleichdicker Fäden erreicht werden. Dadurch entsteht eine an Millimeterpapier mahnende Struktur, die sich jedoch beim Druck nicht bemerkbar macht.

Ein gebrauchtes Siebdruckgewebe kann für andere Arbeiten wiederverwendet werden, muss aber sorgfältig mit den jedem Verfahren eigenen Lösungsmitteln gereinigt werden.

Die serigraphischen Druckvorrichtungen reichen vom einfachen mit zwei Scharnieren auf einem Tisch montierten Holzrahmen und der Handraketel bis zur grossen vollautomatischen Schnellpresse. Die meisten Druckmaschinen arbeiten mit einer flachen Form, aber es gibt auch Zylindermaschinen, bei denen das Sieb auf einen Hohlzylinder aufgespannt wird, und die Farbe von innen nach aussen gepresst wird. Alle diese Systeme arbeiten nach dem folgenden Prinzip: Die Farbe liegt auf dem Sieb, das zu bedruckende Papier liegt darunter. Mit einer Rakel wird die Farbe von einer Seite des Gewebes auf die andere geschoben, wobei die Farbe durch die offenen Stellen des Siebes auf das Papier gepresst wird.

Es gibt verschiedene Verfahren, um das Sieb stellenweise zu verstopfen, also um die Druckreserve oder Druckschablone anzufertigen. Man unterscheidet zwischen **manuellen und photomechanischen** Verfahren.

## Manuelle Verfahren

Die Papierschablone erlaubt nur den Druck kleinerer Auflagen, gibt keine sauberen Linien (was vom Künstler manchmal erwünscht ist) und ist für sehr feine Arbeiten daher ungeeignet. Das Papier wird auf der Seite, die auf das zu bedruckende Papier zu liegen kommt eingefärbt und das Schablonenpapier wird darauf geklebt.

Eine Leimschablone kann durch Verkleben der nicht druckenden Stellen des Siebes mit Leim hergestellt werden.

Ein indirektes System besteht darin, die Zeichnung mit lithographischen Fettstiften und Fettusche direkt auf das Sieb anzubringen. Körnige Strukturen können dabei durch Unterlegen eines Glaspapiers (Schleifpapiers) mit grobem Korn unter das Sieb erreicht werden. Nach dem Trocknen der Zeichnung wird eine Seite des Siebes (meist die untere) mit wasserlöslichem Leim bestrichen. Anschliessend wird das Sieb mit Benzin gewaschen, so dass die Lithographische Farbe abgelöst wird, und mit ihr die darauf haftende Leimschicht.

## Photomechanische Verfahren

In der photomechanischen Siebdruckformenherstellung müssen die direkten und die indirekten Systeme unterschieden werden.

Bei den **direkten Systemen** wird das Sieb direkt mit einer lichtempfindlichen Emulsion beschichtet und anschliessend im Kontakt mit einer Strich- oder Rasteraufnahme belichtet. Die verwendete Schicht ist meist ein Chromatkolloid, aber es werden auch photopolymere und Diazo-Emulsionen verwendet. Im Handel sind beschichtete Siebe, sowie vorfabrizierte Emulsionen zum Selberbeschichten mit der Walze oder der Schleuder erhältlich. Nach der Belichtung werden die Siebe entwickelt (meist mit Wasser), bis die Maschen, welche die Farbe beim Drucken durchlassen sollen, tadellos sauber sind.

Die indirekten photomechanischen Verfahren des Siebdruckes sind auf dem Pigmentdruck begründet, der in diesem Fall indirekt auf das Siebdruckgewebe übertragen wird. Das mit Kaliumbichromat sensibilisierte Pigmentpapier wird unter einem Raster- oder Strichpositiv belichtet und vorerst auf einen Zwischenträger aus Kunststoff übertragen. Dazu werden das Pigmentpapier und die Kunststoffolie einen Moment lang in kaltes Wasser eingelegt und dann mit einer Walze blasenfrei aufeinander gequetscht, natürlich so, dass die Pigmentschicht gegen den Kunststoffilm zu liegen kommt. Nach einigen Minuten Trockenzeit wird das Ganze in ein warmes Wasserbad gelegt, wo sich die beiden Folien voneinander

trennen lassen und die Pigmentschicht auf dem neuen Träger haften bleibt. Die Gelatine wird nun mit warmem Wasser abgebraust bis sich alle nicht belichteten Teile abgelöst haben. Die Restgelatine wird nun auf das Sieb übertragen.

Es gibt jetzt auf dem Markt auch Pigmentpapier mit extrem dünner durchsichtiger Trägerschicht; diese Papiere werden durch die Rückseite hindurch belichtet und anschliessend mit warmem Wasser entwickelt. Die belichteten Teile liegen jetzt auf der Trägerseite und lösen sich nicht ab. So kann die recht heikle **doppelte Übertragung** vermieden werden.

Das indirekte photomechanische Verfahren eignet sich für feine Arbeiten besser als das direkte.



# Der Tiefdruck

Zum Tiefdruck zählt man alle diejenigen Verfahren, deren Druckform die Farbe in den Tiefen ihres Reliefs speichern, während im Moment des Abdruckes ihre Oberfläche sauber ist.

In einem gewissen Sinne ist der Tiefdruck ein Antagonist des Hochdruckes, bei dem gerade die Teile der Reliefplatte Farbe abgeben, die beim Hochdruck sauber bleiben würden. Während allerdings bei Hochdruckverfahren die Tiefe des Reliefs keinen Einfluss auf das Endresultat hat, bestimmt beim Tiefdruck die Tiefe des Reliefs die übertragene Farbmenge, und damit den Farbton des Druckes an der entsprechenden Stelle. Der Tiefdruck erlaubt also das Übertragen variabler Farbdicken und ist insofern ein echtes Halbtonverfahren.

Der Ursprung des Tiefdruckes ist ein Erbe einer Technik der Goldschmiedekunst, nämlich des **Niellierens**. Die Niellisten gravierten Ornamente in die Oberfläche von Edelmetallgegenständen und füllten die Vertiefungen mit einer schwarzen Masse aus Silber, Blei und Schwefel. Die meisten Quellen zitieren den Namen des Florentiner Niellisten Tomasso (auch Masso) Finiguerra (1426-1464), als den ersten, der nach einem Niello einen Abdruck auf Papier herstellte, möglicherweise in der Absicht, ein Muster seiner Arbeit behalten zu können. Die Geburtsstunde des Tiefdruckes war der Moment, in dem zum erstenmal Platten nicht zum Selbstzweck, sondern zum Herstellen von Abdrücken auf Papier graviert wurden.

Der Kupferstich (Tiefdruck ab einer gestochenen Kupferplatte) erfuhr unter den europäischen Künstlern eine rasche Verbreitung, und im Laufe der Zeit wurden verschiedene Techniken erfunden, um Tiefdruckplatten herzustellen. Obwohl die manuellen Techniken des Tiefdruckes meist als **Kupferdruck** bezeichnet werden, wurden im Laufe der Geschichte verschiedene Materialien zu Tiefdruckplatten verarbeitet, in der ersten Zeit **Eisen, Messing, Kupfer oder Zink**, heutzutage neben Kupfer und Zink auch vereinzelt **Kunststoffplatten**. Die Druckplatten können auf mechanischem, chemischem oder photochemischem Wege hergestellt werden. Ausnahmsweise wird auch die **elektrolytische Gravur** eingesetzt, mit der die Ätztiefe sehr fein gesteuert werden kann.

Angenommen, wir haben eine fertig verarbeitete Tiefdruckplatte vor uns. Die Platte wird zuerst mit Terpentin gereinigt und anschliessend mit einer speziell für den Kupferdruck bestimmte Farbe so eingeschmiert, dass alle Vertiefungen ausgefüllt werden. Dieses Einfärben geschieht mit Stoffballen, den auf französisch so genannten "Poupées". Die Platte kann leicht erwärmt werden, um die Farbe zum Schmelzen zu bringen, die nicht allzusehr verdünnt werden darf, da sie sonst beim anschliessenden Wischen der Platte allzu stark von der Gaze aufgesogen würde. Die Oberfläche der eingeschmierten Platte wird mit Gazetüchern rein gewischt, so dass nur noch in den Vertiefungen die Farbe sitzen bleibt. Die Abbildung schematisiert das Einfärben einer Tiefdruckplatte.

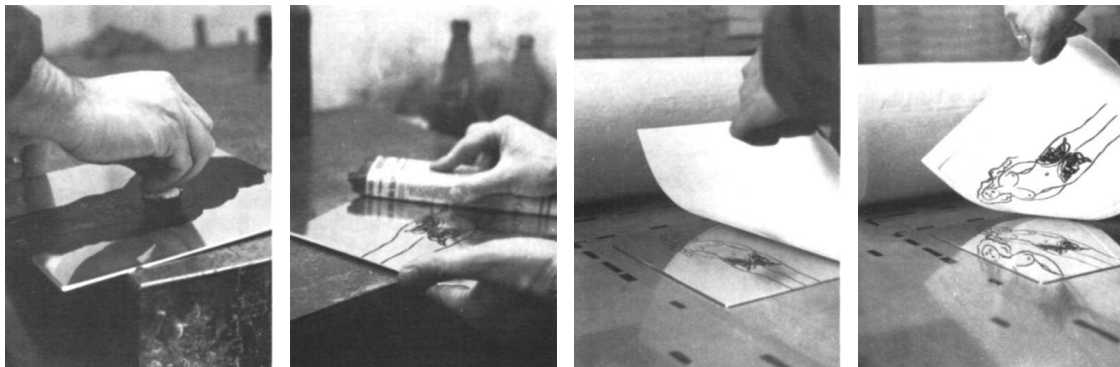


Manchmal ist es bei Künstlerdrucken erwünscht, dass die der Plattenoberfläche entsprechenden Stellen nicht rein Weiss erscheinen, sondern einen sogenannten **Plattenton** aufweisen. Die Platte wird in diesem Fall nicht ganz rein geputzt oder man greift zu einem anderen Kunstgriff des Kupferdruckers, zum sogenannten **Retroussage**. Beim **Retroussage** wird mit einem Tüllballen auf der heissen Platte leicht hin- und hergewandelt, so dass ein Teil der Druckfarbe auf die Plattenoberfläche gezogen wird. Dabei können zart verwischte Linien erreicht werden, die an eine Kaltnadelradierung erinnern. Ein guter Kupferdrucker übertreibt die Anwendung solcher Kunstgriffe nie. Sollen reine Weissen erreicht werden, empfiehlt es sich, nach dem letzten Wischen die Platte mit der mit Kreidepulver eingestaubten Hand zu überfahren. Bevor die eingefärbte und gewischte Platte in die Presse kommt, müssen die Ränder mit Terpentin gereinigt werden. Auch das Abreiben der Ränder mit Kreide empfiehlt sich. Vor dem Abdruck sollte die Platte über einer Gasflamme leicht erwärmt werden, um die Druckfarbe zu verflüssigen. Die Standardpresse des manuellen Tiefdrucks, die **Kupferdruckpresse**, besteht im wesentlichen aus einer dicken Stahlplatte (Laufbrett), die sich zwischen zwei Stahlwalzen hindurchbewegt, die über ein Zahnradgetriebe mit einem Handrad bewegt wird. Der Druck kann mit der Höhe des oberen Zylinders eingestellt werden. Früher wurden Kupferdruckpressen aus Holz, vielfach aus Buchs hergestellt. Heute werden sie ausschliesslich aus Metall angefertigt.

Vor dem ersten Abdruck wird die genaue Position der Platte und des Papiers auf der Laufplatte der Presse markiert. Der obere Zylinder wird

meist mit einem **Woll- oder Filztuch** bedeckt, das beim Drucken über das Papier und die Platte abrollt. Das zuvor gefeuchtete Papier wird vorsichtig in die markierte Position gelegt und das Antriebsrad der Maschine wird so bewegt, dass sich der Lauftisch mit dem Papier auf den Zylinder hin bewegt. Sobald das Papier mit seiner hinteren Seite unter dem Zylinder festgeklemmt wird, kann es vorsichtig angehoben werden, und die vorgewärmte Druckplatte wird ihrerseits auf die markierte Stelle der Laufplatte gelegt. Nun wird die Laufplatte mit der Druckplatte und dem Papier unter dem Druckzylinder hindurchgezogen. Dabei wird das Papier in die eingefärbten Vertiefungen der Platte hineingedrückt, so dass die Farbe von der Platte auf das Papier übergeht. Viele Künstler verzichten auf das Einklemmen des Bogens unter dem Zylinder und legen das Papier einfach auf die eingefärbte Platte.

Die Figur illustriert kurz den Abdruck einer manuellen Tiefdruckplatte in einer Kupferdruckpresse.



A

B

C

D

Figur A zeigt das Einfärben der Platte. In B wird die Platte abgewischt; in unserem Fall wendet der Künstler eine sehr persönliche Form des Abwischens an, mit einer von Zeitungspapier umwickelten Holzleiste. In Abbildung C wird das Papier auf die bereits auf der Presse liegende Druckplatte gelegt. Schliesslich wird in Abbildung D das bedruckte Blatt von der Platte gelöst.

Der manuelle Kupferdruck wird meist auf spezielles Kupferdruckpapier abgezogen, ein schwach geleimtes Papier grosser Festigkeit, welches das Anfeuchten und den Durchgang unter dem hohen Druck der Presse schadlos überstehen kann, und andererseits weich genug ist, um seine Oberfläche den Vertiefungen der Platte anzupassen. Auch Japanpapier ist für den Kupferdruck sehr geeignet. Es gab eine Epoche in welcher der Druck auf Chinapapier üblich war. Heute ist dieses verfahren, bei dem ein Stück Chinapapier des genau gleichen Formates wie das Bild auf der platte im Moment des Druckens auf ein Trägerpapier übertragen wurde,



in Vergessenheit geraten. Das Chinapapier ist ein dünnes, feines Papier, das auf die genaue Bildgrösse zugeschnitten wird. Bevor es auf die Druckplatte gelegt wird, muss es auf beiden Seiten mit einer Bürste aufgeraut werden, so wie auch das Trägerpapier auf der Bildseite. Im Moment des Druckes wird das Chinapapier auf die Platte aufgelegt. Unter dem grossen Druck der Presse haften die Papiere so aufeinander, dass man meinen könnte, es handle sich um einen einzigen Papierbogen.



Kleine Kupferdruck Handpresse

Bevor die ersten Pioniere des Tiefdruckes über die geeignete Presse verfügten, wurde das Papier auf die eingefärbte Platte gelegt und mit einer harten Bürste beklopft bis die Farbe der Vertiefungen auf das Papier übergegangen war.

Für Kupferstecher, die keine eigene Kupferdruckpresse besitzen, gibt es ein Verfahren, um Zustandsprobedrucke herzustellen, die nach einiger Erfahrung den Zustand der Arbeit recht gut beurteilen helfen. Dazu wird die Platte eingefärbt und gewischt, wie wenn sie in der Presse abgedruckt werden sollte. Anschliessend wird etwas Kollodium auf die Platte gegossen und trocknen gelassen, bis sich eine feine Haut bildet, die vorsichtig abgezogen werden kann und auf der die Druckfarbe haften bleibt.

Da die Abnutzung einer Druckplatte während des Auflagedrucks dank dem Wischen mit den Gazen und dem Druck der Presse sehr ausgeprägt ist, ist die Anzahl befriedigender Abdrucke, die man von einer bestimmten Platte erhalten kann, sehr beschränkt, vor allem bei gewissen Techniken, wie etwa der Kaltnadelradierung, bei der man in vielen Fällen ohne Verlust des mysteriösen Schleiers, der seine Linien umgibt, nicht mehr als 20 oder 30 Abdrücke erreichen kann. Im Laufe der Geschichte wurden verschiedene Systeme entwickelt, mit denen das Leben einer Tiefdruckplatte verlängert werden kann. Da ist vorerst der **Stahlstich** oder **Sidero-**

**graphie** zu nennen, dank dessen Härte wesentlich grössere Auflagen gedruckt werden konnten. Vor der Gravierarbeit wurden die Stahlplatten enthärtet, um sie verhältnismässig weich zu machen. Das Material ist allerdings auch so noch sehr hart und erlaubt es kaum, die tiefen, saftigen Linien des Kupferstiches nachzuahmen. Vor dem Auflagedruck wird die Stahlplatte wieder gehärtet, so dass sie die ursprüngliche Härte annimmt. Der Stahlstich hat eine sehr wichtige Rolle bei Buchillustration vornehmlich der ersten Hälfte des XIX Jahrhunderts gespielt. Von 1870 an begann er dank eines anderen Verfahrens, das die Abnutzungsfestigkeit der Tiefdruckplatten erhöhte, dem **Verstählen** der Kupferplatten, zu verschwinden. Das Verstählen, wie man die elektrolytische hauchdünne Beschichtung der Metallplatten mit einem härteren Metall nannte, war theoretisch seit etwa 1840 bekannt, aber die Anwendung in der Praxis setzte wie gesagt erst etwa um 1870 ein. Dank der extremen Dünne der elektrolytischen Schicht erfährt das Druckbild gegenüber demjenigen der unverstählten Platte keinen feststellbaren Unterschied. Nützt sich diese Hilfschicht ab, kann sie erneuert werden. Zink ist leider nur schlecht zum Verstählen geeignet. Der Überzug bestand am Anfang aus Eisen, das aber leicht oxidierte. Später wurden die Platten vor allem vernickelt oder verchromt, was auch heute noch mit den modernen Rotationstiefdruckzylindern gemacht wird.

Wenn es darum geht, eine grosse Anzahl von Abdrucken von einer einzelnen Tiefdruckplatte zu erzeugen, wie etwa im Falle des Banknotendrucks, des Drucks von Briefmarken oder von Aktien, werden möglichst genaue Duplikate der Originaldruckplatte benötigt. Werden Briefmarken im Stichtiefdruck-Verfahren gedruckt, was leider immer weniger gemacht wird, wird folgendermassen vorgegangen:

Die Originalplatte wird mit dem Grabstichel auf eine Kupferplatte oder weiche Stahlplatte gestochen. Dann wird diese Originalplatte gehärtet oder verstählt.

Von diesem einzigen Original können mehrere Matrizen durch grossen Druck auf einen weichen Stahlzylinder übertragene werden. Diese so genannte **Molette** weist nach der Übertragung ein Relief auf, das sich von einem Buchdruckrelief dadurch unterscheidet, dass das Niveau der Linien variabel ist. Diese Molette wird anschliessend ihrerseits gehärtet.

Schliesslich kann das Relief der Molette durch hohe Druckanwendung sooft auf den Druckzylinder übertragen werden, wie Marken in einem Bogen gedruckt werden. Nun haben wir eine Serie Duplikate der Originalplatte auf dem Druckzylinder, der jetzt für den Auflagedruck auch gehärtet wird.

Manchmal schleicht sich beim ganzen Prozess ein kleiner Fehler ein, zur grossen Freude der Philateler, die solche Besonderheiten sammeln.

Vor der Gravurarbeit muss die Platte vorbereitet werden. Diese Vorbereitung ist allen manuellen Tiefdrucktechniken gemeinsam. Es wird empfohlen, die Platte zuerst mit den abgeschrägten Kanten (Facetten genannt) zu versehen. Diese müssen so abgerundet werden, dass sie das Papier beim Drucken nicht verschneiden. Diese Arbeit kann mit einer Feile oder mit einer mechanischen Fräse vorgenommen werden. Die Facette ist ein Brauch der neueren Zeit. Früher wurde von Platten gedruckt, die grösser als das Papierformat waren. Die Oberfläche des Metalls muss spiegelblank poliert werden. Sie wird erst mit Schleifpapier zunehmender Feinheit bearbeitet und dann mit einem Poliermittel oder einfach einem feuchten Lappen und feinem Kreidepulver zu Ende poliert.

Polierte Platten, die nicht sofort weiterverarbeitet werden, oder Platten, die zu einem späteren Auflagedruck aufbewahrt werden sollen, sollten mit einer dünnen Wachsschicht überzogen werden, die mit einem Lappen auf die aufgewärmte Platte aufgetragen wird.

## Die mechanischen Techniken

Die hauptsächlichsten mechanischen Verfahren, die anschliessend beschrieben werden, sind der **Kupferstich**, die **Kaltnadelradierung**, die **Crayonmanier** und die **Schabkunst** (Mezzotinto). Beim Erarbeiten einer Platte werden meist mehrere Techniken miteinander kombiniert.

### Der Kupferstich

Der **Grabstichel**, den wir bereits beim Tonholzschnitt kennenlernten, ist eine vorne geschliffene, prismatische Stahlrute, an deren einem Ende ein Griff angebracht ist, dessen unterer Teil parallel zu der Achse abgeseigt wurde, um die Arbeit unter sehr spitzem Winkel zu ermöglichen. Die Grabstichel werden mit verschiedenem Querschnitt hergestellt, quadratisch, rhombisch, dreieckig,... Es gibt Grabstichel mit mehrfacher Spitze, die allerdings vor allem in der Holzschneidekunst eingesetzt wurden. Vor Beginn der Arbeit muss der Kupferstecher seine Grabstichel schleifen. Diese Arbeit ist eine wichtige Voraussetzung für das Gelingen eines Kupferstiches und viel schwieriger, als es scheinen möchte.

Die zu stechende Platte wird meistens mit einer dünnen Lackschicht abgedeckt, auf welche die Zeichnung gepaust werden kann. Man bedenke, dass natürlich auch hier die Zeichnung spiegelverkehrt ausgeführt werden muss. Vielfach wird die Platte zudem über einer Flamme mit Russ geschwärzt.

Der Stecher legt seine Platte auf ein hartes Lederkissen, auf dem er sie während der Arbeit frei drehen kann, wie das auch die Holzstecher mit ihren Holzstöcken machen. Der Grabstichel wird dabei fast waagrecht in der rechten Hand gehalten. Die rechte Hand übt in Schneidrichtung den Druck auf den Griff aus, während mit einem Finger der Druck der Spitze gegen die Platte gesteuert wird. Der Grabstichel hebt einen langen, dünnen Span aus der Oberfläche der Platte ab und hinterlässt eine feine Rille in der Platte, manchmal mit einem leichten seitlichen Grat, der mit einem speziellen Werkzeug, dem **Schaber** entfernt wird. Die Breite und Tiefe der Linien variieren mit dem auf die Spitze des Grabstichels ausgeübten Druck. Die mit dem Grabstichel geschnittenen Linien laufen beidseitig in eine Spitze aus. Dies ist eines der Hauptmerkmale der dem Kupferstich eigenen Linien, im Gegensatz zu anderen manuellen Tiefdrucktechniken, wie etwa der Kaltnadelradierung oder der Radierung.

Der Kupferstich ist eine der schwierigsten aller graphischen Techniken. Trotzdem gab es eine Zeit, in der viele Künstler und Handwerker diese Technik beherrschten und sie für alle möglichen Aufträge, wie Bildnisse oder Reproduktionen anhand berühmter Ölgemälde einsetzten. Bis gegen Ende des XIX Jahrhunderts wurde vielfach auch der Text in die Kupferplatte gestochen. Probeabdrücke vor dem Eingravieren werden in diesem Zusammenhang als Abdrücke *'avant la lettre'* bezeichnet.

Wie verschiedene andere besonders schwierige Techniken, hat auch der Kupferstich gewisse Künstler zur Schaffung von Werken verleitet, die ausschliesslich die Schaustellung einer schwer vorstellbaren Virtuosität bezwecken. Dies ist der Fall eines berühmten Stichs von Claude Mellan (1598-1688), der in einer einzigen spiralförmigen Linie geschnitten wurde, die durch die blosse Variierung ihrer Breite und Tiefe alle Halbtoneffekte erreicht, fast wie bei einer photomechanischen Autotypie.

## Die Kaltnadelradierung

Während der Grabstichel einen Span aus der Platte hebt und eine gratlose Rille erzeugt, die im Druck als scharf begrenzte schwarze Linie hervortritt, hinterlässt die Radiernadel neben der Rille einen starken **Grat**, der sich im Druck als zarter Schatten bemerkbar macht. Die Bearbeitung der Platte mit der Radiernadel ist nicht spanabhebend; vielmehr wird das Material seitlich verdrängt, wie das etwa beim Pflügen eines Ackers der Fall ist. Die Radiernadel ist eine in einen Holzgriff montierte Stahlnadel, mit welcher der Radierer in annähernd senkrechter Stellung auf die Oberfläche der Platte einwirkt. manchmal werden dazu auch in einen Griff gefasste **Grammophonadeln** oder sogar **Diamantspitzen** eingesetzt. Der Grat, der durch die Wirkung der Radiernadel erzeugt wird, kann je

nach dem Winkel zwischen Nadel und Plattenoberfläche ein- oder zweiseitig verlaufen. Da der Grat sowohl beim Einfärben, wie auch beim Durchgang durch die Presse stark abgenutzt wird, können von Kaltnadelradierungen selten mehr als 20 oder 30 befriedigende Abdrücke hergestellt werden. Wird die Platte verstäht, so kann die Auflage zwar wesentlich erhöht werden, ohne aber so hohe Auflagen erreichen zu können, wie mit anderen Techniken. Vielfach werden nach einer gewissen Anzahl Drucke die Linien auf der Platte etwas nachgezogen. Allerdings müsste man nach einer solchen Retusche von einem anderen **Zustand** des Druckes sprechen.

Die Kaltnadelradierung wurde offenbar bereits vereinzelt Ende des XV Jahrhunderts gepflegt. Rembrandt wandte das Verfahren in seinen Radierungen (nicht Kaltnadelradierungen) an, um einzelne Retuschen anzubringen.

## Die Crayonmanier

Um die Qualität einer Bleistiftzeichnung nachzuahmen gibt es in der manuellen Tiefdrucktechnik zwei Werkzeuge, die unter den französischen Namen von "Mattoir" und "Roulette" bekannt sind. Das Mattoir ist eine Art Stahligel mit einem Holzgriff. Wird die Tiefdruckplatte mit diesem Werkzeug bearbeitet, erhält man einen Abdruck, der die Struktur einer Bleistiftzeichnung nachahmt. Als Erfinder dieser Technik gilt Jean-Charles François (1717-69), der von 1757 an sogar farbige Zeichnungen, sowie Aquarelle mit einfacher Farbgebung nachahmte. Nach dem Vorbild des Mattoir schuf Gilles Demarteau (1722-76) die **Roulette**, ein Stahlrädchen mit feinen Stacheln, mit denen sich die Platte in ähnlicher Weise wie mit dem Mattoir bearbeiten lassen. Die Roulettes werden in verschiedenen Formen, Grössen und Feinheiten hergestellt. Die Roulette kann auch zum Retuschieren von Schabkunstplatten, Aquatintaplatten und sogar von photomechanischen Rasterbildern auf Film oder auf typographischen Platten eingesetzt werden.

Auf analoge Art kann die Platte mit einem Hämmerchen bearbeitet werden, das in einer oder mehreren Spitzen endet. Dieser sogenannte **Punktierstich** (englisch *Stipple engraving*) war im XVIII Jahrhundert in England stark verbreitet. Als einer seiner grössten Meister gilt der Italiener Francesco Bartolozzi (1728-1813), der in England lebte und wirkte.



## Die Schabkunst (*Mezzotinto*)

Innerhalb der graphischen Techniken ist die Schabkunst (auch Mezzotinto, Schwarzkunst, schwarze Manier oder englische Manier genannt) das älteste aller Halbtonverfahren. Das Verfahren, wie es von Ludwig von Siegen (1609-1656) um 1641 erfunden wurde, besteht darin, alle Teile einer total gekörnten Platte so zu polieren, dass daraus die entsprechenden Grautöne entstehen. Nach dem Verfahren Siegens wird die Platte mit einem Instrument gekörnt, das wie ein gezähntes Wiegemesser aussieht und auf französisch als "Berceau" bezeichnet wird. Dazu wird die Platte in verschiedenen Richtungen mit diesem Wiegemesser bearbeitet, um eine vorherrschende Richtung des Kornes zu verhindern. Würde die so gekörnte Platte abgedruckt, so ergäbe sich eine vollständig schwarze Fläche. Von der Zeichnung her betrachtet ist die Schabkunst ein negatives Verfahren, wie auch der Holzschnitt, wird doch bei beiden Techniken vom Schwarzen ins Weisse gearbeitet. Auf die gekörnte Platte wird die Zeichnung gepaust, die in Grautönen, nicht in Linien zu interpretieren ist. Das **Schabeisen** und der **Polierstahl** in seinen mannigfaltigen Formen sind die hauptsächlichen Werkzeuge, mit denen die einzelnen Zonen der gekörnten Platte vom Schwarzen in die entsprechenden Grautöne gearbeitet werden. Durch das Bearbeiten der Plattenoberfläche mit dem Polierstahl werden die durch das Körnen aufgerissenen Poren zunehmend verstopft.

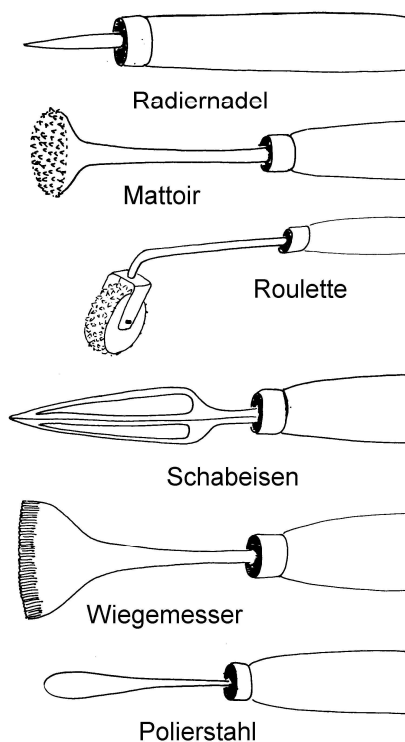
Für die Zwecke der Schabmanier muss die Platte nicht unbedingt mit dem Wiegemesser gekörnt werden. Die Struktur, die ein Blatt Glaspapier auf der Platte erzeugt, wenn es zusammen mit dieser durch die Presse gezogen wird, kann auch als Körnung für die Zwecke der Schabkunst dienen. Die Schabkunst kann mit der Roulette so retuschiert werden, dass der Unterschied im Korn nicht auffällt. Die grosse Epoche der Schabkunst war die Zeitspanne zwischen Ende des XVII und Ende des XVIII Jahrhunderts. Die Technik war in England besonders beliebt und wird daher auch etwa als **englische Manier** bezeichnet.

Jacques-Christophe Le Blond (1667-1741) benutzte von 1732 an das Schabkunstverfahren zur Herstellung von **Farbproduktionen**, wobei er sämtliche Farbtöne durch Übereinanderdrucken von drei in den Farben Blau, Gelb und Rot eingefärbten Platten erreichte. In diesem Sinne kann Le Blond heute als Vorläufer des modernen Dreifarbindruckes angesehen werden.



## Chemische Verfahren, Die Radierung

Wird die manuelle Tiefdruckplatte nicht mit einem mechanischen Werkzeug bearbeitet, sondern mit chemischen Substanzen geätzt, so nennt man die Technik **Radierung**. Die Technik der Ätzung wurde bereits von den mittelalterlichen Arabern in Damaskus und in Spanien zum Verzieren von Waffen angewandt. Die Anwendung der Ätztechnik auf



den Tiefdruck erfolgte jedoch nicht vor dem XVI Jahrhundert. Man weiss allerdings nicht mit Sicherheit, wer als erster Radierungen herstellte. Um die Wirkung der Säure auf die Platte zu steuern, wurden viele Verfahren erfunden. Anschliessend sollen die wichtigsten darunter kurz beschrieben werden.

Die grundsätzliche Technik ist die folgende: Auf eine spiegelglatt polierte und mit Alkohol, Azeton und Ammoniak gereinigte Metallplatte wird eine dünne, ätzfeste Lackschicht verteilt. Auf diese Lackschicht wird die Pause der seitenverkehrten Zeichnung aufgepaust. Anschliessend wird die Zeichnung mit einer **Radiernadel**, die keine allzu scharfe Spitze haben sollte, in den Lack geritzt, und zwar so, dass das Metall freigelegt, nicht aber angekratzt wird. Auch andere Werkzeuge als die Radiernadel, wie etwa die Roulette oder das **Mattoir** können eingesetzt werden.

Sobald die ganze Zeichnung in den Lack geritzt ist, werden die Ränder sowie die Rückseite der Platte mit Asphaltlack oder einem anderen säurefesten Lack abgedeckt. Die Platte wird nun in eine Schale mit Säure eingelegt bis die Striche die richtige Tiefe erreichen. Während der Ätzzeit müssen die Gasblasen ab und zu vertrieben werden, was am besten mit einer Vogelfeder geschieht. Die so geätzte Platte wird gut gewässert, dann wird die Lackschicht mit einem entsprechenden Lösungsmittel abgelöst, wonach die Platte für den ersten Probedruck bereit ist.

In den verschiedenen Radiertechniken finden verschiedene Schutzlacke (man spricht auch von **Ätzgrund**) ihre Anwendung. Flüssiger Lack wird mit dem Pinsel, mit einer Walze oder mit der Zentrifuge aufgetragen. Nach dem Trocknen kann die Zeichnung eingeritzt werden. Lack in Stangen wird mit einem Lappen auf die heisse Platte aufgetragen, solange diese noch heiss genug ist, um ihn flüssig zu erhalten. Manchmal kommt durchsichtiger Lack zur Anwendung, durch den man die bereits geätzten

Linien deutlich erkennen kann. Ein spezieller **Korrekturlack** kann mit der Walze so aufgetragen werden, dass nur die Oberfläche der Platte bedeckt wird und die bereits geätzten Linien tiefer geätzt werden können. Neben diesen verschiedenen Sorten Hartgrund, die etwa aus Wachs, Mastix, Asphalt und Harzen zusammengesetzt sein können (meist leistet schon ganz gewöhnliche Kunstharzfarbe gute Dienste) gibt es auch die weichen Gründe, die sich durch einen verhältnismässig hohen Anteil an Talg (tierischem Fett) auszeichnen und deren spezielle Anwendung später besprochen wird.

Die hauptsächlichlichen chemischen Substanzen, die beim Ätzen von Tiefdruckplatten angewandt werden, sind die Salpetersäure und das Eisenchlorid ( $\text{FeCl}_3$ ). Die Salpetersäure wirkt rasch, unregelmässig und eigensinnig, während das Eisenchlorid äusserst langsam arbeitet, aber sehr saubere und vielleicht etwas kalt anmutende Linien ätzt. Berühmte Radierer hatten meist ihre eigenen Rezepte, in denen manchmal auch Essigsäure, Salzsäure oder Kochsalz eine Rolle spielten. Der Kuriosität halber sei hier die Formel von Piranesi angeführt:

Wasser	80 g
Starker Essig	40 g
Kupfersulfat	20 g
Ammoniaksalz	20 g
Kochsalz	20 g
Alaun	5 g

Normalerweise wird eine Radierung nicht in einem einzigen Ätzprozess fertig geätzt. Eine der grundlegenden Eigenschaften des Tiefdruckes ist die Tatsache, dass zwei gleich breite Linien nicht unbedingt gleich schwarz drucken müssen, sondern je nach der Tiefe der eingefärbten Rillen mehr oder weniger Farbe aufnehmen und somit an das Papier abgeben können. Wird nun die Platte einer einzigen Ätzung unterworfen, so wird diese wertvolle Eigenschaft, die es erlaubt, breite helle und dunkle schmale Linien zugleich abzudrucken, nicht ausgenutzt, da dann alle gleich breiten Linien auch gleich tief geätzt werden. Einer der ersten, die diese Tatsache erkannten und durch Anwendung wiederholter Ätzbäder auszunutzen verstanden, war der französische Radierer Jacques Callot (1592-1635). Bei der Anwendung verschiedener Bäder können grundsätzlich zwei Arbeitsweisen unterschieden werden.

Im ersten Fall werden alle Linien der Radierung aufs Mal gezogen. nach einer kurzen Anätzung werden alle diejenigen Linien, die nur ganz helle Grautöne drucken sollen, mit Asphaltlack abgedeckt. Nach einer

weiteren Ätzung werden die Linien, die einen mittleren Grauton ergeben sollen, ebenfalls abgedeckt. Dieses Verfahren wird wiederholt, bis auch die dunkelsten Linien die gewünschte Äztiefe erreichen.

Im zweiten Fall werden zuerst die Linien, welche die maximale Äztiefe erreichen sollen in den Ätzgrund geritzt und geätzt. Dann werden die Linien, die einem mittleren Grauton entsprechen in die Ätzreserve gegraben, wonach die Platte wiederum geätzt wird. Erst zuletzt werden die hellsten Linien gestochen und kurz angeätzt.

Die Radierplatten können selbstverständlich mit den Werkzeugen der mechanischen Gravur, wie etwa dem Grabstichel, der Roulette oder dem Polierstahl retuschiert werden.

Bei den chemischen Verfahren können die Säurebäder durch elektrolytische Bäder ersetzt werden. Diese sogenannten galvanokaustischen Verfahren erlauben eine sehr genaue Kontrolle der Äztiefe.

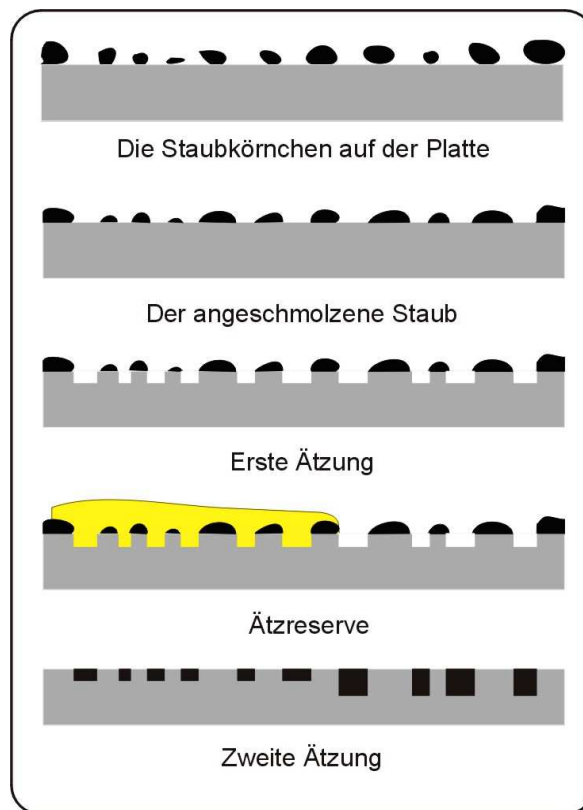
## Das Aquatintaverfahren

Das Aquatintaverfahren ist eine reine Tonmanier, nicht eine Strichmanier. Die Struktur, der Raster, der die verschiedenen Pseudo-Grautöne erzeugt, kann auf verschiedene Arten entstehen. Die Erfindung des Verfahrens wird Jean-Baptiste Le Prince (1733-81) zugeschrieben. Das Aquatintaverfahren wird übrigens selten alleine, meist zusammen mit der eben besprochenen Linienradierung angewandt.

Das klassische Aquatintakorn ist das Harz- oder das Asphaltkorn, das sich im Staubkasten auf die Platte absetzt. Der Staubkasten ist im wesentlichen eine Kiste, die in ihrem unteren Teil mit einer Art flachen Schublade versehen ist, durch welche die zu körnende Platte eingeführt wird. Die grossen Staubkasten (für grosse Plattenformate) haben eine mechanische Vorrichtung, etwa einen Propeller, um die Luft im Kasten aufzuwirbeln und dadurch den auf dem Grund des Kastens angesammelten Staub mit der Luft zu vermischen. Kleinere Staubkasten kommen ohne solche Systeme aus und werden einfach auf den Kopf gestellt, wenn es gilt eine Platte zu körnen. Wichtig sind glatte Seitenwände des Kastens, um zu verhindern, dass sich Staub in einer Unebenheit sammeln und aufs Mal auf die Platte fallen kann.

Um eine Platte im Staubkasten zu körnen, muss eine Handvoll Harz- oder Asphaltpulver (Kolophonium ist bestens geeignet) in den Kasten gegeben werden und die Luft im Kasten gut aufgewirbelt werden. Nachdem die Luft mit Staub gesättigt ist, wartet man eine Zeitlang, um den grössten Staubpartikeln Zeit zu lassen, um sich auf den Boden zu setzen. Diese Frist beträgt meist etwa eine bis drei Minuten, je nach der Beschaf-

fenheit des Harzstaubes und je nach der gewünschten Feinheit des Kornes, die mit der Wartezeit zunimmt.



Das Aquatintakorn

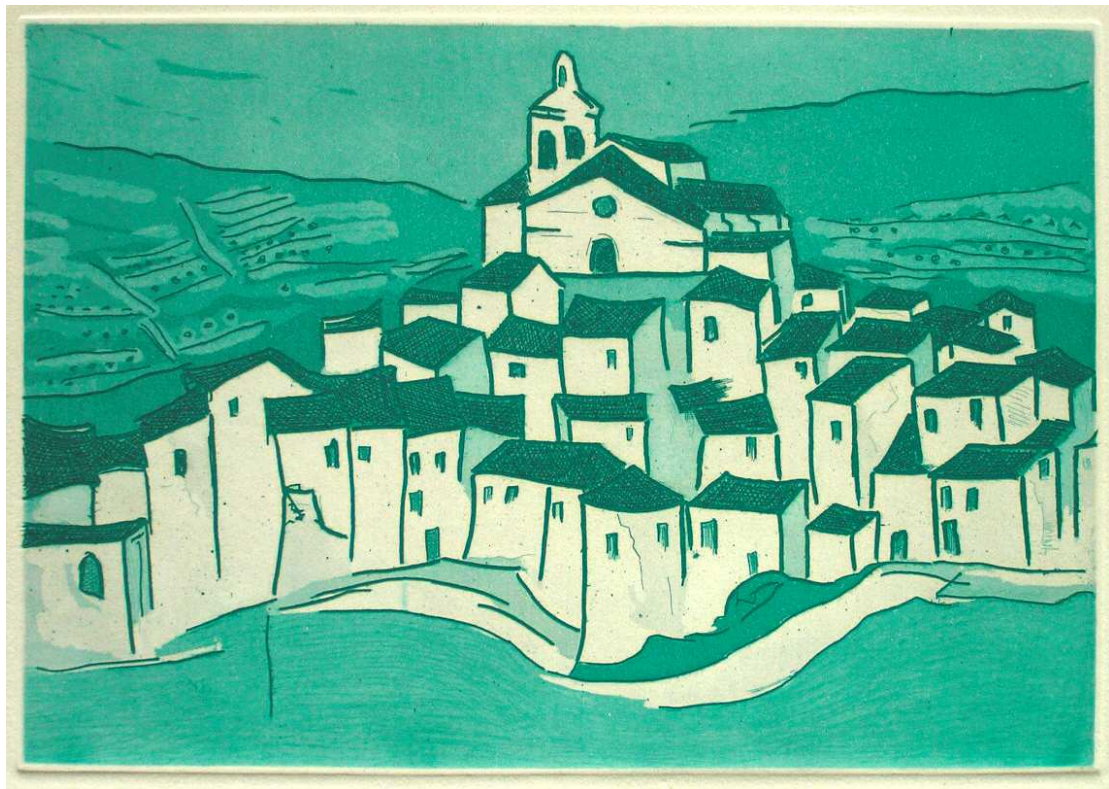
Im richtigen Augenblick, den nur die Erfahrung lehren kann, wird die Platte durch die Schublade ins Innere des Kastens geschoben und so lange dort liegengelassen, bis sich genügend Staubkörner auf sie abgesetzt haben. Nun wird die Platte mit allergrößter Sorgfalt herausgezogen, damit sich die Körner nicht bewegen können. Die Platte wird nun auf einen Metallrost gelegt und von unten her mit einer Gasflamme vorsichtig aufgewärmt bis die Harzkörner auf der auf Hochglanz polierten Platte anschmelzen. Auf der so vorbereiteten Platte werden vorerst all diejenigen Teile abgedeckt, die beim Druck weiss bleiben sollen. Dann wird die Platte zum ersten Mal geätzt. Anschliessend wird gewässert und getrocknet. Hier soll auf den Unterschied dieses Verfahrens zum entsprechenden Steindruckverfahren (lithographisches Aquatinta) hingewiesen werden. Während das lithographische Verfahren zum Erreichen verschiedener Graueffekte auf das mehrmalige Einstäuben angewiesen ist, können beim Tiefdruckverfahren alle Grautöne mit einer **einzig** Harzkörnerstruktur erwirkt werden, da die Grautöne hier nicht nur von der Ausdehnung der Druckelemente, sondern auch von deren Tiefe abhängen; selbstverständ-



lich kann auch hier die Technik des mehrmaligen Einstäubens angewandt werden, was aber weder notwendig, noch üblich ist.

Nach der ersten Ätzung werden alle Teile, die hellgrau erscheinen sollen, abgedeckt. Anschliessend wird die Platte wiederum geätzt, wobei die von Abdecklack freien Stellen weiter vertieft werden. So entsteht in sukzessiven Schritten eine Aquatintaplatte mit mehreren abgestuften Grautönen.

Die oben beschriebene klassische Art der Körnung einer Aquatintaplatte ist nicht die einzige mögliche, wohl aber die am weitesten verbreitete. Anschliessend sollen noch sechs weitere Verfahren zur Körnung einer Aquatintaplatte angegeben werden.



Aquatinta von Miquel Plana

Die Abbildung 'Aquatinta de Miquel Plana' stellt eine im Fischerdorf Cadaqués inspirierte Radierung dar. Das Meer, die Landschaft und der Himmel sind mit Aquatintatechnik wiedergegeben. Die Dächer wurden mit der Radiernadel schraffiert. Miquel Plana von Olot benutzt gerne das im folgenden Abschnitt beschriebene Korn zur Herstellung seiner Aquatinta-Blätter.

## Aerosolverfahren

Vielfach wird ein Aquatintakorn auch durch leichtes Besprühen der Plattenoberfläche mit Kunstharzfarbe aus der Spraydose erzeugt. Die feinen Tröpfchen wirken als Reserve anstelle der Harzkörnchen.

## Sandkorn

Dieses System besteht darin, die mit einer dünnen Schicht Ätzgrund versehene Platte zusammen mit einem Glaspapier dem Druck der Kupferdruckpresse auszusetzen, so dass der Ätzgrund von den Körnern des Glaspapiers teilweise bis auf das Metall durchdrungen werden. Meist wird die Platte mehrmals durch die Presse gedreht, mit jeweils leicht veränderter Position des Sandpapiers.

Beim Vergleich des so entstandenen Kornes mit dem klassischen Aquatintakornes fällt uns sofort auf, dass anstelle der wurmförmigen Linien, welche beim klassischen Verfahren die Harztröpfchen umgeben hier runde Punkte auftreten, die der Position der Sandkörner entsprechen. Wir haben es hier mit der negativen Struktur des klassischen Aquatintaverfahrens zu tun.

## Weingeistaquatinta

Gewisse alkoholische Harzlösungen haben die Eigenschaft, beim Trocknen zu zerreißen, so dass dabei eine unregelmässige Struktur entsteht, die am besten mit dem französischen Ausdruck Craquelé beschrieben wird. Eine mit einer derartigen Lösung bedeckte Kupferplatte kann auch in Aquatintamanier verarbeitet werden. Das Korn des manchmal so genannten "Weingeistaquatinta" mahnt an eine Art Geflecht, und kann, wenn man damit keinen Missbrauch treibt, sehr künstlerisch wirken. Diese Technik war im XVIII Jahrhundert sehr beliebt.

## Schwefel-Aquatinta

Ein anderes System besteht darin, die zu körnenden Teile der Plattenoberfläche mit einer Mischung von Olivenöl und Schwefelpulver (Schwefelblumen) zu bestreichen. Eine chemische Reaktion erzeugt überall dort, wo sich ein Schwefelkörnchen niedergesetzt hat, eine kleine Vertiefung in der Platte, was eine allerfeinste, wenig ausgeprägte Struktur zur Folge hat. Diese Technik kann nur auf Kupferplatten eingesetzt werden.



Zuletzt muss das Öl mit einem Lösungsmittel aufgelöst werden, ohne dabei die unbedeckten Zonen der Platte zu verschmieren.

## Salz-Aquatinta

Auch mit Kochsalz können Aquatintaeffekte erreicht werden, wenn man folgendermassen vorgeht: Eine mit einer dünnen Wachsschicht bedeckte Platte wird leicht erhitzt, bis das Wachs sich verflüssigt. Auf die Platte wird allerfeinstes Kochsalz gestreut. Nach dem Erkalten wird die Platte in kaltes Wasser getaucht, bis die Salzkörnchen, die dank ihrem grösseren spezifischen Gewicht bis auf das nackte Metall der Platte abgesunken sind, weggeschmolzen werden und das Metall an den betreffenden Stellen von jeglichem Ätzenschutz befreit wird. Anstelle von Salz kann man auch Zucker verwenden.

## Das Aussprengverfahren

Das Aussprengverfahren ist ein System, das zur Verteilung komplizierter Ätzreserven im Aquatintaverfahren herangezogen werden kann. Dieses Verfahren kann als Positivverfahren betrachtet werden, da die dabei abgedeckten Teile dunkler drucken, als die nicht abgedeckten. Das Verfahren wird wie folgt angewandt: Auf die gekörnte Platte wird mit einer Mischung von **Tusche** und **Zucker** gezeichnet. Nach dem tadellosen Trocknen der Zeichnung wird die ganze Platte mit einer feinen Schicht von Ätzgrund überzogen. Dann wird die Platte in Wasser eingelegt, bis die auf dem Gemisch von Tusche und Zucker haftenden Teile des Ätzgrunds ihren Halt verlieren und abblättern. Nun kann die Platte geätzt werden.

Das Aquatintakorn kann auch als Korn für das Schabkunstverfahren verwendet werden. Das Herausarbeiten der Töne mit dem Polierstahl wird allerdings in diesem Falle erschwert. Man bedenke, dass das Wiegemeser das Material auf der Plattenoberfläche nur verdrängt, während beim Aquatintakorn ein Teil des Materials weggeätzt wird.

## Die Weichgrundradierung (*Vernis mou*)

Die Roulette ahmt die Struktur einer Bleistiftzeichnung nach, sowohl, wenn sie direkt die Platte bearbeitet, wie wenn sie bei der Radierung auf den Ätzgrund angewandt wird. Im beginnenden XVII Jahrhundert erfand Dietrich Meyer (1572-1658) ein anderes Verfahren, um mit dem manuel-

len Tiefdruck Bleistiftzeichnungen nachzuahmen: die Weichgrundradierung.

Der Weichgrund entsteht grundsätzlich durch Vermischen des gewöhnlichen Hartgrundes mit Talg (tierischem Fett).

Auf die mit weichem Grund beschichtete Platte wird ein körniges Papier so gelegt, dass es nicht verschoben werden kann, was am besten geschieht, indem man das umgeklappte Papier auf der Rückseite der Platte mit Klebeband befestigt. Wird nun auf dieses Papier mit Bleistift gezeichnet, so bleibt, bedingt durch den Druck, der Weichgrund an den bezeichneten Stellen auf dem Papier kleben, so dass an diesen Stellen nach dem Entfernen des Papiers das Metall blossgelegt wird. Beim Druck ab der in diesem Zustande geätzten Platte wird die Kornstruktur des Papiers wiedergegeben. Man kann verschieden fein gekörnte Papiere nacheinander auf dieselbe Platte anwenden. Drei grosse Meister dieser Technik waren Thomas Gainsborough (1727-88), William Turner (1775-1851) und Félicien Rops (1833-98).

## Gaufrage

In den manuellen Tiefdrucktechniken geht die Übertragung der Druckfarbe mit einer permanenten Deformation des Papiers einher, die für den manuellen Tiefdruck charakteristisch ist und ihn veredelt. Diese Deformation wird manchmal absichtlich verstärkt, und es gibt auch Fälle, bei denen auf die Druckfarbe überhaupt verzichtet wird und die Reliefs als Selbstzweck erzeugt werden. Diese sogenannten **Gaufragen** oder **Blindprägungen** bilden eine Übergangsstufe zwischen den graphischen und den plastischen Techniken. Einer der Pioniere dieser Bewegung ist Étienne Hajdu, der sich in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen dieser Technik zuwandte.

## Photomechanische Verfahren

### Die Heliogravüre

Unter allen photomechanischen Verfahren ist die **Heliogravüre** den künstlerischen manuellen Verfahren am nächsten verwandt. Die Heliogravüre arbeitet mit einem allerfeinsten Aquatintakorn und wird meist mit den manuellen Werkzeugen des Kupferdruckers retuschiert, also mit dem Grabstichel, der Radiernadel, der Roulette oder mit dem Polierstahl. Der Druck erfolgt nach der Verstählung auf der herkömmlichen Kupferdruckhandpresse.

Die **klassische Heliogravüre** basiert auf dem Aquatintaverfahren und auf der Lichtempfindlichkeit der Chromatkolloide. Der industrielle **Rotationstiefdruck** hat sich aus der klassischen Heliogravüre entwickelt. Schon frühe Pioniere der Photographie versuchten, anhand photographischer Originale ohne Hilfe der menschlichen Zeichenkunst Tiefdruckplatten herzustellen. Eine solche Tiefdruckplatte wird als Heliogravüre bezeichnet. Wir haben im Kapitel über die Photographie schon den diesbezüglichen Versuch von Daguerre, Fizeau und Brévière erwähnt, der allerdings nicht von Erfolg gekrönt war.

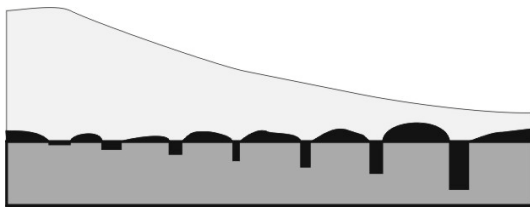
Paul Pretsch (1808-1873) erfand 1854 eine Art Heliogravüre, die er als **Photogalvanographie** bezeichnete und die den Ursprung einer ganzen Reihe ähnlicher Techniken bildete, von denen allerdings keine die Erfindung der Autotypie durch Meisenbach im Jahre 1882 überlebte. Bei der Photogalvanographie von Pretsch handelt es sich um die folgende Technik: Eine saubere Glasplatte wurde mit einem Gemisch von Wasser, Leim, Silbernitratlösung, Kaliumjodidlösung und Kaliumbichromatlösung beschichtet. Die trockene Platte wurde belichtet, mit Wasser gewaschen und galvanisch auf einen flexiblen Träger abgeformt. Dieser wurde wiederum galvanisch auf eine Kupferplatte übertragen, ab der dann gedruckt wurde, wie von einer gewöhnlichen Tiefdruckplatte. Das System beruht auf den feinen Rissen, die in der Bichromatgelatine entstehen, und deren Dimensionen von der Belichtung abhängen. Die mit diesem Verfahren hergestellten Drucke weisen das für den Lichtdruck typische Runzelkorn auf.

Zu jener Zeit wurden in verschiedenen Werkstätten verschiedene ähnliche Verfahren ausgeübt, normalerweise unter strenger Geheimhaltung des Verfahrens. Dank der grossen praktischen Schwierigkeiten hat keines dieser Systeme je grossen Erfolg gehabt.

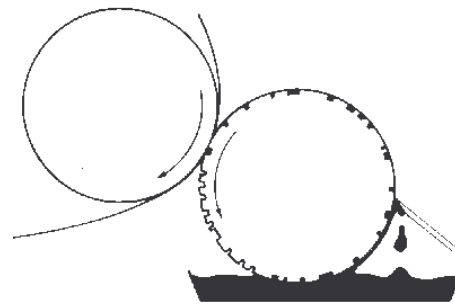
Eine entscheidende Idee hatte Talbot, der im Jahre 1858 ein Heliogravüerverfahren patentierte, das auf der Lichtempfindlichkeit der Bichromatgelatine und auf dem Aquatintakorn basierte. Das Prinzip dieser Erfindung Talbots war dasselbe, das später auch von Klič angewandt wurde, aber die Technik des letzteren unterschied sich vor allem durch den Ersatz der Bichromatgelatineschicht durch das Pigmentpapier. Talbot erfand das folgende Verfahren:

Die Platte wurde mit Bichromatgelatine beschichtet, trocken gelassen, unter einem Halbtondiapositiv belichtet und mit heissem Wasser entwickelt wie ein Gummidruck. Nach dem Trocknen wurde die Platte im Staubkasten mit einem Aquatintakorn aus Asphalt eingestäubt, das dann vorsichtig angeschmolzen wurde, ohne die Gelatine zu zerstören. Zuletzt wurde die Platte mit verschiedenen stark konzentrierten Eisenchloridlösungen geätzt, die Konzentrationen zwischen 30 bis 40° Baumé aufwiesen.

En verbessertes Verfahren ging davon aus, die Platte vor dem Beschichten mit Bichromatgelatine zu kornen. Um eine annehmbare Reproduktion zu erhalten, musste das Verfahren, ähnlich wie beim Gummi-Druck, drei oder vier Mal hintereinander angewandt werden, wobei dasselbe Diapositiv unter Einhaltung des genauen Passers, mit variierenden Belichtungszeiten verwendet wurde. Das erste Aquatintakorn wurde bei den verschiedenen Phasen des Prozesses beibehalten.



Ätzung der Heliogravüre



Rotationstiefdruck

Im Jahre 1879 gab der Wiener Maler und Graveur Karel Klič<sup>1</sup> der Heliogravüre ihre definitive Form. Das Verfahren von Klič ist das folgende: Die polierte Kupferplatte wird wie bei allen herkömmlichen Tiefdruckverfahren mit Kreidepulver, Alkohol und Ammoniak gereinigt. Nach dem Trocknen wird sie im Staubkasten mit feinstem Asphaltstaub gekörnt. Wie beim Aquatintaverfahren wird das Korn angeschmolzen. Die bei der Erhitzung gebildete dünne Oxidschicht wird mit einer Mischung von 2%-iger Essigsäure mit etwa einem Kaffeelöffel Kochsalz pro 100 cm<sup>3</sup> entfernt. Nach einem Diapositiv wird eine Kontaktkopie auf Pigmentpapier hergestellt. Dieses Pigmentpapier wird auf die gekörnte Platte übertragen, wie wenn es sich dabei um ein Übertragungspapier handelte. Sobald sich im Wasserbad der Träger des Pigmentpapiers von der Platte abgelöst hat und die Gelatine auf letzterer haften geblieben ist, wird das Pigmentbild mit warmem Wasser hervorgerufen, das alle nicht oder wenig belichtete Gelatine je nach dem Belichtungsgrad mehr oder weniger auflöst. Wird die so behandelte Platte in eine Eisenchloridlösung getaucht, so durchdringt diese leichter und schneller die dünneren Zonen der gehärteten Gelatineschicht, die im späteren Druck den dunkleren Bildteilen entsprechen, und ätzt dort die Platte tiefer als in den dicken Zonen.

Die Gelatineschicht ist für schwächer konzentrierte Eisenchloridlösung leichter durchlässig als für konzentrierte. Die Platte wird üblicherweise in drei oder vier verschiedenen Eisenchloridlösungen geätzt, wobei

<sup>1</sup> Auch Karl Klietsch (1841-1926).

das erste Bad etwa 40° Baumé entspricht. In diesem ersten Bad verbleibt die Platte nur bis die dunkelsten Stellen geätzt sind. Die Ätzung kann durch die Gelatineschicht hindurch verfolgt werden, da die geätzten Stellen schwarz verfärbt werden. Die folgenden Bäder werden zunehmend verdünnt bis auf zirka 30° Baumé. Nach diesem letzten Bad wird die Platte mit sehr heissem Wasser gewaschen, welches die ganze Gelatineschicht ablöst, dann werden die Asphaltpartikel mit Terpentin abgelöst und die Platte gut gereinigt.

Nach dem ersten Probedruck muss die Platte meist retuschiert werden. Erst nach der Retusche wird die Platte verstäht.

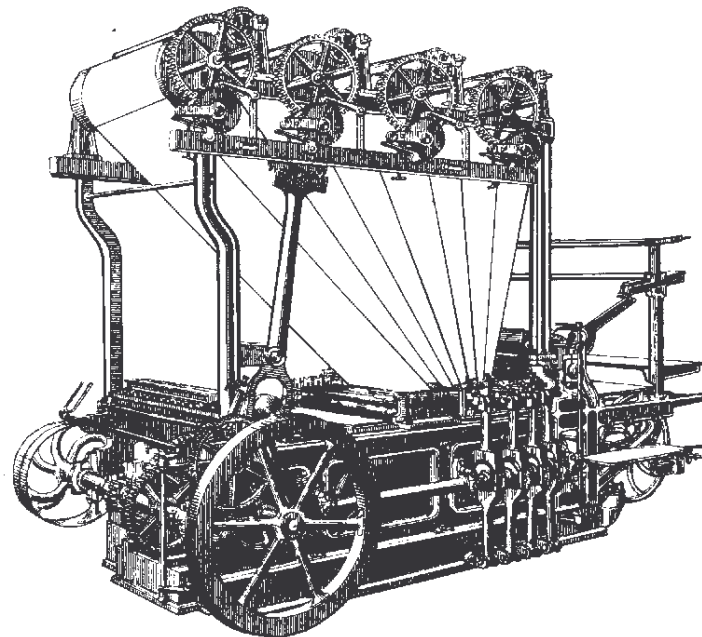
## Der Rotationstiefdruck

Der Rotationstiefdruck ist die Anpassung der Heliogravüre an die Anforderungen des industriellen Grossbetriebes. Sollen grössere Auflagen gedruckt werden, ist der Druck auf der manuellen Kupferdruckpresse viel zu langsam, da man damit kaum mehr als 5 bis 10 Exemplare pro Stunde herstellen kann. In der zweiten Hälfte des XIX Jahrhunderts begann man mit dem Bau von automatischen Tiefdruckpressen, die bis zu gewissen Grenzen die Arbeit des Kupferdruckers übernehmen konnten. Die erste Maschine dieser Art wurde auf der Weltausstellung des Jahres 1867 in Paris vorgestellt. Es handelte sich um eine Konstruktion von Jules Derriey. Diese Presse druckte nicht von einer ebenen Tiefdruckplatte, sondern von einer über einen Zylindermantel gebogenen. Der untere Teil des Rotationszylinders tauchte in einer Schale mit flüssiger Farbe. Vor dem Durchgang der Platte unter dem Gegendruckzylinder wurde die an der Oberfläche angesammelte Farbe mit einer Rakel abgestreift und wieder der Farbschale zugeführt. Dieses Prinzip, das bereits die Grundlage des modernen **Rakeltiefdrucks** bildet, wird in der Abbildung 'Rotationstiefdruck' schematisch dargestellt.

Im Jahre 1880 baute die Firma Marinoni eine automatische Tiefdruckpresse, mit der anhand ebener Platten gedruckt werden konnte. In dieser Presse bewegte sich die Platte waagrecht hin und her, wobei sie zuerst unter einem Walzenfarbwerk und anschliessend unter einer automatischen Wischvorrichtung aufgrund von mehreren hintereinander angebrachten Musselintüchern durchgezogen wurde. Erst dann wurde das Papier zwischen dem Gegendruckzylinder und der Platte abgedruckt. Die Musselintücher wurden automatisch nach jedem Druck automatisch etwas weiterbefördert, so dass die Platte stets von sauberen Tüchern gewischt wurde. Je nach dem Plattenformat erlaubte diese Presse den Abdruck von ungefähr 800 Exemplaren in der Stunde. Zu jener Zeit wurden solche Maschinen in verschiedenen europäischen Fabriken hergestellt. Ähnliche



Pressen werden auch heute noch beim Druck von Wertpapieren eingesetzt.



Automatische Tiefdruckpresse von Marinoni

Für den Druck grosser Formate aber ist dieses System nicht geeignet. Das Aquatintakorn ist auch nicht sehr geeignet, um automatisch gewischt zu werden. Die Lösung des Problems ist die folgende: die unregelmässig verteilten, nicht von der Säure vertieften Punkte des Aquatintakorns werden durch ein regelmässiges Liniennetz ersetzt, das der automatischen Wischvorrichtung einen geeigneten Halt bietet. Beim Rotationstiefdruck wird das Tuch, das traditionsgemäss die Platte wischt, durch eine Stahlraker ersetzt, wie das schon bei der Maschine von Derriey im Jahre 1867 geschah. Die flache Platte wird beim Rotationstiefdruck (auch Rakeltiefdruck) durch einen regelmässig rotierenden Kupferzylinder (besser: mit Kupfer beschichteten Stahlzylinder) ersetzt. Jeder Punkt der Mantelfläche wird zuerst in eine Wanne mit flüssiger Farbe getaucht; anschliessend gelangt er unter die Rakel, welche die überflüssige Farbe von der Oberfläche abstreift (die Rakel erfüllt also die Funktion des Wischens) und in die Wanne zurückfliessen lässt. Zuletzt wird die in den Näpfchen angesammelte Farbe beim Durchgang unter dem Gegendruckzylinder auf das Papier übertragen.

Anschliessend soll die Herstellung eines herkömmlichen (es gibt auch andere, wie wir weiter unten sehen werden) Rakeltiefdruckzylinders kurz beschrieben werden.



Die verwendeten Halbtondiapositive werden auf eine Montagefolie (Astralon) geklebt, und zwar spiegelverkehrt, wie bei der Offsetmontage, mit dem unterschied, dass hier nicht Raster- und Strichaufnahmen, sondern Halbton- und Strichaufnahmen verwendet werden. Die Halbtondiapositive entstehen durch Kontaktkopie von seitenverkehrten Halbtonnegativen. Das Pigmentpapier wird in einer Lösung von Kaliumbichromat oder eines anderen chromsauren Salzes sensibilisiert, getrocknet und anschliessend unter dem Raster, ohne Original belichtet. Der verwendete Raster weist eine Struktur von unter 90° gekreuzten, weissen Linien auf schwarzem Grund auf, und schafft auf dem Pigmentpapier eine entsprechende Struktur gehärteter Gelatine, die später die Stützstruktur der Rakel ausbildet. Die inneren Quadrate werden bei dieser Rasterung nicht beeinflusst.

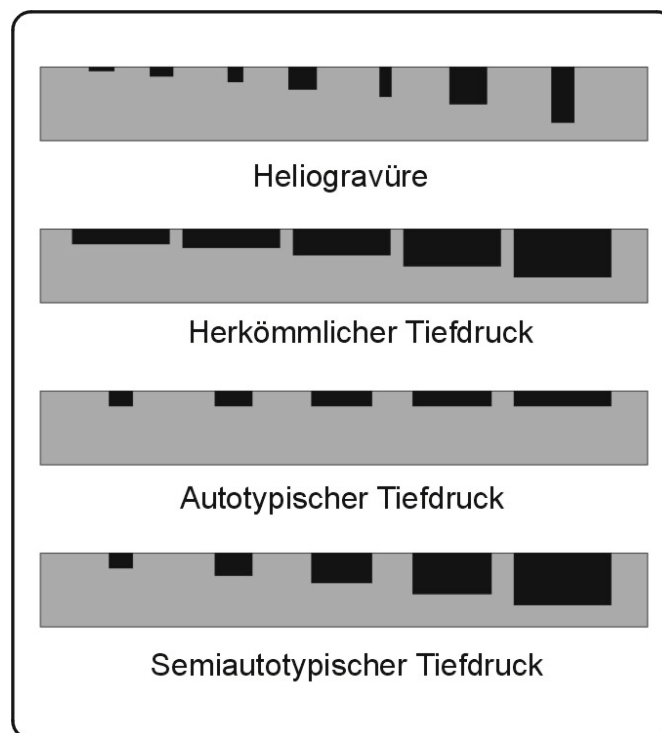
In speziellen Fällen werden auch andere Rasterstrukturen eingesetzt, wie etwa der sogenannte Backsteinraster oder auch unregelmässige Kornraster. Die Funktion ist in allen Fällen dieselbe.

Nun wird das Pigment im Kontakt mit der Halbtonmontage belichtet. Dabei werden die einzelnen bei der Rasterung ausgesparten Gelatinezellen mehr oder weniger gehärtet, je nach dem Belichtungsgrad in jeder Zone. Nach dieser zweiten Belichtung wird das Pigmentpapier genetzt und auf den vorher mit Essig- oder Ameisensäure gereinigten Zylindermantel übertragen. Dazu wird eine spezielle Maschine eingesetzt, mit der dank dem Perforationssystem, das von der Montage bis zum Zylinder geht, ein genauer Passer gewährleistet wird. Der Zylinder wird nun in ein Wasserbad gehängt, wo zuerst das Pigmentpapier abgelöst wird und dann die Gelatineschicht, die auf dem Zylindermantel haften geblieben ist, mit warmem Wasser entwickelt wird, bis sich die nicht belichtete Gelatine aufgelöst hat, genau gleich wie beim Heliogravüreverfahren und beim Pigmentdruck.

Der Zylinder kommt nun in eine Ätzmaschine, in der er in einer Wanne um seine Achse gedreht werden kann. Vor dem Ätzen muss der Ätzer alle Teile des Zylinders, die nicht angegriffen werden sollen mit Asphaltlack abdecken. Jetzt können noch die weissen Zonen ausgefleckt werden, etwa die Schatten der Schnittkanten (von der Montage her) abgedeckt werden.

Ausserhalb der Druckzone wurden bei der Montage Graukeile angebracht, die jetzt dem Ätzer das Beurteilen des Ätzvorgangs erleichtern. Nun lässt der Ätzer den Zylinder langsam auf seiner Achse drehen und füllt die Wanne langsam mit Eisenchloridlösung, die zuerst in der höchsten Konzentration von 40° Baumé eingesetzt wird. Die gleichmässige Drehung des Zylinders gewährleistet eine gleichmässige Ätzung aller Zonen. Im richtigen Augenblick wird die Ätzung mit fliessendem kaltem Wasser unterbrochen und das Eisenchloridbad wird verdünnt. Wie bei der

Heliogravüre werden mehrere Konzentrationsstufen durchlaufen bis auf zirka 30° Baumé hinunter. Der Ätzer kann die Ätzung gewisser Zonen etwas beeinflussen, indem er mit einem Wattebausch an einzelnen Stellen Eisenchloridlösung einwirken lässt oder einzelne Zonen mit Asphaltlack abdeckt. Nach der letzten Ätzung wird der Zylinder gut gewässert, der Asphaltlack mit einem geeigneten Lösungsmittel abgewaschen und die Gelatineschicht mit verdünnter Salzsäure entfernt. Der tadellos gereinigte Zylinder wird anschliessend in einem elektrolytischen Bad verchromt.



Verschiedene Tiefdruckverfahren

Neben diesem herkömmlichen Rakeltiefdruckverfahren, dessen Druckelemente tiefenvariabel, nicht aber flächenvariabel sind, gibt es zwei weitere Rakeltiefdrucksysteme, nämlich das flächenvariable (oder autotypische) System, dessen Druckelemente in ihrer Ausdehnung, nicht aber in der Tiefe variieren und das flächen-tiefen-variable (oder semiautotypische) System, dessen Druckelemente sowohl in der Ausdehnung als auch in der Tiefe variieren. Lassen uns das letztere System als kombiniertes Rakeltiefdrucksystem bezeichnen.

Das autotypische System (nur flächenvariabel) weist gegenüber dem herkömmlichen Verfahren zwei Vorteile auf: Die Ätzung des Zylinders ist einfacher und es können grössere Auflagen ohne wesentlichen Qualitätsverlust damit hergestellt werden. Diese Tatsache ist der konstanten Ätztiefe zu verdanken, die etwa der grössten Ätztiefe des herkömmlichen

Verfahrens entspricht. Der Tonwertumfang übersteigt allerdings bei diesen Verfahren denjenigen eines anderen autotypischen Verfahrens (zum Beispiel Offset) nicht. Autotypischer Rakeltiefdruck wird vorwiegend im Textildruck und in der Verpackungsindustrie eingesetzt.

Das flächentiefenvariable (oder kombinierte) System vereinigt die Vorteile der beiden vorangehenden Systeme. Da hier dank der Flächenvariabilität der Druckelemente der dem hellsten Grauton entsprechende Punkt tiefer geätzt werden kann als beim herkömmlichen Verfahren, tritt bei der Abnutzung des Zylindermantels keine so grosse Tonwertverschiebung auf, wie dies beim herkömmlichen Verfahren der Fall ist. Die Ätzung mit Eisenchlorid ist hier auch einfacher als beim herkömmlichen Verfahren.

Die meisten kombinierten Rotationsdruckverfahren beruhen auf der nacheinander durchgeführten Kopie eines mit einem Spezialraster aufgerasterten Rasterdiapositives und eines Halbtondiapositivs in genauem Passer auf das Pigmentpapier. Dieses Pigmentpapier wird dann genau gleich weiterverarbeitet wie im herkömmlichen Verfahren.

Die Abbildung schematisiert die Rasterpunktformen der Heliogravüre mit Aquatintakorn, des herkömmlichen tiefenvariablen Rakeltiefdrucks, des autotypischen Rakeltiefdrucks und des kombinierten (flächentiefenvariablen) Rakeltiefdrucks.

## Elektromechanische Gravur

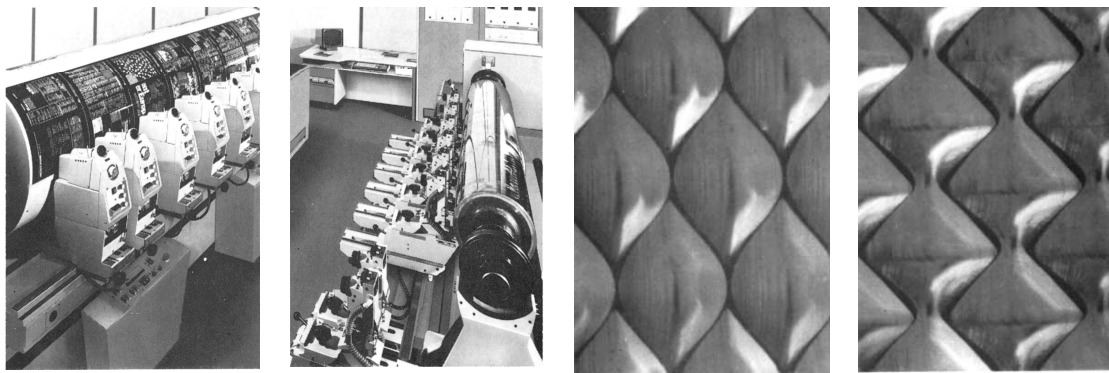
Im letzten Viertel des XX Jahrhunderts kam eine ganz neue Technik zur Herstellung eines Tiefdruckzylinders auf, nämlich die **elektromechanische Gravur** mit einem Scanner, wie etwa dem *Helioklischograph K 202* der Firma *Hell*. Als Scanner bezeichnen wir hier im weitesten Sinne des Wortes eine Maschine, die auf einem Abtastzylinder auf einer schraubenförmigen Linie Bildinformation aufnimmt und diese auf elektronischem Wege einem anderen Zylinder, dem Gravierzylinder weitergibt. Der Ausdruck 'Scanner' stammt aus dem Englischen und kann annähernd mit dem deutschen Ausdruck 'Abtaster' übersetzt werden. Die mechanische Bewegung eines Scanners kann mit der einer Drehbank verglichen werden, auf der ein Gewinde geschnitten wird.

Die ersten Maschinen der Geschichte, die man im weitesten Sinne als Scanner bezeichnen darf, sind die ersten Bildtelegraphen, wie etwa die Maschine von Caselli<sup>1</sup> aus dem Jahre 1855, die Maschine von Tschörner

---

<sup>1</sup> Giovanni Caselli (1815-1891).

oder diejenige von Bélin<sup>1</sup> (1907) unter anderen. Die erste der erwähnten Maschinen erlaubte nur die Übertragung von Strichzeichnungen, die beiden anderen konnten auch Halbtonreproduktionen senden. Das Ausgabeergebnis der Maschine von Tschörner war eine Art Autotypie. Zur Zeit ersetzen im Gebiet der graphischen Techniken die elektronischen Scanner-Anlagen verschiedene hergebrachte photomechanische Techniken. Der Helioklischograph der Firma *Hell* stellt in hervorragender Qualität Tiefdruckzylinder mit flächentieffenvariabler Struktur her. Die vier Abbildungen unter dem Titel 'Elektromechanische Gravur' stellen die Abtasteinheit und die Gravureinheit einer Helioklischographenanlage dar. Das Bildmaterial zu den vier Abbildungen wurde freundlicherweise von der Firma *Hell* zur Verfügung gestellt.



Scanner

Gravureinheit

Gestreckte Punkte

Gestauchte Punkte

Die Anlage funktioniert folgendermassen: Auf den Abtastzylinder (Abbildung oben links) werden die Halbton- und Stichvorlagen montiert. Nach dem Montieren setzen sich der Abtastzylinder und der mit einem Kupferzylinder beschickte Gravurteil (Abbildung oben rechts) in rotierende Bewegung.

Die Abtastköpfe tasten die Montage punktweise ab und messen dabei die Dichtewerte jedes einzelnen Punktes. Die so erhaltenen Daten werden elektronisch verarbeitet und in digitale Daten verwandelt, mit denen die Gravurköpfe gesteuert werden, die mit speziellen Diamantspitzen den Zylindermantel punktweise perforieren, und zwar mit der unglaublichen Geschwindigkeit von 4000 Näpfchen pro Sekunde (Stand 1983). Man bedenke, dass die Näpfchen des Rakeltiefdrucks extrem klein sind: Der Abstand von Zentrum zu Zentrum ist von der Grössenordnung eines Zehntelmillimeters und deren Tiefe schwankt zwischen 2 und 50 Tausendstel Millimetern.

Der Farbdruck von flächentieffenvariablen Tiefdruckzylindern untersteht im allgemeinen einem unangenehmen Effekt, der sogenannten

<sup>1</sup> Edmont Bélin (1876-1963).

**Farbdrift**, die sich vor allem in den helleren Farbtönen störend bemerkbar macht, und auf dem Unterschied beruht, der zwischen dem Nebeneinanderdrucken und dem Übereinanderdrucken der Farbelemente besteht. Dieser Effekt ist besonders ausgeprägt, wenn die Rasterpunkte in den verschiedenen Farben dieselbe Form haben. Der Helioklischograph der Firma Hell erlaubt durch Variation der Punktform (**gestauchte und gelängte Näpfchen**, untere Abbildungen) bei den verschiedenen Farben diese unangenehme Erscheinung zu unterdrücken. Diese Variation der Punktform ändert die Lineatur der einzelnen Raster in Laufrichtung des Gravurzylinders und ahmt gewissermassen die Rasterwinkelung nach, die beim autotypischen Vierfarbendruck (Offset, Chromotypographie) den Moiréeffekt unterdrückt. Bekanntlich kann beim Tiefdruck eine solche Winkelung nicht eingehalten werden, da die Näpfchen stets senkrecht zur Rakel angeordnet werden müssen. Die beiden Abbildungen unten sind zwei stark vergrösserte Aufnahmen von gelängten und gestauchten Näpfchen, die mit einem *Helio-Klischographen* graviert wurden.

Inzwischen arbeiten die meisten Tiefdruckereien mit elektromechanischer Gravur und es besteht eine harte Konkurrenz zwischen den verschiedenen Anbietern von Gravurapparaten. Aber was Hell nicht erreicht hat, wurde in der Schweizer Firma *Daetwyler* verwirklicht: die Lasergravur von Tiefdruckzylindern. Das *Laserstar*-System von Daetwyler erlaubt es, mit jedem Gravurkopf bis zu 140.000 Näpfchen pro Sekunde ins Metall einzubrennen. Ein Sauger entfernt fortlaufend das verdampfte Metall. Zur Zeit (2002) ist Laserstar das schnellste System der Welt. Es können damit nicht nur konventionelle und semi-autotypische Raster, sondern sogar FM-Raster erzeugt werden. Da der Laserstrahl verschleissfrei ist, wird eine Regelmässigkeit der Produktion garantiert.



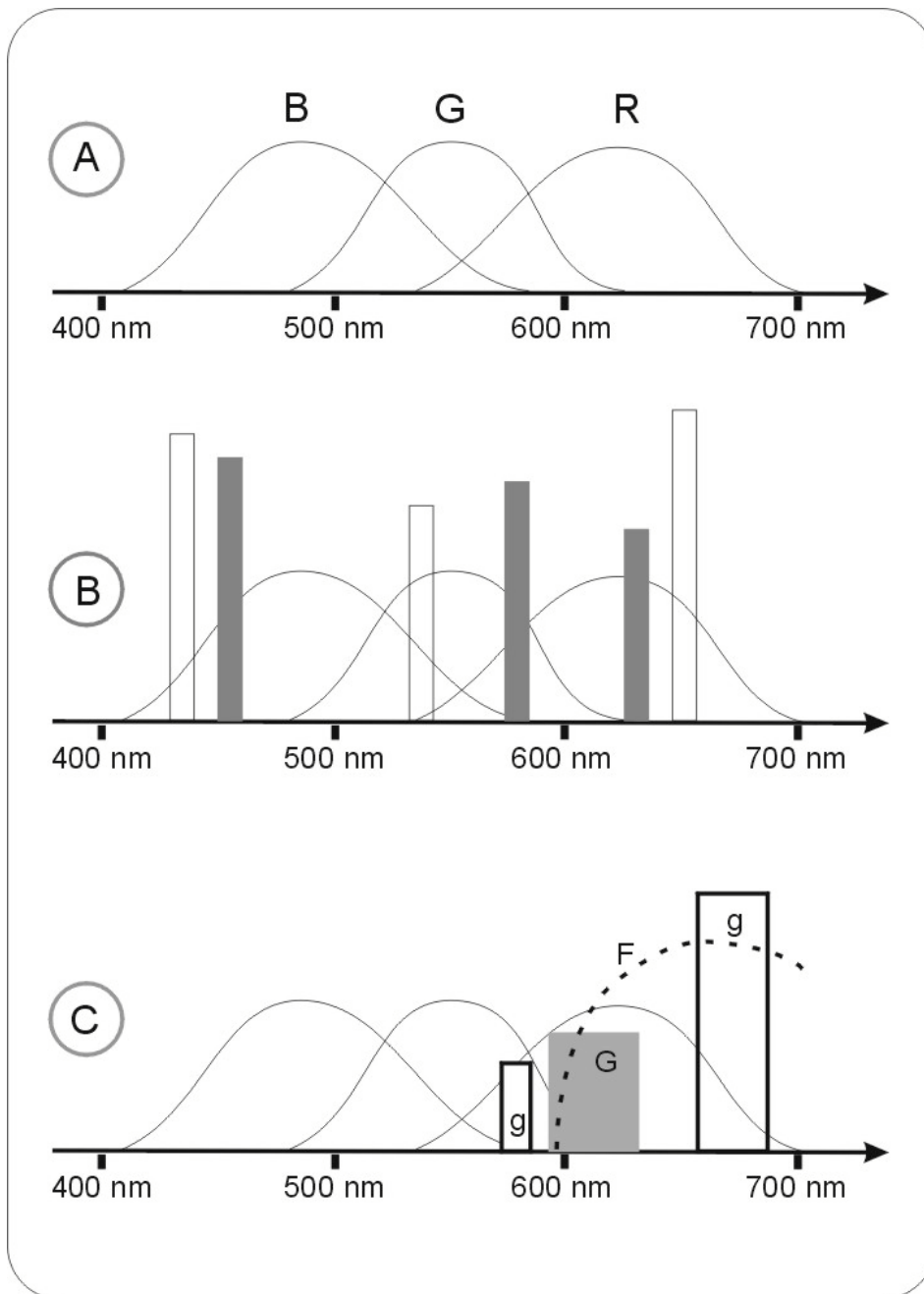
# Die Farbe

## Das Wesen der Farbe

Das sichtbare Tageslicht ist aus den elektromagnetischen Strahlen mit den Wellenlängen zwischen etwa 400 und 700 nm (1 nm = 1 Nanometer = 0,000001 mm) zusammengesetzt. Andere Strahlen sind für das menschliche Auge unsichtbar. Das weisse Tageslicht ist eine von vielen möglichen Mischungen von Wellenlängen. Schon Isaac Newton (1642-1727) zerlegte einen Sonnenstrahl mittels eines Prismas in seine Komponenten, die Regenbogenfarben. Da sich der Brechungskoeffizient mit der Wellenlänge stetig verändert, projizierte Newtons Prisma ein kontinuierliches Sonnenspektrum, wie wir es vom Regenbogen her kennen, das die Strahlungen vom violetten (400 nm) über den blauen, grünen, gelben, orangen und roten (700 nm) Bereich trennte. Newton bewies damals auch, dass die Oberfläche einer schnell rotierenden Scheibe, die sektorweise blau, grün und rot gefärbt war, grau erschien, sobald die Rotationsgeschwindigkeit gross genug war.

Welcher ist der Mechanismus des Farbensehens? Die Lösung zu diesem Rätsel verdanken wir Thomas Young (1773-1829), Helmholtz (1821-94) und Maxwell (1831-1879), welche die **Dreifarbentheorie** begründeten und bewiesen. Wie Young schon vermutete, besitzt die menschliche Netzhaut (Retina), die gewissermassen den Bildschirm darstellt, auf den die Augenlinse ihre Bilder projiziert, zwei Klassen von lichtempfindlichen Sinneszellen, die **Stäbchen** und die **Zäpfchen**. Die Stäbchen beschränken ihre Tätigkeit auf die Wahrnehmung von Licht, ohne farbliche Unterscheidung, während die Zäpfchen in drei Gruppen aufgeteilt sind: die einen weisen die höchste Empfindlichkeit im blauen Spektralbereich auf, andere im grünen und die letzten im roten. Die Abbildung 'Farbsensibilität des Auges' stellt diese Empfindlichkeitsverteilung der drei Zapfentypen graphisch dar. Es sei darauf hingewiesen, dass dieses Schema, genau gleich wie alle anderen Schemata dieses Buches keine Quantitative, sondern ausschliesslich qualitative Information vermittelt.

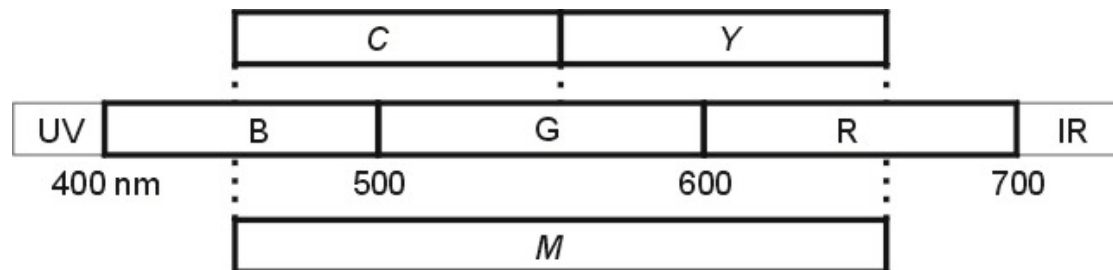




Farbsensibilität des Auges

Wir werden hier für die Bezeichnung der drei Spektralregionen höchster Empfindlichkeit der drei Zapfentypen die Bezeichnungen **Blau**, **Grün** und **Rot** verwenden, was nicht in allen Büchern gleich gehalten

wird. Vielfach werden die Namen Violett, Grün und Orangerot im gleichen Sinne angewandt. Wieder andere, vor allem ältere Texte unterscheiden zwischen additivem und subtraktivem Blau (die wir hier Blau und Cyan nennen), und analog zwischen additivem und subtraktivem Rot (Rot und Magenta). Die Farbe Cyan wird manchmal als Blaugrün bezeichnet, Magenta als Purpur.



Die Farben im Spektrum

Die Stäbchen unserer Netzhaut sind stärker lichtempfindlich als die Zapfen. Im Bezirk des schärfsten Sehens unserer Netzhaut, der Macula, kommen überhaupt keine Stäbchen, sondern nur noch Zapfen vor. Jeder normal sehende Mensch kann die beiden letzteren Tatsachen an sich selbst beobachten. Erstens wird er nämlich feststellen, dass bei extrem schwacher Beleuchtung zwar noch Formen wahrgenommen werden, nicht aber Farbtöne. Zweitens folgt aus dem Fehlen der Stäbchen im Gebiete der Macula (dem Bereich des schärfsten Sehens) die Tatsache, dass bei schwacher Beleuchtung die Objekte nicht mehr 'fixiert' werden können. Schwache Lichtpunkte in der Nacht sieht man also nur, wenn man knapp an ihnen vorbeisieht.

Farbe ist also eine physiologische, nicht physikalische Erscheinung. Wenn wir von der **Farbe eines Gegenstandes** sprechen, meinen wir damit die physiologische Farbempfindung, die uns dieser Gegenstand übermittelt, wenn wir ihn bei einem Licht betrachten, dessen spektrale Zusammensetzung ähnlich der des weissen Tageslichtes ist. Eine bestimmte Farbe ist also durch die Reizung der drei Zapfentypen vollständig bestimmt. Es gibt verschiedene spektrale Zusammensetzungen eines Lichtstrahles, die uns die gleiche Farbempfindung übermitteln. Der Bereich B der Abbildung 'Farbsensibilität des Auges' ist ein Beispiel, das die Möglichkeit zeigt, mit zwei verschiedenen Gruppen von drei fast monochromatischen (aus einer einzigen Wellenlänge bestehenden) Lichtstrahlen den gleichen Farbeindruck zu erzeugen. Da nun jede (physiologische) Farbe durch die drei Lichtmengen, die jeder der drei Zapfentypen registriert, vollständig bestimmt ist, kann jede Farbe durch ein geordnetes Zahlentrippel ausgedrückt werden. Die erste Komponente dieses Zahlen-

trippels bezieht sich auf die von den blauempfindlichen Zapfentypen registrierte Lichtmenge, die zweite Komponente bezieht sich analog auf die grünempfindlichen, die dritte Komponente auf die rotempfindlichen Zapfen.

Beispiel: reines Blau: (1/0/0), Weiss (1/1/1), Schwarz (0/0/0).

Die drei Farben Blau, Grün und Rot heissen die drei **Urfarben**.

Ein durchsichtiges Material, das die Strahlungen der verschiedenen Wellenlängen nicht in gleichem Masse hindurch lässt, heisst ein **Filter**. Zwei Strahlungen heissen **komplementär**, wenn sie zusammen weisses Licht bilden. Wird also ein weisser Lichtstrahl gefiltert, ist das absorbierte Licht komplementär zum durchgelassenen.

Es gibt zwei grundsätzliche Arten der Farbmischung, die **additive** und die **subtraktive**. Die additive Mischung zweier Filter kann beispielsweise erhalten werden, indem man die beiden mit zwei Projektoren aufeinanderprojiziert. Die subtraktive Mischung der beiden Filter erhält man analog, indem man die beiden aufeinanderlegt und zusammen mittels eines Projektors projiziert. Bei der additiven Farbmischung werden hellere, bei der subtraktiven, dunklere Farben erreicht. Sind die beiden Farbfiler, die gemischt werden sollen komplementär, so erhält man bei der additiven Farbmischung Weiss, bei der subtraktiven Schwarz.

Der Aspekt der additiven Mischfarbe zweier Farben hängt nur vom Aspekt, nicht von der spektralen Zusammensetzung der beteiligten Farben ab (Gesetz von Grassmann). Andererseits ist die subtraktive Farbmischung zweier Farben stark von deren spektralen Zusammensetzung abhängig. Der Bereich C unserer Abbildung soll diesen Sachverhalt anhand eines künstlich konstruierten Beispiels erklären. G und g seien zwei gelbe Filter mit annähernd gleichem Aspekt, aber mit vollständig verschiedener spektraler Durchlässigkeit. Werden die beiden Gelbfiler nacheinander durch ein gleiches oranges Filter mit der Durchlässigkeitsverteilung F betrachtet, so ist das Resultat im ersten Fall eine gelb-orange Farbe, im zweiten Fall ein dunkles Rot. Die subtraktive Mischung von g und G ist Schwarz. Obwohl dieses Beispiel künstlich konstruiert wurde und sich physikalisch kaum verwirklichen lässt, zeigt es doch deutlich einen Effekt, dem alle Farbstoffe mehr oder weniger ausgesetzt sind. Hier liegt auch der Grund für die Tatsache, dass Farbstoffe, die bei Kunstlicht untereinander gleich erscheinen, bei Tageslicht plötzlich stark voneinander abweichen. Im Farbendruck wirken die durchsichtigen (auch lasieren-









den) Farbschichten als Farbfilter und daher ist es nicht erstaunlich, dass die Farben eines Mehrfarbendruckes von der spektralen Qualität der verwendeten Farbstoffe und nicht nur von deren Aspekt abhängig sind. Beim Übereinanderdrucken lasierender Farben (bei deckenden Farben natürlich erst recht) ist die Farbe auch von der Reihenfolge der einzelnen Farbplatten anhängig. Das kommt daher, dass die Farbstoffe nie vollständig durchsichtig sind und somit ein Teil des Lichtes von der obersten Schicht zurückgeworfen (reflektiert) wird.

Es leuchtet ein, dass anhand der drei Urfarben Blau, Grün und Rot durch Addition alle existierenden Farben erhalten werden können. Entsprechend können auf subtraktive Art alle Farben anhand der drei paarweise additiven Kombinationen der drei Urfarben wiedergegeben werden. Cyan ist die additive Mischung von Blau und Grün, Gelb ist die Summe von Grün und Rot, Magenta ist die Summe von Blau und Rot. Diese letzte Farbe kommt im Spektrum nicht vor!

Blau, Grün und Rot, die drei Urfarben, werden manchmal als **additive Grundfarben**, Cyan, Gelb und Magenta als **subtraktive Grundfarben** bezeichnet. Alle diese Farben, zusammen mit Schwarz und Weiss<sup>1</sup> werden manchmal als die **acht Grundfarben** bezeichnet.

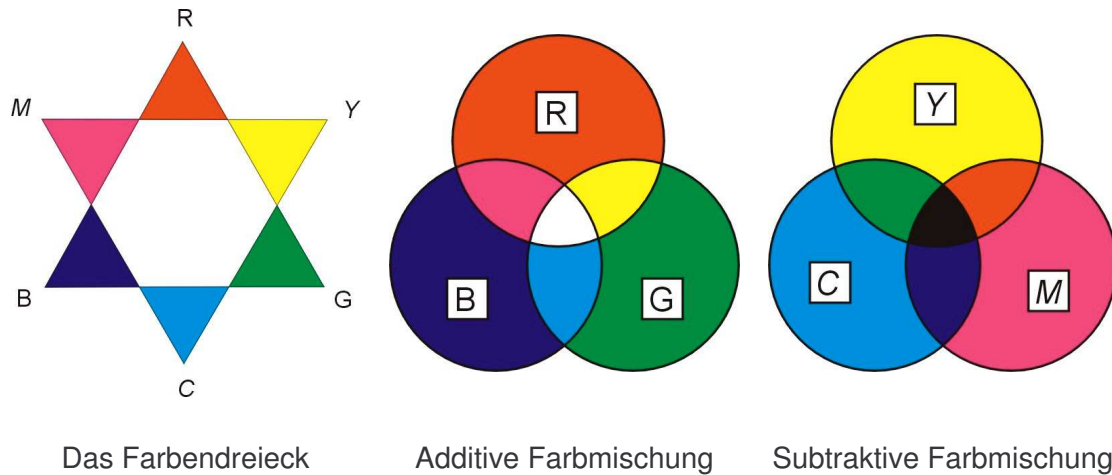
Wir werden im folgenden für die Grundfarben folgende aus dem Englischen hergeleitete Kürzel verwenden: B für Blau, G für Grün, R für Rot, C für Cyan, M für Magenta und Y für Gelb (Yellow).

Die folgende Tafel möge zum besseren Verständnis der Zusammenhänge zwischen Urfarben und Grundfarben beitragen:

Symbol	Farbe	Charakteristik				
B	Blau	(1/0/0)		Urfarben	<b>Grundfarben</b>	
G	Grün	(0/1/0)				Additive Grundfarben
R	Rot	(0/0/1)				
C	Cyan	(1/1/0)		Subtraktive Grundfarben		
M	Magenta	(1/0/1)				
Y	Gelb	(0/1/1)				
	Weiss	(1/1/1)				
	Schwarz	(0/0/0)				

<sup>1</sup> Ob man Schwarz und Weiss als Farben bezeichnet ist reine Definitionsfrage.

Die Abbildungen 'Die Farben im Spektrum' und 'Das Farbdreieck' sind drei Möglichkeiten der graphischen Darstellung der zwischen den Grundfarben existierenden Verhältnisse.



Es gibt eine ganze Reihe Farberscheinungen, die sich mit der klassischen Dreifarventheorie nicht ausreichend erklären lassen. Schon Grassmann bemerkte, dass zur Darstellung gewisser Farben negative Komponenten eingesetzt werden müssten, was der Physik widerspricht. Die Kombination mehrerer Tatsachen vermag die meisten Abweichungen von der Theorie zu begründen. Die Empfindlichkeitskurven unserer Zäpfchen sind nicht so schön schematisch angeordnet, wie die in der Abbildung *Farbsensibilität des Auges* idealisiert dargestellt ist. Die verschiedenen Zäpfchen sprechen auf einen Reiz nicht gleich schnell an, und die Dauer des Reizes ist auch nicht gleich gross. Im Gehirn könnte die starke Reizung eines Zäpfchens die Empfindlichkeit eines anderen Zäpfchens maskieren, ähnlich wie in unserem Gehör die Wahrnehmung eines Tons durch andere Töne maskiert werden kann. Und schliesslich ist zu bemerken, dass wir die Rolle der Stäbchen in der Dreifarventheorie nicht beachtet haben.

## Die Reproduktion der Farben

Die meisten Farbreproduktionssysteme basieren auf der Dreifarben-theorie. Vorweg soll eine Ausnahme von dieser Regel besprochen werden, nämlich das Verfahren von Lippmann<sup>1</sup>.

### Das Verfahren von Lippmann

Dieses Verfahren bildet eine der wichtigsten Ausnahmen im Bereich der farbenphotographischen Aufnahmeverfahren, indem durch diese Methode die genaue spektrale Zusammensetzung der reproduzierten Farben wiedergegeben wird. Das Verfahren, für dessen Erfindung um 1891 Gabriel Lippmann (1845-1921) im Jahre 1908 den Nobelpreis erhielt, ist das erste **direkte Verfahren** in der Geschichte der Farbenphotographie.

Lippmann belichtete seine Platten durch den Glaträger hindurch, wobei die panchromatische Emulsion auf einer Quecksilberschicht lag. So durchdrangen die Lichtstrahlen die lichtempfindliche Emulsion, wurden anschliessend am Quecksilber reflektiert und durchdrangen die Emulsion ein zweites Mal in umgekehrter Richtung. Die Strahlen und ihr Spiegelbild belichteten die Platte in Form von hauchdünnen **Interferenzlamellen**, deren Abstand mit der Wellenlänge des Lichtes variieren. Nach der Entwicklung wurde die Platte wieder auf Quecksilber gelegt, wobei die Farben des Originals wieder in Erscheinung treten. Die Interferenzlamellen der Schicht haben nämlich die Eigenschaft, das Licht derselben Wellenlänge, das sie erzeugte, bevorzugt passieren zu lassen. Die so entstehenden Farben kommen also auf ähnliche Weise zustande, wie diejenigen der Seifenblasen, der Ölflecken auf nasser Strasse, der Newtonschen Ringe oder der dünnen Oxidschicht auf erhitzten Kupferplatten. Theoretisch ist das Lippmansche Verfahren perfekt, werden doch die Farben in ihrer originalen spektralen Zusammensetzung wiedergegeben. Trotzdem kam das Verfahren nie über das Stadium des Laborexperiments hinaus.

---

<sup>1</sup> Gabriel Lippmann (1845-1921), Physiknobelpreis 1908.



## Die Dreifarbenphotographie

Alle auf der Dreifarbentheorie beruhenden farbenphotographischen Verfahren bestehen aus zwei Teilen, dem **Auszug** (Separation, Analyse) und der **Wiedergabe** (Restitution, Synthese). Beim Ausziehen oder Trennen einer Farbe werden die quantitativen Anteile dreier fester Grundfarben so bestimmt, dass diese, additiv oder subtraktiv vermischt wieder eine Farbe des gleichen Aspekts wie die Originalfarbe erzeugen. Die Wiedergabe ist der Teil der Reproduktion, bei der die drei Farbauszüge in ihren Grundfarben so eingefärbt werden, dass deren (additive oder subtraktive) Überlagerung wieder die Farben des Originals erzeugt. Wir wollen hier drei Persönlichkeiten erwähnen, die einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der Dreifarbentheorie und der Farbenphotographie ausübten. Der erste war der Physiker Maxwell (1831-1879), der im Jahre 1861 als erster die additive Synthese der drei Grundfarben Blau, Grün und Rot demonstrierte. Charles Cros (1842-1888) und Louis Ducos du Hauron (1837-1920) publizierten unabhängig voneinander und fast gleichzeitig ihre Gedanken über die Farbenphotographie im Jahre 1869.

Die auf der Dreifarbentheorie beruhenden Reproduktionsverfahren werden in **additive und subtraktive Verfahren** eingeteilt. Wird eine Farbproduktion mit einer einzigen photographischen Aufnahme erreicht, spricht man von einem **direkten** Verfahren.

Der indirekte Dreifarbenauszug wird sowohl bei den additiven wie bei den subtraktiven Verfahren wie folgt durchgeführt:

Vom Objekt werden unter den genau gleichen Bedingungen drei Aufnahmen hergestellt, die erste durch ein **Blaufilter**, die zweite durch ein **Grünfilter** und die dritte durch ein **Rotfilter**. Das Aufnahmematerial muss panchromatisch, also für alle Wellenlängen des sichtbaren Lichtes empfindlich sein. Lasset uns die Wirkung der Filter anhand des Beispiels des Rotfilters betrachten. Das Rotfilter lässt nur die von den Farben Rot, Magenta, Gelb und Weiss reflektierten Strahlungen passieren. Diese Farben werden also im Rotfilterauszug das Negativ mehr oder weniger schwärzen. Die folgende Tafel stellt die Schwärzung der drei Farbenauszugsnegative im Gebiete der acht Grundfarben schematisch dar.

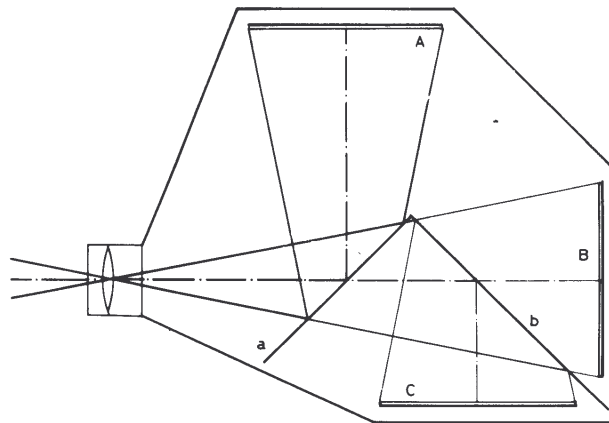
	Schwar	Blau	Grün	Rot	Cyan	Ma-	Gelb	Weiss	
Originalfarbe									
Negative des Farbauszuges									Blaufilter Grünfilter Rotfilter
Additive Wiedergabe									Blaues Licht Grünes Licht Rotes Licht
Subtraktive Wiedergabe									Gelber Farbstoff Magenta Farbstoff Cyan Farbstoff

Dreifarbendphotographie

Die **indirekte Farbseparation**, die bis heute im Gebiete der Druckformenherstellung praktiziert wird, ist für die Reproduktion bewegter Gegenstände nicht geeignet. Zu Beginn des XX Jahrhunderts boten verschiedene Kamerafabrikanten speziell auf die Farbseparation ausgerichtete Kameras an. Die drei Plattenkassetten waren auf einer Schiene so angebracht, dass der Wechsel von einer zur anderen fast augenblicklich vorgenommen werden konnte. Die drei Filter waren meist im Inneren der Kamera (hinter dem Objektiv) auf einer Drehscheibe angebracht, so dass sie nach jeder Belichtung augenblicklich gewechselt werden konnten. Sogar vollständig automatische Maschinen wurden gebaut, die vom Augenblick des Abdrückens an alle weiteren Operationen übernahmen, vom Wechsel der Plattenkassetten über den Filterwechsel bis hin zur Anpassung der Belichtungszeit an den jeweils eingesetzten Farbfilter. Obwohl solche Kameras die drei Belichtungen in verhältnismässig kurzer Zeit vornahmen, konnten damit keine bewegten Gegenstände photographiert werden. Die ersten Kameras, welche die gleichzeitige Belichtung der drei Platten unter drei Filtern erlaubten, waren die nach einer Idee Ducos du Hauron's von 1860 gebauten.

Die Wiedergabe der Farben anhand der drei Auszüge kann auf additivem oder auf subtraktivem Wege geschehen. Im ersten Fall wird blaues,

grünes und rotes Licht gemischt. Im zweiten Fall werden als Filter wirkende, durchsichtige Farbstoffe in den Farben Cyan, Magenta und Gelb gemischt oder übereinandergedruckt.



Dreifarbenaamera

Beim additiven Verfahren erfolgt die klassische Wiedergabe durch Übereinander projizieren der drei Positive, die anhand der Auszugsnegative erhalten wurden. Dabei wird vor jedem Projektor ein Filter derselben Farbe angebracht, die bei der Aufnahme des betreffenden Auszugs verwendet wurde. Auf dem Bildschirm entsteht eine perfekte Reproduktion der natürlichen Farben. Dies war die von Maxwell im Jahre 1861 gezeigte Tatsache. Lasst uns den Mechanismus dieser Erscheinung anhand einer gelben Zone des Originals verfolgen: Bei der ersten Aufnahme wird die Platte in den gelben Zonen nicht belichtet, da das Blaufilter das gelbe Licht absorbiert. Die beiden anderen Aufnahmen jedoch werden im gelben gebiete belichtet, da sowohl das Grünfilter wie das Rotfilter gelbes Licht durchlassen. Unsere Zone wird also im ersten Negativ weiss, in den anderen beiden Negativen je schwarz erscheinen. Das Diapositiv, das durch das Blaufilter projiziert wird erscheint in der gelben Zone schwarz, die beiden anderen weiss. Auf dem Bildschirm werden also in der gelben Zone grünes und rotes Licht aufeinandertreffen. Die additive Mischung von Grün und Rot ergibt in der Tat Gelb. Die Tafel 'Dreifarbenphotographie' stellt dieses Prinzip anhand der Grundfarben dar.

F. E. Ives (1856-1937) erfand um 1892 ein Betrachtungsgerät zur additiven Betrachtung von Farbauszügen, das **Chromoskop**, das wie die Kamera zur gleichzeitigen Anfertigung von Farbauszügen nach Ducos du Hauron, auf einem System von halbdurchlässigen Spiegeln beruhte. Die Abbildung 'Dreifarbenaamera', in der a und b die beiden halbdurchlässigen Spiegel symbolisieren, stellt dieses Prinzip schematisch dar.

Bei der subtraktiven Farbsynthese werden die Schwärzen der Auszugsdiapositive durch die zum jeweiligen Filter komplementären Farbstoffe ersetzt. Das heisst, dass das schwarze Silberbild des *Blaufilter*auszugs durch ein *gelbes* Farbstoffbild ersetzt wird. Analog entspricht dem *grünen* Filter die Farbe *Magenta* und dem *roten* Filter die Farbe *Cyan*. Die Farbe kann auf zwei Arten erhalten werden. Man kann chemisch das Silber der photographischen Emulsionen durch die entsprechenden Farbstoffe ersetzen (Tonung, Virage) und anschliessend die drei Farbauszugspositive übereinanderlegen, oder es können anhand der drei Diapositive drei Druckformen hergestellt werden, mit denen dann lasierende Druckfarben in den Farben Magenta, Gelb und Cyan in genauem Passer übereinander gedruckt werden.

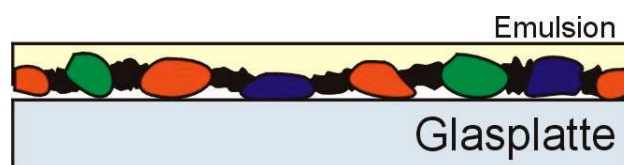
Lasst uns auch in diesem Fall den Mechanismus der Farbproduktion anhand einer gelben Zone des Originals betrachten. Der *Blaufilter*auszug wird als einziger in dieser Zone nicht belichtet und infolgedessen wird sein Positiv als einziges in der gelben Region schwarz sein. Das *Blaufilter*positiv wird in der Farbe Gelb abgedruckt.

Leider erfüllen die in der Praxis verwendeten Farbstoffe nicht die strengen Anforderungen, die bei der Dreifarbenreproduktion gestellt werden. Man bedenke in diesem Zusammenhang, dass zwei spektral verschieden zusammengesetzte Farbstoffe den gleichen Farbeindruck vermitteln können. Die photographische Industrie hat **Maskiersysteme** entwickelt, welche die Mängel, die aus der Beschaffenheit der Farbstoffe hergeleitet sind, fast vollständig zu korrigieren vermögen. Bei der Herstellung von Farbausügen muss auch die Reihenfolge der Farben beim Druck berücksichtigt werden, da wie schon erwähnt, die Farbstoffe nie absolut transparent sind und daher etwa der Druck von Magenta auf Gelb von demjenigen in der umgekehrten Reihenfolge abweicht.

In den meisten Druckverfahren wird üblicherweise noch ein vierter Auszug hergestellt, der dazu dient, die dunklen Zonen zu verstärken. Der Dreifarbendruck wird durch diesen zusätzlichen Schwarzauszug zum **Vierfarbendruck**.

Alle gängigen Druckverfahren sind für den Abdruck von Drei- und Vierfarbendruck geeignet, aber die am weitest verbreiteten sind das Offsetverfahren und der Rakeltiefdruck, sowie auch der Buchdruck. Beim Einsatz von autotypischen Rastern muss zum Vermeiden des Moiré-Effekte eine möglichst moiréfreie Rasterwinkelung eingehalten werden. Früher wurde der *Blaufilter*auszug (Gelb) mitunter mit einem unregelmässigen Kornraster abgedruckt. Beim herkömmlichen Rastertiefdruck müssen alle vier Rasterrichtungen genau parallel zueinander verlaufen, was einen äusserst genauen Passer voraussetzt.

Im Gebiete der Farbenphotographie wurden schon früh Systeme gesucht, welche die direkte Farbproduktion mit einer einzigen Platte ermöglichen sollte. Der erste Erfolg in diesem Gebiet war der von Joly, der sein Verfahren 1894 in Dublin veröffentlichte. Joly belichtete seine panchromatischen Platten durch einen dreifarbigem **Linienraster**, der aus blauen, grünen und roten durchsichtigen Streifen aufgebaut war. Das von einem solchen Negativ erhaltene Diapositiv wurde in genauem Passer auf den bei der Aufnahme verwendeten Linienraster aufgelegt und in der Durchsicht betrachtet oder projiziert, wobei die Originalfarben wieder in Erscheinung traten. Nach welchem Prinzip arbeitet dieses Verfahren? Wenn wir unser Beispiel mit der gelben Bildzone an diese Technik anpassen, gelangen wir zu folgendem Resultat: Beim Aufnehmen der Photographie wird in der gelben Zone die Platte hinter den grünen und den roten, nicht aber hinter den blauen Streifen, belichtet. Im Diapositiv werden wir also hinter diesen Zonen grüne und rote Linien sehen. Das Auge, das ihrer Kleinheit wegen die roten und grünen Linien nicht als solche zu erkennen vermag, sieht gelbes Licht, da ja die Addition von Rot und Grün Gelb ist. Diese Art der additiven Mischung wird mitunter auch als optische Mischung bezeichnet. Die Bilder von Joly wiesen eine unruhige Linienstruktur auf, die feinen Linienraster, die etwa 80 Linien pro cm aufwiesen, waren schwer herstellbar und daher entsprechend teuer. Das Übereinanderlegen der Linienraster und der Diapositive in genauem Passer war problematisch. Aus all diesen Gründen konnte sich das Verfahren nicht durchsetzen und es wurde nach einfacheren und billigeren Systemen gesucht.



Plaque Autochrome

Ein wichtiger Schritt im Gebiete der Farbenphotographie wurde durch die Brüder Auguste und Louis Lumière<sup>1</sup> mit der Entwicklung ihrer berühmten *Plaques Autochromes* begangen. Die Plaques Autochromes wurden um 1903 erfunden und um 1907 auf den Markt gebracht. Es handelte sich um panchromatische Platten mit eingebautem **Dreifarbenraster**. Sie wurden folgendermassen hergestellt: Die saubere Glasplatte wurde vorerst mit einer sauberen Leimschicht überzogen, auf die eine Mischung von blau, grün und rot eingefärbten Kartoffelstärkekörnchen so verteilt wurde, dass sich die einzelnen Körnchen möglichst nicht überlappten.

<sup>1</sup> Auguste Lumière (1862-1954), Louis Lumière (1864-1948).



Das Gemisch wurde so ausgeglichen, dass sein Farbton Neutralgrau war. Die Lücken zwischen den Stärkekörnchen wurden mit feinstem Kohlenpulver ausgefüllt. Die empfindliche Schicht wurde direkt auf diese Struktur gegossen. Die Abbildung 'Plaque Autochrome' stellt einen Querschnitt durch eine solche Platte schematisch dar.

Die Photographie wurde durch den Glasträger hindurch aufgenommen und so verarbeitet, dass ein direktes Positiv entstand. Letzteres wurde folgendermassen erreicht: Die Platte wurde vorerst in einem normalen Entwicklungsbade verarbeitet. Wäre die Platte in diesem Stadium fixiert worden, wäre das Resultat ein Negativ gewesen, bei dem jede Farbe durch ihre Komplementärfarbe vertreten gewesen wäre. Die Platte wurde statt dessen in einem Kaliumpermanganatabschwächer ausgebleicht bis zur restlosen Entfernung des Silberbildes.

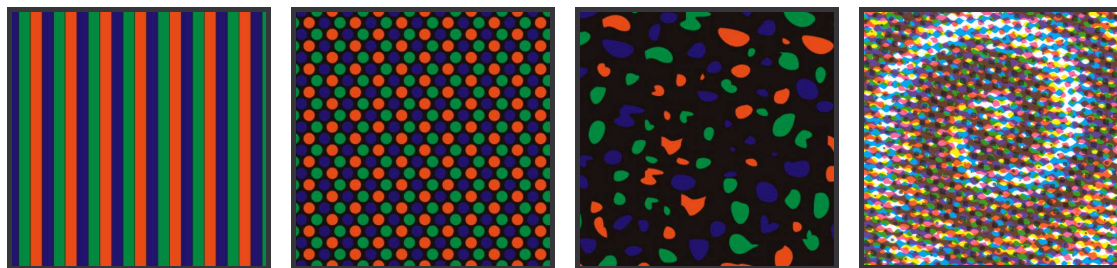


Aufnahme nach dem Verfahren der Gebr. Lumière



Nun wurde die Platte hellem Tageslicht ausgesetzt und anschliessend von neuem entwickelt. Die bei der Aufnahme nicht belichteten Teile wurden nun schwarz, während die Teile, die bei der Aufnahme belichtet wurden von der zweiten Entwicklung desto weniger betroffen wurden, je schwärzer das Silberbild vor der Abschwächung war. Auf diese Art wurde ein Farbdia positiv erreicht, das auf dem gleichen Prinzip, wie das Verfahren von Joly beruht, mit dem unterschied, dass hier das Dreifarbenraster der Schicht fest einverleibt wurde. Dieses Verfahren wurde noch bis Ende der dreissiger Jahre des XX Jahrhunderts angewandt, als die weiter unten besprochenen chromogenen Farbfilm es ablösten.

Mit Ausnahme des Farbfernsehens (und des PC-Monitors) haben die additiven Verfahren den subtraktiven weichen müssen, die der modernen Farbenphotographie und dem Farbdruck zugrunde liegen.



Linienraster

Punktraster

Kornraster

Dreifarbendruck

Betrachten wir mit einem Fadenzähler die Struktur eines herkömmlichen Farb-Offsetdrucks (Vierfarbendruck), können wir leicht feststellen, dass die Mehrfarbenautotypie strenggenommen eine gemischte Form zwischen additiver und subtraktiver Synthese darstellt, die vor allem in den dunklen Zonen eine gute Annäherung an die reine subtraktive Farbmischung bildet, da die Farbpunkte teilweise aufeinander, teilweise nebeneinander liegen. Im herkömmlichen Tiefdruckverfahren liegt eine (fast) reine subtraktive Farbmischung vor, da alle Punkte dieselbe Ausdehnung, nicht aber (wie beim Offset- oder beim Buchdruckverfahren) dieselbe Deckung aufweisen. In diesem Sinne ist der Lichtdruck ein ideales Verfahren, da er rasterfrei arbeitet.

## Der Mehrschichtenfarbfilm

Die Geschichte der Mehrschichtenfarbfilm, die einen direkten Dreifarbenauszug liefern und heute den Markt beherrschen, begann im Anfang des XX. Jahrhunderts, als einzelne Pioniere der Farbenphotographie Aufnahmen auf Pakete von zwei oder drei überlagerten, verschieden sen-

sibilisierte Platten oder Filmen anfertigten, wodurch das Spektrum in zwei oder drei Teilregionen aufgeteilt wurde. Einer der frühesten Pioniere dieser Technik war Gurtner<sup>1</sup> in Bern, der im Jahre 1901 eine panchromatische Platte durch eine mit Naphtolorange gefärbte Platte so belichtete, dass die Schichten der beiden Platten aufeinander lagen. Die vordere, gefärbte und unsensibilisierte Platte war für den blauen Bereich des Spektrums empfindlich und wirkte gleichzeitig als Lichtfilter, das die blauen Strahlungen von der panchromatischen Platte abhielt, auf die somit auch nur ein Teil des Spektrums wirkte. Die Kopie (Diapositiv) der mit Naphtolorange gefärbten Platte (die übrigens während der Verarbeitung ihre Färbung verlor) wurde blau getont (Virage), die andere Kopie gelb. Legte man die beiden Platten in genauem Passer übereinander, entstand ein Farbbild, das mit Ausnahme der roten Töne, die mit diesem System nicht wiedergegeben werden konnten, einen recht natürlichen Farbeindruck verlieh.

Es wurden übrigens noch gegen Ende des XX Jahrhunderts Fernsehbild-Projektoren eingesetzt, die nur die beiden Farben Grün und Magenta aufeinander projizierten, was eine ähnliche Zweifarbenannäherung bewirkte, wie das System von Gurtner.

Bereits im ersten Jahrzehnt des XX Jahrhunderts wurden in der Fabrik von Dr. J. H. Smith<sup>2</sup> in Zürich Platten hergestellt, die drei lichtempfindliche Schichten auf einem einzigen Schichtträger vereinigten. Vor der Entwicklung wurden die drei Schichten durch Abziehen voneinander getrennt, um sie einzeln verarbeiten zu können.

Das Problem der Vereinigung dreier Schichten auf einem Träger, so dass diese nicht mehr voneinander getrennt werden müssen, wurde im Laufe der Geschichte vor allem auf zwei Arten gelöst, nämlich durch das Silberfarbbleichverfahren und vor allem durch die chromogene Entwicklung.

Das **Silberfarbbleichverfahren**, das sich heute weitgehend auf die Herstellung von Laborkopien beschränkt, wird vor allem durch das *Gasparcolorverfahren* (ab 1932) und das *Cilchrome-Verfahren* vertreten, mit welchem direkt Papiervergrößerungen ab Diapositiven hergestellt werden können. Das Prinzip dieses Verfahrens ist die teilweise Zerstörung der in den drei Schichten enthaltenen Farbstoffe, wobei diese Zerstörung proportional ist zu dem bei der Entwicklung gebildeten metallischen Silber. Nach dem Ausbleichen des Silberbildes mit einem Bleichbad und einem Fixierbad, erhält man ein positives Farbbild. Man spricht auch von chromolytischer Entwicklung.

---

<sup>1</sup> Adolf Alfred Gurtner (1869-1948).

<sup>2</sup> John Henry Smith (?-1917).

Die zweite Lösung des Problems, die in Hinsicht auf ihre Verbreitung wesentlich wichtiger ist, ist die **chromogene Entwicklung** (farbaufbauende Entwicklung). Die chemische Lösung des Problems verdanken wir vor allem den Anstrengungen von Homolka<sup>1</sup>, Fischer<sup>2</sup> und Siegrist. Die Technische Lösung ist der Ausdauer zweier Musiker, Mannes<sup>3</sup> und Godowsky<sup>4</sup> zu verdanken. Letzterer ist der Sohn des berühmten Pianisten.

Die Bildung der Farbstoffe bei der chromogenen Entwicklung beruht auf der chemischen Reaktion der bei der Reduktion der belichteten Silberhalogene oxidierten Entwicklersubstanzen mit den sogenannten **Farbkupplern**. Diese Farbkuppler können im Entwicklungsbad enthalten sein, wie dies beim 1935 von Mannes und Godowsky entwickelten *Kodachrome*-Verfahren der Fall war, oder aber sie können bereits bei der Herstellung des Filmes den drei Schichten beigegeben werden, wie beim *Ektachrome*-Material. Während die Materialien mit eingebauten Farbkupplern wahlweise zu positiven oder negativen Bildern entwickelt werden können, produzieren die Materialien ohne eingebaute Farbkuppler stets Positive.

Die Entwicklung der Materialien ohne eingebaute Farbkuppler geht folgendermassen vor sich: Zuerst werden die drei Schichten in einem nicht chromogenen Entwickler entwickelt. Anschliessend wird der Film einer ganz bestimmten Menge roten Lichtes ausgesetzt, die nur auf den komplementären Teil der rotempfindlichen Schicht wirkt (die spätere Cyanschicht), da die anderen Schichten rotunempfindlich sind. Der Film wird jetzt mit dem farbstoffbildenden (chromogenen) Entwickler entwickelt, der den Farbkuppler für Cyan enthält. In der Cyanschicht entsteht also ein cyanfarbenes Farbstoffbild, das zu den beiden Silberbildern, dem positiven und dem negativen, hinzukommt. Die beiden anderen Schichten werden analog behandelt. Zuletzt wird das Silber ausgebleicht, so dass ein positives Farbstoffbild zurückbleibt.

Die Materialien, bei denen die entsprechenden Farbkuppler in den drei Schichten eingelagert sind, werden mit einem chromogenen Entwickler entwickelt, der die drei Silberbilder und die drei Farbstoffbilder gleichzeitig entstehen lässt. Das Bildsilber wird auch hier in einem Bleich- und einem Fixierbad restlos entfernt. Das Resultat ist ein Farbnegativ, bei dem die einzelnen Farben den Komplementärfarben des Originals entsprechen. Soll direkt ein Diapositiv entstehen, wird das Material vorerst in einem nicht chromogenen Entwickler behandelt. Dann wird die Entwicklung unterbrochen und der Film dem hellen Tageslicht ausgesetzt. Die chro-

---

<sup>1</sup> Benno Homolka (1860-1925).

<sup>2</sup> Rudolf Fischer (1881-1957).

<sup>3</sup> Leopold Mannes (1899-1964).

<sup>4</sup> Leopold Godowsky (1900-1983), Sohn von Leopold Godowsky (1870-1938).

mogene Entwicklung, die gleichzeitig mit dem Nachbelichten erfolgen kann, bildet gleichzeitig die drei Silberbilder und die drei Farbstoffbilder. Nach dem Bleichbad erhält man ein Farbdiapositiv.

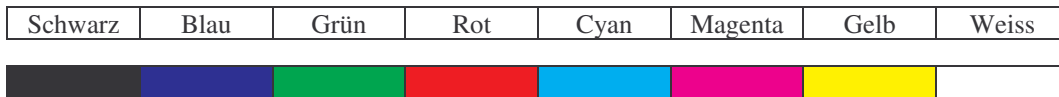
Die meisten photographischen Farbmaterialien sind folgendermassen aufgebaut. Eine erste Schicht ist ausschliesslich blauempfindlich (Gelbschicht). Die zweite Schicht ist grünempfindlich (Magentaschicht) und die dritte ist rot empfindlich (Cyanschicht). Zwischen der blauempfindlichen und der grünempfindlichen Schicht ist meist eine gelbe Filterschicht eingelagert, welche die blauen Strahlungen von den darunterliegenden Schichten abhält. Der gelbe Farbstoff wird während der Entwicklung aufgelöst.

Diesen Schichtaufbau eines entwickelten Dreischichtenfarbfilms kann der Leser durch vorsichtiges Kratzen in den schwarzen Zonen eines unbrauchbaren entwickelten Farbfilmes feststellen.

Die beiden Tafeln 'Die negative chromogene Entwicklung' und 'Die positive chromogene Entwicklung' schematisieren die Verarbeitung eines dreischichtigen Farbfilms zu einem Negativ (a) und zu einem Diapositiv (b). Die vier in der Abbildung dargestellten Schichten sind von oben nach unten:

- 1) Blauempfindliche Schicht
- 2) Gelbfilter
- 3) Grünempfindliche Schicht
- 4) Rotempfindliche Schicht

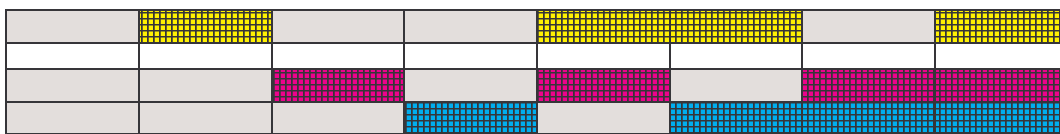
Anhand eines Farbnegativs kann durch Projektion (mit einem Vergrösserungsgerät) auf ein ähnlich aufgebautes photographisches Farbpapier ein positives Bild erhalten werden. Dabei müssen die Farben fast immer korrigiert werden, da sowohl das Negativ, wie auch die Lichtquelle des Vergrösserungsgerätes einen sogenannten **Farbstich** aufweist (Vorherrschen eines bestimmten Farbtons). Diese Korrektur wird mit Filtern entweder auf additive oder auf subtraktive Art ausgeführt. Im ersten Fall wird die Belichtung in drei Teilbelichtungen durch ein blaues, ein grünes und ein rotes Filter zerlegt. Im subtraktiven Fall wird eine einzige Belichtung durch ein Filterpaket durchgeführt, das aus verschiedenen dichten Filtern der Farben Cyan, Magenta und Gelb besteht. Diese Filtersätze können durch einen Farbmischkopf ersetzt werden, in dem meist blaues, grünes und rotes Licht im geeigneten Verhältnis gemischt werden.



Originalfarben



Wirkung der Belichtung



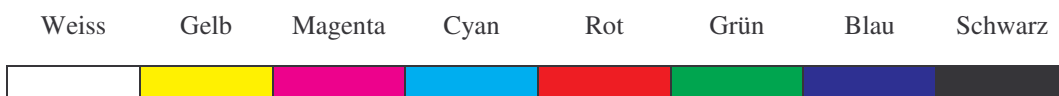
Chromogene Entwicklung



Bleichung



Fixierung



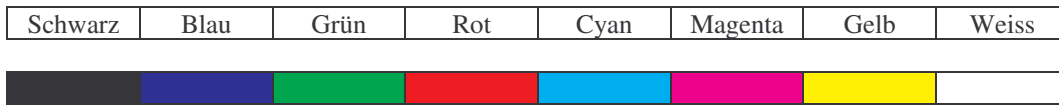
Farben des Negativs

**Bedeutung der Schraffuren**

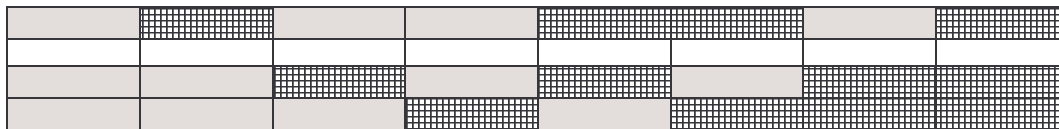


Die negative chromogene Entwicklung

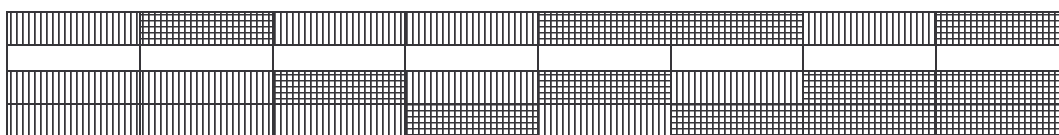




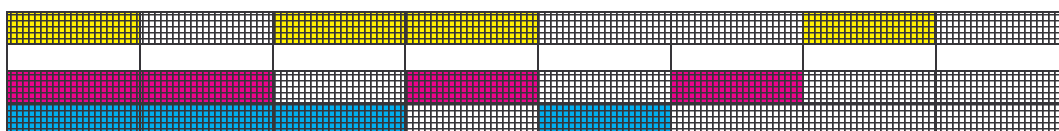
Originalfarben



Erste Belichtung und erste, nicht chromogene Entwicklung



Zweite Belichtung, mit weissem Licht



Chromogene Entwicklung



Bleichung und Fixierung



Endresultat

**Bedeutung der Schraffuren**



Die positive chromogene Entwicklung

## Die Sofortbildphotographie

1947 erfand Edwin Land ein Verfahren, das es erstmals möglich machen sollte, innerhalb von wenigen Minuten zu einer photographischen Aufnahme zu gelangen, und dies ohne komplizierte Einrichtungen und ohne Fachkenntnisse. 1963 brachte die Firma Polaroid ein entsprechendes System für farbige Aufnahmen auf den Markt. Anschliessend sei das Prinzip, auf dem diese Technik aufgebaut ist, kurz erläutert. Da sich die verschiedenen konsultierten Quellen bei der Beschreibung der Einzelheiten widersprechen, ist die Beschreibung mit Vorsicht zu geniessen.

Wie beim Kodachrome haben wir es auch hier mit einem Mehrschichtenverfahren zu tun. Das Verfahren von Polaroid und Land arbeitet mit einem Paket aus zwei überlagerten Filmen, dem Negativfilm und dem Positivfilm. Zwischen den beiden Filmen befindet sich parallel zum Bildrand ein Wulst mit einer gallertartigen Paste, die einen Aktivator, ein weisses Pigment und einen schwarzen Farbstoff enthält. Nach der Belichtung wird die Filmpackung zwischen zwei Stahlwalzen hindurchgezogen, welche die Paste gleichmässig zwischen die beiden Filme verteilt, wobei die für die Entwicklung nötigen chemischen Reaktionen gestartet werden.

Das bei der Belichtung eintreffende Licht durchdringt zuerst den Positivfilm und anschliessend nacheinander die verschiedenen Schichten des Negativfilms. Wie beim Kodachrome Verfahren haben wir auch hier je eine blauempfindliche, grünempfindliche und rotempfindliche Schicht. Auf die jeweiligen lichtempfindlichen Schichten folgt je eine Entwickler-schicht. Die den drei verschiedenen Urfarben entsprechenden Schichtpaare werden durch Zwischenschichten voneinander getrennt.

	Schichtträger des Positives (durchsichtig)
	Säureschicht
	Verzögerungsschicht
	Bildschicht
▶ Aktivierungspaste ▶	
	<b>Blauempfindliche Schicht</b>
	Entwickler
	Zwischenschicht
	<b>Grünempfindliche Schicht</b>
	Entwickler
	Zwischenschicht
	<b>Rotempfindliche Schicht</b>
	Entwickler
	Schichtträger des Negatives (Schwarz)

Die Entwicklersubstanz der einzelnen Entwicklerschichten sind mit den entsprechenden subtraktiven Farbstoffen (Gelb in der blauempfindlichen Schicht, Magenta in der grünempfindlichen Schicht und schliesslich Cyan in der rotempfindlichen Schicht) entsprechenden Substanzen in einem Molekül vereinigt. Der Katalysator der Paste, welche jetzt die beiden Filme vereinigt, diffundiert bis in die Entwicklerschichten und befreit die dort gebundenen "Mischmoleküle". Der schwarze Farbstoff in der Paste ermöglicht es, den Film gedämpftem Tageslicht auszusetzen.

Die belichteten Silberhalogene reagieren nun mit dem Entwickler, so dass das entstehende metallische Silber mit dem farbstoffspezifischen Molekül eine Verbindung entsteht, welche die Eigenschaft hat, den entsprechenden Farbstoff zu binden. Diejenigen Farbstoffmoleküle aber, die von keiner dieser Silberverbindungen festgehalten werden, können sich ungehemmt durch alle Schichten bis zum Positivfilm verbreiten, wo sie sich an jeder Stelle der Bildschicht im richtigen Verhältnis vermischen, um die Originalfarbe wiederzugeben.

Die aus der Säureschicht allmählich durch die Verzögerungsschicht dringende Säure neutralisiert die stark alkalischen Entwickleranteile in der Bildschicht, wodurch die Haltbarkeit des Bildes gesteigert wird. Andererseits wird der schwarze Farbstoff in der Zwischenschicht unter der Wirkung der Säure durchsichtig, so dass jetzt das in der Aktivierungspaste enthaltene weisse Pigment zum Zuge kommt. Seine Aufgabe besteht darin, das auffallende Licht zu reflektieren und es von den unteren Schichten abzuhalten.

Das Schnellbildverfahren hat heute verschiedene Anwendungsbereiche. Es ist vor allem dann wichtig, wenn eine bestimmte Aufnahme nicht wiederholt werden kann, und man sicher sein muss, dass diese gelungen ist. Aber auch für Kunden, die nicht warten wollen, wird das Verfahren oft eingesetzt, wie etwa bei der Anfertigung von Passphotos.

Aber auch in der industriellen Photographie leistet das Verfahren wertvolle Dienste: im Profistudio wird vielfach der Rückteil der Studiokamera mit einer speziellen Kassette ausgerüstet, die Sofortfilme aufnehmen kann. Entspricht das Resultat den Erwartungen des Photographen, wird die Aufnahme auf den definitiven Planfilm wiederholt, welcher die für anspruchsvolle Arbeiten erforderliche Qualität liefert, aber erst Stunden oder Tage später in entwickelter Form vorliegt.

Die von Land gegründete Firma Polaroid liefert auch spezielle Materialien, etwa für Schwarzweissaufnahmen. Das Funktionsprinzip entspricht grundsätzlich dem oben beschriebenen Verfahren.

In letzter Zeit wird die Sofortbildphotographie immer mehr durch die digitale Photographie ersetzt. Persönlich glaube ich, dass die Tage der Sofortbildphotographie gezählt sind.

## Der autotypische Vierfarbendruck

Bei der herkömmlichen Herstellung eines Vierfarbenauszugs zur autotypischen Druckformenherstellung gibt es zwei mögliche Wege: die direkte und die indirekte Rasterung. Bei der direkten Rasterung werden die Farbauszugsnegative durch den blauen, den grünen und den roten Filter direkt auf panchromatisches Lith-Material gerastert. Normalerweise werden dazu aus vier Rastern bestehende Sätze verwendet, welche die folgenden Winkelungen aufweisen:

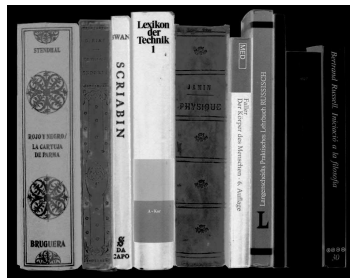
15°	Cyan
45°	Schwarz
75°	Magenta
90°	Gelb

Beim indirekten System werden die Auszüge durch die gleichen Filter auf panchromatisches Halbtonmaterial aufgenommen. Diese Negative werden dann im Kontakt durch das Kontaktraster auf orthochromatisches Lith-Material kopiert, wobei der Raster normalerweise mit der Schichtseite die Schichtseite des zu belichtenden Materials berührt. Auch hier muss natürlich die Rasterwinkelung eingehalten werden. Die nächste Abbildung zeigt am praktischen Beispiel das Zustandekommen der einzelnen Farben beim autotypischen Dreifarbendruck.

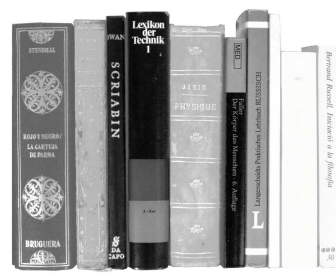
Ausser der Verstärkung der dunklen Teile des Bildes kann der Vierfarbendruck gegenüber dem Dreifarbendruck noch einen anderen Vorteil aufweisen: Es können Auszüge hergestellt werden, welche in den Zonen, in denen alle drei Grundfarben gleichzeitig vorkommen, den gemeinsamen Anteil ganz oder teilweise durch die entsprechende Menge Schwarz ersetzen. Diese Technik wird UCR (Under Colour Removal) genannt und bietet den Vorteil einer rascheren Trocknung der Drucke, dank den dünneren Farbschichten, und zudem wird dabei der Farbverbrauch herabgesetzt. Genau gleich, wie man sagen kann, dass sich jede Farbe aus den Drei Farben Cyan, Magenta und Gelb auf subtraktivem Wege mischen lässt, kann man auch sagen, dass sich jede Farbe aus je zwei der Grundfarben (die entsprechenden Grundfarben ergeben sich je nach der zu mischenden Farbe) und Schwarz mischen lässt. Wird das UCR so weit getrieben, dass die dritte Farbe ganz verschwindet, spricht man von GCR (Grey Component Replacement).



Ansicht des Originals durch das Rotfilter



Rotfilternegativ



Positiv des Rotfilterauszugs oder Cyanauszug



Cyan-Auszug



Gelb-Auszug



Magenta-Auszug



Schwarz-Auszug



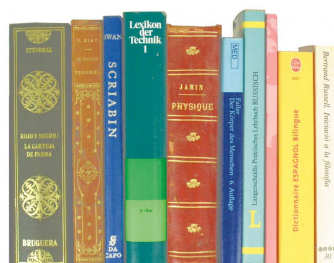
Cyan und Gelb übereinandergedruckt



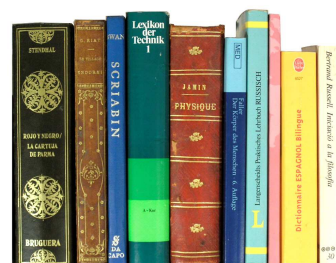
Cyan und Magenta übereinandergedruckt



Gelb und Magenta übereinandergedruckt



Dreifarbendruck

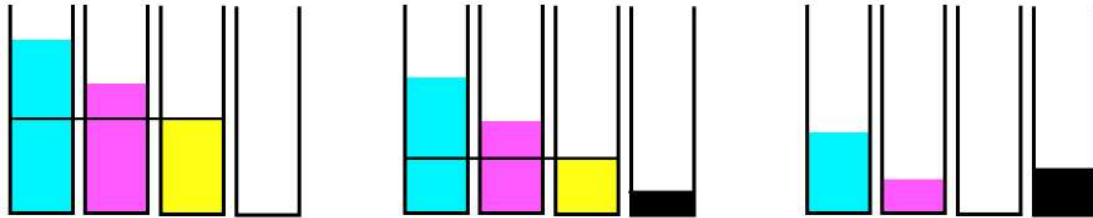


Vierfarbendruck

### Die Entstehung eines Vierfarbendrucks



Die Abbildung 'UCR' symbolisiert drei Arten, um eine gleiche Farbe subtraktiv zu mischen. Die erste Version entspricht der herkömmlichen Farbmischung, die mittlere einem gemässigten UCR und die dritte dem GCR.



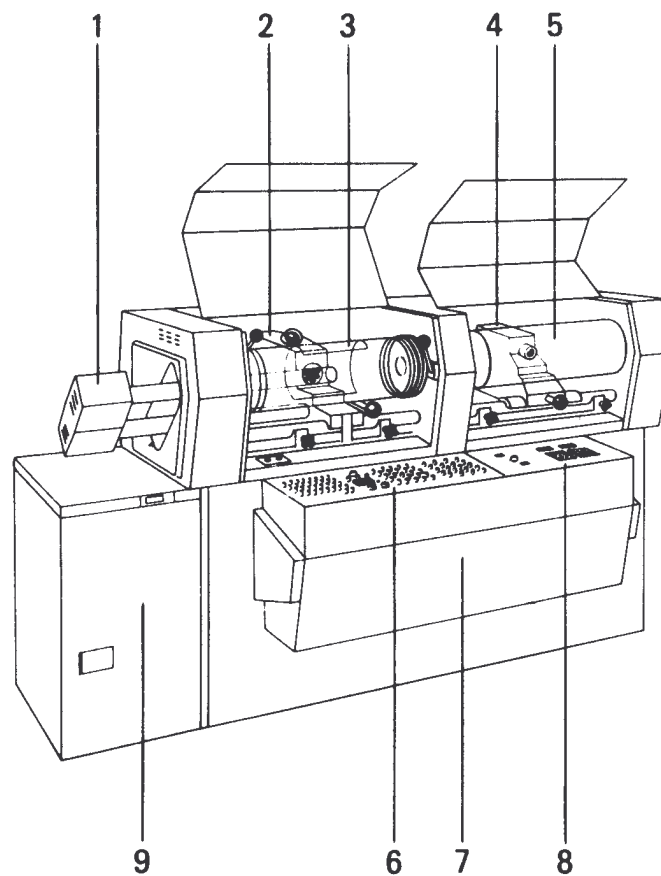
UCR: Die drei Farbmischungen ergeben den gleichen Farbton

Im letzten Viertel des XX Jahrhunderts wurden die herkömmlichen photomechanischen Techniken zur Herstellung von Vierfarbendruckern immer mehr von den elektromechanischen **Scannern** verdrängt.

Bei diesen Maschinen wird das zu reproduzierende Original (meist handelt es sich dabei um Farbdiaspositive, aber auch flexible Vorlagen können eingesetzt werden) über den Mantel der Abtastwalze<sup>1</sup> gespannt. Auf die Schreibwalze wird der zu belichtende Film aufgespannt, Halbtonefilm, wenn Halbtonefarbauszüge angefertigt werden sollen, Lith-Film, wenn Rasterfarbauszüge erwünscht sind. Es braucht kein panchromatisches Material eingesetzt zu werden, da ja das Material bei allen vier Auszügen mit derselben Lichtquelle belichtet wird. Nach dem Programmieren des gewünschten Vergrößerungs- oder Verkleinerungsmaßstabes, der Farbkorrekturen und anderer Daten, werden die Schutzdeckel über die beiden Zylinder geschlossen, um das Eindringen von Fremdlicht zu verhindern. Die beiden Zylinder beginnen sich nun mit grosser Geschwindigkeit zu drehen (bis zu 10 m/sec Umlaufgeschwindigkeit). Beim Abtastzylinder wird der jeweils kolorimetrisch zu erfassende Teil mit einer Speziallichtquelle beleuchtet, und ein optisches System überträgt das vom Original abgestrahlte Licht auf ein elektronisches Messsystem. Während des Abtastvorgangs bewegt sich der Abtastkopf allmählich in Richtung der Zylinderachse, so dass die Abtastlinie einer Schraubenlinie folgt. Inzwischen bewegt sich der Schreibkopf auf dem Schreibzylinder in gleicher Weise und belichtet den Film mit einer speziellen Belichtungseinheit, deren Lichtintensität je nach der vom Rechenzentrum erhaltenen Information variiert. Die graphischen Scanner mit herkömmlichen Belichtungseinheit erlauben es, Halbtone- oder Lithfilme durch einen Kontaktraster hindurch zu belichten.

<sup>1</sup> Heute werden vor allem Flachbettscanner eingesetzt.

Eine neue Generation von Scannern arbeitet mit Laseroptik, welche die direkte Rasterung ohne Kontaktraster ermöglicht, da die Rasterpunkte hier individuell berechnet werden. Die Abbildung 'Chromograph' stellt einen solchen klassischen Scanner dar, den "Chromograph" 299 L der Firma Hell. Die Zeichnung wurde freundlicherweise von der Firma Hell zur Verfügung gestellt. Der Chromograph DC 350 galt als eine der perfektesten Maschinen ihrer Art. Mit diesem Scanner lassen sich die vier Auszüge eines Vierfarbendruckes aufs Mal belichten und die Punktform (rund, elliptisch,...) kann über ein Floppydisk<sup>1</sup> programmiert werden.



Chromograph von Hell

### Legende zum Bild:

- 1) Abtastlampe
- 2) Farboptiksystem
- 3) Abtastwalze

<sup>1</sup> Floppydisks werden heute ihrer geringen Kapazität wegen, die selten über 1,5 MB liegt, nur noch behelfsmässig eingesetzt. Das Format CD-ROM bietet über 600 MB Speicherplatz, wird aber inzwischen schon von grösseren Medien 'bedrängt'.

- 4) Schreibkopf
- 5) Schreibwalze
- 6) Farbrechner für Farbkorrekturen
- 7) Gehäuse für Farbrechner, Massstabsrechner und Maschinenfunktion
- 8) Tastaturen für Maschinenfunktionen und Massstabseingabe
- 9) LASER-Belichtungseinheit des Chromagraph 299 L

Eine Zusatzmaschine, der "Chromaskop" ermöglicht es, die Farben des fertigen Druckbildes anhand der vom Abtastkopf gelesenen und im Plattenspeicher der Maschine gespeicherten Daten auf einem Bildschirm zu simulieren, und zwar schon vor Belichtung des Filmmaterials. Dank diesem System kann die Wirkung aller Farbkorrekturen kontrolliert werden, wodurch es möglich wird, die Auszüge erst nach der optimalen Einstellung der Korrekturen zu belichten.

Die Firma Hell hat in der Scanner-Technologie mit dem "Chromacom"-System noch einen weiteren Schritt getan. Mit diesem System wird es ermöglicht, elektronisch gespeicherte gerasterte Vierfarbenauszüge zusammen mit Photosatz oder Strichaufnahmen elektronisch zu montieren, ohne ein einziges Blatt Filmmaterial dazu zu verwenden. Das Chromacom-System ermöglichte sogar eine Technik, die noch um 1970 allenfalls in der Science-Fiction existierte, nämlich die vollelektronische zonenweise Farb-Retusche, bei der der Pinsel durch einen Cursor ersetzt wird, dessen Strichbreite von der feinsten Linie bis zum Aerographen-Effekt reicht. Die Elektronik erlaubte sogar lasierende Linien! Alle Retuschen werden auf einem Bildschirm verfolgt und können nötigenfalls rückgängig gemacht werden. Nach der fertigen Montage und Retusche bietet das Chromacom-System drei Möglichkeiten: Die Herstellung von vier Farbauszügen in einem Scanner, ein Probeabzug auf Farbphotopapier (in einer speziellen Maschine angefertigt) oder schliesslich ein Satz Tiefdruckzylinder in einem Helio-Klischographen.

## Andere Anwendungen der Farbe

Die Farben in den graphischen Künsten werden nicht immer zur Reproduktion der Farben eines Originals eingesetzt. Die Anwendung mehrerer Farben bietet Möglichkeiten der Differenzierung und der Kontrastierung, die eine einzelne Farbe nicht bieten kann. Farbige Initialen, die früher stets von Hand koloriert wurden, konnten schon früh in zwei oder drei Farben abgedruckt werden. Das erste bekannte Werk, das zweifarbig gedruckte Initialen aufweist, ist der 1457 von den Gutenberg-Jüngern Fust<sup>1</sup> und Schöffer<sup>2</sup> gedruckte Psalter. Aus jener Zeit stammt auch der Ausdruck "Rubrik", der damals die mit roter Farbe gedruckten Teile einer Buchseite bezeichnete (rubrum = rot).

Im Gebiete der Illustration muss die als "Camaïeu" bezeichnete Technik erwähnt werden. Es handelt sich dabei um Drucke in mehreren Druckfarben, die nicht verschiedene Farben, sondern lediglich verschiedene Tonabstufungen einer selben Farbe wiedergeben. Der Begriff "Camaïeu" ist mit dem Begriff "Clair-Obscur" (ital. Chiaroscuro) annähernd identisch. Die Camaïeu-Drucke wurden anfänglich mit zwei Holzstöcken gedruckt, deren Farbgebung sich oft nur in der Intensität unterschied. Der Name Camaïeu ist vom sogenannten **Bilderstein** abgeleitet, einem aus zwei überlagerten, verschiedenfarbigen Schichten aufgebauten Stein, aus dem Schmuckgegenstände durch teilweises Herausmeisseln der obersten Schicht hergestellt werden können. Als Erfinder des Camaïeu-Drucks wird in gewissen Quellen der Elsässer Johann Ulrich Wechtlin angegeben, eine mysteriöse Figur des beginnenden XVI Jahrhunderts mit den verschiedenen Namen Wachelin, Vuechtlin oder sogar Pilgrimm. Lucas Cranach (1472-1553), Hans Burgkmair (1473-1531), Baldung Grien (1485-1545) und Ugo da Carpi (1450-1523) sind die wichtigsten Meister der xylographischen Camaïeu-Technik. Hugo da Carpi scheint die ersten Camaïeu-Drucke mit mehr als zwei Farben hergestellt zu haben.

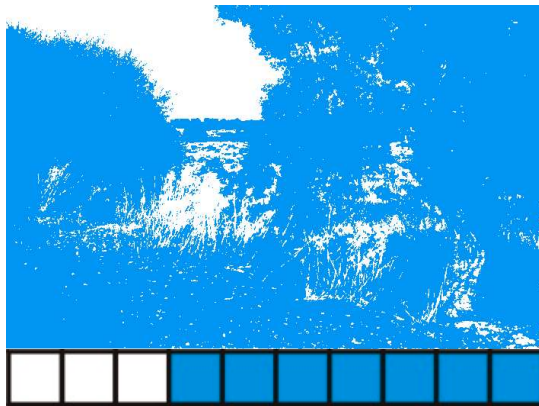
Man kann zwei Arten unterscheiden, Camaïeu-Drucke herzustellen. Die erste besteht darin, so viele Platten herzustellen, wie Farben gedruckt werden. Die zweite Manier geht von einer einzigen Platte aus, von der beim Druck der ersten, hellsten Farbe, nur die weissen Stellen ausgeschnitten wurden. Vor dem Druck der zweiten Farbe, der in genauem Passer erfolgen muss, werden alle diejenigen Stellen aus dem Druckstock ausgeschnitten, welche im ersten gedruckten Farbton verbleiben sollen. Vor dem letzten Abdruck, der meist mit schwarzer Farbe erfolgt, werden alle Teile der Platte ausgeschnitten, die nicht mit dieser letzten Farbe bedruckt werden sollen.

---

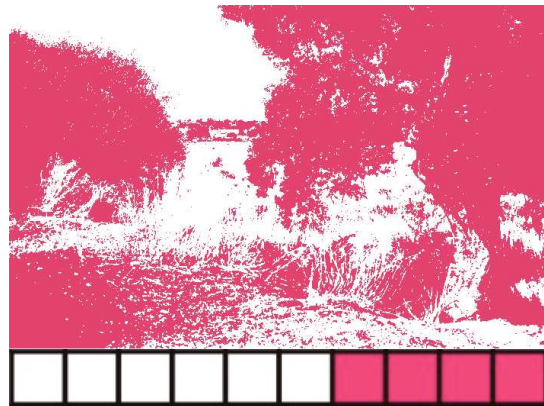
<sup>1</sup> Johann Fust (1410-1465).

<sup>2</sup> Peter Schöffer (ca. 1425 bis ca. 1503).

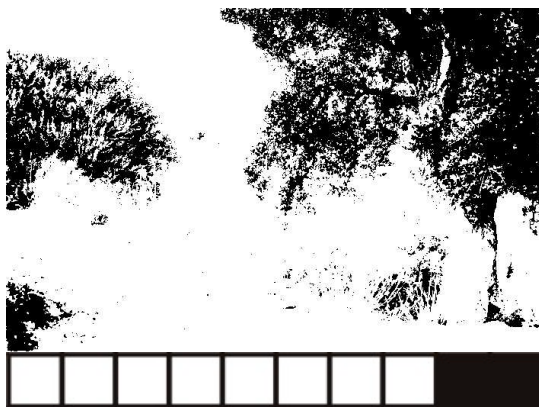
Der Berner Künstler Bernhard S. Schürch hat eine ganze Reihe von Büchern mit Mehrfarbenholzschnitten illustriert, mit der gleichen Technik, welche die alten Meister des Camaïeu-Drucks anwandten, allerdings mit einer anderen Absicht, so dass Schürchs Werke nicht mehr als Camaïeu im strengeren Sinne bezeichnet werden dürfen. Bei der Anfertigung dieser Holzschnitte wird erst der Untergrund gedruckt. Anschließend werden alle Teile des Holzstocks ausgeschnitten, die im Endresultat in der Grundfarbe verbleiben sollten.



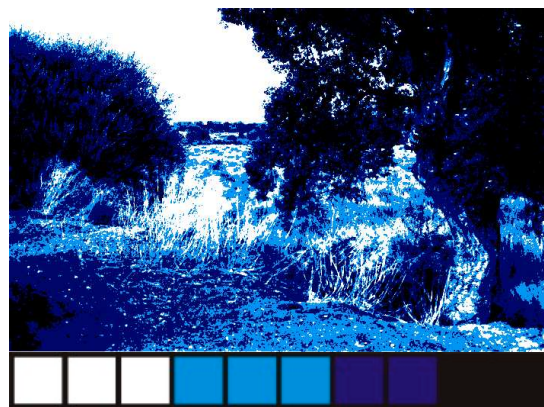
Erste Farbe



Zweite Farbe



Schwarz



Photographisches Camaïeu

Die deckende nächste Farbe wird im genauen Passer mit dem so veränderten Holzstock auf den Grund gedruckt. Anschliessend werden alle Stellen aus dem Holzstock geschnitten, die die zweite Farbe beibehalten sollen. Dasselbe Verfahren wird mit der nächsten und der übernächsten Farbe wiederholt, wobei durchwegs deckende Farben eingesetzt wurden. Dank dem genauen Passer bleibt die Struktur der speziell ausgewählten Holzplatte durch alle Farbtöne sichtbar. Schürch verwendet einen Heidelberger Tiegeldruckautomaten zum Drucken seiner Holzschnitte.



Auf photographischem Wege können Camaïeu-ähnliche Effekte erzielt werden, indem von einem Halbtonoriginal zwei Strichaufnahmen auf Lith-Material bei verschiedenen Belichtungszeiten im genauen Passer aufgenommen werden. Das dunklere Strichdiapositiv, dessen Negativ kürzer belichtet wurde, wird mit einer helleren Farbe oder Grau abgedruckt, das andere wird mit dunklerer Farbe oder mit Schwarz in genauem Passer darübergedruckt.



Farbholzschnitt von Bernhard S. Schürch

Bei Verwendung lasierender Farben kann sogar für beide Drucke die gleiche Farbe verwendet werden. Je nach den gewählten Belichtungs- und Entwicklungszeiten können dabei sehr unterschiedliche Effekte erzielt werden. Sind die Farben der verschiedenen Skalen (wie die verschiedenen Platten manchmal auch genannt werden) grau, so erhält man eine Tontrennung, wie etwa beim mehrschichtigen Gummidruck oder beim ersten autotypischen Verfahren Meisenbachs (ohne Rasterabstand), wenn man dabei von der Rasterstruktur absieht.

Ein autotypischer Druck mit zwei übereinander gedruckten Rasterdrucken heisst ein **Zweifarbendruck**, wenn die beiden Rasterbilder durch Farbauszug entstanden sind; andernfalls wird diese Technik als **Duplexdruck** bezeichnet. Der Duplexdruck geht meist von einer schwarzweissen Vorlage aus, so dass sich die beiden Rasterbilder nur durch ihren Kontrast (Grautonwertverteilung) voneinander unterscheiden. Sollen bei einem Duplexdruck die Farbtöne von einer hellen Farbe bis zu Schwarz variieren, so wird die hellere, weichere Autotypie (Tonplatte) mit einer Farbe, die kontrastreichere mit Schwarz eingefärbt. Verfährt man umgekehrt, so erhält man leicht getönte Grauwerte und eine leichte Steigerung des Bildkontrastes, gegenüber dem einer normalen Einfarbenautotypie. Manchmal werden beide Teilbilder eines Duplexdrucks zur Steigerung des Bildkontrastes mit Schwarz eingefärbt. Die Qualität eines Duplexdrucks ist unabhängig davon, ob von einem schwarzweissen oder von einem farbigen Original ausgegangen wurde, da der Duplexdruck nicht auf einem Farbauszug beruht, sondern nur mit Kontrastunterschieden arbeitet, die mit Variationen der Belichtungszeiten (Hauptbelichtung, Flash und Bump) erreicht werden.



Duplexdruck, ohne Farbauszug



Zweifarbendruck

Werden zwei Farbauszüge übereinandergedruckt, spricht man von einem **Zweifarbendruck**. Der Zweifarbendruck hat nur in den seltensten Fällen die Aufgabe, die Farbgebung des Originals annähernd wiederzugeben. Vielmehr soll damit die tonale Vielfalt erweitert und das Bild lebendiger gestaltet werden.

Die Abbildungen 'Duplex' und 'Zweifarbendruck' zeigen den Unterschied zwischen einem Duplexdruck und einem Zweifarbendruck, der aus einem mit und einem ohne Farbfilter aufgenommenen Rasterpositiv besteht.

Der Tonreichtum der beiden Verfahren kann auch folgendermassen veranschaulicht werden: Wir gehen von drei Farbtöpfen aus, die die deckenden Farben Schwarz, Blau und Weiss enthalten (das Weiss unseres

Gedankenexperiments entspricht der weissen Papieroberfläche). Im ersten Fall (Duplexdruck) mischen wir in einem vierten Farbtöpfchen eine gewisse Menge Blau mit einer gewissen Menge Schwarz zu einem dunklen Blau zusammen. Dann werden die Töpfe mit dem reinen Schwarz und dem reinen Blau verschlossen. Es stehen uns nun alle Farben zur Verfügung, die aus dem neuen Dunkelblau und Weiss zusammengemischt werden können. Alle diese Farben lassen sich auf einem Streifen darstellen, der kontinuierlich von Weiss bis Dunkelblau läuft.

Im zweiten Fall (Zweifarbendruck) dürfen wir die drei Farben Schwarz, Weiss und Blau frei mischen. Die jetzt erreichten Farben können nicht mehr auf einem Streifen dargestellt werden. Wir benötigen zu ihrer Darstellung eine Ebene. Dieser Farbraum enthält etwa helles reines Blau, helles Graublau, helles Neutralgrau, mittleres reines Blau, etc.

Kurz: der Farbraum eines Duplexdrucks ist eindimensional, derjenige des Zweifarbendruckes ist zweidimensional.

Bei der manuellen Farbproduktion, wie sie vor der Erfindung der Farbenphotographie ausschliesslich angewandt werden musste, werden die Farben einzeln und von Hand voneinander abgegrenzt. Bei Künstlerdrucken werden im allgemeinen auch heute noch keine photomechanischen Auszugsverfahren zugelassen.

Obwohl theoretisch die manuelle Farbzerlegung auf der Dreifarben­theorie begründet sein kann, benutzen die Künstler meist mehr als drei Platten (oder Druckstöcke), wobei verschiedene Farbtöne mit der ihnen entsprechenden Farbe rein gedruckt werden. Schon im XVI Jahrhundert schuf Albrecht Altdorfer (1480-1538) Farbholzschnitte mit sechs Platten.

Eine grosse Ausnahme im Bereiche des Künstlerfarbendruckes bilden die Werke von Jacques-Christophe Le Blond<sup>1</sup> (1667-1741), der schon in der ersten Hälfte des XVIII Jahrhunderts das Prinzip des Dreifarben­drucks aus der Farbentheorie Newtons herleitete und alle Farben mittels drei übereinander gedruckten, in Schabmanier bearbeiteten Tiefdruck­platten erzeugte, wobei er die Farben Rot, Gelb und Blau als Grundfarben verwandte. Wenn man bedenkt, dass diese Farbstoffe mit den heute in allen Druckereien der Welt verwendeten Druckfarben Cyan, Magenta und Gelb recht wenig gemeinsam haben, und dass zudem zu jener Zeit die Farbstoffe alles andere als lasierend waren, so ist der Erfolg von Le Blond doch überraschend. Die Nachfolger von Le Blond pflegte bereits eine vierte Platte für den Schwarzdruck einzusetzen, genau wie beim modernen Vierfarbendruck. Es gibt historische Beschreibungen des Verfahrens von Le Blond selber und auch von seinen wichtigsten Anhängern Jacob Gautier d'Agoty (1710-1785) und Antoine Gautier de Montdorge (1701-1768). Im Gebiete der japanischen Holzschnidekunst scheint um 1765

---

<sup>1</sup> Man schreibt auch Leblon, Leblond oder Le Blon.



der grosse Meister Suzuki Harunobu (1718-1770) als erster Farbtöne durch Übereinanderdrucken zweier Farben erhalten zu haben, womit er die Möglichkeiten des japanischen Holzschnittes gewaltig erweiterte. Harunobu scheint ebenfalls als erster das zonenweise Einfärben einer Platte mit verschiedenen Farben gepflegt zu haben.



Kaltnadelradierung von Miquel Plana,  
'à la poupée' eingefärbt

Diese letzte Technik, dank der verschiedene Farben in einem einzigen Durchgang durch die Presse abgedruckt werden können, wird bei den manuellen Tiefdruckverfahren recht häufig angewandt, und erhält in diesem Zusammenhang die französische Bezeichnung 'à la poupée', da die einzelnen Farbzonen durch die Wirkung des Farbballens voneinander abgegrenzt werden. Diese Abgrenzung kann der Künstler mit dem Augenmass steuern oder dazu einen Satz Schablonen anfertigen, welche die Zonen, die nicht mit einer bestimmten Farbe eingefärbt werden sollen,

abdecken. In gewissen Fällen können auch Siebdruckformen im gleichen Sinne verwendet werden. Das Zonenweise Einfärben von Tiefdruckplatten auf automatisierte Weise wird beim Drucken gewisser Wertpapiere, wie etwa Banknoten, eingesetzt, um deren Fälschung zu erschweren.

Ein ideales System zur Herstellung bunter Drucke zu einem verhältnismässig günstigen Preis wurde den Künstlern durch die Erfindung Senefelders, die Lithographie, in die Hand gegeben. Die Lithographie ermöglicht den Übereinanderdruck einer grossen Anzahl dünner Farbschichten. Schon Senefelder machte verschiedentlich mehrfarbige Druckversuche, aber der grosse Meister der **Chromolithographie** war der Elsässer Lithograph Godefroi Engelmann (1788-1839), der in verschiedenen Quellen sogar als der Erfinder dieser Technik angegeben wird. Die **Farbskala** (Anzahl Platten) einer Chromolithographie wird meist nicht unter acht oder neun Platten gehalten, und es ist keine Seltenheit, dass ein Druck 15 bis 20 Mal unter der Presse durchmusste.

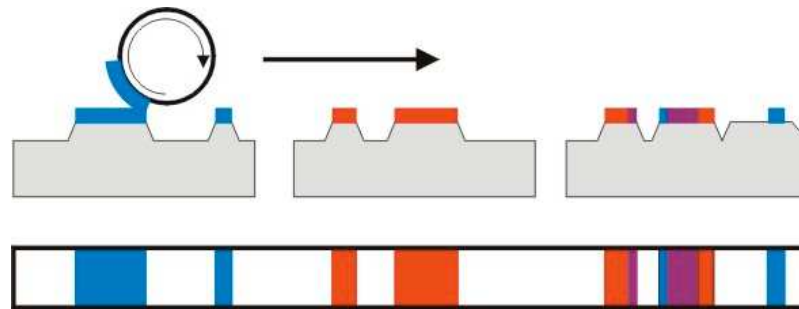
In unserem Jahrhundert haben die Künstlerfarbdruckverfahren einen hochinteressanten Beitrag erhalten durch die Arbeit des grossen Meisters der modernen Graphik Stanley William Hayter (1901-1988) in seiner berühmten Werkstatt *Atelier 17* von Paris, die mehr als eine Werkstatt eine hohe Schule der künstlerischen Graphischen Techniken darstellt. Anschliessend sollen zwei der bemerkenswerten Techniken Hayters kurz beschrieben werden, die es erlauben, verschiedene Farben in einem einzigen Durchgang durch die Presse ab einer einzigen Platte abzudrucken.

Wird auf die Platte einer manuellen Offset-Presse (also einer Presse, die im Wesentlichen aus einer grossen Walze besteht, die sich auf Schienen hin- und herrollen lässt) ein eingefärbter Holzdruckstock, sowie, auf gleicher Ebene, aber in der Laufrichtung der Walze verschoben, ein Blatt Papier gelegt, so kann durch Überrollen der Walze die Farbe erst vom Druckstock auf das Gummituch (mit dem die Walze bespannt ist) übertragen, und von diesem auf das Blatt abgedruckt werden, wobei das Bild einer doppelten Inversion unterworfen wird. Dieses einfarbige Verfahren kann folgendermassen auf mehrere Farben verallgemeinert werden: Der auf das Gummituch übertragene Abdruck des Holzstockes kann auf zwei unbearbeitete Holzstöcke auf der dem Papier gegenüberliegenden Seite der Presse abgedruckt werden. Aus jeder dieser beiden Druckplatten werden diejenigen Stellen ausgeschnitten, die nicht in der entsprechenden Farbe drucken sollen.

Die Herstellung der Farbplatten kann übrigens mit dem japanischen Holzschnitt verglichen werden, bei dem das Reispapier die Rolle des Gummituchs übernimmt. Vor dem Druck werden die einzelnen Druckstöcke in ihren entsprechenden Farben eingefärbt. Die Walze läuft dann



nacheinander über die drei Holzstöcke, wo die Farben auf das Gummituch übertragen und anschliessend gemeinsam auf das Papier abgedruckt werden. Mit drei Druckstöcken werden dabei sieben<sup>1</sup> Farben erzeugt. Mit den drei Farben a, b und c ergeben sich die Möglichkeiten a, b, c, ab, ac, bc und abc.



Hayter fand ein System, um mit derselben Anordnung haarscharf aneinandergrenzende reine Farbtöne abzudrucken. Dieses Verfahren basiert auf der gegenseitigen Abstossung der Druckfarben mit grossen Viskositätsunterschieden. Der Viskositätsgrad ist ein Mass für die Dickflüssigkeit eines Stoffes. So hat etwa Melasse mehr Viskosität als Sirup, Sirup mehr als Wasser. Die gegenseitige Abstossung der Druckfarben mit grossen Viskositätsunterschieden ist vergleichbar mit der Abstossung von Fettfarbe und Wasser im lithographischen Druck. Wird nun bei unserer Anordnung der Holzstöcke auf der manuellen Offsetpressen der erste mit einer sehr zähflüssigen Farbe, der zweite mit einer Farbe mittlerer Viskosität und der dritte mit einer dünnflüssigen Farbe eingefärbt, so geschieht beim Überrollen mit der Walze folgendes: Die ganze Farbe der ersten Platte bleibt auf dem Gummituch haften. Die Farbe der zweiten Platte wird nur auf den sauberen Stellen des Gummituches haften bleiben, nicht aber auf den von der ersten Platte bedruckten Zonen. Dasselbe wird mit dem dritten Druckstock geschehen, der nur dort Farbe an das Drucktuch abgeben wird, wo diese frei von Farbe der vorangehenden Holzstöcke geblieben ist.

Soll der Hauptdruckstock in einer Buchdruckpresse abgedruckt werden, so dass ein geradestehendes Bild entsteht, so kann die beschriebene Anordnung dazu dienen, die Platte mit zwei Farben einzufärben. Die eingefärbte wird der Offsetpressen entnommen und zum Abdruck in die Buchdruckpresse eingesetzt. Bei all diesen Verfahren sollten nach jedem Abzug die Druckstöcke und das Gummituch gereinigt werden, um vom ersten bis zum letzten Druck gleichbleibende Resultate zu erreichen. Die

<sup>1</sup> Mit den drei Farben a, b und c ergeben sich die Möglichkeiten a, b, c, ab, ac, bc und abc.

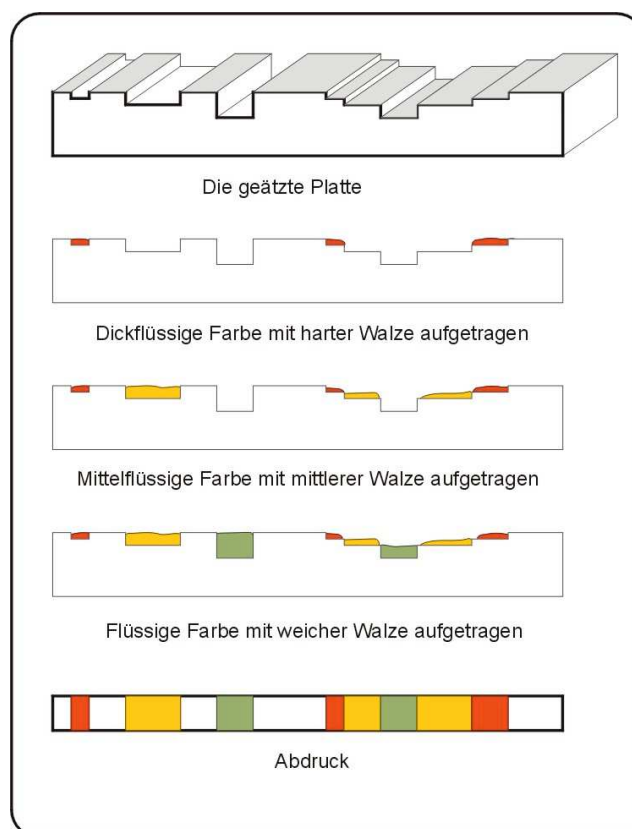
Abbildung oben stellt diese Art, einen Holzstock in zwei Farben einzufärben schematisch dar.

Der einzufärbende Holzstock kann auch durch eine auf gewohnte Weise eingefärbte und gewischte Tiefdruckplatte ersetzt werden, die dann beim Abdruck ein Dreifarbenbild ergibt, wovon eine Farbe (die in den Vertiefungen) mit dem für den manuellen Tiefdruck charakteristischen Relief ausgezeichnet wird.



## Die Roll-Up-Technik

Das unter **Roll-Up** bekannte Verfahren, eine Technik, die Hayter vom Jahre 1946 an in seinem *Atelier 17* in Paris entwickelte, bietet im Gebiete der Tiefdrucktechnik eine wichtige Neuerung: zum ersten Mal in der Geschichte der graphischen Künste enthält eine Tiefdruckplatte die ganze Information zur Begrenzung ihrer verschiedenen Farben. Auch dieses Verfahren ist in der Unverträglichkeit zwischen den Farbstoffen mit grossem Viskositätsunterschied begründet. In diesem Sinne könnte man sagen, dass das Roll-Up eine Verallgemeinerung des der Lithographie zugrundeliegenden Prinzips darstellt, angewandt auf speziell präparierte Tiefdruckplatten. Anschliessend sei das Verfahren, das in der Abbildung 'Roll-Up' illustriert wird, kurz beschrieben.



Roll-UP

Die für das Roll-Up bestimmten Platten werden mit grosser Genauigkeit in einer ganz bestimmten Anzahl genau abgestuften Tiefen graviert. In unserem schematischen Bildbeispiel, das eine gravierte Roll-Up-Platte in drei Farben darstellt, müssen drei Ätztiefen vorkommen. Zum Bear-

beiten der Platte müssen Verfahren herangezogen werden, die eine genaue Kontrolle der Äztiefe erlauben, wie etwa die Radierung oder die Galvanokaustik. Das oberste Niveau wird mit einer harten Walze oder Rolle mit dickflüssiger Farbe (Farbe mit grosser Viskosität) eingefärbt, so dass die Farbe nicht in die unteren Niveaus hinunter fließt. Um das zweite Niveau einzufärben, wird eine weichere Walze verwendet, die tiefer in die Rillen dringt, sowie eine weniger dickflüssige Farbe, die von der ersten abgestossen wird. Die dritte Farbe ist am flüssigsten und wird mit einer extrem weichen Rolle aufgetragen, so dass diese Farbe nur das tiefste Niveau der Rillen füllt. Die Oberfläche der so eingefärbten Platte wird vorsichtig gewischt. Dann wird die Platte in der Kupferdruckpresse abgedruckt, wo in einem einzigen Durchgang gleich drei Farben auf das Papier übertragen werden.

Die Oberfläche der Platte kann zusätzlich mit einer Walze eingefärbt werden, aber diese Technik ist nicht für das Roll-Up-Verfahren charakteristisch, kann dazu doch jede Tiefdruckplatte eingesetzt werden. Wird dieser Rekurs auf einer nicht eingefärbten Tiefdruckplatte vorgenommen, so erhält man einen negativen Abdruck, der dann allerdings nicht mehr als Tief-, sondern als Hochdruck zu bezeichnen ist, selbst dann, wenn der Abdruck in einer Tiefdruckhandpresse erfolgt.

Das Roll-Up-Verfahren, das sich natürlich auf höchstens drei oder vier Farben beschränken muss, bietet in der Praxis enorme Schwierigkeiten und wird daher nur durch eine Minderheit von Künstlern ausgeführt, unter denen neben dem Begründer Hayter etwa Krishna Reddy, André Masson<sup>1</sup> und Sergio González genannt seien.

Bisher ist meines Wissens kein industrielles Verfahren entstanden, das auf der Viskositätsdifferenz von Druckfarben begründet wäre. Möglicherweise könnte diese Technik dem Banknotendruck angepasst werden, wodurch die Fälschung noch weiter erschwert würde.

---

<sup>1</sup> (1896-1987).

# Kombinierte Verfahren

Hier seien kurz ein paar weniger wichtige Verfahren erwähnt, die nicht so recht in das Schema vom Hochdruck, Flachdruck, Tiefdruck und Durchdruck passen.

## Der Öldruck

Im XIX Jahrhundert waren Ölgemäldeimitationen Mode, die man als Öldrucke oder auch Ölgemälgedrucke bezeichnete. Das Wort Öldruck hat hier nichts mit dem im Kapitel über die Photographie beschriebenen gleichnamigen Verfahren zu tun. Vielmehr handelt es sich hier um verschiedenen Kombinationsdrucke, meist manuelle chromolithographische Drucke in Kombination mit rasterlosen photomechanischen Druckverfahren, wie etwa der Heliogravüre oder dem Lichtdruck. Nach dem Drucken aller Farben wurde meist ein Prägedruck angeschlossen, der die Struktur der Pinselstriche des Originals nachahmte. In vielen Fällen wurde dazu ein Galvano des Originalgemäldes eingesetzt. Diese Öldrucke, die vielfach auf Leinwand gedruckt wurden, waren oft so perfekt, dass manchmal sogar Gemäldeexperten ihre Mühe haben, sie von Originalgemälden zu unterscheiden.

Heutzutage werden solche Öldrucke nur noch in ganz wenigen Betrieben hergestellt. Sie sind (Gott sei Dank) aus der Mode gekommen und ihre Stelle als Wandschmuck wurde von den farbigen Postern übernommen.

## Die Monotypie

Die **Monotypie**, die nichts mit der Setzmaschine der Marke *Monotype* zu tun hat, ist ein Druckverfahren, das an der Grenze zwischen den Flachdruckverfahren und der Ölmalerei liegt. Die Monotypie bildet auch insofern einen Grenzfall der Drucktechnik, als von einer Platte nur ein



einzigster Abdruck auf Papier möglich ist<sup>1</sup>. Ihre Technik besteht darin, auf eine saubere Platte mit Öl- oder Druckfarben zu malen und dann das Bild auf Papier abzudrucken, was meist mit einer Kupferdruckhandpresse geschieht. Dies ist auch der Grund weshalb in gewissen Büchern die Monotypie als Spezialfall innerhalb der Tiefdrucktechniken behandelt wird, was aber ganz unbegründet ist, da einerseits bei der Monotypie kein Relief notwendig ist und andererseits die Monotypie auch in einer lithographischen oder in einer Hochdruckpresse abgedruckt werden kann. Beim Bemalen einer Monotypieplatte muss berücksichtigt werden, dass das Bild beim Abdruck nicht nur **seitenverkehrt**, sondern auch **schichtenverkehrt** wiedergegeben wird, so dass die letzte aufgetragene Farbschicht direkt auf das Papier zu liegen kommt und von den anderen Schichten überdeckt wird, was sich bei Verwendung von deckenden Farben besonders bemerkbar macht. Monotypien werden daher vielfach nicht auf Metallplatten, sondern auf durchsichtige Kunststoffplatten oder Folien gearbeitet.

Monotypien können auf Buchdruckpressen oder lithographischen Pressen abgedruckt werden, aber im normalen Fall wird die Tiefdruckhandpresse eingesetzt. Man könnte eine Monotypie auch auf einer manuellen Offsetpresse abdrucken; dabei würde aber die Reihenfolge der Schichten invertiert.

Im weiteren Sinne werden manchmal auch Abdrucke von zonenweise eingefärbten Druckplatten (*à la poupée*) als Monotypien bezeichnet, vor allem dann, wenn die einzelnen Drucke stark voneinander abweichen.

## Die Marmorierkunst

Eine weitere Technik, die man als Grenzfall der Drucktechniken bezeichnen kann, ist die sogenannte **Marmorierkunst**, deren Gemeinsamkeit mit der Monotypie darin besteht, dass von jedem Bild nur ein einziger Abdruck möglich ist.

Über den historischen Ursprung der Marmorierkunst, die lange das wichtigste Verfahren zur Erzeugung von Buntpapieren bildete, wie sie in der Buchbinderei als Vorsatzpapier verwendet werden, ist nicht präzises bekannt. Die ersten bekannten Beschreibungen der Marmoriertechnik stammen aus der zweiten Hälfte des XVII Jahrhunderts. Das Verfahren geriet zeitenweise in Vergessenheit und erfuhr gegen Ende des XIX Jahrhunderts eine neue Blütezeit.

Es handelt sich um folgendes Verfahren: In eine flachen Schale, das sogenannte **Marmorierbecken**, wird eine Flüssigkeit gegossen, der so-

---

<sup>1</sup> Daher der Name.

genannte **Grund**, auf dessen Oberfläche tropfenweise Farbstofflösungen gegeben werden, die sich dank einer bestimmten Menge eines beige-mischten **Treibmittels** (meist Ochsgalle) mehr oder weniger auf der Oberfläche ausdehnen. Die verschiedenen Farbtropfen können nebeneinander oder ineinander angebracht werden und sinken dank der speziellen Zusammensetzung des Grundes nicht ab, sondern schwimmen auf ihm. Beim traditionellen Verfahren besteht der Grund aus einer schleimigen Flüssigkeit, die durch Abkochen von Caraghenmoos (auch Irländisches Perlmoos genannt) mit Wasser entsteht.



Marmoriertes Papier um 1900

Mit einer Spitze können die dünnen Farbtropfen in ihrer Anordnung verändert werden; meist wird dazu nicht eine einzelne Spitze, sondern eine ganze Reihe auf einer Holzleiste hintereinander angebrachte Nägel, in der Art eines Kammes, eingesetzt. Die so entstehenden farbigen Strukturen werden daher meist als **Kammschnitte** bezeichnet. Beim sogenannten **Haaradernschnitt** wird eine auf dem Grund liegende Struktur mit sogenanntem **Sprengwasser** (meist wässrige Seifen-Spiritus-Lösung) bespritzt, so dass eine fein verästelte Adernstruktur entsteht.

Nach dem Bilden des gewünschten Musters auf dem Grund erfolgt die Übertragung auf das Papier. Dazu wird letzteres vorsichtig auf die Wasseroberfläche aufgelegt, wobei jede Verschiebung, sowie die Bildung von Luftblasen vermieden werden müssen. Sobald das Papier ruhig auf der Wasseroberfläche ruht, werden die auf der Oberfläche schwimmenden Farbstoffe vom Papier aufgesogen und diese kann über die Kante des Beckens abgezogen und zum Trocknen aufgehängt werden. In der Blütezeit der Marmorierkunst wurden vielfach die Marmorierstrukturen nicht

nur auf die Oberfläche des Vorsatzpapiers, sondern auch auf die Schnitte der Bücher übertragen. Dazu wurde ein Stapel Buchblöcke mit einem speziellen Spannbock, einer Art Schraubzwinde, zusammengepresst und vorsichtig mit dem eingefärbten Grund in Kontakt gebracht.

Das Gelingen der Marmorierpapiere ist von vielen Faktoren abhängig und befriedigende Resultate sind meist das Ergebnis von langwierigen systematischen Versuchen mit verschiedenen Gründen, Papieren, Farbstoffen, Treibmitteln, etc. Die erfolgreichen Hersteller von Marmorpapier pflegen daher ihre Arbeitsweise streng geheim zu halten. Es gab vor allem in England Fabriken, in denen Marmorpapiere serienweise hergestellt wurden.

Strenggenommen müsste die Marmorierkunst zu den Flachdruckverfahren gezählt werden, da auch hier eine relieffreie Druckform verwendet wird (der Grund), bei der es sich allerdings nicht um eine Platte handelt, sondern um eine Wasseroberfläche, auf der das zu übertragende Bild schwimmt.

## Die Tampographie

Bei der Tampographie handelt es sich um einen indirekten Druck, ähnlich wie beim Offsetdruck. An Stelle des Gummituchs kommt hier ein Farbballen zum Einsatz, der sich während den beiden Übertragungen unter dem Druck der Presse verformt. Der Ballen kann die Form einer Halbkugel oder einer anderen konvexen Figur haben. Die Druckform besteht meistens aus einer Tiefdruckform. Der ganze Ablauf des Druckes ist automatisiert.

Die Tampographie hat den Vorteil, dass Gegenstände mit speziellen Formen, wie etwa Knöpfe, Kugelschreiber oder Glühbirnen bedruckt werden können, da sich die Oberfläche des Tampons an diejenige des zu bedruckenden Gegenstandes anpasst und von der Mitte her auf ihn abrollt.

## Der Folienprägedruck

Bei diesem Verfahren muss das zu bedruckende Papier zusammen mit der Prägefolie, deren Beschichtung anstelle der flüssigen Druckfarbe tritt, durch die Presse laufen.

Durch gleichzeitige Einwirkung von Hitze und Druck wird unter der Druckform die Beschichtung der Prägefolie auf das zu bedruckende Papier übertragen. Die Prägefolie kann mit einem einzigen Lackauftrag beschichtet sein. Vielfach aber ist dieser von einer hauchdünnen, aufgedampften Aluminiumschicht überzogen, dank welcher der fertige Druck

einen metallischen Glanz erhält. Auch zonenweise abgetönte Lacküberträge kommen zum Einsatz.

Der Folienprägedruck kann plan erfolgen; vielfach aber wird ab einer Reliefdruckform, zusammen mit der entsprechenden Gegendruckform gedruckt, so dass ein farbig beschichtetes Relief entsteht.

Der Folienprägedruck wird oft für Luxusverpackungen, Etiketten oder Bucheinbände eingesetzt.

## Der Reliefdruck

Beim Reliefdruck (auch Pulver-Reliefdruck) handelt es sich um ein Verfahren, bei dem sich die Typen in deutlichem Relief von der Papierebene abheben. Das zu bedruckende Papier wird dazu in einem herkömmlichen Druckverfahren, meist Buchdruck, mit einer speziellen Druckfarbe bedruckt. Noch bevor diese trocknen kann, wird ein spezielles Pulver auf das Papier gestreut, welches auf der Druckfarbe haften bleibt. Der Rest wird wiederverwendet. Schliesslich wird das bedruckte Papier der Wirkung einer Wärmequelle, etwa eines elektrischen IR-Strahlers ausgesetzt, was die Pulverkörnchen zum Anschmelzen und zum Aufquellen bringt.

Der Reliefdruck eignet sich besonders für den Druck gediegener Visitenkarten.

Auf ähnliche Art können auch Textilien bedruckt werden, um sie anschliessend mit einem Pulver oder mit Flusen zu bestreuen. Man spricht in diesem Zusammenhang von **Flocking**.

## Signmaking

Beim Signmaking handelt es sich nicht um ein eigentliches Druckverfahren. Seit etwa 1990 hat das Verfahren die herkömmliche Schriftenmalerei fast gänzlich abgelöst. Die Grundlage des Signmakings ist eine auf einem Trägerpapier haftende Vinylfolie, aus der die Buchstaben und Zeichen ausgeschnitten werden müssen, ohne das Trägerpapier zu verschneiden. Für den Schnitt werden spezielle Schneideplotter eingesetzt, die über einen PC durch ein spezielles CAD<sup>1</sup>-Programm gesteuert werden. Der Schneideplotter arbeitet mit einem speziellen, senkrecht gegen die Vinyloberfläche ausgerichteten scharfen Rotationsmesser, das sich stets in die Richtung des Schnittes dreht. Das Schnittprogramm muss beim Schneiden die sich überschneidenden Linien möglichst vermeiden.

---

<sup>1</sup> Computer Assisted Design.



Sobald die Logos oder die Lettern ausgeschnitten sind, müssen die überflüssigen Vinyl-Flächen vom Trägerpapier abgezogen werden. Dies geschieht meist manuell. Dann werden die verbleibenden Vinylstücke auf ein provisorisches Übertragungspapier geklebt. Dazu wird dieses mit der Klebeschicht auf das Trägerpapier gepresst und anschliessend vorsichtig abgelöst. Die Vinylformen sitzen nun seitenverkehrt auf dem Übertragungspapier. Dieses wird schliesslich mit einem harten Gummiroller auf die zu beschriftende Oberfläche gepresst und dann vorsichtig abgezogen.

Ab 1990 wurden die meisten Fahrzeuge, Schaufenster und Hinweisschilder so beschriftet.

Es gibt spezielle Vinylfolien, die auf einer Scheibe den Eindruck von geätztem oder sandgestrahltem Glas hervorrufen. Andere Folien werden von Dekorateuren als Schablonen für alle möglichen Wandornamente eingesetzt. Ebenso kann die Folie als Reserve beim Spritzen von Autos, Blechtafeln usw. eingesetzt werden. Die Folien selber können vor der Übertragung auch mit Siebdruck bedruckt werden.

Es können auch mehrfarbige Arbeiten mit dem Schnittprogramm durchgeführt werden. Die einzelnen geschnittenen und abgezogenen Folien können passergenau auf ein gemeinsames Übertragungspapier übertragen werden, oder verschiedene Übertragungspapiere können passergenau auf den Endträger appliziert werden.

Eine spezielle Applikation ist das sogenannte **Photocut**-Verfahren, das es erlaubt, anhand von Halbtonbildern Darstellungen in Vinyl zu schneiden. Dabei wird ein Raster aus breitenvariablen, parallelen Linien ausgeschnitten, die oben im Bild in einem gemeinsamen Kamm enden, was das Abziehen erleichtert. Der Endeffekt sieht ähnlich aus, wie eine mit einem Linienraster hergestellte Autotypie. Mit Photocut lassen sich wirkungsvolle Effekte erzielen.

## Laserbeschriftung

Bei diesem Verfahren wird von einer zweischichtigen Folie die obere Schicht selektiv durch einen Laserstrahl abgetragen, wobei die Farbe der unteren Schicht sichtbar wird.

## Linsenrasterfolien

Interessante Effekte können unter Anwendung von Linsenrasterfolien erreicht werden. Es handelt sich dabei um Kunststofffolien, deren Oberflä-



che aus aneinandergereihten Prismen<sup>1</sup> besteht. Je nach dem Blickwinkel lässt uns jedes einzelne Prisma eine bestimmte Zone der darunterliegenden Papieroberfläche wahrnehmen.

Zwei Bilder werden in Streifen aufgeteilt, deren Breite der halben Breite der Prismen entspricht. Dann werden die beiden Bilder so montiert, dass abwechslungsweise ein Streifen des einen oder des anderen Bildes sichtbar wird. Auf das so bedruckte Papier wird die Rasterfolie aufgezogen, die bewirkt, dass je nach Blickwinkel das eine oder das andere Bild sichtbar wird.

Mit diesem Verfahren können **Stereobilder** gedruckt werden oder es können **Wechselbilder** (auch Wackelbilder genannt) erzeugt werden, die je nach dem Blickwinkel ein anderes Bild erscheinen lassen. In dieser Weise wurden in Europa kürzlich Umrechnungstabellen von Euro und Altwährung fabriziert.

---

<sup>1</sup> Ein Prisma ist die Menge aller zu einer gegebenen Geraden parallelen Linien, welche durch die einzelnen Punkte einer geschlossenen ebenen Kurve gelegt werden können.

# Die neuen Techniken

## Die digitale Photographie

Die im Laufe der Geschichte weitaus am meisten eingesetzte photographische Technik ist zweifelsohne das Silberbromidgelatine-Verfahren. Im letzten Viertel des XX Jahrhunderts wurden jedesmal empfindlichere Materialien aufgrund von Photopolymeren erarbeitet, deren Anwendung sich aber auf die Herstellung von Klischees (BASF *Nyloprint* und *Nyloflex*) und die Kopie von Offsetplatten beschränkten.

In den früheren Achzigerjahren jedoch begann eine langsame aber unaufhaltsame Revolution die auf chemischen Reaktionen begründete Photographie abzulösen, als die ersten **Digitalkameras** auf dem Markt auftauchten.

Die bisherigen elektromechanischen und elektrophotographischen Verfahren, wie die Xerographie, die verschiedenen Bildtelegraphischen Systeme oder die vom Ikonoskop von Zworykin abgeleiteten Fernsehrohren hatten nie zu einer befriedigenden photographischen Bildqualität geführt.

In den digitalen Kameras tritt anstelle des empfindlichen Films ein elektronischer Sensor, der **CCD<sup>1</sup>-Chip**, welches im Wesentlichen aus einer grossen Anzahl schachbrettartig angeordneten lichtempfindlichen Zellen besteht. Während der Belichtung registrieren die einzelnen Zellen die eingetroffene Lichtmenge. Anschliessend geben die einzelnen Zellen ihre Information an den Nachbarn der linken Kolonne weiter, bis die gesamte Bildinformation in analogischer Form in den Zellen der ersten Kolonne angelangt ist. Jetzt wird in einem **A/D-Wandler<sup>2</sup>** die Information in digitale Daten umgerechnet und gespeichert. Die Daten können jetzt in Form einer Datei auf eine Diskette kopiert werden und im PC<sup>3</sup> weiterverarbeitet werden. Die heute gebräuchlichen CCD-Chips weisen übli-

---

<sup>1</sup> Charge Coupled Device.

<sup>2</sup> Analog-Digital-Wandler.

<sup>3</sup> Personal Computer.

cherweise zwischen einem und 6 Megapixel<sup>1</sup> auf. Es ist zu erwarten, dass in den nächsten Jahren die Auflösung noch weiter gesteigert werden wird.

Es gibt verschiedene Dateitypen für die Speicherung der Bilder, die nicht alle den gleichen Qualitätsansprüchen genügen. Eine wichtige Eigenschaft der Bilddateien ist die **Farbtiefe**, durch welche die Anzahl der unterscheidbaren Farben festgelegt wird. Die Farbtiefe wird in Bit gemessen. Beträgt die Farbtiefe ein Bit, so können nur 2 Töne dargestellt werden, meist Schwarz und Weiss. Daten mit der Farbtiefe von einem Bit eignen sich für Strichaufnahmen. Wichtig ist die Farbtiefe von 24 Bit (also 3 Bytes), die als **True Color** bezeichnet wird. Dabei können die Komponenten von Rot, Grün und Blau je 256 Werte annehmen, was einen Farbraum von über 16 Millionen Farben ausmacht, weit mehr, als das menschliche Auge unterscheiden kann. Trotzdem arbeiten gewisse Programme mit grösseren Farbtiefen.

Die zur Zeit üblichen TIFF<sup>2</sup>-Dateien speichern eine Farbtiefe von 24 Bits und wenden eine verlustfreie Kompression<sup>3</sup> an. Innerhalb einer TIFF-Datei kann ein Bild in verschiedenen Modalitäten, wie etwa **RGB** (Red, Green, Blue) oder **CMYK** (Cyan, Magenta, Yellow, Black) gespeichert werden.

Das Format **BMP** (BitMaP), wie es in Windows benutzt wird, speichert die ganze Bildinformation Pixelweise ab, ohne Kompression. Das Ergebnis ist eine riesige Datei, die man besser in ein anderes Format konvertiert.

Andere Dateitypen sind etwa GIF oder JPEG, welche vor allem im Bereich des Web-Seiten-Designs eingesetzt werden. **JPEG**<sup>4</sup> beruht auf einer verlustbehafteten Kompression und ist eines der beliebtesten Formate für den Versand von Bildern übers Internet. Die Kompression versucht vor allem diejenigen Bildeigenschaften zu unterdrücken, die das menschliche Auge ohnehin nicht feststellen kann. Die **GIF**<sup>5</sup>-Bilder sind auf eine Farbtiefe von 8 Bits beschränkt, was die darzustellenden Farben auf die Anzahl von 256 beschränkt. Das Format unterstützt andererseits Transparenzen, was für Webseiten interessant ist. Die Kompression von GIF-Bildern ist verlustfrei, sofern das Original nicht über 256 Farben aufweist.

Die meisten Digitalkameras enthalten ein kleines Diskettenlaufwerk, das die Daten auf eine Miniatur-Diskette überträgt. Die verschiedenen

---

<sup>1</sup> Ein Megapixel entspricht einer Million Bildpunkte, also ungefähr einem CCD-Chip von 1000 Kolonnen und 1000 Linien.

<sup>2</sup> TIFF = Tagged Image File Format.

<sup>3</sup> Man spricht von verlustfreier Kompression, wenn die Daten wieder in ihrer ursprünglichen Form zurückgewonnen werden können. Das ist etwa beim Programm PKZIP von PKWare der Fall, nicht aber bei der MP3-Kompression von Tonaufnahmen.

<sup>4</sup> JPEG = Joint Photographic Experts Groups.

<sup>5</sup> GIF = Graphic Interchange Format.

Hersteller benutzen mehrere verschiedene Systeme, um die Daten zu speichern. Die folgenden Formate sind weit verbreitet: *Compact Flash* (Canon, Nikon, Fujifilm), *Smart Media* (Fujifilm), *Memory Stick* (Sony), *Multimedia Card*, *SD Card* (Canon), *XD Picture Card* (Olympus, Fujifilm).

Neben dem schon fast klassischen CCD-System gibt es auf dem Markt auch Kameras mit dem sogenannten **CMOS**-System. Diese Sensoren sind vor allem bei billigeren Kameras anzutreffen. Die CMOS-Sensoren brauchen zwar weniger Strom, so dass die Batterien länger dauern; dafür sind sie wesentlich weniger lichtempfindlich und weisen hohes Bildrauschen auf. Aber es ist nicht auszuschliessen, dass mit der Zeit die CMOS-Sensoren so weit verbessert werden, dass sie die Qualität der CCD-Sensoren sogar übertreffen werden.

Für die Farbproduktion werden verschiedene Systeme eingesetzt. Bei einfachen Kameras werden die Spalten des Sensors abwechselungsweise mit einem grünen, einem roten und einem blauen Filter bedeckt. Raffiniertere Systeme benutzen die sogenannte Verteilung von Bayer: hier wird der Sensor in Quadrate von je vier Zellen aufgeteilt, wobei jeweils zwei gegenüberliegenden Zellen ein Grünfilter, den anderen beiden Zellen ein Rotfilter und ein Blaufilter entspricht. Ein Algorithmus nähert die zu reproduzierenden Farben anhand der Umgebungswerte jedes einzelnen Pixels möglichst genau an.

Einzelne Kameras projizieren das eintreffende Licht mittels halbdurchlässigen Spiegeln auf drei Sensoren.

Für die Wiedergabe statischer Motive gibt es sogenannte *Three-Shot*-Kameras, bei welchen die rot, grün und blau gefilterten Bilder hintereinander aufgenommen werden. Diese Kameras sind ausschliesslich im Profi-Studio anzutreffen.

Auch bei der digitalen Photographie treten photographische Effekte auf, die allerdings nichts mit denjenigen der klassischen Photographie mit Silberbromidgelatine zu tun haben. So können etwa Lichtschwankungen während der Belichtung unerwünschte Folgen haben. Ein bekannter Effekt, der von komplizierten Algorithmen weitgehend reduziert werden kann, ist das sogenannte **Blooming**: überbelichtete Zonen, wie etwa Reflexe, wirken sich auf benachbarte Bildzonen aus.

## Die digitale Druckvorstufe

Die industrielle Herstellung von Gebrauchsgütern erlaubt es, anhand eines Prototyps eine beliebige Anzahl praktisch identische Objekte herzustellen. Die durch Ford anfangs des XX Jahrhunderts eingeführte Fließbandarbeit hat diesen Prozess verbilligt und rationalisiert. Die computer-

gesteuerte Produktion macht es inzwischen wieder möglich, zu erträglichen Preisen die Produkte mehr und mehr den individuellen Bedürfnissen des Endverbrauchers anzupassen<sup>1</sup>. Und diese Tendenz ist dank dem Digitaldruck auch von der Druckerei nicht ferngeblieben: heute können Drucksachen individuell gestaltet werden und man spricht von *Print on Demand* und sogar von *Book on Demand*.

Die grosse Umwälzung, welche das Druckgewerbe in den letzten Jahren durchmachte, ist verschiedenen Umständen zuzuschreiben. Ein Teil der Entwicklung ist der Tatsache zuzuschreiben, dass die Büromaschinen dank der grossen Konkurrenz allmählich so gewaltig verbessert wurden, dass sich die Qualität der erzeugten Dokumente immer mehr an den Standard der herkömmlichen Druckereien annähert.

Die herkömmlichen Photokopiermaschinen, welche mit speziell beschichteten Photopapieren arbeiteten und nur schlecht haltbare Kopien lieferten, wurden ab 1950 allmählich durch die elektrophotographischen Kopierer abgelöst, mit denen auf normales Papier kopiert werden konnte. Die von Xerox eingeführte **Xerographie** oder Elektrophotographie funktioniert folgendermassen: Die Oberfläche einer Walze wird zuerst elektrostatisch positiv aufgeladen. Dann wird das Original Streifenweise auf eine wandernde Mantellinie des rotierenden Zylinders projiziert, so dass zuletzt das ganze Bild auf die Zylinderoberfläche einwirken konnte. Das Licht hat nun die Eigenschaft, die Zylinderoberfläche statisch um so mehr zu entladen, je stärker es auf die geladene Oberfläche einwirken konnte. Weisse Stellen sind also nun entladen, schwarze tragen eine positive elektrostatische Ladung. Zuletzt durchläuft der Zylinder eine Zone, in der ein schwarzes, negativ geladenes Pulver, der **Toner**, ausschliesslich auf den positiv geladenen Punkten haften bleibt.

Das zu bedruckende Papier wird vor seiner Kontaktnahme mit dem Zylinder mit einer starken elektrostatischen positiven Ladung versehen. Diese vermag den auf dem Zylinder haftenden Toner anzuziehen, so dass der Zylinder nun wieder sauber ist. Unter Wärmeeinfluss wird der Toner auf dem Papier angeschmolzen, wodurch eine haltbare Kopie des Originals entsteht. Intensives Licht entlädt nun den Zylindermantel vollständig und die Oberfläche kann wieder statisch aufgeladen werden. Nur Strichoriginale führen zu qualitativ annehmbaren Resultaten.

Auch die herkömmliche Schreibmaschine wurde allmählich so verbessert, dass ein mit gedrucktem Text vergleichbares Schriftbild erzielt wurde. In der herkömmlichen Schreibmaschine schlägt die Type auf das auf dem Papier aufliegende Farbband. Das Papier wird dort beschrieben,

---

<sup>1</sup> Vor einigen Jahren erreichte ein Fabrikant mit einer Serie von Puppen, die sich systematisch in mindestens einer Charakteristik voneinander unterschieden einen aussergewöhnlichen Verkaufserfolg.



wo Druck auf das Band ausgeübt wird. Die traditionellen Typen wurden zuerst durch Kugelköpfe, später durch Margaritenförmige, auswechselbare Typenräder aus Kunststoff ersetzt, die es möglich machten auf der gleichen Maschine mit verschiedenen Schrifttypen zu arbeiten. Dies war schon der Gedanke der hinter der alten Indexmaschine AEG Mignon steckte, die 1904 eingeführt wurde und die Typen des Alphabets auf einem auswechselbaren Zylinder vereinigte. Aber bereits 1893 hatte der amerikanische Fabrikant Blickensderfer eine Schreibmaschine mit einem Schriftzylinder auf den Markt gebracht, der über eine Tastatur gesteuert wurde. Aus der elektrischen Schreibmaschine erwuchs die elektronische Schreibmaschine, welche den getippten Text speichern konnte. Die altmodischen Textilbänder wurden durch Kunststoffband ersetzt, das nur ein Mal benutzt wurde. Hier wird die Farbschicht des Bandes auf ähnliche Weise übertragen, wie beim Folienprägedruck. Mit dem *Composer* schuf IBM Ende der Siebzigerjahre eine Schreibmaschine, die in kleineren Druckereien anstelle einer Photosetzmaschine eingesetzt werden konnte. Diese Maschine erlaubte es, eine einzelne Zeile zu speichern, die dann jeweils vor dem Abtippen justiert werden konnte.

Die unaufhaltsame Entwicklung und Miniaturisierung der Elektronik und der Lasertechnologie war eine notwendige Bedingung für den Umschwung der letzten 30 Jahre. Die ersten Scanner allerdings waren durchwegs extrem teure und heikle Geräte, die nur von hochqualifizierten Fachkräften bedient werden konnten und sich meist nur bei Schichtbetrieb rentabel erwiesen. Die Inhaber kleinerer Druckereien konnten von der Anschaffung solcher Geräte nur träumen. Und die von Maschinen verschiedener Fabrikanten erzeugten Daten waren nicht immer untereinander kompatibel, so dass nur die Besitzer ganzer Systeme in den vollen Genuss aller Möglichkeiten gelangten.

Immerhin war es in den Achtzigerjahren bereits üblich, die elektronische Information einer ganzen Zeitungsausgabe von der Redaktion über den Telephondraht an die verschiedenen Druckereien zu versenden, so dass an mehreren Stellen desselben Landes der Auflagedruck gleichzeitig gestartet werden konnte. Noch 10 Jahre früher galt der Versand über die Telephonlinie der Lochstreifen-Information, die es erlaubte, den auf einer Linotype oder Monotype gesetzten Text auf einer entsprechenden Maschine zu duplizieren, als ein fast utopischer Fortschritt. Inzwischen werden Bleisetzmaschinen praktisch nur noch in Museen angetroffen...

Das Gerät, welches meiner Ansicht nach alles ins Rollen brachte, war der **PC**, den *IBM* 1981 in den Handel brachte. Für einen vernünftigen Betrag konnte nun ein Gerät erstanden werden, das einem im eigenen Heim einen unabhängigen Computerarbeitsplatz bot. Obwohl die ersten PCs, die auf einem 8088-Chip von *Intel* aufgebaut waren nur einen

Bruchteil der Rechen- und Speicherleistung der heutigen Modelle boten, konnte damit doch schon vernünftig gearbeitet werden, was andererseits erlaubte, die damaligen Grossrechner für interessantere Aufgaben einzusetzen, als für Buchhaltung oder Korrespondenz.

1984 erschien auch der erste *Macintosh* Computer von *Apple*, der dem PC einen langjährigen, erbitterten Kampf ansagte und gerade im Bereich der graphischen Anwendungen von vielen Benutzern diesem vorgezogen wurde. Da beide Maschinen grundsätzlich parallele Wege einschlugen, obwohl sie untereinander nicht kompatibel sind, wird hier nicht speziell auf den *Mac (Macintosh)* eingegangen. Es gibt übrigens Programme, mit denen ein Mac auf einem PC emuliert werden kann, und umgekehrt, was natürlich die Rechenleistung erheblich herabsetzt.

Das erste Betriebssystem für den PC war **MS-DOS** (Microsoft Disc Operating System). Dann wurde die auf MS-DOS basierte Benutzeroberfläche **Windows** eingeführt. Windows war erstmals mehr als eine reine Benutzeroberfläche, ein 'GUI' (Graphical User Interface), sondern ein System, mit dem Daten verschiedener Art über einen speziellen Speicher, die Zwischenablage, von einem Programm ins andere kopiert werden konnten. Dazu mussten aber die Programme mit speziellen, an Windows angepassten Compilern hergestellt werden.

Mit **Windows 95** entstand um 1995 ein eigenes Betriebssystem, welches das alte MS-DOS nur noch als Zubehör beinhaltete. Dafür konnten damit mehrere Programme simultan ausgeführt werden (**Multi Tasking**) und es konnte auf grössere Speichermedien zugegriffen werden. Inzwischen ist der PC zu einer Art Universalwerkzeug geworden, das aus dem modernen Leben kaum mehr wegzudenken ist.

Das populärste Peripheriegerät des PC war seit Anbeginn zweifellos der Drucker, der schon bald die klassische Schreibmaschine<sup>1</sup> fast vollständig aus den Büros verdrängte. Die ersten Modelle waren Margeriten-Drucker und **Nadeldrucker**, die dann bald von **Ink-Jet-Druckern** abgelöst wurden. Letztere pflegen eine Auflösung von 300 DPI aufzuweisen. Eine gewaltige Qualitätssteigerung wurde durch die **Laserdrucker** erreicht. Ein Laserdrucker arbeitet auf dem gleichen Prinzip, wie die Elektrophotographie, mit dem Unterschied, dass die Walze mit einer elektronisch gesteuerten Laseroptik bebildert wird. Die Auflösung der im Büro üblichen Laserdrucker pflegt zwischen 300 und 600 DPI zu liegen.

Funktionen von spezialisierten Geräten konnten im Laufe der Zeit mit dem PC durchgeführt werden, dank entsprechenden peripherischen Geräten, elektronischen Steckkarten und sogar Softwareprogrammen. Als

---

<sup>1</sup> Schreibmaschinen werden auch heute noch ab und zu eingesetzt, wenn es gilt, Unterlagen zu beschreiben, die vom Drucker nicht aufgenommen werden können, wie etwa kleine Etiketten oder ein Stück Pappe.

Beispiel seien die Fax-Programme erwähnt, die ein eigenständiges Bürogerät nicht nur ersetzen, sondern deren Funktionen sogar erweitern können. Wer ein solches Programm auf seinem PC installiert hat und eine Faxkarte, einen Scanner und einen Drucker besitzt, kann nicht nur Faxe versenden und empfangen, er kann auch die Sendungen, die er nicht verlieren will auf einer Datei speichern. Auch ein Adressbuch steht ihm zur Verfügung, in das er nach Wunsch Faxnummern speichern kann.

Ein Grossteil der herkömmlichen Faxgeräte bedruckt übrigens sogenanntes **thermoaktives Papier**, wie dieses auch in gewissen Rechenmaschinen der Fall ist. Das thermoaktive Papier ist nicht permanent, so dass das Druckbild mit der Zeit verschwindet.

Neben den einfachen Büroscannern, wie man sie heute ab ca. 150 Euros erwerben kann, wurden auch entsprechende Geräte für höhere Ansprüche entwickelt, hauptsächlich für die Druckvorstufe, die sich durch grössere Auflösungen auszeichnete. Die Auflösung der elektronischen Medien werden normalerweise in **DPI** (Dots per Inch) angegeben. Dieses Mass ist übrigens nicht mit den Rasterlinierungen zu verwechseln, da in einer elektronischen Reproduktion auch die Rasterpunkte aus einzelnen Elementarpunkten, **Dots** genannt, aufgebaut werden.

Hat ein Büroscanner etwa eine Auflösung von 300 oder 600 DPI, so genügt dies vollständig für die Praxis eines normalen Bürobetriebes, nicht jedoch für die Anforderungen, die ein Drucker an eine Vorlage stellt. Hier sind Auflösungen bei 4.000 DPI durchaus üblich. Das Ergebnis des Scannens ist eine Computerdatei, die verschiedene Formate annehmen kann. Am berühmtesten sind in diesem Zusammenhang die TIFF-Dateien.

Zur Anfertigung der Filme wurden schon früh Belichtungseinheiten oder **Belichter** gebaut, die wie ein weiteres Peripheriegerät an den PC angeschlossen werden konnten. Diese Geräte pflegen mit Laseroptik zu arbeiten und arbeiten mit Auflösungen ab 4.000 DPI.

Besonders wichtig war nun die Software, die es erst erlaubte, alle Einzelteile zu einem einzigen Gesamtsystem zusammenzufügen. In den mittleren Achtzigerjahren arbeiteten die meisten DTP<sup>1</sup>-Unternehmen mit dem Programm *Pagemaker* von *Aldus*. Der Text wurde mit einem Textbearbeitungsprogramm eingegeben, die schwarzweissen oder farbigen Bilder eingescannt und anschliessend mit einem anderen Programm, zum Beispiel *Photoshop*, retuschiert. Auch die Farbauszüge und die Rasterung wurden mit dem PC durchgeführt. Mit *Pagemaker* wurden dann die Seiten montiert und der Umbruch vorgenommen. Die um 1984 von Adobe entwickelte Seitenbeschreibungssprache **Post Script** (PS) erlaubte es, dieselben Daten auf verschiedenen Filmbelichtern einzusetzen.

---

<sup>1</sup> DTP = Desk Top Publishing.

Auch von Adobe stammt das Dateiformat **PDF**<sup>1</sup>, mit dem es möglich wird, die gleichen Daten auf fast jedem beliebigen Computersystem mit dem kostenlosen Acrobat Reader zu betrachten. PDF wird auch im Druckgewerbe immer wichtiger.

Das heute wichtigste Umbruchprogramm heisst *QuarkXPress* und hat den *Pagemaker* und den *Ventura Publisher* von *Corel* weitgehend aus den Druckereien verdrängt. Kürzlich hat Adobe das neue Umbruchprogramm *InDesign* lanciert.

Die verschiedenen Schrifttypen werden heute vor allem in Form von TTF<sup>2</sup>-Dateien eingesetzt. TTF-Dateien gibt es in grosser Vielfalt zu haben, viele davon gratis. Qualitätsfonts sind allerdings meist recht teuer. TTF-Fonts sind nicht Bitmap-Fonts, sondern Vektor-Fonts, so dass sie ohne Qualitätsverlust beliebig skaliert und sogar verzerrt werden können.

Ein weiterer Fortschritt sind die **OCR**<sup>3</sup>-**Programme**, die es erlauben, anhand einer gescannten Schriftseite eine Textdatei mit allen ihren Vorteilen zu konstruieren: Der Text kann korrigiert werden, umgebrochen werden, mit verschiedenen Schriften dargestellt werden, etc. Mit den alten deutschen Frakturschriften haben die meisten OCR-Programme allerdings noch Mühe.

Ein unentbehrliches Zusatzgerät zum Belichter ist der **RIP**, der anhand der PS-Datei berechnet, welche Punkte der Belichtermatrix belichtet werden sollen, und welche nicht. Ein RIP kann ein selbstständiges Gerät sein, im Belichter integriert sein oder in Form eines Softwareprogramms vorliegen, das später auf einfache Art aktualisiert werden kann.

Angesichts des recht hohen Preises der Belichtereinheiten und der hochauflösenden Scanner war es gerechtfertigt, dass sich einzelne Unternehmen ausschliesslich auf das Scannen und Belichten beschränkten. Dafür konnte der Rest der Druckvorstufe mit verhältnismässig geringem ökonomischen Aufwand betrieben werden, was auch erklärt, wieso gegen 1990 plötzlich die DTP-Anstalten überall in den grossen Städten wie Pilze aus dem Boden schossen. Die meisten dieser spezialisierten Betriebe sind inzwischen wieder verschwunden, da die meisten Drucker inzwischen eingesehen haben, dass ohne DTP heute nichts mehr läuft.

Eines der Opfer dieser Tendenz ist die klassische Reprokamera, die man nur noch selten in graphischen Betrieben antreffen kann. Der Scanner und die Digitalkamera übernehmen deren Funktion. Der lichtempfindliche Teil eines Scanners ist übrigens ganz ähnlich aufgebaut, wie die CCD-Sensoren einer Digitalkamera.

---

<sup>1</sup> PDF = Portable Document Format.

<sup>2</sup> TTF = True Type Font.

<sup>3</sup> OCR = Optical Character Recognition.

## CtP, Computer to Plate

Mit der elektronischen Montage wurde es erstmals möglich, die verschiedenen Seiten einer Drucksache so auf einen Film zu belichten, dass keine Filmmontage mehr nötig wurde und der entwickelte Lith-Film direkt auf die Offsetplatte kopiert werden konnte. Nun war es nur noch ein kleiner Schritt, das photographische Filmmaterial überhaupt auszuschalten und die PostScript-Daten nach dem Durchgang durch den RIP in einer speziellen Belichtungseinheit direkt auf die Druckplatte zu belichten. Man nennt diese Technik, die sich in den letzten Jahren immer stärker durchsetzt, **Computer to Plate**, was wir hier in Form von CtP abkürzen wollen. CtP-Belichter arbeiten mit Laserlicht oder mit einem Infrarot-Laser.

## DPI (Dots per Inch) und PPI (Pixels per Inch)

Es ist sehr wichtig, zwischen den **Pixels** eines digitalisierten Bildes und den Punkten (**Dots**) eines Druckers oder Belichters zu unterscheiden. Die Punkte eines Belichters oder eines Druckers dürfen auch nicht mit den Rasterpunkten einer Autotypie verwechselt werden.

Haben wir etwa ein Digitalbild mit 200 mal 300 Pixel vor uns, setzt sich dieses Bild aus 60.000 Einzelnen Rechtecken oder Pixels zusammen. Jedes dieser Pixel entspricht einer Position innerhalb dieses Netzes von 200 mal 300 Pixels und enthält die Information über die Farbe, welche dieser Bildstelle entspricht. In schwarzweissen Bildern bezieht sich die Information auf die Graustufe. Die Auflösung digitaler Bilder wird in **PPI**<sup>1</sup> ausgedrückt.

Wir erinnern uns, dass die Auflösung der klassischen autotypischen Raster als Lineatur bezeichnet wird und den Linien pro Inch, LPI, entspricht. Dieser Wert darf nicht mit der Auflösung in PPI der Digitalbilder verwechselt werden.

Wie wir wissen, können die üblichen Laser- oder Ink-Jet-Drucker keine variablen Tintenmengen drucken. Daher müssen die tonalen Werte durch verschiedene ausdrückbare Punkte, die Rasterzellen, vorgetäuscht werden.

Könnte unser Drucker variable Tintenmengen drucken, könnten Bilder gedruckt werden, bei denen die Pixel den gedruckten Punkten entsprechen.

Die Auflösung eines Druckers oder einer Belichtungseinheit hängt von der grösstmöglichen Anzahl Punkte, die auf einer bestimmten Strecke

---

<sup>1</sup> PPI, Pixels per Inch.



wiedergegeben werden können. Dieser Wert heisst **DPI**<sup>1</sup>. Aufgrund dieses Wertes hat jede Maschine ein virtuelles Netz aus kleinen Quadraten, die wahlweise geschwärzt werden können, den Recorder Grid. Die Gesamtheit dieser kleinen Quadrate bildet den Bitmap der betreffenden Drucksache oder des Filmes, in der gleichen Weise, wie ein nicht vektorisierter digitaler Druckbuchstabe durch sein Bitmap festgelegt ist. Um ein Bild zu drucken, wird dieses allerfeinste Netz in quadratische Zellen aufgeteilt, welche den Rasterpunkten entsprechen.

Im Falle eines Belichters für den Offsetdruck enthalten gewöhnlich die Punkte des autotypischen Rasters. Jeder Rasterpunkt ist selbst aus den allerfeinsten Punkten des Bitmaps des Belichters aufgebaut.



Bild aus 40 mal 26 Pixels

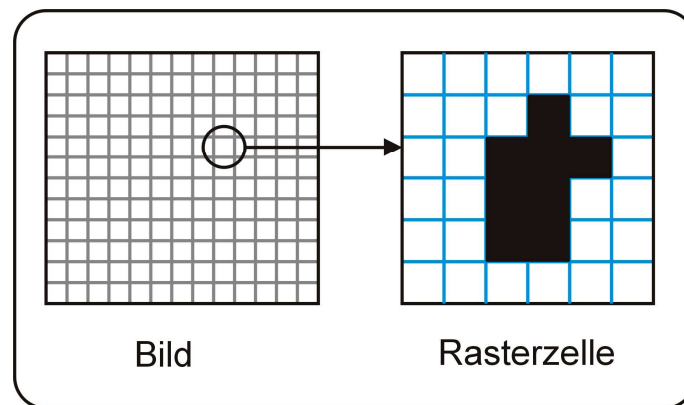
Die in den Büros eingesetzten Drucker benutzen gewöhnlich nicht autotypische Raster sondern eine Verteilung von Druckpunkten, die dem Auge die tonalen Werte des originals vortäuscht. So können etwa in einer Zelle von 5 mal 5 höchstens 26 tonale Werte wiedergegeben werden (5 mal 5 plus 1). Um einigermaßen akzeptable Rasterbilder zu erreichen müssen Zellen mit kantenlängen von mindestens 16 Druckpunkten zur Verfügung stehen, was uns 257 tonale Werte gibt.

Trotz der recht beschränkten Anzahl an tonalen Werten ist die mögliche Verteilung der Punkte innerhalb einer Zelle wesentlich grösser. So können in der kleinen Zelle mit 5 Punkten Kantenlänge über 30 Millionen verschiedene Verteilungen (2 hoch 25) erreicht werden. Und die Verteilung innerhalb der Zellen beeinflusst das Endresultat des Drucks auch.

---

<sup>1</sup> DPI, Dots per Inch.

Aus diesem Grund wird die Stellung jedes einzelnen Druckpunkts innerhalb der Zellen durch einen der vielen dafür entwickelten Algorithmen berechnet. In diesem Zusammenhang sind die Algorithmen von Bayer und von Floyd-Steinberg berühmt. Man nennt dieses Verfahren, einen Druck zu rastern **Dithering**. Es gibt eine hübsche definition dieses Begriffes: Man nennt diejenigen Techniken Dithering, die eingesetzt werden, um die Farben eines Bildes mit einem Drucker wiederzugeben, der weniger Farben besitzt als das Bild hat.



Anhand des folgenden Beispiels sehen wir, dass die Auflösung der Drucker in DPI wesentlich höher als die Auflösung des Bildes in PPI sein muss. Wir gehen von einem Belichter mit einer Auflösung von 3.000 DPI aus. Wir wollen einen autotypischen Raster mit einer Lineatur von 150 LPI erhalten, also etwa 60 Linien pro cm. Die Rasterpunkte sind in quadratische Zellen mit einer Zellenlänge von  $\frac{3000}{150} = 20$  Punkten eingeschlossen. Dieses Quadrat besteht aus 20 mal 20, also 400 Einheitspunkten, mit denen höchstens 401 tonale Werte wiedergegeben werden können.

# Der Digitaldruck

Man nennt ein Druckverfahren digital, wenn die Druckform in digitaler Form als Datei abgespeichert ist.

Auf dem Gebiete des Digitaldruckes wurden in den letzten 20 Jahren verschiedene Wege versucht. Es ist heute noch schwer abzuschätzen, welche Verfahren sich über längere Zeit bewähren werden, und welche anderen schon bald der Geschichte angehören werden. Die anschließende kurze Beschreibung stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll nur andeuten, auf welchen Grundlagen die modernen Digitaldruckverfahren beruhen.

## Computer to Print (CtPrint)

Zum Digitaldruck im engeren Sinne gehören die mit dem Ausdruck **Computer to Print** (CtPrint) bezeichneten Verfahren, die sich dadurch charakterisieren, dass bei jedem Zyklus der Presse die Druckform verändert werden kann. Dabei wird diese anhand der von einem Computer (oder einem RIP) durchgeführten Rechnungen jedesmal neu bebildert.

Diese Verfahren eignen sich ganz besonders für kurze Auflagen oder für Drucksachen, die individuellen Bedürfnissen angepasst werden müssen. Der Digitaldruck führte zu den Begriffen 'Print on Demand' und 'Book on Demand'. Der Ausdruck "Presse" wird bei diesen Verfahren nur noch aus Tradition beibehalten, da bei verschiedenen Verfahren überhaupt nicht mehr mit Druck angewandt wird. Man spricht dann etwa von *Non-impact Printing*.

Beim Computer to Print handelt es sich meist um eine qualitativ verbesserte Fortentwicklung der elektrophotographischen Bürodrucker (Laser) und der Ink-Jet-Drucker. Aber die Offsetpressen des Typs CtPrint werden immer wichtiger.

## Tintenstrahldruck, Ink-Jet

Die bei den verschiedenen Ink-Jet-Verfahren erzeugten Tröpfchen können auf drei Arten aus den kleinen Düsen herausgedrückt werden: elektrostatisch, mechanisch (piezo-elektrisch) oder thermisch. Im letzten Fall spricht man von *Bubble Jet*.

Die verschiedenen Ink-Jet-Verfahren können hauptsächlich in zwei Untergruppen aufgeteilt werden.

Bei den Verfahren der ersten Gruppe (*Continuous Ink Jet*) werden fortlaufend Tropfen aus den entsprechenden Düsen geschleudert. Deren Bahn wird elektrostatisch so abgelenkt, dass die kurz aufeinander abgegebenen Tropfen jeweils an die richtige Stelle des zu bedruckenden Papiers gelangen. Nicht benötigte Tropfen werden einer Auffangrinne zugeführt, von wo aus die Farbe wieder in den Behälter gerät.

Eines der ersten Ink-Jet-Geräte, die ich in Barcelona am *Graphispag* bewundern konnte, beschriftete direkt die Etiketten von Paketen, die über ein Fließband eine automatische Waage verliessen und passten die Angaben von Gewicht und Verkaufspreis den von der Waage übermittelten Daten an.

Inzwischen gibt es verbesserte Geräte, die sich im Gebiet des Digitaldrucks einsetzen lassen.

Die zweite Untergruppe innerhalb des Ink Jet ist dadurch charakterisiert, dass nur dann Tropfen aus den Düsen geschleudert werden, wenn diese wirklich benötigt werden. Man spricht von *Drop on Demand*.

Die Ink-Jet-Verfahren werden in ihrer Anwendung vor allem durch die geringe Auflösung eingeschränkt. Zudem stellen qualitativ befriedigende Arbeiten hohe Anforderungen an das Papier, da die Farbe nicht in den Fasern desselben verlaufen darf. Bei grösseren Druckgeschwindigkeiten neigen die Punkte zum Zerspritzen, was die Qualität beeinträchtigt.

Der Tintenstrahldruck hat auch noch andere Anwendungsbereiche: Spezielle Tintenstrahldrucker mit mobilen Schreibköpfen erlauben es mittlerweile, farbige photographische Aufnahmen auf fast beliebige Oberflächen, wie etwa die Karosserie eines Lieferwagens, zu übertragen.

## **Tintenstrahldruck mit flüssigem Wachs, Wachsstrahldruck**

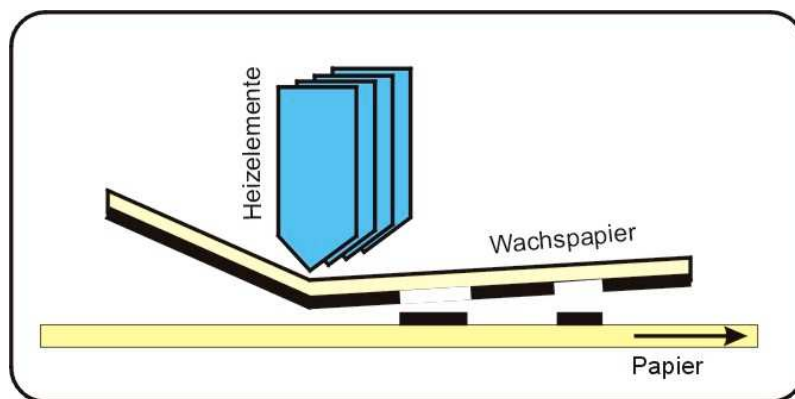
Im Bereich des Qualitätsdruckes werden Ink-Jet Drucker eingesetzt, deren Druckfarbe in Form von soliden Wachsstäbchen geliefert wird, die durch Hitze geschmolzen werden. Die auf das Papier gespritzten Tropfen erstarren sofort, so dass sie keine Zeit haben, um vom Papier aufgesogen zu werden, was erlaubt, beliebiges Papier zu bedrucken. Die Punkte zeichnen sich durch eine grosse Homogenität aus und die kostengünstigen Drucke weisen brillante und permanente Farben auf. Die vier Farbköpfe können gleichzeitig arbeiten, so dass nur ein einziger Durchgang des Papiers durch den Drucker benötigt wird. Dieses System ist schnell, wenn wir von der Viertelstunde absehen, die die Maschine zum Vorwärmen benötigt.

## Laserdrucker

Die in der graphischen Industrie eingesetzten elektrophotographischen Drucker sind im wesentlichen Verbesserungen der Laserdrucker, die in den Büros eingesetzt werden. Die meisten Maschinen arbeiten mit Toner in Pulverform. Einzelne Systeme aber benutzen flüssigen Toner.

## Thermotransferdruck, Thermal Wax Transfer

Das System, das manchmal auch mit "Heisswachsübertragung" oder "Heisswachsverfahren" bezeichnet wird, arbeitet mit einer wachsbeschichteten Folie, welche zusammen mit dem zu bedruckenden Papier über eine Reihe elektrisch kontrollierte Heizelemente gezogen wird, so dass der Wachs dort auf das zu bedruckende Papier übertragen wird, wo die entsprechenden Heizelemente heiss genug sind.



Schema des Thermotransferdrucks

Mit dem System werden schnell farbtreue Reproduktionen mit sauberen Punkten erhalten. Die Farbdrucker können vier Rollen mit Wachsfolie oder aber eine einzelne Rolle enthalten, dessen Wachsfolie abwechselungsweise aus Zonen der 4 Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz besteht. Letztere Anordnung hat sich mehrheitlich durchgesetzt. Jeder Druck muss viermal durch die Presse laufen, wobei jedesmal die Farbe der Wachsfolie ändert.

Das Verfahren ist teuer, da einerseits das Wachspapier nur einmal gebraucht werden kann, was die Druckkosten von der zu übertragenden Farbmenge unabhängig macht, und andererseits nur spezielles Papier bedruckt werden kann.



## Das Farb-Sublimations-Verfahren

Das als Dye Sublimation<sup>1</sup> oder auch als Dye Diffusion bekannte System funktioniert ähnlich, wie die Heisswachsübertragung. Die Beschichtung des Farbpapiers besteht aber anstelle des Wachses aus einem Farbstoff, der unter Hitzeeinwirkung verdampft (der direkte Übergang von der festen in die gasförmige Phase wird als Sublimation bezeichnet).

Der Farbstoff diffundiert in die Beschichtung des zu bedruckenden Spezialpapiers. Wie im Falle des Thermotransferdruckes wird die Druckfarbe auf einer Rolle Farbpapier mit abwechselnden Farbstreifen geliefert. Das zu bedruckende Papier ist auf einem rotierenden Zylinder befestigt, welcher 3 oder 4 volle Umdrehungen vollführt, die den 3 oder 4 subtraktiven Grundfarben entsprechen. Auch hier kann das Farbpapier nicht wiederverwendet werden.

Im Gegensatz zur Heisswachsübertragung können die einzelnen Heizelemente des aus Tausenden von Einheiten aufgebauten Druckkopfes auf 256 verschiedene Temperaturen gebracht werden, so dass mit diesem Verfahren 256 echte Halbtöne gedruckt werden können.

In letzter Zeit erscheinen auf dem Markt verschiedene kleine Farbsublimations-Drucker, die direkt an die digitalen Kameras angeschlossen werden können und eine erstaunliche Bildqualität bieten. Diese Geräte werden meiner Ansicht nach die herkömmliche Sofortbildphotographie definitiv ablösen.

## Magnetographie

Bei der Magnetographie handelt es sich um das älteste stossfreie Verfahren (*Non-impact Printing Process*). Das System wurde von der französischen Informatikfirma Bull in den Achtzigerjahren entwickelt. 1985 erschien die erste Presse auf dem Markt, die MP6090, mit welcher bis zu 90 Seiten pro Minute (90 ppm) gedruckt werden konnten.

Das latente Bild auf dem Zylinder wird als magnetisches Feld erzeugt, ähnlich wie dies mit einer herkömmlichen 3 1/2"-Diskette der Fall ist. Dabei wird ein Paket von mikroskopischen Elektromagneten eingesetzt, die klein genug sind, um eine Auflösung von 480 DPI zu erreichen.

Der Toner enthält feinste Eisenpartikel, ähnlich wie die Beschichtung eines herkömmlichen Tonbandes. Diese werden von den polarisierten Zonen auf dem Zylinder angezogen. Die Übertragung aufs Papier geschieht ähnlich wie bei einer Xeroxkopie oder aber einfach durch Druckanwendung.

---

<sup>1</sup> Nicht zu verwechseln mit dem Dye-Transfer Verfahren.

Am Ende des Auflagedrucks wird der Zylinder vom verbleibenden Toner befreit, entmagnetisiert (wie beim Tonbandgerät vor der Aufnahme) und für die nächste Kopie von neuem magnetisch bebildert.

Da die Magnetisierung der Walze (also der latenten Druckform) bestehen bleibt, bis diese neu bebildert wird, muss im Gegensatz zu anderen digitalen Verfahren die Walze nicht bei jedem Durchgang neu bebildert werden, falls dies nicht von der Auflage her erforderlich ist.

Das System hat ein paar entscheidende Vorteile und einen grossen Nachteil: Es lassen sich bis zu 800 A4-Seiten pro Minute drucken, das System ist gegen Abnutzung unempfindlich, aber es existieren bis heute keine geeignete Toner in den Farben Cyan, Gelb und Magenta, so dass die Magnetographie bis heute nicht farbtauglich ist.

Zurzeit scheint der einzige Pressenhersteller die Firma Nipson zu sein.

## Ionographie

Das Prinzip der Ionographie ist demjenigen der Magnetographie sehr ähnlich. Hier überträgt ein Ionenschreibkopf elektrisch geladene Partikel (Ionen) auf die Oberfläche eines mit einem Dielektrikum beschichteten Zylinders und erzeugt so eine latente, elektrostatische Druckform. Anschliessend ziehen die ionisierten Zonen den Toner an, der schliesslich aufs Papier übertragen wird.

## Elcography

Bei der Elcography handelt es sich um eine Erfindung des Kanadiers A. Castegnier, der 1981 die Firma Elcorsy gründete. Das System beruht auf der Elektro-Koagulation der Druckfarbe. Das Verfahren arbeitet folgendermassen:

Zuerst wird der Metallzylinder mit einer dünnen Ölschicht überzogen. Dann wird ein dünner Farbüberzug aufgesprüht. Eine Reihe feinsten Nadelspitzen wirken als Kathoden. Je nach der Stromstärke können 256 abgestufte Punktgrössen erreicht werden. Nach dieser Elektro-Koagulation wird die überflüssige (hier im wahrsten Sinne des Wortes) Farbe mit einer Rakel abgestreift und in die Sprühkammer zurückgeführt.

Schliesslich wird die verbleibende, koagulierte Druckfarbe unter Druck auf das Papier übertragen, welches die spezielle Druckfarbe aufsaugt.

Nach dem erfolgten Druck wird die Walze mittels Seifenwasser gesäubert. Dann kann der Prozess wiederholt werden, wobei es möglich ist, einzelne (wie etwa eine Adresse, die individuell an jede Drucksache angepasst werden muss) oder gar alle Daten abzuändern.

Zur Zeit liegt die höchstmögliche Auflösung der mit Elcography gedruckten Arbeiten bei 400 DPI, während mit dem herkömmlichen Offsetdruck Werte von über 3000 DPI erreicht werden können. Mit der im Jahr 2000 auf dem Markt erschienenen Presse ELCO 400 können 2 m pro Sekunde bedruckt werden.

## Computer to Press, CtPress

Dieses verfahren verbindet den traditionellen Offsetdruck mit dem Digitaldruck. Bei den dem CtPress angehörenden Verfahren wird die Druckplatte direkt in der Presse bebildert (Inline-Bebilderung), meist durch Lasergravur. In den der CtPress-Gruppe angehörenden Offsetpressen können normalerweise auch Platten eingesetzt werden, welche im CtP-Verfahren (Computer to Plate) hergestellt wurden, was auch zur Bezeichnung "hybride Pressen" geführt hat. Dies ist bei den Verfahren, bei denen auf eine eigentliche Druckplatte verzichtet wird und direkt der Zylinder bebildert wird, nicht mehr der Fall. Für Maschinen dieses Typs wird etwa die Bezeichnung CtC (Computer to Cylinder) gebraucht. In den Offsetpressen des Typs CtPress wird in den meisten Fällen mit wasserlosem Offset (Waterless Offset) gearbeitet, so dass das Feuchtwerk dahinfällt.

Das wasserlose Offsetverfahren arbeitet mit Platten, bei denen die Beschichtung der nichtdruckenden Zonen Fettabstossend ist, so dass auf das Feuchtwasser verzichtet werden kann.

Das zur Zeit bekannteste CtPress-System ist zweifelsohne das *DI*-Verfahren<sup>1</sup> der Firma *Presstek*, wie es unter anderem in den Pressen der Serien *Quickmaster* und *Speedmaster* der Firma *Heidelberger Druckmaschinen AG* angewandt wird. Die Presse wird dabei mit einer speziellen Offsetplatte bestückt, meist mit den Pearl-Dry-Platten von *Presstek*. Die Beschichtung der dünnen, flexiblen Platten wird in der Presse mit thermischen Laserdioden selektiv abgetragen, so dass nach dieser Bebilderung nur noch der entstandene Staub abgesaugt werden muss. Die Laserdioden

---

<sup>1</sup> DI ist die Abkürzung von Direct Imaging.

der Firma *Presstek* erzeugen eine Strahlung mit einer Wellenlänge von 830 nm. Mehrere Dioden, meist 12 oder 16 Stück, sind nebeneinander zu einem Belichtungsmodul zusammengebaut. Während der Plattenbelichtung bewegt sich dieses Modul seitwärts (parallel zur Zylinderachse), während sich die Walze schrittweise dreht. In weniger als 5 Minuten ist die Platte bebildert und druckreif. Das *DI*-Verfahren macht auch kurze Auflagen ab 200 Stück rentabel.

Die *Pearl-Dry*-Platten sind wasserlose Offsetplatten, die also kein Feuchtwerk benötigen. Viele Drucker haben noch ein Vorurteil gegenüber der wasserlosen Offset-Technik. Für diese Leute hat die Firma *Marks-3zet* die neue *Anthem*-Platte kreiert, mit der der klassische Nass-Offset-Druck mit dem neuen *DI*-Verfahren kombiniert werden kann. Die *Anthem*-Platte ist eine mit einer keramischen Schicht und einer Kohleschicht versehene Platte. Die Kohleschicht wird während der Bebilderung von den Laser-Strahlen selektiv abgetragen, so dass die Keramikschicht hervortritt, die hydrophil ist. Die Platte muss nur noch mit Wasser abgewaschen werden, um druckreif zu sein. Die *Anthem*-Platten sind auf Strahlungen zwischen 800 und 1200 nm empfindlich und können daher in den meisten CtPlate-Systemen eingesetzt werden. Andererseits können sie, genau wie die *Pearl-Dry*-Platten, bei normaler Beleuchtung gehandhabt werden.

Mit dem *DI*-System entsteht zum ersten Mal ein Offset-System, das von der Vorstufe bis zum Beginn des Druckens vollständig digital abläuft. Man bezeichnet das heute als *Digital Workflow*.

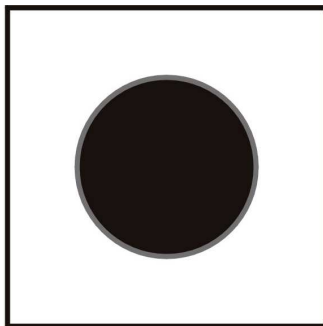
## CtC, Computer to Cylinder

Dank den CtC-Ppressen läuft zum ersten Mal die ganze graphische Kette des Offsetdrucks digital ab. Diese Pressen benötigen keine Platte mehr, das Bild wird direkt auf den Zylindermantel aufgetragen. Es ist möglich, das Druckbild nach jedem Abdruck zu ändern, und jedes Mal berechnet der RIP die Lage der zu druckenden Spots neu.

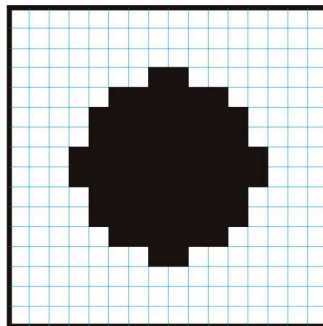
Die *DICOweb*-Pressen von *MAN Roland* arbeiten mit dem *Squarespot*-System von *CreoScitex*. Der Pressezyylinder wird mit einem speziellen Photopolymer beschichtet, der die Eigenschaft hat, unter Einwirkung der Strahlung einer Laseroptik die Rezeptivität für Wasser und Druckfarbe umzuschalten. Man spricht von einem umschaltbaren Polymer (switchable polymer). Sobald die Polymerschicht trocken ist, wird sie mit einem Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 830 nm bebildert. Nun kann der Auflagedruck beginnen.

Nach dem Auflagedruck wird der Druckzylinder automatisch gewaschen, neu beschichtet und neu bebildert. Nach etwa 15 Minuten kann wieder gedruckt werden.

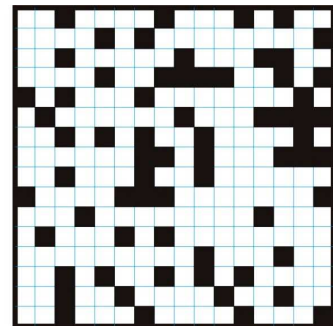
Die Pressen des Typs *DICOWeb* von *MAN Roland* können bis zu 20.000 Exemplare pro Stunde drucken. Die Beschichtung hält etwa 30.000 Drucke aus. Dann wird der Zylinder vollautomatisch abgewaschen, neu beschichtet und neu bebildert. Die Auflösung beträgt 3.200 DPI. Die Pressen dieser Serie werden einfarbig oder mit bis zu 6 Farben angeboten.



**Photographischer  
autotypischer Punkt**



**Autotypischer  
Belichterpunkt**



**FM-Raster-  
Punkt**



# Merkmale der einzelnen Techniken

Diese Kapitel beabsichtigt, eine Zusammenfassung der wichtigsten graphischen Techniken und ihrer besonderen Kennzeichen zu bieten. Andererseits soll es eine Hilfe bei der Bestimmung der bei einer beliebigen Drucksache angewandten Technik bieten. Diese Bestimmung ist nicht immer einfach und in bestimmten Fällen überhaupt unmöglich.

Die wichtigsten Drucksachen können nach gewissen Merkmalen eingeordnet werden. Die wichtigste Art einer solchen Klassifizierung ist die Unterteilung in Hoch-, Flach-, Durch- und Tiefdruck, zu der dann als selbständige Klasse die Photographie hinzukommt, obwohl ihre Einteilung in die Klasse der Flachdruckverfahren vertreten werden kann, da die Photographie ohne Druckreliefs arbeitet. In diesem Sinne könnten auch die elektrostatischen Verfahren angeführt werden (zum Beispiel *Xerographie*), aber wir wollen davon absehen und dieses Kapitel auf die herkömmlichen und daraus abgeleiteten Verfahren beschränken.

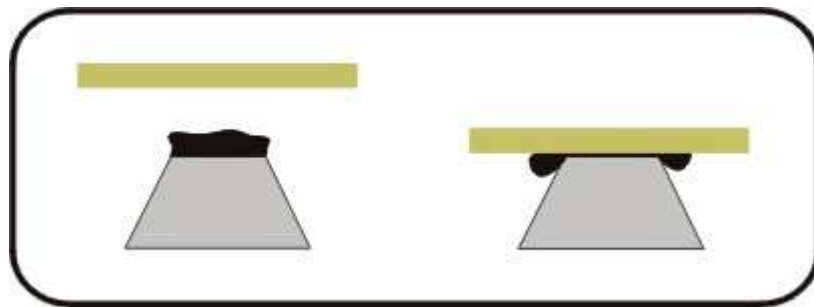
Die graphischen Techniken können auch unterteilt werden in solche, die mit Druckfarben arbeiten, und andere.

Problematisch und relativ ist die Einteilung in manuelle und industrielle Verfahren.

Ein weiteres Problem wird bei der Klassifikation durch die Mischtechniken gebildet, die nicht eindeutig einer Klasse angehören, sondern vielmehr Verbindungen zwischen zwei oder mehr Systemen darstellen, wie zum Beispiel die lithographische Hochdruckmanier, also eine lithographische Technik mit einem Hochdruckrelief. Die Tafel 'Vergleich der Druckverfahren' versucht, eine gewisse Ordnung unter den wichtigsten in diesem Buche beschriebenen graphischen Techniken zu schaffen.

Im allgemeinen können die Hochdruckverfahren leicht an der Wirkung, die der Druck der Reliefelemente auf das Papier ausübte, der sogenannten **Schattierung**, erkannt werden. Die Farbe liegt in der Tat in den Vertiefungen des Papiers, im Gegensatz zum Tiefdruck. Wurde auf Kornpapier gedruckt, wurde das Korn in den bedruckten Zonen meist **geglättet**. **Freistehende** Druckelemente verursachen besonders gerne tiefe Schattierungen.

Ein anderes Merkmal, an dem die Hochdruckverfahren identifiziert werden können, besonders, wenn auf glattes, gut geleimtes Papier gedruckt wurde, sind die **Quetschränder**, die in einer dunkleren Linie die Flächen begrenzen und mitunter an eine etwas hellere Linie anschliessen, welche die bedruckten Zonen umgibt. Bei autotypischem Hochdruck kann mitunter beobachtet werden, dass die minimalen weissen Punkte in den Schatten (weisse Pünktchen, umgeben von schwarzer Fläche) intensiver drucken als ihre Umgebung, **obwohl sie eigentlich überhaupt nicht drucken sollten!**

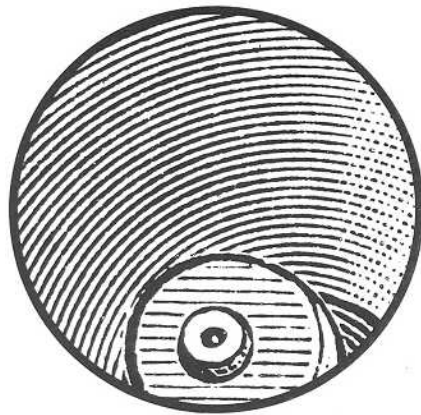


Entstehung der Quetschränder

Das Zustandekommen der Quetschränder, das in der Abbildung 'Entstehung der Quetschränder' schematisiert wird, hat folgende Erklärung: Die im Moment des Abdrucks zwischen dem Druckelement und dem Papier eingeschlossene Farbe flieht aus ihrer Umgebung und sammelt sich in Form einer Düne am äusseren Rand des Druckelements an. Das Zustandekommen dieser Erscheinung ist von vielen Faktoren abhängig, wie etwa von der Art und Menge der Druckfarbe, der Härte des Materials aus dem die Druckform besteht, der Struktur des Papiers oder der Raumtemperatur, unter anderem. Die Quetschränder, die man auf den ersten Blick als groben Qualitätsmangel des Hochdruckes bezeichnen möchte, ist in der Tat eines der Qualitätsmerkmale des Hochdruckes, da durch sie die gedruckten Linien visuell den Eindruck einer sauberen Begrenzung vermitteln, wie er kaum mit einem anderen Druckverfahren erreicht werden kann. Die Quetschränder sind besonders ausgeprägt, wenn von einer weichen Druckplatte gedruckt wurde, wie etwa von einer Photopolymerplatte (Auswaschplatte) oder von einem Linolschnitt. Bei Hochdrucken kann mitunter eine Farbansammlung an den Rändern von Druckzonen beobachtet werden, die nichts mit Quetschrändern zu tun hat. Vielmehr handelt es sich dabei um Farbansammlungen, die mit der Flexibilität der Farbwalzen erklärt werden können.



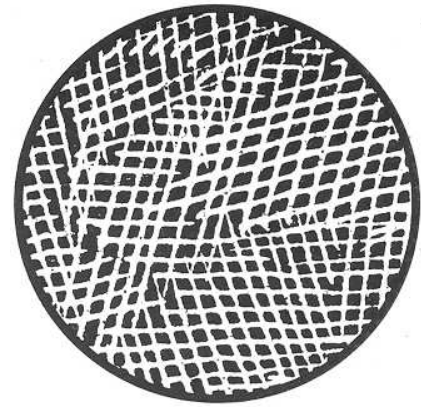
A



B



C



D

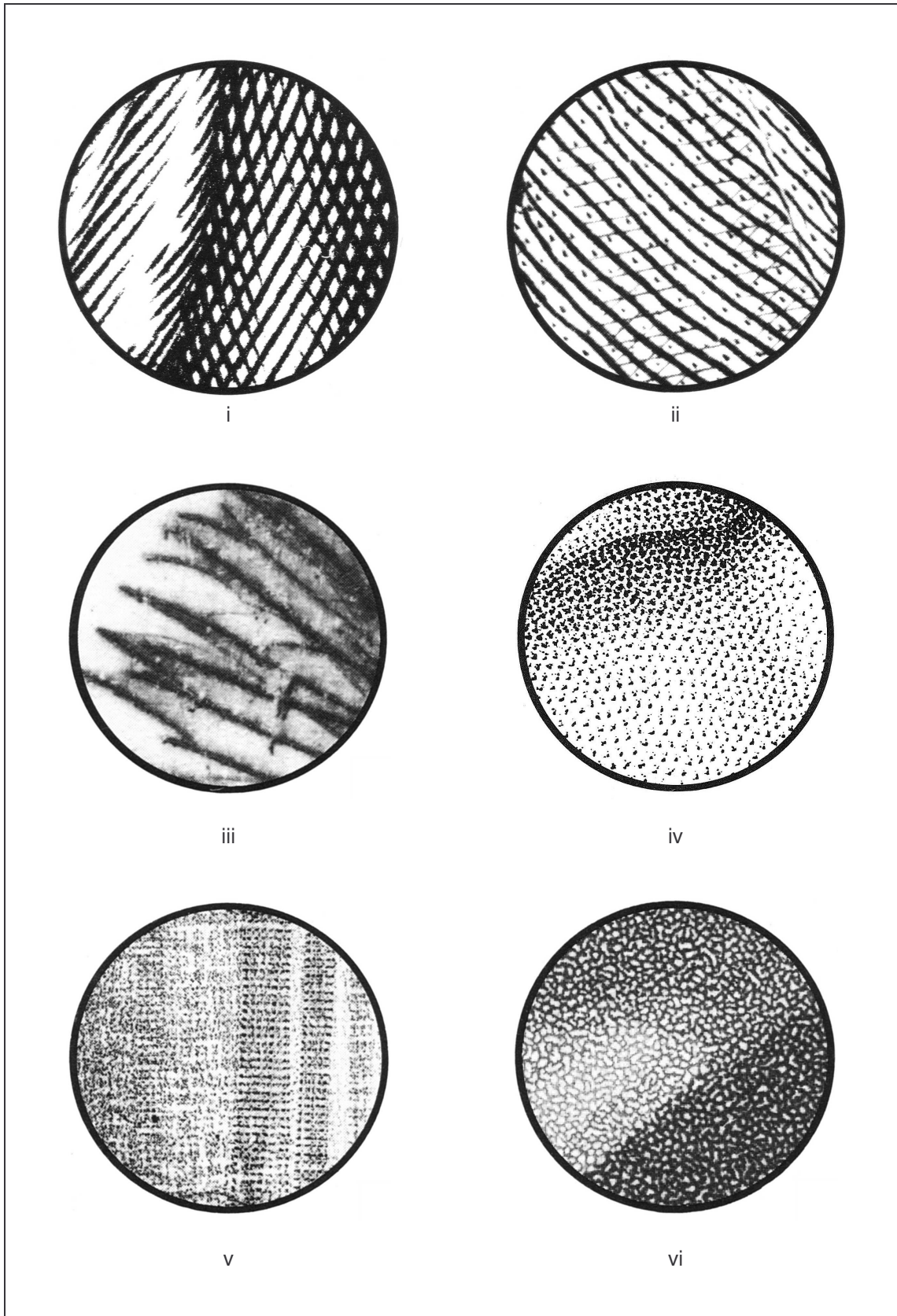


E

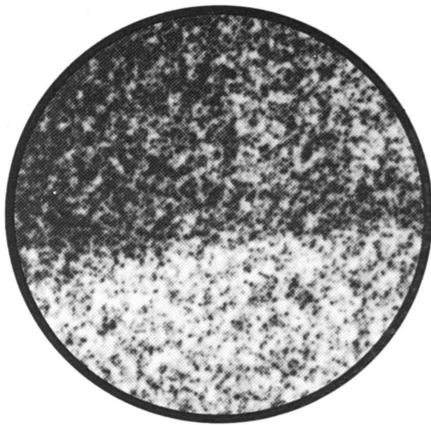


F

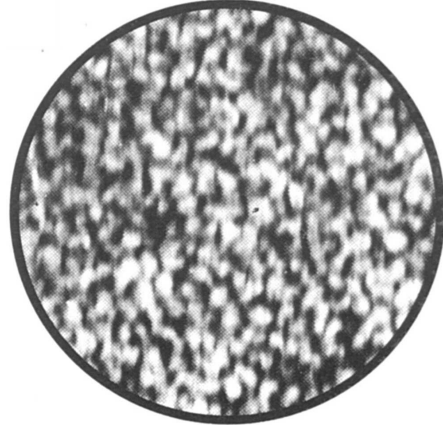




Muster II



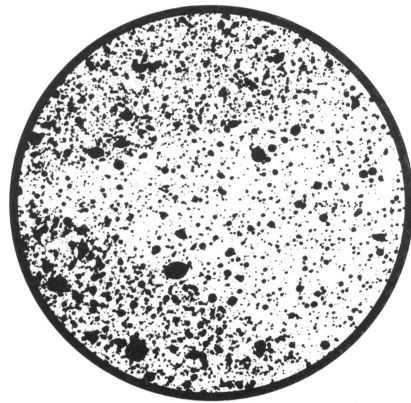
a



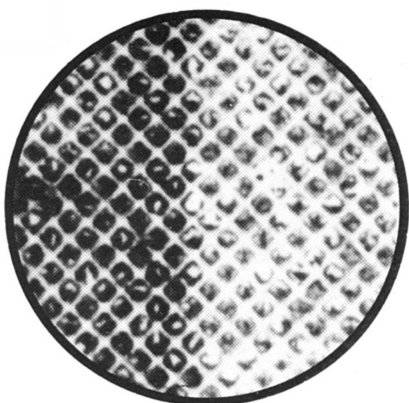
b



c



d



e

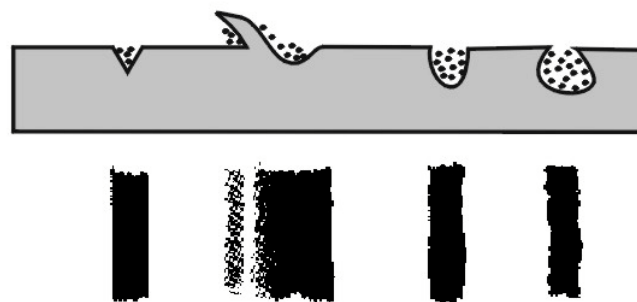


f



Beim Flächenholzschnitt tritt manchmal die Maserung des Holzes beim Druck zum Vorschein. Dieser Effekt wird von manchen Künstlern absichtlich eingesetzt. Der Faksimileholzschnitt ist oftmals von einer hochgeätzten Federzeichnung auf Zink (manuelle Zinkotypie) oder von einer photomechanischen oder lithographischen Übertragung einer Federzeichnung auf eine Zinkplatte nur schwer zu unterscheiden. Die feinen weissen Linien, die bei sauberem Druck vielfach bei der Überkreuzung der schwarzen Linien auftreten, tragen zur Erleichterung dieser Unterscheidung bei (*Muster IA*). Wurde von einem Holzschnitt ein Galvano (oder schlimmer: ein Stereo) genommen, so pflegen diese Feinheiten zu verschwinden.

Der Tonholzschnitt, der mit dem Grabstichel auf Querholz ausgeführt wird, ist leichter zu identifizieren. Die Abbildung *Muster I* stellt eine Anzahl typischer Strukturen des Holzschnittes auf Querholz dar. Es muss beachtet werden, dass für das Schneiden schwer ausführbarer technischer Zeichnungen spezielle Graviermaschinen eingesetzt wurden, die wie eine Art Pantograph arbeiteten, und mit denen schwierig auszuführende teile wie etwa der in Abbildung *Muster I, B* vergrössert dargestellte, sauber geschnitten werden konnte. Leider wurde die Anwendung solcher Maschinen nicht immer auf den Bereich der technischen Darstellungen beschränkt, sondern mitunter auch im Bereich der Buchillustration eingesetzt, etwa für Hintergründe oder Himmelpartien, was auch zum schlechten Ruf beigetragen haben mag, den der Tonholzschnitt, meines Erachtens zu Unrecht, in gewissen Kreisen genoss.



Strichmanieren des manuellen Tiefdrucks

In der ersten Epoche der Autotypie war die Retusche der Zinkotypieplatten mit den Werkzeugen der manuellen verfahren, vor allem mit dem Grabstichel, mitunter auch mit der Roulette üblich. Diese Technik beschränkt sich heute ausschliesslich auf die Verbesserung von kleinen Unvollkommenheiten.

Bei grösseren Holzschnitten auf Querholz kann manchmal eine Aufteilung der Platte in mehrere Rechtecke anhand von feinen weissen

Trennlinien beobachtet werden. Diese Aufteilung ist darin begründet, dass manchmal grossformatige Holzschnitte auf mehrere Graveure einer selben Werkstatt aufgeteilt wurden, um Zeit zu gewinnen. Zuletzt leimte ein spezialisierter Holzschneider die einzelnen Blöcke zu einer einzigen Platte zusammen und bearbeitete die dünnen Ränder, die seine Kollegen ausgelassen hatten so, dass ein einheitliches Ganzes entstand.

Der Tiefdruck in seiner manuellen Version wird durch eine **Prägung** der Papieroberfläche ausgezeichnet, die der Schattierung des Hochdruckes entgegengesetzt ist. Die Prägetiefe variiert mit der Tiefe der Rille und damit auch mit der in jedem Gebiete abgesetzten Farbmenge. Die Figur "Strichmanieren des manuellen Tiefdrucks" charakterisiert die typischen Strukturen, die wir antreffen können.

Der Grabstichel hinterlässt in der Platte eine scharf begrenzte Rille, die immer in einer Spitze endet. Dank des dreieckigen Querschnitts des Grabstichels ist die Breite der Linie zur Tiefe der Rille und zur Farbmenge<sup>1</sup> proportional. Eine Ausnahme bildet die Linie der sogenannten **Échoppe**, eines Grabstichels mit rundem Querschnitt, der je nach dem Drehwinkel der Achse breitere oder schmalere Linien erzeugt. Als Erfinder der Échoppe wird in gewissen Quellen Callot<sup>2</sup> angegeben. Die Radiernadel der Kaltnadeltechnik, die kein Material aus der Oberfläche der Platte abhebt, sondern nur eine Neuverteilung desselben bewirkt, wie dies etwa beim Pflügen eines Ackers der Fall ist, erzeugt unbestimmte, von einem charakteristischen Hof umgebene Linien. Dieser Hof neigt beim Druck grösserer Auflagen leicht zum Verschwinden. Der Grat, der bei der Kaltnadelradierung den besagten Hof erzeugt (sofern er nicht mit dem Schabeisen entfernt wird), verursacht auf dem Papier mitunter eine sichtbare Prägung, die natürlich der gewöhnlichen Prägung der Tiefdruckverfahren entgegengesetzt ist. Mit dem **Retroussage**, das darin besteht, mit einem Tuch über die eingefärbte erwärmte Platte zu wedeln, können anhand beliebiger Strichtechniken ähnliche Effekte erzielt werden, wie mit der Kaltnadelradierung. Die dritte Strichmanier des manuellen Tiefdruckverfahrens ist die Strich- oder Linienradierung. Die Radierung ist meist auf der chemischen Wirkung der Salpetersäure oder des Eisenchlorids auf die Platte begründet. Eisenchlorid ist nicht für die Ätzung von Zinkplatten geeignet. Die Salpetersäure arbeitet rascher, aber ihre Wirkung ist viel schwieriger zu steuern, und die Linien sind weniger regelmässig, was allerdings vielfach den Künstlern willkommen ist. Eisenchlorid arbeitet langsamer, hat aber den Vorteil, dass die Wände der Rillen viel senkrechter ausfallen und fast so sauber drucken wie die Linien des Grabstichels. Die Abbildung 'Strichmanieren des manuellen Tiefdrucks' charak-

---

<sup>1</sup> Genaugenommen ist das Quadrat der Breite zur Farbmenge proportional.

<sup>2</sup> Jacques Callot (1592-1635).

terisiert die typischen Linien des Grabstichels, der Kaltnadelradierung, der Radierung mit Eisenchlorid und derjenigen mit Salpetersäure.

Ein häufiger Mangel von manuellen Tiefdruckplatten ist die **Unterätzung** der Striche, oft als *Crevé* bezeichnet, die zu breiten Vertiefungen führt, in deren Mitte die Druckfarbe beim Wischen wieder entfernt wird, so dass die dunklen Zonen einer Radierung durch unbeabsichtigte graue oder gar weisse Zonen unterbrochen werden. Die Ursache dieses Missstandes ist die Wirkung der Salpetersäure auf die Seitenwände der Rillen. Die Abbildung 'Crevé' stellt das Zustandekommen einer solchen unterätzten Stelle schematisch dar. Der linke Teil der Abbildung stellt die vorgesehene Wirkung der Säure, der rechte Teil deren tatsächliche Wirkung dar.



Crevé

Die klassische Aquatinta-Radierung ist durch eine Anzahl abgestufter Grautöne charakterisiert, die an eine photographische Tontrennung erinnert. Wenn der Künstler den Ablauf der Ätzung mit dem Pinsel oder sonstwie beeinflusst, verliert sich dieser Effekt teilweise oder auch ganz. Bei feinem Aquatintakorn kann die Prägung des Papiers nicht mehr wahrgenommen werden, was erst recht für den Rotationstiefdruck gilt, wo mit extrem kleinen Ätztiefen gearbeitet wird. Das Korn der Heliogravüre ist zumeist so fein, dass die einzelnen Elemente nicht unterschieden werden können, da die Farbe vom Papier teilweise aufgesogen wird.

In der schwarzen Manier (Mezzotinto) des manuellen Tiefdrucks ist der Übergang zwischen Schwarz und Weiss fließend (stetig). Es ist schwierig, Regeln anzugeben, um die schwarze Manier von der Aquatintamanier zu unterscheiden, da beide Techniken von einer gleichen Körnung ausgehen können, wie etwa vom Staubkorn.

Weichgrundradierungen erkennt man an der Struktur des Papiers oder Textilmaterials, das zum partiellen Abheben des Weichgrundes von der Platte diente; es entsteht eine Überlagerung dieser Struktur mit der Struktur des bedruckten Papiers.

Manchmal wird die Heliogravüre, die photomechanische Version der Aquatinta-Ätzung zur Reproduktion oder auch Fälschung von manuellen Stichen oder Radierungen eingesetzt, wie etwa von Kaltnadelradierungen. In diesem konkreten Fall kann das Korn, das in den Randzonen der Linien auftritt, die Fälschung aufdecken. Die Heliogravüre erlaubt keine so tiefschwarzen, scharf begrenzten Linien zu drucken, wie etwa der Kup-

ferstich. Vielmehr erscheinen die Linien etwas gezähnt. Es muss aber beachtet werden, dass die Heliogravüreplatten fast nie in reinem Zustand abgedruckt, sondern zuerst mit den Werkzeugen des manuellen Tiefdrucks retuschiert werden.

Der industrielle Rakeltiefdruck unterscheidet sich durch folgenden Merkmale von den anderen Verfahren. Wenn es sich nicht um den autotypischen (flächenvariablen) Tiefdruck handelt, besteht das Bild aus Rasterpunkten mit verschiedener Farbdichte. Die Oberfläche der Rasterpunkte ist beim herkömmlichen (tiefenvariablen) Rakeltiefdruck konstant, beim flächentiefenvariablen (semiautotypischen) Rakeltiefdruck variabel. Bei der Herstellung von Qualitätsdrucken wird mitunter auch der Kornraster eingesetzt; auch andere Punktanordnungen, wie etwa Backsteinraster sind mitunter anzutreffen.

Beim Druck ab einer elektromechanisch gravierten Tiefdruckform, wie sie der *Helioklischograph* der Firma Hell liefert, variiert die Punktform in den verschiedenen Farben Cyan, Magenta, Gelb und Schwarz, um die sogenannte **Farbdrift** so weit als möglich zu verhindern. Die mit dem Rakeltiefdruck gedruckten Buchstaben weisen durch den Raster bedingte, leicht **gezähnte Ränder** auf. Ein anderes Merkmal, an dem der Rakeltiefdruck manchmal erkannt werden kann, ist die folgende Fehlererscheinung: durch kleine Verunreinigungen in der Druckfarbe, wie etwa Sandkörnchen, entstehen auf dem Zylindermantel kleine Kratzer in der Laufrichtung des Papiers, die als feine, zueinander parallele Linien mitdrucken.

Die Originallithographie, die von einem Stein in einer Handpresse abgedruckt wurde, weist manchmal in den Zonen, in denen auf den Reiber oder den Gegendruckzylinder Druck ausgeübt wurde, eine Verflachung des Papierkorns auf. Die indirekte Lithographie (Offset) weist einen solchen unterschied nie auf, da sich das Gummituch der Form des Papierkornes anpasst.

Der Siebdruck zeichnet sich vor allem durch seine dicke und deckende Farbschicht aus, die sich auf fast beliebige Materialien übertragen lässt. Manchmal ist die Struktur des Siebes auf der Farbschicht sichtbar. Das Sieb verursacht manchmal auch gezackte Ränder, die an den Rakeltiefdruck mahnen.

Mit etwas Erfahrung fällt es leicht, den Lichtdruck anhand seines Runzelkorns zu identifizieren, das mit einem Fadenzähler vor allem in den Lichtern und in den Mitteltönen ersichtlich ist. Diese Struktur wird in der Abbildung 'Muster III, b' dargestellt. Mit Ausnahme einiger selten angewandter industrieller Verfahren, weist der Lichtdruck keine autotypische Struktur auf und wird vor allem für qualitativ hochstehende Halbton-

reproduktionen (ein- oder Mehrfarbig) eingesetzt. Lichtdruckplatten lassen keine Retusche zu.

Die Abbildung 'Muster II' stellt verschiedene vergrösserte Muster von Strukturen der manuellen Tiefdrucktechniken dar. i) und ii) sind Teilausschnittsvergrösserungen von Kupferstichen, iii) ist ein Ausschnitt einer Kaltnadelradierung, iv) einer Punktmanier, v) ist die von einer Roulette gebildete Struktur, vi) stellt das Aquatinta-Staubkorn dar.

Die 'Muster III' stellt die folgenden Strukturen dar: a) Korn der Photographie, b) Korn des Lichtdruckes, c) Korn einer Kreidelithographie, d) Struktur des Crachis, e) Rasterstruktur einer im herkömmlichen Rakeltiefdruck wiedergegebenen Abbildung, f) Text, im Rakeltiefdruck gedruckt.

Die Monotypie unterscheidet sich von einem auf Papier ausgeführten Ölgemälde durch die Effekte, die beim Mischen der Farbstoffe mit unterschiedlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften, namentlich bei grossen Viskositätsunterschieden, auftreten.

Die Qualität der Druckfarbe kann auch Anhaltspunkte liefern für die Bestimmung des verwendeten Druckverfahrens. Die für den Hoch- und Flachdruck eingesetzten Druckfarben weisen meist einen charakteristischen Glanz auf, den die Tiefdruckfarben nicht haben.

In den Tiefdruckfarben können wir fließende Übergänge zwischen verschieden dicken Farbschichten beobachten, die in den Hoch- und Flachdruckverfahren nicht existieren, wenn wir von den Quetschrändern des Hochdrucks absehen. Es sei hier bemerkt, dass einzelne Künstler ihre Holzschnitte nicht ganz eben bearbeiten, um auf kontrollierte Art und Weise beim Einfärben eine intensivere Farbaufnahme in den höheren Zonen zu erreichen. Auch wenn eine Hoch- oder Flachdruckform *à la poupée* (zonenweise von Hand) eingefärbt wird, können natürlich verschieden intensive Einfärbungen simultan erreicht werden. Man spricht etwa von monotypiemässiger Einfärbung.

Da gewisse Techniken, wie wir es im Falle der Autotypie gesehen haben, teilweise schon vor der 'offiziellen' Erfindung angewandt wurden, liefert die Begrenzung des Alters einer Drucksache anhand der angewandten Technik nur Näherungswerte. Bei der Bestimmung des Alters, der Technik und des Autors eines Blattes können Betrachtungen über die Papierqualität, das Motiv des Bildes, den Stil der Zeichnung, Randbemerkungen oder Stempel von Bibliotheken, Sammlern oder Steigerungen mitspielen. Manchmal können auch der **Geruch** der Druckfarbe, der **Ton**, den das Papier von sich gibt, wenn man auf den aufgehängten Bogen klopft und andere Indizien zur Identifikation beitragen, ganz abgesehen von den wissenschaftlichen Methoden, wie sie beispielsweise von den Röntgenstrahlen oder von der Infrarotphotographie geboten werden.



Ältere photographische Silberbilder werden leicht am metallischen Reflex erkannt, der sich auf der Oberfläche bildet. Ferrotypien werden von einem Magnet angezogen, da sie ja eine dünne Blechplatte zum Schichtträger haben.

Seit dem Aufkommen des Ditherings und der FM-Rasterung ist es recht schwierig geworden, etwa Originallithographien von Reproduktionen zu unterscheiden, da die meisten Papiere die extrem kleinen Punkte aufsaugen oder verlaufen lassen.

Eine Wertvolle Hilfe ist die **Signatur**, von der das nächste Kapitel handeln wird.

Bei mehrfarbigen Drucken können generell die folgenden Fälle unterschieden werden:

- a) Es wurde von einer einzigen Platte gedruckt.
- b) Es wurde von verschiedenen Platten gedruckt.

Im Falle a) ergeben sich die folgenden Möglichkeiten:

- Es wurde in einem einzigen Durchgang durch die Presse gedruckt (zum Beispiel zonenweises Einfärben *à la poupée*, Roll-Up,...)
- Es wurde in genauem Passer zwei oder mehrere Male gedruckt, wobei die Platte oder ihre Einfärbung nach jedem Durchgang abgeändert wurde (zum Beispiel Camaïeu (Stufendruck,...))

Im Falle b) können alle Druckplatten in derselben Technik hergestellt worden sein (zum Beispiel Chromolithographie), oder aber es kann eine Kombination verschiedener Techniken vorliegen (etwa ein Kombinationsdruck von Lithographie und Heliogravüre (Heliolithographie) oder die Kombination von Lithographie und Tiefdruck bei gewissen Wertpapieren.

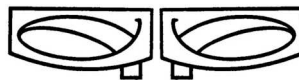
Viele Drucke wurden von Hand koloriert. In anderen Fällen werden nur gewisse Farben von Hand angebracht, während die anderen Farben gedruckt sind. Solche Blätter sind besonders leicht zu identifizieren, wenn man das Glück hat, über zwei gleiche Exemplare zu verfügen.

Die Bestimmung der bei einem Mehrfarbendruck angewandten Techniken ist oft sehr schwer, besonders wenn der Druck in der Absicht hergestellt wurde, eine künstlerische Technik nachzuahmen, wie dies etwa bei den als Öldruck bekannten Kombinationsdrucken der Fall ist, die meist mit einem Prägedruck abgeschlossen werden, der die Struktur der Pinselstriche auf der Leinwand nachahmen soll.

Die in einem oder in mehreren Durchgängen gedruckten mehrfarbigen manuellen Tiefdrucke unterscheiden sich in der Prägestruktur des bedruckten Papiers. Im Falle eines einzigen Durchganges entsteht die gleiche Struktur wie bei einer einfarbigen Vorlage. Im anderen Fall herrscht die Struktur der zuletzt gedruckten Platte vor, da jede folgende Platte die von ihren Vorgängerinnen hinterlassenen Strukturen verflacht.

Wiederholte Durchgänge durch die Presse können oft an kleinen **Passer-differenzen** erkannt werden.

Bei manuellen Verfahren wird der Passer oft durch zwei feine Nadeln festgelegt, so dass solche Drucken oft **Passerlöcher** aufweisen. Diese alleine beweisen natürlich nicht, dass wir es wirklich mit einem Originaldruck zu tun haben.



Hochdruck	Flachdruck	Durchdruck	Tiefdruck	Photographie	Manuelles Verfahren	Industrielles Verf.	Echte Halbtöne	Druckfarbe	Indirekter Druck	Bichromatverfahren	Digitales Verfahren
-----------	------------	------------	-----------	--------------	---------------------	---------------------	----------------	------------	------------------	--------------------	---------------------

Anastatischer Druck		■			■	■		■			
Aquatinta (man. TD)		■		■	■		■	■			
Autographie		■			■						
Autotyp. Raket-Tiefdruck				■		■		■			
Autotypie				■		■					
Bromöldruck				■	■		■	■		■	
Cliché-Verre							▨				
Computer to Cylinder, CtC		■				■	▨	■	■		■
Computer to Press, CtPress		■									
Crayonmanier (man. TD)				■			■	■			
Daguerréotypie				■	■		■				
Digitalphotographie				■							■
Direkte Photolithographie		■				■		■			
Driography 3M		■						■	■		
Elcography						■		■			■
Faksimile-Weisslinienholzschnitt	■				■						■
Farbsublimation						■		■			■
Flexographie	■					■		■			
Gaufrage	▨			▨	▨	▨					
Gummidruck				■	■		■			■	
Heliogravüre				■		▨		■			
Herkömmlicher Rakeltiefdruck				■		■		■			
Holzschnitt auf Längsholz	■				■						
Indirekte Photolithographie		■				■				■	
Indirekter Lichtdruck		■				■		■			
Ink Jet						■					■
Ionographie						■					■
Kaltnadelradierung (man. TD)				■	■						
Kunstlithographie		■		■	■						
Kupferstich (man. TD)				■	■						
Laser						■					■
Lichtdruck, Phototypie		■				■				■	
Linoleum	■				■			■			



# Die Signatur graphischer Werke

Vor dem XV Jahrhundert pflegten die Künstler ihre graphischen Werke nicht zu signieren. Allmählich fingen die Graveure an, ihre Platten mit einem Monogramm zu versehen oder, wie Rembrandt (1606-69), ihre Unterschrift in sie einzugravieren. Die Abbildung 'Monogramme' reproduziert einige der wichtigsten Künstlermonogramme. Das letzte Monogramm der Abbildung wurde nicht von einem Künstler, sondern von der französischen Heliogravürenwerkstatt *Armand-Durand* im letzten Teil des XIX Jahrhunderts gebraucht. Gewisse Graveure benutzten im Laufe der Zeit verschiedene Monogramme. Der umgekehrte Effekt kann auch beobachtet werden und muss bei der Identifikation eines Kunstblattes beachtet werden: verschiedene Graveure benutzten ganz ähnliche und manchmal praktisch identische Monogramme.



Abraham Bosse



Albrecht Dürer

Heliogravüren-  
Werkstatt  
Armand Durand

Monogramme

Das erste Element der Abbildung 'Signaturen' stellt die gravierte Signatur einer Radierung Rembrandts dar.

Vor dem XIX Jahrhundert waren die Auflagen durch die Abnutzung der Platten sehr beschränkt. Im XIX Jahrhundert wurden die Künstler durch die Möglichkeiten der Verstählung von Tiefdruckplatten, durch die Lithographie mit ihren Umdruckmöglichkeiten und durch die galvanoplastischen Systeme, die alle eine fast unbeschränkte Auflagenzahl ermöglichen, dazu angehalten, die Auflagen ihrer Werke einzuschränken. Es

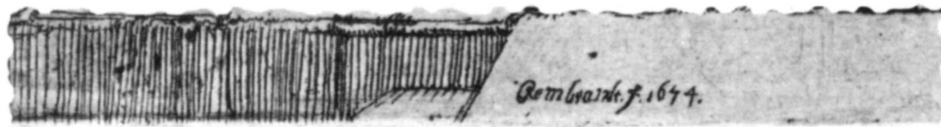


wurde üblich, die Originalplatte nach dem Auflagedruck zu zerstören. Diese Zerstörung geschieht je nach der verwendeten Drucktechnik durch Zerkratzen oder Durchlöchern der Platte beim Tief- oder Hochdruck, oder einfach durch reinigen der Druckform im Falle der Lithographie oder des Siebdruckes. Es gibt auch Graveure, die lieber an einer gut sichtbaren Stelle ein Wort oder ein Zeichen in die Platte gravieren, wie etwa "ausgedruckt", da es immer Überwindung kostet, eine Platte, die mühsam erarbeitet wurde, und in einem gewissen Sinne für sich selbst ein Kunstwerk darstellt, einfach zu durchlöchern oder sonstwie zu zerstören.

Meist werden die Signatur und die Nummerierung eines graphischen Blattes unter dem unteren Plattenrand mit Bleistift angebracht. Der dritte Teil der Abbildung 'Signaturen' ist ein Beispiel dieser Art, ein graphisches Blatt zu signieren. Die Nummerierung hat die Form eines Bruches, bei dem der Zähler auf die laufende Nummer des Blattes, der Nenner auf die Gesamtauflage hinweist. In unserem Beispiel bedeutet 41/50, dass im Ganzen 50 Exemplare abgezogen wurden, wovon unser Blatt das 41. ist. Für viele Sammler steht der Wert eines Blattes im indirekten Verhältnis zu seiner Auflagennummer. Die ersten abgedruckten Blätter einer Serie haben stets vor den späteren Vorrang.

Die Sammler haben eine Vorliebe für die sogenannten **Zustandsdrucke**. Ein Zustandsdruck ist ein **Probedruck**, den der Künstler vor der Beendigung seiner Gravurarbeit anfertigt, um die Wirkung des fertigen Druckes besser beurteilen zu können. Rembrandt pflegte viele Zustandsdrucke anzufertigen. Die Zustandsdrucke werden etwa als 'épreuve d'état' oder ähnlich gekennzeichnet und mit römischen Zahlen nummeriert.

Werden von einer mit Schrift zu versehenen Platte Zustandsdrucke vor der Gravur der Schrift abgezogen, so bezeichnet man solche Drucke mit dem französischen Ausdruck 'avant la lettre'. In solchen Drucken erscheinen mitunter kleine Randzeichnungen, die vor dem Druck der definitiven Auflage mit dem Schabeisen getilgt werden. Diese sogenannten '**Remarques**' dienen dem Radierer als Ätzkontrollen, die man mit den Stufengraukeilen der photomechanischen Verfahren vergleichen könnte. Ist die Platte beendet, pflegen die Graveure einige Probeabzüge anzufertigen, um den richtigen Druck der Presse, die Farbe oder auch das für den Auflagedruck zu verwendende Papier zu bestimmen. Diese Künstlerdrucke werden etwa mit E. A. (épreuve d'artiste) oder ähnlich bezeichnet. Der letzte Künstlerdruck wird manchmal mit 'bon à tirer' bezeichnet. Solche Drucke sind von den Sammlern begehrte Objekte.



Raffet del.

Ch. Colin sc.

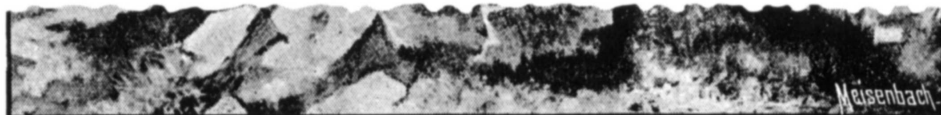


41/50

COR RBC  
SANTA MARIA DEL MAR



YES & BARRET Tho Sc.



Signaturen

Die Herstellung eines Druckes verlangt die Beteiligung eines Zeichners, eines Graveurs und eines Druckers, die nicht unbedingt alle ein und dieselbe Person sein müssen. Im Laufe der Zeit entstanden gewisse Normen, um eine Originalgraphik (heute von Hand, meist mit Bleistift signiert und numeriert) von einer Reproduktionsgraphik zu unterscheiden. Man findet bei der Reproduktionsgraphik etwa die folgenden Bezeichnungen, die direkt in die Platte gestochen wurden, um den Erschaffer des dem Druck zugrundeliegenden Originalwerkes zu bezeichnen:

in., inv., invenit	erfunden
pinx., pinxit	gemalt
del., delineavit	gezeichnet

Die folgenden Bezeichnungen beziehen sich auf den Graveur:

sc., sculp., sculpit	geschnitzt
inc., incisit	geschnitten
fecit	gemacht

Manchmal wird der Drucker erwähnt:

imp., impressit	gedruckt
-----------------	----------

Der Verleger kann folgendermassen bekanntgegeben werden:

excudit, excudebat, ex typis, ex formis

In seltenen Fällen findet man ein Blatt, auf dem angegeben wird, dass ein Schüler oder Angestellter die Platte unter Aufsicht seines Lehrers oder Vorgesetzten gestochen habe. Das wird etwa so ausgedrückt:

dir., direxit	geleitet
---------------	----------

Das zweite Element der Abbildung 'Signaturen' stellt ein Beispiel der Signatur einer Reproduktionsgraphik dar. Diese Signatur sagt uns, dass Ch. Colin der Graveur dieses Stahlstichs ist, der eine Zeichnung von Raffet reproduziert.

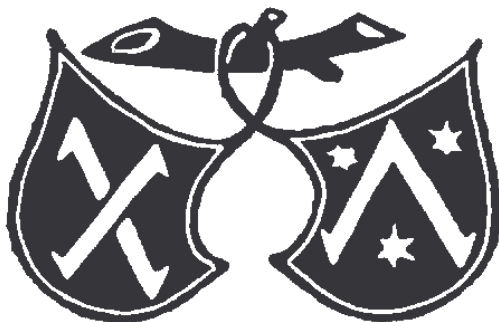
Der Tonholzschnitt, der im XIX Jahrhundert zur Reproduktion aller möglichen Illustrationen eingesetzt wurde, trug oft bis zu drei verschiedene Arten von Signaturen: diejenige des Künstlers oder Handwerkers, der das Originalwerk erschaffen hatte, die Signatur des Holzschneiders (oder manchmal der verschiedenen Holzschneider, die gleichzeitig an den

verschiedenen Abschnitten einer selben Platte arbeiteten) und schliesslich die Signatur der xylographischen Anstalt oder deren Chefs. Diese letzte Signatur tritt häufig in der folgenden Form auf: X.A. nnn.

Wird die Originallithographie im Stein signiert, so erscheint diese Signatur im Abdruck seitenverkehrt. Dasselbe ist beim Glasklischeedruck der Fall. Erscheint die gedruckte Signatur einer Lithographie seitenrichtig, so besteht immer der Verdacht einer doppelten Inversion, also eines (unter Umständen manuellen) Offsetdrucks, da üblicherweise die Künstler den Stein (oder die Platte) nicht seitenverkehrt zu signieren pflegen.

In ihrer ersten Epoche wurde vielfach auch die photomechanische Hochdruckform signiert, im Anfang vielfach auf die gleiche Art und Weise, wie wenn es sich um eine manuelle Technik handelte, nämlich in der Form: nnn sc.

Die Abbildung 'Signaturen' zeigt uns drei Beispiele von Signaturen von photomechanischen Reproduktionen der zweiten Hälfte des XIX Jahrhunderts (die drei letzten Elemente der Abbildung).



Fust und Schöffer



Daniel Cortezo y C.ª, Barcelona

Autotypische Hochätzungen wurden früher auf dem nicht mitdruckenden, tiefer gelegenen Plattenrand signiert, der zum Aufnageln des Klischees diente. Diese Signatur druckte nicht mit und hatte nur den Zweck, den Drucker an den Namen des Photogaveurs zu erinnern.

Fast seit Anbeginn der Ära des gedruckten Buches kam unter den Typographen der Brauch auf, ihre Ausgaben mit einer **Druckermarke** zu versehen. Diese Sitte, die offenbar von den Prototypographen Fust und Schöffer ins Leben gerufen wurde, ist bis heute nicht ganz erloschen. Im Laufe der Zeit entstanden aus der eigentlichen Druckermarke verwandte

Symbole, wie etwa die **Verlegermarke**. Die Abbildung 'Druckermarken' stellt zwei Beispiele von Druckermarken dar. Die Formate sind nicht original.

Auch das Papier, der weitaus wichtigste Druckträger, ist manchmal signiert, vor allem, wenn es sich um handgeschöpftes Papier handelt. Die Signatur des Papiers, die in der Durchsicht betrachtet werden kann und als **Wasserzeichen** bezeichnet wird, entsteht gewöhnlich durch Einfügen von Drähten in der Papierform. Die ersten Wasserzeichen der Geschichte wurden Ende des XIII Jahrhunderts in Fabriano, Florenz und in Olot hergestellt.

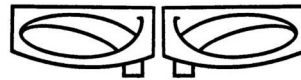
Es ist viel darüber diskutiert worden, in welchen Fällen ein Blatt als Originalgraphik, wann als Reproduktionsgraphik bezeichnet werden soll. Es können verschiedenen Grade von Originalität unterschieden werden zwischen dem Fall, in dem der Künstler die Druckplatte selber angefertigt und auch selbst abgedruckt hat bis zu dem Fall, in dem der Künstler sich darauf beschränkt, die auf seinen Auftrag hin hergestellten Reproduktionen eines seiner Werke zu signieren.

Im folgenden seien ein paar der wichtigsten international anerkannten Richtlinien angegeben:

- I) Es ist dem Künstler überlassen, über die Auflage (Anzahl gedruckte Exemplare) jedes seiner graphischen Werke in den verschiedenen Techniken zu entscheiden.
- II) Um als Original zu gelten, muss es nebst der Signatur des Künstlers mit der Angabe über die Auflage des Blattes, sowie einer Seriennummer ausgestattet sein. Der Künstler kann auch angeben, dass er selber als Drucker gewirkt hat.
- III) Ist die ganze Auflage gedruckt worden, ist es wünschenswert, dass die Platte, der Stein oder jedes andere Material, das zum Druck der Auflage gedient hat, zerstört werde, oder mit einem Hinweis versehen darauf versehen werde, dass der Auflagen-druck beendet wurde.
- IV) Die oben genannten Grundsätze beziehen sich auf graphische Blätter, die als Originale betrachtet werden sollen, also gedruckte Werke zu denen der Künstler die Originalplatte erschaffen, den Holzstock bearbeitet, den Stein bezeichnet oder ein beliebiges anderes Material bearbeitet hatte. Werke, die diese Anforderungen nicht erfüllen, gelten als Reproduktionen.
- V) Es gibt keine mögliche Regelung für Reproduktionen. Nichtsdestoweniger ist es wünschenswert, dass Reproduktionen als solche gekennzeichnet werden und eindeutig von der Originalgra-



phik unterschieden werden können. Dieser Punkt ist vor allem in den Fällen wichtig, in denen die Qualität der Reproduktion so hervorragend ist, dass der Künstler das Werk mit seiner Unterschrift würdigt und damit die Arbeit des Druckers anerkennt.



# Anhang: Büro-Kopierverfahren

Verschiedene der gängigen Büroarbeiten haben eine enge Verbindung zur Druckerei. So wurden in den Büros von jeher Kopien von Dokumenten hergestellt um über Belege von versandten Briefen oder anderen Dokumenten, die das Büro verlassen haben, zu verfügen. In vielen Fällen ist es unerlässlich eine ganze Serie Kopien herstellen zu können, etwa wenn es gilt eine Mitteilung, ein Zirkular oder eine Einladung an verschiedene Empfänger zu verteilen.

In letzter Zeit drucken die Büros auch ihre Umschläge, Briefköpfe und Visitenkarten, lauter Arbeiten, die früher zwangsläufig einem Drucker anvertraut wurden. Das ist das Ergebnis der qualitativen Verbesserung der Büromaschinen in den letzten Jahren. In diesem kurzen Anhang werden wir kurz die Entwicklung der Büromaschinen in den letzten zwei Jahrhunderten skizzieren. Von all den anschliessend beschriebenen Systemen hat es mannigfache Sonderformen gegeben und eine einigermaßen vollständige Beschreibung von all diesen Abarten könnte das Thema eines ganzen Buches werden. Eine gute Kenntnis der in den Büros angewandten Kopiertechniken kann den Historikern gute Dienste bei der chronologischen Einordnung von kopierten Dokumenten leisten. Aber hier werden wir uns auf die Beschreibung der gebräuchlichsten Verfahren der alten Bürotechnik beschränken.

## Die Briefkopierpresse

Eines der typischsten Werkzeuge des antiken Bürobetriebes ist in diesem Zusammenhang die alte Briefkopierpresse, welche heute praktisch nur noch zu Dekorationszwecken eingesetzt wird. Dieses System zur Kopie von hand- oder maschinengeschriebenen Briefen hat seinen Ursprung um 1780, als James Watt die ersten Versuche damit anstellte. Aber das Verfahren, das allmählich verbessert wurde, hatte erst in der zweiten Hälfte des XIX Jahrhunderts Erfolg.

Die Briefe wurden in ein spezielles Buch kopiert. Je weniger Zeit zwischen dem Verfassen des Briefes und dessen Kopie verging, desto besser gelang die Kopie.

Die Seiten des Kopierbuches bestanden aus einem speziellen Papier. Nehmen wir an, es sollten 10 Briefseiten kopiert werden. Vor der ersten und nach der letzten Seite wurde ein Blatt aus einem speziellen wasserdichten Papier eingelegt, meist Wachspapier. Nun mussten die Seiten, auf die kopiert werden sollte befeuchtet werden. Dies wurde mit einer Bürste oder einem speziellen Feuchter gemacht. Die überschüssige Feuchtigkeit konnte mit Löschpapier reduziert werden. Es war sehr wichtig, die Feuchtigkeit in gewissen Grenzen zu halten. Die beiden Wachspapiere, welche vorher eingelegt worden waren, bewahrten den Rest des Buches vor der Feuchtigkeitsaufnahme.

Die Briefe mussten mit einer speziellen Tinte geschrieben werden und es durfte kein Löschpapier verwendet werden. Die Qualität der verwendeten Tinte erfuhr durch die Erfindung der Anilinfarbstoffe im Jahre 1856 eine grosse Steigerung. Ab 1870 erschienen auf dem Markt spezielle Kopierstifte, deren Minen aus Graphit, Tonerde und Anilinfarbstoffen zusammengesetzt waren.

Die Briefe wurden zwischen die Seiten des Kopierbuches gelegt und mit Wachspapier voneinander getrennt. Schliesslich wurde das Buch zwei oder drei Minuten lang dem Druck der Kopierpresse ausgesetzt. Die Zeit, während der das Buch gepresst werden musste hing von der Zeit ab, die seit der Anfertigung des Originalbriefes vergangen war: ein frisch geschriebener Brief konnte in wenigen Sekunden kopiert werden, während ein älterer Brief mehrere Minuten benötigte. Unter dem Druck der Presse drang die Tinte des Originalbriefes in das Kopierpapier. Anschliessend wurden die Briefe durch Fliessblätter ersetzt und die Seiten des Buches trocknen lassen.

Wenn die Tinte tief genug in die Fasern des Kopierpapiers eindrang, konnte der Text sogar von der Rückseite gelesen werden, so dass die Schrift seitenrichtig erschien.

Mit der Kopierpresse konnten Abzüge erhalten werden, deren Qualität man damals für den Bürobedarf als befriedigend einstufte. Heutzutage wäre selbstverständlich eine solche Kopie völlig inakzeptabel.

Aber in vielen Fällen wurden mehrere Kopien eines selben Originals benötigt. Es war leider nicht möglich mit der Briefkopierpresse eine zweite annehmbare Kopie zu erhalten, da dafür nicht mehr genug Tinte übrig war, weder auf dem Originalbrief noch auf der Kopie. So musste nach alternativen Verfahren Ausschau gehalten werden, die es erlauben würden, eine grössere Anzahl von Kopien anzufertigen. Alle diese Techniken sind von den herkömmlichen Drucktechniken abgeleitet, aber speziell auf den Bedarf des Bürobetriebes ausgerichtet.

## Die Blaupause (Cyanotypie)

Ungefähr im Jahre 1842 erfand Herschel ein billiges photographisches Verfahren für die Reproduktion von Strichvorlagen. Unmittelbar vor dem Gebrauch werden eine wässrige Lösung von Ammoniumeisen(III)-Citrat mit einer Lösung von rotem Blutlaugensalz gemischt. Das Papier, auf das kopiert werden soll wird mit dieser Mischung genetzt. Unter Einfluss des Lichts gehen die beiden Substanzen eine chemische Reaktion ein und es entsteht ein wasserunlöslicher, blauer Stoff, dem das Verfahren seinen Namen verdankt. Nach einer ausgiebigen Schlusswässerung, welche die wasserlöslichen Reste aus dem Papier entfernt, wird die Kopie getrocknet.



Birken am Hang

In den letzten Jahren haben mehrere Photographen das Verfahren an die Kunstphotographie angepasst. Unsere Abbildung 'Birken am Hang' reproduziert eine solche künstlerische Cyanotypie des Photographen Karl Jochen Schulte, der die Freundlichkeit hatte, die Veröffentlichung dieses Bildes zu bewilligen. Diese Aufnahme wurde mit einer Lochkamera aufgenommen.

## Die Hektographie

Dieses Kopierverfahren wurde im XIX Jahrhundert entwickelt und bis ca. 1970 praktiziert. Es handelt sich um ein kostengünstiges Verfahren, mit dem man 50 oder mehr Kopien eines Textes oder einer Zeichnung herstellen konnte.

Die Form oder Cliché dieses Systems ist ein mit einer Mischung von Gelatine, Gluzerin und Wasser beschichtetes Gummituch oder Wachspapier. Seine Erfinder, Kwaisser und Husak erhielten das erste Patent im Jahr 1879.

Das Original wird auf Papier geschrieben und zwar mit einer Tinte aus Anilinfarbstoffen, Wasser und Alkohol. In einer Presse wird diese Tinte anschliessend auf das Cliché übertragen, indem die beiden Blätter ein paar Minuten lang aufeinanderpresst werden. Nun können nacheinander eine Serie Abdrucke von dieser Tinte auf Papier erhalten werden, indem man das befeuchtete Papier auf das Cliché presst, bis der Bestand an Tinte erschöpft ist. Je nach dem verwendeten System konnten mehr als hundert akzeptable Kopien erhalten werden; daher stammt auch der Name des Verfahrens.

## Der Alkohol-Umdruck

Dieses in den Zwanzigerjahren eingeführte Verfahren beruht auf demselben Prinzip, wie die Hektographie. Man schrieb das Original auf eine Folie, die mit einem Spezialpapier in Kontakt war, welches mit einer wachsartigen Farbe beschichtet war. Durch den Druck der Schrift ging an den entsprechenden Stellen die Beschichtung vom Wachspapier auf die Folie über, was ein seitenverkehrtes Schriftbild auf dem Hintergrund der Folie erzeugte, ähnlich wie wenn man ein Blatt Papier auf ein Kohlepapier mit der Schicht nach oben legt und darauf schreibt.

Nach der Anfertigung des Dokuments wurde die Folie mit der Schicht gegen aussen auf einen Druckzylinder aufgespannt. Eine mit Alkohol getränkte Walze befeuchtete die Folie bei jeder Umdrehung, wonach unter Druck die jeweils abgelöste Farbe auf einen Papierbogen übertragen wurde. Man konnte Kopien herstellen bis alle Druckfarbe von der Folie abgelöst worden war.

## Die Lithographie im Bürobetrieb

Ab 1880 tauchten verschiedene manuelle lithographische Kopierverfahren in den Büros auf, mit welchen eine grosse Anzahl Kopien herge-



stellt werden konnten. Die Originale mussten mit einer speziellen fetten Tinte angefertigt werden.

## Siebdruckverfahren

Die Siebdruckverfahren haben im Bürobetrieb grossen Erfolg genossen, und zwar schon manche Jahre bevor der Siebdruck in der Industrie und unter den Kunstschaffenden populär wurde. Das erste System, das Erfolg hatte, war der Papyrograph, den Eugenio de Zuccato in 1874 in London patentierte. Bei diesem ersten serigraphischen System wurde von einem beschichteten, wasserundurchlässigen Papier ausgegangen, auf das mit einer ätzenden Tinte geschrieben wurde, welche die Schicht perforierte.

Edison hatte eine bessere Idee und erfand 1875 einen motorbetriebenen elektrischen Schreibstift, der in die Siebdruckform periodische Perforationen anbrachte. So lösten sich die umschriebenen Zonen nicht mehr vom Papier und die entsprechenden Flächen wurden nicht mehr von der Drucktinte überschwemmt. Der elektrische Stift von Edison leistete etwa 120 Perforationen pro Sekunde. Ein kleiner Motor trieb die Nadel hinauf und hinunter, etwa wie bei einer Nähmaschine. So wurde die gezeichnete Linie durch eine Lochstruktur ersetzt. Im Jahre 1881 patentierte David Gestetner einen mechanischen Schreibstift, den "Cyclostyle", der ohne elektrischen Motor auskam und zudem bessere Druckformen lieferte. Später wurde der "Cyclostyle" durch den "Neo-Cyclostyle" ersetzt.

Um die Kopien abzdrukken, wurde eine mit Tinte gesättigte Filzwalze über die Matrize gezogen, wobei die Tinte durch die feinen Perforationen drang und vom darunterliegenden Papier aufgesogen wurden.

Im Jahre 1877 führte Zuccato den "Trypographen" ein, der Edisons elektrischen Schreibstift ablöste. Die Matrize wurde zum Beschreiben auf eine Unterlage voller feiner Spitzen gelegt, wie eine Art Raspel oder Feile mit allerfeinsten nadelspitzen, welche unter dem Druck des Schreibstiftes die Matrize durchdrangen. Das Resultat war eine Siebdruckform, die in einer geeigneten Presse abgedruckt werden konnte.

Die ab 1890 konstruierten Pressen hiessen "Stencil-Duplicators" und ähnelten den heute üblichen serigraphischen Handpressen.

1885 patentierte Gestetner eine Technik, die mit einem japanischen Bambuspapier arbeitete, welches einseitig mit einer Wachsschicht versehen war. Die Schrift wurde mit einem speziellen Stift aufgetragen, der den Wachs von der Papierschicht kratzte. Zuletzt konnte dieses Papier wie eine Siebdruckform eingesetzt werden, die den Druck von 1.000 bis 2.000 Kopien erlaubte. Um 1890 schuf Gestetner ein System, das es erlaubte, Matrizen mit der Schreibmaschine zu beschriften.

Mitten in den Achtzigerjahren des XIX Jahrhunderts erstand Albert Blake Dick alle Patente Edisons, die mit den Bürokopierverfahren zu tun hatten. Dann brachte er ein vollständiges Kopiersystem in den Handel, das er "Mimeograph" nannte. Die Komponenten wurden in einer Holzschachtel angeboten, die nebst anderen Einzelteilen eine mit einem Scharnier ausgestattete serigraphische Presse, eine Tintenrolle, Matrizenpapier, einen speziellen Stift und eine mit Spitzen übersäte Stahlplatte enthielt.



Edison's Rotary Mimeograph N° 75

Die Originale wurden mit einem Stahlstift auf die wachsbeschichtete Matrize geschrieben, welche auf der speziellen perforierenden Unterlagsleiste ruhte. Die Unterlagsleiste wird jeweils unter die Zone geschoben, die beschrieben wird. Sobald das Dokument fertig ist, wird die Matrize in den Kopierrahmen gespannt. Das Kopierpapier wird darunter gelegt und der Rahmen wird geschlossen. Die flüssige Tinte wird unter einem gewissen Druck mit dem Filzroller aufgetragen, so dass die Tinte durch die kleinen Perforationen dringt, welche die Nadelplatte in der Matrize hinterlassen hat. So konnte eine beträchtliche Anzahl Kopien anhand einer einzelnen Matrize hergestellt werden.

Der Mimeograph wurde in verschiedenen Varianten bis um 1930 angeboten.

Gegen 1890 wurde ein System eingeführt, mit welchem Mimeographen-Matrizen mit der Schreibmaschine angefertigt werden konnten. Das herkömmliche Farbband wurde dafür durch ein Band ersetzt, welches perforierende Elemente enthielt.

Gegen 1900 boten verschiedene Fabrikanten automatische Pressen an, wie der "Automatic Cyclostyle" von Gestetner. Die Firma Neostyle baute

die erste Rotationspresse im Jahre 1898, und schon bald wurde diese Presse mit einem elektrischen Motor angeboten.

1900 brachte A.B. Dick eine Presse auf den Markt, mit der bis zu 2.000 Kopien in der Stunde angefertigt werden konnten, den "Edison Rotary Mimeograph".



Aufgrund der oben beschriebenen Verfahren wurden im XX Jahrhundert eine Vielfalt an Kopierverfahren entwickelt.

Die Photokopien der ersten Epoche waren mehrheitlich auf der Silberbromidgelatine begründet. Die grossen Pläne wurden zuerst mittels Blaupause, ab 1950 mittels Diazo-Emulsionen kopiert.

Ab 1960 wurde zwei Jahrzehnte lang auf thermisches Papier kopiert. Dann löste die Elektrophotographie oder Xerographie das thermische Papier ab.

Wie funktioniert ein thermischer Drucker? Ein thermischer Druckkopf besteht aus einer Reihe allerfeinster elektrischer Widerstände, deren Temperatur in jedem Moment durch eine elektronische Schaltung kontrolliert wird. Die Temperatur kann während Zeitspannen der Grössenordnung einer Tausendstelsekunde 300 oder 400 °C erreichen. Der auf dem Papier aufliegende Druckkopf überstreicht die Papieroberfläche mit konstanter Geschwindigkeit, die zwischen wenigen cm pro Sekunde bis um einen halben Meter pro Sekunde liegt. Die Beschichtung der thermischen Papiere enthält drei oder mehr Substanzen, die unter Wärmeeinfluss verschmelzen und miteinander chemisch reagieren, wobei ein Farbstoff entsteht.

Heute wird thermisches Papier vor allem für den Empfang von Fax und für Strichcode-Etiketten eingesetzt. Dokumente auf thermischem Papier sind schlecht haltbar. Vor allem, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt werden, verschwindet das Druckbild im Laufe von Wochen oder Monaten.

Das in den Büros übliche Kohlepapier (nicht zu verwechseln mit dem im Kapitel über die Photographie beschriebenen Pigmentpapier) besteht aus einer dünnen Folie mit einer wachsartigen Farbschicht, welche unter dem Einfluss des Druckes auf einem aufliegenden Blatt Papier haften bleibt, wenn darauf geschrieben wird, von Hand oder mit der Schreibmaschine.

Um 1806 wurde das Kohlepapier unabhängig voneinander von zwei Personen erfunden, den Engländer Ralph Wedgwood und den Italiener Pellegrino Turri. Turri hatte einen Prototyp einer Schreibmaschine gebaut, die anstelle des Seidenbandes Kohlepapier benutzte.

Während fast 100 Jahren war das Kohlepapier unentbehrlich, um von maschinengeschriebenen Dokumenten Kopien zu erhalten. Aber heute verschwindet es allmählich von den Papeterien. Die moderne Technik hat dem Kohlepapier eine kleine Auszeichnung verliehen: mit den Emailprogrammen kann man ein 'Carbon Copy' oder ein 'Blind Carbon Copy' versenden.

Ab 1954 erschien auf dem Markt ein Papier, dessen chemische Behandlung es möglich machte, Kopien durch Druck auch ohne Kohlepapier zu erhalten, das Selbstkopierpapier. Heute wird es häufig für Formulare eingesetzt, trotz der möglichen Gesundheitsschädigungen. Wenn wir von einem einfachen Formular mit einer Kopie ausgehen, befindet sich auf der Rückseite des Originals eine Schicht aus mikroskopischen Kapseln, die mit einer chemischen Substanz gefüllt sind. Die Vorderseite der Kopie enthält eine Schicht mit einem anderen chemischen Produkt. Unter dem Druck des Schreibstiftes platzen die Mikrokapseln und die beiden Substanzen reagieren miteinander und bilden einen Farbstoff.

Es gibt eine spezielle durchsichtige Druckfarbe für den Offsetdruck, mit der man die Rückseite des Originals zonenweise gegen Kopie schützen kann.

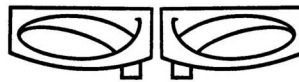
## Die Risographie

Die von der japanischen Firma Riso ab 1990 entwickelte Risographie ist im Bereich der Bürotechnik zurzeit eines der seltsamsten Kopierverfahren. Die Risographie verbindet das Prinzip des alten Mimeographen mit der modernsten digitalen Technik. Zur Zeit erreicht das Verfahren die Qualität einer guten Photokopie, aber der Hersteller verfeinert seine Erfindung ständig und mit der Zeit könnte die Risographie zu einer neuen Alternative im Bereich des Digitaldruckes heranwachsen.

Das Verfahren funktioniert folgendermassen: Die serigraphische Druckform besteht aus einem kunststoffbeschichteten Spezialpapier, das auf einen für die flüssige Druckfarbe durchlässigen Hohlzylinder aufgespannt wird. Der Zylinder enthält die Druckfarbe. Ein thermischer Schreibkopf brennt unter der Kontrolle eines Computers mikroskopische Löcher durch diese Papiermatrize. Die Daten können über eine Computerdatei eingegeben werden, oder über den zur Maschine gehörenden Scanner direkt eingelesen werden. Nach der Perforierung der Matrize fängt der Zylinder zu rotieren an und die Druckfarbe dringt durch die Löcher des Zylinders und anschliessend durch die feinen Perforationen in der Kunststoffschicht, um schliesslich von den Papierfasern aufgesogen zu werden. Dann wird die Farbe per Kontakt auf das zu bedruckende Papier übertragen.

Die Risographie ist für kurze oder mittlere Auflagen zwischen 20 und 5.000 Kopien besonders geeignet. Die Kopien sind sehr preisgünstig und zur Zeit kann eine Auflösung von 600 DPI erreicht werden. Es können bis zu etwa 8.000 Exemplare pro Stunde gedruckt werden.

Zur Zeit werden keine mehrfarbigen Pressen angeboten, wohl aber eine grosse Anzahl an Druckfarben. Man kann Farbdrucke durch mehrfache Durchgänge durch die Maschine herstellen, aber ich weiss nicht, wie gut der Passer ist. Vorläufig gibt die Risographie bei der Reproduktion von Halbtonvorlagen keine befriedigenden Resultate.





## Anhang: Das Papier

Es ist sehr schwierig, präzise Daten zur frühen Entwicklungsgeschichte des Papiers anzugeben, da sich ein grosser Teil der einschlägigen Fachliteratur auf diesem Gebiet widerspricht. Die in der folgenden kurzen Übersicht über die Entwicklung und Verbreitung der Papierindustrie angegebenen Jahreszahlen dürfen also nicht allzu genau genommen werden, obwohl sie von den meisten Autoren angeführt werden, während andere davon abweichen. Immerhin dienen die Angaben einer approximativen Orientierung. Eine umfassende Darstellung des Themas "Papier" würde den Rahmen dieses Buches sprengen, so dass wir uns hier nur mit den aller wesentlichsten Aspekten dieses wichtigen Materials kurz auseinandersetzen werden.

Bis zur Erfindung und Verbreitung des Papiers wurden verschiedene Medien zum Festhalten menschlichen Gedankenguts eingesetzt. Die nächsten Verwandten des heutigen Papiers waren zweifelsohne der **Papyrus**, welcher den alten Ägyptern seit ca. 2600 vor Christus bekannt war, ein kreuzweise aus der Rinde der gleichnamigen Pflanze zusammengeleimtes Schreibmaterial, sowie das **Pergament**, eine speziell zum Schreiben präparierte Tierhaut, die in speziellen Fällen auch heute noch ihre Anwendung findet. Die Babylonier kerbten ihre Gedanken mittels eines speziellen Griffels in Tontafeln, die anschliessend gebrannt oder der intensiven Sonnenstrahlung ausgesetzt wurden. Einen noch merkwürdigeren Ersatz für das noch unbekanntes Papier finden wir etwa im Abakus, wie er etwa in Japan heute noch nicht ganz durch den elektronischen Taschenrechner verdrängt worden ist. Die Römer rechneten mit sogenannten Rechensteinen, den *Calculi*, wovon auch später die Bezeichnung "*Calculus*" hergeleitet wurde; die präkolombianischen Peruaner legten ihre Gedanken in Form von *Quipos* nieder, kompliziert verknoteten Schnüren in verschiedenen Farben, an deren Struktur man historische Daten, Ereignisse und Zahlen ablesen konnte. Heute besteht wieder die Tendenz, in verschiedenen Bereichen des Lebens das Papier durch andere Medien und Materialien zu ersetzen. Ich denke dabei an die Plastiktüte, die die klassische Papiertüte fast vollständig verdrängt hat, an die Speicherung von Daten auf Magnetspeichern, ja selbst an die teilweise Verdrängung des Unterhaltungsromans durch die Videokassette; Logarith-

mentafeln werden heute praktisch nur noch zu didaktischen Zwecken hergestellt. Die klassischen Identitätspapiere werden allmählich durch Plastikkarten abgelöst. Und einzelne Tageszeitungen bieten inzwischen Ausgaben in Form von PDF-Dateien an. Möge all dies zum Schutze des Baumbestandes unseres Planeten beitragen.

Die meisten Quellen erwähnen das Jahr 105 nach Christus im Zusammenhang mit der allerersten Papierfabrik, die unter Tsai-Lun in China gegründet wurde. Die Technik der Papierherstellung hat sich bis zum Beginn des XIX Jahrhunderts nicht wesentlich verändert, und für ganz spezielle Zwecke, wie etwa spezielle Bibliophilen-Ausgaben oder speziell gepflegte Kupferdrucke, wird auch heute noch ausnahmsweise Papier von Hand hergestellt, geschöpft, wie der Fachmann sagt. Die Legende berichtet, dass in der später der Sowjetunion gehörenden Stadt **Samarkanda**, die 712 von den Moslems annektiert worden war, im Jahre 751 ein chinesischer Kriegsgefangener seine Freiheit gegen die Preisgabe des Geheimnisses der Papierfabrikation einhandelte. Um 794 wurde die erste Papierfabrik in **Bagdad** gegründet, und ums Jahr 1150 wurde die Papierfabrikation im Valencianischen **Xàtiva** aufgenommen, von wo aus sie sich allmählich auf verschiedene Punkte Europas ausbreitete. Grosse Industrien entstanden im Laufe des XIII Jahrhunderts in Firenze und in der Umgebung von Olot. In beiden Gebieten tauchen um 1296 die ersten **Wasserzeichen** auf. Und schon bald darauf wurde das berühmte italienische Papier in Olot, und das berühmte katalanische Papier in Italien mit samt den entsprechenden Wasserzeichen gefälscht...

Die Entfaltung der Buchdruckerkunst im XV Jahrhundert verhalf dieser Industrie zu grossem Aufschwung, da das Papier den idealen Druckträger darstellte, und somit das teure Pergament fast vollständig verdrängt wurde.

Der wichtigste Grundstoff der althergebrachten Papierfabrikation sind die verschiedenen Pflanzenfasern, die zumeist in Form von Lumpen, auch hadern genannt, Verwendung fanden. Die gekochten und gewaschenen weissen Hadern werden vorerst in einer durch ein Wasserrad angetriebenen Stampfe oder Mühle zu einem Brei verarbeitet. Dabei muss beachtet werden, dass die Fasern voneinander getrennt, nicht aber allzu kurz gehackt werden. Gegen Ende des XV Jahrhunderts wurde in vielen Mühlen der Stampfvorgang dadurch beschleunigt, dass man die Lumpen vorher anfaulen liess, allerdings zu Lasten der Güte des Endprodukts. Im XVII Jahrhundert erfanden die Holländer eine Maschine zum Verkleinern der Hadern, die das Mahlen stark beschleunigte, ein bottichartiges Gefäss mit einem System von Messern, welche die Gewebe abfädelten. Man nennt übrigens die entsprechende Maschine im modernen Fabrikationsprozess noch heute **Holländer**. Im frühen XVIII Jahrhundert setzte sich diese

Erfindung in ganz Europa allmählich durch und löste das althergebrachte Verfahren nach und nach ab. Der Brei aus Lumpenfibern wird in einem Bottich, der sogenannten Bütte, stark mit Wasser verdünnt. Daher spricht man bei manuell hergestelltem Papier mitunter auch von Büttenpapier. Der Papierer taucht die Form in die Bütte und rührt vorerst den Papierbrei gut durcheinander. Die Form kann man sich als einen mit als Sieb wirkenden Messinggeflecht bespannten Holzrahmen vorstellen. Die Struktur der Messingfäden hinterlässt im fertigen Papier eine im durchscheinenden Licht deutlich erkennbare Struktur von sogenannten **Wasserlinien** zurück. Nach dem Rühren hebt der Papiermacher die Form in horizontaler Lage aus der Flüssigkeit, wobei der grösste Teil des damit geschöpften Wassers durch die Maschen des Siebs ablaufen kann. Diesem Vorgang verdankt das manuell hergestellte Papier auch den Namen "geschöpftes Papier". Auf dem Sieb liegt bald nur noch eine dünne Schicht nasser Fibern. Der Papiermacher schlägt ein paar Mal in verschiedenen Richtungen mit der Hand gegen den Rahmen, einesteils, um das Abtropfen zu begünstigen, andererseits, um eine verstärkte Verfilzung der Fasern zu erreichen. Das eben entstandene Blatt wird nun auf ein Filztuch abgelegt. Dazu wird die erhöhte Holzumrahmung, deren Höhe die Dicke des entstehenden Papierblattes bestimmt, abgenommen und der Rahmen auf das Filztuch gestürzt, etwa wie bei einem Pudding. Sobald eine genügend grosse Beige aus abwechslungsweise Filztuch und Papier vorliegt, wird das ganze gepresst, um dem Papier möglichst viel Wasser zu entziehen und die Struktur zu verstärken, wonach die Blätter einzeln zum Trocknen aufgehängt werden. Die trockenen Blätter werden in einer Lösung tierischen oder pflanzlichen Leimes gebadet, wobei die Poren geschlossen werden, so dass auf dem Papier z. B. mit Tinte geschrieben werden kann. Zuletzt wird das Papier meist geglättet, was früher mitunter durch **Reiben von Hand** vorgenommen wurde. Heute benutzt man dazu einen sogenannten **Kalander**, also eine aus zwei sich gegeneinander drehenden Stahlzylindern bestehende Presse.

Hält man handgemachtes Papier gegen das Licht, so kann man verschiedene Wasserlinienstrukturen, sowie die **Wasserzeichen** erkennen. Die verschiedenen durch die Messingdrähte erzeugten Wasserlinienstrukturen verraten dem Spezialisten oft den Ursprung des Papiers. Durch Einnähen der Metallfäden in das Siebgewebe erhält man die Wasserzeichen, die auf die Papiermühle, manchmal auch auf das Herstellungsjahr des betreffenden Papiers hinweisen. Es sei in diesem Zusammenhang auf die triviale Tatsache hingewiesen, dass ein neueres graphisches Blatt auf altem Papier gedruckt worden sein kann, nicht aber umgekehrt. Um 1757 wurde in England das **Velin**-Papier erfunden, das dank der Feinheit seiner Struktur vor allem zum Zeichnen und aquarellieren, sowie zum Drucken

von Illustrationen bevorzugt wurde. Das Velin-Papier entstand dadurch, dass bei der Form das Sieb aus Messingdrähten durch ein feines Gewebe ersetzt wurde. Generell kann also gesagt werden, dass vor 1757 jedes Papier die typische Wasserlinienstruktur aufwies. Andererseits wird Wasserlinienstruktur teilweise auch heute noch bei der Herstellung von Maschinenpapier nachgeahmt.

Schon früh wurde nach der Möglichkeit gesucht, die Fabrikation des Papiers zu mechanisieren und zu automatisieren. Als einer der ersten versuche in dieser Richtung berichten einzelne Autoren von einer legendären Maschine des XVII Jahrhunderts, mit welcher der Vorgang des Papierschöpfens durch eine grossformatige mechanische Papierform vorgenommen worden sein soll. Ob diese Maschine überhaupt je gebaut und in Betrieb genommen wurde, oder ob sich lediglich die zugrundeliegende Idee in die historischen Berichte eingeschlichen hat, konnte man bis heute nicht eindeutig abklären. Tatsache ist, dass sich die bogenweise Herstellung von Maschinenpapier nie durchsetzen konnte.

Im Jahre 1799 erfand Louis-Nicolas Robert (1761-1828) eine Maschine, die es gestatten sollte, das Papier nicht mehr bogenweise, sondern in Form von beliebig langen aufzurollenden Streifen herzustellen. Die moderne **Papiermaschine** weicht in ihrem schematischen Aufbau nicht wesentlich von dieser ersten Maschine Roberts ab, die ab 1803 in England und ab 1818 in Deutschland in Betrieb genommen wurde.

Aus einem Vorratsbecken, in dem ein Propeller für gute Durchmischung sorgt, fliesst der Papierbrei durch eine schlitzförmige Öffnung auf ein Wasser durchlässiges Fliessband, das über mehrere Walzen läuft, die sogenannte Siebpartie der Papiermaschine, die durch ein mechanisches Schüttelwerk in ständiger lateraler Bewegung gehalten wird. Auf der Siebpartie, die weitgehend dem Formrahmen der manuellen Papierfabrikation entspricht, verliert der Papierbrei einen grossen Teil seines Wassers, die Fasern verfilzen und die dünne Schicht, die in den nächsten Abschnitt der Maschine, das Presswerk, übergeht, ist mit dem Blatt vergleichbar, das bei der manuellen Herstellung auf das Filztuch abgelegt wird. Im Presswerk wird der Wassergehalt des Papiers auf ca. 60 % herabgesetzt, sowie die Struktur des Papiers gefestigt.

Im nächsten Abschnitt der Maschine, der Trockenpartie, wird der Wassergehalt des Papiers, das hier über geheizte Stahlzylinder abgewickelt wird, auf etwa 5 bis 10 % herabgesetzt. Anschliessend kann das Papier gestrichen, also mit einer glatten, weissen Schicht versehen werden, soll sogenanntes **Kunstdruckpapier** entstehen, das für den Druck feiner Rasterbilder besonders geeignet ist. Nach dem Satiniern oder Kalandrieren wird das Papier auf einen Zylinder aufgewickelt, der den letzten Abschnitt der Papiermaschine darstellt.

Bis ins beginnende XIX Jahrhundert wurde das Papier fast ausschliesslich aus weissen Lumpen hergestellt. Im frühen XIX Jahrhundert begann man zu diesem Zwecke auch farbige Lumpen einzusetzen, die man einer chemischen Bleichung, meist aufgrund von Chlor, unterzogen hatte, wodurch die Qualität, vor allem die Haltbarkeit des Papiers, weit herabgesetzt wurde. Später wurde auch gebleichtes Stroh und andere Pflanzenfasern eingesetzt.

Im Jahre 1843 erfand der Deutsche Friedrich Gottlob Keller ein Verfahren, um aus Holz Papier herzustellen. Das Holz wurde zuerst mechanisch zerkleinert und dann dem gewöhnlichen Papierbrei aus Lumpenfasern beigemischt. Später wurde zunehmend auch reines Holzpapier hergestellt, das schnell vergilbt und brüchig wird. Seinen schlechten Ruf verdankt das Papier des letzten Jahrhunderts vor allem der Verwendung von Holzbrei und der Bleichung der Grundstoffe.

Besser als dieser sogenannte **mechanische Papierbrei** bewährt sich der sogenannte **chemische Papierbrei**, bei dem man nur die reine Zellulose aus dem Holzschliff trennt und weiterverarbeitet. Um 1867 erfanden unabhängig voneinander der Amerikaner B. C. Tilghman und der Deutsche A. Mitscherlich Verfahren, um die reine Zellulose aus dem Holzschliff herauszutrennen. Wird von **holzfreiem Papier** gesprochen, so meint man also nicht, das Papier sei nicht aus Holz hergestellt worden, sondern man will vielmehr darauf hinweisen, dass vom Holz nur die reine Zellulose verwendet wurde.



# Historische Daten

<b>V Jh. v. Chr.</b>	Der chinesische Physiker Mo Ti beschreibt die Camera Obscura.
<b>ca. 105 v. Chr.</b>	Erfindung des Papiers in China.
<b>III Jh.</b>	In Pergamon (Kleinasien) wird das Pergament erfunden.
<b>Vom V Jh. an</b>	Druck ab Holzschnitten im Orient.
<b>Vom VI Jh. an</b>	Der Codex löst die Schriftrolle ab.
<b>Vom VII Jh.</b>	Die Japaner stellen Papier her.
<b>Jahr 704</b>	Die Araber lernen von den Chinesen die Papierherstellung in Samarkanda.
<b>Ca. 775</b>	In Bagdad wird eine Papierfabrik gebaut.
<b>Ca. 1000</b>	Alhazen schreibt sein Optikbuch.
<b>Ca. 1050</b>	Pi Sheng, in China, druckt mit beweglichen Lettern aus Keramik.
<b>Ca. 1050</b>	Im Orient existieren bewegliche Lettern aus Kupfer.
<b>Ab 1056</b>	Papierfabrikation in Xàtiva (València, Spanien).
<b>XII Jh.</b>	Einführung des Holzschnittes im Okzident.
<b>Ab 1296</b>	Auftreten der ersten Wasserzeichen in Firenze und Olot.
<b>1338</b>	Erste Papiermühle in Frankreich.
<b>Um 1390</b>	Bewegliche Lettern in Korea.
<b>Ab 1400</b>	Der Holzschnitt wird im Okzident populär.
<b>Ab 1400</b>	Aufkommen des Tiefdruckes.
<b>1410-1420</b>	Erste Ausgabe der <i>Biblia Pauperum</i> .
<b>Ca. 1440</b>	Die Erfindungen Gutenbergs.
<b>Ca. 1450</b>	Finiguerra druckt Kupferdrucke.
<b>Ca. 1450</b>	Epoche des Schrottschnittes.
<b>1457</b>	Fust und Schöffer drucken Initialen in zwei Farben.
<b>1483</b>	Erste Radierungen anhand von Kupferplatten.
<b>Ca. 1500</b>	Leonardo da Vinci beschreibt die Camera Obscura, sowie verschiedene Pressen.
<b>Ab 1500</b>	Kaltnadelradierung.
<b>Ab 1500</b>	Camaïeu-Druck.
<b>Ab 1510</b>	Verbreitung der Radierung.
<b>Ca. 1510</b>	Jost de Necker stellt Camaïeu-Holzschnitte her.

- Ca. 1510** Lucas Cranach stellt Holzschnitte in mehreren Farben her.
- Ab 1550** In den Buchdruckpressen werden die Holzschrauben durch Metallschrauben abgelöst.
- 1559** Porta<sup>1</sup> stellt eine Kamera mit einer bikonvexen Linse als Objektiv her.
- 1600-1650** Dietrich Meyer erfindet die Weichgrundradierung.
- 1617** Jacques Callot arbeitet als erster mit mehreren Ätzungen.
- 1640** Siegen erfindet die Schwarzmanier.
- 1645** Abhandlung über den Kupferdruck von Abraham Bosse.
- 1646** Athanasius Kircher beschreibt in seinem Buch "Ars magna lucis et umbrae" die Herstellung von Marmorpapier.
- Ab 1650** Farb-Kupferdrucke *à la Poupée*.
- Ca. 1710** Jacques-Christophe Le Blond erfindet den Farbkupferdruck.
- 1718** Issac Newton veröffentlicht sein Optikbuch.
- 1720, ab** Aufkommen der Papiertapeten.
- 1727** Johann Heinrich Schulze untersucht lichtempfindliche Substanzen.
- 1729** William Ged erfindet ein stereotypisches Verfahren.
- Um 1750** Erste Punktierstiche.
- Um 1750** Erste Stiche in Crayonmanier.
- 1760-65** Le Prince erfindet das Aquatintaverfahren.
- 1760-65** Charpentier<sup>2</sup> stellt Aquatinta-Radierungen her.
- 1776** Barletti de Saint-Paul (?-1809) erschafft ein Logotypensystem.
- 1777** Scheele setzt lichtempfindliche Papiere dem Sonnenlicht aus.
- Um 1780** Bewick entwickelt den Tonholzschnitt.
- Um 1780** Der französische Physiker Jacques Charles (1746-1823) stellt photographische Kopien her, ohne diese jedoch fixieren zu können.
- 1781** Einführung des Chinapapiers in Frankreich.
- 1784** Thomas Bell erfindet eine Rotations Tiefdruckpresse für den Textildruck.
- 1787** Simon Schmid ätzt Steinplatten zu Buchdruckformen.

<sup>1</sup> Giovanni Battista della Porta (1538-1615).

<sup>2</sup> François-Philippe Charpentier (1734-1817).

- 1795** Firmin Didot verbessert die Stereotypie und gibt ihr den Namen.
- 1798** Senefelder erfindet die Lithographie, die Autographie und den anastatischen Druck. Die Lithographie stellt das erste Flachdruckverfahren dar.
- 1799** Louis-Nicolas Robert in Paris erfindet die erste Papiermaschine.
- Zwischen 1800 und 1850** Die Walzen lösen die Farbballen ab.
- Ca. ab 1800** Die Kupferdruck-Platten werden mit Schrägkante versehen.
- 1801** Ritter entdeckt das UV-Licht und Herschel entdeckt die Infrarot-Strahlung.
- 1804** Erste autographische Übertragung auf Zinkplatten.
- 1808** Erste Setzmaschine von Church.
- 1808** Schreibmaschine und Kohlepapier von Pellegrino Turri.
- 1810** Seebeck beobachtet die Tendenz des Chlorsilberpapiers, die Farbe des Lichtes anzunehmen, dem es ausgesetzt wurde.
- 1818** Senefelder erfindet das 'Steinpapier'.
- Ab 1820** Stahlstich.
- 1822** Zweite Setzmaschine von Church.
- 1826** Niepce erfindet die Photographie.
- 1826** Erste photographische Kamera mit Balgen.
- 1829** Genoux erfindet die Stereotypie mit Papiermatrizen.
- 1830** Algraphie (Lithographie ab Aluminiumplatten).
- 1832** Suckow<sup>1</sup> untersucht die Eigenschaften des Kaliumbichromats.
- 1837** Engelmann erfindet die Farblithographie.
- 1839** Daguerreotypie.
- 1839** Daguerre veröffentlicht sein Buch "Historique et description des procédés du Daguerreotype et du Diorama".
- 1839** Photographisches Verfahren von Talbot.
- 1840** Zinkotypie von Blasius Höfel (Wien).
- 1840** Mungo Ponton stellt Bichromatpapier her.
- 1840** "Pianotype" von Adrien Delcambre und James Hadden Young.
- 1840** Massicot<sup>2</sup> erfindet die Papierschneidemaschine.

---

<sup>1</sup> Gustav Suckow (1803-1867).

<sup>2</sup> Guillaume Massicot (auch Massiquot), (1797-1870).

- Ab 1840** Herstellung von Galvanos.
- Ab 1840** Möglichkeit, die Kupferdruckplatten zu verstählen.
- 1843** Alexander Bain patentiert einen Bildtelegraphen.
- 1847** Photographische Eiweiss-Emulsion durch Niepce de Saint-Victor.
- 1849** Christian Sörensen (1818-1861) erfindet die "Tacheotype" genannte Setzmaschine.
- Ab 1850** Es werden lasierende Druckfarben eingesetzt.
- Ab 1851** Nasse Kollodium-Photographie.
- 1852** Talbot beschreibt die Bichromatgelatine.
- 1852** Talbot stellt erste Versuche im gebiete der Autotypie durch, indem er eine schwarze Gaze als Raster einsetzt.
- 1854** Paul Pretsch erfindet die Photogalvanographie.
- 1855** Poitevin erfindet den Lichtdruck, den Kohledruck (Pigmentdruck), den Öldruck und die Photolithographie.
- 1856** Pantelegraphie von Caselli.
- 1856** Hamilton Smith aus Ohio erfindet die Ferrotypie.
- 1857** I. Asser erfindet die indirekte Photolithographie.
- 1857** Setzmaschine von Alden<sup>1</sup>.
- 1858** Pouncy erfindet den Gummidruck.
- 1858** Heliogravüre nach Talbot.
- Ab 1860** Mechanischer Guss der Setzlettern.
- 1861** Maxwell erfindet die additive Farbsynthese.
- 1864** Frederick Walton erfindet das Linoleum.
- 1864** Indirekter Kohledruck von J. W. Swan.
- 1865** Marinoni baut die ersten Rotationspressen.
- 1865-67** Tessié du Motay und R. Maréchal verbessern das Lichtdruckverfahren.
- 1867** Godchaux baut eine automatische Kupferdruckpresse.
- 1868** Albert verbessert den Lichtdruck.
- 1868** Ducos du Hauron stellt den ersten Dreifarbendruck (Dreifache Pigmentdruck-Übertragung).
- 1868** Cristophe Latham Sholes (1819), Glidden y Soule patentieren die erste kommerzielle Schreibmaschine.
- 1869** Setzmaschine von Charles Kastenbein.
- 1869** Charles Cros und Louis Ducos du Hauron veröffentlichen ihre Gedanken über die Farbenphotographie.
- Ab 1870** Die ersten Tiegeldruckpressen werden eingesetzt.

---

<sup>1</sup> Thimoty (auch Timotheus) Alden (1819-1862).

- 1871 Erfindung der photographischen Bromsilberplatten durch R. L. Maddox (1816-1902).
- 1872 W. Paige baut seine Setzmaschine, damals die komplizierteste und teuerste je gebaute Maschine.
- 1873 Vogel entdeckt die photographischen Sensibilisatoren.
- 1874 Albert druckt die ersten Dreifarbendrucke im Lichtdruckverfahren.
- 1874 Remington Schreibmaschine.
- 1879 Heliogravüre von Klič.
- 1880 (ab) Silberbromidgelatine-Platten werden fabrikmässig hergestellt.
- 1880 (ab) Einführung der Photoxylographie.
- 1881 Hydrotypie von Charles Cros.
- 1882 Autotypie von Meisenbach.
- 1884 Erstes Modell der *Linotype* von Othmar Mergenthaler.
- 1890, ca. Kreuzlinienraster von Max und Louis Levy.
- 1890 (ab) Erste autotypische Dreifarbendrucke.
- 1890 (um) Erste *Monotype* Setzmaschine von Talbert Lanston.
- 1891 Lippmanns Interferenzverfahren für die Farbenphotographie.
- 1892 Photosetzmaschine von A.C. Ferguson.
- 1893 Farbphotographie von Joly.
- 1895 Röntgen entdeckt die Röntgenstrahlen.
- 1898 Erste photographische Korrekturmaske durch Albert.
- 1899 Wilhelm Bermpohl nimmt die Herstellung von Dreifarbenkameras auf.
- 1901 A.A. Gurtner in Bern erfindet seine Zweifarbenphotographie.
- 1903 Farbenphotographie der Gebrüder Lumière (Plaques Autochromes).
- 1903 G. C. Beidler erfindet eine Photokopiermaschine.
- 1904 J.H. Smith in Zürich stellt Platten mit zwei oder drei abziehbaren Emulsionen her.
- 1904 Axel Halmström erfindet eine Klischee-Ätzmaschine.
- 1904 Rubel erfindet den Offsetdruck.
- 1904 Bildtelegraphie von Arthur Korn.
- 1904 Pinatypie von König und Homolka.
- 1905 Manly erfindet die Ozobromie.
- 1906 Automatischer Photokopierer von René Graffin.
- 1907 Bildtelegraphie von Edmond Bélin.
- 1907 Welborne Piper erfindet den Bromöldruck.
- 1909 Bromöldruck nach Hewitt.



- 1910** Die französische Firma Photostat stellt einen automatischen Photokopierer her
- 1915** Adolf Müller erfindet eine Photosetmaschine.
- 1919** Farmer verbessert die Ozobromie und es entsteht daraus der Carbrodruck.
- 1922** "Photolino" Setzmaschine.
- 1923** Ikonoskop von Zworykin.
- 1924** Filmlichtdruck des Dr. Albert.
- 1929** E.H. Land patentiert ein Polarisationsfilter.
- 1929** Rudolph Hell baut den Hell-Schreiber, den unmittelbaren Vorgänger des Faxgeräts.
- 1930** Erste Vierfarbenoffsetpressen.
- 1935** Mannes und Godowsky entwickeln das Kodachrome-Verfahren.
- 1935** Elektrische Schreibmaschine.
- 1938** Chester Floyd Carlson erfindet zusammen mit dem Physiker Otto Kornei die Grundlagen der Elektrophotographie.
- 1938** Chester Carlson erfindet die Elektrophotographie.
- 1940 (ab)** Kontaktraster.
- 1944** Carl Miller erfindet die trockenen Photokopie.
- 1946** Hayter schaffte die ersten Drucke im "Roll-Up"-Verfahren.
- 1946** Edwin Herbert Land (1909-1991) patentiert das erste photographische Sofortbildverfahren (schwarzweiss).
- 1946** John Tukey führt den Begriff "bit" (binary digit) ein.
- 1948** Die ersten Polaroid-Kameras nach dem Patent von E.H. Land gelangen auf den Markt.
- 1950** Die Firma Haloid (später Xerox) bringt das erste elektrophotographische Kopiergerät auf den Markt. Der Name "Xerographie" stammt aus dem Griechischen: "xeros" für "trocken", "graphein" für "schreiben".
- 1950** Yoshiro Nakamats erfindet die Floppy Disk.
- 1951** Sofortbildfilme für Röntgenbilder von Polaroid.
- 1955** 3M Thermofax
- 1957** Erste Matrixdrucker (Nadeldrucker).
- 1959** Die *Xerox 914*, der erste vollautomatische Kopierer erscheint auf dem Markt.
- 1960, ca.** Karl Scheuter beschreibt die Möglichkeit einer FM-Rasterung.
- 1960** NCR stellt das erste Thermopapier her.
- 1960, ab** Der Photokopierer wird populär.

- 1961** IBM Kugelkopfschreibmaschine.
- 1961** *Haloid* heisst jetzt *Xerox Corporation*.
- 1963** Farbiges Sofortbildverfahren von Polaroid.
- 1968** RCA entwickelt das erste CtP-System.
- 1970, ca.** Lasercomp von Monotype.
- 1971** Adrien Castegnier erfindet die Elcography.
- 1973** Erste Farbphotokopiergeräte.
- 1978** Zwei Schüler von Scheuter erproben die ersten Algorithmen für die FM-Rasterung.
- 1978** Polavision: selbstentwickelnde 2 1/2 Minuten Schmalfilme von Polaroid.
- 1979** CtP-System von Iacom und Mugiscan.
- 1980** Erste Laserdrucker.
- 1981** IBM führt den PC mit dem Intel Prozessor 8088 ein.
- 1981** A. Castegnier gründet die Firma Elcorsy.
- 1983, ca.** Die Mavica von Sony erscheint als eine der ersten Digitalkameras auf dem Markt.
- 1984** Adobe bringt die erste Version von Post Script auf den Markt.
- 1984** Apple Computer führt den Macintosh ein.
- 1984** Aldus Pagemaker für den Macintosh.
- 1985** Aldus Pagemaker für den IBM PC.
- 1988** Erste Farblaserdrucker.
- 1989** Hope Computer bringt ein CtP-System auf den Markt.
- 1990** Photoshop von Adobe erscheint auf dem Markt.
- 1990** Xerox baut mit der *Docutech 90* die erste CtPrint-Presse.
- 1991, ab** Agfa führt die *Cristal-Raster* FM-Rasterung ein und Linotype-Hell das FM-Rasterungs-System mit dem Namen *Diamond Screening*.
- 1991** Heidelberg bringt die erste Digitalpresse auf den Markt (Heidelberg GTO DI). Diese Maschine benutzt das DI (Direct Imaging) von Presstek.
- 1991** Erste Farbdrucke mit Elcography.
- 1995** Auf der DRUPA werden mehrere CtP-Systeme vorgestellt.
- 1995** Heidelberg führt die neue digitale Presse Quickmaster DI auf der DRUPA vor.
- 1998** Die erste farbige Elcographypresse, die ELCO 200, wird auf der IPEX in Birmingham vorgestellt.
- 2000** Die Elcographypresse ELCO 400 wird auf der DRUPA vorgestellt.

# Vokabular

[Cs] Spanisch (Castellano), [Ct] Katalanisch (Català), [D] Deutsch  
[E] Englisch (English), [F] Französisch (Français), [It] Italienisch (Italiano)

- A/D-Wandler, Analog-Digital-Wandler.
- Acerar [Cs], Verstählen.
- Additive Grundfarben = Urfarben.
- Aguja de grabar [Cs], Graviernadel, Ätznadel.
- Aiguatinta litogràfic [Ct], Lithographische Aquatintamanier.
- Aiguille de graveur [F], Graviernadel, Ätznadel.
- Alberttypie = Lichtdruck.
- Algraphie = Lithographie mit Aluminium-Platten.
- Ambrotypie, unterbelichtetes Durchsichtsnegativ, das bei Seitenlicht vor einem dunklen Hintergrund positiv erscheint.
- Arreglar [Cs], Zurichten.
- Arreglo superior [Cs], Ausgleichsrichtung.
- Artist's proof [E], Épreuve d'artiste [F], Künstlerabdruck.
- Ätzreserve, etch resisting layer [E], réserve (couche) résistante à l'acide [F], capa resistente al ácido [Cs].
- Ätzung, etching [E], morsure [F].
- Autolithographie = Autographie.
- Avant la lettre [F], Probedruck vor dem Anbringen der Buchstaben.
- Belichter, Hochauflösende LASER-Belichtungseinheit für lithographische Filme.
- Belichtermatrix, Gitter aller möglichen Punkte, die in einem Belichter belichtet werden können.
- Berceau [F], Cradle [E], Balanci [Ct], Wiegemesser, Gravierstahl.
- Bevel [E], Bisel [Cs], Chanfrein [F], Schrägkante, Facette.
- Bichromie = Zweifarbandruck.
- Biffer [F], Unbrauchbarmachen einer Druckplatte.
- Bildformate, TIFF, EPS, GIF, JPEG sind digitale Bildformate.
- Bisel [Cs], Facette einer Druckplatte.
- Bit, Binary Digit [E], kleinstmögliche Einheit der Information; Speicherkapazität, die nur zwei Werte annehmen kann (0 oder 1, 'wahr' oder 'falsch', 'eingeschaltet' oder 'ausgeschaltet').
- Bite, Biting [E], Ätzen.
- Bitmap [E], Anordnung der Pixel auf der entsprechenden Matrix.
- Black manner [E], Schwarzmanier.
- Blind Stamping, embossing, dry stamping [E], Gaufrage [F], Blindprägung.
- Blooming, Überbelichtung einzelner heller Stellen in einer digitalen Aufnahme, welche sich auf die Umgebung auswirkt.
- Bromoil transfer print [E], Bromölumdruck.
- Brunissoir [F], Polierstahl.
- Bruñidor [Cs], Polierstahl.
- Burin [F], Grabstichel, Gravierstichel.
- Burnisher [E], Polierstahl.
- Byte, Speicherkapazität von 256 (2 hoch 8) Bits.

- Calcografía [Cs], (manueller) Tiefdruck, Kupferdruck.
- Calotypie = Photographisches Verfahren von Fox Talbot.
- Calva [Cs], Crevé [F].
- Carbrodruck, verbessertes Ozobromie-Verfahren.
- Carbrotypie = Carbrodruck.
- CCD-Chip, Der Chip, der in Digitalkameras die Stelle des klassischen Filmmaterials einnimmt.
- Chalkography [E], Kupferdruck.
- Chanfrein [F], Facette einer Druckplatte.
- Chine appliquée [F], Manueller Tiefdruck, der auf ein auf Trägerpapier aufgezogenes Chinapapier gedruckt wurde.
- Cicero, 1 Cicero sind 12 typographische Punkte.
- Clair-Obscure [F] = Camaïeu-Druck.
- Cliché-Verre [F] = Glasklischeedruck.
- CMOS, Complementary Metal Oxid Semiconductor.
- Collotype [E][F], Lichtdruck.
- Copper[-plate] engraving [E], Kupferdruck.
- Corrosió [Ct], Ätzung.
- Crachis [F], Aufspritzen der Zeichnung auf die Druckform mit einer Bürste.
- Cradle [E], Wiegemesser.
- Craquelure [F], Struktur des rissigen Lacks.
- Crevé [F], Unterätzte Stelle im manuellen Tiefdruck.
- CtC, Computer to Cylinder.
- CtP, Computer to Plate.
- CtPress, Computer to Press.
- CtPrint, Computer to Print.
- Cuña [Cs], Schliessapparat.
- Cuvelier-Verfahren, Cliché-Verre [F], Glasklischeedruck.
- Cuvette [F], Bevel [E], Schrägkante (beim manuellen Tiefdruck).
- Cyanotype [E], Blaupause.
- Cylinder flat bed machine [E], Zylinderpresse.
- Dab [E], Poupée [F], Tampon.
- DCC, Dispositif à couplage de charge [F], CCD.
- Dichteumfang, Kontrast.
- DOD, Drop on demand.
- Dotted Manner [E], Punktiermanier, Punktierstich.
- DPI [E], Dots per Inch.
- Dragging [E], Retroussage [F].
- Dry point [E] = Pointe sèche [F].
- Dryography, Ein Offsetverfahren von 3M, das kein Feuchtwasser benötigt.
- DTP, Desk Top Publishing, Erstellen der Druckvorstufe mit dem PC oder dem MAC.
- Dye sublimation [E], Farb-Sublimations-Verfahren.
- Eau forte [F], Aguafuerte [Cs], Ätzmittel.
- Eau forte lithographique [F], Steinradierung.
- Ébarboir [F], Grattoir [F], Schaber.
- Échoppe [F], Poinçon [F], Radiernadel.
- Electrotype [E] = Galvano.
- Elektrographie = Xerographie.
- Elektrophotographie = Xerographie.
- Encrophil = Druckfarbe aufnehmend.
- Engraving [E], Ätzung.
- Épreuve [F], Druck, Abdruck.
- Épreuve d'artiste [F], Künstlerabzug.
- Épreuve d'état [F], Zustandsdruck.
- Estarcido [Cs], Crachis [F].
- Etching [E], Ätzung.
- Etching ground, Etch resisting layer [E], Ätzreserve.
- Etching needle [E], Radiernadel.
- Farbkuppler, Coupleur [F], Colour Coupler [E].
- Farbmodus, RGB und CMYX sind Farbmodi.
- Farbstich, Stich in Farbe oder Vorherrschen eines Farbtons.
- Farbstrahldruck = Ink Jet Druck.
- Farbtiefe, Anzahl Bits, die zur digitalen Speicherung von Farbbildern eingesetzt werden.
- Ferrotypie, ähnliches Verfahren wie die Ambrotypie, aber auf geschwärztem Eisenblech.

- Filigrana [I], Wasserzeichen.  
 Film-Collotype-Verfahren, [Ein indirektes] Lichtdruckverfahren.  
 Fitting [E], Register, Passer.  
 Flasheur [F], Imageuse [F], Belichter.  
 Flat[-bed] printing [E], Flachdruck.  
 Foulage [F], Der Eindruck in das Papier im Hochdruck-Verfahren, Schattierung.  
 Four-Colour Printing [E], Vierfarbendruck.  
 Galera, Galerín [Cs], Setzschiff.  
 Gaufrage [F], Blindprägung.  
 Gausscher Weichzeichner, Einfacher Algorithmus zum elektronischen Entrastern.  
 Grabado sobre piedra [Cs], Steingravur.  
 Grandguillaume-Verfahren = Cliché-Verre.  
 Granejador [Ct], Wiegemesser.  
 Grattoir [F], Scrapper [E], Schabeisen.  
 Gravure en creux [F], Tiefdruck.  
 Gravure en taille d'épargne [F], Holzschnitt.  
 Grundfarben = Additive Grundfarben, subtraktive Grundfarben, Schwarz und Weiss.  
 Hachure [F], Schraffur.  
 Handpresse, Presse à bras [F].  
 Hatching [E], Schraffur.  
 Heliogravüre, Kupfer(stich)druck, Heliograbado [Cs], Héliogravure au grain de résine [F].  
 Holzschnitt auf Längholz = Schwarzlinienholzschnitt, Xylographie sur bois de fil [F], Wood cut [E].  
 Holzschnitt auf Querholz = Weisslinienholzschnitt = Tonholzschnitt, Xylographie sur bois debout [F], Wood engraving [E].  
 Holzstich = Holzschnitt auf Querholz.  
 Huecograbado [Cs], [Rakel-] Tiefdruck.  
 Imagesetter [E], Belichter.  
 Imageuse [F], Belichter.  
 Imposición [Cs], Steg.  
 Impression à plat [F], Flachdruck.  
 Impression au pochoir [F], Durchdruck, Serigraphie.  
 Ink-Jet [E], Tintenstrahldruck, Farbstrahldruck.  
 Inkunable = Gedrucktes Blatt vor dem XVI Jahrhundert.  
 Intaglio, copper-plate printing [E], Kupferdruck.  
 Interlínea [Cs], Reglette.  
 ISO, Mass für die Lichtempfindlichkeit, das an Stelle von ASA tritt.  
 Kissendruck = Tampographie.  
 Kohledruck = Pigmentdruck.  
 Komplementärfarben, zwei Strahlungen heissen komplementär, wenn sie zusammen das weisse Tageslicht bilden.  
 Kupferdruck, manueller Tiefdruck.  
 Layoutprogramm = Umbruchprogramm.  
 Lichtdruck = Phototypie.  
 Lift ground [E], Zuckerverfahren, Aussprengverfahren, Réservage [F].  
 Linocut [E], Linolschnitt.  
 Linograbado [Cs], Linolschnitt.  
 Lithographie = Steindruck.  
 Lithographische Asphalt-schabmanier = Lithographische Schwarzmanier.  
 Lithographische Tiefdruckmanier = Steinradierung.  
 Livre tabellaire [F], Blockbuch.  
 Livre xylographique [F], Blockbuch.  
 Mac, Macintosh Computer von Apple, Konkurrenzprodukt zum IBM PC.  
 Make ready [E], Zurichtung.  
 Manière au crayon [F], Crayonmanier.  
 Manière criblée [F], Schrottschnitt.  
 Manière noire [F], Schwarze Manier, Schabkunst.  
 Mettre en train [F], Zurichten, Arreglar [Cs], Make Ready [E].  
 Mezzotinto [I], Schwarze Manier, Schabkunst.  
 Mise en train [F], Zurichtung.  
 Molette [F], kleiner Zylinder zum Formen und Schneiden.  
 Molette [F], Roulette [F].  
 Mordido [Cs], Ätzung.



- Morsure [F], Ätzung.  
 Needle [E], Kaltnadel.  
 Numérique [F], digital.  
 Oléobromie [F], Bromöldruck.  
 Oléobromie transférée [F], Bromöldruck.  
 Oléographie [F], Öldruck.  
 Oléotypie [F], Öldruck.  
 Overlay [E], Obere Zurichtung.  
 PAO [F], Publication assistée par ordinateur [F], DTP.  
 Papel de pigmento [Cs], Pigmentpapier, Kohlepapier.  
 Perméographie [F] = Durchdruck.  
 Photochromatographie [F], Lichtdruck.  
 Photocollographie [F], Lichtdruck.  
 Photocolotypie [F], Lichtdruck.  
 Photogélatinographie [F], Lichtdruck.  
 Pigmentdruck = Kohledruck.  
 Pixel, Picture element, Bildelement eines digitalen Bildes.  
 Plain Printing [E], Flachdruck.  
 Planographie = Flachdruck.  
 Plantigraphie = Schablonendruck.  
 Plantilla [Cs], Schablone.  
 Plaque thermo-inversible [F], Umschaltbares Polymer.  
 Platemark [E], Abdruck der Schrägkante.  
 Platen press [E], Tiegeldruckpresse.  
 PMT, Photo-Multiplier Tube, Umwandler von Licht in elektrische Signale.  
 Pochoir [F], Drucksieb.  
 Poinçon [F], Form zur Reproduktion einer Tiefdruckform.  
 Pointe sèche = Kaltnadelradierung.  
 Post Script, Seitenbeschreibungssprache von Adobe. Die PS-Dateien werden im RIP interpretiert und an die Belichtungseinheit weitergegeben.  
 Poupée [F], Tampons zum Einfärben der manuellen Tiefdruckformen.  
 ppm [E], Page per Minute, Seite pro Minute.  
 Procédé à la gomme (bichromatée) [F], Gummidruck.  
 Procédé au charbon [F], Pigmentdruck, Kohledruck.  
 Procédé au sucre [F], Aussprengverfahren.  
 Procedimiento al azúcar [Cs], Aussprengverfahren.  
 Proof [E], Probedruck.  
 PS, Post Script.  
 Punta seca [E], Kaltnadelradierung.  
 Quadrichromie [F], Vierfarbendruck.  
 Racloir [F], Grattoir [F], Ébarboir [F], Schaber.  
 Radierung, Gravure à l'eau-forte [F].  
 Rama [Cs], Schliesserahmen.  
 Rascador, raspador [Cs], Grattoir [F], [Dreikant]-schaber.  
 Rasterpunkt, Setzt sich bei der elektronischen Rasterung aus einem oder mehreren Rels zusammen.  
 Rasterzelle, Rel-Bereich, der in einer Belichtungsmatrix für einen Rasterpunkt reserviert ist.  
 Recorder Grid [E], Belichtermatrix.  
 Registre [F], Passer.  
 REL, Rasterelement, Zelle einer Belichtungsmatrix, entspricht der kleinsten vom Belichter ansteuerbaren Einheit, Spot.  
 Relief Printing [E], Buchdruck, Hochdruck.  
 Remarque [F], Randbemerkung der Radierer.  
 Repérage [F], Passer.  
 Réseau [F], Raster, Bildschirm.  
 Réservage [F], Aussprengverfahren.  
 Reserve, siehe Ätzreserve.  
 Retícula [Cs], Trama [Cs], Raster.  
 Retroussage [F], Ein Kunstgriff des Kupferdruckers, um den Eindruck weicherer Linien zu erhalten.  
 RIP, Raster Image Processor. Das Wort Raster bezieht sich hier auf das gesamte Bit-Map-Muster, das der RIP anhand einer Post-Script Datei errechnet. Ein RIP kann Hardware oder Software sein.

- Rosette, die typische Moiré-Figur, die bei korrekter Rasterwinkelung beim Vierfarbendruck entsteht.
- Roulette [F], Rollrädchen.
- Schattierung, Der Eindruck in das Papier im Hochdruck-Verfahren.
- Scraper [E], Schaber.
- Screen [E], Raster, Bildschirm.
- Screen Printing [E], Serigraphie, Siebdruck.
- Screen Process [E], Siebdruck.
- Serigraphie = Siebdruck.
- Sidérogravure [F], Stahlstich.
- Siebdruck = Serigraphie.
- Silkscreen Printing [E], Serigraphie, Siebdruck.
- Similigravure [F], Autotypie, Rasterdruck.
- Soft Ground Etching (E), Weichgrundradierung.
- Spot, Der von einem LASER-Strahl erzeugte Bildpunkt.
- Stangenpresse, Frühe Handpresse (Gutenberg).
- State Proof [E], Zustandsdruck, Épreuve d'état [F].
- Steel Engraving [E], Stahlstich.
- Steel Plating, Steel Facing [E], Verstählung.
- Steindruck = Lithographie.
- Stencil [E], Schablone.
- Stencil Printing, Siebdruck.
- Step Wedge [E], [Stufen]Graukeil.
- Stipple Engraving [E], Punktiermanier, Punktierstich.
- Stone engraving [E], Steingravur.
- Subtraktive Grundfarben = Cyan, Gelb, Magenta.
- Surface Printing [E], Flachdruck.
- Switchable Printing Plate [E], Umschaltbares Polymer.
- Taille douce [F], Kupferdruck.
- Tetracromía [Cs], Vierfarbendruck.
- Three Shot Camera, Digitale Farbkamera für statische Motive.
- Tiegeldruckpresse, Platen press [E], Minerve, Presse à platine [F].
- Tintype [E], Ferrotypie.
- Tipolitografía [Cs], Lithographische Hochdruckmanier.
- Ton continu [F], Halbton.
- Tórculo [Cs], Copper-Plate Printing Press [E], Kupferdruckpresse.
- Trama [Cs], Trame [F], Screen [E], Raster.
- Trial Proof [E], Probedruck.
- Typographischer Punkt, 1 TP entspricht etwa 0,376 mm.
- Typooffset = Trockenoffset.
- Urfarben = Blau, Grün, Rot.
- Vélo [F], Grabstichel mit mehreren Spitzen.
- Vernis mou [F], Weichgrund, Weichgrundradierung.
- Virole [F], Zylindrische Form zum Drucken von Briefmarken.
- Watermark [E], Wasserzeichen (des Papiers).
- Weisspunkt, Hellster Punkt eines Bildes.
- Wood Cut [E], [Schwarzlinien-] Holzschnitt.
- Wood Engraving [E], Schwarzlinienholzschnitt, Holzstich.
- Xylographie [F], Holzschnitt, Holzstich.
- Xylographie à contrefibre [F], Holzstich.

# Historische Bibliographie

**Archer, Frederick Scott**, Manual of the Collodion Photographic Process, 1851

**Berget, A.**, La photographie des couleurs par la méthode interférentielle de M. Lippman, Paris, 1901

**Bewick, Thomas**, Memoir of himself, London, 1887.

**Bosse, Abraham (1602-1676)**, Traicté des manieres de graver en taille douce svr l'airin. Par le moyen des eaux fortes, & des vernix durs & mols. Ensemble de la façon d'en imprimer les planches & d'en construire la presse, et autres choses concernans lesdits arts, Paris, 1645.

**Brunet y Bellet, Josep**, L'Escriptura, lo Gravat, l'Imprempta, lo Llibre, Barcelona, 1898.

**Cros, Charles**, Solution générale du problème de la photographie des couleurs, 1869.

**Daguerre, Jacques**, Historique et description des procédés du daguer-réotype et du diorama, 1839.

**Demachy, Robert**, Le procédé à la gomme bichromatée ou photo-aquatinte, 1896.

**Ducos du Hauron, Louis**, Les couleurs en photographie, Paris, 1869.

**Engelmann, Godefroi**, Manuel du dessinateur lithographe, 1822.

Rapport sur la chromolithographie, nouveau procédé produisant des lithographies coloriées. Mulhouse, 1837.

Traité théorique et pratique de la lithographie, Mulhouse, 1840.

**Fortier, G.**, La photolithographie, son origine, ses procédés, ses applications, Paris, 1876.

**Gautier d'Agoty, Jacob**, Lettre concernant le nouvel art d'imprimer les tableaux avec quatre couleurs, 1749.

**Gautier de Montdorge, Antoine**, L'art d'imprimer les tableaux en trois couleurs (Par G. de M., d'après les écrits, les opérations et les instructions verbales de Jacques Christophe Le Blon), Paris, 1756.

[Es gibt eine Faksimileausgabe des Originalwerkes: Minkoft Reprint, Genève, 1973]

**Hayter, Stanley William**, About Prints, London, 1962.

New Ways of Gravure, New York, 1949.

**Helmholtz, Hermann**, Handbuch der physiologischen Optik, 1867.

**Hullmandel, C.**, Art of Drawing on Stone, London, 1824.

**Jenkins, H.**, Photo Engraving, Chicago, 1896.

**König, E.**, Die Farben-Photographie, Berlin, 1904.

**Le Blond, J. C.**, L'harmonie du colorit dans la peinture réduite à des principes infaillibles, London, 1722 (Français/English).

**Lerebours**, Excursions daguerriennes, , vues et monuments les plus remarquables du globe (Photographien, im manuellen Aquatinta-Verfahren wiedergegeben), Paris, Rittner et Goupil, 1841.

**Limmer, F.**, Das Ausbleichverfahren, Halle a/S, 1901.

**Macfarlane, Anderson**, Photo Mechanical Process and Guide to Color Work, New York, 1896.

**Papillon, Jean Michel**, Histoire de la gravure en bois et des graveurs fameux, tant anciens que modernes qui l'ont pratiqué, Paris, 1776.

Traité de la gravure en bois, Paris, 1766.

**Philipon, M. Ch.**, Paris et ses environs reproduits par le daguerréotype (Manuelle Lithographien nach Photographien), Paris, 1840.

**Poitevin, Alphonse**, Traité de l'impression photographique sans sels d'argent, Paris, 1862.

**Senefelder, Aloys**, Vollständiges Lehrbuch der Steindruckerei, München/Wien, 1818.

**Singer, Hans W**, Handbuch für Kupferstichsammler, Technische Erklärungen, Ratschläge für das Sammeln und Aufbewahren von Hans W. Singer. Mit 11 Originalgraphiken, 3. Auflage, Verlag von Karl W. Hiersemann, Leipzig 1923.

**Talbot, Fox**, Sun Pictures of Scotland, 1845.

The Pencil of Nature, 1844.

**Vasari**<sup>1</sup>, Le Vite dei più eccellenti Pittori, Scultori e Architecti, 1550.

**Vidal**<sup>2</sup>, Léon, La Photographie des couleurs, 1897.

Traité pratique de photographie au charbon, 1869.

Traité pratique de phototypie, 1879.

**Waldow, Alexander**, Illustrierte Encyklopädie der graphischen Künste und der verwandten Zweige, Leipzig, 1884. Nachdruck München, 1993.

---

<sup>1</sup> Giorgio Vasari (1512-1574).

<sup>2</sup> (1833-1906).



# Literaturhinweise

**Albert, August, Technischer Führer durch die Reproduktionsverfahren und deren Bezeichnungen**, Halle a.S., 1908.

**Eroles, Emili, Diccionario histórico del libro**, ISBN 84-7304-062-7, Editorial Millà, Barcelona, 1981.

**Gascoigne, Bamber, How to Identify Prints**, ISBN 0-500-23454-x, Thames and Hudson, Reprinted 1998

**Institut für grafische Technik, Leipzig, Lexikon der graphischen Technik**, ISBN 3-7940-4078-3, Verlag Dokumentation, München, 1977.

**Martín, E., Tapiz, L., Diccionario Enciclopédico de las Artes e Industrias Gráficas**, Ediciones Don Bosco, Barcelona, 1981.

**Müller, Wolfgang, Polygraphie, Fachwörterbuch**, Englisch, Deutsch, Französisch, Russisch, Spanisch, Polnisch, Ungarisch, Slowakisch, ISBN 3-87150-141-7, Deutscher Fachverlag, Frankfurt.

# Alphabetisches Verzeichnis

## A

à la poupée. Siehe zonenweises Einfärben  
 Ablegen, 86  
 additive und subtraktive Farbmischung, 165  
 additive und subtraktive Verfahren der Farbphotographie, 169  
 Adobe, 266  
 AEG Mignon Schreibmaschine, 210  
 Agfa, Actien-Gesellschaft für Anilin-Fabrikation, 266  
 Albert, 130, 264, 265, 275  
 Albert, Eugen (1856-?), 130  
 Albert, Joseph (1825-1886), 39, 128, 263  
 Albumindruck, 22  
 Alden, Thimoty (auch Timotheus) (1819-1862), 263  
 Aldus, 212  
 Algraphie, 112, 262  
 Alhazen (965-ca. 1039), 14  
 Alkohol-Umdruck, 249  
 Altdorfer, Albrecht (1480-1538), 192  
 Ambrotypie, 23  
 Anaca, Reprokamera, 17  
 anastatischer Druck, 119  
 Anilindruck. Siehe Flexographie  
 Anthem-Platte, 223  
 Apple Computer, 211, 266  
 Aquatinta, 21, 116, 117, 147, 148, 153, 154, 232, 234, 261, 273  
 Aquatinta mit Glaspapier-Korn, 150  
 Aquatintakorn mittels Spraydose, 150  
 Aquatintaverfahren, lithographisches, 116  
 Aragó, François (1786-1853), 20  
 Archer, Frederick Scott (1813-1857), 22  
 Armand-Durand, 239  
 ASA, 29  
 Asphalt-schabmanier, lithographische, 116  
 Asser, Eduard Isaac (1809-1894), 121, 263  
 Astralon, 124  
 Ätzgrund, 145

Ätzgummieren lithographischer Platten, 115  
 aufgebaute Punkte, 60  
 Aufziehen des Tiegels, 93  
 Ausschluss, 83  
 Aussprengverfahren, 151  
 Autographie, 104, 119, 262  
 Autotypie, 9, 10, 51, 52, 54, 58, 62, 63, 93, 97, 121, 142, 153, 160, 191, 230, 234, 263, 264  
 avant la lettre, 142, 240

## B

Bain, Alexander (1810-1877), 263  
 Baren, 101  
 Barletti de Saint-Paul, François (?-1809), 87, 261  
 Bartolozzi, Francesco (1728-1813), 143  
 BASF, Badische Anilin- und Sodafabrik, 107, 108, 206  
 Baud, Maurice (1866-1915), 98  
 Bauer, Andreas Friedrich (1783-1860), 82  
 Bayard, Hippolyte (1801-1887), 21  
 Belichter, 212  
 Bélin, Edmont (1876-1963), 160, 264  
 Bell, Thomas, 261  
 Ben-Day-Prozess, 60  
 Bennett, Charles Harper (1840-1927), 24  
 Berceau. Siehe Wiegemesser  
 Berchtholds, M., 52  
 Bempohl, Wilhelm, 264  
 Bewick, Thomas (1753-1828), 98, 261  
 Biblia Pauperum, 77  
 Bichromatgelatine, 39, 122, 127, 129, 153, 154, 263  
 Bitmap, 92  
 Blanquart-Evrard, Louis Désiré (1802-1872), 35  
 Blauraster, 59  
 Blende, 15, 32, 55, 56, 58, 59  
 Blickensderfer Schreibmaschine, 210  
 Blindmaterial, 84

Blindprägung. Siehe Gaufrage  
 Blond, Jacques-Christophe Le (1667-1741), 144, 192, 261  
 BMP, Bitmap Dateien, 207  
 Bois Protat, 77  
 bon à tirer, 240  
 Book on Demand, 209, 217  
 Bosse, Abraham (1602-1676), 261  
 Breilkopf, Gottlob Immanuel (1719-1794), 86  
 Brévière, Louis Henri (1797-1869), 21, 153  
 Briefkopierpresse, 246  
 Bromöldruck, 46, 264  
 Bromölumdruck, 47  
 Bubble Jet, 217  
 Bull, 220  
 Bump. Siehe Nachbelichtung  
 Burgkmair, Hans (1473-1531), 188

## C

Calotypie, photographische Verfahren von Talbot, 21  
 Callot, Jacques (1592-1635), 146, 231, 261  
 Camaïeu, 43, 50, 188, 189, 190, 235, 260  
 Camera Obscura, 14  
 Carbrodruck, 44, 45, 265  
 Carlson, Chester Floyd (1906-1968), 265  
 Carpi, Ugo da (1450-1523), 188  
 Caselli, Giovanni (1815-1891), 159, 263  
 Castaldi, Panfilo (1398-1490), 78  
 Castegnier, Adrien, 221, 266  
 CCD, 15, 206, 207, 208, 213  
 Cicero, 95  
 Cilchrome-Verfahren, 176  
 Clair-Obscur. Siehe Camaïeu  
 Clayden-Effekt, 34  
 Cliché-Verre, 36  
 Cliché-Verre, erweitertes Verfahren, 36  
 CMOS, 208  
 CMYK, 207  
 Composer von IBM, 210  
 Computer to Cylinder, 222  
 Computer to Press, 222  
 Computer to Print, 217  
 Copy-Dot-Scanner, 76  
 Corel, 213  
 Corot, Camille (1796-1875), 36  
 Coster, Lorenz (1370-1439/40), 78  
 Crachis, 51, 115, 234  
 Cranach, Lucas (1472-1553), 188, 261  
 Crayonmanier, 261  
 CreoScitex, 223

Crevé. Siehe Unterätzung  
 Cros, Charles (1842-1888), 9, 47, 169, 263, 264, 272  
 CtC, Computer to Cylinder, 223  
 CtP, Computer to Plate, 214, 222  
 Cuvelier-Verfahren. Siehe Cliché-Verre  
 Cyclostyle von Gestetner, 250  
 charakteristische Schwärzungskurve, 29  
 Charles, Jacques (1746-1823), 261  
 Charpentier, François-Philippe (1734-1817), 261  
 Chiaroscuro. Siehe Camaïeu  
 Chinapapier, 138  
 Chromaskop von Hell, 187  
 chromogene Entwicklung, 177  
 Chromolithographie, 194  
 chromolytische Entwicklung, 176  
 Chromoskop von Ives, 171  
 Church, William, 88, 262

## D

Daetwyler, 161  
 Daguerre, Louis Jacques Mandé (1789-1851), 20, 21, 153, 262  
 Daguerréotypie, 20, 21, 22, 262  
 Daubigny, Charles-François (1817-1878), 36  
 Daumier, Honoré (1808-1879), 115  
 Davy, Humphrey (1778-1829), 19  
 Day, Benjamin, 60  
 Decktusche, lithographische, 115  
 Delcambre, Adrien, 88, 262  
 Demachy, Robert (1859-1938), 42  
 Demarteau, Gilles (1722-1776), 143  
 Der Albumindruck, 35  
 Der Salzdruck, 35  
 Derriey, Jules, 155  
 Deshaies, Arthur (\*1920), 100  
 DI, 222, 223, 266  
 Dick, Albert Blake (1856-1934), 251  
 Dichte, 26  
 Dichteumfang, 27  
 Didier, Léon, 47  
 Didot, Firmin (1764-1846), 95, 262  
 Digitalkamera, 206  
 DIN-System zur  
 Empfindlichkeitsmessung, 28  
 Direct Imaging. Siehe DI  
 diskretes Autotypie-Verfahren, 53  
 Dithering, 216  
 Doré, Gustave (1832-1883), 98  
 Dot, 212, 214  
 DPI, Dots per Inch, 212, 215  
 Dreifarbendruck. Siehe Vierfarbendruck

Dreifarbentheorie, 168  
 Driography von 3M, 123  
 Druckermarke, 243  
 Druckform, 11  
 Druckstock, 77  
 Ducos du Hauron, Louis (1837-1920), 42, 169, 171, 263  
 Duplexdruck, 191  
 Duplikatstein. Siehe Maschinenstein  
 Durchdruck, 11, 131  
 Durchschuss, 84  
 Dürer, Albert (1471-1528), 98  
 Dye Diffusion. Siehe Farb-Sublimations-Verfahren  
 Dye Sublimation. Siehe Farb-Sublimations-Verfahren  
 Dye-Transfer, 47  
 dynamische Entwicklung beim Lichtdruck, 127

## E

Eberhardeffekt, 33  
 Échoppe, 231  
 Edeldruckverfahren, 38  
 Edison, Thomas Alva (1847-1931), 250  
 Egloffstein, 52  
 Ektachrome, 177  
 Elcography, 221, 266  
 Elcorsy, 266  
 elektrolytische Gravur, 136, 147  
 elektromechanische Gravur von Tiefdruckzylindern, 159  
 Elektrophotographie, 209. Siehe Xerographie  
 Empfindlichkeit photographischen Materials, 27  
 Engelmann, Godefroi (1788-1839), 194, 262  
 englische Manier. Siehe Schabkunst  
 Entsäuern lithographischer Platten, 114  
 épreuve d'artiste, 240  
 épreuve d'état, 240  
 Ernst Leitz Wetzlar GmbH, 17  
 Erythrosin, 24

## F

Facetten, 141  
 Fachkamera, 15, 16  
 Faksimileholzschnitt, 97  
 Farbauszug, 169  
 Farbdrift, 161, 233  
 Farbe, 164  
 Farbenphotographie, 169

Farbkuppler bei der chromogenen Entwicklung, 177  
 Farbstich, 178  
 Farb-Sublimations-Verfahren, 220  
 Farbtiefe, 207  
 Fargier, Adolphe, 39  
 Farmer, Ernest Howard (1860-1955), 44, 265  
 Ferguson, A.C., 90  
 Ferrotypie, 23  
 Feuchtwerk, 114, 222  
 Film-Collotype-Verfahren, 130  
 Filmlichtdruck, 130  
 Filter, 165  
 Finiguerra, Tomasso (1426-1464), 136, 260  
 Fischer, Rudolf (1881-1957), 177  
 Fixierbad, 20  
 Fizeau, Armand Hippolyte Louis (1797-1869), 21, 153  
 Flachdruck, 11  
 Flachdruckmanier, lithographische, 114  
 Flash-Belichtung. Siehe Vorbelichtung  
 Flexodruck. Siehe Flexographie  
 Flexographie, 108  
 Flocking, 203  
 Floppydisk, 186  
 FM-Raster, 74, 265, 266  
 Folienprägedruck, 202, 203  
 Ford, Henry (1863-1947), 208  
 Fotosetter von Intertype, 90  
 François, Jean-Charles (1717-1769), 143  
 Frosch, 83  
 Fry, Peter W. (?-1860), 22  
 Fust, Johann (1400-1466), 80, 188, 243, 260

## G

Gainsborough, Thomas (1727-1788), 152  
 Galvano, 84, 102, 263  
 galvanokaustische Verfahren, 147  
 Galvanotypie, 101, 102  
 Gammawert, 30  
 Gasparcolorverfahren, 176  
 Gaufrage, 152  
 Gautier d'Agoty, Jacob (1710-1785), 192  
 Gautier de Montdorge, Antoine (1701-1768), 192  
 GCR, Grey Component Replacement, 183  
 Ged, William, 261  
 Gegenschnitt, 96  
 Geissfuss, 95  
 Genoux, Claude, 102, 262  
 geschöpftes Papier, 257

Gestetner, David (1854-1939), 250  
 Geviert, 83  
 GIF, Dateiformat, 207  
 Glasgravurraster, 55  
 Glasklischeedruck. Siehe Cliché-Verre  
 Glasraster, 55  
 Godchaux, 263  
 Godowsky, Leopold (1870-1938), 177  
 Godowsky, Leopold (1900-1983), 177, 265  
 González, Sergio (\*1927), 198  
 GOST, 29  
 Grabstichel, 97, 141, 142, 147, 152, 230, 231  
 Gradation, 30  
 Gradient, 30  
 Graffin, René, 264  
 Grandguillaume-Verfahren. Siehe Cliché-Verre  
 Grassmann, Hermann Günther (1809-1877), 165, 167  
 Grat bei der Kaltnadelradierung, 142  
 Grien, Baldung (1485-1545), 188  
 Grund bei der Marmorierkunst, 201  
 Grundfarben, additive, 166  
 Grundfarben, subtraktive, 166  
 Gummidruck, 42, 43, 44, 47, 153, 154, 190, 263  
 Gummituch, 113  
 Gurtner, Adolf Alfred (1869-1948), 176, 264  
 Gutenberg, Johannes (1400-1468), 78

## H

Haas, Wilhelm (1741-?), 86  
 Hajdu, Étienne (1907-1996), 152  
 Halbschattentheorie, 56  
 Halbton, 50, 127, 129, 144  
 Halbtonbild, 40, 42, 47  
 Halbtonphotographie, 21, 27, 39, 51, 58  
 Halmström, Axel, 264  
 Haloid. Siehe Xerox  
 Handpresse, 80  
 Harunobu, Suzuki (1718-1770), 192  
 Hayter, Stanley William (1901-1988), 194, 195, 197, 198, 265, 273  
 Heidelberger Druckmaschinen AG, 81, 189, 222, 266  
 Heisswachsübertragung. Siehe Thermotransferdruck  
 Heisswachsverfahren. Siehe Thermotransferdruck  
 Hektographie, 249

Heliogravüre, 20, 21, 38, 152, 153, 154, 155, 158, 159, 199, 232, 235, 263, 264  
 Helioklischograph von Hell, 159, 160, 161, 233  
 Helmholtz, Hermann von (1821-1894), 162  
 Hell, 159, 160, 161, 186, 187  
 Hell, Dr. Rudolph (1901-2002), 265  
 Herschel, William (1738-1822), 19, 34, 248, 262  
 Herschel-Effekt, 34  
 Hewitt, 47, 264  
 Hochdruck, 11  
 Hochdruckmanier, lithographische, 114, 122  
 Höfel, Blasius (1792-1863), 262  
 Holzschnitt, japanischer, 100  
 Holzstich, 97. Siehe Weisslinienholzschnitt  
 Holländer, 256  
 Homberg, Wilhelm (1652-1715), 19  
 Homolka, Benno (1860-1925), 177, 264  
 Hullmandel, Charles Joseph (1789-1850), 115  
 Husak, 249  
 Husnik, J., 128  
 Hybridscreening, 76  
 Hydrochinon, 23  
 Hydrotypie, 47

## I

Iacom, 266  
 IBM, International Business Machines, 210, 266  
 Ibn al-Haytam. Siehe Alhazen  
 Ikonoskop von Zworykin, 206, 265  
 inaktinisches Licht, 41  
 Inch, 2,54 cm, 68  
 InDesign von Adobe, 213  
 indirekter lithographischer Druck. Siehe Offset  
 Infrarot, 14  
 Ink-Jet, 211, 217, 218  
 Intel, 210, 266  
 Interferenz. Siehe Moiré  
 Intertype, 90  
 Ionographie, 221  
 IR, Infra-Rot, 19  
 Iris, 15  
 ISO, 29  
 Ives, Frederic Eugenes (1856-1937), 55, 171



## J

Jacquard, Joseph Marie (1752-1834), 89  
 Jaffé, Max (1845-1939), 52  
 Japanpapier, 138  
 Joly, John (1857-1933), 172, 173, 175, 264  
 JPEG, Dateiformat, 207  
 Justierung, 90

## K

Kaliumcyanid, 23  
 Kaltnadelradierung, 260  
 Kamera, 14  
 Kamera, photomechanische, 17  
 Kammschnitt, 201  
 Kastenbein, Charles, 263  
 Keller, Friedrich Gottlob, 259  
 Kircher, Athanasius (1601-1680), 261  
 Klič, Karel (1841-1926), 153, 154, 264  
 Klietsch. Siehe Klič  
 Klimsch Repro-Kameras, 17  
 Klischee, 84, 104  
 Koberger, Anton (1440-1513), 80  
 Kochsalzaquatintaverfahren, 151  
 Kodachrome, 177, 265  
 Kodak, 24, 47  
 Koenig und Bauer, Druckmaschinenbauer, 82  
 Koenig, Friedrich Gottlob (1774-1833), 82  
 Kohledruck. Siehe Pigmentdruck  
 Kohlepapier. Siehe Pigmentpapier  
 Kohlepapier für den Bürobetrieb, 252  
 Kollodium, 22, 23, 40, 139, 263  
 Kollodiumverfahren, trockenes, 23  
 komplementäre Strahlungen, 165  
 König, Ernst (1869-1924), 47, 264  
 Kontaktkopie, 18  
 Kontaktraster, 17, 60, 61, 62, 69, 185, 265  
 Kontrast, 27  
 Korn, Dr. Arthur (1870-1945), 264  
 Kornei, Otto, 265  
 Korrekturlack für die Radierung, 146  
 Kreidereliefzurichtung, 94  
 Kunstdruckpapier, 258  
 Kupferdruck, 136  
 Kupferdruckpresse, 137  
 Kupferstich, 136  
 Kwaisser, 249

## L

Land, Edwin Herbert (1909-1991), 181, 265  
 Längsholz, 94

Lanston, Tolbert (1844-1913), 89  
 Laserstar der Firma Daetwyler, 161  
 Le Blond, Jacques-Christophe (1667-1741), 192  
 Le Gray, Gustave (1820-1882), 22  
 Le Prince, Jean-Baptiste (1733-1781), 147  
 Leica, 16  
 Lerebours, N. P. (1807-1873), 21  
 Letterset. Siehe Trockenoffset  
 Levy, Max (1857-1926) und Louis Edward (1846-1919), 55, 63, 264  
 Lichtdruck, 9, 38, 39, 45, 47, 50, 110, 127, 128, 175, 199, 233, 263  
 Lichtsatz, 93  
 Ligaturen, 86  
 line, photographisches Material, 52  
 Lineatur eines Rasters, 68  
 Linienaufnahme, 39, 60, 69  
 Linofilm V-I-P, Photosetzmaschine, 91  
 Linoleum, 100, 263  
 Linotype, 91  
 Linotype, Zeilengiessmaschine, 88  
 Linotype-Hell, 266  
 Linsenrasterfolien, 204  
 Lippmann, Gabriel (1845-1921), 168, 264  
 lith, photographisches Material, 52  
 Lithographie, 110  
 Lithotint, 115  
 Lochkamera, 14, 248  
 Lochkarte, 89  
 Logotypen, 86  
 Lumière, Auguste (1862-1954), Louis (1864-1948), 173, 264

## M

Macintosh, 211, 266  
 Macula, 164  
 Maddox, Richard Leach (1816-1902), 24, 264  
 Magentaraster, 62  
 Magnetographie, 220, 221  
 MAN Roland, 223  
 Manly, Thomas (?-1932), 44, 264  
 Mannes, Leopold (1899-1964), 177, 265  
 Maréchal, C. R., 128, 263  
 Marinoni, Hippolyte (1823-1904), 155, 263  
 Marks-3zet, 223  
 Marmorierkunst, 200  
 Maschinenstein, 120  
 Maskierung für die Farbkorrektur, 172  
 Massicot (auch Massiquot), Guillaume (1797-1870), 262  
 Mattoir, 143, 145

Mavica von Sony, 266  
 Maxwell, James Clerk (1831-1879), 162, 169, 263  
 Mehrschichtenfarbfilm, 175  
 Meisenbach, Georg (1841-1912), 9, 52, 53, 54, 55, 63, 121, 153, 190, 264  
 Melotypie, 86  
 Ménard, Louis (1822-1901), 22  
 Mentel, Johann (1410-1478), 78  
 Mergenthaler, Othmar (1854-1899), 89  
 Metallographie, 112  
 Meyer, Dietrich (1572-1658), 151, 261  
 Mezzotinto. Siehe Schabkunst  
 Microsoft, 5, 211  
 Millet, Jean-François (1814-1875), 36  
 Mimeograph, 251  
 Mitscherlich, Alexander, 259  
 Mo Ti, 14, 260  
 Moiré, 68  
 Molette, 140  
 Monckhoven, Désiré Charles Emanuel van (1834-1882), 24  
 Monotype, 88, 89  
 Monotypie, 199  
 monotypiemässige Einfärbung, 234  
 MS-DOS, Microsoft Disc Operating System, 211  
 Mugiscan, 266  
 Müller, Adolf, 90, 265  
 Munch, Edward (1863-1944), 96  
 Musiknotendruck. Siehe Melotypie

## N

Nachbelichtung, 59, 62  
 Netzhaut, 14, 162, 164  
 Newton, Isaac (1642-1727), 162, 168, 192, 261  
 Niello, 136  
 Nièpce de Saint-Victor, Claude Félix Abel (1805-1870), 22, 35, 263  
 Niepce, Nicéphore (1765-1833), 19, 111, 262  
 Nipson, 221  
 Non-impact Printing, 217  
 Nüchel, Otto (1888-1956), 100  
 Nummerierwerk, 84  
 Nyloflex, 108, 206  
 Nyloprint, 107, 108, 206

## O

OCR-Programme, 213  
 Offset, 113  
 Öldruck, 9, 45, 127, 199, 235, 263  
 Ölgemäldedruck. Siehe Öldruck

Olivenöl, Aquatinta aufgrund von O. und Schwefelpulver, 150  
 Ölumdruck, 47  
 Opazität, 26  
 orthochromatisch, 24, 59, 63  
 Ozobromie, 44, 46, 264, 265

## P

Pagemaker, 212  
 Paige, James W., 264  
 panchromatisch, 24  
 Papyrograph, 250  
 Papyrus, 255  
 Passer, 17, 36, 42, 43, 47, 86, 94, 101, 157, 159, 172, 173, 176, 188, 189, 190, 235, 236  
 PAWO, 63  
 PC, Personal Computer (von IBM), 5, 175, 210, 211, 212, 266  
 PDF, Portable Document Format, 213  
 Pearl-Dry-Platten von Presstek, 222, 223  
 Pergament, 255  
 Permeographie. Siehe Durchdruck  
 Petrucci, Ottaviano dei (1466-1539), 86  
 Photocut, 204  
 Photogalvanographie, 153  
 photographische Effekte, 33  
 photolithographisches Verfahren, 119  
 photomechanisches Verfahren, 119  
 Photopolymerplatten, 107  
 Photoshop, 212  
 Photoxylographie, 98  
 Pi Sheng, 78, 260  
 Pianotype, 88  
 Pica, 85  
 Pigmentdruck, 39, 41, 42, 45, 134, 157, 263  
 Pigmentpapier, 41  
 Pilgrim. Siehe Wechtlin, Johann Ulrich  
 Pinacyanolidid, 24  
 Pinotypie, 47, 127  
 Piper, C. Welborne (1866-1919), 46, 264  
 Piranesi, Giambattista (1720-1778), 146  
 Pixel, 214  
 Plaques Autochromes der Gebrüder Lumière, 173, 264  
 Plattenton, 137  
 Plexiglas, 100  
 Poitevin, Alphonse Louis (1819-1882), 39, 45, 121, 127, 263  
 Polaroid, 181, 182, 265, 266  
 Polavision, 266  
 Polierstahl, 144, 147, 151, 152  
 Ponton, Mungo (1801-1880), 38, 262

Porta, Giovanni Battista della (1538-1615), 261  
 Pouncy, John (1820-1894), 42, 263  
 Poupée, 118, 137, 200, 234, 235, 261  
 PPI, Pixels per Inch, 214  
 Prägung, 231  
 Presstek, 222, 266  
 Pretsch, Paul (1808-1873), 153, 263  
 Print on Demand, 209, 217  
 PS, Post Script von Adobe, 212, 213, 266  
 Punkt, typographischer, 85  
 Punktformen bei Rastern, 63  
 Punktierstich, 143, 261  
 Pyrogallol, 23

## Q

QuarkXPress, 213  
 Querholz. Siehe auch Längsholz  
 Quickmaster, 222, 266  
 Quipos, 255

## R

Radiernadel, 142, 145, 152, 231  
 Radierung, 36, 55, 142, 145, 146, 151, 198, 231, 232, 239, 260  
 Rakeltiefdruck, 155, 158, 159, 160  
 Raster, 50  
 Rasterphotographie, 51  
 Rasterpunkte einer Autotypie, 214  
 Rastersatz, 68  
 Rasterweite, 68  
 Rasterwinkelung beim Vierfarbendruck, 172  
 Rasterwinkelungen, 183  
 Reflexionsgrad, 26  
 Reglette, 84  
 Reiber, 101, 112  
 Reliefdruck, 203  
 Remarques, 240  
 Rembrandt (1606-1669), 143, 239, 240  
 Remington, Philo (1816-1889), 264  
 Réserve. Siehe Aussprengverfahren  
 Retina. Siehe Netzhaut. Siehe Netzhaut  
 Retroussage, 137, 231  
 RGB, 207  
 RIP, Raster Image Processor, 213, 214, 217  
 Risographie, 253  
 Ritter, Johann Wilhelm (1776-1810), 19, 262  
 Robert, Louis-Nicolas (1761-1828), 258, 262  
 Rodagon, 18  
 Rodenstock, 18

Roll-Up, 197  
 Röntgen, Wilhelm Conrad (1845-1923), 264  
 Rops, Félicien (1833-1898), 152  
 Rotationspresse, 82  
 Rotationstiefdruck. Siehe Rakeltiefdruck  
 Roulette, 116, 143, 144, 145, 147, 151, 152, 230, 234  
 Rubel, Ira Washington, 113, 264  
 Runzelkorn, 128  
 Russel, Charles (1820-1997), 23

## S

Sabattier-Effekt, 33  
 Satellitenbauweise, 126  
 Scanner, 17, 185, 186  
 Schabeisen, 144, 231, 240  
 Schabkunst, 141, 144  
 Schablonendruck, 11, 131  
 Schärfentiefe, 32  
 Schattierung, 114, 225, 231  
 Scheele, Carl Wilhelm (1742-1786), 19, 261  
 Scheiner, Julius (1858-1913), 27  
 Scheinergrade, 28  
 Scheuter, Karl, 74, 265  
 Schliessapparat, 84  
 Schliessrahmen, 84  
 Schmid, Simon, 110, 261  
 Schöffner, Peter (1425-1502), 80, 188, 243, 260  
 Schrotschnitt, 96  
 Schulte, Karl Jochen, 14, 248  
 Schulze, Heinrich (1687-1744), 19, 261  
 Schürch, Bernhard S., 189  
 Schutzlack. Siehe Ätzgrund  
 schwarze Manier. Siehe Schabkunst  
 schwarzer Raster, 52  
 Schwarzkunst. Siehe Schabkunst  
 Schwarzlinien-Holzschnitt, 94  
 Schwarzmanier, lithographische. Siehe Asphalt-schabmanier, lithographische  
 Schwarzschild-Effekt, 34  
 Schwärzungskurve, 29, 30, 31, 52, 58, 59, 61  
 Seebeck, Thomas Johann (1770-1831), 262  
 Seitenbeschreibungssprache, 212  
 Selbstkopierpapier, 253  
 Senefelder, Aloys (1771-1834), 110, 111, 194, 262, 273  
 Sensibilisierung, photographische, 24  
 Sensitometrie, 25  
 Serigraphie. Siehe Siebdruck

- Setzkasten, 83  
 Setzschiff, 84  
 Siderographie. Siehe Stahlstich  
 Siebdruck, 11, 131  
 Siegen, Ludwig von (1609-1656), 116, 144, 261  
 Siegrist, 177  
 Signatur der Typen, 83  
 Signmaking, 203  
 Silberbromidgelatine-Verfahren, 24  
 Silberfarbbleichverfahren, 176  
 Sinar, 16  
 Smith, John Henry (?-1917), 176, 264  
 Sofortbildverfahren, 265, 266  
 Solarisation, 33  
 Sony, 266  
 Sörensen, Christian (1818-1861), 88, 263  
 Spatienkeile, 89  
 Speedmaster, 222  
 Spiegelreflexkamera, 16  
 Squarespot, 223  
 Stäbchen, 162  
 Stahlstich, 139, 262  
 Stanzen, 84  
 statische Entwicklung beim Lichtdruck, 127  
 Staubkasten, 116, 147, 153, 154  
 Steg, 84  
 Steindruck. Siehe Lithographie  
 Steingravur, 118  
 Steinpapier, 111, 262  
 Steinradierung, 118, 122  
 Stencil-Duplicator, 250  
 Stereo, 102  
 Stereotypie, 89, 101, 102, 262  
 Stipple engraving. Siehe Punktierstich  
 stochastischer Raster. Siehe FM-Raster  
 Strich, 190  
 Strichphotographie, 51  
 Stufengraukeil, 27  
 Suckow, Gustav (1803-1867), 262  
 Swan, Joseph Wilson (1828-1914), 41, 263  
 switchable polymer, 223
- T
- Talbot, Fox (1800-1877), 21, 39, 153, 262, 263  
 Tangierfell, 60  
 Technicolor, 47  
 Tessié du Motay, Cyprien (1819-1880), 128, 263  
 Thermal Wax Transfer. Siehe Thermotransferdruck  
 thermoaktives Papier, 212  
 Thermotransferdruck, 219  
 Tiefdruck, 11, 136  
 Tiefdruckmanier, lithographische, 114  
 Tiegeldruckpresse, 80  
 TIFF, 207, 212  
 Tilghman, B. C., 259  
 Tintenstrahldruck. Siehe Ink-Jet  
 tone, photographisches Material, 51  
 Tonholzschnitt, 97, 242  
 Tontrennungsverfahren, 43, 54  
 Tonung, 172  
 Toulouse-Lautrec, Henri de (1864-1901), 115  
 Transparenz, 26  
 Treibmittel bei der Marmorierkunst, 201  
 Tripletpunktraster der Firma PAWO, 63  
 Trockenoffset, 107  
 True Color, 207  
 Trypograph von Zuccato, 250  
 Tsai-Lun, 256  
 Tschörner, 159  
 TTF, True Type Fonts, 213  
 Tukey, John W. (1915-2000), 265  
 Turner, William (1775-1851), 152  
 Turri, Pellegrino, 252  
 Typometrie, 86
- Ü
- überbrückbare Dichte, 27  
 UCR, Under Colour Removal, 183  
 Ultraviolett, 14  
 Unterätzung, 232  
 Urfarben, 165  
 UV, Ultra-Violett, 19
- V
- Valloton, Félix (1865-1925), 96  
 Velin-Papier, 257  
 Ventura Publisher, 213  
 Vergrössern durch lithographischen Umdruck, 120  
 Vergrößerungsgerät, 178  
 verlaufender Punkt, 60  
 Verlegermarke, 244  
 Vernis mou. Siehe Weichgrundradierung  
 Verstählen, 140  
 Vierfarbendruck, 172  
 Vinci, Leonardo da (1452-1519), 14, 15, 260  
 Virage, 172, 176  
 Viskosität, 195  
 Vogel, Hermann Wilhelm (1834-1898), 24, 264

Vorbelichtung, 31, 58, 62  
 Vuechtlin. Siehe Wechtlin, Johann Ulrich

### W

Wachelin. Siehe Wechtlin, Johann Ulrich  
 Wachsstrahldruck, 218  
 Walton, Frederick, 263  
 Wasserlinien, 257  
 wasserloses Offset, 108, 222  
 wasserloses Offsetverfahren. Nicht zu  
 verwechseln mit Trockenoffset  
 Wasserzeichen, 244  
 Watt, James (1736-1819), 246  
 Wechselbilder, 205  
 Wechtlin, Johann Ulrich, 188  
 Wedgwood, Ralph, 252  
 Wedgwood, Thomas (1771-1805), 19  
 Weichgrund, Vernis mou, 146  
 Weichgrundradierung, 151, 152, 261  
 Weinland-Effekt, 34  
 Weisslinien-Holzschnitt, 94  
 Wiegemesser, 144  
 Windows, Microsoft Windows, 211  
 Winkelhaken, 83  
 Woodbury, Walter Bentley (1834-1885),  
 49

WYSIWYG, 93

### X

Xerographie, 12, 209, 225  
 Xerox, 209, 265, 266

### Y

Young, James Hadden, 88, 262  
 Young, Thomas (1773-1829), 162

### Z

Zäpfchen, 162  
 Zinkographie, 112  
 Zinkotypie, 100, 104, 112, 230, 262  
 Zoll. Siehe Inch  
 zonenweises Einfärben, 193, 194, 200  
 Zuccato, Eugenio de, 250  
 Zurichtung, 93  
 Zustandsdrucke, 240  
 Zweifarbendruck, 191  
 Zworykin, Vladimir Kosma (1889-1982),  
 206, 265  
 Zylinderpresse, 82



# Unterstützungsliste

**Folgenden Personen und Institutionen sei für ihre Mitarbeit  
gedankt:**

Bibliothèque Nationale, Paris  
Enric Carrer, Olot  
Comercial Nuevo Extremo, S.A. (ANACA Kamera)  
Andreas Döring  
Austin Donnelly, Austin\_Donnelly@yahoo.co.uk  
Ernst Leitz Wetzlar GmbH  
Dr. Ing. Rudolf Hell, Kiel  
Hiersemann-Verlag, Stuttgart  
Höhere Graphische Bundes- Lehr- und Versuchsanstalt, Wien  
Klimsch und C°, Frankfurt a.M.  
Koenig und Bauer, Würzburg  
Joan Lloret, Olot  
Mergenthaler Linotype GmbH, Eschborn  
Josep M<sup>a</sup> Melció ("Mel"), Olot  
Office du Tourisme de Genève (Fig. 20)  
Miquel Plana, Olot  
PrePRESS Solutions, Inc., Billerica, MA 01821  
Reprolit, Figueres  
Jacqueline Saurer, Bern  
Karl Jochen Schulte  
Gerhard S. Schürch, Bern  
Rosa Serra, Olot  
Sinar AG, Schaffhausen  
Urban Trösch, Bern  
Wifag Maschinenbau, Bern