



ROGER KOCKAERTS

CONSERVERINGSBEHANDELING
VAN DE
BARIETEMULSIE

Editions pH7
Brussel
2005

ROGER KOCKAERTS

CONSERVERINGSBEHANDELING
VAN DE
BARIETEMULSIE

Editie pH7
Brussel
2005

In het traditionele zilverprocédé is de barietprint nog steeds de meest aangewezen papieremulsie voor het verwezenlijken van de zogenaamde hoogkwaliteits "fine print".

De archivale of conserverings-technieken van fotografische emulsies garanderen niet alleen een langdurig bestaan; zij voldoen aan de hoogste eisen van de gespecialiseerde musea en de internationale kunstmarkt.

De hedendaagse fotograaf heeft er alle baat bij zich deze werkwijzen eigen te maken.

pH7

PERMADOCUMENT, gespecialiseerd in fotoconservering en historische procédés:

- materialen, benodigdheden en conservatie-restauratie interventies op waardevolle documenten
- alle sensibilisering- en verwerkingsproducten voor alternatieve fotografische procédés
- zuurvrij conserveringspapier en karton
- prestige platina
- palladiumprints
- digitale densitometers Heiland, spoelapparatuur Deville, fotografische emulsies Bergger
- atelier pH7, tentoonstelling- en ontmoetingsruimte voor fotoliefhebbers

(Roger Kockaerts heeft ons verlaten in september 2019. Met hem verdwenen ook Permadocument en het Atelier pH7)



Dit document bevat het lesmateriaal voor de cursus "Conservatie & Restauratie voor Fotografie" die Roger Kockaerts gaf aan de Koninklijke Academie voor Schone Kunsten in Antwerpen.

De gelatinezilverdruk werd op zeer korte tijd door de digitale technologie verdrongen, en kan voortaan als een historische techniek beschouwd worden. Het is dus onze taak de overeenkomende vakkennis in stand te houden en deze informatie toegankelijk te maken voor een zo breed mogelijk publiek.

Onze dank aan Roger Kockaerts voor zijn toelating om deze tekst te verspreiden via Picto Benelux.

De auteur :

Roger Kockaerts (1931) was fotograaf, galerist, docent en fotorestaurateur.

Hij deed aan fotografie sinds 1956, met een voorliefde voor de natuur en de minerale of plantaardige texturen; ook heeft hij in willekeurige patronen uitgegroeide structuren gefotografeerd, die genereerd werden met behulp van de computer. Hij heeft tal van oude fotografische technieken toegepast, en meer bepaald de cyanotypie en de platien-palladiumdruk. Rond 1968 bestudeerde hij de oude, bijna helemaal vergeten orotone-techniek en ontwikkelde zijn eigen *orotypie*. Zijn recent werk is meer gericht op de fotografische bedoeling, en minder op het esthetisch aspect.

In 1989 heeft hij Permadocument-pH7 opgericht, een structuur die gespecialiseerd was in het conserveren en restaureren van fotografische materialen. Tal van inrichtingen (waaronder het Getty Conservation Institute in Los Angeles), musea, galerieën en kunstenaars hebben beroep gedaan op zijn expertise. Fotokunstenaars uit de hele wereld, die met alternatieve fotografische technieken werken, hebben in zijn galerie "Atelier pH7" tentoongesteld.

Vanaf 1994 doceerde hij in de afdeling conservatie en restauratie van de Koninklijke Academie voor Schone Kunsten in Antwerpen.

Roger Kockaerts was actief lid van Picto Benelux vanaf zijn oprichting, en bleef dit tot op het einde.

Andere publicaties :

"Archivale behandelingen en conserveringstechnieken voor moderne fotografische zilveremulsies".

"Techniques d'archivage pour les émulsions argentiques N&B modernes"

"Stabiliteit en conservering van fotografische kleuremulsies"

"Techniques d'archivage et stabilité des émulsions couleur"

"Identificatie, technologie en conservatie-restauratietechnieken van historische fotoprocédés.

- Deel 1: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van zilverzouten.

- Deel 2: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van ijzerzouten.

- Deel 3: procédés gebaseerd op de lichtgevoeligheid van chroomzouten.

"Historiek en praktisch gebruik van historische fotografische apparatuur. (met René Smets)

"Enkele gegevens over de historische en hedendaagse daguerreotypie en zoutdruk" (met René Smets)

"Het platina-palladiumprocédé"

"Procédés nobles en photographie: procédés photographiques basés sur la sensibilité à la lumière des sels de fer: platine-palladium, chrysotype, cyanotype, kallitype, argyrotipe, ziatype", e.a.

"De kunst van het Fotoarchief – 170 jaar fotografie en erfgoed" (met Johan Swinnen)

Picto Benelux

Picto is een informele vereniging, open voor wie een actieve interesse heeft in de oude technieken, ontwikkeld en gebruikt sinds het ontstaan van de fotografie. De bedoeling is deze technieken opnieuw in het licht te stellen en te doen herleven, in het respect van een ieders creatieve benadering.

<http://www.picto.info/>

Conservatiebehandeling van de barietemulsie

1. Intro
2. Constituerende elementen van de fotografische emulsie
3. Vergelijking tussen de traditionele verwerking en de conservatiebehandeling
4. Belichting en ontwikkeling
5. Stopbad
6. Fixering
7. Hulpspoelbad
8. Tonen
9. Gecombineerde toning en hulpspoelbad
10. Spoelen
11. Verificatie van het gehalte aan residuele producten
12. Drogen
13. Twee aanbevolen behandelingsmethoden
14. Monteren
15. Inlijsten
16. Blootstelling aan licht
17. Berging

**

*

1. Introductie

Het afbraakprocédé wordt, in 't algemeen, met zeer gemengde gevoelens beschouwd. We verheugen er ons in dat het ons zonder moeite afhelpt van dingen die we subjectief als lelijk of onbenullig betitelen. We betreuren het echter wanneer onvervangbare herinneringen onherroepelijk verdwijnen.

In sommige gevallen trachten we het verval te remmen doch meestal blijven we onverschillig en aanvaarden we het als een ontegensprekelijke natuurwet zonder dieper in te gaan op conserveringstechnieken die met weinig inspanning en kosten dierbare objecten voor het nageslacht van beschadiging kunnen vrijwaren.

De wereld van de fotografie is er dan ook slechts zelden in geslaagd om echt houdbare beelden te verwezenlijken. Zilverbeelden zijn fundamenteel onstabiel. Ze ontstaan door licht en gaan erdoor teloor. Waarschijnlijk is het de aanvaarding van het relatief vluchtig karakter van zilverbeelden die in 't verleden een staat van onverschilligheid veroorzaakte die heden ons fotografisch erfgoed in doodsgevaar brengt.

Nu dat we voor een onoverzienbaar aantal beschadigde fotografische emulsies staan, beseffen we plots dat we kennis en informatie tekortkomen om aan deze toestand te verhelpen. Het probleem van verval van fotobeelden werd slechts enkele jaren geleden ernstig aangepakt en wetenschappelijk bestudeerd.

Om ons grafisch en fotografisch patrimonium te redden dienen we zonder verwijl uitgebreide conserveringsprogrammas te ontwerpen en uit te voeren.

Preservering omvat de nodige maatregelen die men dient te treffen om een object van beschadiging te vrijwaren of om zijn verval af te remmen of te stoppen. Zo is de correcte archivale behandeling van fotografische emulsies de eerste conserveringsstap naar hun degelijke **conservatie**. Degelijk behandelde en met zorg opgeborgen fotografische emulsies hoeven in de toekomst geen verdere **consolidatie**behandelingen te ondergaan.

Vanaf zijn uitvinding heeft het zilverprocédé de populaire fotografie gedomineerd. De meeste zilverprocédés hadden als doel een fotoprint op een papierdrager te verwezenlijken om de andere bestaande drukprocédés te benaderen. De mogelijkheid om beelden te verwezenlijken door eenvoudigweg een vel papier aan zonnelicht bloot te stellen werkte intrigerend en er kwam een onmiddelijk respons zowel vanwege eenvoudige amateurs als vanwege de intelligentsia: dokters, scheikundigen, professors of religieuzen, die zich met min of meer succes geroepen voelden om hun steentje bij te dragen tot deze nieuwe drukmethode.

Het was vlug evident dat er veel onwetenschappelijke keukenrecepten aangewend werden met als gevolg dat er relatief weinig stabiele foto-beelden in de beginperiode van de fotografie geproduceerd werden. Men beseftte tamelijk snel dat er ernstige research moest uitgevoerd worden om de beeldkarakteristieken en de beeldstabiliteit te verbeteren.

Tot ongeveer 1854 was de toestand chaotisch en werd er zeer weinig serieus wetenschappelijk onderzoek verricht. Vele practici begonnen te experimenteren door eerst de aanbevolen richtlijnen te volgen en hierna zelf verbeteringen te willen aanbrengen. Dit gebeurde in alle verwerkingsfazen van het fotografisch procédé. Beeldbeschadiging was schering en inslag!

De "Société Française de Photographie" begon een studie van de printverbleking in 1855 en organiseerde een studievergadering op 18 mei 1855.

De "Photographic Society of London" stelde in dezelfde periode een "Committee on Positive Printing" samen. De objectieven ervan waren:

- de verbetering van de courante fixeerprocédés;
- onderzoek betreffende restauratiemethoden voor verbleekte prints.

Prints vervaardigd met verschillende procédés werden bij prominente fotografen gesolliciteerd. Men nam nota van alle technische gegevens en van de productiedata. Vervolgens werden op grote schaal behoudsexperimenten uitgevoerd in de enorme ruimte van het Crystal Palace te Londen. Er werden door het Engels comité vier suggesties geformuleerd¹ :

¹ First Report of the Committee Appointed to Take into Consideration the Question of Fading of Positive Photographic Pictures on Paper. In: The Journal of the Photographic Society, 36, 21-11-1855, Londen.

- 1) de print degelijk fixeren en hierna het fixeermiddel met de meeste zorg uit de fotografische emulsie verwijderen door water-spoeling;
- 2) onder één of andere vorm goud gebruiken in het procédé;
- 3) de print droog bewaren;
- 4) substanties bepalen die de print van licht en vochtigheid beschermen.

Het onbegrip van het noodzakelijk volledig fixeren en spoelen van de fotografische emulsie resulteerde in het verlies van talloze negatieven en prints uit de periode van de eerste levensjaren van de fotografie.² Een onvoldoend gefixeerd of gespoeld fotografisch zilverbeeld zal onder ongunstige bergingsvoorwaarden van temperatuur en vochtigheidsgraad aan zwarting verliezen en aldus verbleken.³

Verder onderzoek ontwikkelde tenslotte het idee dat chemisch omkleuren of tonen van het fotobeeld dit laatste beter zou kunnen preserveren.

De permanentie van fotobeelden hangt hoofdzakelijk af van:

- de interne stabiliteit van het fotomateriaal;
- de degelijke afwerking en controle van de behandelingen;
- het opbergmilieu.

**

*

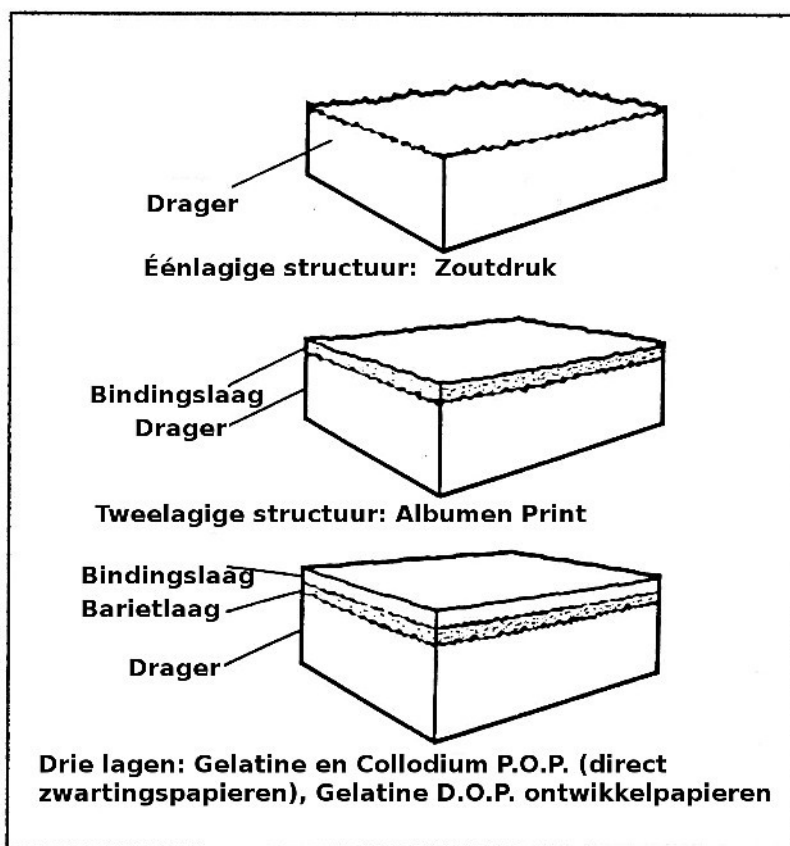
² Is Photographic Permanence Desirable? In: *The Camera*, vol.II, n°3, 1907.

³ What should be the Life of a Silver Print? In: *The Camera*, vol. II, n°7, 1907.

2. Constituerende elementen van de fotografische emulsie

De structuur van zilverprints

Een fotoprint kan principieel drie verschillende structuren aannemen:



Bij de éénlagige structuur bestaat de print gewoon uit een papierdrager waarop een lichtgevoelige oplossing aangebracht wordt. Deze dringt tussen de papierzvezels en vertoont na volledige verwerking een totaal mat fotografisch beeld.

Bij de tweelagige structuur wordt op de papierdrager een bindingslaag gegoten. Het bindmiddel bestaat uit albumine voor de albuminedruk en uit gelatine voor de Woodburytypie en de kooldruk, die de meest voorkomende voorbeelden van de tweelagige structuur uitmaken.

De moderne meerlagige structuur bezit bovendien een barietlaag die tussen de papierdrager en de lichtgevoelige emulsielaag aangebracht is. Deze laag bestaat uit gelatine waarin bariumsulfaat gemengd is. Dit maakt het conventioneel **barietpapier** uit dat hierna zal bestudeerd worden.

In 't verleden werd de afgewerkte print volledig vastgehecht op een montagekarton. Dit bestond gewoonlijk uit een hoofddrager uit karton van bedenkelijke kwaliteit waarop een papier van ietwat betere kwaliteit geplakt was. De print werd hierop vastgehecht, ofwel met stijfsellijm wanneer het ging om de zeer dunne albumineprints, ofwel met allerhande min of meer degelijke lijmsoorten. We zullen later zien dat deze doenwijze de oorzaak is waarom we dit montagekarton van slechte kwaliteit hoeven te verwijderen om de print in betere omstandigheden te kunnen bewaren.

Bij de barietemulsies moet onderscheid gemaakt worden tussen het **procédé met directe verzwarting**, waarbij het beeld ontstaat bij de belichting dat hierna alleen gefixeerd moet worden, en het **ontwikkelingsprocédé** dat het beeld na de belichting door een fysische ontwikkeling doet verschijnen.

Emulsiematerialen

Zilver

Zeer gepurifieerde zilverstaven worden met salpeterzuur behandeld om zilvernitraat in kristalvorm te bekomen. Deze kristallen worden in een wateroplossing in de verschillende fotografische emulsieformules gebruikt.

Zilverhalogeniden

Zouten zoals kaliumbromide, kaliumchloride en kaliumjodide zijn halogene materialen. Eén of meerdere van deze zouten worden met een zilvernitraatoplossing gecombineerd om zeer fijne kristallen te vormen. De zilverhalogeniden worden met een verdunde gelatine-oplossing vermengd. De lichtgevoelige kristallen zijn uniform in de gelatine verspreid.

Gelatine

Fotografische gelatine is een in hoge mate gezuiverde dierlijke proteïne. Enkele jaren geleden werd de inerte gelatine vooral vervaardigd uit beenderen afkomstig uit Pakistan en Indië. Vandaag gebruikt men tevens verse beenderen, koehuid, en kalfs- en varkensvel.

Strict gesproken is inerte gelatine niet absoluut vrij van foto-actieve componenten. Ieder jaar verbeteren de gelatinefabricanten echter de inerte eigenschappen van hun product. De vooruitgang wordt vooral geboekt ten opzichte van het natuurlijk zwavelgehalte van de gelatine. Het zwavelgehalte kan actueel geschat worden op 0,1 delen per miljoen, of 0,1 ppm.

Historisch gezien heeft de fotografische gelatine drie stadia doorlopen:

- Gelatine werd experimenteel in de fotografische technologie geïntroduceerd als waterdoorlatend bindmiddel ter vervanging van collodium.
- Gelatine werd vlug het universeel fotografisch bindmiddel. Voor meer dan een halve eeuw bevatte de gelatine eveneens de foto-actieve componenten waaraan men de emulsie aanpaste.
- Vandaag blijft gelatine nog steeds het universeel bindmiddel bij uitstek. Nu wordt er echter gebruik gemaakt van inerte gelatine waaraan de nodige chemicaliën toegevoegd worden.

Gelatine is een zeer stabiel materiaal in droge toestand. Het feit dat gelatine in water zwelt en aldus voldoende doorlatend is om de diffusie van de verschillende fotochemicaliën doorheen zijn structuur toe te laten maakt dat zij gedurende gans haar bestaansduur watergevoelig blijft.

Gelatine weerstaat gedurende een redelijke tijd aan droge hitte. Doch warmte bij hoge vochtigheid beschadigt haar snel tot een kleverige en oplosbare toestand. Als organische substantie is gelatine eveneens gevoelig aan zwamvorming. Zij wordt ook aangetast door sterke zuren of zuurachtige gassen aanwezig bij luchtbezoedeling of gevormd door beschadiging en afbraak van sommige dragermaterialen.

Gelatine wordt vooral voor haar opmerkelijke fysische en chemische eigenschappen gebruikt. Zij weerhoudt de zilverhalogenides in een uniform verspreide verdeling en heeft er geen tegenspoedige invloed op. De diffusie van de behandelingsproducten heeft geen invloed op haar weerstand, noch op haar houdbaarheid. Het is een stabiel materiaal dat in droge toestand gemakkelijk reproduceerbaar kan gemanipuleerd worden.

Deze eigenschappen laten de fabricage van stabiele fotoproducten toe, zowel voor als na de verwerkingsfase. In optimale conserveringsvoorwaarden is de gelatinelaag minstens even duurzaam als de drager waarop zij gegoten werd.

Dragermaterialen

Glas

Glas werd, vooral omwille van zijn doorzichtigheid, onmiddellijk na de uitvindingen van Talbot als fotografische drager gebruikt om de geöliede papiernegatieven van de calotypie te vervangen. Tijdens de tweede helft van de 19de eeuw was zijn gebruik zeer uitgebreid, vooral voor de fabricage van glasnegatieven.

De keuze van glas van fotografische kwaliteit wordt door verschillende parameters beïnvloed:

- perfecte doorzichtigheid;
- afwezigheid van fouten (luchtbellen, strepen, oneffenheden, e.d.);
- uniforme dikte;
- vlak oppervlak.

Om de hechting van de emulsielaag te bevorderen wordt het glas perfect gereinigd en hierna gepolijst. Nieuw glas moet ontdaan worden van vetstoffen, vingerafdrukken en andere onzuiverheden. Hiervoor volstaat een onderdompeling in een verdunde ammoniakoplossing.

Na de reiniging moet het glas gepolijst worden. Dit gebeurt door middel van krijtpasta of zeer dunne tripoli gemengd met water en een paar druppels salpeterzuur. Tripoli is een silicaatrotspoeder dat speciaal voor het polijsten van allerhande oppervlakken aangewend wordt.

De glasplaten moeten verschillende uren voor de emulsie-aanbrenging rusten om de door het polijsten opgewekte electrostatische lading te doen verdwijnen daar deze de aantrekking van stofdeeltjes bevordert.

Als een inert doorzichtig materiaal is glas in feite een ideale drager voor negatiefemulsies. Zijn fysische nadelen van gewicht, volume en breekbaarheid maken zijn gebruik echter onpraktisch voor de gebruikelijke fotografie. Voor bepaalde technische toepassingen waar de dimensionele stabiliteit belangrijk is worden nog steeds glasemulsies gebruikt.

Filmdragers

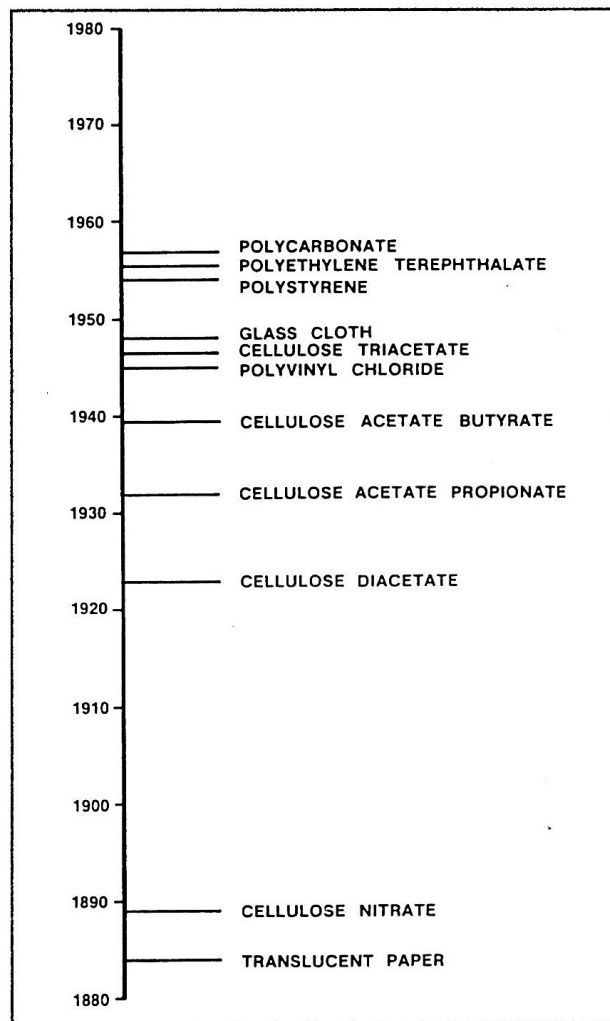
De fotografische industrie deed altijd beroep op materialen uit andere industrieën voor zijn filmdragers. De eerste uitvinders van het fotografisch procédé hadden in feite weinig bruikbare materialen tot hun beschikking: Daguerre gebruikt koper als drager. Later gebruikt men albumine en dan collodium als bindmiddelen voor het vervaardigen van fotografische glasplaten. Metaalplaat werd gebruikt voor ferrotypieën. Al deze materialen bezaten meer nadelen dan voordelen. Buiten glas waren ze ondoorzichtig en geen enkel was flexibel. Twee onontbeerlijke karakteristieken voor film zoals we die nu kennen.

Een eerste poging werd gedaan door George Eastman die een papierdrager doorschijnend maakte door behandeling met olie en was en hierop een lichtgevoelige emulsie aanbracht. Zo ontstond de eerste rolfilm die een ware revolutie in de filmindustrie teweegbracht. Daar de papierdrager weinig weerstandbiedend was werd er uitgekeken naar andere flexibele materialen.

Cellulosenitraat was een van de weinige bestaande plasticmaterialen uit die tijd en werd vooral gebruikt voor het vervaardigen van biljartballen en stijve hemdboorden in de confectie. Cellulosenitraat werd gedurende een periode van bijna 60 jaar als filmdrager gebruikt. Zijn grootste gebreken waren zijn chemische onstabieliteit en zijn hoge ontvlambaarheid. Deze karakteristieken waren reeds vroeg bekend, doch is de fotowereld er nog steeds onder invloed van. Vanwege de chemische onstabieliteit hebben alle grote filmarchieven programma's voor het kopiëren van nitraatfilm op meer stabiele filmdragers. Er zullen nog vele jaren verlopen vooraleer deze gigantische taak vervuld is

Cellulose-acetaat bleek een veiliger vervangmiddel voor nitraatfilm uit te maken. Men moest echter wachten tot in de vijftiger jaren om een "safety" filmdrager in tri-acetaat te zien verschijnen en de gevaarlijke nitraatfilm te zien verdwijnen. Ook acetaatfilm is niet optimaal stabiel zoals we later zullen zien.

Polyethyleentereftalaat, beter bekend als **polyester** of Mylar wordt tegenwoordig meer en meer aangewend als filmdrager tot vervanging van tri-acetaatfilm.



Historisch gezien werden de fotoprints eerst gemaakt op katoenvezelpapier dat verlijmd werd zodat de emulsie er niet kon indringen. De textuur van het papier beïnvloedt de manier waarop het licht van de print weerkaatst.

Barietpapier

Rond 1865 werd het idee vooropgesteld een glad substraat voor de emulsie te vormen door op het papier een mengsel van bariumsulfaat en gelatine aan te brengen. Niet op alle papieren werd bariet gebruikt en tot de tweede wereldoorlog kon men fotopapier met een zeer grove textuur verkrijgen.

De fotografische papierdrager moet zo bestendig en zo permanent mogelijk zijn. Het papier mag niet chemisch inwerken op de zilverhalogenide-emulsie. Het moet tevens fysisch en chemisch weerstandbiedend zijn aan de verschillende scheikundige behandelingen nodig om het zilverbeeld op te wekken. Het aldus bekomen fotografisch document moet vervolgens onder ideale bergingsvoorwaarden bijna oneindig lang kunnen bewaard worden.

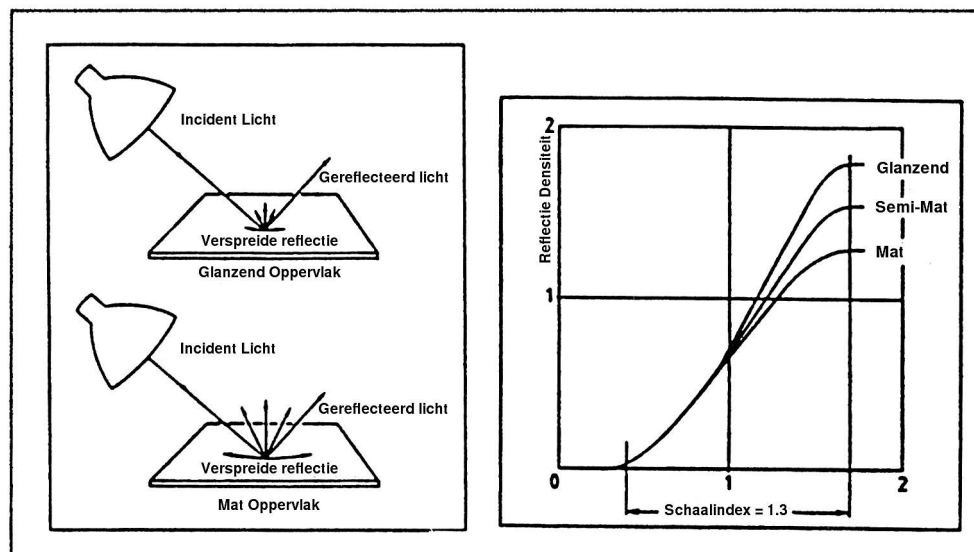
Omwille van de veranderlijke kwaliteit en de relatieve zeldzaamheid van de toen voorhandige katoenlommen moest een uniform basismateriaal gevonden worden. Houtpulp was een potentiële bron. Men verwijderde de onzuiverheden zodanig dat de cellulose in zuiverheid gelijkaardig was aan deze van vers geplukt katoen.⁴ De zuiverheid van deze houtpulp moest echter tot in het eindproduct, het papier, behouden blijven. Uitgebreid onderzoek leverde tenslotte een houtpulppapier van hoogstaande kwaliteit dat in niets moest onderdoen tegenover papier vervaardigd van uitgekozen lommen. Een fotografische emulsie op houtpulppapier heeft volgens uitvoerige studies⁵ evenwaardige conserveringseigenschappen als een identieke, op een glasplaat gegoten emulsie. Vanuit het oogpunt van de permanentie voldoet het gerafineerde houtpulppapier eveneens aan de hoogste eisen.⁶ Het traditioneel lommenpapier verdween aldus van de fotomarkt en werd vervangen door de gestabiliseerde cellulosemengsels waarvan hierboven sprake.

Bij conventioneel fotopapier wordt op de papierdrager een eerste laag gelatine gegoten waarin het bariumsulfaat of bariet bevat is. Hieraan voegt men soms gelatineverharders en optische witmakers of verven aan toe om een gladde opake basis te bekomen waarop de uniform dikke emulsielaag gegoten wordt. De lichtgevoelige emulsie bevat zilverhalogeniden van gegeven afmetingen, vorm en lichtgevoeligheden in een gelatinemedium om de chemische ontwikkeling te kunnen uitvoeren. Boven de emulsielaag wordt een bescherm laag aangebracht bestaande uit gelatine en verharders. En mat papier wordt bvb. bekomen door aan deze laag een mattend middel, gewoonlijk stijfsel of colloïdaal silicaat tot te voegen. Het is deze laag die de textuur van het fotopapier bepaalt en aldus ook zijn reflectievermogen zoals aangetoond in volgende figuur.

⁴ RASCH, R.H. et al - Highly Purified Wood Fibers as Paper Making Materials. In: Journal of Research of the National Bureau of Standards, nov. 1931.

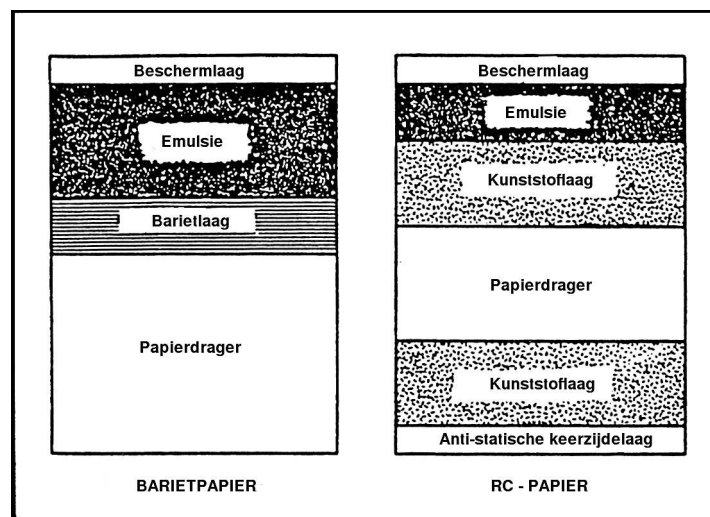
⁵ JANE, G.T. - Permanence of Paper, Eastman Kodak, 1935.

⁶ SCRIBNER, B.W. - Comparison of Accelerated Aging of Record Papers. In: Journal of Research of the National Bureau of Standards, sept. 1939.



Geplastificeerd papier, ook RC- of PE-papier

In 't verleden bestonden er talloze varianten van de conventionele barietemulsie. In sommige papieren werd de barietlaag weggelaten en in andere was er al of niet een beschermlaag boven de emulsielaag.

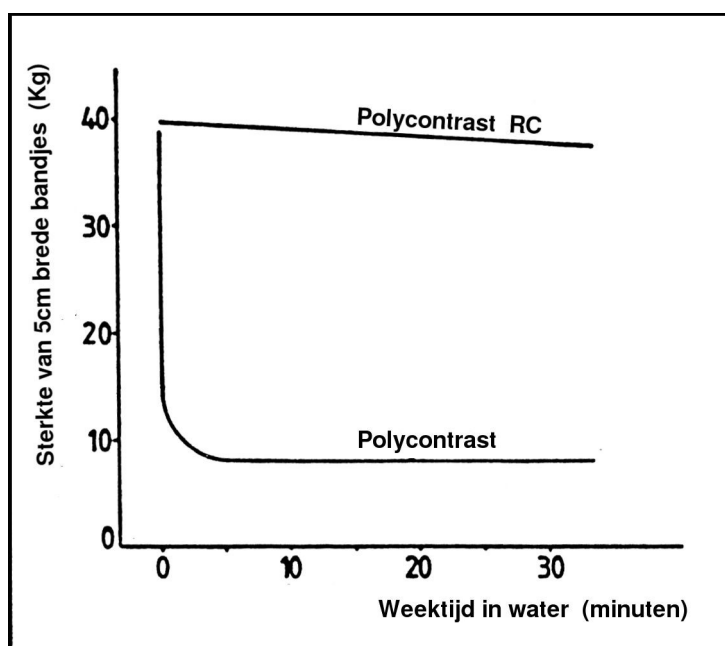


Een moderne variant is het geplastificeerd of RC-papier (Resin Coated). Hierbij is de papierdrager aan beide zijden bekleed met een polyethyleenlaag (PE-papier). Onder de voordelen van het plasticpapier vindt men:⁷

⁷ PARSONS, T.F. et al - To RC or not to RC. In: *Journal of Applied Photographic Engineering*, vol.5, n°2, 1979.

- een vluggere behandeling dank zij de verminderde spoel- en droogtijden;

- vermits de papiervezels niet meer met vloeistof verzadigd worden tijdens de verwerking wordt de normale papiersterkte van zijn droge toestand quasi behouden tijdens en na de behandeling in de verschillende baden, zoals getoond in volgend diagram. Men merkt op dat de papiersterkte van de RC-structuur bijna totaal behouden blijft daar waar deze van het barietpapier dadelijk afneemt bij verzadiging van de papiervezels.



- Door zijn speciale structuur wordt een eventuele krul of golving bijna geheel vermeden.

- De textuur van de emulsie kan in de RC-laag voorzien worden zodat bvb. het verglanzen van de print niet meer hoeft te gebeuren.

- De dunnere emulsielaag benodigt minder zilver hetgeen uit economisch oogpunt een pluspunt is doch hetgeen, bij vergelijking met kwaliteitsbarietpapier, een belemmering is bij het maken van de zogenaamde "fine print" met zijn rijke nuanceringen van de grijswaarden en met een diepzwart en helwit als uitersten.

Alle bovenvermelde voordelen plus een publicitaire actie maakten dat het RC-papier vlug het barietpapier van de handelsmarkt verdrong, vooral in de jaren 1976 tot 1978.

Als reactie werd in de wereld van de kunstfotografie een grootscheepse protestactie op touw gezet toen, in 1976, in de Verenigde Staten besloten werd de fabricage van barietpapier stop te zetten. Deze actie die zowel in Europa als in de Verenigde Staten ontelbare aanhangers telde had tenslotte tot gevolg dat de grote papierfabricanten de beslissing namen om conventioneel barietpapier te vervaardigen zolang de vraag bestaat.⁸

Ook in de gespecialiseerde pers van de kunstfotografie werden er grieven geformuleerd tegen het gebruik van RC-papier bij het maken van kunstwerken en van archivale documenten⁹ in 't bijzonder i.v.m. de verminderde permanentie van de RC-zilveremulsies.

Het RC-papier vertoonde in zijn relatief korte bestaansduur oxydatieproblemen van de emulsie en is zoals de meeste plasticproducten sterk onderhevig aan een verouderingsproces dat bij blootstelling aan hevig zonlicht brosheid van de emulsie veroorzaakt.

Hetgeen er in feite gebeurd is het volgende: gedurende de dag onttrekt het licht en de hiermee overeenkomende temperatuurssteiging door evaporatie een gedeelte van het door de emulsie geabsorbeerde natuurlijk watergehalte. Gedurende de nacht zijn het de temperatuursdaling en de energievermindering die de verloren vochtigheid opnieuw doen absorberen.

Dit veroorzaakt een reeks samentrekkingen en zwellingen van de emulsie terwijl de geplastificeerde papierdrager quasi ongevoelig is aan deze herhaalde vervormingen. Dit kant mettertijd een emulsie-afscheiding van de geplastificeerde drager tot gevolg hebben.

Men raadt af het RC-papier meer dan 4 minuten in water te baden hetgeen de adhesie tussen de verschillende lagen kan verstoren en golving aan de boorden veroorzaken. Men heeft eveneens opgemerkt dat chemische residus zich langs de boorden kunnen concentreren. Een afdoend middel hiertegen is na droging de boorden met minstens 3mm in te korten.

⁸ MESSER, William. - Ilford à Arles. In: *Galerie: de la photographie et de ses applications*, Ilford, 1979.

⁹ ANON. - In: *Camera*, Lucerne, Zwitserland, januari 1978.

Andere typische problemen van geplastificeerde emulsies in kleur of zwart-wit zijn de beeldverbleking en vergeling alsook het verschijnen van barsten te wijten aan de atmosferische bezoedeling.¹⁰

De papierfabricanten en de fotografische opzoekingslaboratoria werken intensief om de problemen van de geplastificeerde emulsies op te lossen.

Zowel de barietemulsie als het RC-papier hebben hun plaats in de fotografie. De keuze tussen de twee in functie van de bestemming van het eindresultaat moet tenslotte aan de fotograaf overgelaten worden. Voor conserveringsdoeleinden moet in ieder geval nog altijd de voorkeur gegeven worden aan het barietpapier en zijn archivale behandeling.¹¹

Soorten barietpapier

Zilverbromidepapier

De hoofdkarakteristieken van bromidepapier zijn: een hoge lichtgevoeligheid, een relatief beperkt belichtingsbereik en een diepzwarte en in 't algemeen neutrale toonwaarde die relatief gemakkelijk chemisch omgekleurd kan worden.¹²

Ilfobrom vertoont deze karakteristieken en wordt met zijn zes gradaties en zijn zuiver witte drager veelal als het basis zilverbromidepapier beschouwd.

Agfa Brovira van oudsher bekend voor zijn koude toonwaarde, wordt niet meer als barietpapier gefabriceerd.

Forte Bromofort blijkt nu de fakkel over te nemen.

Chloridepapier

Het chloridepapier heeft een hoog percentage aan zilverchloride en is hierdoor zeer traagwerkend en warm van toonwaarde. Het is meestal een contactpapier dat nog uiterst zeldzaam gefabriceerd wordt.

Vroeger (1885 tot 1940) droeg dit papier ook de naam van "gaslichtpapier". Het gaslicht in de huiskamer leverde voldoende licht voor contactbelichting en, bij verwijdering van de lichtbron, veilig ontwikkelen.

¹⁰ SCHWALBERG, Bob. - Color Preservation Update. In: *Popular Photography* januari 1982.

¹¹ SWAN, Alice. - Conservation of Photographic Print Collections, In: *Library Trends*, fall 1981.

¹² RADISIC, Pierre - Les papiers bromure. In: *Clichés*, n°24, 1986.

Chlorobromidepapier

(40% zilverbromide + 60% zilverchloride)

Chlorobromidepapier heeft een lage lichthevoeligheid, een tamelijk groot belichtingsbereik, veel detail in de schaduwpartijen zonder maximale zwarting en een bijzondere tonaliteit die men door de samenstelling van de ontwikkelaar kan veranderen van bruin tot olijfgroen.¹³

Eén van de meest gebruikte papieren van deze groep is zonder twijfel het Record Rapid papier van Agfa-Gevaert.

Andere papiersoorten zijn: Kentmere Kentona & Art Classic, Sterling Tapestry, Oriental Portrait, Kodak Ektalure en Forte Fortezzo Museum.

Bromochloridepapier

(40% zilverchloride + 60% zilverbromide)

De kleurvariaties met deze papiersoort zijn minder gevoelig dan bij de chlorobromidetypes. Zo geeft seleniumtoning meestal een meer purperachtige beeldkleur.

Papiersorten in deze categorie bevatten Ilford Galerie en Oriental Seagull.

VC - papier

Het barietpapier met variabel contrast maakt op zichzelf een aparte categorie uit. Het grote voordeel van dit soort papier is de mogelijkheid om lokaal het beeldcontrast te kunnen veranderen door filtrering met een menging van gele en magenta filters..

Het bestaat uit twee lichtgevoelige lagen die beide aan een verschillend gedeelte van het lichtspectrum gevoelig zijn en hierdoor het gebruik van een reeks kleurfilters vergen. Alle grote papiermerken hebben heden hun eigen VC-papier.

Het type van vergroterslichtbron verandert eveneens het printcontrast: condensatorlicht = + contrast en koud cathodelicht = + zacht

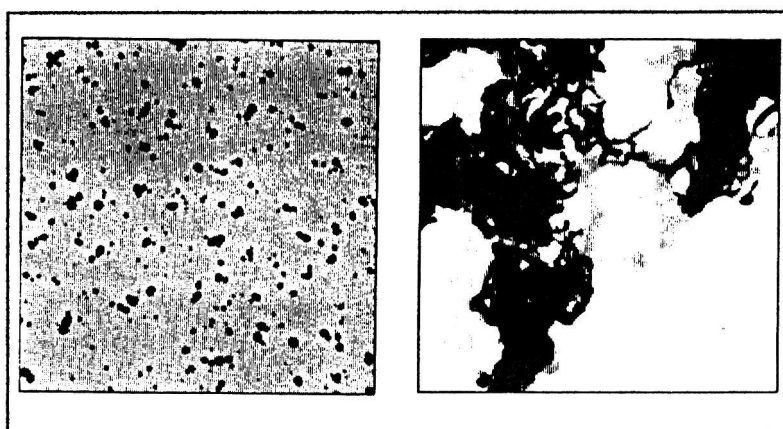
Forte Polywarmtone VC & Polygrade, Agfa Classic, Ilford Multigrade FB, Kodak Polymax Fine Art en Kentmere Fineprint zijn voorbeelden van befaamde VC barietpapiersoorten.

¹³ RADISIC, Pierre. - Les papiers chlorobromure. In: Clichés, n°26, 1986

Het beeldzilver

Een twee dimensionele afbeelding bestaat uit onderdelen die licht absorberen, weerkaatsen of verspreiden. In het geval van een fotografische zilverprint zijn het de fijnverdeelde zilverdeeltjes die selectief het licht absorberen dat anders door de papierdrager weerkaatst wordt.

Het verschil in uitzicht en de variaties i.v.m. de relatieve stabiliteit van zilveremulsies zijn afhankelijk van de fysische vorm van het metallisch zilver in het zilverbeeld.



Relatief kleine zilverdeeltjes veroorzaken warme beeldkleuren (gele, rode en bruine), terwijl relatief grote zilverdeeltjes meer neutraalzwarte kleuren opwekken. De vorm van de zilverpartikels komt hier eveneens tussen. Uitgerekte zilverdeeltjes of deze met onregelmatige vormen maken het beeld meer neutraalkleurig dan dezelfde hoeveelheid sferische zilverpartikels.

Een derde invloed op de beeldkleur is de onderlinge afstand tussen de zilverdeeltjes. Een compacte groep reageert op licht op dezelfde manier als een enkelvoudig omvangrijker zilverdeeltje.

De nuancerings in de beeldkleur van zilverprints worden veroorzaakt door de interactie van deze microscopische structurele eigenschappen. De microstructuur van zilverbeelden ontstaat gedurende de initiale beeldformatie.

In alle P.O.P. procédés (Printing-Out-Paper of papier met directe verzwarting) bestaat het beeld uit **fotolytisch zilver**. "Fotolytisch" betekent letterlijk "gescheiden door licht".

Fotolytische zilverdeeltjes zijn ongeveer sferisch van vorm. De beelden die hieruit voorkomen hebben kleinere, en minder, zilverdeeltjes in de hoge lichten dan in de schaduwpartijen daar de grootte van het individuele zilverdeeltje direct evenredig staat tot de hoeveelheid opgeslorpt licht tijdens de belichting.

Bij het ontwikkelingsprocédé ontstaat er **filamentair zilver** onder de vorm van fijne gestrengelde zilversnoeren. Een typisch filamentair zilverdeeltje bestaat uit een bundel van ineengestrengelde filamenten die kolossaal lijken ten opzichte van de kleine sferen van fotolytisch zilver.

Conservatieproblemen eigen aan de barietemulsiestructuur

Alle zilverprenten bestaan uit beelden van fijnverdeeld zilver in een organische colloïdale laag op een papierdrager. Zij zijn allen onderhevig aan de problemen van de chemische onstabieleit van dit zilver dat oxydeert en verdoft.

De problemen eigen aan de delicate laminaire structuur van de bijeengebrachte materialen zijn minder bekend alhoewel zij misschien evenveel schade berokkenen als de welbekende beeldverzwakking.

Eerst en vooral is er de uitzetting en de inkrimping van de verschillende lagen bij veranderlijke vochtigheid. De emulsielaag zet het meest uit en de papierdrager het minst. Als resultaat bekomt men een krul en/of golving van de print.

De hoeveelheid golving hangt af van de vochtigheidsgraad van het milieu en van de dikte van de verschillende lagen. Indien de golving recent is kunnen dergelijke vervormingen van een ongemonteerde afdruk verwijderd worden door verhitting in een drukpers, door bevochtiging of bij intense golving, door herweken en herdrogen.

Het gebruik van de zogenoemde "Print Flattening Solutions" om golving te vermijden moet ten strengste afgeraden worden. Deze oplossingen bevatten hygroscopische substanties die de luchtvochtigheid opslorpen en een abnormale vochtigheidsgraad in de print opwekken en zwelling van de emulsie veroorzaken. Hoge vochtigheidsgraden werken bovendien zwamvorming in de hand.

Traditioneel lostte men de problemen van krul en golving op door de zogenoemde droogmontage, tzt door verhitting en aaneenhechting in een drukpers. Zoals we later zullen zien wordt de droogmontage niet aanbevolen voor prints met een permanente waarde.

Een tweede probleem te wijten aan de structuur is de uiterst grote kwetsbaarheid van de print i.v.m. de ombuiging van de emulsie. Zelfs een lichte ombuiging zet de buitenste laag onder belangrijke druk- en trekspanningen. De emulsie kan hierdoor barsten en plooien en de papierdrager kan eventueel scheuren.

Conserveringsdozen bestemd voor ongemonteerde barietemulsies moeten een strakke steun bieden om elke ombuiging te vermijden. In de meeste gevallen dient men reeds opgetreden schade te verhelpen of te minimiseren, ofwel de bergingsvoorwaarden te verbeteren.

Vermits er tegenwoordig welbepaalde en goed omschreven conservatiebehandelingen bestaan, bestaat de mogelijkheid om voor nieuw aangekochte fotowerken waarborgen te eisen i.v.m. de toegepaste archivale technieken.

De levensduur van een zilverdruk is afhankelijk van een aantal factoren. De meest voorkomende hieronder is zonder twijfel de aanwezigheid in de emulsie en de papierdrager van residuele chemicaliën. De fotograaf is er zich niet altijd van bewust welke veilige behandelingen hij moet aanwenden om zijn werken een lange bestaansduur te verzekeren.

De fotograaf, en meer in 't bijzonder de kunstenaar fotograaf heeft een belangrijke morele verantwoordelijkheid tegenover een iemand die zich zijn kunstwerk aankoopt en dit voor de komende generaties wenst te bewaren in een privé- of museumverzameling.

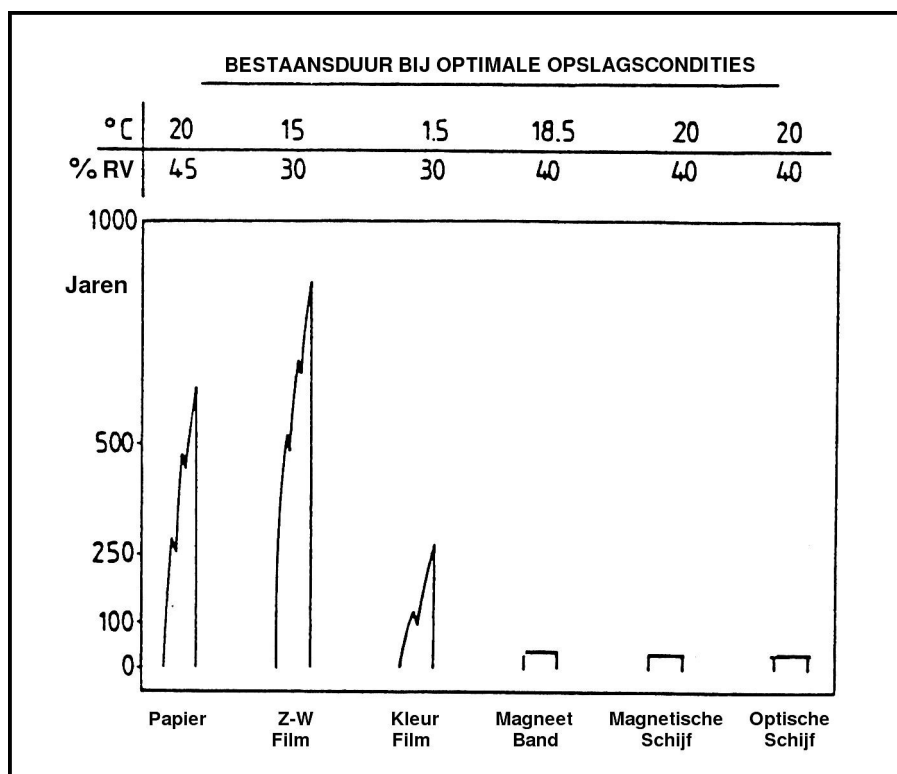
De archivale technieken waaraan in de laatste jaren in internationale kunstkringen veel aandacht besteed wordt geven hiervoor de nodige waarborg. Het is dus hoogst belangrijk dat alle opgeleide fotografen, en zeker de in het kunstonderwijs gevormde fotografen, deze conserveringstechnieken beheersen en methodisch in hun eigen werk toepassen.

In de fotografische vulgarisatiepers werd er weinig over dit onderwerp gepubliceerd en de meeste musea en fotogalerieën tonen slechts recent interesse voor de fotografische permanentie. De meeste fotografen zijn echter vertrouwd met de resultaten van foutieve behandeling en berging van fotomateriaal.

Oude foto-albums zijn meestal uitstekende studievoorbeelden van fotografische aantasting, verbleking, verkleuring, bevlekking en ander vormen van beschadiging.

Enkele van de meest belangrijke studies betreffende foto-permanentie werden in de Verenigde Staten in de jaren 1940 uitgevoerd.¹⁴⁻¹⁵⁻¹⁶ Weinig van deze informatie drong echter door tot de doorsnee fotograaf.

Volgende figuur geeft een beeld van de relatieve bestaansduur van verschillende visuele media volgens een in de USA uitgevoerd onderzoek.¹⁷



In vergelijking met de meest moderne media blijven de archivaal behandelde en in optimale bergingsvoorwaarden geconserveerde zwart-wit emulsies het meest stabiel.

¹⁴ CRABTREE et al. - The Elimination of Hypo from Photographic Images. In: Journal of the Photographic Society of America, october 1940.

¹⁵ CRABTREE et al. - The Removal of Hypo and Silver Salts from Photographic Materials. In: Journal of the Society of Motion Picture Engineers, july 1943.

¹⁶ CRABTREE et al. - The Quantitative Determination of Hypo in Photographic Prints with Silver Nitrate. In: The Journal of the Franklin Institute, vol.235, april 1943.

¹⁷ CALMES, Alan. Relative Longevity of Archival Information on Paper, Film, Magnetic and Optical Recording Media. In: Proceedings of the International Preservation Symposium, Bangkok, 1986.

De archivale behandelingen bestaan ondermeer uit procédés die de meeste sporen van residuele producten zoals: zilverzouten, fixeersout en zilver-fixeercomponenten uit de zilverdruk en het fotografisch negatief verwijderen.

Al de beschreven operaties moeten zorgvuldig door middel van verse oplossingen uitgevoerd worden. Men dient er dus zorg voor te dragen dat de chemische capaciteit van de verschillende baden niet overschreden wordt. Men moet er tevens op letten dat de oplossingen niet door spatten bezoedeld worden. Last but not least dient men reine kommen te gebruiken en de zuiverste werkvoorwaarden toe te passen.

**

*

3. Vergelijking tussen de traditionele verwerking en de conservatiebehandeling

Traditionele verwerking van barietemulsies

- 1- Belichting
- 2- Ontwikkeling: minimum 3 minuten
- 3- Stopbad of waterspoeling: minimum 30 seconden
- 4- Fixeren: tussen 3 en 10 minuten
- 5- Waterspoeling: minimum 30 minuten
- 6- Drogen aan de lucht of met glazuurapparaat
- 7- Bewaren

Archivale behandeling van barietemulsies volgens pH7

- 1- Belichting: een onbelicht boord van 2 tot 2,5 cm laten.
- 2- De print volledig ontwikkelen.
- 3- Stopbad: gedurende 30 sec. onder constante agitatie.
- 4- Laten afdruipe gedurende 5 sec.
- 5- Fixeren: gedurende 30 sec. onder constante agitatie in een vers snelfixeerb bad van filmsterkte.
- 6- Laten afdruipe gedurende 5 sec.
- 7- Spoelen: gedurende 30 sec. in stromend water, hierna in een waterbad plaatsen in afwachting een reeks prenten in één operatie te tonen. Indien er niet omgekleurd wordt gaat men naar punt 10).
- 8- Seleniumtoonbad: onder rotatie gedurende 6 min., of tot een nauwelijks merkbare kleurverandering optreedt, in een lauw seleniumtoonbad (24 tot 26°C) behandelen.
- 9- Spoelen: in koud stromend water (< 20°C) gedurende 5 min.
- 10- Hulpspoelbad: onder rotatie gedurende 6 min. in 1+10 pH7 wash-aid behandelen.
- 11- Eindspoeling: in een archivale spoelbak in stromend water spoelen gedurende 15 min. (4 liter/min.) en hierna laten weken gedurende 30 min. in zuiver stilstaand water.
- 12- Het overtollige water verwijderen door afstrijking tussen polyestervellen.
- 13- Drogen: langzaam aan de lucht op een glasvezeldoekscher m.
- 14- Monteren: in een conserveringsfolder met zuurvrij opzetkarton en zuurvrije montagmaterialen.
- 15- Inlijsting: een eventuele inlijsting gebeurt op de archivaal voorgeschreven manier.
- 16- De al of niet gemonteerde prints bewaren in zuurvrije bergings dozen.

4. Belichting en ontwikkeling

De belichting van de barietemulsie

De belichting als dusdanig komt niet tussen in het archivaal behandelingsprocédé. Men belicht het papier zoals men dit normaliter doet, doch men laat liefst een onbelicht boord van 2 tot 3 cm rondom het beeld. Dit beschermt het beeld van mechanische boordbeschadiging en vermindert ook de mogelijkheid van een eventuele aantasting en, mettertijd, verbleking of verzilvering vanaf de boorden inwaarts, een fenomeen dat veelvuldig bij historische fotobeelden vastgesteld wordt.

Zodoende beschikt men over een strook onbelicht materiaal waarop eventueel de aanwezigheid van residuele producten kan vastgesteld worden door middel van een visuele test.

De ontwikkeling

Na de belichting ontwikkelt men de emulsie in een alkalische oplossing. De ontwikkeling is eenvoudigweg de omzetting van belichte zilverzouten of zilverhalogeniden tot het metallisch zilverbeeld dat, evenwel zonder bijkomende behandeling, een zeer korte bestaansduur heeft. De emulsie is nog steeds lichtgevoelig en de gelatine is verzadigd met de alkalische ontwikkelaar die eventueel verbruikt door oxydatie aan de lucht.

Ontwikkelaars

Ontwikkelaars bevatten een ontwikkelings- of reductieproduct, of een mengsel van dergelijke producten die samen met andere chemische componenten tot de beeldvorming in het ontwikkelingsprocédé bijdragen.

De fotografische emulsie wordt aan licht blootgesteld en een deel van de lichtgevoelige zilverzoutkristallen die door licht getroffen worden vormen het latent beeld. De wijze waarop dit latent beeld ontwikkeld wordt door de introductie van een reducerende stof om een metallisch beeld te vormen ligt aan de basis van het beeldvormingsprocédé.

De meest algemene combinatie van ontwikkelingsproducten is hydroquinone, metol en phenidone. Andere ontwikkelingsproducten worden voor speciale doeleinden gebruikt. Ze omvatten ondermeer: amidol, catechol, chlorohydroquinone, para-aminophenol, para-phenylenediamine en pyrogallol.

De toevoeging van een preservatieve stof belet dat de ontwikkelaar zou oxyderen vooraleer hij de kans heeft om met het latent beeld te reageren. Als preservatieve stoffen gebruikt men: natriumsulfiet, natriummetabisulfiet, kaliummetabisulfiet, natriumbisulfiet of kaliumbisulfiet.

Andere toegevoegde chemicaliën omvatten alkaliën als versnellers, om een oxyderend milieu te scheppen waarin de reductieproducten kunnen werken. Hiervoor gebruikt men: natriumcarbonaat, kaliumcarbonaat, ammoniumcarbonaat, natriumhydroxide, kaliumhydroxide, ammoniak, natriumfosfaat, acetone, methyl alcohol en borax.

Kaliumbromide is in kleine hoeveelheden in de ontwikkelaar aanwezig als vertragend middel of antisluiert daar de ontwikkelingsoplossing kleine hoeveelheden zilver zou kunnen neerzetten in emulsiedelen die geen belichting ondergingen en aldus een sluiert veroorzaken.

Het voornaamste gevaar bij het gebruik van ontwikkelingsoplossingen is het ontstaan van huid- en ademhalingsallergieën. Ze kunnen eveneens inflammatorische huidziekten teweegbrengen gekarakteriseerd door kleine roodachtige jeukende vlekken die eventueel ruige en afschilferende puisten kunnen vormen.

Inademing is vooral gevaarlijk bij het mixen van ontwikkelaar in poedervorm. Het gebruik van een stofmasker is hiervoor wenselijk. Men dient vooral inslikking te vermijden. Inslikking van kleine hoeveelheden van sommige ontwikkelingsproducten zoals catechol kan fataal zijn voor volwassenen. Om het eventueel accidenteel drinken van vloeibare oplossingen te verkleinen is het wenselijk nooit in de donkere kamer te eten of te drinken. Kinderen en huisdieren mogen in geen geval toegang tot laboruimten hebben, zelfs niet onder toezicht.

Aanbevelingen bij het gebruik van ontwikkelbaden

Het gebruik van vloeibare ontwikkelaars vermindert het gevaar van lichamelijk letsel of irritatie. Men vermindert eveneens dit gevaar door toxische ontwikkelaars te vervangen door minder toxische. Ontwikkelaars met catechine, para-phenylenediamine of pyrogallol zouden moeten vervangen worden bvb. door phenidone.

Bereiding

Indien mogelijk moet men de ingrediënten onder een aanzuigkap mengen en beveiligt men de handen met plastic of rubber handschoenen en het ademhalingsstelsel door middel van een stofmasker.

Verwerking

Nooit ontblote handen in de ontwikkelaar plaatsen: men make gebruik van plastic tangen of plastic handschoenen. Ontwikkelaar op de huid dient onmiddellijk met veel water afgespoeld te worden.

Ontwikkelaar in de ogen: minstens gedurende 15 min. spoelen en een dokter raadplegen.

De ontwikkelbaden na gebruik terug in hun container gieten en afsluiten, ofwel het ontwikkelbad afdekken om evaporatie tegen te gaan. Deze praktijken verhogen tevens de levensduur van de ontwikkelaar. Corrosieve chemicaliën zo laag mogelijk stockeren om bij breuk gevaar voor oog- en gezichtletsel te vermijden.

Voorbeeld van een ontwikkelingsformule

- Water, 50°C.....	750	ml
- Natriumsulfiet, droog.....	85,0	g
- Hydroquinone.....	5,0	g
- Borax.....	7,0	g
- Boorzuur.....	2,0	g
- Kaliumbromide.....	1,0	g
- Phenidone.....	0,13	g
- Water, opvullen tot.....	1000	ml

Referentiefiches van de gebruikte chemicaliën

HYDROQUINONE

Ontdekt: in 1880.

Commerciële benamingen: Hydroquinon, Hydrokinone, Hydroquinol, Quinol, Tecquinol.

Chemische benaming: hydroquinone ofwel para-dihydroxybenzene.

Huidcontact: middelmatig toxisch - veroorzaakt allergische reacties en irritatie. In vaste vorm kan het brandwonden veroorzaken en in vloeibare vorm dermatitis.

Oogcontact: middelmatig toxisch

Inademing: middelmatig toxisch

Inslikking: toxisch

Bij verhitting tot ontbinding kunnen bijtende quinone bevattende uitwasemingen opgewekt worden.

Bescherming:

- bij het mengen: benodigt uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en rubber handschoenen.
- bij de verwerking: benodigt uitwaartse ventilatie, plastic schort en rubber handschoenen.

PHENIDONE

Ontdekt: in 1890.

Commerciële benamingen: Phenidone en Graphidone.

Chemische benaming: phenidone ofwel 1-phenyl-3-pyrazolidone.

Huidcontact: weinig toxisch.

Oogcontact: middelmatig toxisch.

Inademing: middelmatig toxisch.

Inslikking: toxisch.

Bij verhitting tot ontbinding: kan toxische stikstofoxides uitwasemen.

Bescherming:

- bij het mengen: uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en rubber handschoenen.
- bij de verwerking: uitwaartse ventilatie, oogbescherming, plastic schort en rubber handschoenen.

SODIUM SULFITE (Natriumsulfiet)

Ook gekend als zwavelachtig zuur en natriumzout.

Huidcontact: weinig toxisch - kan irritatie veroorzaken.

Oogcontact: weinig toxisch - kan irritatie veroorzaken.

Inademing: middelmatig toxisch - kan irritatie veroorzaken.

Inslikking: toxisch - dodelijk bij relatief belangrijke hoeveelheden.

Bij verhitting tot ontbinding of vermengd met zuur: kan toxische zwaveldioxide-uitwasemingen veroorzaken.

Bescherming:

- uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en plastic of rubber handschoenen bij het mixen.
- uitwaartse ventilatie en plastic handschoenen tijdens de verwerking.

BORAX

Ook bekend als natriumboraat ofwel disodium tetraboraat.

Huidcontact: weinig toxisch - kan irritatie veroorzaken.

Oogcontact: middelmatig toxisch - kan allergische reacties of irritatie opwekken.

Inademing: middelmatig toxisch - stof kan irritatie veroorzaken.

Inslikking: middelmatig toxisch - toxisch bij aanzienlijke hoeveelheid.

Bij verhitting tot ontbinding: kan toxische uitwasemingen of natriumoxidegas veroorzaken.

Bescherming:

- tijdens het mixen: uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en rubber handschoenen.
- tijdens de verwerking: uitwaartse ventilatie, oogbescherming en rubber of plastic handschoenen.

BORIC ACID (Boorzuur)

Ook bekend als orthoboric acid ofwel boracic acid.

Huidcontact: middelmatig toxisch - kan irritatie veroorzaken.

Oogcontact: middelmatig toxisch- kan irritatie veroorzaken.

Inademing: middelmatig toxisch.

Inslikking: toxisch

Bescherming:

- tijdens het mixen: uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en rubber handschoenen.
- tijdens de verwerking: uitwaartse ventilatie, oogbescherming, plastic schort en rubber of plastic handschoenen.

POTASSIUM BROMIDE (Kaliumbromide)

Huidcontact: weinig toxisch - langdurige blootstelling kan irritatie opwekken.

Oogcontact: kortstondige irritatie.

Inademing: middelmatig toxisch.

Inslikking: middelmatig toxisch - gevaarlijk bij grote hoeveelheid.

Bij verhitting tot ontbinding: kan toxische uitwasemingen van bromidegas veroorzaken.

Bescherming:

- tijdens het mixen: uitwaartse ventilatie, stofmasker, oogbescherming, plastic schort en plastic handschoenen.
- tijdens de verwerking: uitwaartse ventilatie en plastic handschoenen.

In strikte verhouding tot de stabiliteit op lange termijn van de barietemulsie kan er weinig gezegd worden over de ontwikkeling zelf behalve dat het voor een latere omkleuring of toning van belang is dat het beeld volledig ontwikkeld wordt. Voor de meeste barietpapieren kan men met succes een ietwat langere ontwikkelingstijd, als deze aanbevolen door de fabricant, aannemen. Men ontwikkelt liefst iedere print afzonderlijk met voldoende agitatie om de emulsie constant in contact met verse ontwikkelaar te brengen.

**

*

5. Stopbad

Om de actie van de ontwikkelaar stop te zetten gebruikt men een stopbad bestaande uit een oplossing die minder alcalisch is als de ontwikkelaar. Het stopbad verlengt gevoelig de levensduur van het fixeerbade en verhindert vlekvorming aan het oppervlak van de print die ontstaat door een reactie van de zuurstof uit de lucht op de alkalische ontwikkelaar. De spoeling met een zure oplossing vermindert tevens de zwelling van de emulsie.

Het meest gebruikte stopbad is een zeer verdunde oplossing van azijnzuur waarvan de zuurgraad ongeveer pH=3,5 is voor een verse oplossing, en pH=5,5 bij uitputting.

Kodak SB-1 formule¹⁸

- Azijnzuur van 28%.....48 ml
- Water tot.....1000 ml

Om azijnzuur van 28% aan te maken verdunt men drie delen onverdund azijnzuur met acht delen water.

Onverdund azijnzuur is gevaarlijk voor de huid en voor het ademhalingsstelsel. Men moet azijnzuur vermengen in een goed geventileerde ruimte om te beletten het zuur in te ademen. Om spatten en contact met zuur te voorkomen giet men het zuur in het water, **nooit omgekeerd**.

De capaciteit van bovenvermeld stopbad is ongeveer 1m² emulsie per liter stopbad, hetzij ongeveer 10 vellen van 30x40cm. Bij dergelijk stopbad is het onmogelijk visueel zijn uitputtingsgraad vast te stellen. Hiervoor moet een speciale testformule gebruikt worden.

Een veiliger doch duurder systeem bestaat uit het gebruik van stopbaden dewelke een gekleurde indicator bevatten. Een aan de lucht blootgesteld stopbad is ongeveer drie dagen houdbaar. Bij uitputting moet het stopbad volledig vervangen worden. Men mag het niet verjongen door er meer azijnzuur aan toe te voegen daar de reactieve producten die zich bij gebruik in het bad ontwikkelen vlekking kunnen veroorzaken bij gebruik van een omkleurbad.

¹⁸ EASTMAN - KODAK - Preservation of Photographs, Publication n° F-30, Rochester, 1979.

In 't algemeen laat men het stopbad gedurende een dertigtal seconden op de emulsie inwerken, zowel voor film- als voor papieremulsies. De inwerkingsduur moet voldoende zijn om in de emulsie een beslissende verandering van de alkalische toestand naar een zure toestand te doen ontstaan.

De menselijke huid is een gevoelige pH-indicator: de papieremulsie doet slipperig aan wanneer zij bevochtigd is met de alkalische ontwikkelaar. In een degelijk werkend stopbad verliest zij snel dit licht zeepachtig gevoel en wordt slipvrij in zure toestand.

Testen van het stopbad

Een stopbad zonder gekleurde indicator kan op volgende manier uitgetest worden: in een proefbuisje wordt ongeveer 25 ml stopbad geplaatst. Hieraan voegt men twee druppels van de SBT-1 oplossing toe. Een bruikbaar stopbad, in zure toestand, blijft geelachtig gekleurd. Wanneer de zure toestand geneutraliseerd is zal de oplossing zich purper kleuren en moet het stopbad vervangen worden.

Kodak SBT-1 formule¹⁹

- Gedistilleerd water op 27°C.....750 ml
- Natriumhydroxide.....6 g
- Al roerend mengt men in deze oplossing:
- Eastman Bromocresol Purple.....4 g
- Men mengt deze oplossing gedurende 15 tot 20 min. waarna men er volgende producten aan toevoegt:
- Fosfoorzuur.....3 ml
- Water tot.....1000 ml

**

*

¹⁹ EATON, George, M. - Conservation of Photographs, Kodak Publication n° F-40, Rochester, 1985.

6. Fixering

Om een negatief of een print zo stabiel mogelijk te maken moet aan twee voorwaarden voldaan worden:

- al de onontwikkelde zilverhalogeniden in de emulsie moeten door de fixeeroplossing tot een wateroplosbaar medium herleid worden om deze door waterspoeling te kunnen verwijderen;
- de fixeerchemicaliën moeten eveneens door waterspoeling uit de emulsie en de papierdrager verwijderd worden

Een onvoldoend gefixeerde en/of gespoelde zilveremulsie zal, onder ongunstige bergingsvoorwaarden, een verbleking tot gevolg hebben. De reden van deze verbleking is gewoonlijk de gedeeltelijke of totale herleiding van het beeldzilver tot zilver sulfide door zwavelaantasting.

Deze zwavel kan bevat zijn in het residueel thiosulfaat of ontstaan door decompositie van zilver-thiosulfaatcomplexen welke niet door waterspoeling verwijderd werden. Zwavelachtige gassen uit de atmosfeer bespoedigen eveneens de sulfidevorming.

Een eerste sulfidevorming kan waargenomen worden als een metaalachtige glans aan het oppervlak van het zilverbeeld. Verdere sulfidevorming veroorzaakt een progressieve kleurverandering van het diepzwart van negatieven tot een purperachtig zwart, dan tot bruinachtig zwart, tot bruin en later tot geelachtig bruin. Verbleekte prints zijn gewoonlijk geelachtig bruin tot geel.

Geelachtig bruine of gele vlekken kunnen de lichte beeldwaarden van negatieven en prints ontkleuren. Bij sulfidevorming kan er tevens een schijnbaar zwartingsverlies optreden.

De door sulfidevorming veroorzaakte verbleking treedt meer op bij fijnkorrelige dan bij grofkorrelige zilverbeelden. Door hun fijnere zilvertkorrels en door de moeilijke uitspoeling van de barietemulsies zijn deze meer gevoelig aan aantasting dan de filmemulsies. De zilverchloride-emulsies verbleken tevens sneller dan de zilverbromide-emulsies.

Het fixeerbad

Alhoewel 250 g natriumthiosulfaat in 1 liter water een bruikbaar fixeerbad vormt zowel voor film- als voor papieremulsies is zijn werkingsduur echter beperkt. Een fixeerbad bevat gewoonlijk nog andere ingrediënten zoals:

- natriumsulfiet als **voorbehoedsmiddel** om bij contact met zuur de decompositie van de thiosulfaatoplossing te beletten;
- azijnzuur dat de **vereiste zuurgraad** voor een efficiënte werking van het fixeerbath levert, tzt. pH=5 en hiermee de alkalische toestand in de emulsie opheft;
- boorzuur, een buffer, om de juiste zuurgraad tijdens de werkingstijd te verzekeren.
- aluin om de emulsie te verharderen.

Fixeerformule zonder verharder

- Water.....800 ml
- Natriumthiosulfaat.....240 g
- kalium- of natriummetabisulfiet..... 67,5 g
- Water tot.....1000 ml

Dit fixeerbath mag niet gebruikt worden bij bad- of spoelings-temperaturen >21°C of wanneer een "hypo-eliminator" moet gebruikt worden.

Standaard verhardend fixeerbath Kodak F-5

- Water.....600 ml
- Natriumthiosulfaat.....240 g
- Natriumsulfiet – droog..... 15 g
- Azijnzuur 28%..... 48 ml
- Boorzuur – kristallen..... 7,5 g
- Aluin..... 15 g
- Water tot.....1000 ml

De verschillende ingrediënten worden in de gegeven volgorde opgelost.

Effect van de pH-waarde van het fixeerbath

Een proteïne zoals gelatine bezit zowel zure (-COO-) als basische (NH₃⁺) groepen. De zure groepen vormen proteïne-zouten en de basische kunnen proteïnaten vormen.

Gelatine bestaat als een positief ofwel negatief geladen molecule, behalve onder één welbepaalde voorwaarde waar de molecule neutraal is en die "iso-electrisch punt" genoemd wordt.

Op dit punt zijn alle basische groepen positief geladen en een gelijk aantal van de zure groepen zijn negatief geladen.

Het iso-electrisch punt van fotografische gelatine komt gewoonlijk overeen met $\text{pH}=4,9$.

Onder het iso-electrisch punt ($\text{pH}<4,9$) is de gelatine positief geladen en trekt deze lading negatieve ionen aan zoals bvb. thiosulfaat of zilver-thiosulfaten. Deze laatsten worden dan zeer moeilijk door waterspoeling verwijderd.

Boven het iso-electrisch punt ($\text{pH}>4,9$) is de gelatine negatief geladen. De thiosulfaationen zijn dan niet langer weerhouden. Er worden dan positieve ionen aangetrokken zoals bvb. natrium of kalium.

Voor een filmemulsie waarbij de filmdrager bijna geen residuele behandelingsproducten opslorpt en waarbij de gelatinelaag in dit verband dus toonaangevend is heeft men, om een goede waterspoeling te bevorderen, er baat bij een fixeerbade te gebruiken waarvan de zuurtegraad de pH -waarde van het iso-electrisch punt benadert.

Bij het spoelen van barietemulsies komen echter bijkomende factoren aan bod die hierna zullen beschouwd worden.

Effect van de uitputting van het fixeerbade

Een belangrijke verandering in de samenstelling van een fixeerbade tijdens zijn actief gebruik is de toename van zilver-thiosulfaatcomplexen in de fixeeroplossing.

De uitputting van het fixeerbade wordt tevens in de hand gewerkt door de overheveling van een oncontroleerbare hoeveelheid ontwikkelaar, hetgeen de pH -waarde van de oplossing doet stijgen. Bij gebruikmaking van een zuur stopbade na de ontwikkelaar is de stijging van de pH -waarde echter gering.

Het fixeren van filmemulsies

Natriumthiosulfaat is veruit de meest gebruikte fixeerstof. Ammoniumthiosulfaat wordt vooral gebruikt in de snelfixeer en vermindert de fixeertijd met ongeveer 50%.

In 't algemeen wordt aangenomen dat de fixeertijd voor filmemulsies gelijk is aan het dubbel van de opklaringstijd van het beeld in het fixeerbade. Deze empirische regel is geldig wanneer de fixeeroplossing gedurende de ganse onderdompelingstijd in contact blijft met de ganse oppervlakte van de filmemulsie. Practisch is dit dus het geval wanneer een rolfilm degelijk op een spiraal gewikkeld is, of wanneer één planfilm in een horizontale kom behandeld wordt.

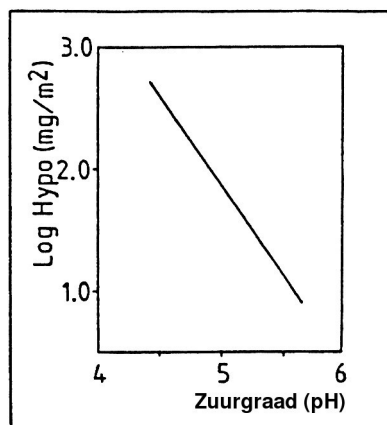
Wanneer verschillende vellen film tegelijkertijd behandeld worden heerst er een heel andere voorwaarde. De vellen hebben neiging om aan elkaar te kleven en beletten aldus dat er verse fixeeroplossing in aanraking komt met het ganse emulsie-oppervlak. Bij behandeling van verschillende vellen moeten deze constant in beweging gehouden worden gedurende de ganse fixeertijd.

Het optreden van een min of meer grote vlek in het midden van een behandelde planfilm wijst op een foutieve agitatie en duidt aan dat de fixeeroplossing alleen aan de zijkanten actief was.

Het is van groot belang het fixeerbade niet te overwerken daar de concentratie aan zilver gradueel toeneemt als er meer en meer zilverhalogenides opgelost worden. De zilver-thiosulfaat-zouten worden dan meer en meer complex en zijn daardoor moeilijker door waterspoeling te verwijderen.

De pH-waarde van het fixeerbade heeft een niet te onderschatten invloed op het residueel thiosulfaat in een filmemulsie. Onderstaande figuur toont het effect van de pH-waarde van een verhardend fixeerbade op het residueel thiosulfaat van Kodak Verichrome Pan film.

Het hyporesidu wordt op een log-schaal voorgesteld zodanig dat
 $1,0 = 10 \text{ mg/m}^2$ en
 $2,0 = 100 \text{ mg/m}^2$.



Het fixeren van barietemulsies

Bij een papieremulsie wordt er meer thiosulfaat per oppervlakte-eenheid weerhouden dan bij een filmemulsie. Het fijnverdeelde zilver van zilverprints en in 't bijzonder deze op warmkleurig fotopapier is speciaal vatbaar voor beschadiging door thiosulfaat dat in de barietlaag en in de papierdrager weerhouden werd. Zulke beschadiging is doorgaans vlug merkbaar daar het beeld zich op een witte papierbasis bevindt en aldus de verbleking doet uitkomen.

Vele fotografen hebben de gewoonte hun prints in min of meer grote hoeveelheden tegelijkertijd in hetzelfde bad te fixeren. Men zag hierboven dat men hierdoor het gevaar loopt vlekvorming op te wekken. Men moet er dus zorg voor dragen de prints volledig te fixeren om een stabiel beeld te bekomen.

Dikwijls stelt men de vraag hoe men best de print in het fixeerbade legt: de emulsielkant naar onder of naar boven? In ieder geval heeft een papieremulsie neiging op het fixeerbade te vloten en mag dus niet zondermeer aan zijn lot overgelaten worden.

Onder het vel vormen er zich dan luchtbellen die vlekken veroorzaken en indien het vel niet geheel ondergedompeld is kunnen er eveneens vlekken ontstaan. Men kan dus het besluit trekken dat de print regelmatig in beweging moet gehouden worden. In 't algemeen is het aangeraden hetzelfde agitatieplan als bij de ontwikkeling te gebruiken.

1-badsfixering

Wanneer opeenvolgende vellen papieremulsie doorheen het fixeerbade gaan dan vermeerderd het zilveragehalte aanhoudend. Het is vanzelfsprekend dat een zeer lichte of "high key" afdruk meer zilver achterlaat dan een zeer donkere of "low key" print. De empirische regels die een bepaalde oppervlakte papieremulsie per liter fixeerbade aanbevelen mogen dus niet blindelings gevolgd worden. De zekerste methode bestaat uit het regelmatig testen van het fixeerbade. Daar men weet dat de zilverconcentratie na een zeker peil zilvercomponenten opwekt die bijna onmogelijk uit de papierdrager kunnen verwijderd worden is het dus van het allergrootste belang hieraan veel aandacht te besteden.

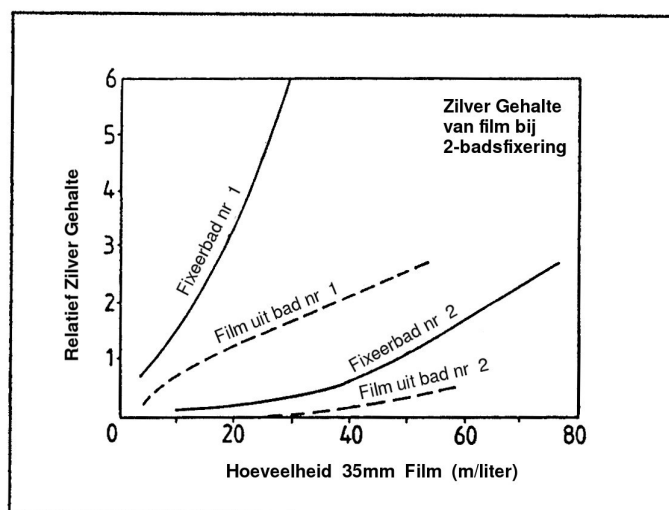
Experimenteel werd bepaald dat men in een papierfixeerbade niet meer dan 1,5g tot 2,0g zilver per liter mag toelaten. Bij de 1-badsfixering hoeft men dus zeer regelmatig het fixeerbade uit te testen daar het zilveragehalte gemakkelijk kan overschreden worden zonder dat de operator hier iets van merkt.

2-badsfixering

Vele hedendaagse fotografen gebruiken de 2-badsmethode die erin bestaat de prints voor de helft van de totale fixeertijd in twee afzonderlijke fixeerbaden te behandelen. Het spreekt vanzelf dat deze baden, na gebruik, niet mogen vermengd worden.

Het grootste gedeelte van de zilverhalogeniden wordt opgelost in het eerste bad en de rest wordt vervolgens opgelost of oplosbaar gemaakt in het tweede bad. Kodak beveelt volgende methode aan:

- men mengt twee verse fixeerbaden die men naast elkaar plaatst;
- men fixeert voor de helft van de totale fixeertijd in elk der twee baden;
- men vervangt het eerste bad na ongeveer 2,7m² papier per liter (?) fixeeroplossing te hebben behandeld;
- het tweede bad wordt aldus het eerste;
- men mengt een vers bad voor het tweede;
- men herhaalt deze cyclus vier maal;
- na de vijfde cyclus mengt men een verse oplossing voor beide baden.



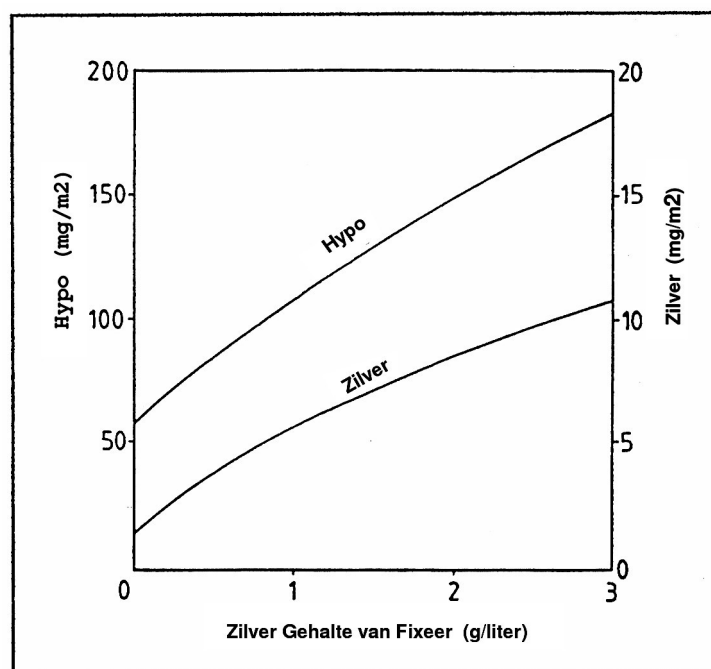
G. Eaton²⁰ toont in bovenstaande figuur hoe het grootste percentage zilver van de emulsie in het eerste bad opgelost wordt en het fixeren vervolgens vervolledigd wordt in een essentieel vers tweede fixeerbade met een zeer lage zilverconcentratie. De stippellijnen tonen de zilverretentie in de behandelde film. Een dergelijk fenomeen speelt zich eveneens af in de papieremulsies.

²⁰ EATON, George, T. - Preservation, Deterioration, Restoration of Photographic Images. In: *The Librarian Quarterly*, jan. 1970.

Testen van het fixeerbade

Om een ongewenste toename van de zilvercomponenten te voorkomen moet het fixeerbade regelmatig uitgetest worden. Een praktische manier om dit te doen is door gebruikmaking van een zilvertestpapier speciaal ontworpen voor dit doel.

Het Agfa-Gevaert zilvertestpapier bestaat onder de vorm van een 10 mm brede strook geel testpapier. De teststrip wordt over een lengte van enkele millimeters in het bade gedompeld, daarna afgeschud, en na 10 sec. vergeleken met een bijbehorende kleurschaal gegradueerd van nul tot 10 g. zilver per liter fixeeroplossing. Het testpapier verbruint bij stijgend zilvergehalte.



Hierboven geeft men het zilver- en het thiosulfaatgehalte van een zilverprint in functie van het zilveragehalte van het fixeerbade. Er werd een stopbade gebruikt om de zuurgraad van het fixeerbade constant te houden. In deze analyse werd een Kodak Velox papieremulsie van papiersterkte gedurende 10 min. in het Kodak F-5 fixeerbade gefixeerd en hierna gespoeld gedurende 30 min.

Kodak fixeertestoplossing FT-1

- Water op 26 tot 27°C.....750 ml
- Kaliumjodide.....190 g
- Water tot.....1000 ml

De oplossing kan in een afgestopte fles gedurende 1 jaar bewaard worden.

Voor de 1-badsfixering:

Aan 5 druppels FT-1 oplossing voegt men 5 druppels van het te testen fixeerbade, alsook 5 druppels water. Het fixeerbade moet vervangen worden indien er zich onmiddellijk een geelwit precipitaat vormt. Een licht melkachtig uitzicht is te verwaarlozen.

Voor de 2-badsfixering:

Eerste bad: testen zoals hierboven.

Tweede bad: aan 5 druppels FT-1 oplossing voegt men 5 druppels fixeerbade plus 15 druppels water. Testen zoals hierboven.

Volgende tabel geeft de huidige voorgeschreven waarden van het maximaal toegelaten thiosulfaatgehalte in moderne Z/ W emulsies:

	Commercieel gebruik	Langdurige >100 jaar	conservering archivaal
<u>Barietpapier</u>			
kartondrager	0,4 g/m ²	0,2	0,1
papierdrager	0,2	0,1	0,05
<u>Filmemulsie</u>			
radiografiefilm	0,1	0,05	0,025
microfilm	0,06	0,03	0,014

Men merkt op dat deze waarden fel uiteenlopen naargelang het film- of papieremulsies betreft. Dit komt door het feit dat acetaat- of polyesterdragers weinig of geen vloeistof opslorpen in tegenstelling tot de papierdrager, bestaande uit cellulosevezels die bij onderdompeling bijna onmiddellijk met vloeistof verzadigd worden.

De verhouding tussen het residueel thiosulfaatgehalte en de beeldstabiliteit in zilveremulsies rust op het gebruik van kunstmatig versnelde verouderingsanalyses.²¹

²¹ KOPPERL, D.F. - Use of Arrhenius Testing to Determine Thiosulfate Tolerance in Silver Halide B/W Materials. International Symposium: Storage of Recorded Images. Royal Photographic Society of Great Britain, Oxford, 1987.

De fixeertijd

De ideale fixeertijd voor barietemulsies is een veelbesproken probleem dat door veel fotografen slecht begrepen wordt. We weten dat er bij langdurige fixering gevaar bestaat tot vorming van moeilijk te verwijderen zilver-thiosulfaatcomponenten. Dit effect kan optreden als een vergeling dwars doorheen de papierdrager. De fixeertijd speelt dus een belangrijke rol bij de archivale behandeling van barietemulsies.

Kodak beveelt een totale fixeertijd aan van 6 tot 10 min. Deze fixeertijd bevat een veiligheidsfactor dienend als compensatie voor de fixeermoeilijkheden bij het behandelen van meerdere prints in eenzelfde fixeerbadeel alsook voor de toename van het zilveragehalte van het fixeerbadeel. Deze overschatte fixeertijd wordt eveneens door andere fotopapierfabricanten aanbevolen.

Voor zijn Galeriepapier beveelt Ilford een totale fixeertijd aan van 1 minuut in een **niet** verhardend fixeerbadeel (Hypam) in een oplossing van **filmsterkte**.

D. Vestal²² merkt over deze laatste doewijze op dat het gebruik van een niet verhardend fixeerbadeel de print onbeschermd in een toestand van fysische zachtheid en kwetsbaarheid laat. Hij stelt voor een verhardend snelfixeerbadeel op filmsterkte gedurende 30 sec. onder voortdurende agitatie te gebruiken.

Vermits de toelaatbare en voldoende fixeertijd van een filmemulsie kan geschat worden als zijnde het dubbel van de opklaringstijd van deze emulsie in het fixeerbadeel, bestaat er een strekking waarbij ditzelfde fenomeen op barietemulsies toegepast wordt.

Experimenteel kan de lichtgevoeligheid van papieremulsies vergeleken worden met deze van een gekende zwakgevoelige filmemulsie zoals bvb. een microfilmemulsie.

T. Hill²³ vergeleek zodoende de Kodabromide barietemulsie op kartondrager met de Copex microfilm van Agfa-Gevaert. Na 20 sec klaart deze emulsie in het fixeerbadeel op. Na de Kodabromide-emulsie gedurende 30 sec. in een Kodak Rapid Fixer gefixeerd te hebben vond hij geen residueel zilver met de ST-1 test van Kodak.

Deze test maakt gebruik van een zwakke natriumsulfide-oplossing die in een onbelicht gedeelte van de print aangebracht wordt. Vlekvorming met de ST-1 oplossing wijst op de aanwezigheid van zilver en als dusdanig op een onvoldoende fixering.

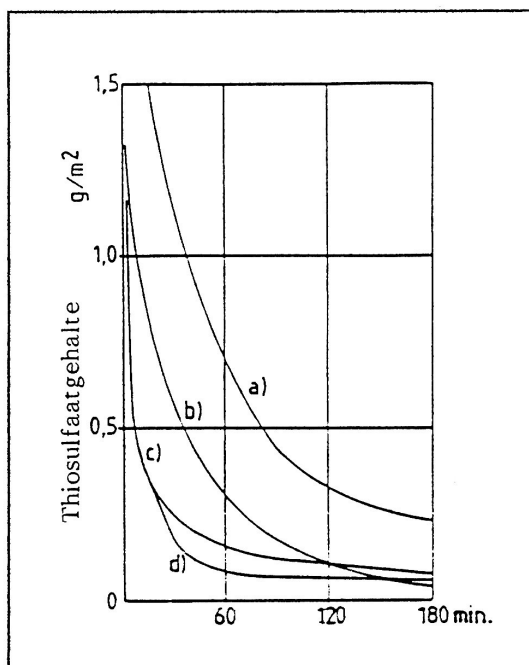
²² VESTAL, David. - Letter tot the Editor. In: *Photographic Conservation*, vol 1, n°1, 1979.

²³ HILL, Thomas, T. - In-Forum. In: *Photographic Conservation*, vol. 1, n°1, 1979.

R. Steiner²⁴ vergeleek de standaard 2-badsfixeertijd aanbevolen door Kodak met een snelle fixeertijd van 30 sec. in een verhardende Kodak Rapid Fixer op filmsterkte. Onmiddellijk na de fixering gebruikte hij het Kodak Hypo Clearing hulpspoelbad gedurende 3 min. Het residueel thiosulfaatgehalte werd vastgesteld door de ASA zilvernitraatmethode.

Voor de print, gefixeerd in de standaard fixeerformule dreef hij de spoeltijd in stromend water op tot twee dagen en vond hierna een residueel thiosulfaatgehalte overeenkomend met een spoeltijd van 12 min. na de snelfixeermethode!!

Volgende grafiek toont de resultaten van een studie²⁵ betreffende o.m. de fixeertijd van de barietemulsie Agfa Brovira 111.



Curve a komt overeen met de verwijdering van het fixeersout door spoeling in stromend water na een 2-badsfixering in Agfix 1+9, zonder gebruikmaking van een hulpspoelbad na het fixeerbak.

Curve b = 2-badsfixering zoals hierboven, doch met een hulpspoelbad na de fixering.

Curve c komt overeen met een snelfixering in Agfix 1+5 + een hulpspoelbad na de fixering.

²⁴ STEINER, Ralph. - Comparing Fixing Methods. In: *Photographic Conservation*, vol.2, n°1, 1980.

²⁵ KOCKAERTS, Roger- *De Deville archivale spoelbak en de spoeling in 2-tijden*, Deville publicatie, Photokina Köln, 1992.

De waarden van het residueel thiosulfaat werden gemeten door middel van de spectrofotometrische analyse beschreven in de internationale norm ISO-417²⁶

Men kan hieruit verschillende gevolgtrekkingen maken:

- de twee fixeertechnieken laten toe het archivaal thiosulfaatgehalte van 0,1 g/m² te bereiken en zijn dus beide aan te bevelen;

- de snelfixering laat toe minder fixeersout tussen de cellulosevezels op te slorpen tijdens het fixeren hetgeen toeliet een economische archivale spoeltechniek, zoals hierna beschreven, te ontwikkelen;

- om de archivale limiet van het toegelaten thiosulfaatgehalte te bereiken is het absoluut noodzakelijk beroep te doen op een hulpspoelbad na de fixering.

**

*

²⁶ ISO - 417 -1979. - Methylene Blue Method for Measuring Thiosulfate, and Silver Densitometric Method for Measuring Residual Chemicals in Films, Plates and Papers.

7. Hulpspoelbad

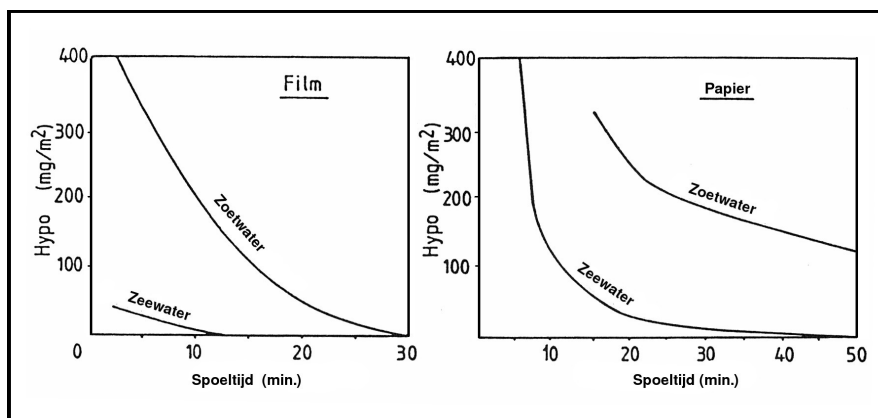
Sinds het einde van vorige eeuw (Dr Bannow in 1889 en Dr Baysselance in 1903) hebben experimenten aangetoond dat zeewater vlugger thiosulfaat uit foto-emulsies spoelt dan zoetwater.

Tijdens de tweede wereldoorlog werd dit fenomeen eveneens door Amerikaanse persfotografen en cineasten, op missie in de Stille Zuidzee, vastgesteld.

Eastman-Kodak maakte van deze vaststellingen gebruik om hiermee te experimenteren en vervolgens een hulpspoelbad, de Kodak Hypo Clearing Solution, te ontwerpen en te commercialiseren.

Zeewater bevat ongeveer 3,5% aan verschillende zouten, waarvan 25% van deze zouten natriumchloride is en meer dan 3% bestaat uit magnesiumchloride.

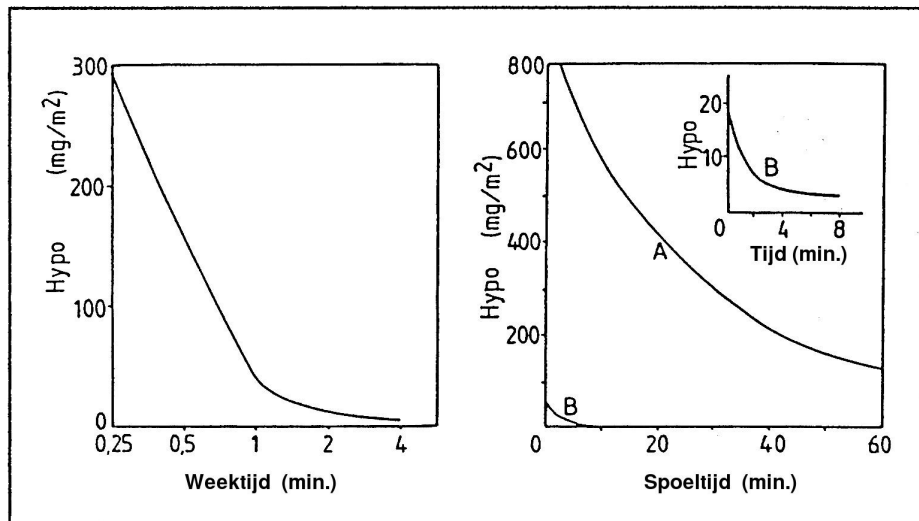
Een aantal carbonaten, nitraten, sulfaten, bromides, e.a. komen eveneens in kleine hoeveelheden voor. Volgende figuur toont duidelijk het effect van zoutwater op film- en papieremulsies.



Men merkt ondermeer op dat bij papieremulsies de residuele hyporesten zeer moeilijk met behulp van zoetwater te verwijderen zijn.

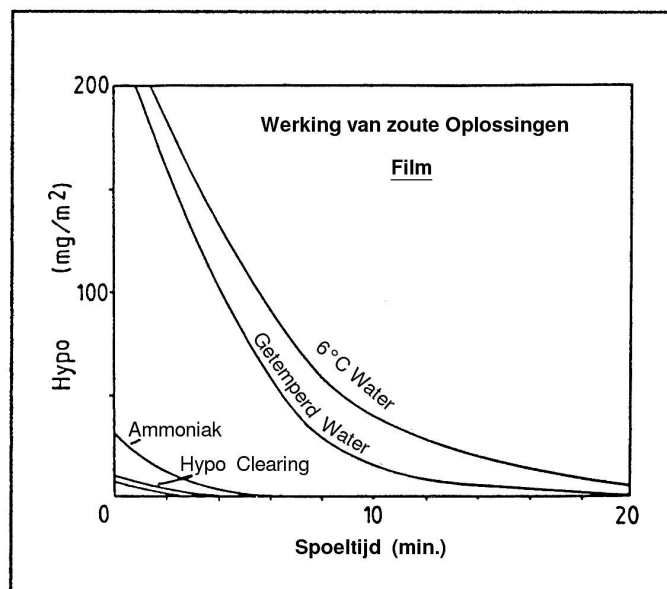
Opzoekingen omtrent dit fenomeen toonden aan dat sommige niet organische zouten zich op dezelfde manier gedragen als de zouten in zeewater.²⁷

²⁷ HENN, R.W. et al. - The Effect of Salt Baths on Hypo and Silver Elimination. In: *Photographic Engineering*, 7, 1956.



Bovenstaande figuur toont het effect van een weking in een natriumsulfiet-oplossing van een planfilm na fixering (links). Na twee minuten weking werd de film gespoeld (curve A rechts) en het resultaat vergeleken met een langdurige waterspoeling (curve B rechts).

In volgende figuur toont Eaton²⁸ de efficiënte werking van Kodak Hypo Clearing Solution (KHCS). Men bemerkt dat KHCS relatief vlug het thiosulfaat verwijderd onafgezien de temperatuur van het spoelwater.



²⁸ EATON, George, T. & CRABTREE, J.I. - Washing Photographic Films and Prints in Sea Water. In: Journal of the Society of Motion Picture Engineers, n°40, june 1943.

Bij de barietemulsies is de werking van KHCS similair als bij de filmemulsies doch de laatste sporen van de residuele chemicaliën worden in dit geval moeilijker verwijderd, vooral bij barietemulsies van kartonsterkte.

Hieronder vindt men een tabel i.v.m. het gebruik van KHCS²⁹

	Spoeling na fixering	KHCS	Eind- spoeling	Aantal 8x10" prints per liter
Film	zonder	1 tot 2 min.	5 min.	12 tot 15
Film	30 sec.	1 tot 2 min.	5 min.	35 tot 50
Bariet, papiersterkte	zonder	2 min.	10 min.	20
Bariet, papiersterkte	1 min.	2 min.	10 min.	50
Bariet, karton	zonder	3 min.	20 min.	20
Bariet, karton	1 min.	3 min.	20 min.	50

Een uitgetestte behandelingsmethode van gefixeerde prints in het hulpspoelbad blijkt erin te bestaan een reeks (6 tot 10 prints) door handrotatie te behandelen.

Men start met een stapel prints met de beeldzijde naar boven. Door rotatie van onder naar boven behandelt men al de prints van de stapel. Men draait de stapel om zodat de prints opnieuw met de beeldzijde naar boven liggen. Vervolgens herhaalt men de cysclus. De totale behandelingsduur is gewoonlijk 6 tot 10 min.

Na het hulpspoelbad en vooraleer de eindspoeling uit te voeren is het meestal aangewezen de barietemulsie met zuiver water af te spoelen, of zelfs delicaat met een met zuiver water verzadigde prop watten af te wrijven. Zodoende zal ieder ongewenst sediment van het oppervlak van hieraan gevoelige emulsies verwijderd worden.

**

*

²⁹ EASTMAN-KODAK - Kodak B/W Darkroom Data Guide, Rochester, n.d.

8. Tonen

Fotografische emulsies die omgekleurd zijn door middel van één van de behandelingen die het zilverbeeld omzetten tot zilversulfide of zilverselenide zijn meer stabiel dan niet omgekleurde emulsies.

Dit is omdat zilversulfide en zilverselenide minder aangetast worden door oxyderende gassen uit de atmosfeer en ook omdat een succesvolle omkleuring afhangt van een degelijke fixering en thiosulfaatverwijdering door waterspoeling. Bijgevolg is een omgekleurde emulsie van goede kwaliteit eveneens vrij van residuele chemicaliën. De omkleuring is dus tevens een archivale kwaliteitstest.

Voor een sepia-omkleuring gebruikt men het hypo-aluinprocédé of het verblekings-en-herontwikkelingsprocédé.

Indien de verandering van beeldkleur onaanvaardbaar is gebruikt men alternatieve methoden. Deze bestaan uit een gedeeltelijke toning door middel van een seleniumtoonbad ofwel door middel van het goudchloridetonbad, waarbij de beeldkleur slechts een minieme kleurverandering ondergaat.

Dit zijn geen omkleuringsprocédés in de gewone zin van het woord: de zilverkorrels worden met een selenium- of een goudlaag bekleed, hetgeen ze tegen oxyderende atmosferische gassen beschermt.

Voor een meer diepgaande studie van omkleuringstechnieken verwijzen wij naar een recent "KASKA" onderzoeksrapport³⁰. (Koninklijke Academie voor Schone Kunsten van Antwerpen)

Kodak sepiatonbad T-1a

Dit toonbad geeft zeer stabiele beelden die meer weerstand bieden aan zwamvorming dan eender welke andere behandelingswijze. Deze behandeling is vooral aangeraden voor gebruik in tropische gebieden.

- Koud water.....2800 ml
- Natriumthiosulfaat..... 480 g

Goed oplossen en hierna volgende oplossing toevoegen.

- Heet water 70°C..... 640 ml
- Aluin, korrels..... 120 g

³⁰ Sylke HEYLEN - Studie van de chemische omkleuring van fotografische emulsies. Ongepubliceerd onderzoeksrapport. c&r fotografie, Hogeschool Antwerpen, 1997-1998.

Daarna de volgende oplossing traag aan de thiosulfaat-aluinoplossing onder voortdurend en vlug roeren toevoegen.

- Koud water.....	64 ml
- Zilvernitraat.....	4 g
- Natriumchloride.....	4 g

Na bovenvermelde oplossingen met elkaar vermengd te hebben, toevoeging van:

- Water tot.....	4000 ml
------------------	---------

Nota: Het zilvernitraat moet volledig opgelost zijn alvorens de natriumchloride toe te voegen. Hierna mengt men het melkachtig witte precipitaat met de hypo-aluinoplossing zoals voorgeschreven. De vorming van een zwart precipitaat belet geenszins het omkleuringspotentieel van het bad.

Omkleuringsprocedure

De toonoplossing wordt door middel van een waterbad op een temperatuur van 50°C gebracht. Op deze temperatuur tonen de prints in 12 tot 15 min., afhankelijk van de gebruikte emulsie.

Dit toonbad veroorzaakt verlies aan densiteit en contrast. De om te kleuren prints moeten volledig gefixeerd en gedurende 5 tot 15 min. gespoeld worden voor ze in het toonbad te plaatsen. Droge prints moeten eerst met water verzadigd worden.

Na de toning worden de prints met een zachte spons of prop watten en warm water afgewassen om ieder sediment te verwijderen. Daarna worden ze in een hulpspoelbad behandeld en tenslotte in stromend water gespoeld.

Verblekings- en herontwikkelingstoonprocédé

Vanuit het oogpunt van de conservatie is dit procédé verkiesbaar daar de oplossingen bij normale temperatuur gebruikt worden en zij geen thiosulfaat bevatten. Bovendien worden alle behandelings-tekortkomingen aan het licht gesteld daar, bij afbleking van het beeld, een zilverhalogenide gevormd wordt die zeer gevoelig aan de aanwezigheid van residueel thiosulfaat is.

Wanneer thiosulfaat in de emulsie aanwezig is worden er ofwel vage gele beelden gevormd, ofwel gele vlekken, of een gele waas over gans het printoppervlak. Indien er residueel zilver aanwezig is dan verkleurt dit op dezelfde manier als het beeldzilver en zal het vlekvorming in de hoge lichten en in de onbelichte boorden veroorzaken.

Kodak sepiatoonbad T-7a

Verblekingsoplossing A

- Water..... 2000 ml
- Kaliumferricyanide..... 75 g
- Kaliumoxalaat..... 195 g
- Azijnzuur 28%..... 40 ml

Het verblekingsbad wordt gebruiksklaar gemaakt door 1 deel oplossing A te mengen met 1 deel water. Hiervoor gebruikt men liefst een plasticbad.

Omkleuringsoplossing B

- Water..... 500 ml
- Natriumsulfide..... 45 g

Het omkleuringsbad wordt gebruiksklaar gemaakt door 1 deel oplossing B te mengen met 8 delen water.

Verhardingsbad Kodak F-5a

- Water op 50°C..... 600 ml
- Natriumsulfiet..... 75 g
- Azijnzuur 28%..... 235 ml
- Boorzuur, kristallen..... 37,5 g
- Aluin, korrels..... 75 g
- Koud water tot..... 1000 ml

Omkleuringsprocedure

De om te kleuren prints moeten eerst volledig gespoeld worden. Droge prints worden met water verzadigd.

De prints worden in het verblekingsbad geplaatst tot wanneer alleen een vaag geelbruin beeld overblijft. Hierna wordt de print degelijk gespoeld in zuiver koud stromend water gedurende minstens 2 min.

Vervolgens behandelt men de print in het omkleurbad tot wanneer ieder detail opnieuw zichtbaar is. Dit duurt ongeveer 30 sec. Men spoelt de print in zuiver koud stromend water gedurende minstens 2 min.

Hierna wordt de emulsie verhard in de F-5a oplossing in een verdunning 1+8. Noch de kleur, noch het contrast worden door dit bad beïnvloed.

De eindspoeling gebeurt bij een watertemperatuur van 18 tot 21°C gedurende minstens 30 min.

**

*

9. Gecombineerde toning en hulpspoelbad

Conserveringstonbaden

Seleniumtoner

- Water, 24 tot 26°C..... 3000 ml
- Kodak Rapid Selenium Toner..... 200 ml
- Hulpspoelbad in werkoplossing..... 800 ml

Met deze methode ondergaat het beeld slechts een lichte kleurverandering die gemakkelijk controleerbaar is.

Na het fixeren worden de prints gedurende een vijftal min. gespoeld en in het toonbad gedurende 5 tot 6 min. behandeld onder agitatie.

Een praktische methode bestaat erin al de te tonen prints tegelijkertijd te behandelen: men bewaart de gefixeerde prints van een ganse printsessie in een spoelbak gevuld met zuiver stilstaand water. Vooraleer de prints één na één, emulsiezijde naar boven in het seleniumtoonbad te plaatsen, laat men ze gedurende een vijftal sec. afdruipten. Men houdt de prints in constante beweging gedurende de ganse behandelingstijd door, op een regelmatig ritme, telkens de onderste print bovenop de stapel prints te plaatsen. Zodoende kan men regelmatig iedere print visueel controleren.

Het beeld verandert licht van kleur na 5 tot 6 min. De kleurverandering bestaat uit een verrijking van de zwarte kleurwaarden en een lichte verschuiving naar purper. Er gebeurt echter geen radicale kleurverandering. De intensiteitsverandering is merkbaar door een plotse verdieping van de zwarte en diepgrijze toonwaarden. Hierna worden de prints in koud stromend water gespoeld gedurende 5 min. Een watertemperatuur >20°C doet bijna de ganse seleniumverkleuring verdwijnen. Na deze korte spoeling worden de prints in een hulpspoelbad behandeld zoals voorgeschreven en daarna volgt de eindspoeling.

Waarschuwing!

Het is al ruime tijd bekend dat het gebruik van een seleniumoplossing een gevaar kan betekenen voor de gezondheid. Het is dus aan te bevelen de behandeling in de seleniumtoner met rubber- of plasticen handschoenen uit te voeren.

Goudchloridetoonbad

Goud kan eveneens gebruikt worden als een beschermende bekleding voor het emulsie-zilver van zwart-wit barietemulsies. Het goudchloridebad is vanzelfsprekend duurder dan het seleniumbad, doch kunnen de kosten geminimiseerd worden door de te behandelen prints volledig af te werken en droog te bewaren tot men over een voldoende aantal prints beschikt om deze tegelijkertijd te tonen en alzo de goudtoner renderend te maken.

De beste resultaten worden bekomen wanneer de laatste sporen van het residueel thiosulfaat verwijderd worden door middel van een hypo-eliminatoroplossing die het thiosulfaat helemaal tot ongevaarlijk en gemakkelijk uit de emulsie te spoelen natriumsulfaat reduceert.

Kodak Hypo-Eliminator HE-1

- Water..... 500 ml
- Waterstofperoxide in 3% oplossing..... 125 ml
- 28% ammoniak in 1+9 oplossing..... 100 ml
- Water tot..... 1000 ml

De oplossing moet onmiddellijk voor het gebruik vermengd worden.

De bereide oplossing **niet** in een afgestopte of vastgeschroefde fles plaatsen daar het opgewekte gas de fles kan verbrijzelen.

De capaciteit van de HE-1 oplossing is ongeveer 0,7 m² barietemulsie per liter oplossing. De bewaartijd is ongeveer 1 uur!

De HE-1 oplossing mag **niet** voor filmemulsies gebruikt worden gezien het gevormde gas de filmdrager kan doen barsten.

Na de hulspoelbadstap van de verwerking of na een waterspoeling van ongeveer 30 min. bij een temperatuur van 18 tot 21°C wordt iedere print in de HE-1 oplossing op 20°C gedurende 6 min. ondergedompeld. Hierna volgt een waterspoeling van 10 min. Bij lagere temperatuur moet deze spoeltijd verlengd worden.

Kodak Gold Protective Solution GP-1

- Water..... 750 ml
- Goudchloride in 1% oplossing..... 10 ml
- Natriumthiocyanaat..... 15 g
- Water tot.....1000 ml

Een 1% goudchloride-oplossing wordt vervaardigd door 1 g goudchloride in 100 ml water op te lossen.

De goudchloride-oplossing wordt aan het aangeduide volume water toegevoegd. Men mengt het natriumthiocyanaat **apart** in 125 ml water en men mengt deze oplossing **langzaam** met de verdunde goudchloride-oplossing terwijl men voortdurend en vlug roert.

De capaciteit van het GP-1 toonbad is ongeveer 0,4 m² emulsie per liter oplossing. De GP-1 oplossing wordt juist voor het gebruik vermengd.

Na behandeling met de hypo-eliminator wordt de te tonen print gedurende ongeveer 10 min., of tot een lichte kleurverschuiving vastgesteld wordt, in de GP-1 oplossing geplaatst bij een temperatuur van 20°C. De kleurverschuiving is licht blauwachtig in de zwarte toonwaarden.

Men spoelt vervolgens in stromend water gedurende 10 min. en daarna droogt men de print zoals gebruikelijk.

**

*

10. Spoelen

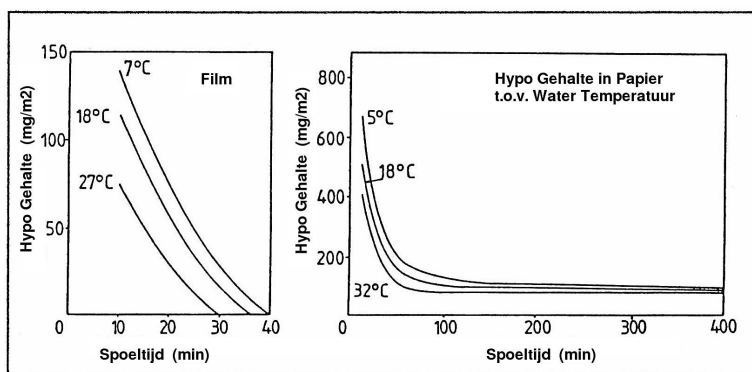
Het spoelwater

Bij de archivale behandeling van barietemulsies benodigt men normaal belangrijke hoeveelheden zuiver water om de residuele chemicaliën uit de emulsie en de papierdrager te verwijderen. Stadswater is over 't algemeen bevredigend voor de eindspoeling zowel van film- als van papieremulsies.

Water is ofwel hard ofwel zacht naargelang de hoeveelheid calcium- en magnesiumzouten die erin opgelost zijn. De hardheid van water heeft weinig invloed op de stabiliteit van fotografische emulsies, behalve dat kalk op de gelatinelag kan afgezet worden. Zeer zacht of alkalisch water doet de gelatine zwellen. Dit is vooral het geval met water dat zoutarm gemaakt wordt door middel van waterverzachtingsapparatuur.

Bronwater kan sulfides bevatten of vegetale materie oplossen. De aanwezigheid van sulfides kan bij verwarming opgespoord worden door de karakteristieke geur van rotte eieren. Een groenachtige kleur wijst op opgeloste vegetale stoffen. Deze onzuiverheden kunnen verwijderd worden door filtratie of langs chemische weg. In 't algemeen kan men aannemen dat water bevredigend is voor fotografisch spoelen wanneer het kleurloos en reukloos is en het geen sulfidegeur verspreid bij verwarming.

De temperatuur van het spoelwater heeft een belangrijke invloed op de uitspoelingssnelheid van de thiosulfaat- en zilvercomponenten.



Eaton²⁸ toont aan dat het wenselijk is de temperatuur van het spoelwater te regelen tussen 14 en 17°C. Het effect van de temperatuur op de spoeltijd van film- en barietemulsies wordt hierboven voorgesteld. Men merkt weer op dat men bij filmemulsies gemakkelijk tot een volledige uitspoeling komt hetgeen onmogelijk blijkt bij papieremulsies.

Men spoelt dus sneller bij stijgende temperatuur van het spoelwater. De spoeltemperatuur mag evenwel niet hoger liggen dan 25°C om de aanhechting van de gelatinelaag niet in gevaar te brengen.

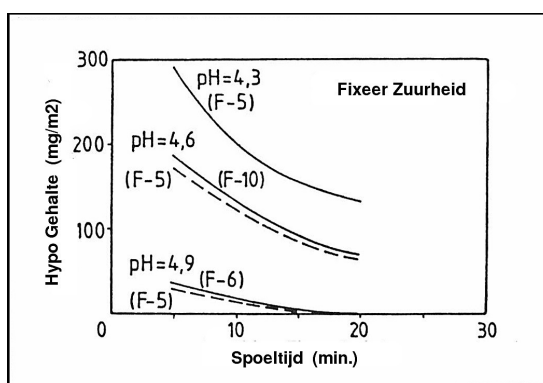
Spoelapparaat

Een concept dat men voortdurend in de gespecialiseerde literatuur terugvindt is dat het spoelwater een voldoende debiet moet hebben om de gebruikte spoeltank of spoelbak te vullen in 5 min. Dit debiet moet evenwel verwezenlijkt worden zonder excessieve turbulentie op te wekken hetgeen de foto-emulsies kan beschadigen.

Voor spoelapparatuur met een klein volume is deze eis gemakkelijk te verwezenlijken. Doch hoe kan men voor een spoelbak met gemiddelde afmetingen, bvb. een archivale spoelbak met een volume van 50 liter, een waterdebiet van 10 L/min. opwekken zonder excessieve turbulentie te veroorzaken? Wij houden het dus liefst bij een vastgesteld waterdebiet, bijvoorbeeld 4 L/ min.

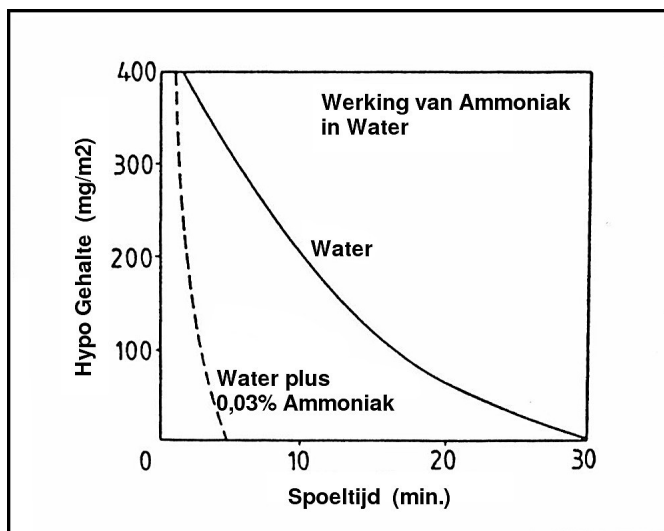
Het spoelen van filmemulsies

Het spoelen van filmemulsies is relatief eenvoudig daar de filmdrager weinig of geen chemicaliën opslorpt. Er wordt aangenomen dat onder goede omstandigheden een filmemulsie voldoende gespoeld is na 15 tot 20 min.



We weten dat een fotografische gelatine een zuurgraad van pH=4,90 heeft. In bovenstaande grafiek ziet men het effect van de zuurgraad van fixeerbaden op de uitspoeling van thiosulfaat. De volle curven tonen de versnelde uitspoeling bij stijgende pH-waarde. De gestipte curven tonen aan wat er gebeurt wanneer de pH-waarde van eenzelfde fixeeroplossing verhoogd wordt. Het pH-effect neemt nog toe wanneer de pH-waarde van het spoelwater verhoogd wordt boven pH=5,0.

In volgende figuur bemerkt men hoe een 0,03% ammoniakoplossing de pH-waarde van de gelatine doet stijgen tot pH=9,0 hetgeen als effect had het thiosulfaat uiterst snel te verwijderen.



Dit pH-effect wordt alleen bij filmemulsies waargenomen. Volgens Eaton²⁸ is dit niet toepasselijk op de behandeling van papieremulsies waarbij het effect onbeduidend blijkt.

Spoelen van barietemulsies

Recent onderzoek heeft uitgemaakt dat het actuele aangenomen toelaatbare thiosulfaatgehalte voor de archivale conservering van een barietemulsie, maximum 0,1 g/m² mag bedragen. Het verwijderen van residuele fixeersouten heeft aan talrijke generaties van fotografen hoofdbrekende problemen gesteld voor de goede reden dat men, zowel tijdens de behandeling als erna, visueel geen enkele bron van schadelijke stoffen kan waarnemen.

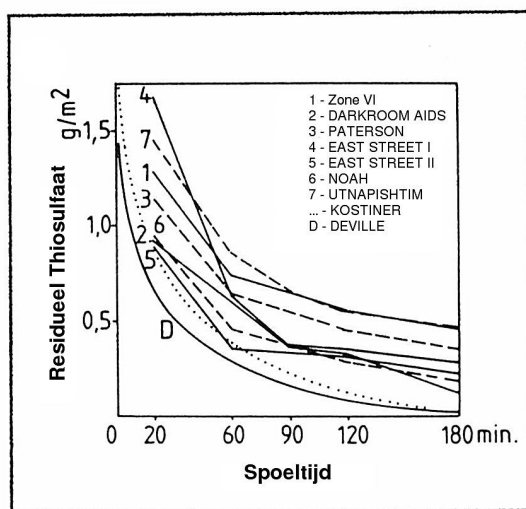
In de loop der jaren werden verschillende spoelmethoden voor barietemulsies aanbevolen en een lijst van min of meer efficiënte spoelapparaten werden uitgedacht en geproduceerd. Onder deze laatste zijn het de vertikaal gecompartmenteerde archivale spoelbakken die onze aandacht trekken door het ogenschijnlijk gemak waarmee de residuele behandelingsproducten, volgens de publiciteit van de fabricanten, uit de barietemulsie verwijderd worden.

Spoelen met de archivale spoelbak

Een vergelijkende studie van 7 archivale spoelbakken van de Amerikaanse handelsmarkt onderlijnt de essentiële eigenschappen van een archivaal spoelapparaat:

- compacte afmetingen;
- de emulsies blijven gescheiden tijdens de spoeling;
- zuiver water moet gans het oppervlak van iedere print bereiken;
- mogelijkheid tot weken in stilstaand zuiver water;
- gemakkelijke reiniging zonder onbereikbare vuilophoping.

Onderstaande grafiek is een visuele weergave van bedoelde studie, waarin het residueel thiosulfaatgehalte, in g/m^2 papieremulsie, in functie tot de spoeltijd, in minuten uitgedrukt is. Het waterdebiet was 3,8 l/min.



Bovendien vindt men er in puntlijn de spoelcurve van de recent verdwenen Kostiner spoelbak, terwijl de curve "D" de spoelcurve is van de Franse spoelbak Deville. Het spoelschema van al deze proeven is bijna gelijkwaardig zodat de spoelresultaten onderling kunnen vergeleken worden.

Een in het oog springende opmerking is dat, om de archivale limietwaarde van $<0,1 \text{ g/m}^2$ thiosulfaatgehalte te bekomen, men opmerkelijk grote hoeveelheden water dient te gebruiken. Slechts twee spoelbakken haalden deze grenswaarde na 120 min. spoelen en 480 liters water verbruikt te hebben!

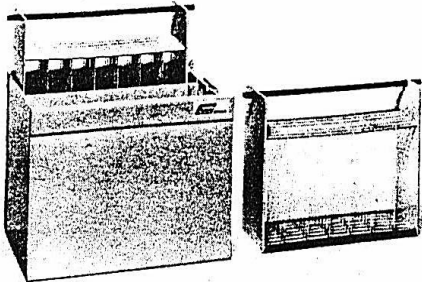
Bij de studie van een representatieve spoelcurve bemerkt men twee stadia bij de verwijdering van het residuele thiosulfaat:

- in het eerste stadium wordt het grootste gedeelte van het thiosulfaat relatief snel verwijderd door de waterstroming rondom de print die vooral het fixeer aan het buitenoppervlak van de print wegspoelt;

- vervolgens worden de thiosulfaten verwijderd door ionenvervanging met het spoelwater: een veel trager procédé. Zuiver water bevat alleen H^+ en OH^- ionen, waarvan de vervanging met de geadsorbeerde thiosulfaationen langzaam plaatsgrijpt. In dit spoelstadium is stromend water niet onontbeerlijk, wel **zuiver** water.

Uitgaande van deze bemerkingen lijkt het logisch om de spoeling van barietemulsies in twee stappen uit te voeren volgens het schema: **een eerste spoeling in stromend water, gevolgd door een weking in stilstaand zuiver water.**

Van al de beschikbare archivale spoelapparaten is, vooralsnog, alleen de Deville archivale spoelbak hiervoor geschikt. Deze spoelbak beschikt inderdaad over twee afzonderlijke spoelcompartimenten.



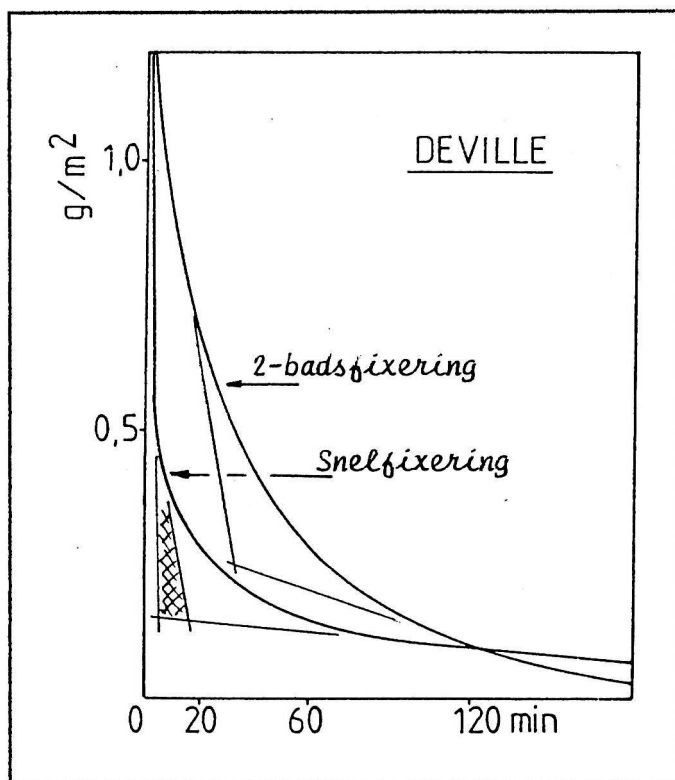
Karakteristieken	Type LC 03141	Type LC 05161
Aantal afdrukken	2 x 6 (30,5/40,6cm)	2 x 5 (50,8/61cm)
Afmetingen	51/41/31cm	74/61/31cm
Inhoud	50 l.	100 l.
Gewicht	11 kg	30 kg

Het spoelcompartiment bevat een uitneembare korf die de te spoelen prints bevat. Deze zijn door middel van nyldraden weerhouden en kunnen niet aan elkaar kleven. De wateraansluiting gebeurt onderaan de spoelbak en het fixeersout wordt verwijderd door de waterstroming onder de korf.

Door middel van de Deville spoelbak werden een reeks proeven uitgevoerd met als doel een efficiënte en waterbesparende spoelmethode te ontwikkelen. Deze studie werd uitgevoerd met volgend materiaal:

- papier: Agfa Brovira 111 - 30x40cm
- fixeermiddel: Agefix in 1+9 verdunning voor de 2-badsfixering en verdunning 1+5 voor de snelfixeermethode;
- hulpspoelbad: pH7 wash-aid in 1+10 verdunning.

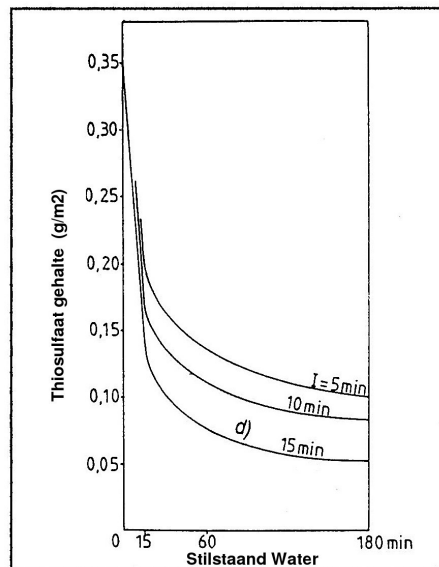
In het midden van de behandelde en gedroogde testvellen werden stalen van 10cm² genomen. Deze werden uitgetest door middel van de spectrofotometrische analyse, beschreven in de ISO-417 norm.



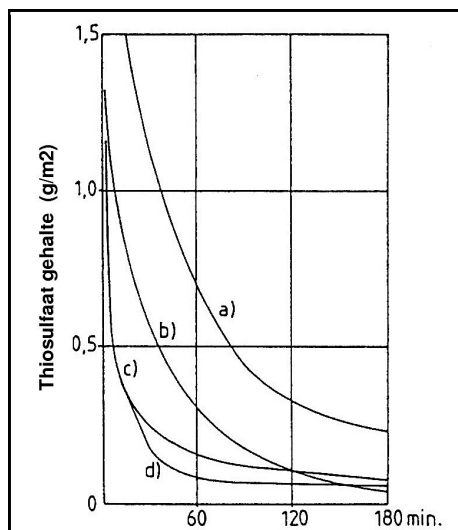
De bekomen spoelcurven laten toe de tijdsduur van fase 1 van de spoeltijd, of de benodigde spoeling in stromend water, te schatten. Deze is:

- ongeveer 30 min. voor de 2-badsfixering;
- begrepen tussen 5 en 15 min. voor de snelfixeermethode.

Als beginpunt van het onderzoek kozen we de meest efficiënte verwerkingsmethode, hetzij de snelfixering gekoppeld aan het pH7 hulpspoelbad.



De behandelde testvellen werden respectievelijk gedurende 5, 10 en 15 min. gespoeld in stromend water met een debiet van 4 l/min. Dit gebeurde in het eerste spoelcompartiment van de Deville verticale spoelbak. Hierna werd de watertoevoer afgesloten en werd de korf met de testvellen naar het tweede spoelcompartiment overgeplaatst. De testvellen werden er in stilstaand zuiver water geweekt gedurende perioden gaande tot 180 min. Op regelmatige tijden werden de testvellen uitgetest om de hierboven getoonde spoelcurven te bekomen.



De curve d), overeenkomende met 15 min. spoeling in stromend water, kan aan de snelfixeercurve gekoppeld worden om aan te tonen hoe de waterspoeling in de tweede spoelfase, zonder verder waterverbruik, de eindspoeling verbeterd.

Volgende tabel geeft een algemeen overzicht van de resultaten van de hierboven aangehaalde studie.

	SPOELING STROMEND WATER			SPOELING IN TWEË TIJDEN	
	2-BADSFIXERING		SNEL - FIXERING	2-BADS FIXERING	SNEL - FIXERING
	Zonder wash-aid	Met wash-aid	Met wash-aid	Met pH7 WASH-AID	
				Stromend + stil	Stromend + stil
Commercieel gebruik Zoutgehalte > 0,4g/m ²	95 min.	45	15		
Conservering >100jaren Zoutgehalte > 0,2g/m ²	>180	80	40	30+15	15+15
Archivale conservering Zoutgehalte > 0,1g/m ²	?	120	120	30+30	15+30

Tot conclusie kan men bevestigen dat de combinatie van een snelfixering in een vers snelfixeerbad, gekoppeld aan een spoeling in het pH7 hulpspoelbad, en aan de spoeling in twee tijden in de Deville archivale spoelbak, toelaat substantiële waterbesparingen te doen, terwijl de residuele fixeermiddelen op efficiënte wijze uit de barietemuulsie verwijderd worden.

Spoelen met andere spoelapparaten

Een goede stelregel: indien de lange afmeting van de print groter is dan de omtrek van de spoeltrommel, of de binnenafmeting van het spoelapparaat, men liefst één enkele print per spoeling behandelt.

Voor kleinere printafmetingen kan men meerdere prints behandelen. Dit dient echter experimenteel bepaald te worden. De meeste spoelapparaten werken efficiënter wanneer men af en toe manueel de prints van elkaar verwijderd.

Spoelen met handrotatie

Vroeger werd deze bijzonder effectieve methode het meest aanbevolen wanneer een consistente spoeling gewenst was. Het nadeel ervan is dat zij een belangrijke hoeveelheid handarbeid vergt, alsmede een uiterste zorg om beschadiging te vermijden, waarvan de probabilliteit nogal groot is, gezien de talrijke manipulaties die de prints dienen te ondergaan.

D. Vestal suggereert volgende werkwijze:

- men gebruikt een waterdebiet om in 5min. de volledige spoelbak te vullen;
- men start met een stapel van 6 prints, de beeldzijde naar boven;
- door rotatie van onder naar boven behandelt men al de prints van de stapel;
- men draait de stapel om zodat de beeldzijde opnieuw bovenaan ligt;
- men ledigt de spoelbak volledig;
- deze cyclus herhaalt men om de 5 min.
- het aantal rotatiecyclussen dient experimenteel bepaald te worden.

Zodoende ligt er telkens een nieuwe print op de top van de stapel na iedere waterverversing en krijgen alle prints een identieke spoeling. Anders zouden de onderste en bovenste prints lang voor die van de middellagen gespoeld zijn. Hoe constanter het rotatieritme is, hoe vlugger en efficiënter de spoeling is.

**

*

11. Verificatie van het gehalte aan residuele producten

De behandelde print kan, door onachtzaamheid van de operator, residuele zilver- en/ of thiosulfaatcomponenten bevatten. Deze kunnen de conservering op lange termijn van de print in gevaar brengen. Er bestaan een reeks testproeven die een kwalitatieve, of een kwantitatieve bepaling van deze schadelijke stoffen mogelijk maakt.

Verificatie van het zilveragehalte

Een overwerkt fixeerbade bevat complexe zilver-thiosulfaatcomponenten die door de barietemulsie weerhouden worden en niet geheel door waterspoeling kunnen verwijderd worden.

Deze zouten veroorzaken vlekken die eerst na een onbepaalde tijd merkbaar worden. Daar de hoeveelheid zilvercomponenten voor het vergelen van een print zeer miniem is, bestaat er geen eenvoudige kwantitatieve meetmethode. De vlek die in de aanwezigheid van zilvercomponenten na zekere tijd zal zichtbaar worden kan echter door volgende test gesimuleerd worden.

Kodak Residual Silver Test

Een druppel ST-1 oplossing op een onbelicht deel van een afgewerkt negatief of print plaatsen en de overtollige oplossing door middel van een absorberend papier verwijderen.

Behalve een nauwelijks zichtbare crèmekleurige tint wijst elke vergeling van de testplek op de aanwezigheid van zilver.

Indien de test positief is, kan het residuele zilver verwijderd worden door herfixering in een verse fixeeroplossing. Hierna moeten natuurlijk ook de andere, op de fixering volgende, archivale behandelingen uitgevoerd worden.

Prints die verkleurd werden in een sulfide- of een seleniumtoonbad kunnen echter niet gerecupereerd worden daar het residuele zilver met het ganse zilverbeeld verkleurd werd. De zo gevormde gele vervlekking is permanent.

Kodak Residual Silver Test Solution, ST-1

- Water.....100 ml
- Natriumsulfide (anhydrisch)..... 2 g

Men kan deze oplossing in een klein afgestopt flesje bewaren gedurende 3 maanden. Voor het gebruik verdunt men 1 deel ST-1 oplossing met 9 delen water. De verdunde oplossing kan gedurende 1 week bewaard worden.

Testen met Kodak Rapid Selenium Toner

Een meer stabiele reagens als de ST-1 oplossing bestaat uit het gebruik van een verdunde KRST-oplossing. Hiervoor verdunt men 1 deel KRST met 9 delen water en vervolgens gaat men tewerk zoals hierboven. De verdunde oplossing heeft een zeer lange levensduur.

Testen voor thiosulfaat

Het residuele thiosulfaatgehalte van film- en papieremulsies kan alleen nauwkeurig vastgesteld worden wanneer men het volledig behandelde fotomateriaal uittest. Dit is van bijzonder belang voor papieremulsies daar de papierdrager het thiosulfaat in zijn vezelstructuur weerhoudt.

Kwantitatieve bepaling van het thiosulfaatgehalte

De internationale norm ISO 417-1993 definieert drie procedures voor de kwantitatieve bepaling van het gehalte aan thiosulfaat en andere residuele chemicaliën in fotografische plaat-, film- en papieremulsies: de fotometrische methyleen-blauwmethode voor het testen van barietpapier en filmemulsies, de jodide-amylosemethode voor het testen van bovenvernoemde emulsies alsmede RC-papier en de densitometrische zilversulfide methode.

Deze analyses worden vooral uitgevoerd voor de controle van de archivale behandeling van microformemulsies, radiografiefilm, cinéfilm en alle fotografische emulsies waarbij het thiosulfaatgehalte, voor een conservatie op lange termijn, moet voldoen aan de eisen van de internationale norm ISO 1062-1993.

Methyleen-blauwmethode

Het residuele thiosulfaat van een volledig behandeld staal van 10 cm² wordt tot sulfide gereduceerd door kaliumborohydride. De sulfide reageert vervolgens met N,N-dimethyl,p-phenyleendiamine om methyleen-blauw te vormen.

Door middel van een spectrofotometer wordt de absorptie van de blauwe kleur gemeten op een golflengte van 650 nanometer en de thiosulfaatconcentratie wordt afgelezen op een ijkingscurve.

Iodide-amylosemethode

Een reagens wordt aan het staal toegevoegd om de residuele thiosulfaat- tetrathionaat- en pentathionaat-ionen te extraheren. Formaline vormt een complex met iedere aanwezige sulfietion. Jodine wordt aan een amylose-indicator toegevoegd om een blauwkleurige oplossing te bekomen. Bij menging met de amylose-oplossing zal het aanwezige thiosulfaat reageren met de jodine en proportioneel de intensiteit van de blauwe kleur reduceren. Het kleurverlies komt overeen met de thiosulfaatconcentratie. Deze methode geeft een goede correlatie met versnelde verouderingsproeven van behandelde microfilm en is bruikbaar zowel voor kleur- als voor Z/ W-emulsies.

Zilversulfidemethode

In deze methode wordt geacidifieerd zilvernitraat aangebracht op een onbelicht deel van de behandelde emulsie. Het overtollige zilvernitraat wordt verwijderd met een natriumchloride-oplossing die het zilversout omzet tot zilverchloride hetwelk dan opgelost wordt in thiosulfaat.

Deze stap is noodzakelijk daar het overtollige zilvernitraat, onder belichting, zou verdonkeren en aldus de analyse vervalsen.

De reflectiedensiteiten van de emulsie voor en na de behandeling met de zilvernitraatoplossing worden afgelezen met behulp van een densitometer. Het verschil tussen deze densiteitslezingen duidt het thiosulfaatgehalte van de emulsie aan.

Kwalitatieve bepaling van het thiosulfaatgehalte

Kwalitatief testen van filmemulsies

Na de eindspoeling en droging van de filmemulsie snijdt men een kleine reep van de doorzichtige rand en dompelt men een deel ervan gedurende 3 min. in een klein volume van de HT-2 testoplossing. Goed gespoelde film vertoont hierna weinig of geen verkleuring.

Kodak Hypo Test Solution, HT-22

Water.....	750 ml
Azijnzuur op 28%.....	125 ml
Zilvernitraat (kristallen).....	7,5 g
Water tot.....	1000 ml

De oplossing kan bewaard worden in een bruine fles, afgesloten met een glazen stop of een geschroefde dop.

De oplossing kleurt handen en kleding zwart!

Kwalitatief testen van papieremulsies

Om te testen of een print voldoende gespoeld is, verwijdt men, op de onbelichte boord van de print, het overtollige water van de emulsie door middel van een absorberend papier.

Men plaatste één druppel van de HT-2 testoplossing op de emulsielkant. Men laat de oplossing inwerken gedurende 2 min. en daarna spoelt men de overtollige reagens weg.

Men vergelijkt vervolgens de verkleurde vlek met de geijkte tinten van de Kodak Hypo Estimator. Een lichte crèmekleur wijst op een voldoende spoeling. Indien de verkleuring echter bister- of bruinkleurig is, duidt dit op een te hoog thiosulfaatgehalte.

Het gaat hier om een kwalitatieve schatting van de spoelkwaliteit van een papieremulsie die niet als maatstaf van de conserveringskwaliteit van barietemulsies mag gebruikt worden.

**

*

12. Drogen

Na de eindspoeling is de barietemulsie in een bijzonder kwetsbare toestand daar de met water verzadigde gelatine gezwollen is. Daarenboven is de papierdrager zodanig slap dat het geheel onderhevig is aan kreukvorming hetgeen permanente sporen achterlaat. Eens dat de print uit het waterbad verwijderd wordt, moeten we er voor zorgen op een onberispelijk vlak oppervlak te werken.

Drogen aan de lucht

Indien men er de nodige tijd aan besteed is dit de zekerste manier om de behandelde print in perfecte staat te drogen. Bij het drogen aan de lucht draagt men er zorg voor dat de lucht aan beide zijden van de print kan circuleren. Dit bevoordeligt het gelijkmatig drogen evenals een reductie van een eventuele krul.

Men kan de print ophangen ofwel op een scherm te drogen leggen: muggengaas is hier ideaal geschikt voor. Droogschermen kunnen gemakkelijk met houten of aluminium kaders, waarover het fiberglas gespannen is, vervaardigd worden. De schermen kunnen gestapeld worden door gebruikmaking van tussenliggende blokken aan de hoeken, ofwel kan men ze in een kast, of onder de werkbank, monteren als schuiframen.

De print wordt uit de spoelbak genomen en dadelijk tussen twee polyestervellen op een glad oppervlak gelegd. Het overtollige water wordt uitgestreken door middel van een rubberen ruitenwisser.

Men verwijdt het polyestervel van de rugzijde van de print en, door middel van een spons of een absorberend papier, verwijdt men het overtollige water rondom de print. Ook de papierdrager wordt afgewreven. Vervolgens laat men de print, rugzijde naar boven, rusten gedurende enkele minuten. Dit laat toe een deel van het geabsorbeerde water, bevat tussen de cellulosevezels, te laten evaporeren.

Hierna verwijdt men het tweede polyestervel en legt men de print, de beeldzijde naar boven, op het droogscherf. Wanneer de emulsie, bij aanraking, niet meer kleverig aandoet, kan hij omgedraaid worden en zal hij verder drogen zonder excessieve krul.

Het krullen van barietemulsies is het gevolg van de veranderlijke vochtigheidsretentie van de gelatine-emulsie en van de papierdrager. Het ongelijkmatige drogen veroorzaakt spanningen die het fotopapier ombuigen. Een dunne papierdrager vervormt vanzelfsprekend meer dan een kartondrager.

Wanneer de print volledig droog aandoet bij aanraking kan hij gedurende meerdere dagen tussen witte archivale vloeien of tussen zuurvrije kartonnen vellen, onder druk gezet worden. Het evenwicht van het natuurlijke watergehalte van papier is een bijzonder langzaam proces.

De print kan ook vlak gemaakt worden door hem na het drogen aan de lucht, in een droogpers, tussen twee vellen zuurvrij karton te verwarmen onder druk. Over deze techniek lopen de meningen nogal uiteen. Sommige fotografen verwarmen de print in een matig verwarmde pers (! $^{\circ}\text{C}$) gedurende enkele minuten, waar anderen de print verwarmen tot 105°C en de print persen gedurende 20 tot 30 sec. De beste persoonlijke methode wordt liefst experimenteel bepaald.

Drogen tussen vloeien

Na een korte drainage­stap, zoals hierboven, kan de print ook onder lichte druk tussen archivale vloeien gedroogd worden. De twee vellen in direct contact met de print dienen, na ongeveer een half uur, verwijderd te worden.

Daar de lucht niet vrij kan circuleren rondom de print kan de droogtijd dagenlang duren. De droogtijd wordt versneld door het periodisch vervangen van de vloeien in contact met de print.

Het gevaar van deze methode bestaat in de eventuele accumulatie van contaminerende producten in de gebruikte vloeien, die naar de te drogen print kunnen migreren.

Drogen door hittetoevoer

Men kan eveneens gebruik maken van elektrische glanspersen, die in het verleden gebruikt werden voor het bekomen van een hoogglans. Dergelijke apparatuur blijkt heden in ongebruik gevallen te zijn. Weinige fotografen geven er steeds de voorkeur aan een glanzende emulsie te gebruiken, omwille van de diepzwarte toonwaarden die hiermee te bekomen zijn. Vanuit het oogpunt van de permanentie bestaat hiertegen geen opwerping, behalve dat het canvas, dat tegen de rugzijde van de print drukt, mettertijd schadelijke producten kan bevatten en deze aan de papierdrager overdragen. Deze kunnen echter verwijderd worden door een regelmatige reiniging van het canvas met een degelijk wasmiddel, bv. Agepon of Kodak Photo'Flo.

Om een print te drogen zonder hoogglans van de emulsie volstaat het de beeldzijde aan de kant van het canvas te plaatsen en de glanspers te verwarmen tot volledige droging van de print.

Vlakmaking van de droge print

Koud persen

Voor deze methode heeft men verschillende vellen archivaal vloeipapier, een relatief dikke, vlakke metaalplaat (of houten plank), gedemineraliseerd water, een zuivere spons en gewichten (bv. een stapel boeken). Het werkoppervlak wordt met een vel vloeipapier bedekt, om iedere gemorste waterdruppel op te vangen.

De rug van de eerste print wordt, door middel van de spons, licht met gedemineraliseerd water bevochtigd. Het papier reageert onmiddellijk en relaxeert zich. Men plaatst de print tussen twee vloeien, onder een goed verdeelde belasting. Men behandelt achtereenvolgens alle prints en stapelt deze tussen droge vloeien onder druk.

Warm persen

Het essentiële element van deze methode is de elektrische drukpers. Hierbuiten heeft men 3 of 4 vellen zuurvrij karton op de afmetingen van de pers, een niet klevend siliconenpapier en een vlakke metalen plaat, dienend als warmtediffusie .

De pers opwarmen op een temperatuur die de 95°C niet overschrijdt. De kartonnen vellen voorverwarmen in de pers en deze herhaaldelijk openen en sluiten om de geabsorbeerde vochtigheid te laten ontsnappen.

Men plaatst de print tussen twee vellen droog karton en beschermt de emulsie met het siliconenpapier. Het is essentieel ieder stofje van het emulsie-oppervlak te verwijderen, vooraleer deze onder druk te zetten.

Men sluit de pers gedurende een tiental seconden. Men opent en sluit de pers dan herhaaldelijk om de printvochtigheid te laten ontsnappen. De pers dan sluiten gedurende 30 tot 45 sec. vervolgens de pers openen en de print **onmiddellijk** tussen twee droge vellen karton plaatsen, onder de metalen plaat.

De print moet er onder druk afkoelen zoniet kan hij in warme toestand vochtigheid uit de lucht opsorpen en opnieuw zijn initiale vorm aannemen.

**

*

13. Twee aanbevolen behandelingsmethoden

De bijzonderste afwijking in de gangbare archivale behandelingen is het verschil in fixeertechniek. Men fixeert ofwel in twee opeenvolgende fixeerbaden met normale concentratie, ofwel in één enkel ultrasnel geconcentreerd fixeerbad. Hieronder volgt een korte beschrijving van twee behandelingen die toonaangevend zijn in de hedendaagse fotografie.

Archivale behandeling van barietemulsies volgens Kodak³¹

- 1) De ontwikkeling gebeurt op de voorgeschreven manier.
- 2) Stopbad: gedurende 30 sec. onder agitatie in een vers stopbad.
- 3) Fixeren: in twee opeenvolgende fixeerbaden, onder voortdurende agitatie gedurende 3 tot 5 min.
- 4) Spoelen gedurende 30 sec. in stromend water.
- 5) Hulpspoelbad: onder agitatie in Kodak Hypo Clearing Agent, in werkoplossing, gedurende 2 tot 3 min.
- 6) Hypo Eliminator: gedurende 6 min. onder agitatie in Kodak Hypo Eliminator, formule HE-1, om de laatste sporen van thiosulfaat uit de emulsie te verwijderen (de uitgeputte oplossing na 1 uur vervangen).
- 7) Spoelen: gedurende 10 min. in stromend water met voldoende debiet om het volledig watervolume in 5 min. te vervangen.
- 8) Goudomkleurbad: gedurende 10 min. of tot wanneer een juist waarneembare kleurverandering optreedt. De behandeling gebeurt onder agitatie in het Kodak Gold Protective Solution, GP-1&2, toonbad.
- 9) Spoelen: gedurende 10 min. in stromend water met voldoende debiet om het watervolume volledig in 5 min. te vervangen.
- 10) Drogen: in een zuivere stofvrije ruimte.

³¹ EASTMAN - KODAK - Kodak Black & White Darkroom Data Guide, Publication n° R-20, Rochester, USA, n.d.

Archivale behandeling van barietemulsies volgens pH7 ³²

- 1) Belichting: een onbelicht boord van 2 tot 2,5 cm laten.
- 2) De print volledig ontwikkelen.
- 3) Stopbad: gedurende 30 sec. onder constante agitatie.
- 4) Laten afdruipe gedurende 5 sec.
- 5) Fixeren: gedurende 30 sec. onder constante agitatie in een vers snelfixeerbad van filmsterkte.
- 6) Laten afdruipe gedurende 5 sec.
- 7) Spoelen; gedurende 30 sec. in stromend water, hierna in een waterbad plaatsen in afwachting een reeks prenten in één operatie te tonen. Indien er niet omgekleurd wordt gaat men naar punt 10).
- 8) Seleniumtoonbad: onder rotatie gedurende 6 min., of tot een nauwelijks merkbare kleurverandering optreedt, in een lauw seleniumtoonbad (24 tot 26°C) behandelen.
- 9) Spoelen; in koud stromend water (< 20°C) gedurende 5 min.
- 10) Hulpspoelbad: onder rotatie gedurende 6 min. in 1+10 pH7 wash-aid behandelen.
- 11) Eindspoeling: in een archivale spoelbak in stromend water spoelen gedurende 15 min. (4 liter/ min.) en hierna laten weken gedurende 30 min. in zuiver stilstaand water.
- 12) Het overtollige water verwijderen door afstrijking tussen polyestervellen.
- 13) Drogen: langzaam aan de lucht op een glasvezeldoekscherm.
- 14) Monteren: in een conserveringsfolder met zuurvrij opzetkarton en zuurvrije montagematerialen.
- 15) Inlijsting: een eventuele inlijsting gebeurt op de archivaal voorgeschreven manier.
- 16) De al of niet gemonteerde prints bewaren in zuurvrije bergingsdozen.

³² KOCKAERTS, Roger. - *Techniques d'archivage pour les émulsions argentiques N/B modernes*, Editions pH7, Bruxelles, 1985, 2^e éd. 1989.

14. Monteren

Voorstelling en bescherming van barietemulsies

Principieel is de voorstellingswijze van een fotografische print een kwestie van persoonlijke smaak. Uit conserveringsoverwegingen is het echter noodzakelijk een keuze te maken tussen de middelen en technieken om ofwel een tijdelijke conservering na te streven, ofwel een meer permanente archivale bescherming. De basismaterialen gebruikt voor een tijdelijke tentoonstelling zijn quasi identiek aan deze aangewend voor een conservatie op lange termijn.

Barietemulsies archivaal monteren, beschermen en exposeren vereist bijzondere technieken en archivaal veilige materialen. De zilverprint is immers gevoelig aan mechanische manipulaties en evenzeer aan de chemische inwerking van zwavel en zuur vanuit de atmosfeer of vanuit de materialen waarmee zij in aanraking gebracht worden.

In afwachting van een eventuele montage of een inlijsting bewaart men de vlakgemaakte barietemulsies liefst in een zuurvrije conserveringsdoos. Een eerste vereiste is de prints te bewaren op een plaats waar ze beschermd zijn tegenover hitte, overdreven vocht en mechanisch schadegevaar.

Merken en aantekeningen

Na de behandeling en droging worden fotoprints gewoonlijk gemerkt met aanduidingen i.v.m. de identificatie van de fotograaf en de plaats van de opname, de datum en titel van het werk en andere, voor de fotograaf belangrijke aantekeningen.

De enige archivaal veilige media voor het merken van fotoprints zijn in water opgeloste Oost-indische inkt, aangebracht met een vulpen of een technische pen, en het traditionele potlood. Potloden worden gewoonlijk vervaardigd uit grafiet en koolzwartpoeder gemengd met een bindmiddel op basis van klei.

Potloodmerken zijn zeer stabiel en wateronoplosbaar zodat, zelfs na het merken, de print zonder gevaar van uitwissen of uitvloeien, herbehandeld of watergespoeld kan worden.

Men dient er echter zorg voor te dragen geen excessieve druk op de potloodpunt uit te oefenen bij het merken van de rugzijde van barietprints. Men schrijft liefst op de achterkant van de witte board rondom het beeld. Hiervoor wordt de print op een glad en hard oppervlak geplaatst. Karton is hiervoor niet geschikt. Bij het schrijven oefent men een lichte druk uit op een medium hard potlood.

Bij het merken van de emulsiekant wordt gebruik gemaakt van Oost-indische inkt, gezien de gelatinelaag moeilijk potloodmerken aanvaard.

Viltstiften bestaan uit twee types: deze gebaseerd op wateroplosbare inkt die na droging wateroplosbaar blijft en de "marker" viltstift met sneldrogende waterproof inkt op basis van vervliegende solventen. Deze schrijfmethoden zijn niet toepasbaar op barietpapier. De rugzijde van RC-papier kan gemerkt worden met viltstiften van het tweede type. Het is toch wenselijk ieder contact van de zo gemerkte rugzijde met de emulsiekant van gestapelde prints te vermijden. Het gebruik van de balpuntpen, de zogenaamde "bic" moet eveneens vermeden worden.

In 't verleden werd veel gebruik gemaakt van rubberen stempels met naam en adres van de fotograaf, copyright informatie, e.a..

Indien deze doenwijze onontbeerlijk blijkt, brengt men een lichte afdruk aan achter de onbelichte boord van de print of op de binnenzijde van de conserveringsfolder. Een te vette afdruk kan tamelijk snel naar de emulsie migreren of, bij contact met de emulsiekant van een gestapelde print deze onherroepelijk en onuitwisbaar besmeuren.

Ontstippen en retoucheren

De meeste fotoprints hebben een min of meer groot aantal witte stippen te wijten aan stofdeeltjes op het negatief. Sommige fotografen ontstippen hun prints alvorens ze te monteren; anderen verkiezen dit te doen na montage.

Betreffende de houdbaarheid van deze interventie worden exclusief neutrale en stabiele materialen gebruikt. Een beproefd product dat reeds door Edward Weston aanbevolen werd³³ is Oost-indische inkt in staafvorm in even gewicht vermengd met arabische gom. Oplossen in voldoende water om de ingrediënten onder te dompelen en mengen. Dit mengsel door evaporatie, liefst in een plat schaaltje, laten drogen. Het retouchepenseel met water bevochtigen en over het retoucheblokje wrijven. Op een vel papier aanbrengen tot men de juiste grijswaarde bekomt. Een droog penseel is meer efficiënt dan een doornat penseel. Men kan 2 tot 3-maal meer arabische gom gebruiken dan inkt, naargelang de glans van de te ontstippen plaats.

Bij het ontstippen worden alleen stippen ontstaan door stof, weefsel, krassen en andere beschadigingen van het negatief in de print opgevuld.

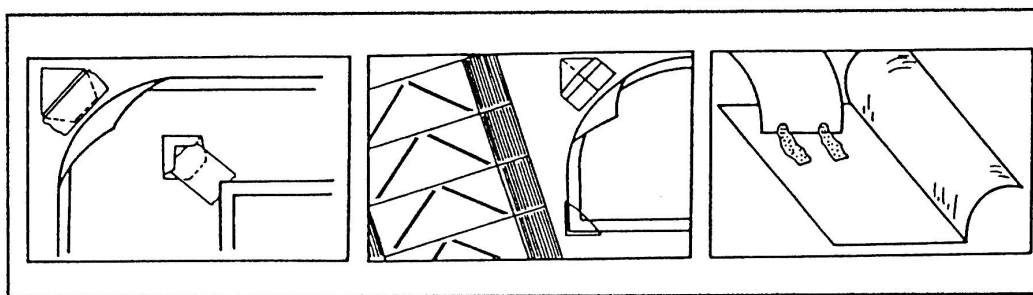
³³ Ansel ADAMS - The Print, Basic Photo 3, New York Graphic Society, Boston.

Het retoucheren houdt gewoonlijk een gevoelige ingreep op het beeld zelf in. Dit kan gaan van het verwijderen van rimpels in een aangezicht tot het invullen van telefoonpalen, het aanbrengen van wolken, e.d.

Spotone en andere types van vloeibare ontstippingsoplossingen werden populair door hun eenvoudig gebruik en door het feit dat ze weinig of niets aan de printstructuur wijzigen daar de kleurstof door de emulsie geabsorbeerd wordt en bijna geen residu op het printoppervlak achterlaat. Spotone neutraal zwart n°3 is gebruikelijk voor de meeste neutrale of bijna neutrale toonwaarden. Bij blootstelling aan licht verandert de densiteit van de aangebrachte kleurstof relatief veel vlugger dan de densiteit van de zilveremulsie, zeker als deze laatste archivaal behandeld werd.

Wanneer men beslist dat een fotoprint de moeite en investering loont om gemonteerd of ingelijst te worden, gebruikt men in de eerste plaats een conserveringsfolder. Het gebruikte karton waarop men de print bevestigt, dit van de passe-partout en de gebruikte hechtingsmaterialen moeten noodgedwongen vrij zijn van zuur en zwavel.

De montage van prints, vooral deze van aanzienlijke afmetingen, zoals men dit in 't verleden deed, blijft het voorwerp uitmaken van contreverse aanbevelingen. Vanuit een conserveringsoogpunt moet ieder gemonteerd object volledig omkeerbaar zijn, t.t.z. men moet op ieder willekeurig ogenblik in staat zijn het object in zijn originele toestand te kunnen recupereren. Vele van de gebruikte montagetechnieken houden hiermee geen rekening.

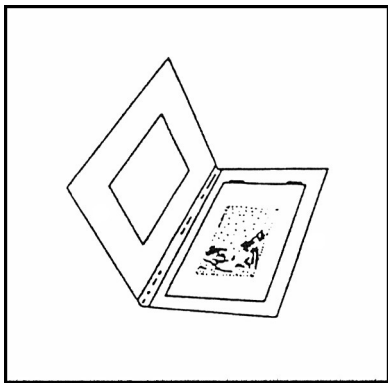


Bij een omkeerbare montage wordt gebruikt gemaakt van zuurvrij papieren of polyester foto-hoekjes of van een volledig omkeerbare vasthechting³⁴

³⁴ Anon - Archival Notes: Aids for the Family Archivist. In: The Light Impressions Review, n°14, 1984.

De conserveringsfolder

De conserveringsfolder is de meest efficiënte en universeel in de fotoconservering gebruikte manier om een waardevolle print te preserven, voor te stellen en te conserveren.



Het opzetkarton zoals hierboven beschreven, vormt de rug van de conserveringsfolder. De voorzijde van deze laatste bestaat meestal uit een dikker zuurvrij karton voorzien van een schuingesneden opening op de afmetingen van de print. Beide kartons zijn aan de binnenzijde, langsheen de grootste afmeting, aan elkaar verbonden door een zelfklevende scharnierband.

Deze configuratie laat toe het werk te visualiseren en te manipuleren zonder het met de vingers aan te raken. Daar de conserveringsfolder bovendien gewoonlijk op de universeel gebruikte standaardafmetingen uitgevoerd is, kan het werk op ieder ogenblik in de beste omstandigheden, veilig en vlug verzonden, ingelijst en tentoongesteld worden.

De functie van de conserveringsfolder bestaat uit de bescherming van de print tijdens zijn conservering en een fel verbeterde voorstellingswijze tijdens zijn eventuele presentatie of expositie.

Vermits er een intiem contact bestaat tussen het werk en zijn conserveringsfolder moet er bijzonder veel aandacht besteed worden aan de kwaliteit van de gebruikte materialen³⁵. Bij gebruik van gekleurd passe-paroutkarton kan, bij hoge vochtigheidsgraden, de kleurstof naar de print migreren.

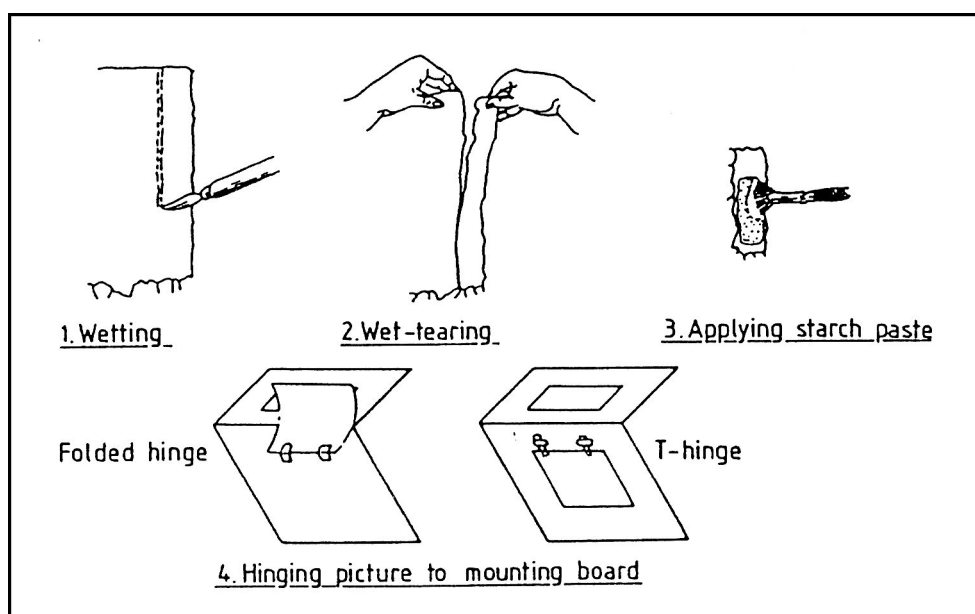
Bij het ontbreken van het opzetkarton of rug van de conserveringsfolder staat, bij inlijsting, de printrug in direct en intiem contact met de lijstrug die gewoonlijk nog steeds in Unalit of MDF (Medium Density Fiber) uitgevoerd wordt. Deze laatste materialen zijn hoogst corrosief en kunnen op zeer korte termijn een onherroepelijke vergeling van de ingelijste fotoprint veroorzaken.

³⁵ Bertrand Lavédrine - Deterioration of Some Contemporary Prints. In: Topics in Photographic Conservation, American Institute for Conservation Photographic Materials Group, vol.6, 1995.

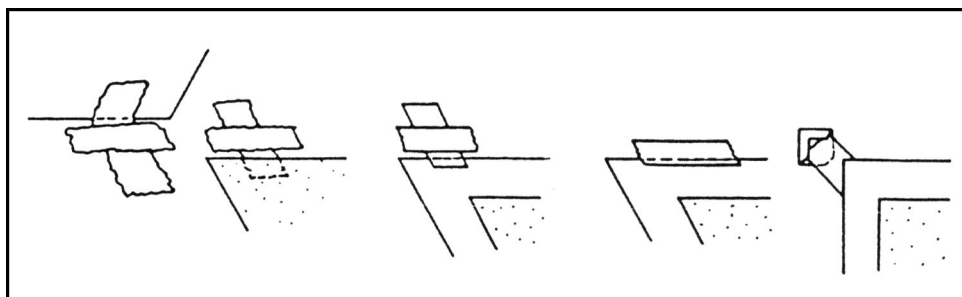
In 't algemeen wordt de passe-partoutopening gesneden vooraleer de print op het opzetkarton vast te hechten, hetgeen de correcte plaatsing van de print vergemakkelijkt.

De archivale montage

Wanneer men de maximale levensduur van een print hoeft te verzekeren dan wordt deze door middel van archivale fotohoeken uit doorzichtig polyester, of uit zuurvrij papier, ofwel door middel van scharnieren uit zuurvrij papier en met losweekbare lijm gemonteerd. De manier om papierscharnieren met Japans papier te verwezenlijken is afgebeeld op volgende figuur.

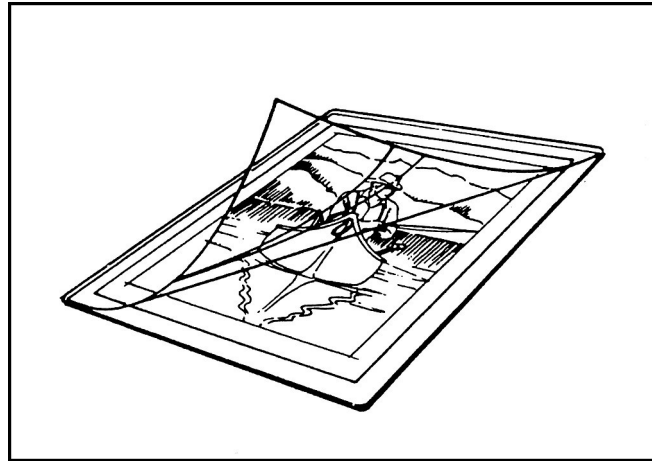


Het Japans papier wordt versneden door afscheuring van een met water afgezwakte scheurlijn. De print wordt vervolgens onder de uitgesneden opening gecentreerd en door middel van papierscharnieren en zetmeellijm vastgehecht.



Hierboven toont men de meest in fotoconservering gebruikte omkeerbare hechtigingsmethoden.

De meest fragiele documenten kunnen in alle zekerheid in folders geplaatst worden waarbij de rug gevormd is door een stijf zuurvrij karton waarop aan twee zijden een polyestervel bevestigd is door middel van een speciale dubbelzijdig klevende tape, zoals aangetoond in volgende figuur.



Dit foldertype, verwezenlijkt op de afmetingen van de zuurvrije conserveringsdoos is bijzonder praktisch voor de bewaring van waardevolle prints waarvan de montage niet gewenst is. Het electrostatisch geladen polyestervel weerhoudt inderdaad de print zonder kleving.

**

*

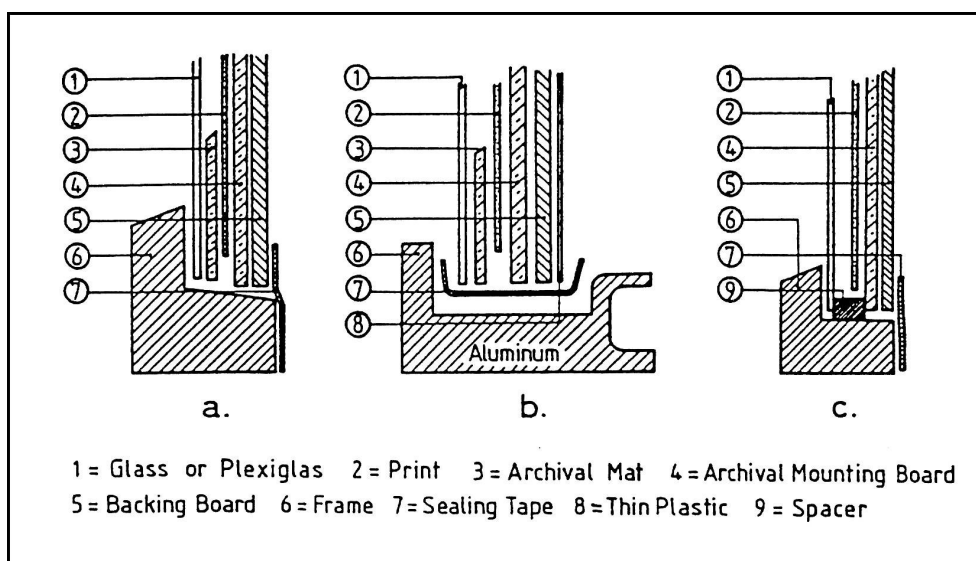
15. Inlijsten

De keuze van een lijst is een esthetische en een economische overweging die uiteindelijk afhangt van het in te lijsten object. Of men houten lijsten gebruikt of aluminium of welk ander type ook, is het van bijzonder belang de archivale behandeling voort te zetten tot de eindstap. Men dient erop te letten geen zuurhoudende materialen, zoals bv. "Unalit-" of "MDF"- platen, vervaardigd uit ongezuiverde mechanische houtpulp, voor min of meer lange perioden in contact te brengen met de archivale conserveringsfolder en nog minder met de rug van de fotoprint zelf.

Voor de meest delicate of kostbare prints gebruikt men een UV-werend acryl plastic of plexiglas, hetwelk bovendien aanzienlijk lichter is dan glas, hetgeen voor grotere prints een niet te verwaarlozen gewichtsbesparing betekent.

Acryl plastic is bovendien een betere thermische isolator en condenseert minder vochtigheid dan glas. De nadelen van acryl plastic zijn dat het makkelijk krast en dat het door zijn inherente statische electriciteit neiging heeft stofdeeltjes aan te trekken.

De drie basismethoden voor het inlijsten van archivaal behandelde objecten op papier worden afgebeeld in volgende figuur³⁶.



Figuur (a) toont de traditionele methode waarin de sandwich bestaande uit de print (2), de conserveringsfolder met het passepartoutkarton (3) en het opzetkarton (4) geklemd is tussen de ruit in glas of plexiglas (1) en de rug van de lijst (5), die rondom afgeplakt is (7) om stofindringing te beletten.

³⁶ SAFE, Donald & SACILOTTO, Deli. - *Printmaking*, Holt, Rinehart & Winston, 1978.

Methode (b) is bijzonder geschikt om aluminiumlijsten te vrijwaren van vochtigheidsindringing. De rugzijde is hier beschermd door een polyestervel (8) en het geheel is aan de vier zijden verzegeld met een sterke plastic- of linttape. Er dient echter op gewezen dat een volledig luchtdichte verzegeling ongewenst is daar, bij grote temperatuursverandering, het vochtigheidsevenwicht binnen de lijst kan verstoord worden hetgeen condens veroorzaakt. De volledige lijst moet kunnen "ademen" en zich aanpassen aan temperatuurs- en vochtigheidsveranderingen.

Indien de print zeer groot is, hetgeen het gebruik van een passe-partout bemoeilijkt, gebruikt men methode (c) waarin een spatielat (9) of een vierkantig houten lijstje gebruikt wordt om ieder contact met de ruit te verhinderen. Ingeval dit contact onvermijdelijk blijkt, gebruikt men plexiglas in plaats van glas, daar glas reageert op de atmosferische condities, hetgeen aan de binnenzijde van de lijst condens toelaat, waarmee de print kan bevlekt worden.

Bij de reiniging van een inlijsting mag men nooit reinigingsmiddel op de lijst of op de ruit sproeien. Het vocht kan zodoende in de lijst dringen en het passe-partout of de print bevleken, ofwel een gevaarlijke vochtigheidstoename in de lijst veroorzaken. Liefst bevochtigd men een poetsdoek met het reinigingsmiddel.

Indien een print permanent ingelijst is, blijkt het aangeraden de inlijsting periodisch te openen en zich te vergewissen of er geen problemen optreden. Dit doet men ongeveer iedere 10 jaar. Zelfs indien alle componenten in perfecte staat verkeren, loont het de moeite de ruit aan de binnenzijde te reinigen. Het is verbazend hoe nevelachtig deze wordt na enkele tijd opsluiting.

Prints mogen nooit tussen twee glasplaten gemonteerd worden, zij het met of zonder conserveringsfolder. Deze methode bevordert namelijk schimmelvorming en bij glasbreuk wordt de print bijna zeker beschadigd. Indien een document aan beide zijden zichtbaar moet blijven, gebruikt men liefst acryl plastic in plaats van glas.

Het gebruik van niet-reflecterend glas wordt afgeraden daar, voor een efficiënte werking, de print tegen het glas dient geplaatst te worden.

**

*

16. Blootstelling aan licht

Inwerking van licht

Van alle uitwendige krachten die op een papierobject inwerken is licht misschien het meest onbekend en wellicht het meest onbegrepen. Men moet onthouden dat licht, onder iedere vorm en gedaante, kunstwerken op papier doet verzwakken, of het nu om fotoprints gaat of om beelden van om 't even welke andere techniek.

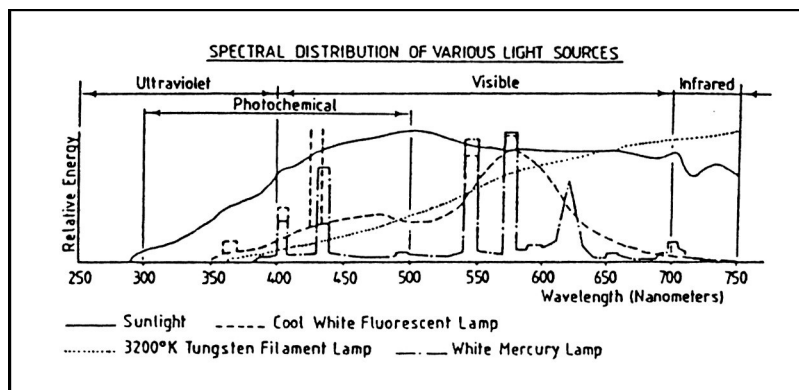
De beeldverzwakking houdt niet automatisch op wanneer het licht onder een bepaalde lichtsterkte daalt. De verzwakking is ook niet omkeerbaar. Wanneer een kunstwerk op papier in volledige duisternis geplaatst wordt, stopt het verzwakkingsproces, doch heeft dit geen invloed om het beeldcontrast te versterken of om tot de originele beeldstaat terug te keren.

Men dient over genoeg licht te beschikken om het beeld te kunnen bekijken doch iedere overmaat die de beeldverzwakking bespoedigt moet vermeden worden. Een maatstaf bestaat erin dezelfde hoeveelheid licht te gebruiken als om een tekst te kunnen lezen.

Men moet onthouden dat het menselijk oog slecht in staat is een hoeveelheid licht te schatten omdat het zich zeer snel aan grote intensiteitsveranderingen aanpast. Een hoeveelheid licht dient men dus te meten door middel van een meetinstrument.

Karakteristieken van licht

Bekijken we de relatieve spectrale energieverdeling van verschillende lichtbronnen. We stellen vast dat de hoeveelheid energie stijgt bij afnemende golflengte.



Vanaf golflengten van ongeveer 500 nanometer is de electromagnetische kracht in staat fotomechanische schade aan te richten aan organische materialen. Deze schade bestaat uit een verbleking, of verdonkering, van kleuren en uit structurele schade veroorzaakt door de afbraak van moleculaire verbindingen. Deze schade is niet onmiddellijk waarneembaar, doch zij ontwikkelt zich langzaam door cumulatieve blootstelling aan lichtstralen.

Zichtbaar licht van 400 tot 500 nm veroorzaakt in de eerste plaats verbleking alhoewel ook microstructurele schade optreden kan. De ultraviolette energie van 300 tot 400 nm veroorzaakt grotere schade.

Bescherming tegenover licht

Er bestaan verschillende manieren om kostbare of delikate objecten tegenover licht te beschermen. De eerste en meest evidente manier om dit te doen is de objecten in volledige duisternis te bewaren. We zien hierna dat dit best gebeurt in archivaal veilige zuurvrije conserveringsdozen.

Men kan eveneens hun blootstelling aan licht verminderen. De berokkende schade is recht evenredig met de hoeveelheid licht. Indien men bv. de blootstellingstijd met de helft verlaagt, vermindert men eveneens het eventuele letsel met de helft.

Musea controleren de blootstelling aan licht van kunstwerken op verschillende manieren. Een goede praktijk bestaat er bv. in de delikaatste objecten alleen op afspraak aan bevoegde personen te tonen. Bovendien tonen de musea alleen hun werken op welbepaalde tijdstippen in weinig verlichte zalen. De meeste musea gebruiken ook een beurtrol die opgevat is om een bepaald object slechts gedurende enkele weken of maanden te tonen. Tevens kan men de ultraviolette uitstraling elimineren. Tenslotte kan de hoeveelheid licht verminderd worden. Deze voorbeelden kunnen door iedere verzamelaar opgevolgd worden.

De lichtmeting

De hoeveelheid licht, door een lichtbron uitgestraald, wordt gemeten in lux. Er bestaan min of meer geperfectioneerde luxmeters, doch geven we hieronder een eenvoudige meetmethode door middel van een fotografische lichtmeter uitgerust voor de meting van incident, of invallend, licht.

Men regelt de lichtgevoeligheidsschaal van de lichtmeter op 100 ISO. Men plaatst de lichtmeter op de plaats van het te verlichten object en men maakt een lezing van de hypotetisch nodige belichtingstijd bij een lensopening van $f=4$. Deze lezing wordt in lux omgezet volgens onderstaande tabel.

Belichtingstijd	Aantal lux	<u>Aanbevolen voor de verlichting van:</u>
1 sec.	50	de meest gevoelige objecten zoals: historische emulsies en kleuremulsies
1/4 sec.	150	gevoelige objecten zoals moderne zwart-wit barietemulsies
1/15 sec.	1250	beschadiging van gevoelige objecten
1/25 sec.	3750	!!!!!!!!!!!!!!

De hoeveelheid licht kan tevens geschat worden door gebruikmaking van een lichtmeter van het reflectietype en van een 18% gecalibreerde grijskaart³⁷. Men regelt de lichtmeter op 1/30 sec. en een lichtgevoeligheid van 400 ISO. Men meet het licht dat door de gecalibreerde grijskaart teruggekaatst wordt. Vervolgens gebruikt men onderstaande tabel.

f-waarde	lux
1,0	16
1,4	32
2,0	63
2,8	125
4,0	250
5,6	500
8,0	1000
11,0	2000
16,0	4000
22,0	8000
32,0	16000
45,0	32150

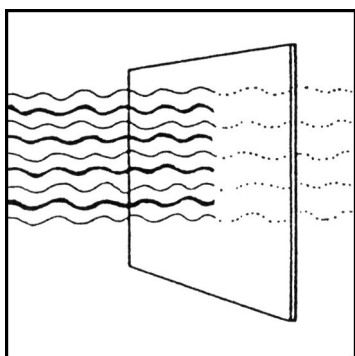
³⁷ EASTMAN - KODAK - Estimating Luminance and Illuminance Using Reflection-type Exposure Meters and an 18% Gray Card. In: Kodak Tech. Bits, 1984.

Verlichting van kunstwerken

Ieder van de drie basis lichtbronnen, te weten: natuurlijk licht, fluorescerend licht en incandescerend of gloeilicht heeft zijn eigen combinatie van voor- en nadelen.

Natuurlijk licht

Natuurlijk licht wordt zelden als enige lichtbron van musea en galeriën aangewend voor de evidente reden dat het bijna onmogelijk te controleren is.

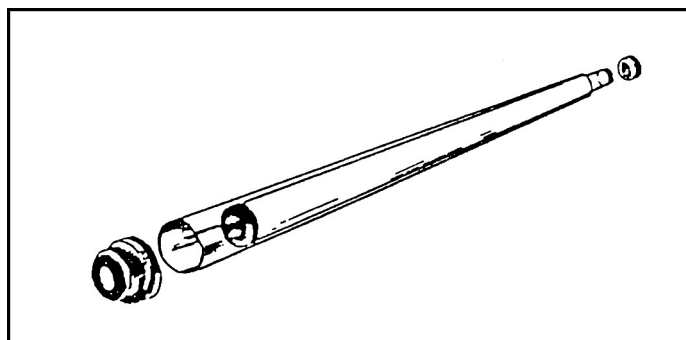


Men vermijdt prints in direct of gereflecteerd zonnelicht te hangen. Zelfs indirect daglicht houdt gevaar in daar het, buiten een hoge lichtintensiteit, tevens een bron van ultraviolet licht is dat, alhoewel onzichtbaar, nog destructiever werkt dan zichtbaar licht. De ultraviolette straling, met golflengten van <400 nm, veroorzaken, buiten de beeldverbleking, ook verzwakking van de papiergezels.

Er bestaan verschillende types plexiglas voor de min of meer effectieve filtrering van de UV-stralen. Dit speciaal plexiglas bestaat in verschillende dikten en wordt vooral gebruikt in plaats van glas bij inlijstingen, doch ook voor de vensters van beschermde historische gebouwen.

Fluorescerend licht

Fluorescerende belichting wordt weinig gebruikt voor essentieel esthetische reden. Het werkt ook niet goed als directionele belichting en kan zodoende niet efficiënt een object uit zijn omgeving isoleren.



Fluorescerend licht kan eventueel gebruikt worden in combinatie met een cilindrische acryl plasticbuis die over de TL-buis geschoven wordt en de ultraviolette stralen wegfiltert.

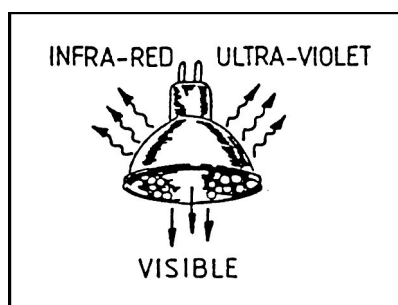
Gloeilicht

Incandescerend of gloeilicht kan optisch samengebundeld worden en is hierdoor beter geschikt om de volle aandacht van de toeschouwer op het geëxposeerd object te trekken. De tungsten- of halogeenlampen die, zonder transformatie, op de gewone netspanning werken, hebben echter een hoog infrarood stralingseffect en zijn bovendien energievreters.

Laagspannings halogeenlampen

Er bestaan echter ook laagspannings (12 V) halogeenlampen met een gering vermogen (25 tot 50 W) die speciaal ontworpen werden voor expositiegebruik. Ze hebben verschillende voordelen.

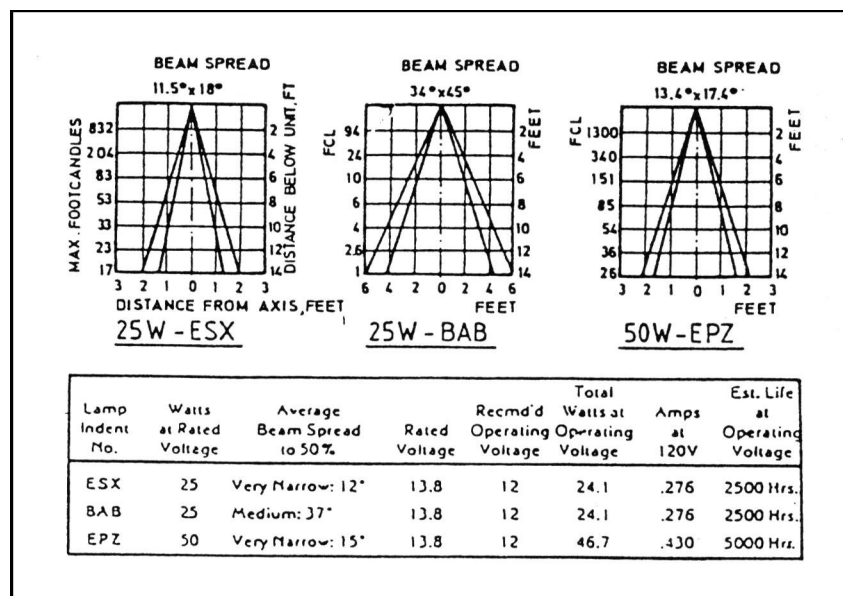
De lampen van dit belichtingssysteem zijn voorzien van een dichroïsche reflector bestaande uit een glazen koepel, bekleed met een speciale reflectieve-transmissieve substantie. Deze bekleding



reflekteert al het zichtbare licht, terwijl de gevaarlijke UV- en IR-stralen voor ongeveer 99% langs de achterkant uitgestraald worden.

Zodoende worden de licht- en hittegevoelige objecten zoals historische en moderne fotoprints beter beschermd. Dit lamptype produceert een intens wit licht met een kleurtemperatuur van ongeveer 3100°K. Normale gloeilampen produceren in 't algemeen licht van 2700°K.

Dit witter licht doet de kleuren beter uitkomen hetgeen een pluspunt betekent voor de verlichting van kunstwerken. Bovendien verdonkert het licht virtueel niet tijdens de ganse bestaansduur van de lampen, zodat ze altijd een quasi identiek licht voortbrengen. Deze geminiaturiseerde lampen zijn zeer efficiënt in een verlichtingssysteem met laag algemeen lichtniveau, zoals gewoonlijk in musea en galeriën gebruikt wordt.



De laagspannings halogeenlampen zijn verkrijgbaar in verschillende stralingshoeken, zodat aan zeer verschillende expositievoorwaarden kan voldaan worden.

Om ingelijste kunstwerken te verlichten en de volle aandacht van de toeschouwer te trekken moet het stralingsniveau 2 tot 3 maal het algemeen verlichtingsniveau van de expositieruimte bedragen. Normaal worden de laagspanningslampen in verstelbare cilindervormige hulsels gebruikt, voorzien van de onmisbare spanningstransformatoren en van een beveiligingslens. Voor de meest gemakkelijke bediening worden deze op netspanningsrails gemonteerd, zodat ze gemakkelijk kunnen verschoven worden.

Sommige galerieën gebruiken blote netkabels met een of twee spanningstransformatoren voor de ganse instelling.

**

*

17. Berging

Conserveringsdozen

Een conserveringsdoos moet een chemisch neutraal micromilieu uitmaken waarin de fotografische prints of negatieven in alle zekerheid kunnen bewaard worden.

De fotografische prints, voorzien van hun conserveringsfolder, worden in zuurvrije kartonnen dozen met aangepaste afmetingen bewaard.

Openen we een paranthese betreffende de berging, in conserveringsdozen, van chemisch inerte plastic hoezen.

In het geval van ongemonteerde prints verschaft de polyesterhoes zonder twijfel een verbeterde bescherming tegen diverse mechanische beschadigingen en een positieve stap in het conserveringssysteem. Indien het echter gaat om prints die in conserveringsfolders of op opzetkarton gemonteerd zijn, moet men rekening houden met verschillende factoren die dergelijke keuze kunnen nuanceren.

In ons (regenachtig) klimaat kan karton soms een relatief aanzienlijke hoeveelheid water opslorpen. Bij stapeling in een conserveringsdoos van gemonteerde prints zal het geheel mettertijd een natuurlijk watergehalte aannemen, in verhouding tot de heersende vochtigheidsgraad. Vermits karton water- en luchtdoorlatend is, zal de overvloedige vochtigheid in de conserveringsdoos langzaam naar de conserveringsruimte ontsnappen, waarvan de relatieve vochtigheid < 60% RV hoeft te zijn.

Indien men echter opteert voor de bijkomende bescherming van een polyesterhoes waarin de gemonteerde print geplaatst wordt en indien de gemonteerde print niet geconditioneerd wordt onder de heersende conserveringsomstandigheden, kunnen er stoornissen optreden die de goede conservatie van de print in gevaar brengen door waterafzetting binnen de plastic hoese waardoor vlekken, lokale verglanzing of zwamvorming kunnen veroorzaakt worden.

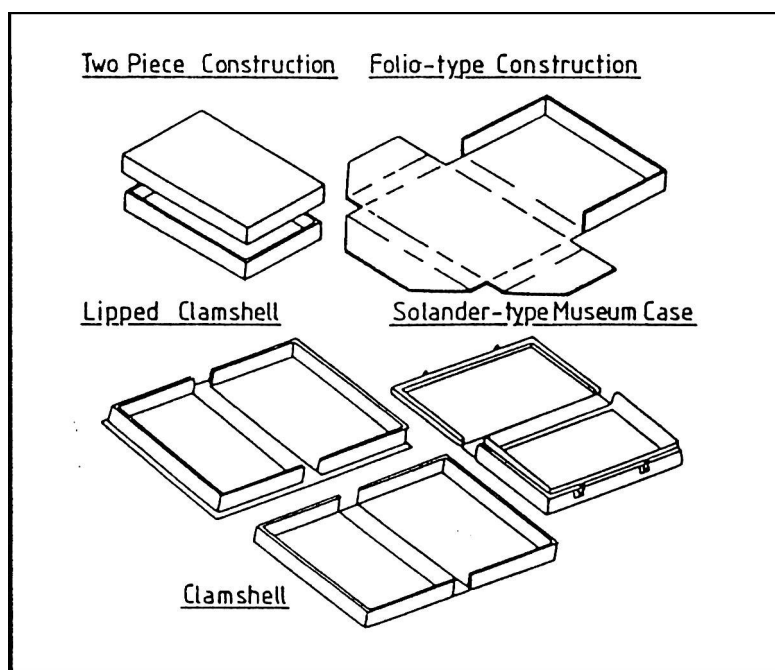
Het basismateriaal van de meeste portfoliodozen is gewoonlijk 2,5mm dik boekbinderskarton, een dimensioneel stabiel karton zonder lijm tussen de verschillende papierlagen. De binnenzijde van de doos is normaal bekleed met een zuurvrij papier of polyethyleenvel dat de migratie van zure componenten belet. De gebruikte lijm is gewoonlijk polyvinylacetaatlijm die geen vrije, zure, waterstofionen bevat die het papier kunnen aantasten en besmetten.

Dit inert, wit, materiaal droogt uit tot een doorzichtige buigzame film die tevens plasticmaterialen lijmt.

De buitenzijde van portfoliodozen kan bekleed worden met een grote verscheidenheid van min of meer luxueuze materialen.

De eenvoudigste doos is de tweeledige constructie. Het "clamshell" of oesterschelptype is uit één stuk vervaardigd en laat een uiterst handige manipulatie van de geborgen prints toe. Wanneer deze doos openligt staan de boven- en benedenzijden in elkaars verlengde en vormen aldus een ruimte waarin de prints van rechts naar links kunnen gemanipuleerd worden zonder ze uit de doos te verwijderen.

De Solandertype museumvalies is zeer stevig en is versterkt met houten latten. De museumvalies is zeer populair in de VS en wordt quasi universeel in de musea gebruikt, vanwaar zijn naam.



De conserveringsdozen ontworpen voor de conservatie op lange termijn zijn eclusief uit zuurvrije materialen vervaardigd. Deze soms minder luxueuze dozen worden soms vervaardigd uit een zuurvrij gegolfd karton en zijn ontworpen om geplooid te worden zonder gebruikmaking van metalen nieten.

**

*

“Conserveringsbehandeling van de barietemulsie ”

Verdeling Picto Benelux



Picto Benelux – c/o Jacques Kevers, Beau Site, Première Avenue 7 - B-1330 Rixensart (België)

