

Chemie bij de ontwikkeling van de grafische techniek

door K. E. C. Buyn.

655.1/3 : 54

In view of historical development the influence of chemistry on work methods in the graphical technics is explained. Already five centuries ago matters and reactions were in use which were known from Alchemy. With the development of chemical knowledge the graphical procedure became many-sided. The application of natural science and products is touched on a number of processes: engraving and etching, lithography and copying, photography, type foundry and electro forming. Next to these stands progress in related industries: paper, printing ink and adhesives.

In order to arrive at further amelioration, intensifying or extending of applications, purposive study and testing in view of chemistry and physics is necessary. Results are reflected in printings of special quality and in security printings.

De historische ontwikkeling van de moderne werkwijzen der techniek heeft steeds een zekere aantrekkelijkheid, wellicht voornamelijk, omdat de niet ter zake gespecialiseerde lezer er een aangename inleiding tot het onderwerp in vindt. .

Het is belangwekkend te zien, hoe de ontwikkeling van de grafische techniek vooral gelijke tred hield met de vooruitgang in de toepassing van natuur- en scheikunde. De rol die deze hierbij hebben gespeeld, is waarschijnlijk groter dan menigene zich voorstelt.

De herdenking van het 250-jarige bestaan van Joh. Enschedé en Zonen Grafische Inrichting N.V. te Haarlem zal onwillekeurig veler aandacht naar deze ontwikkeling geleid hebben.

Zoals de naam van deze N.V. reeds aangeeft worden in dergelijke grote grafische bedrijven, behalve het in uiteenlopende technieken beoefende drukken zelf, vele andere grafische werkzaamheden verricht. Daaronder vallen de vervaardiging van de drukplaten, cliché's en drukcilinders, de reproductiefotografie, lettergieterij en galvanische procédés en verdere bewerkingen, die tot het totstandkomen van het grafische product samenwerken. Drukinkt- en papiertecnologie vormen aangrenzende gebieden.

Natuur- en scheikunde werden in de drukkerswereld niet zozeer rechtstreeks beoefend, maar de algemene kennis en de ter beschikking komende chemicaliën waren in hoge mate mede oorzaak, dat vele werkwijzen voor de vervaardiging der drukvormen konden worden uitgewerkt. Dit was reeds in oude tijden het geval. Onze vroege voorvaderen kenden in het midden der 15e eeuw namelijk niet alleen de gravure en het gieten en drukken van losse letters; ook het etsen in staal en later in koper was hun reeds bekend.

Lettergieten.

Bij de vakkennis der lettergieters behoorden indertijd bepaalde hulpmiddeltjes, en het is nog niet zo lang geleden, dat er bij de smelt der lettermetalen wat paardenmest werd gedaan, in verband met de „kres"-vorming. En dergelijke middeltjes hadden meestal wel zin ook. Tegenwoordig wordt ammoniumchloride of een CO_2 -vormend carbonaat bij het opsmelten toegevoegd, om de verontreinigingen en ontstane metaaloxiden uit de smelt omhoog te drijven, terwijl koolstof als reductiemiddel en magnesiumfosfaat als slakvormer optreden; middeltjes, wederom product uit de kennis der chemie.

Lood is het hoofdbestanddeel van het lettermetaal, tin voegt men toe om het smeltpunt te verlagen,

antimoon ter verkrijging van een grotere hardheid der gegoten letters.

De meest doelmatige samenstellingen konden om-

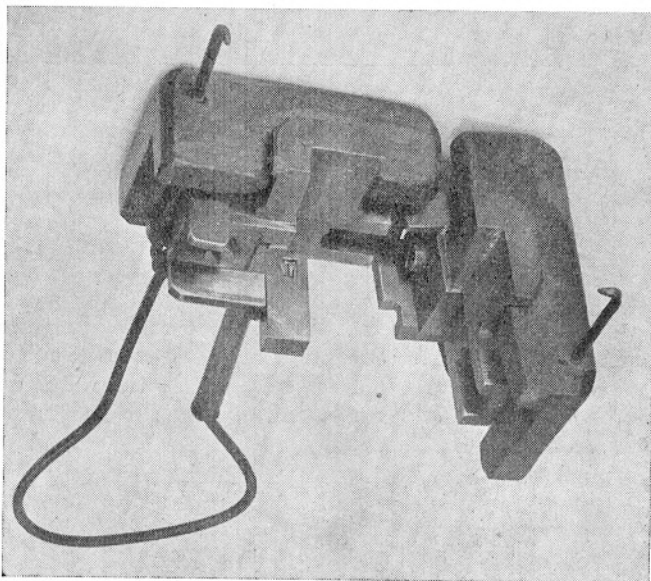


Foto Nico Zomer

Fig. 1. Oude hand-gietvorm, waarmee de letters 200 jaar geleden gegoten werden. Bovenaan de ingebouwde vultrechter; tegen de onderkant is de matrijs vastgeklemd.

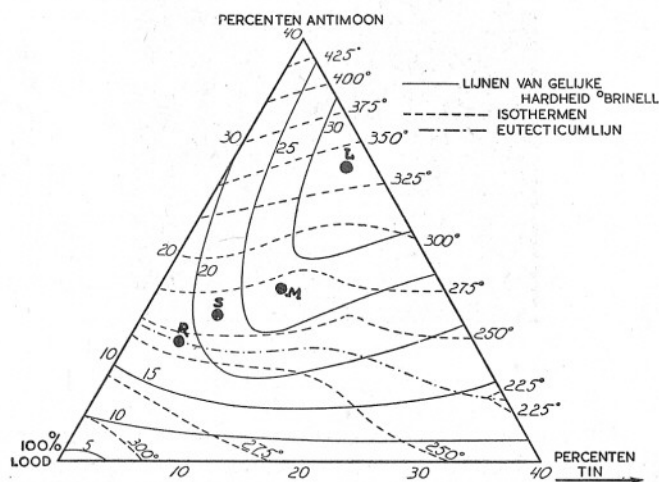


Fig. 2. Driehoeksdiaqram met ingetekende isothermen en hardheidslijnen. Het metaal voor de snellopende regelgietermachines ligt op de eutecticumlijn: punt R. Het metaal M voor monotype-gietmachines is wat harder, L is de harde letter voor de zetkast. .

streeks de jaren 1930 worden uitgewerkt, door op het tertiaire stelsel Pb-Sn-Sb driehoeksdiagrammen toe te passen met ingetekende isothermen en lijnen voor gelijke hardheid. Aldus leest men thans in grafieken de meest gunstige allages af voor de laag-smeltende en toch harde metalen der snellopende gietmachines, zowel als voor sterke letters der grote oplagen.

De metaalmicroscopie verschaft voorts aanwijzingen voor de wijze van gieten van fijne kristalstructuren.

De Gravure.

De kunst van het graveren heeft de grafische wereld ontleend aan de goudsmeden, die ter beoordeling van hun zegelringen de gravures vulden met roet of een mengsel van roet en lijnolie, en daarvan een afdruk maakten.

Eeuwenlang heeft men gravures in koper gemaakt. Het graveren in staal kreeg pas zin na de uitvinding van Perkins omstreeks 1820, waarbij de stalen gravureplaat werd gehard. Daardoor kon de gravure langs mechanische weg worden vermenigvuldigd door middel van een matrijsrol, daarbij gebruik makend van de combinatie van zacht staal en gehard staal.

Op deze wijze konden in Engeland in 1840 de eerste postzegels aan vellen van 25 of 100 zegels worden vervaardigd, uitgaande van één oorspronkelijke gravure.

Zo werd ook de eerste Nederlandse emissie in 1852 uitgevoerd. Deze weg wordt ook thans nog veelvuldig toegepast, in de Angelsaksische landen zelfs als vrijwel de enige methode.

Behalve het voordeel van meer afbeeldingen per vel bood de methode de mogelijkheid meer drukplaten te maken, zodat aan de steeds groeiende vraag naar grotere oplagen kon worden voldaan.

Galvanische baden.

Ook de uitvinding van de galvanische behandeling der drukplaten halverwege de 19e eeuw bood nieuwe mogelijkheden voor de gravure in opslag. Het verstaal vergroot niet alleen de bestendigheid der platen tegen slijtage, ook de drukbaarheid der platen wordt erdoor verbeterd.

De ontwikkeling der galvanoplastie opende de mogelijkheid tot het vermenigvuldigen langs galvanische weg. Nog kan men U te Haarlem de „electriseermachine” tonen, waarmede in 1860 de eerste galvanische baden van stroom werden voorzien voor de aanmaak van drukplaten.

De moderne roterende drukpersen stellen hoge eisen aan de hardheid en slijtweerstand der drukvormen. Geleidelijk aan is men er daarom toe overgegaan, het koper te verstevigen met een laagje nikkel, hetzij op het oppervlak, hetzij als inwendige versterking.

Het gebruik van deze baden vergt naast de ervaringen van de galvaniseur een behoorlijke dosis chemisch inzicht. Niet langer kan men volstaan met het gebruik van de stoffen, die de chemie oplevert. De metaalstructuur is immers in hoge mate afhankelijk van de samenstelling der baden; kleine toevoegsels van organische stof beïnvloeden de fijnheid der neerslagen van koper, doch zetten zich ook op de kristalvlakken af, met grote brosheid als gevolg. De bruikbaarheid van

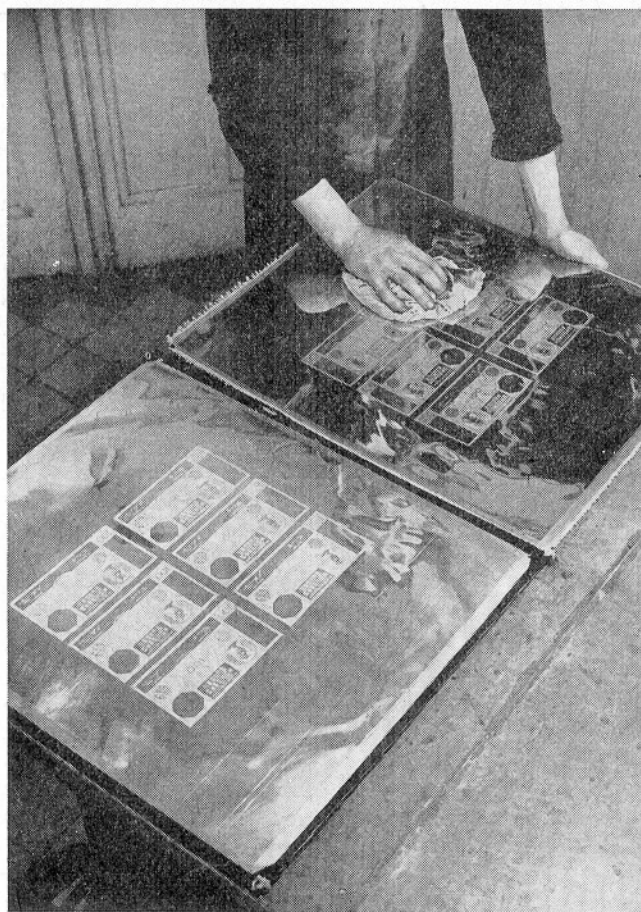


Foto van Borselen.

Fig. 3. Vervaardiging van gravureplaten langs galvanische weg. Sedert ca. 1865. Rechts de drukplaat; links de matrijs; in het koperbad wordt hier tegenaan de drukplaat gevormd.

het nikkel wordt daarenboven door pH en anion grotendeels bepaald.

Het verchromen, waardoor de slijtweerstand zo aanmerkelijk wordt vergroot, werd pas mogelijk omstreeks 1930. Dit is wel tekenend voor de moeilijkheden, die deze bewerking oplevert. Na jarenlang experimenteren met anodes van het metaal zelf, dus chroom, kon men nog geen anion vinden dat agressief genoeg was om het zo sterk passieve chroom anodisch aan te tasten. Pas toen het chemisme van de kathodische reductie van chroomzuur was uitgewerkt en men in de praktijk de beperkte stroomdichtheden en temperatuurgebieden had uitgezocht, kon het verchromen doorgang vinden. Het behoeft geen betoog, dat de nabewerkingen met slijpen en polijsten, die bij het technische verchromen veelal gebruikelijk zijn of waren, bij de uiterst fijne lijntjes en stippen der drukvormen uitgesloten zijn. De druktechniek stelt aan de galvanische werkwijzen dus wel hoge eisen.

De ets.

Ook het etsen van metaal was al bekend ten tijde van de uitvinding der boekdrukkunst. Het metaaloppervlak werd overdekt met een laagje van was en hars; daarin werden lijnen gekrast, en aldus wisten de wapensmeden uit die tijd door inwerking van zuren hun figuren en versieringen in het metaal aan te brengen. Het toepassen van deze werkwijze op vlakke

platen, waarmee men illustraties ging drukken, betekende geen grote stap.

De techniek van het etsen is in de loop der eeuwen verfijnd, naarmate de ontwikkeling der cultuur dit meebracht.

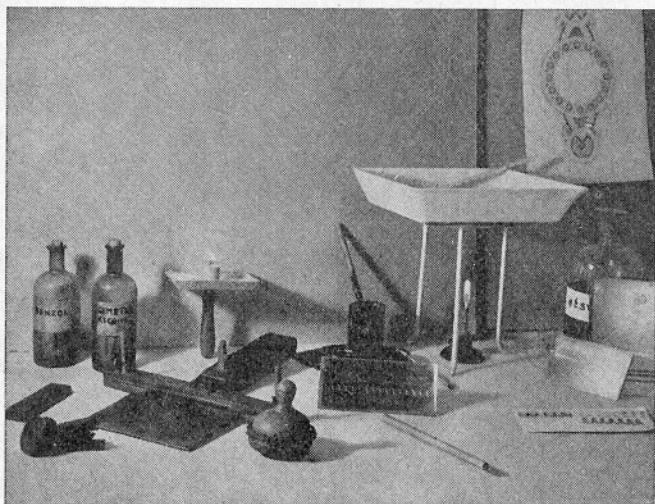


Fig. 4. Hulpmiddelen voor de etser; sommige zijn reeds sedert 5 eeuwen in gebruik. De diepte der etslijnen werd uit de hand geregeld.

Begaafde etsters, zoals Rembrandt, wisten de vlakken tussen de geëtste lijnen van een tint te voorzien, door bij het ininkten van de ets op een speciale wijze te vegen. Deze bewerking werd voor elke druk met de hand gedaan. Voor seriewerk in grotere oplagen betekende de vinding van het zgn. „etsgrein”, door de Fransman *Stapart* omstreeks 1770, een aanmerkelijke verbetering.

Op de beschermende waslaag werd fijn keukenzout of NH_4Cl gestrooid, dat door een korte verwarming in de waslaag wegzakte. Tijdens het etsen losten deze korrels op en lieten het etsmiddel ter plaatse door, zodat er fijne putjes in de plaat werden geëtsd. Bij het ininkten en afvegen van de ets pakten die putjes de inkt op dezelfde wijze als de geëtste lijnen, zodat de speciale handbeweging voor het drukken kon vervallen. Men noemde dit procédé de „aquatinta”. Evenals in de gewone ets werd de diepte van de etsing geregeld door sterkte en inwerkingsduur van

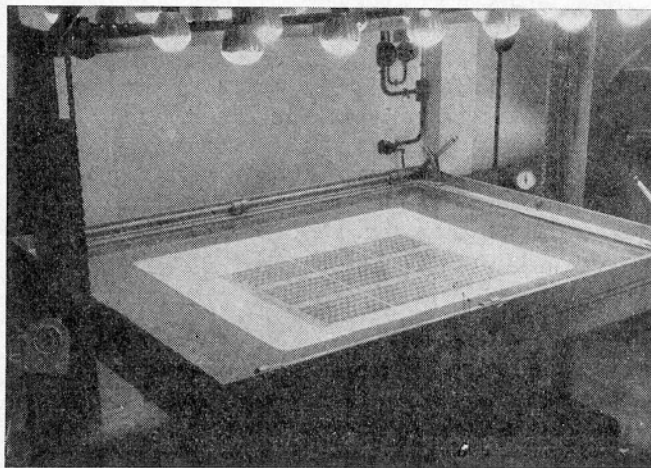


Fig. 5. Copiër-raam voor de vervaardiging van fotografische drukplaten.

het etszuur. De gedeelten die niet verder geëts moesten worden, werden afgedekt met een harslaagje.

Fotografische drukvormen.

In de eerste helft der 19e eeuw werd er levendig gezocht en geëxperimenteerd om sneller en op grotere schaal drukvormen te kunnen maken. Men trachtte bijv. de houtsnede te vervangen, door cliché's te maken met behulp van etsen in zink.

Toen de halogeën-zilver fotografie was uitgevonden en zich verder ontwikkelde, kwam, zoals van zelf spreekt, de vraag naar toepassing van fotografische reproductie-methodes in de druktechnieken.

Dat dit mogelijk werd, kwam door een andere ontdekking daarnaast, namelijk dat bepaalde organische stoffen tezamen met kaliumbichromaat gevoelig zijn voor licht. Omstreeks 1855 deed *Poitevin* proeven met belichte copieën, welke leidden tot de fotolithografie en de gelatine-lichtdruk. Hiermede was de weg gebaad tot de ontwikkeling van uiteenlopende fotografische reproductiemethodes, waartoe echter nog tal van uitvindingen nodig zouden zijn. In de jaren 1860—1900 is hieraan intensief gewerkt. — De kolloïdchemische kennis van deze processen dateert, merkwaardig genoeg, van veel later tijd, vooral na 1930.

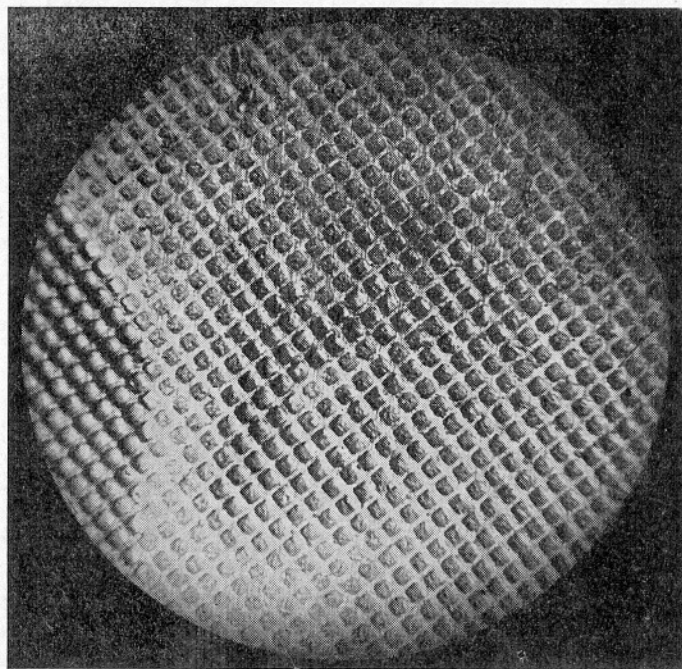


Fig. 6. De moderne reproductiemethodes ontleden het beeld in kleine elementen van verschillende diepte.

Thans is bekend, dat al deze werkwijzen, waarbij de drukvorm met behulp van copiërlagen tot stand komt, hun grondslag vinden in de oxydoreductie van hydrophiele kolloïden (gelatine, arabische gom e.d.) met een bichromaat, welke door inwerking van licht, vooral van ultra-violet licht, aanzienlijk wordt versneld. De daarbij ontstane Cr^{+++} -ionen geven door hun fysische binding met het kolloïd een looiende werking op dezelfde wijze als aluin dat doet. Hierdoor worden de belichte delen van de laag onoplosbaar. In de clichéfabricage en de copiëerderij van de zgn. offset-drukplaten past men het verschil tussen gelooïd kolloïd en onbelicht, oplosbaar gebleven kolloïd toe, door hiermede het metaal der drukvormen plaatselijk

te beschermen tegen de etsende werking der zuren. De gewenste variatie in etsdiepte van het cliché wordt verkregen door afdekken der niet verder te etsen partijen.

Het cliché behoort, evenals de houtsnede, tot de zgn. hoogdruk, d.w.z. het oppervlak van metaal of hout, voor zover dat niet is weggenomen, wordt van inkt voorzien en geeft de afdruk.

Keren wij nu terug tot de diepdruk, waartoe de ets en de aquatinta behoren, dan zien wij ook daar de toepassing der fotografie. In de zgn. rasterdiepdruk maakt men gebruik van gelatine-bichromaas als kopiëerlaag; hier is een nieuw element bij ingebracht. De belichting geschiedt niet onder een negatief of positief waarop de voorstelling uitsluitend in zwart en wit is vastgelegd, doch onder een diapositief met overgangen van licht naar donker in zeer uiteenlopende graden van zwarting. De kopielaag verkrijgt daardoor een uiteenlopende belichting, dus een meer en minder vèrgaande looiing. Het etsmiddel kan derhalve in uiteenlopende mate door de kopielaag doordringen tot het onderliggende koper.

Dit betekent, dat de diepte der etsing van de drukvorm langs fotografische weg geregeld wordt. Welk een belangrijk verschil met de aquatinta, waarbij de etsing met de hand geregeld werd door trapsgewijze afdekking der geëtste partijen!

Gedegen vakmanschap is voor het beheersen van dit etsproces wel zeer noodzakelijk; de opstelling der juiste tintverhoudingen is zeer subtiel.

Deze fotochemische regeling van de etsing stelt voor hen, die kopiëerlagen samenstellen en vervaardigen, evenzeer de eis van grondige kennis der kolloïdchemie. Er is begrip nodig voor de invloed van de pH, van het etsmiddel (ijzerchloride) en van verdere zouten op hydrophiele kolloïden, alsmede de diffusie der reactieproducten.

Men krijgt dan ook een groot ontzag voor de vindingrijkheid en het experimenteer-vermogen van *Kličk*, die deze werkwijze omstreeks 1890 goeddeels heeft ontwikkeld met proeven, gericht op de praktische toepassing.

Pas daarna, ca. 1900, begon de wetenschap zich een beter beeld te vormen van stoffen met zulke sterk absorberende eigenschappen voor water en andere vloeistoffen, en koos *Perrin* de onderscheiding hydrophiel en hydrophoob voor deze stoffen als beste karakteristiek.

Het etsen van koper met ijzerchloride als reactie met ionenuitwisseling ($\text{Cu} + \text{Fe}^{+++} \rightarrow \text{Cu}^+ + \text{Fe}^{++}$), de complexe oplosbaarheid van het gevormde tussenproduct cuprochloride en de rol die het ijzerchloride in verschillende concentraties daarop en op het etsen uitoefent, zijn pas later bestudeerd.

De fotografie.

De rol van de natuurwetenschappen in de fotografische werkwijzen vormt een boekdeel op zichzelf. Ten tijde van de eerste broomzilver-emulsieplaten van 1850 was de ontwikkeling dezer werkwijzen experimenteel, met gebruikmaking van de kennis der chemicaliën; de fotografische techniek breidde zich uit met kleurfilters, en met sensibilisatoren ter verhoging van de kleurgevoeligheid der emulsies.

Geleidelijk aan kwamen kolloïdchemische studies aan gelatine naar voren, nodig om de lichtgevoeligheid

der halogeen-zilver dispersies steeds verder op te voeren.

Het gehele fotografische proces werd bestudeerd als een samenspel van fysische en chemische verschijnselen: de bereiding en rijping van de halogeen-zilver dispersie in het hydrophiele kolloïd (gelatine); de invloed van sporen van bepaalde organische stoffen daarop; de inwerking van lichtquanten onder vorming van kleine zilverkerntjes; de chemische afzetting van zilver op de kerntjes, voor zover deze ontwikkelbaar zijn door inwerking van reductiemiddelen (ontwikkelers); de aldus ontstane zwarting der fotografische laag en het gebruik der karakteristieke zwartingskrommen bij het kopiëren der negatieven; de looiende werking der kopiëerlagen en de diffusie en inwerking der etsmiddelen.

De climax van de fotochemische studies vindt men tegenwoordig in de kleurenfotografie, resultaat van het onderzoek der kleurstoffen en sensibilisatoren. Dit alles vergt vèrgaande specialisatie, zodat de fotomaterialen en kopiëerlagen doorgaans uit andere, bijzondere bedrijven, worden betrokken en de graficus zich geheel richt op de toepassing daarvan voor de vervaardiging van zijn cliché's, drukplaten en drukcylinders.

Lithografie en offsetdruk.

De toepassing van de grensvlak-spanningen in de grafische techniek dateert van omstreeks 1800. Het zou echter nog ruim een eeuw duren, al eer een goed gefundeerde verklaring voor het verschijnsel werd gegeven.

Bij zijn pogingen om letters in steen te etsen, ontdekte *Senefelder* in 1796 de afstotende werking, die vetkrijt op water uitoefent. De letters daarentegen namen de

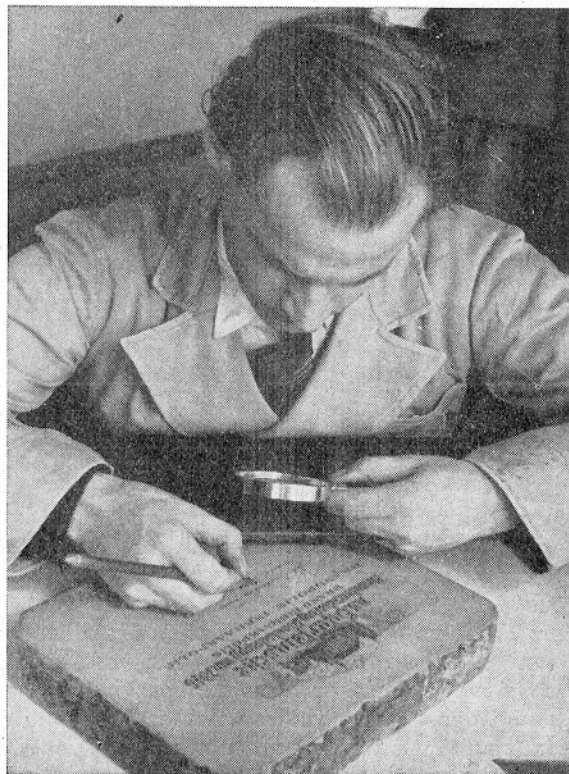


Fig. 7. Ambachtsman: De steengraeur grift met de hand fotografische copie met mierenzuur en CaCl_2 en strijkt vervolgens lak en vetzuurhoudende inkt erin.

drukinkt wel goed aan. Dit bracht hem bijna bij toeval op de gedachte, de letters vet te houden, als het verdere steenoppervlak werd weggeëtsd. Zo kon *Senefelder* een drukvorm maken.

Verder experimenterende ontdekte hij, dat de steen nog beter als drukvorm kon worden gebruikt, als het niet vetgemaakte deel van het oppervlak niet diep werd geëtsd, doch alleen maar vochtig werd gehouden bij het ininkten.

Aldus ontstond de vlakdruk, en wel op steen: de *lithografie*. *Senefelder* ontwikkelde deze techniek tot een werkwijze met tal van varianten, alom gebruikt voor reproductie en handelsdrukwerk; hij schreef een handleiding erover in 1818.

Later, halverwege de 19e eeuw, deden de kopiëerproeven van *Poitevin* de *fotolithografie* ontstaan. Dit werd in de vlakdruk de reproductiemethode, zodat de lithografie met vetkrijt en graveernaald zich zuiver kon ontplooiën als kunstuiting. De ontdekking, dat geruwd zink vocht kan vasthouden en aldus de drukinkt óók afstoot, deed langzaam maar zeker de zware en breekbare steen vervangen door het sterkere en buigzame zink.

Het *zink*, gebogen om een trommel, staat rotatieve drukmethodes toe. Vooral de vinding, de druk eerst af te zetten op een cylinder bekleed met rubberdoek en via deze soepele rubber pas op het papier (de *offset-druk* kort na 1900) bracht de vlakdruk snel in opgang.

Ook hier kwam, gelijk gezegd, de wetenschappelijke verklaring pas naderhand, in 1933. Het is de verdienste van *Tritton* geweest, hierover goed doordachte proefnemingen te hebben verricht en een aanvaardbare theoretische beschouwing te hebben gegeven.

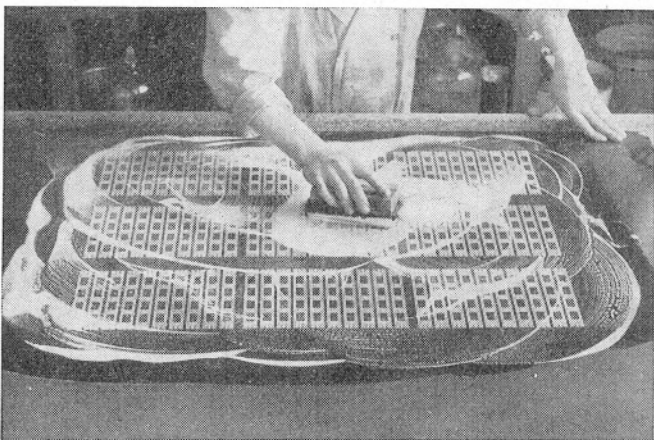


Fig. 8. Vakman: De kopiïst van offset-platen ontwikkelt zijn fotografische copie met mierenzuur en CaCl_2 en strijkt vervolgens lak en vetzuurhoudende inkt erin.

Volgens deze opvatting wordt het zink door korte inwerking van zuren, bijv. zwavelzuur, bedekt met een basisch zoutaanslag van misschien slechts enkele moleculen dik. Dit houdt het lijnolievetzuur vast, dat bijkennis *Tritton's* proeven onontbeerlijk is als bestanddeel van de drukinkt, wil deze op het zink hechten.

Het niet vette deel van het zinkoppervlak kon vervolgens op dergelijke wijze voorzien worden van een neutraal zoutaanslag door andere zuren (bijv. mierenzuur of oxaalzuur) erop te laten inwerken. *Tritton* toonde aan, dat arabische gom en dergelijke hydrophiele kolloïden zich kunnen vasthechten op dit neutrale zoutaanslag, en op hun beurt het water vast-

houden. Het is gebleken, dat het ruwen, zgn. „greinen” van het zinkoppervlak hiervoor bevorderlijk is.

Voor de foto-„lithografie” op zink kan men een dergelijke beschouwing geven.

Aanvankelijk werd daarbij gedrukt van de copie op steen resp. op zink. Later leerde men het gebruik kennen van dunne lakfilms in de copie, die de inkt beter vasthouden. Op deze grondslag ontstonden tal van werkwijzen, met verschillende kolloïden en etsmiddelen werkend, waarbij ook de kunststoffen een rol zijn gaan spelen.

Een andere wending nam de fabricage der offset-platen door de toepassing van het verschil in oleophil karakter van koper ten opzichte van chroom of staal. Een hele octrooilitteratuur ontwikkelde zich hierover; de zgn. *bimetaal*-plaat.

De voornaamste problemen die zich voordoen liggen op het terrein der grensvlak-spanningen en -structuren; de voordelen zitten daar eveneens, omdat men nu van het meer kwetsbare zink-oppervlak af is.

De platen worden langs galvanische weg voorzien van het gewenste tweede metaal (bijv. koper op staal of chroom op koper).

Dit geschiedt vóór het kopiëren, ofwel door plaatse-lijk neerslaan in de gereede copie. Een der voornaamste moeilijkheden is de hechting der metalen op elkaar; hierover wordt nog steeds verder onderzoek verricht. Is de plaat goed gecopiëerd en goed hechtend met metaal bedekt, dan kunnen er oplagen van meer dan een miljoen druks van worden gemaakt.

Van een goede *zink*plaat haalt men tot 1/3 miljoen druks. Deze ontwikkeling is wel tekenend voor de tijd. Honderd jaar geleden zocht men ernaar de fotolithografie uit te werken tot reproductietechniek om aan de toenemende vraag te kunnen voldoen. Thans werk men aan procédés om miljoenenoplagen te kunnen drukken.

In offsetdruk komen deze echter niet zo veel voor, en dat geldt niet alleen voor ons land. De grote oplagen zijn die der tijdschriften, en die worden meestal in diepdruk of hoogdruk vervaardigd.

De galvano, een vak afzonderlijk, heeft bij de vervaardiging van de drukvormen een steeds toenemend aandeel, niet alleen ter verhoging van de weerstand tegen slijtage van het oppervlak der drukplaten en cylindrs, maar ook bij de tot standkoming daarvan. Dat hieraan hoge eisen worden gesteld, zal men zich kunnen voorstellen, als men de fijnheid van het drukbeeld in beschouwing neemt, en daarbij dan nog bedenkt dat het poetsen ter verhoging van de gladheid van het oppervlak uiteraard is uitgesloten. Het gaat hier om afmetingen in microns.

Kleefstoffen.

Er zijn enige nevengebieden bij het grafische bedrijf, waarmee de drukker te maken krijgt. Ook daar komt de kennis der materialen hoofdzakelijk neer op begrippen uit de kolloïdchemie; die gebieden zijn de kleefstoffen en laklagen, vernissen en drukinkt en niet te vergeten: het papier.

Werden nog niet zo lang geleden eiwit, dierlijke lijm, stijfsel en gommen als kleefstof aangewend, de opkomst der kunststoffen heeft het gebied der mogelijkheden bijna onafzienbaar uitgebreid. Polymeren kleefstoffen in oplossing of emulsievorm brachten films, welke hechten op velerlei oppervlakken en

desgewenst ook elastisch van aard zijn. Daarnaast kwam de toepassing van kleefstoffen op basis van tal van koppelings- en condensatie-reacties, die verhardten zonder verdamping, en dan onoplosbaar kunnen worden.

De kennis van het wezen van het hechten en plakken kon zich ontplooiën, door de intrede van begrippen als secundaire valentiekrachten en polaire groepen; rheologie en micellaire structuren gaven de verklaring van de inwendige samenhang in de kleefstof, een boekdeel op zichzelf.

Kleven en plakken vormen een fraai terrein voor de kunststoftechnologie, welke de eisen die het gebruiksdoel daaraan stelt, coördineert met de wijze van vervaardigen van het drukwerk en de daarbij te gebruiken grondstoffen: drukinkt en papier.

Drukvormen worden vastgeplakt bij de montage; drukwerken worden vernist of voorzien van glanzende vernissen, of van een plasticafolie, en het zou wel erg prettig zijn, dergelijk werk te kunnen opplakken of in boekbanden te kunnen inlijmen. Dat is inderdaad mogelijk, doch slechts met behulp van kleefstoffen, die chemische verwantschap met de foliën vertonen.

Drukinkt.

Vroeger was drukinkt een innig in elkaar gewreven mengsel, dat men maakte van lijnolie met druivenzwart, oker, vermijloen of een ander kleurend pigment. Allengs is de drukinkt uitgegroeid tot een kolloïdaal dispers fabrikaat, aangepast aan de vele eisen, die de druktechniek en verder gebruik daaraan stellen.

In het eind der 19e eeuw kon men talrijke substantieve *kleurstoffen* in de drukinkt gaan toepassen, terwijl omgekeerd ook de kleurstoffenfabrikanten hun producten gingen aanpassen om als pigment in drukinkt te kunnen dienen. Men begon met de kleurstoffen te laten adsorberen op substraten als aluminium-hydraat, waardoor de eigenschappen verbeterden. Later werden de co-praecipitaten met wolfram- en molybdeen-zuren uitgewerkt, waarbij de kleurpigmenten aanmerkelijk stabielere eigenschappen in zonlicht en ten opzichte van water verkregen: de zgn. „*fanal-kleurstoffen*”.

Omstreeks 1937 werd daarenboven een type pigment ontwikkeld, dat in zichzelf reeds stabiel is, en grote chemische bestendigheid heeft: de phtalocyanine-koper- (resp. nikkel-) complexen.

Zo heeft de moderne inktmaker de keuze gekregen uit een zeer uitgebreide schaal van pigmenten, met elk hun typerende eigenschappen. De korrelstructuur en de organisch-chemische bouw zijn van grote invloed op de gedragingen van de pigmentdeeltjes in het olieachtige bindmiddel. Vooral het hydrophiele of oleophile karakter der zijketens in het molecuul zijn hierbij bepalend.

De stijve drukinkten, waarin het pigmentgehalte soms tot 80 % bedraagt, vertonen pasteuse eigenschappen met vloeigrenzen, of met sterk gebogen D- τ -krommen; men kent tegenwoordig de opstijvende werking als thixotropie; de inkt neigt tot emulgeren met het vocht der offsetdrukplaten en het kleurpigment lost soms iets op in het bindmiddel, al naar de aard van het pigment en de wijze van malen in de vernis.

Deze complexe drukinkt-technologie kan niet los van de grafische techniek worden gezien; integendeel, de rheologische eigenschappen der inkt pasta's hebben veelal een zeer grote invloed op het drukresultaat.

Twee honderd jaar geleden kwam *het drukken* neer op het aanbrengen van lijnolie-pigment-pasta op een houtsnede of drukletter, ofwel in de groeven van een gravure, gevolgd door het stevig aandrukken van een vel papier tegen deze drukvormen. Oxydatie aan de lucht zorgde voor de droging.

Ook thans wordt de drukinkt op de drukvorm aangebracht, en moet daar blijven hechten op het oppervlak of in de groeven en rasterputjes, tot het papier de inkt ervan afneemt of zelfs opzuigt. Het „drukken” van tegenwoordig betekent *coördineren*; en wel het coördineren van drukvorm, van de kolloïdale dispersie van het pigment in het bindmiddel, en van het papier, een coördinatie met een zeer uiteenlopende karakteristiek, alnaar de toegepaste druktechniek. De rol van het *bindmiddel* is niet alleen die van dispergerende phase in de inkt pasta, doch ook die van een vloeibare phase, welke min of meer in het papier (de capillaire derde phase) binnendringt. Tijdens deze diffusie dient de drukinkt te verharden (te „drogen”), zodat de inktfilm op het papier wordt verankerd.

Eenzijds worden de attractie-krachten zodanig gekozen, dat de inktfilm hecht op de vezels en verdere bestanddelen van het papier, en dat het bindmiddel in de poriën daartussen wordt ingezogen. Anderzijds is voldoende adhesie aan de pigment-dispersie noodzakelijk.

De grafische chemicus heeft behalve een uitgelezen reeks oliën en verhardende kunststoffen, ook de mogelijkheid van heterodisperse vloeistofphasen tot zijn beschikking.

Het bindmiddel wordt daartoe samengesteld uit condensatieharsen, welke men in de gebruikelijke drogende oliën (onverzadigde vetzuurglyceride-oliën) „stookt” tot een hoog moleculaire verbinding. Deze wordt gedispergeerd in dunne minerale olie.

Het chemisme van de verharding is dan dusdanig, dat de laatste koppelingsreacties worden verhinderd door deze dunne olie tussen de molecuulcomplexen. Eenmaal op het papier aangebracht, diffundeert de olie daarin en heeft de verharding van de inktfilm snel plaats. Aldus worden sneldrogende drukwerken verkregen.

Ook op andere wijzen kan de drukker de droging bevorderen. Zo coördineert de drukker; hij bundelt de druktechnieken, de inkttechnologie en het papier, en houdt tevens de doelmatigheid van het drukwerk als gebruiksvoorwerp voor ogen. Zonder de kennis van het wezen van het papier kan de grafische industrie evenmin vooruitkomen.

Het papier.

De kunst van het papier maken was reeds in de middeleeuwen uit het Oosten tot Zuid- en West-Europa doorgedrongen. De kunst, om vezels van katoen en van linnen zodanig fijn te verdelen en te bewerken, dat een vaardig vakman er papier van kon scheppen. Tal van vindingen maakten het vervaardigen van grotere hoeveelheden papier mogelijk, zoals de stamphamers aangedreven door waterkracht, en later de „hollander”, het maalwerktuig waarin de vezelmasa wordt bewerkt en waarin het tevens circuleert. Reeds toen besepte men, dat de wijze van voorbehandelen der vezels in hoge mate bepalend is voor de aard van het daarmee geschepte papier. De uitvinding van de papiermachine, constructie van Robert omstreeks 1800, bracht hierin geen essentiële verandering, evenmin als de ingrijpende chemische

processen, waarmee men in de 2e helft der 19e eeuw vezels ging winnen uit hout, uit stro en uit allerlei andere plantaardige grondstoffen. En toch zouden deze chemisch ontsloten celstoffen een hele evolutie teweeg brengen in de wereld van het papier.

De steeds toenemende vraag naar papier voor drukwerk werd oorzaak dat men er met papier, gemaakt van alkalisch gezuiverde linnen- en katoenvezels, en nagelijmd met dierlijke lijm, niet meer kwam, ook niet al stelde men zich tevreden met minderwaardige lommen.

Er waren andere grondstoffen nodig. En onder deze drang ging men omstreeks 1855 stro ontsluiten met loog, en ontwikkelden *Ritter* en *Kellner* een kookproces met kalk en sulfietloog, waarmee men spaanders hout kan doen uiteenvallen in cellulosevezels. Harsen, gommen en andere plantensappen alsmede lignine werden daarbij verwijderd.

Tal van ontsluitingsprocessen werden in de loop der jaren uitgewerkt; een der eerste was zelfs het afslijpen van gezaagde boomstammetjes, waarbij een vezelige massa werd verkregen. Reeds in 1860 verwerkte men deze „houtslip” samen met de chemisch ontsloten houtcelstof, strocelfstof en met lommenvezels tot papier. Voor de lijming ging men emulsies van verzepte hars gebruiken, in de plaats van dierlijke lijm.

Maar alras kwam men dan tot de ontstellende ontdekking, dat dit houthoudende papier, ja zelfs het papier dat alleen houtcelstof bevatte, allerminst zo duurzaam was, als men van vroeger gewoon was.

Omstreeks 1890 kwam hier een groeiende belangstelling voor, en dank zij stelselmatige research op dit gebied kwam men tot het inzicht, dat lignine door zijn sterke oxydeerbaarheid zeer vergankelijk is, vooral door de inwerking van het licht; dat harsen om dezelfde reden ongeschikt zijn voor duurzame lijming van het papier, maar dat ook de gaafheid der vezels zelf bepalend is voor de houdbaarheid.

Zelfs het malen, dat de sterkte en samenhang van het papier bevordert, vergroot de aantastbaarheid van papier, doordat de wand der vezels door de maling wordt beschadigd.

Zoals reeds eeuwen werd ingezien, is juist de wijze van malen van zo groot belang voor de eigenschappen van het papier. Het is de kolloïdchemie der cellulose, gesteund door röntgenonderzoek en macromoleculaire chemie, die ons inzicht verschafte in de micellaire structuur der cellulose.

Men paste zorgvuldige, trapsgewijze ontsluitingsmethodes toe, om tot gave en zuivere vezels te komen met een hoog gehalte aan moeilijk aantastbare α -cellulose. Aldus ontwikkelde zich een industrie van veredelde celstoffen, met het doel, sterkte en duurzaamheid van die der lommenpapieren te evenaren.

De papierfabrikant ontwikkelde zijn fabrieken door zorgvuldige keuze der celstofsoorten, door de wijze van malen, de lijming met hars en de toepassing van positief polaire kunststoffen op de van huisuit negatieve cellulosevezels. En allerlei nabehandelingen werden uitgewerkt.

De drukker staat thans te midden van een schare van papiersoorten; hij heeft de keuze uit een schier onbeperkt aantal mogelijkheden, waarmee hij zijn drukwerk zal moeten vervaardigen op de meest doelmatige wijze. Hij zal degene moeten zijn, die aan de papierindustrie aangeeft, welke eigenschappen wenselijk, noodzakelijk of ongewenst zijn. Hij moet de

aanwijzingen verschaffen waarop de papierfabrikant zijn product vervaardigt.

De drukker ontmoet een levendige research in dit gebied. De grafische onderzoeker zal moeten onderscheiden, dat de gestelde problemen van drie kanten worden benaderd.

Daar is de kolloïdchemische zijde, die de papiervezels doet zien als hydrophiele, micellaire structuren, waarbij de hydrophiele zetmeel- en gelatine-gelen, de harszeep-emulsies en de kristallijne vulstofdispersies een additionele rol vervullen.

Daar is ook de fysieke zijde, die de papierporiën bestudeert, de aantrekkingskrachten in de capillairen en de aldaar aanwezige vloeistof- en vaste fasen, met hun grensvlakspanningen, randhoeken en inzuigvermogen.

En ten derde is daar de zijde der microscopie, die de structuren der drukvormen ten opzichte van die van het papier-oppervlak bestudeert, en aldus het gedrag van de drukinkt in of op de drukvorm, op het oppervlak der papiervezels en in de holten tussen deze vezels helpt verklaren.

Bijzonder drukwerk.

Zo ontwikkelde het grafische ambacht zich, door vindingrijkheid en door doelbewust zoeken, tot een industrie.

Zo vormen nog steeds de onderzoekingsmethodes, naast de kennis der materie, de grondslag waarop de grafische industrie gevoerd wordt naar nog steeds grotere hoogten. Hoogten wat betreft de aard van het product, deszelfs kwaliteiten en productiemethodes. Een proces, dat zijn climax vindt in de vervaardiging van *uitzonderlijke drukwerken*.

Daartoe wordt tot slot ons zoeklicht nog gericht op de reproducties van bijv. schilderstukken, of portretten en bloemen in de natuurlijke kleuren, alsmede op de drukwerken van geldswaardig of aanverwant karakter.

Het is daar, dat de natuurwetten, bekend uit chemie en physica doelbewust en doelmatig worden toegepast in de grafische techniek.

Een eis, gesteld door het culturele peil van de bevolking, door welke deze drukwerken worden gebruikt en gewaardeerd. Gewaardeerd, en op hun bruikbaarheid geschat. Want dat doet het publiek.

De drukker van een kleurendrukwerk zal een top-prestatie moeten leveren, wil zijn werk de toets der vergelijking met het origineel in de natuurlijke kleuren doorstaan, onder velerlei verlichting.

De toets voor de vervaardiger van geldswaardige stukken ligt daar, waar men probeert de authentieke waarde van een drukwerk te veranderen of het na te maken: identiteitsbewijzen, zegels en waardestukken.

Figuur 9 toont hoe in 1814 de eerste bankbiljetten werden beveiligd tegen namaak. Uiteenlopende, exclusieve lettertypen vormden voor de namaker van die tijd een groot struikelblok. De ornamenten in de randen werden samengesteld uit de typografische tekens, welke normaal dienden voor het zetten en drukken van muziekpartituren, en waarvan Joh. Enschedé en Zonen de enige bezitters waren; een schier onoverkomelijk probleem voor de namaker, in een tijd zonder fotografie, zonder fotografische reproductietechnieken.

In de 2e helft der 19e eeuw werd dit uiteraard wel anders. De techniek der beveiliging heeft zich dus-



Fig. 9. Een bankbiljet uit 1814, geheel uit zetsel vervaardigd.

danig ontwikkeld, dat men zich aan een clichédruk in een tijdschrift hiervan geen beeld kan vormen. Men neme daartoe het echte biljet zelf.

Het bestuderen van de bankbiljetten zal dan de aandachtige beschouwer ervan doordringen, hoezeer de vervaardiger daarvan zich genoopt ziet te werken met een verfijnde techniek.

Hij ziet zich gesteld tegenover de meest uitgelezen werkwijzen van zijn eigen tijd en van de naaste toekomst: die der fotografie en techniek der reproductie, maar ook tegenover de oude knepen van de handwerksman.

Hij zal de middelen der chemie en physica moeten uitputten, ten einde te bewerkstelligen, dat zijn tegenstander, de bedrieger der gemeenschap, terstond zal worden ontdekt.

Ook hier dus een samengaan van de kennis van natuurwetenschap, ambacht en techniek, karakteristiek voor het grafische werk.

Haarlem, Laboratorium van Joh. Enschedé en Zonen
Grafische Inrichting N.V.