# 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 1898. 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 abzudrucken, 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 ($CaCO_3$) 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.

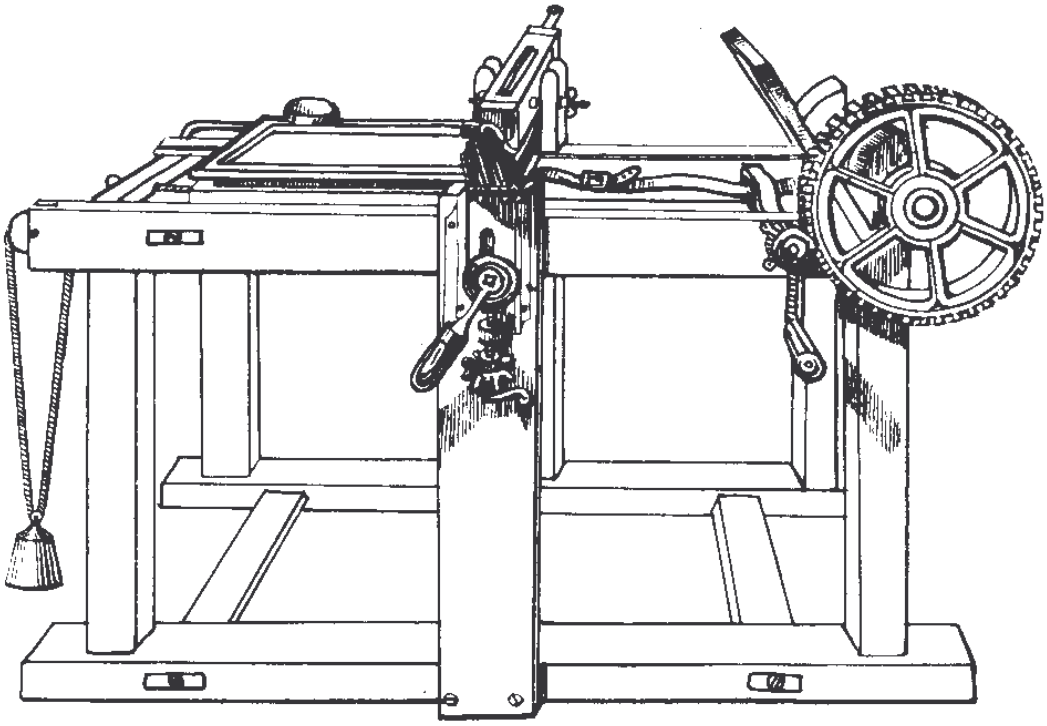
Senefelder nannte sein Druckprinzip noch 'Chemische Druckerei'. Bald bürgerten sich die Namen Lithographie und Steindruck ein. Der Begriff Lithographie wird heute allgemein auch für die verwandten Druckverfahren angewandt, bei denen der Stein durch eine Metallplatte ersetzt wurde. Senefelder hatte das 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 gröbsten 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.**

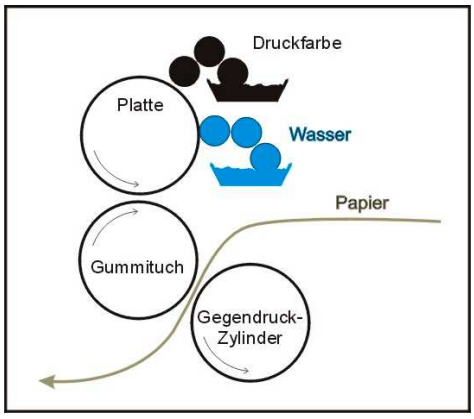


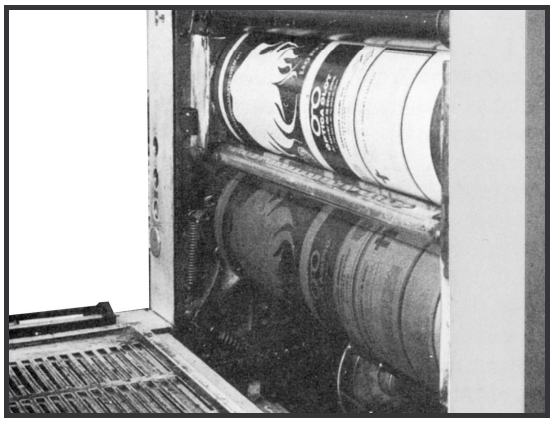
Lithographische Reiberpresse

## 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 **Offset**verfahren, 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 Steinzylindern

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 de 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 *'Crachis'* 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 wässerige 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-

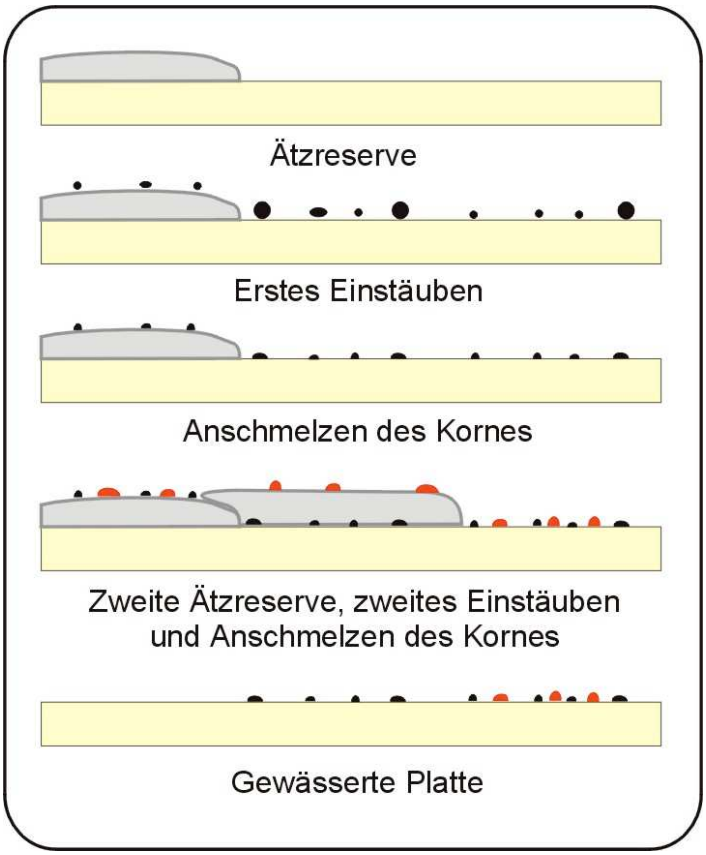
se, negative Zeichnungen anzufertigen: dazu wird statt mit lithographischer Tusche mit Decktusche auf den Stein gezeichnet. Nach dem trocknen der Zeichnung wird der ganze Stein mit Fettusche eingerieben, die Decktusche anschliessend mit Wasser abgelöst und der Stein ätzgummiert. Beim Druck erscheinen 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 Asphaltschabmanier oder das selten angewandte lithographische Aquatintaverfahren.

Die **lithographische Asphaltschabmanier** wir 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 ätzgummiert 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

einzigen Einstäuben erreichen kann. Das kommt daher, dass der Tiefdruck das gleichzeitige Drucken von verschieden 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 beendigter 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 Asphaltschicht 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 wässerigen 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, währen 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[1] 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-

[1] 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**[1], 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 drukkenden Zone und der Platte ein Abstand, so werden die Elemente unterleuchtet. Dabei wird das Element von allen Seiten her um ein bestimmtes

[1] 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 Schwarzskala 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 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 abzudrucken, 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 Pinatypie, 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.

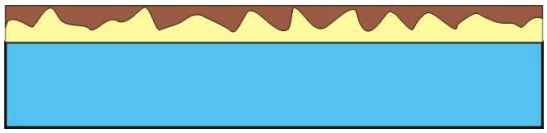
Die Form des Lichtdruckes ist meist eine dicke Glasplatte, die mehrere cm Dicke aufweisen kann. Vor dem Beschichten mit Gelatine muss diese Platte einer gründlichen Reinigung unterzogen werden, um zu verhindern, dass sich später unter der mechanischen Beanspruchung in der Presse die Gelatineschicht teilweise ablöst. Die Oberfläche der Platte kann glatt oder leicht aufgerauht 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:

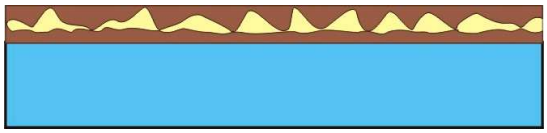
Im Wasserbad ("Bain Marie") werden in einem Liter Wasser 100 g Gelatine zum Schmelzen gebracht; die für den Lichtdruck verwandte Gelatine muss allerbester Qualität sein. Nach vollständigem Auflösen werden 25 g Kaliumbichromat beigemengt. Die gut homogenisierte und filtrierte Lösung wird gleichmässig 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 $cm^3$ auf eine Oberfläche von 1000 $cm^2$, 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 ºC. 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 Vierfarbendrucken, 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 Glyzerin und Wasser angefeuchtet. Das Glyzerin 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[1] 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.

[1] 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 Bespannung 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 **Seri**graphie). 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 Handrakel 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 Tiefdrucks 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.

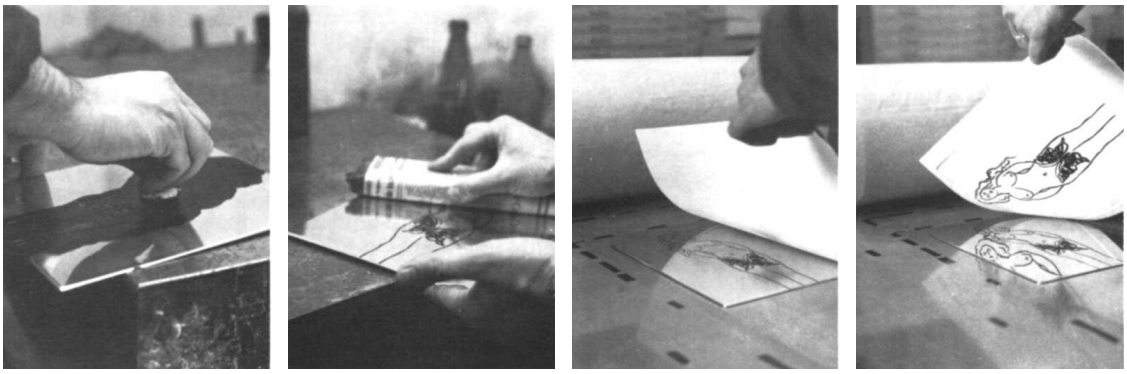
Druckplatte Eingefärbte Platte Gewischte Platte

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 hergewedelt, 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 aufgerauht 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 Hilfsschicht 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 Philateliker, 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 hauptsächlichen 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 abgesägt 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 waagerecht 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 **Grammophonnadeln** 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 verstählt, 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 Drukkes 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 Sticheln, 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)*

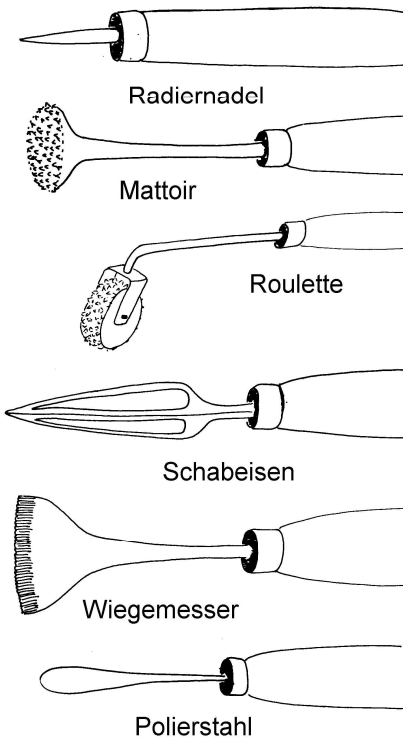
Innerhalb der graphischen Techniken ist die Schabkunst (auch Mezzotinto, Schwarzkunst, schwarze Manier oder englische Manier genannt) das älteste aller Halbtonverfahren. Das Verfahren, wie es von Ludwig von Siegen (1609-1656) um 1641 erfunden wurde, besteht darin, alle Teile einer total gekörnten Platte 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, das 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 **Farbreproduktionen**, wobei er sämtliche Farbtöne durch Übereinanderdrucken von drei in den Farben Blau, Gelb und Rot eingefärbten Platten erreichte. In diesem Sinne kann Le Blond haute als Vorläufer des modernen Dreifarbendruckes 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 wir 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 hauptsächlichen chemischen Substanzen, die beim Ätzen von Tiefdruckplatten angewandt werden, sind die Salpetersäure und das Eisenchlorid ($FeCl_3$). 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 Ätztiefe erreichen.

Im zweiten Fall werden zuerst die Linien, welche die maximale Ätztiefe 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 Ätztiefe.

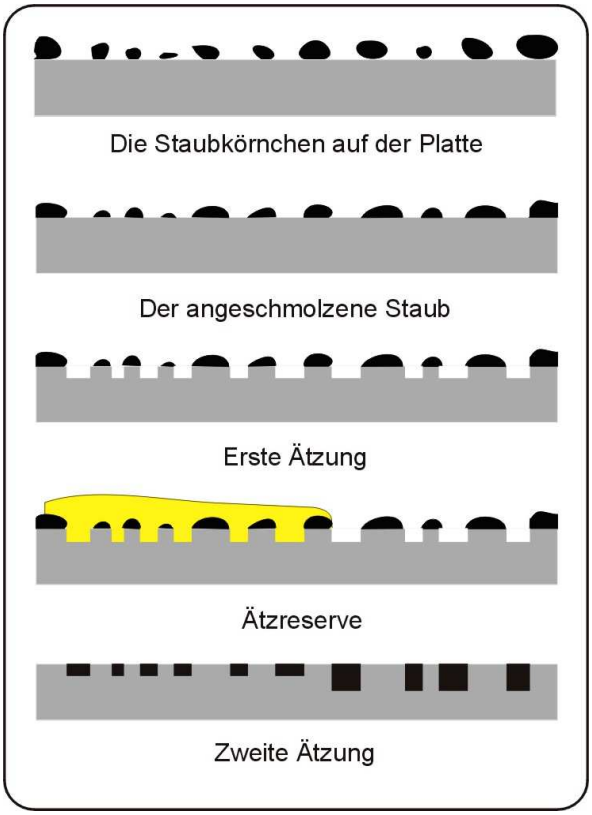
## Das Aquatintaverfahren

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.



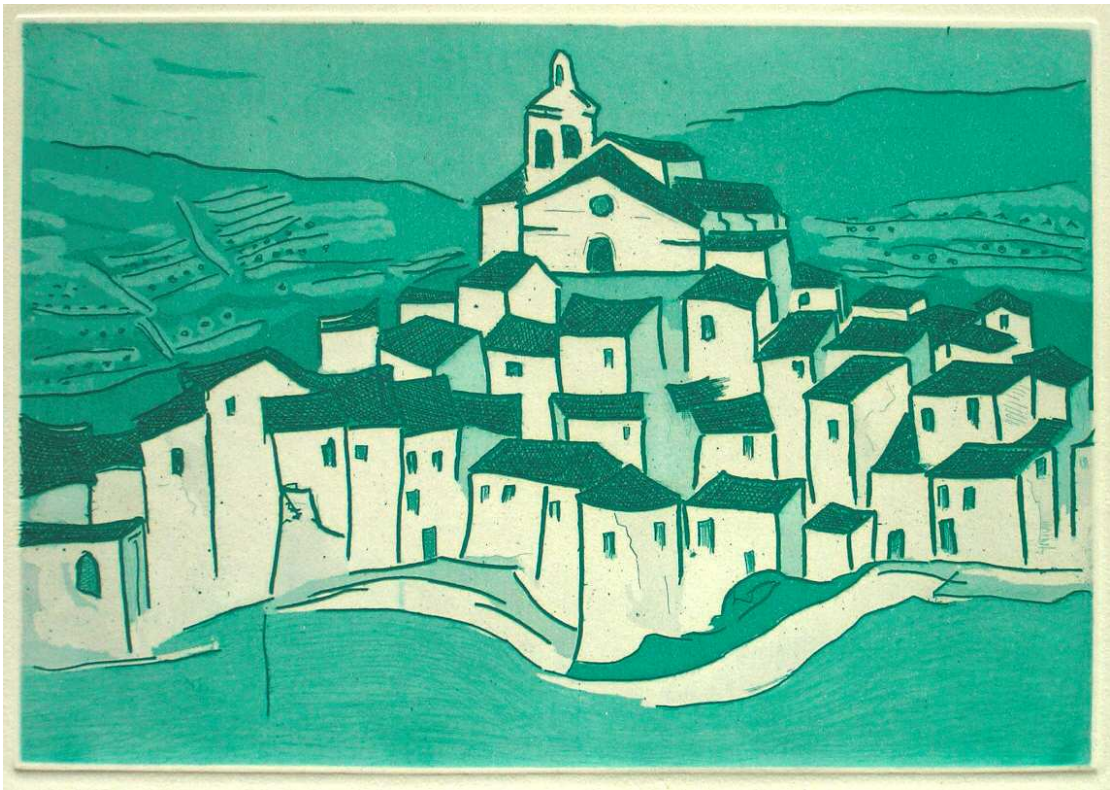

Das Aquatintakorn

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 Staubkörnchen 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 **einzigen** 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.



Aguatinta von Miquel Plana

Die Abbildung 'Aguatinta 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 Lösungmittel 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 Ätzschutz 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 Wiegemesser 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.

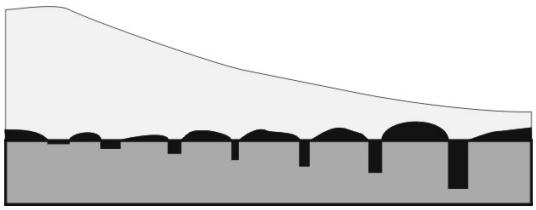
Paul Pretsch (1808-1873) erfand 1854 eine Art Heliogravüre, die er als **Photogalvanographie** bezeichnete und die den Ursprung einer ganzen Reihe ähnlicher Techniken bildete, von denen allerdings keine die Erfindung der Autotypie durch Meisenbach im Jahre 1882 überlebte. Bei der Photogalvanographie 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.

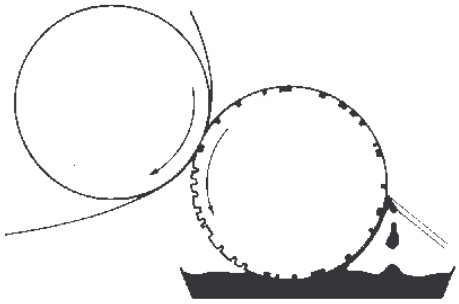
Eine entscheidende Idee hatte Talbot, der im Jahre 1858 ein Heliogravüreverfahren patentierte, das auf der Lichtempfindlichkeit der Bichromatgelatine und auf dem Aquatintakorn basierte. Das Prinzip dieser Erfindung Talbots war dasselbe, das später auch von Klič angewandt wurde, aber die Technik des letzteren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

Die Platte wurde mit Bichromatgelatine beschichtet, trocknen 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 verschieden stark konzentrierten Eisenchloridlösungen geätzt, die Konzentrationen zwischen 30 bis 40º Baumé aufwiesen.

En verbessertes Verfahren ging davon aus, die Platte vor dem Beschichten mit Bichromatgelatine zu körnen. Um eine annehmbare Reproduktion zu erhalten, musste das Verfahren, ähnlich wie beim Gummidruck, 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[1] 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 $cm^3$ 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 dickschichtigen 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

[1] Auch Karl Klietsch (1841-1926).

das erste Bad etwa 40º 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 30º Baumé. Nach diesem letzten Bad wird die Platte mit sehr heissem Wasser gewaschen, welches die ganze Gelatineschicht ablöst, dann werden die Asphaltkörner mit Terpentin abgelöst und die Platte gut gereinigt.

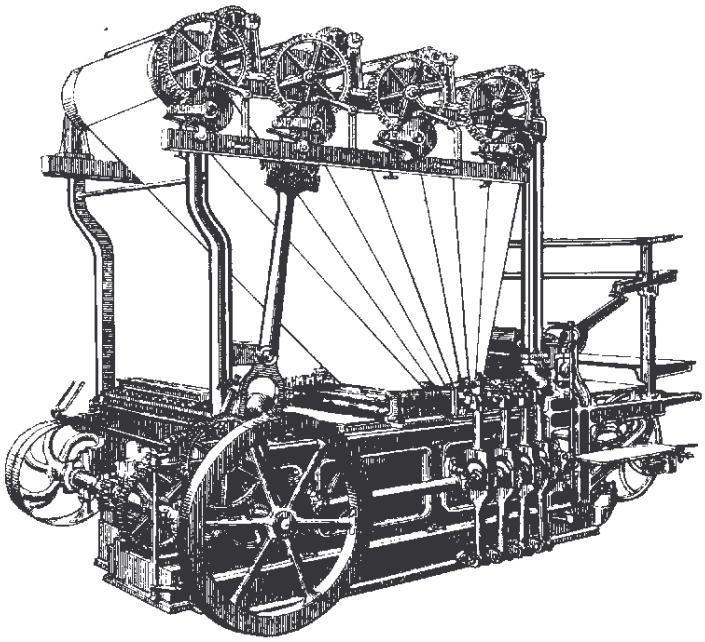
Nach dem ersten Probedruck muss die Platte meist retuschiert werden. Erst nach der Retusche wird die Platte verstählt.

## 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 de 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 Stahlrakel 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, sonder 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 90º 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.

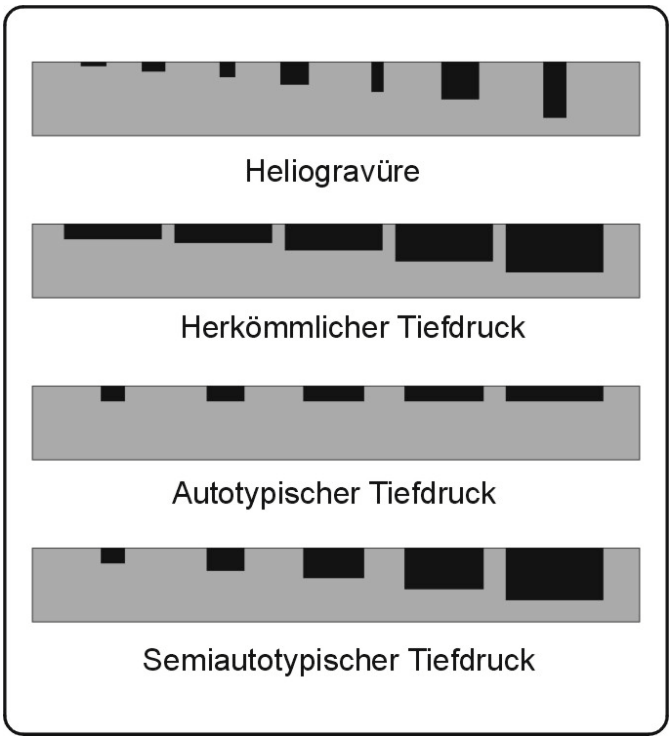
In speziellen Fällen werden auch andere Rasterstrukturen eingesetzt, wie etwa der sogenannte Backsteinraster oder auch unregelmässige Kornraster. Die Funktion ist in allen Fällen dieselbe.

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 40º Baumé eingesetzt wird. Die gleichmässige Drehung des Zylinders gewährleistet eine gleichmässige Ätzung aller Zonen. Im richtigen Augenblick wird die Ätzung mit fliessendem kalten Wasser unterbrochen und das Eisenchloridbad wird verdünnt. Wie bei der

Heliogravüre werden mehrere Konzentrationsstufen durchlaufen bis auf zirka 30º 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 Drukkelemente 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 semi-autotypische) System, dessen Druckelemente sowohl in der Ausdehnung als auch in der Tiefe variieren. Lasset 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.

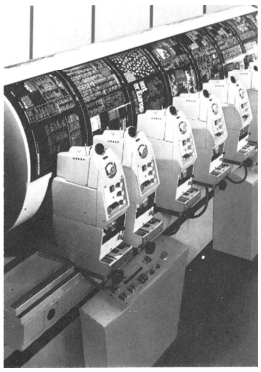
## Elektromechanische Gravur

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.

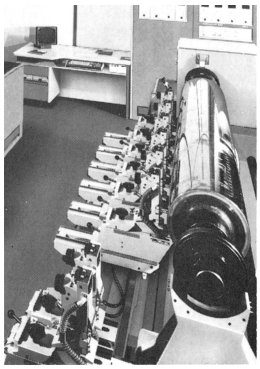
Die ersten Maschinen der Geschichte, die man im weitesten Sinne als Scanner bezeichnen darf, sind die ersten Bildtelegraphen, wie etwa die Maschine von Caselli[1] aus dem Jahre 1855, die Maschine von Tschörner

[1] Giovanni Caselli (1815-1891).

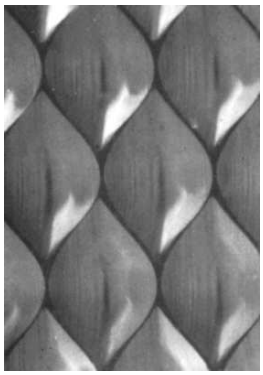
oder diejenige von Bélin[1] (1907) unter anderen. Die erste der erwähnten Maschinen erlaubte nur die Übertragung von Strichzeichnungen, die beiden anderen konnten auch Halbtonreproduktionen senden. Das Ausgabeergebnis der Maschine von Tschörner war eine Art Autotypie. Zur Zeit ersetzen im Gebiet der graphischen Techniken die elektronischen Scanner-Anlagen verschiedene hergebrachte photomechanische Techniken. Der Helioklischograph der Firma *Hell* stellt in hervorragender Qualität Tiefdruckzylinder mit flächentiefenvariabler 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.



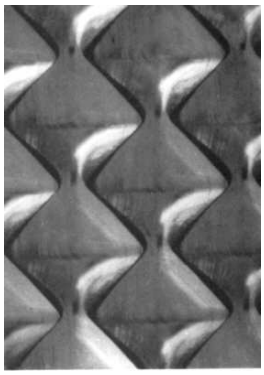
Scanner



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 flächentiefenvariablen Tiefdruckzylindern untersteht im allgemeinen einem unangenehmen Effekt, der sogenannten

[1] 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.