

Het verband tusschen het onderwerp, het negatief en
het positief en methoden tot het verkrijgen van
secundaire beelden in de fotografie

HET VERBAND TUSSCHEN HET ONDER-
WERP, HET NEGATIEF EN HET POSITIEF
EN METHODEN TOT HET VERKRIJGEN
VAN SECUNDAIRE BEELDEN IN DE
PHOTOGRAFIE

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN
DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE TECH-
NISCHE WETENSCHAP AAN DE TECH-
NISCHE HOOGESCHOOL TE DELFT, OP
GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
IR. J. A. GRUTTERINK, HOOGLEERAAR
IN DE AFDEELING DER MIJNBOUW-
KUNDE, VOOR EENE COMMISSIE UIT
DEN SENAAAT TE VERDEDIGEN OP
WOENSDAG 12 OCTOBER 1932, DES NA-
MIDDAGS TE 4 UUR

DOOR

LEOPOLD JOHAN GERARD VAN EWIJK

WERKTUIGKUNDIG INGENIEUR

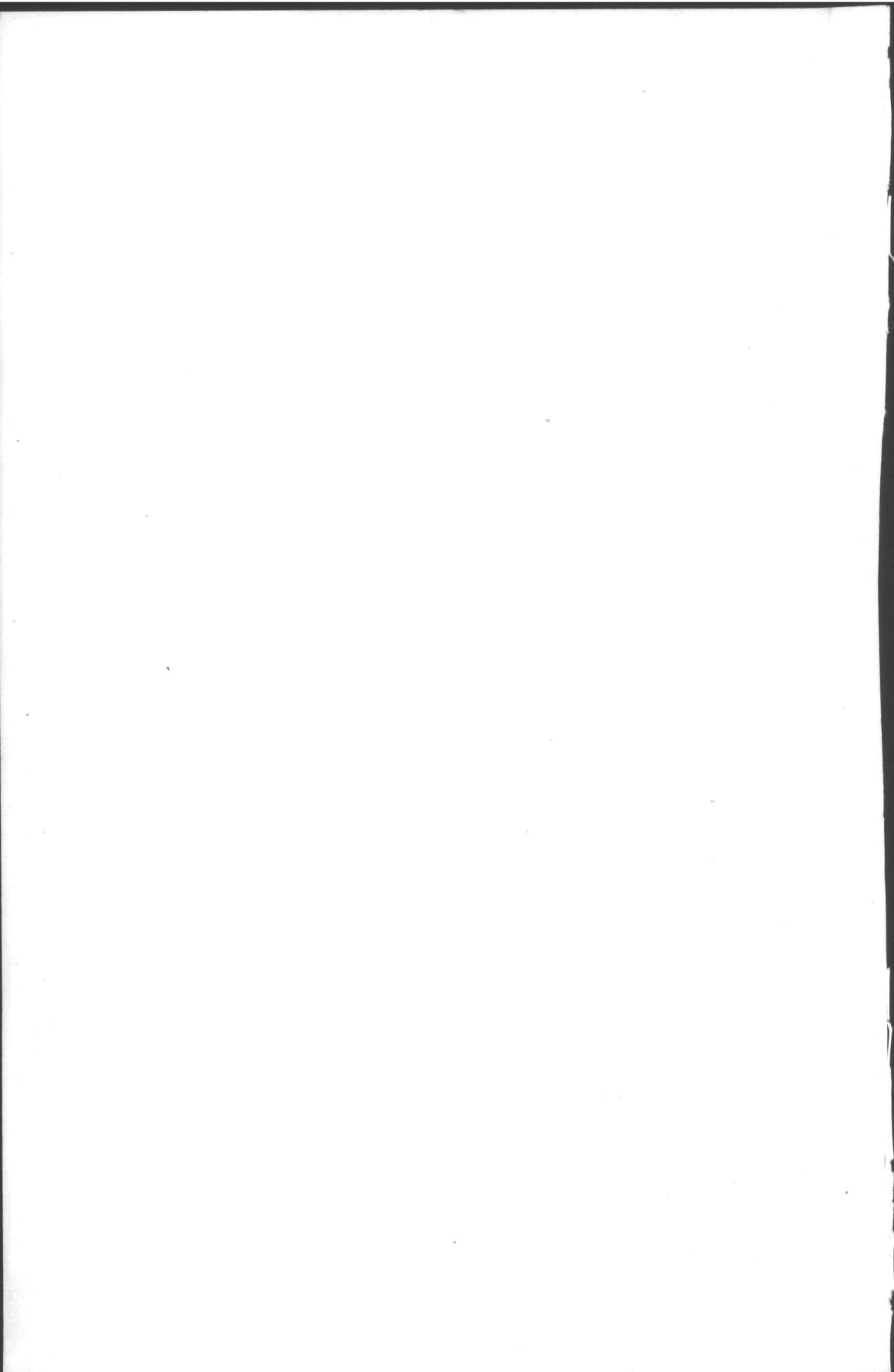
GEBOREN TE ARNHEM



1021 e 18

N.V. UITGEVERS-MAATSCHIJ „KOSMOS” TE AMSTERDAM

*AAN MIJNE
KINDEREN*



BIJ DE BEEINDIGING VAN DIT PROEFSCHRIFT IS HET mij een aangename plicht aan allen, die tot mijn technische en wetenschappelijke vorming hebben bijgedragen en in het bijzonder aan U, Hoogleraren van de Werktuigkundige Afdeeling der Technische Hoogeschool, mijn dank te betuigen.

Hooggeleerde van Royen, al ligt mijn studietijd reeds jaren achter mij, hoe levendig herinner ik mij den invloed, welke van U naar mij is uitgegaan. Uw zuivere ingenieersblik op het vraagstuk der mechanische productie met behulp van gereedschapswerktuigen deed in mij de liefde voor de Mechanische Technologie ontwaken. Onder Uwe leiding zette ik de eerste schreden op den weg van het research-werk, dien ik mij later doelbewust als levensweg heb gekozen.

Hooggeleerde Kley, een groot voorrecht heb ik het gevonden het assistentschap bij U te mogen bekleeden, waardoor ik in de gelegenheid was mij in de Metallografie te bekwamen.

De herinnering, welke ik aan wijlen prof. Holst en prof. Franco behouden heb, is mij een kostbaar bezit.

Zeer in het bijzonder, Hooggeleerde Reinders, voel ik mij gedrongen U mijn dank te brengen. Uw promotorschap was mij een groote eer en ik acht mij gelukkig, dat het College van Assessoren zich tot U heeft gewend, om mij bij de samenstelling van dit proefschrift behulpzaam te zijn. Uw scherpe kritiek heb ik zeer gewaardeerd en Uw helder oordeel was mij van groote waarde. Met erkentelijkheid herdenk ik de buitengewone bereidwilligheid, waarmede gij mij, vreemdeling in de Afdeeling der Scheikundige Technologie, hebt ter zijde gestaan. Uw groote liefde voor het fotografische experiment heeft een band gevormd tusschen U en mij, die naar ik hoop ook in de toekomst zal blijven bestaan.

Hooggeleerde Ornstein, Uwe belangstelling in mijn werk, vooral in het begin van dit onderzoek, was mij een groote steun. In dankbaarheid herinner ik mij Uwe aanmoediging en Uwe persoonlijke hulp bij mijn eerste experimenten.

Zeergeleerde Prins, hooggeachte zwager, veel ben ik U verschuldigd, niet alleen voor de raadgevingen, welke ik in onze jarenlange omgang mocht ontvangen, maar ook voor Uwe hulp bij de proefnemingen, welke in het derde hoofdstuk worden beschreven.

Zeergeleerde Groot en Zeergeleerde Lobry de Bruyn, voor de bereidwilligheid, waarmede gij mij meermalen bij mijne problemen geholpen hebt, ben ik U zeer erkentelijk.

Het zij mij vergund op deze plaats tevens mijn dank uit te spreken aan Dr. E. B. Wolff, directeur van den Rijks-Studiedienst voor de Luchtvaart, voor de bereidwilligheid, waarmede hij mij toestond van

de instrumenten van dezen dienst gebruik te maken. Ook aan het personeel van mijn afdeeling bij dezen dienst, aan W. Verburgt, die mij bij mijne densometrische proeven en bij de praktische toepassing zoo dikwijls assisteerde, aan C. Beukering, die de bijzondere apparaten, welke voor dit onderzoek noodig waren vervaardigde en aan R. Fehres, die mij bij het maken der afbeeldingen veel hulp verleende, betuig ik hiermede mijn hartelijken dank voor de belangelooze toewijding, welke ik van hen heb mogen ondervinden.

INLEIDING.

De groote eenvoud, waarmede van een negatief een onbeperkt aantal positieve afdrukken kan worden vervaardigd, was oorzaak, dat de Daguerreotypie, het schitterende procédé, waarmede de fotografie hare glorieuze intocht deed, door de Talbottypie werd verdrongen.

Met de Talbottypie vangt de periode aan, waarbij het in de camera gevormde latente beeld tot een negatief wordt ontwikkeld en waarbij de verlangde positieve afbeelding daarna op een tweede gevoelige laag wordt verkregen.

Door de invoering van de natte collodion-plaat in 1851 en de droge broomzilvergelatineplaat in 1871 werden weliswaar groote verbeteringen bereikt, doch het principe bleef daarbij onveranderd en wij overdrijven niet als wij zeggen, dat vanaf omstreeks 1850 tot op heden de methode, waarbij het negatief als hulpmiddel dient om tot het positief te komen, vrijwel uitsluitend werd toegepast.

Dat echter het primaire beeld niet noodzakelijk een negatief beeld behoeft te zijn, werd reeds door de drie oudste fotografische procédé's duidelijk aangetoond. Niet alleen de Daguerreotypie (1839) ook het asphalt-procédé van Niépce (1826) en het eigenaardige bleekingsprocédé van Bayard (1839) gaven direct, d.i. zonder het negatief als tusschenschakel, een positief beeld. Indien de behoefte daaraan zich had laten gevoelen, zou ongetwijfeld ook de moeilijkheid, om van een positief een onbeperkt aantal positieve afdrukken te vervaardigen, te overwinnen zijn geweest en zoo moet het algemeen worden van de negatiefmethode, in zekeren zin, als een toeval worden beschouwd.

De vraag of het dan niet de meest logische weg is, om via het negatief tot een positief te komen, kan met eenige beslistheid ontkennend worden beantwoord. Wanneer het in de camera gevormde latente beeld, naar keuze in positief of in negatief ontwikkeld zou kunnen worden, zou m.i. in zeer vele gevallen het positief den voorkeur verdienen. Wij kennen echter op het oogenblik geen methode, die geschikt is voor het direkt in positief ontwikkelen van de opname, en die de geperfectioneerde negatiefmethode met succes zou kunnen vervangen. De door Kögel aangegeven lichtgevoelige diazo-emulsies, welke veelvuldig worden toegepast voor het vervaardigen van positieve afdrukken van teekeningen en ook reeds toepassing vinden voor het direkt-positief copieeren van kinopositieven, zijn wegens hunne betrekkelijk geringe gevoeligheid voor de opname in de camera practisch onbruikbaar. Toch zijn er in de geschiedenis wel voorbeelden aan te wijzen, waarin men zich van de negatiefmethode heeft losgemaakt. Zoo zien wij, dat in de 80-er jaren de vrij gebrekkige Pannotypie, zij het op

bepaalde schaal, toepassing vindt en maakte Lumière bij zijn beroemd geworden Autochrom-procédé van de door Namias aangegeven methode gebruik, om de tot negatief ontwikkelde opname tot een positief kleurenbeeld uit te werken. Ook de groote vlucht, welke de kinematografie de laatste jaren genomen heeft, hangt ongetwijfeld samen met de mogelijkheid, om het negatieve beeld door een verdere bewerking in een positief filmbeeld te veranderen.

Het is dit positieve filmbeeld, d.w.z. het kino-positief als secundair beeld in dezelfde laag, waarin ook het negatief ontwikkeld werd, dat het onderwerp vormde der onderzoekingen, waarvan een gedeelte in dit proefschrift wordt beschreven. Bij deze onderzoekingen werd op de eerste plaats nagegaan, of door toepassing van het beginsel der secundaire beeldvorming werkwijzen kunnen ontstaan, welke, wat de betrouwbaarheid en de kwaliteit der te verkrijgen afbeeldingen betreft, gelijkwaardig te achten zijn aan de normale afdruckmethoden. De resultaten van dit deel van het onderzoek kunnen zeer gunstig worden genoemd. Door een geregelde practische toepassing der in Hf. IV beschreven methoden gedurende meer dan 5 jaren, kon worden geconstateerd, dat bij gebruikmaking van de normale in den handel voorkomende negatief-emulsies positieven kunnen worden vervaardigd, welke aan de in de kinopraktijk gestelde eischen voldoen, zonder dat daarvoor bij de opname speciale voorzorgen in acht genomen behoeven te worden. Het onderzoek heeft echter ook aangetoond, dat de werkwijzen, waarbij het secundaire positief verkregen wordt door een algeheele zwarting van het halogeenzilver, dat na de negatiefontwikkeling overblijft, niet geschikt te achten zijn voor de toepassing op normale negatieffilm.

Het zijn echter juist deze methoden, welke, wegens haren grooteren eenvoud, in hoofdzaak worden toegepast voor de uitwerking van amateur-kino-opnamen. Wel hebben de emulsiefabrikanten, met het oog op deze toepassing, speciaal dungegoten films in den handel gebracht (in hoofdzaak 16 mm smalfilm) doch alhoewel hierdoor de bezwaren worden verminderd, weggenomen worden zij niet. (In Hf. II worden deze bezwaren besproken).

Naast de phototechnische zijde van het vraagstuk, zijn ook eenige der voornaamste photophysische en photochemische verschijnselen welke bij de secundaire beeldvorming een rol spelen, nader onderzocht. De basis voor deze onderzoekingen vormde het werk van Hurter en Driffeld en het is mij een genot geweest de geschriften van deze beide pioniers der fotografische wetenschap te bestudeeren. Doch ook aan het werk van Goldberg ben ik veel verschuldigd, zoodat ik meen mij als een leerling van hem te moeten beschouwen.

Bij de verhandeling over de zwartingskrommen, welke in het eerste hoofdstuk voorkomt, heb ik getracht het verband tusschen de theoretische beginselen en de practische toepassing zoo duidelijk mogelijk

te doen uitkomen en wel: 1°. door de invoering van het begrip „dichtheidswig” waardoor de zwartingskromme kan worden voorgesteld als de begrenzingslijn van het dichtheidsrelief in de ontwikkelde fotografische plaat en 2°. door de uitwerking van eenige series praktische voorbeelden, waarbij het verband tusschen het onderwerp en de fotografische afbeelding met behulp van deze dichtheidswig werd geanalyseerd.

Het heeft mij steeds getroffen, dat er in de praktijk zoo weinig rekening gehouden wordt met de physische grondbeginselen der fotografische techniek. Met de opvatting van Mees (*The Fundamentals of photography*, Preface) dat ook zonder theorie een zeer goede praktische vaardigheid te bereiken is, kan ik mij accoord verklaren, doch dit neemt niet weg, dat bij vele der in de praktijk geschoolde fotografen het gemis aan theoretische voorkennis ook tot practisch verkeerde inzichten leidt. Maar zelfs bij de theoretische onderzoekers treffen wij dikwijls opvattingen aan, waaruit volgt, dat zij zich onvoldoende rekenschap geven van de praktische waarde der conclusies, welke uit de studie der zwartingskrommen kunnen en moeten worden getrokken. Een voorbeeld hiervan geeft de onzaakkundige wijze, waarop in de meeste mij bekende handboeken beschreven wordt, in hoeverre de eigenschappen van het fotografische beeld afhankelijk zijn van de wijze, waarop het negatief wordt ontwikkeld.

HOOFDSTUK I.

ALGEMEENE PHOTOPHYSISCHE BEGINSELEN.

§ 1. Beeldvorming door het aanbrengen van een niet geheel doorschijnende stof op een geheel doorschijnende onderlaag.

Wanneer wij een laag van gelijkmatige dikte en bestaande uit een niet geheel doorschijnende stof, aan ééne zijde gelijkmatig belichten door loodrecht hierop een evenwijdige stralenbundel te doen invallen, dan zal het door de laag heendringende licht op alle plaatsen in dezelfde mate worden verzwakt. (Zie fig. 1).

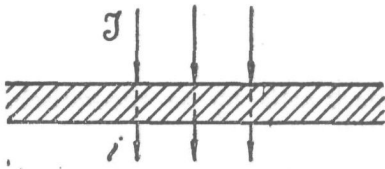


Fig. 1. Laag van gelijkmatige dikte, bestaande uit een niet geheel doorschijnende stof, aan één zijde door een gelijkmatige stralenbundel belicht.

Noemen wij J de intensiteit van het opvallende en i de intensiteit van het uittredende of doorvallende licht dan is: $i = T \cdot J$.

De factor T welke de verhouding aangeeft tusschen de intensiteiten van het opvallende en het doorvallende licht, is afhankelijk van den aard van de niet geheel doorschijnende stof en van de dikte van de laag.¹⁾ Men noemt deze factor de *transparantheid*, terwijl aan het omgekeerde daarvan den naam *opaciteit* wordt gegeven.

De factor T welke de verhouding aangeeft tusschen de intensiteiten

Denken wij ons een lichaam, bestaande uit een niet geheel doorschijnende stof en aan één zijde door een plat vlak begrensd, door een gelijkmatige stralenbundel met intensiteit J belicht, dan zal voor een laagje met dikte dh op een afstand h van het bovenvlak gelegen, de lichtverzwakking evenredig met de dikte dh en met de intensiteit van het licht, dat dit laagje treft, kunnen worden gesteld. (Zie fig. 2).

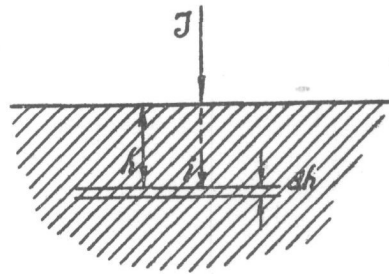


Fig. 2. Lichaam bestaande uit een gelijkmatige, niet geheel doorschijnende stof, op het bovenvlak gelijkmatig belicht.

Zij i de intensiteit van het licht op een afstand h van het grensvlak, dan zal de verzwakking

$$di = -p \cdot i \cdot dh \quad \text{zijn, of door integratie}$$

$$\lg. i = -p \cdot h + C$$

¹⁾ De reflectie op de oppervlakken hebben wij hierbij en ook in de verdere beschouwingen verwaarloosd.

Voor $h = 0$ is $i = \mathcal{I}$ zoodat $C = \lg. \mathcal{I}$ en

$$\begin{aligned} \lg. i &= - p.h + \lg. \mathcal{I} \\ \text{of } i &= \mathcal{I} \cdot e^{-p.h} \end{aligned} \quad (1)$$

Deze betrekking geeft eveneens aan, hoe groot de intensiteit van het doorvallende licht is voor een laag met dikte h welke door een stralenbundel met intensiteit \mathcal{I} wordt getroffen, zoodat wij voor de transparantheid

$$T = \frac{i}{\mathcal{I}} \text{ ook kunnen schrijven}$$

$$T = e^{-p.h}$$

en voor de opaciteit $O = T^{-1} = e^{p.h}$

p wordt genoemd de absorptie-coëfficiënt van de stof, zijnde de verzwakking door een laagje met dikte $= 1$ uitgeoefend, dat door een bundel met intensiteit $= 1$ wordt belicht, onder de aanname, dat voor een laag met eindige dikte de evenredigheid tusschen de intensiteitsvermindering en de laagdikte blijft bestaan.

Uit (1) volgt, dat

$$\lg. \mathcal{I} - \lg. i = 0,4343 p.h$$

De logarithmische verhouding van de intensiteit van het opvallende en het doorvallende licht noemt men in navolging van Hurter en Driffield ¹⁾ de *dichtheid* D van de laag, zoodat

$$D = \lg. O = 0,4343 p.h$$

Voor $O = 10$ is $D = 1$ en $i = \frac{\mathcal{I}}{10}$

De dichtheid van een transparante laag is dus gelijk aan 1 indien de intensiteit van het doorvallende licht $\frac{1}{10}$ van de intensiteit van het opvallende licht bedraagt.

Beschouwen wij nu een lichaam bestaande uit een niet geheel doorschijnende stof, dat aan twee zijden door platte vlakken wordt begrensd, welke een hoek α met elkaar insluiten. (Zie fig. 3). Belichten wij dit lichaam loodrecht op een dezer vlakken door een stralenbundel met intensiteit \mathcal{I}

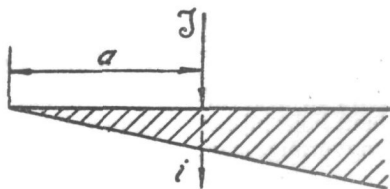


Fig. 3. Wigvormig lichaam van een niet geheel doorschijnende stof, aan één zijde belicht.

dan is in een willekeurig punt, dat op een afstand a van de snijdingslijn der vlakken is gelegen de intensiteit van het doorvallende licht

$$i = \mathcal{I} \cdot e^{-p.a. \operatorname{tg} \alpha}$$

In fig. 4 is de kromme, welke voor een aangenomen waarde van

¹⁾ Photochemical investigations and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates, by Ferdinand Hurter Ph. D., and V. C. Driffield. The Journal of the Society of Chemical Industry, 31st May, 1890.

p en α de intensiteit i als functie van a aangeeft, geteekend. Nu is dus:

$$\log. i = \log. \mathcal{J} - 0,4343 \cdot p.a. \cdot \text{tg } \alpha$$

$$\text{en } D = 0,4343 \cdot p.a. \cdot \text{tg } \alpha$$

Vervangen wij α door α_1 , waarbij $\text{tg } \alpha_1 = 0,4343 \cdot p.a. \cdot \text{tg } \alpha$ zooals in fig. 5 is geschied, dan is $\log. i$ in de figuur direct af

te lezen als het verschil tusschen $\log. \mathcal{J}$ en D .

De wigvormige laag, waarvan de doorsnede is geteekend, zullen wij de *dichtheidswig* noemen. Van de benaming *dichtheidswig* maken wij in deze publicatie veelvuldig gebruik. Ook in die gevallen, waarbij één der grenslijnen, of beide, gebogen zijn, zullen wij van de doorsnede der dichtheidswig of kortweg van de dichtheidswig blijven spreken.

Na deze inleiding kunnen wij de vraag stellen, of het mogelijk zou zijn van een onderwerp in de natuur om ons heen, een juiste afbeelding te vervaardigen, door op een geheel- of nagenoeg geheel doorschijnende laag (zooals bijv. kleurloos glas) een niet geheel doorschijnende stof aan te brengen. Aan welke voorwaarden zou deze afbeelding moeten voldoen om juist te kunnen worden genoemd?

Veronderstellen wij, dat het onderwerp is opgebouwd uit partijen, welke enkelvoudig gekleurd licht uitstralen van dezelfde golfleng-

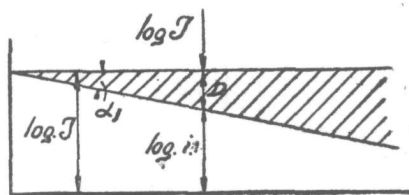


Fig. 5. Dichtheidswig. $\log. i = \log. \mathcal{J} - D$.

Fig. 4. Verband tusschen opvallend en doorvallend licht bij een wigvormigelaag.

te, doch van verschillende intensiteit i_0 en noemen wij de intensiteit van het door de afbeelding heenvallende licht i_a dan zal de afbeelding juist genoemd kunnen worden, indien voor iedere partij $i_a = i_0$ en ook wat de golflengte aangaat, geen onderscheid aanwezig is.

Zij D_a de dichtheid van de afbeelding en \mathcal{J}_a de intensiteit van de stralenbundel, waardoor deze wordt belicht dan is:

$$D_a = \log. \mathcal{J}_a - \log. i_a$$

of daar $i_a = i_0$ moet zijn $D_a = \log. \mathcal{J}_a - \log. i_0$

Beschouwen wij in deze uitdrukking D_a en $\log. i_0$ als loopende coördinaten, dan kan het verband tusschen deze beide grootheden worden voorgesteld door een rechte lijn, welke een hoek van 45 graden

met de coördinaat-assen insluit en deze assen op een afstand $\log \mathcal{J}_a$ van den oorsprong snijdt. (Zie fig. 6).

Noemen wij de kleinste en de grootste intensiteit van het door het

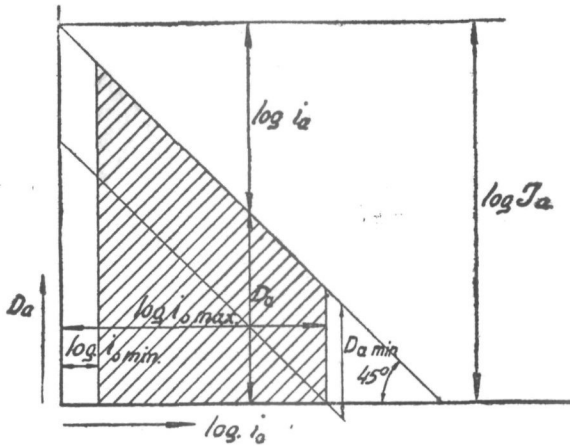


Fig. 6. Dichtheidswig van de juiste afbeelding waarbij $i_a = i_0$.

onderwerp uitgestraalde licht $i_0 \text{ min}$ en $i_0 \text{ max}$ en trekken wij twee verticale lijnen op afstanden $\log i_0 \text{ min}$ en $\log i_0 \text{ max}$ van de Y-as,

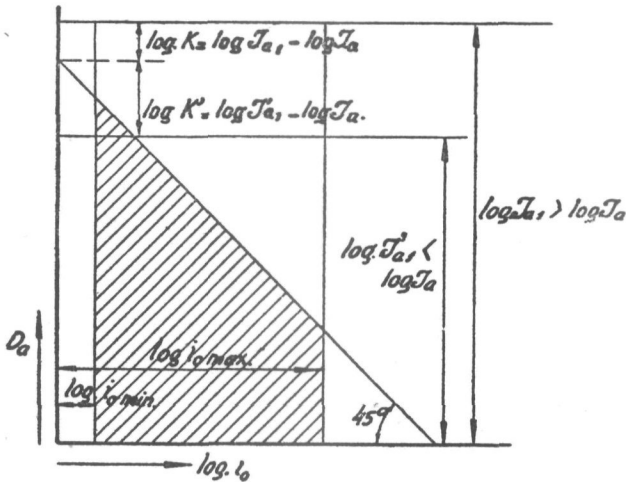


Fig. 7. Invloed welke uitgeoefend wordt door een wijziging van \mathcal{J}_a .

dan kan het tusschen deze lijnen gelegen gearceerde deel van de figuur worden opgevat als de dichtheidswig van de juiste afbeelding.

De figuur geeft dus aan, op welke wijze, voor een gegeven waarde

van \mathcal{J}_a de dichtheid D_a gevarieerd zou moeten worden, om te bereiken, dat $i_a = i_0$.

Is de afbeelding eenmaal vervaardigd en wordt de waarde van \mathcal{J}_a veranderd, dan gaat hiermede ook de gelijkheid van i_0 en i_a verloren. (Zie fig. 7).

Zij de gewijzigde intensiteit \mathcal{J}_{a_1} dan is

$$\log. i_a = \log. \mathcal{J}_{a_1} - D_a$$

terwijl

$$D_a = \log. \mathcal{J}_a - \log. i_0$$

zoodat

$$\log. i_a = \log. \mathcal{J}_{a_1} - \log. \mathcal{J}_a + \log. i_0$$

of

$$i_a = K. i_0$$

$$\text{waarin } K = \text{constant} = \frac{\mathcal{J}_{a_1}}{\mathcal{J}_a}$$

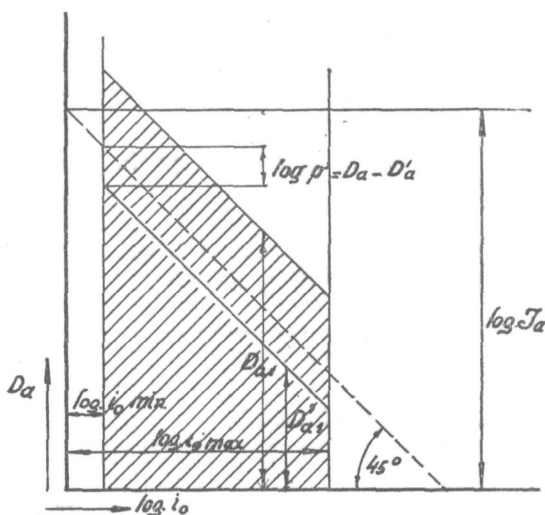


Fig. 8. Invloed welke uitgeoefend wordt door een constante vermeerdering of vermindering van D_a .

Op overeenkomstige wijze gaat de gelijkheid van i_a en i_0 verloren, indien wij D_a met een constant bedrag zouden vermeerderen of verminderen. (Zie fig. 8).

Noemen wij de gewijzigde dichtheid D_{a_1} dan is:

$$\log. i_a = \log. \mathcal{J}_a - D_{a_1}$$

terwijl

$$\log. \mathcal{J}_a = \log. i_0 + D_a$$

zoodat

$$\log. i_a = \log. i_0 + D_a - D_{a_1}$$

of

$$i_a = p. i_0$$

waarin

$$p = \text{constant} = \text{num. log. } (D_a - D_{a_1}).$$

In deze gevallen kan evenwel, door een verandering van de waarde van \mathcal{J}_a de gelijkheid van i_a en i_0 worden verkregen. Om deze reden

zullen wij de afbeelding juist kunnen noemen, indien de dichtheid D_a zoodanig is, dat voor één bepaalde waarde van \mathcal{J}_a overal $i_a = i_o$ kan zijn.

Daarvoor zal D_a moeten voldoen aan de betrekking:

$$D_a = D_{a \text{ min}} + \log. i_{o \text{ max}} - \log. i_o \Big|_{i_{o \text{ min}}}^{i_{o \text{ max}}}$$

in dit geval is:

$$\begin{aligned} \log. i_a &= \log. \mathcal{J}_a - D_{a \text{ min}} - \log. i_{o \text{ max}} + \log. i_o \Big|_{i_{o \text{ min}}}^{i_{o \text{ max}}} \\ &= C + \log. i_o \Big|_{i_{o \text{ min}}}^{i_{o \text{ max}}} \end{aligned}$$

Voor $\log. \mathcal{J}_a = \log. i_{o \text{ max}} + D_{a \text{ min}}$ is dan:
 $i_a = i_o$

Met betrekking tot de dichtheidswig kunnen wij de voorwaarden, waaraan voldaan moet worden als volgt formuleeren:

1. De wighoek moet 45 graden zijn,
2. De begrenzingslijn moet recht zijn.

Wij kunnen nu nog nagaan, in hoeverre de juistheid van de afbeelding verloren gaat, indien aan deze voorwaarden niet wordt voldaan.

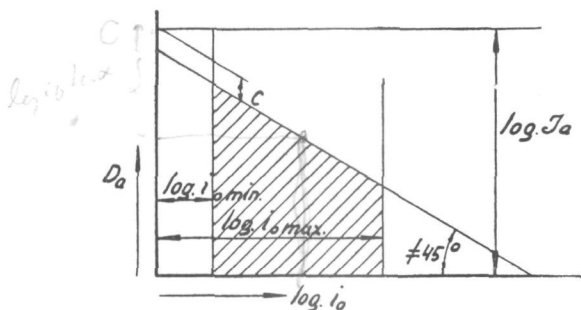


Fig. 9. Dichtheidswig voor $\alpha \neq 45^\circ$.

1. De wighoek $\neq 45$ graden. (Zie fig. 9).

Wij kunnen dan schrijven:

$$\log. i_a = C + \log. i_o \Big|_{i_{o \text{ min}}}^{i_{o \text{ max}}} \cdot \text{tg} \alpha.$$

waarin $C = \log. \mathcal{J}_a - \log. i_{o \text{ max}} \cdot \text{tg} \alpha - D_{a \text{ min}}$

De waarde van $\log. \mathcal{J}_a$ zal nu niet meer zoodanig geregeld kunnen worden, dat $i_a = i_o$.

Noemen wij de intensiteiten van twee aan elkaar grenzende partijen in het onderwerp resp. i_{o_1} en i_{o_2} en die der overeenstemmende partijen in de afbeelding i_{a_1} en i_{a_2} dan is:

$$\log. i_{a_1} - \log. i_{a_2} = (\log. i_{o_1} - \log. i_{o_2}) \text{tg} \alpha$$

Is $\text{tg} \alpha$ grooter dan 1 dan zal de interval van i_{o_1} op i_{o_2} door een grootere interval in de afbeelding weergegeven worden.

Men noemt in dit geval de afbeelding kontrastrijker dan het origineel. Is $\text{tg } \alpha$ kleiner dan 1 dan zal de interval van i_{o_1} op i_{o_2} door een kleinere interval weergegeven worden.

De afbeelding wordt dan minder kontrastrijk, of zachter dan het origineel genoemd.

2. De begrenzingslijn van de wig is niet recht. (Zie fig. 10).

Dit geval kan tot het voorgaande worden teruggebracht.

Verdeelen wij de wig in strookjes van een zoodanige breedte, dat voor elk dezer strookjes de begrenzingslijn als lineair verloopend kan

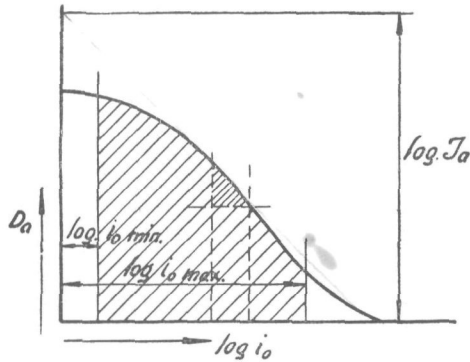


Fig. 10. Dichtheidswig waarbij de begrenzingslijn niet lineair verloopt.

worden beschouwd, dan zullen de begrenzingslijnen verschillende hoeken met de X-as insluiten. Is deze hoek 45 graden, dan kan het gedeelte van de afbeelding, waarop dit strookje betrekking heeft juist worden genoemd. De waarde van J_a kan dan zoodanig worden geregeld, dat voor dit gedeelte $i_a = i_o$.

Is de hoek grooter of kleiner dan 45 graden, dan zal het betreffende deel van de afbeelding kontrastrijker of zachter zijn dan het overeenkomstige deel van het onderwerp. Deze gedeelten zijn dus niet juist en de waarde van J_a kan niet zoodanig worden geregeld, dat hiervoor $i_a = i_o$.

§ 2. Het fotografische beeld. Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het positief.

In de vorige § werd de beeldvorming in het algemeen besproken. Wij zullen nu nagaan, op welke wijze de fotografische afbeelding tot stand komt. Ook zullen wij trachten vast te stellen, of het mogelijk is langs fotografischen weg een „juiste” afbeelding te vervaardigen, zooals deze door ons werd gedefinieerd en aan welke voorwaarden voldaan zou moeten worden om deze te verkrijgen.

Wij stellen de volgende definities en benamingen voorop:

Onder *onderwerp* zullen wij verstaan het beeld in de camera op het matglas gevormd, onder *afbeelding* de laag met de zich daarop bevindende, niet geheel doorschijnende stof.

Is deze afbeelding negatief, dan spreken wij van het negatieve beeld of kortweg, van het negatief. Is de afbeelding positief, dan gebruiken wij de namen positief beeld, of positief.

Bij de fotografische afbeelding bestaat de *niet geheel doorschijnende stof* in het algemeen uit een gelatine-emulsie, waarin zich zeer fijne zilverkristalletjes bevinden. Deze gelatine-emulsie, welke een zeer dunne laag vormt, wordt door een tweede, dikkere, meer stevige laag gedragen, welke uit glas, celluloid of papier bestaat. Waar het noodig is, deze twee lagen van elkaar te onderscheiden, zullen wij de eerste de „beeldlaag” of „emulsielaag” noemen en de tweede de „onderlaag” of „drager”.

Als geheel doorschijnende laag, waarop zich de niet geheel doorschijnende stof bevindt, komt alleen de glas- of celluloiddrager in aanmerking. Tot op zekere hoogte kan hierbij ook de gelatine, voor zoover deze vrij is van zilverkristalletjes, worden gerekend. Afbeeldingen op papier, of andere minder transparante onderlagen, die niet bij doorvallend licht worden gezien, laten wij voorloopig buiten beschouwing. Ook zullen wij geen rekening houden met die fotografische procédés, waarbij de afbeelding niet uit een zilver-gelatine-emulsie bestaat.

De intensiteit van het licht, waardoor het matglas of de gevoelige laag wordt bestraald, (van het onderwerp dus) zullen wij aanduiden met i_0 , de intensiteit van de gelijkmatige stralenbundel, waardoor de afbeelding wordt belicht met \mathcal{I}_a en de intensiteit van het door de afbeelding heenvallende licht met i_a .

Voor de log. van de intensiteit zullen wij het begrip *helderheid* invoeren, aan te geven door de letter H indien deze op de intensiteit \mathcal{I} en door de letter h indien deze op de intensiteit i betrekking heeft.

Verder definieeren wij het begrip *kontrast* als het verschil tusschen twee helderheden. In het algemeen zullen wij, sprekende over het contrast van een onderwerp of van een afbeelding, hiermede bedoelen het verschil tusschen de grootste en de kleinste helderheid, welke in dat onderwerp of in die afbeelding voorkomt. Dit contrast zullen wij aangeven door de letter K.

Ten slotte zij weer de *dichtheid* gedefinieerd als de log. der opaciteit. Deze dichtheid, die wij ook *zwarting* zullen noemen, duiden wij aan met D.

Naar gelang deze begrippen op het onderwerp, of op de afbeelding betrekking hebben, zullen wij de letters, waardoor zij worden voorgesteld, voorzien van den index o of a. Waar noodig zullen wij den index

a vervangen door n of p indien wij de negatieve en de positieve afbeelding van elkaar wenschen te onderscheiden.

Wanneer wij een fotografische plaat in de camera belichten, dan wordt in de gevoelige laag een latent of onzichtbaar beeld van het onderwerp gevormd, dat door de daarna volgende ontwikkeling in een zichtbaar, negatief beeld wordt veranderd.

Door de ontwikkeling wordt een gedeelte van het in de emulsie aanwezige halogeenzilver gereduceerd en de verschillende helderheden, waaruit het onderwerp is opgebouwd, worden door partijen van verschillende dichtheid D_n in de negatieve afbeelding weergegeven.

Deze dichtheid D_n is echter, behalve van de helderheid van de overeenkomstige partij in het onderwerp, nog van een aantal andere factoren afhankelijk, waarvan de voornaamste zijn: de aard van de emulsie, de belichtingstijd en de wijze van ontwikkeling.

Het tot stand komen van de fotografische afbeelding kan worden bestudeerd, door na te gaan welke veranderingen de dichtheid ondergaat, indien deze factoren systematisch worden gevarieerd.

Eenvoudigheidshalve nemen wij voor deze metingen echter geen willekeurige onderwerpen, doch bedienen wij ons van hulpmiddelen, welke het mogelijk maken ook de helderheid h_o op regelmatige wijze te variëren. Een dergelijk hulpmiddel is bijv. de z.g. *densometerwig* (Duitsch: *Graukeil*), welke voornamelijk door E. Goldberg¹⁾ voor dit doel werd aanbevolen en welke bestaat uit een wigvormige laag met lineair verloopende dichtheid. Van deze densometerwig kunnen, op dezelfde wijze als van negatieven, afdrukken op een gevoelige laag worden gemaakt.

Zij de helderheid H_o van de stralenbundel, waardoor de wig daarbij wordt bestraald, gelijkmatig, dan zal ook de helderheid h_o van het door de wig heenvallende licht, waardoor een daaronder geplaatst proefstuk getroffen wordt, lineair verlopen.

Deze helderheid is bekend, indien H_o en de dichtheid van de wig die wij met D_w zullen aanduiden, bekend zijn. ($h_o = H_o - D_w$).

Door meting der ontwikkelde dichtheden van een aldus belicht proefstuk kan het verband tusschen D_n en h_o worden vastgelegd. Het is daarbij gebruikelijk ook den belichtingstijd in dit verband op te nemen en de helderheden h_o te vervangen door de log. der lichthoeveelheden i.t. Zetten wij D_n uit als functie van log. i.t. dan ontstaat de *zwartingskromme* of *karakteristieke kromme*, welke voor het eerst door Hurter en Driffield is aangegeven.²⁾

¹⁾ Goldberg. Z. f. Wissensch. Photographie. 10, 238, 1911.

²⁾ Ferdinand Hurter Ph. D. and V. C. Driffield. Photochemical investigations and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates. The Journal of the Society of Chemical Industry. 31st May 1890 No. 5 Vol. IX.

In het algemeen heeft deze den vorm in fig. 11 geteekend. Naar aanleiding hiervan merken wij het volgende op:

1. Het verband tusschen de ontwikkelde dichtheden D_n en de log. der lichthoeveelheden is niet lineair. Het karakter van de lijn is S-vormig. We kunnen de zwartingskromme verdeelen in een duidelijk

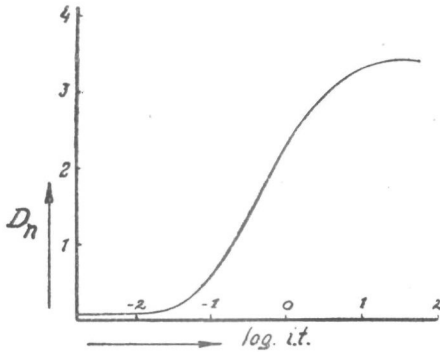


Fig. 11. Zwartingskromme volgens Hurter en Driffield. (Agfa-Spezialplaat).

convex gedeelte, in een langgerekte buiging en in een duidelijk concaaf gedeelte.

2. De mogelijkheid tot fotografische beeldvorming is begrensd.

Log.i.t. moet een zekere drempelwaarde overschrijden, alvorens van beeldvorming kan worden gesproken; boven een zekere maximumwaarde vindt geen toename van de dichtheid meer plaats. Bij deze maximumwaarde houdt de mogelijkheid tot beeldvorming dus op.

Bovendien leert het experiment, dat ook op de niet belichte plaatsen een zekere, meestal geringe dichtheid aanwezig is, die aan de opaciteit van de gelatine-laag en den drager en aan de ontwikkelde sluiertoeschreven moet worden. Wij zullen thans den invloed, welke door de genoemde factoren: de aard van de emulsie, de belichtingstijd en de wijze van ontwikkelen wordt uitgeoefend, wat nader beschouwen.

a. De aard van de emulsie.

In figuur 12 geven wij de zwartingskrommen, zooals deze voor gelijk behandelde proefstrooken van drie verschillende emulsies werden gevonden. Wij zien hieruit, dat de invloed door de emulsie uitgeoefend, zeer belangrijk kan zijn. Niet alleen is de zwarting voor eenzelfde log.i.t. waarde verschillend, doch ook in karakter wijken de krommen vrij sterk van elkaar af. De zuivere S-vorm, zooals deze in figuur 11 werd afgebeeld, vinden wij alleen bij de Perutz-kromme terug. Bij de Gevaert-kromme is de buiging zò lang gerekt, dat het concaaf deel geheel buiten het diagram valt en de lijn, voorbij het

convexe gedeelte practisch recht is. De Pathé-kromme vertoont tweemaal achtereen een vrij duidelijke S-vormige buiging. Deze dubbele S-vorm kan worden verklaard uit de omstandigheid, dat de gevoelige laag uit twee over elkaar gegoten emulsies bestaat.

De invloed, welke door den vorm van de kromme op de eigenschap

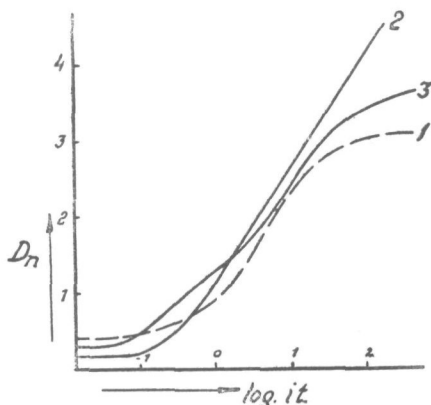


Fig. 12. Zwartingskrommen voor drie verschillende emulsies.

1. Perutz-Fliegerfilm; de kromme is zuiver s-vormig.
2. Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm; voorbij het convexe gedeelte is de kromme practisch recht.
3. Pathé-negatief-film; de kromme bestaat uit twee achtereenvolgende s-vormige gedeelten.

pen van de fotografische afbeelding wordt uitgeoefend, zullen wij later bespreken.

b. De belichtingstijd.

Wij merkten reeds op, dat het bij het bepalen der zwartingskrommen gebruikelijk is D_n uit te zetten als functie van $\log. it$.

Belichten wij het proefstuk, dat voor de registrering eener zwartingskromme dienen moet, onder den Goldberg-wig, dan is voor het geheele proefstuk de belichtingstijd constant, terwijl de intensiteit varieert. Wij zouden ook anders te werk kunnen gaan, bijv. door de intensiteit constant te houden en den tijd te varieren. ¹⁾ Beide be-

¹⁾ Volgens dit tweede beginsel werkte ook het apparaat, dat door Hurter en Driffield bij hunne klassieke onderzoekingen over de eigenschappen der fotografische emulsies werd gebruikt. (H. en D. Latitude in exposure and speed of plates. „Photography” 13th July, 1893). Tusschen de lichtbron en de proefplaat draaide een z.g. sectorenrad, een zwarte schijf, waarin zich een traspgewijze breeder wordende, sectorvormige uitsnijding bevond. Het aantal trappen bedroeg 9. Het in radiale richting achter het sectorenrad geplaatste proefstuk werd daardoor in 9 gedurende verschillende tijden belichte strooken verdeeld.

ginselen vinden toepassing in de practische sensitometrie. De volgens deze twee methoden verkregen zwartingskrommen zouden echter alleen dan gelijk zijn, indien de fotografische emulsies aan de eenvoudige evenredigheidswet van Bunsen en Roscoe zouden voldoen. Bunsen en Roscoe¹⁾ vonden, dat bij vele photochemische reacties het photochemische effect gelijk blijft, indien het product van intensiteit en bestralingstijd (de stralende energie i.t.) constant blijft, onverschillig of i groot is en t klein, of omgekeerd. Bij hunne proeven met chloor-zilver daglicht-papier bleek, dat deze wet geldig is voor die gevallen, waarbij de zwarting direkt door de inwerking van het licht wordt teweeg gebracht. Zij is echter in het algemeen niet van toepassing op de fotografische procédés, waarbij de zwarting door ontwikkeling van het door de belichting gevormde latente beeld wordt verkregen. Schwarzschild²⁾ constateerde, dat voor de door hem gebruikte platen de uitdrukking $i.t = C$ waardoor de wet van Bunsen-Roscoe wordt aangeduid, door

$$i.t^p = C \quad \text{moet worden vervangen.}$$

De exponent p deed zich bij zijne proeven voor als eene constante, die van de emulsie afhankelijk was. Zij varieerde van 0,8 tot 1 voor de onderzochte plaatsoorten.

Latere onderzoekers toonden evenwel aan, dat p (welke de Schwarzschild-exponent wordt genoemd) geen constante is, doch als eene functie van \mathcal{J} en de ontwikkelde zwarting moet worden beschouwd.

De zeer uitvoerige proeven, welke door Arens en Eggert en ook door Jones en zijne medewerkers werden genomen, wezen uit, dat p , ook voor eenzelfde emulsie, zeer verschillend kan zijn en dat daarbij waarden zoowel grooter als kleiner dan 1 kunnen voorkomen.

Voor emulsies van hooge gevoeligheid zijn de afwijkingen van 1 gewoonlijk kleiner dan voor de minder gevoelige. Zoo was bijv. voor de zeer gevoelige Seed 23-emulsie, welke door Jones werd onderzocht, $p = 0,88$ tot 1,15 terwijl door Arens en Eggert voor de Agfa Extra Rapid plaat van middelmatige gevoeligheid een p -waarde tusschen 0,4 en 1,85 werd gevonden. Voor de langzame Wratten Process plaat en de Eastman Slow Lantern plaat vond ook Jones zeer sterk uiteenlopende waarden.³⁾

Een volledig beeld van het verband tusschen de ontwikkelde zwarting en de twee variabelen i en t kan met behulp van een zwartingskromme derhalve niet worden verkregen. Eggert en Arens maakten hiervoor gebruik van een ruimtelijke voorstelling. Het gebogen vlak

¹⁾ Bunsen en Roscoe, Poggend. Ann. 117, 576 (1862).

²⁾ Photographische Korrespondenz 1899. Zie ook: Eders Jahrbuch der Photographie 1899, blz. 459.

³⁾ Een overzicht over deze proeven komt voor in: W. Meidinger. Die theoretischen Grundlagen der Photographischen Prozesse, Handbuch der wissenschaft. und angew. Photogr. A. Hay und M. v. Rohr, Band V, 1932.

dat ontstaat, indien de drie grootheden D , $\log. i$ en $\log. t$ langs drie coördinaatassen worden uitgezet ($\log. t$ langs de X-as, D langs de Y-as en $\log. i$ langs de Z-as) werd door hen het *zwartingsvlak* genoemd. De zwartingskromme moet als een doorsnijing van een vlak //X-Y (indien de belichtingstijd van het proefstuk wordt gevarieerd) of van een vlak // X-Z (bij variatie van i) worden beschouwd. ¹⁾

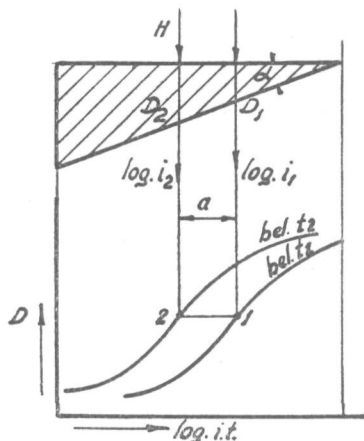


Fig. 13. Bepaling van de exponent p . De figuur stelt voor twee zwartingskrommen voor verschillende belichtingstijden t_1 en t_2 .

welke afwijkingen van de wet van B.R. bij eene emulsie optreden. Stelt bijv. fig. 13 het dichtheidsverloop voor van de wig, met daaronder de zwartingskrommen, welke voor twee proefstukken van eene emulsie, voor belichtingstijden t_1 en t_2 werden gevonden.

De helderheid van de lichtbron, welke voor het belichten dezer proefstukken werd benut, is constant gedacht. Beschouw op deze krommen de punten 1 en 2 met gelijke zwarting. Geldt voor deze emulsie

$i.t^p = C$ en is p voor de beschouwde punten gelijk, dan is:

$$H - D_1 + p.\log.t_1 = H - D_2 + p.\log.t_2$$

Zij de constante van de wig aangegeven door $\text{tg } \alpha$ dan is:

$D_2 - D_1 = a. \text{tg } \alpha$ waarin $a =$ de afstand tusschen de punten 1 en 2.

Hieruit volgt, dat er algemeen gesproken, verschil zal bestaan tusschen de zwartingskrommen, welke door variatie van de intensiteit alleen (zooals bij gebruik van een densometerwig) en die, welke door variatie van den belichtingstijd alleen, worden verkregen (apparaat van H. en D., van Scheiner, e. a.).

Wij kunnen echter ook met behulp van den Goldberg-wig onderzoeken,

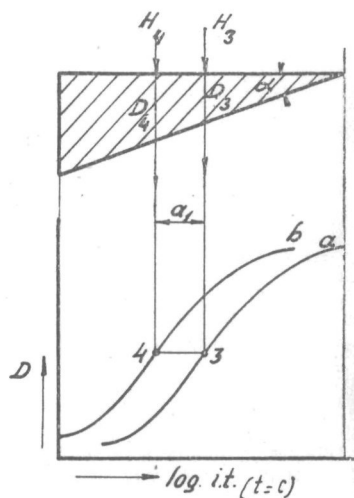


Fig. 14. Bepaling van de constante $\text{tg } \alpha$ van de wig. De figuur stelt voor twee zwartingskrommen voor verschillende helderheden H_3 en H_4 .

¹⁾ Zie noot 3, blz. 23.

Hieruit volgt, dat

$$P = \frac{a \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\log. t_2 - \log. t_1} \quad (1)$$

De constante van de wig kan als volgt worden bepaald.

Nemen wij aan, dat de krommen in figuur 14 verkregen zijn door variatie van de belichtingsintensiteit, bij gelijken belichtingsduur, dan is voor de twee punten 3 en 4 met gelijke zwarting:

$$H_3 - D_3 = H_4 - D_4$$

of
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{a_1} (H_4 - H_3) \quad (2)$$

zoodat
$$P = \frac{a}{a_1} \cdot \frac{H_4 - H_3}{\log. t_2 - \log. t_1}$$

Het al of niet constant zijn van p kunnen wij controleeren, door deze bepaling van p voor een aantal verschillende waarden van i.t te herhalen. Varieeren wij den belichtingstijd daarbij zoodanig, dat $\log. t_2/t_1$ gelijk blijft, dan zal (onder overigens gelijke omstandigheden) p constant zijn, indien de afstand a constant is. Is a niet constant, dan is ook p variabel. Met behulp van de uitdrukking-(1) kan p dan worden berekend, echter onder de aanname, dat voor de twee be-

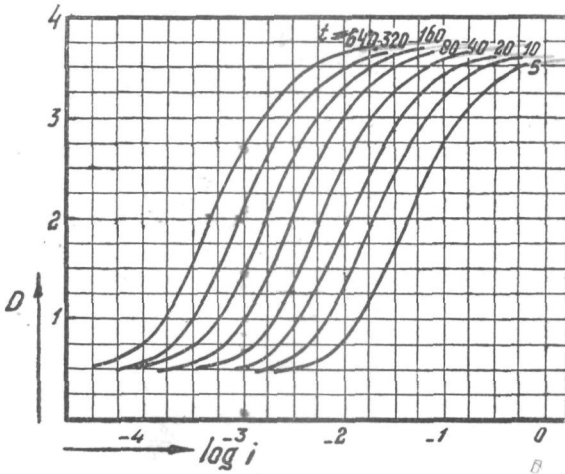


Fig. 15. Bepaling van de exponent p voor Perutz-Fliiegerfilm. De cijfers bij de krommen geven den belichtingstijd in seconden aan.

schouwde punten met gelijke zwarting, p bij benadering gelijk is. De verhouding der belichtingstijden moet in dit geval dus zoodanig worden gekozen, dat de afstand tusschen deze punten betrekkelijk klein is.

Op bovenomschreven wijze hebben wij de meting van p verricht voor de drie emulsies, welke door ons voor vele experimenten werden

gebruikt en waarvan de zwartingskrommen in fig. 12 zijn aangegeven.
Van deze drie filmsoorten werd een aantal proefstukken op gelijken

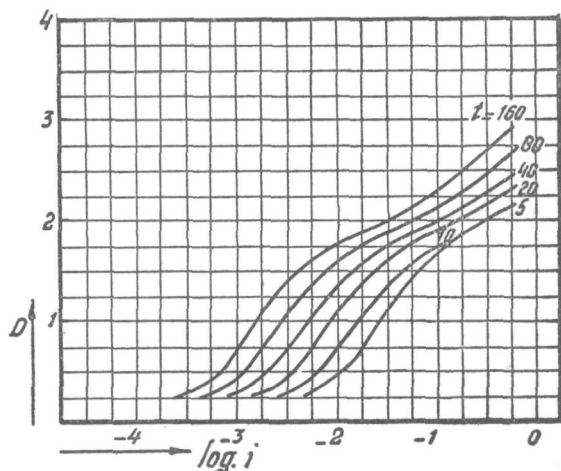


Fig. 16. Bepaling van de exponent p voor Pathé-neg.-film. De cijfers bij de krommen geven den belichtingstijd in seconden aan.

afstand van een 50 k. metaaldraad lamp belicht; de belichtingsduur werd daarbij volgens een meetkundige reeks met rede 2 gevarieerd.

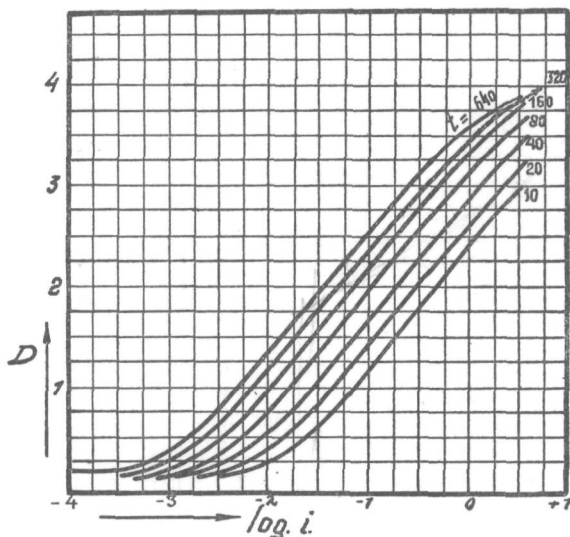


Fig. 17. Bepaling van de exponent p voor Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm. De cijfers bij de krommen geven den belichtingstijd in seconden aan.

De proefstukken werden alle gedurende 6 minuten ontwikkeld in den op blz. 121 met No. 7 aangeduiden ontwikkelaar. De geregistreerde zwartingskrommen zijn in fig. 15, 16 en 17 afgebeeld. Uit deze diagrammen volgt, dat voor de Perutz- en de Pathé-film p bij benadering constant is, terwijl voor de Gevaert-film een duidelijke verandering van a en dus van p zichtbaar is.

Ter bepaling van de constante $\operatorname{tg} \alpha$ der door ons gebruikte wig werd een aantal proefstukken van de Perutz film gedurende denzelfden tijd op verschillende afstanden van de genoemde lichtbron onder de wig belicht. De afstand werd daarbij gevarieerd volgens een meetkundige reeks met reede $\sqrt[3]{2}$ waardoor de helderheid van de op de wig vallende stralenbundel dus volgens een rekenkundige reeks met reede $0,30103$ werd gewijzigd. De proefstukken werden weder zes minuten in de hiervoor genoemden ontwikkelaar ontwikkeld. De zwartingskrommen dezer serie zijn in fig. 18 weergegeven. Wij zien uit deze figuur, dat de verschillende krommen zeer goed parallel verlopen en dat de onderlinge afstand bij benadering gelijk is. De waarde van

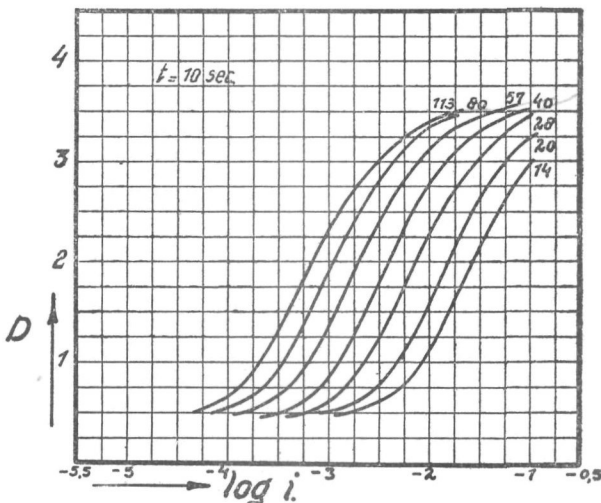


Fig. 18. Bepaling van de constante $\operatorname{tg} \alpha$ der gebruikte densometerwig. (Perutz-Fliegerfilm). De cijfers bij de krommen geven den afstand van de lichtbron tot het proefstuk in cm. aan.

$\operatorname{tg} \alpha$, berekend volgens (2) varieerde van 0,51 tot 0,53. Voor de verdere berekeningen hebben wij $\operatorname{tg} \alpha = 0,52$ aangenomen een waarde, die met de opgave van den fabrikant, volgens welke de constante 0,5 zou zijn bij benadering overeenstemt.

Met behulp van de in fig. 15, 16 en 17 afgebeelde diagrammen hebben wij vervolgens de berekening van p uitgevoerd voor verschil-

lende waarden. van log. it en D. Aangezien de onderlinge afstand der krommen voor de gekozen tijdsinterval $\log. t_{n+1} - \log. t_n = 0,30103$ wat klein werd geacht, werd ter verhooging van de nauwkeurigheid de dubbele tijdsinterval $\log. t_{n+2} - \log. t_n = 0,60206$ in rekening gebracht en de daarbij behorende afstand a voor verschillende waarden van D in het diagram opgemeten, zoodat:

$$p = \frac{a \operatorname{tg} \alpha}{\log. t_{n+2} - \log. t_n} = \frac{0,52 a}{0,60}$$

De volgende tabel bevat de aldus gevonden waarden voor p.

TABEL No. 1.

Gemeten p-waarden voor de onderzochte Perutz-, Pathé- en Gevaert-film.

No. der krommen	D = 0,5		D = 1		D = 1,5		D = 2		D = 2,5		D = 3	
	a	p	a	p	a	p	a	p	a	p	a	p
Perutz-film.												
Fig. 15												
5—20	12	1,02	12	1,02	12	1,02	11,5	1,—	11,5	1,—	—	—
10—40	11	0,95	—	—	—	—	11	0,95	11,3	0,98	11,5	1,—
20—80	11	0,95	11	0,95	11	0,95	11,8	1,02	11,5	1,—	12	1,02
40—160	12	1,02	11	0,95	11	0,95	11	0,95	10,8	0,94	11	0,95
80—320	10,8	0,94	10,8	0,94	10,8	0,94	—	—	10,8	0,94	—	—
160—640	—	—	11	0,95	11	0,95	11	0,95	11	0,95	11	0,95

p varieert van 0,94 tot 1,02

Pathé-film.												
Fig. 16												
5—20	10	0,87	10	0,87	9	0,78	—	—				
10—40	10	0,87	9,6	0,83	10	0,87	9	0,78				
20—80	10	0,87	10	0,87	10	0,87	9	0,78				
40—160	10	0,87	10	0,87	—	—	10	0,87				

p varieert van 0,78 tot 0,87

Gevaert-film.												
Fig. 17												
10—40	8,8	0,76	8,8	0,76	8,5	0,74	8,5	0,74	8,5	0,74	8,5	0,74
20—80	8,8	0,76	8	0,69	8	0,69	8	0,69	8	0,69	8	0,69
40—160	8,5	0,74	8	0,69	8	0,69	8	0,69	8	0,69	7,8	0,68
80—320	8	0,69	7,5	0,65	7,5	0,65	7	0,61	7	0,61	7	0,61
160—640	7,5	0,65	6,5	0,56	6,7	0,58	6,5	0,56	6,5	0,56	6,5	0,56

p varieert van 0,56 tot 0,76

Met deze gegevens hebben wij bij onze verdere experimenten rekening gehouden. De afwijkingen van de wet van B.R. kunnen wij op de door Jones aangegeven wijze in beeld brengen, door de verschil-

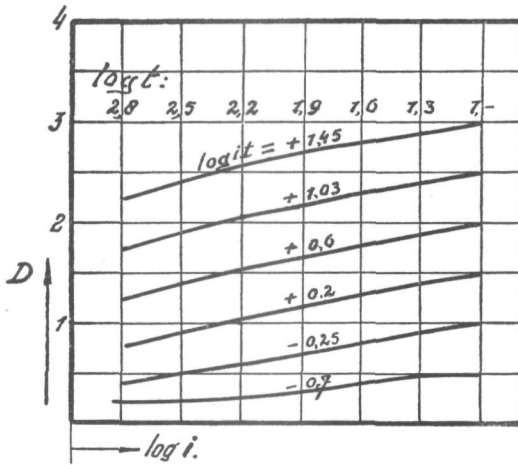


Fig. 19. Afwijkingen van de wet van B. R. voor Gevaert-Special-fijnkorrelfilm. Voorstellingswijze van Jones. Voor de geteekende lijnen is het product van i en t constant.

lende waarden van D , welke voor een zelfde i waarde (maar hierin i en t verschillend) werden gevonden, uit te zetten als functie van $\log i$. In fig. 19 zijn eenige der op deze wijze geteekende krommen voor de Gevaert-film weergegeven.

Uit deze proeven kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Alhoewel voor geen der drie onderzochte emulsies een constante waarde voor p werd gevonden, zijn de spreidingen voor de Perutz- en de Pathé-film gering te noemen. Deze spreidingen zijn gedeeltelijk ook van de gevolgde meetmethode afhankelijk. Voor de Perutz-emulsie verschilt p slechts weinig van 1. Deze emulsie kan gezegd worden bij benadering te voldoen aan de wet van B. R., althans voor de onderzochte waarden van i en D . Voor de Pathé-emulsie wijkt de waarde van p meer van 1 af. Echter kan p bij benadering als constant worden beschouwd voor het onderzochte gebied.

2. Voor de Gevaert-emulsie is de afwijking van de wet van B.R. belangrijk grooter dan voor de twee andere. Bovendien vertoont p grotere spreidingen voor de onderzochte waarden van i en D .

c. De wijze, waarop de ontwikkeling plaats vindt.

De voornaamste factoren, welke het resultaat van de ontwikkeling beïnvloeden, zijn: de samenstelling, de concentratie en de graad van

uitputting van den ontwikkelaar, de inwerkingsduur, de temperatuur van het bad en de snelheid, waarmede de vloeistof wordt doorgeroerd.

Stellen wij een aantal proefstukken van eene emulsie gedurende verschillende tijden aan de inwerking van een ontwikkelbad bloot, nadat deze gedurende denzelfden tijd onder een densometerwig zijn belicht — en brengen wij de voor deze proefstukken gevonden zwartingskrommen in één diagram tesamen, dan ontstaat een waaivormige bundel van het in fig. 20 afgebeelde karakter. Wij constateeren

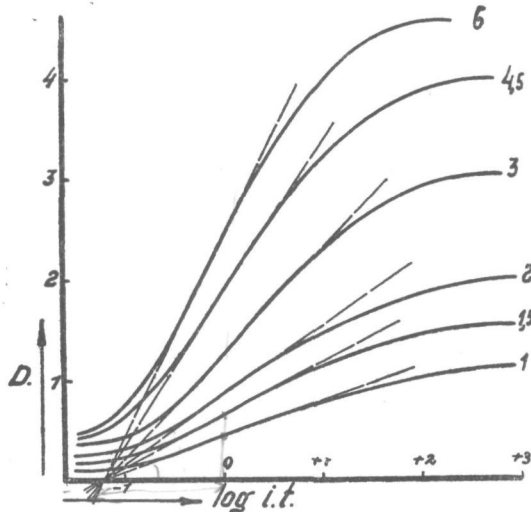


Fig. 20. Zwartingskrommen voor verschillende ontwikkeltijden. De Nos. bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan (Agfa Spezial-plaat).

dat eene draaiing van de zwartingskromme optreedt bij toenemenden ontwikkeltijd en dat het centrum van draaiing in de afgebeelde bundel op de X-as is gelegen. Dit draaiingscentrum werd bepaald, door het trekken der benaderende rechten in het langgerekte deel der krommen, hetgeen voor de hierbij gebruikte plaatsoort geen moeilijkheden bood. (Zooals wij later zullen zien, gaat dit bij vele andere plaat- of filmsoorten wel met moeilijkheden gepaard).

De geteekende benaderende rechten voldoen aan de betrekking:

$$D = \gamma (\log. it - C)$$

waarin: γ = de tangens van de hoek met de X-as ingesloten
en C = het stuk van de X-as afgesneden.

Door de waarde van γ wordt aangegeven, tot hoever de ontwikkeling is voortgeschreden en om deze reden heeft men in navolging van Hurter en Driffield aan γ den naam van ontwikkelfactor gegeven. Zet men het verband tusschen γ en den ontwikkeltijd grafisch uit,

dan ontstaat een kromme, welke ons een beeld geeft van de wijze waarop γ gedurende de ontwikkeling toeneemt. In fig. 21 is dit voor een aantal emulsies aangegeven. De figuur toont aan, dat de snelheid, waarmee γ aangroeit, kleiner wordt bij voortzetting van de ontwikkeling en dat de waarde van γ naar een maximum streeft. ¹⁾

De ervaring heeft geleerd, dat de invloed, door de andere genoemde factoren op het resultaat van de ontwikkeling uitgeoefend, in hoofdzaak te noemen is een invloed op de snelheid, waarmee γ aangroeit.

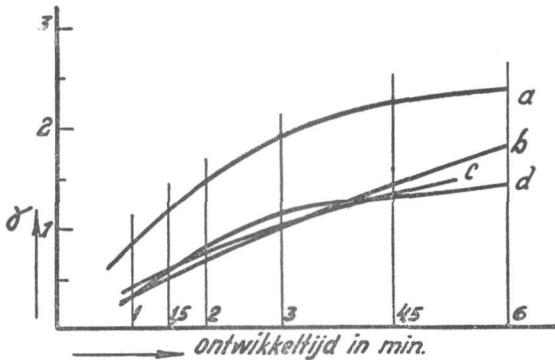


Fig. 21. Verband tusschen de ontwikkelfactor en den ontwikkeltijd.

- a. Gem-Process-plaat.
- b. Agfa-Spezial-plaat.
- c. Pathé-negatief-film.
- d. Agfa-Extra-Rapid-plaat.

Deze snelheid neemt toe met de temperatuur en de roersnelheid en neemt af met de graad van ontleding (door ouderdom of uitputting) van het ontwikkelbad. ²⁾

Wat de samenstelling betreft, zoo veroorzaakt eene verhooging van de alkaliteit (hooger p_H van de oplossing) algemeen een verhooging van de ontwikkelsnelheid. Ditzelfde geldt voor eene verhooging van

¹⁾ Deze maximum waarde wordt wel aangegeven door γ_∞ zijnde de waarde, welke voor den ontwikkeltijd $t = \infty$ zou ontstaan. Voor de praktijk heeft γ_∞ geen beteekenis.

²⁾ Crabtree constateerde (D. and P.-practice by J. I. Crabtree, B. J.O. Ph. Aug. 10 '30) dat de tijd noodig om een zeker effect te bereiken ca. 25 % korter was bij matig bewegen, dan bij niet bewegen. Volgens Sheppard en Elliot (J. O. Franklin Inst. 195, 211 '23) bereikt de snelheidstoename van γ een maximum om daarna weder te verminderen. De roersnelheid, waarbij dit maximum optreedt, wordt echter alleen bij snelloopende ontwikkelmachines, welke bijv. voor de ontwikkeling van kino-films gebruikt worden, bereikt. Een temperatuursverhoging van 60 op 80 graden F. geeft volgens Crabtree bij vele ontwikkelaars een ca. viervoudige snelheid. Boven 70 gr. treedt echter reeds een hinderlijk zwellen van de gelatine op.

het gehalte aan reduceerende stof (metol, hydrochinon, enz.).¹⁾ Geen invloed wordt door de sulfiet-concentratie op de snelheid uitgeoefend; daarentegen neemt deze af voor eene vermeerdering van het broomkali-gehalte.

Dat de *vorm* der krommen door de genoemde factoren niet of slechts weinig wordt beïnvloed, werd o.a. door Watkins²⁾ aangetoond en ook bij onze eigen proeven kon dit worden opgemerkt.

Twee verschijnselen zijn er evenwel, waarop wij met enkele woorden nog de aandacht willen vestigen, n.l. het optreden van broomkali-depressie en de vorming van chemische sluier. Door Hurter en Driffeld³⁾ werd aangetoond en ook Nietz⁴⁾ bevestigde dit, dat het snijpunt der benaderende rechten van een bundel zwartingskrommen op de X-as is gelegen, indien het broomkaligehalte van den ontwikkelaar, (of het vrije broomgehalte van de emulsie) een zekere minimumwaarde niet overschrijdt; dat het evenwel onder de X-as zakt bij overschrijding van deze grens.⁵⁾ In dit geval spreekt men van eene depressie der dichtheid, of van eene broom(kali)depressie. De waarde dezer depressie wordt aangegeven door den afstand, waarop het draaipunt zich dan onder de X-as bevindt.⁶⁾

Wij zagen, dat in de uitdrukking $D = \gamma (\log. it - C)$ door C het stuk aangegeven wordt, dat van de X-as wordt afgesneden door de benaderende rechte. De it-waarde (in meter-kaars-seconden) noodig om het snijpunt met de X-as te bereiken, werd door Hurter en Driffeld de *inertia* van de emulsie genoemd ($C = \log. inertia$).

Zij kozen de inertia als basis voor hun gevoeligheidssysteem, waarin de gevoeligheid, of snelheid, wordt aangeduid door het H & D getal, dat verkregen wordt door de inertia te deelen op de door hen aange-

¹⁾ Zie hierover de onderzoeken van W. Reinders en M. C. F. Beukers, Bericht über den VIII. Intern. Kongress für wissenschaft. u. angew. Photographie, Dresden '31, pag. 171.

²⁾ Watkins Manual p. 75. Zie ook B. J. O. Ph. April 1900 „Some developers compared”, van denzelfden schrijver.

³⁾ Hurter en Driffeld, The latent image and its development, Phot. Journ. '98.

⁴⁾ Nietz, A. H. The theory of development, Monographs on the theory of Photography No. 2 from the Research Laboratory of the Eastman Kodak Co.

⁵⁾ Bij vele der door ons genomen proeven kon deze depressie worden waargenomen. Een duidelijk voorbeeld hiervan vertoont de bundel krommen in fig. 28.

⁶⁾ Wij moeten dan echter niet de totale ontwikkelde dichtheid in het zwartingsdiagram uitzetten, doch deze verminderen met de dichtheid, welke in het onbelichte gedeelte (de rand) der proefstukken werd opgemeten, m.a.w. wij moeten eene correctie invoeren voor de sluier.

Het komt bij de tegenwoordige emulsies echter meermalen voor, dat de z.g. benaderende rechten geen gemeenschappelijk snijpunt vertoonen. (Zie bijv. fig. 29). Door R. D. Davis en G. K. Neeland (An experimental study of several methods of representing photographic sensitivity, Bureau of Standards Journal of Research, Sept. '31, Vol. 7 No. 3 Rp 354) wordt verondersteld, dat dit aan veranderingen in de fabricagemethoden van fotografische emulsies toe te schrijven zou zijn.

nomen factor 34. Als eenheid van kaars-sterkte namen zij de Engelsche normaalkaars aan. De waarde van de inertia zal echter variabel zijn, indien bij de ontwikkeling broomkali-depressie optreedt. In dit geval is dus het H & D-getal afhankelijk van den ontwikkeltijd. ¹⁾

Het tweede verschijnsel, dat wij noemden, is de chemische- of ontwikkel-sluier.

In de meeste gevallen ondergaat reeds vanaf het begin der ontwikkeling, of korten tijd daarna, ook het niet belichte gedeelte van de proefstrooken eenige zwarting. Deze zwarting schrijft aanvankelijk langzaam voort, doch meestal kan na een zekere ontwikkeling een aanmerkelijk snellere toename worden waargenomen. De grens, vanwaar de sluier zich sneller begint te vormen — en welke gewoonlijk sluiergrens wordt genoemd — is zoowel van de emulsie als ook van de wijze van ontwikkelen afhankelijk. Wij kennen emulsies, welke slechts weinig, andere welke veel meer neiging tot de vorming van deze z.g. chemische- of ontwikkel-sluier bezitten. Bovendien wordt de neiging hiertoe grooter bij veroudering van de emulsie. (Zie bijv. fig. 22).

Ook de aard van den ontwikkelaar en de temperatuur van het bad beïnvloeden de sluier. Door toevoeging van een z.g. sluier-bestrijder, zooals b.v. broomkali, pynakryptolgroen, e.a. tracht men de sluiergrens, welke niet scherp is aan te geven, buiten de ontwikkelperiode te houden. Verder is het algemeen bekend, dat een versche ongebruikte ontwikkelaar eerder aanleiding tot sluier geeft dan een gebruikt bad, waarin door de ontleding o.a. kalium- of natriumbromide is gevormd. Om deze reden wordt door

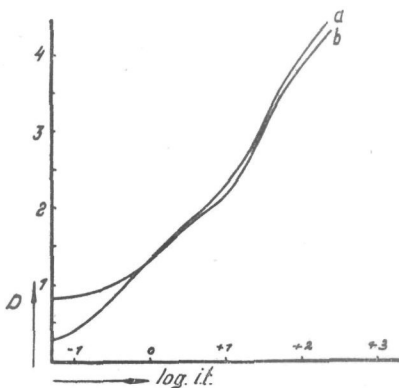


Fig. 22. Voorbeeld van sluiertoename bij veroudering van de emulsie. Pathé-negatief-film: a. in toestand van ontvangst, b. ca. een jaar later.

¹⁾ De waarde van het H & D-getal is in de praktijk vrijwel verloren gegaan, niet alleen omdat bij vele emulsies geen goed gedefinieerde benaderende rechte in de zwartingskrommen is aan te geven, maar ook omdat de zucht naar reclame verschillende fabrikanten er toe gebracht heeft steeds hoogere H & D-getallen voor hunne producten te vermelden. Zelfs worden dergelijke getallen opgegeven, zonder dat zij op de door Hurter en Driffield voorgeschreven wijze zijn bepaald. Alhoewel men er in internationale samenwerking ernstig naar streeft tot eene definitie van het begrip gevoeligheid te komen, die aan de in de praktijk gevoelde behoefte voldoet en men daarbij getracht heeft de sensitometrische methoden ter bepaling van de gevoeligheid zoodanig vast te leggen, dat hiermede ook beter reproduceerbare waarden te verkrijgen zouden zijn, is men er tot nu toe niet in geslaagd eene bevredigende oplossing voor dit vraagstuk te vinden. (Zie: Bericht über den VIII. Intern. Kongress für wissensch. u. angew. Photographie, Dresden '31).

verschillende schrijvers het toevoegen van gebruikten ontwikkelaar aan een versch bad aanbevelen.¹⁾

De chemische sluier blijft niet tot het onbelichte gedeelte van de gevoelige laag beperkt, doch strekt zich, beginnende bij het minst belichte deel geleidelijk ook over het meer belichte deel uit. Op de vorm der zwartingskrommen wordt door de sluier een karakteristieken invloed uitgeoefend. Beschouwen wij bijv. een bundel krommen (zooals in Fig. 23 afgebeeld) waarbij de ontwikkeling tot voorbij de

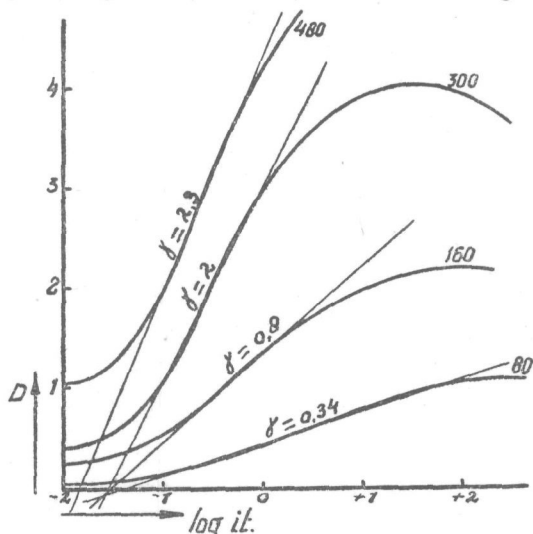


Fig. 23. Zwartingskrommen van een kinofilm-emulsie waarbij na 5 minuten ontwikkeling belangrijke sluier optrad. Men lette op het geringe verschil in γ voor de 3e en 4e kromme. Na 5 minuten ontwikkelen is een verschuiving van de kromme opgetreden. De cijfers bij de krommen duiden den ontwikkel-tijd in seconden aan.

sluiergrens is voortgezet (hetgeen voor de bestudeering der andere factoren menigmaal geschiedt) dan zien wij dat het convexe gedeelte der kromme zich geleidelijk boven de X-as verheft en dat in een verder stadium ook het langgerekte deel zich naar boven verplaatst.²⁾

VERBAND TUSSEN HET ONDERWERP, HET NEGATIEF EN HET POSITIEF.

Op blz. 20 merkten wij op, dat men bij het bestudeeren van de wijze,

¹⁾ Voor dit doel raadt Crabtree aan (J. I. Crabtree, D. and P. Practice, Lecture delivered at the annual convention of the Master Photo-Finishers of America, B. J. o. Ph. Aug. 22, '30) om één deel oude ontwikkelaar toe te voegen aan 20 dl. versche oplossing. Zie ook Communication No. 222 from the Research Laboratory of the Eastman Kodak Company: Fogging properties of developers, B. J. o. Ph. Nov. 21 en 28 '24. Merle L. Dundon and J. I. Crabtree.

²⁾ Zeer duidelijke voorbeelden geven R. Davis en G. K. Neeland in het Rp. 354 dat in noot No. 6 blz. 32 werd aangehaald.

waarop het fotografische beeld tot stand komt, terwille van den eenvoud, de proefstukken niet in de camera, doch bijv. onder een Goldberg-wig belicht.

In één opzicht is er tusschen deze belichtingswijzen echter een belangrijk verschil, n.l. dat bij de vervaardiging van wigafdrukken met licht van een bij benadering constante chromatische samenstelling kan worden gewerkt, terwijl bij de opname in de camera de gevoelige laag, ook bij eenzelfde opname, door licht van verschillende golflengte zal worden getroffen.

Willen wij derhalve de resultaten van zwartingsmetingen van onder de wig belichte proefstukken ook voor de praktijk benutten, dan zullen wij er ons rekenschap van moeten geven, in hoeverre de zwartingskrommen van de golflengte, of van de samenstelling van het licht afhankelijk zijn. Nu zijn de eigenschappen der vele fotografische emulsies, speciaal wat betreft de gevoeligheid voor licht van verschillende golflengte zeer uiteenlopend zoodat het moeilijk is, dienaangaande een algemeen standpunt in te nemen. Wat de vorm der zwartingskrommen betreft, vonden Fabry en Buisson, ¹⁾ dat deze voor het zichtbare deel van het spectrum niet van de golflengte afhankelijk is, een meening, die ook door Meidinger ²⁾ wordt gedeeld; daarentegen merkten Beekman en Oudt ³⁾ op, dat dit voor eenige plaatsoorten wel, voor andere niet het geval is. Ook Heisenberg en Biltz ⁴⁾ vonden eenig verschil in den vorm der krommen. Bij eenige door ons genomen proeven met de Pathé-negatief-film en de Perutz-Fliiegerfilm was het onderscheid zeer gering.

Wij maakten voor deze proeven gebruik van een serie filters van Moll. De proefstukken werden bij diffuus daglicht onder deze filters en onder den Goldberg-wig zoodanig belicht, dat van de betreffende krommen een groot gedeelte kon worden geregistreerd.

De belichtingstijden bedroegen:

zonder filter	ca. 1 seconde
met blauw-filter	„ 12 seconden
„ groen-filter	„ 3 minuten
„ rood-filter	„ 24 minuten

De verdere behandeling der proefstukken was geheel gelijk. De voor de Perutz-Fliiegerfilm geregistreerde krommen zijn in fig. 24 afgebeeld. Wij zien, dat de vorm der 4 krommen, welke met „wit”, „blauw”, „groen” en „rood” zijn aangegeven, practisch gelijk is; alleen de helling is eenigszins verschillend. Uit de gestippelde lijnen naast de kromme voor wit licht, welke parallel aan de blauw- en de rood-kromme zijn geteekend, is te zien, dat de blauw-kromme (b)

¹⁾ H. Buisson en Ch. Fabry, *Revue d'Optique*, 3, 26, 1924.

²⁾ W. Meidinger, *Die Theor. Grundl. der Photogr. Prozesse* blz. 175.

³⁾ W. J. Beekman en F. Oudt, *Zeitschrift für Physik*, 29, 267, 1924.

⁴⁾ E. Heisenberg en M. Biltz, *Photogr. Korresp.* Bd. 66, 169 en 198.

iets stijler verloopt en de rood-kromme (r) nog iets stijler. De helling der groen-kromme is practisch gelijk aan die der rood-kromme.

De vertraging door de filters uitgeoefend, welke berekend werd uit den horizontalen afstand der krommen, bedroeg ca. 20 voor het blauwfilter, ca. 200 voor het groen- en ca. 5000 voor het roodfilter.

Wij meenen uit het voorgaande te mogen concludereen, dat voor de praktische fotografie het meerkleurige onderwerp als eenkleurig kan worden beschouwd, mits daarbij de gevoeligheid der emulsie voor

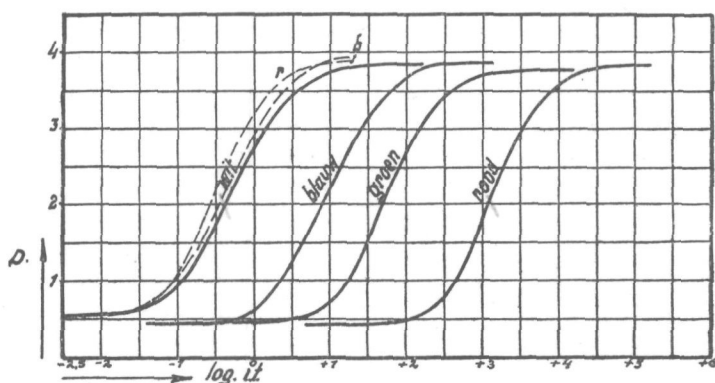


Fig. 24. Zwartingskrommen voor verschillend gekleurd licht. (Perutz-Fliegerfilm).

Kromme voor blauw: verkregen met het
Moll'sche filter 4D (400—500 $\mu\mu$)
" " groen: " " 4C (500—570 $\mu\mu$)
" " rood: " " 3A (590—800 $\mu\mu$)

licht van verschillende golflengten in aanmerking wordt genomen.

Uitgaande van deze aanname, kan het verband tusschen het onderwerp en de fotografische afbeelding, met behulp van de zwartingskrommen als volgt worden afgeleid.

Wij veronderstellen, dat van een willekeurig onderwerp een opname wordt gemaakt en dat een densometerwigafdruk van de gebruikte plaat- of filmsoort aan dezelfde negatiefontwikkeling wordt onderworpen. Wij bepalen de zwartingskromme door meting van genoemde proefstrook en meten in het ontwikkelde negatief de grootste en de kleinste zwarting op. Door deze zwartingen op de Y_n -as van de zwartingskromme af te passen en (deze zwartingen) door horizontale lijnen op de zwartingskromme over te brengen, kunnen wij aangeven welk gedeelte van de zwartingskromme op de negatieve afbeelding betrekking heeft. Dit is in fig. 25 geschied. Het tusschen de beide vertikalen l_1 en l_2 gelegen gedeelte van het negatief-diagram kan nu worden opgevat als de dichtheidswig van de negatieve afbeelding. Dit gedeelte, dat in de figuur is gearceerd, geeft het verband aan tusschen het onderwerp en het negatief. De horizontale afstand

der lijnen l_1 en l_2 is een maat voor het contrast van het onderwerp

$$K_o = h_o \max - h_o \min$$

Belichten wij dit negatief door een stralenbundel met helderheid H_n dan is

$$h_n = H_n - D_n \text{ en het contrast van het negatief:}$$

$$K_n = h_n \max - h_n \min = D_n \max - D_n \min$$

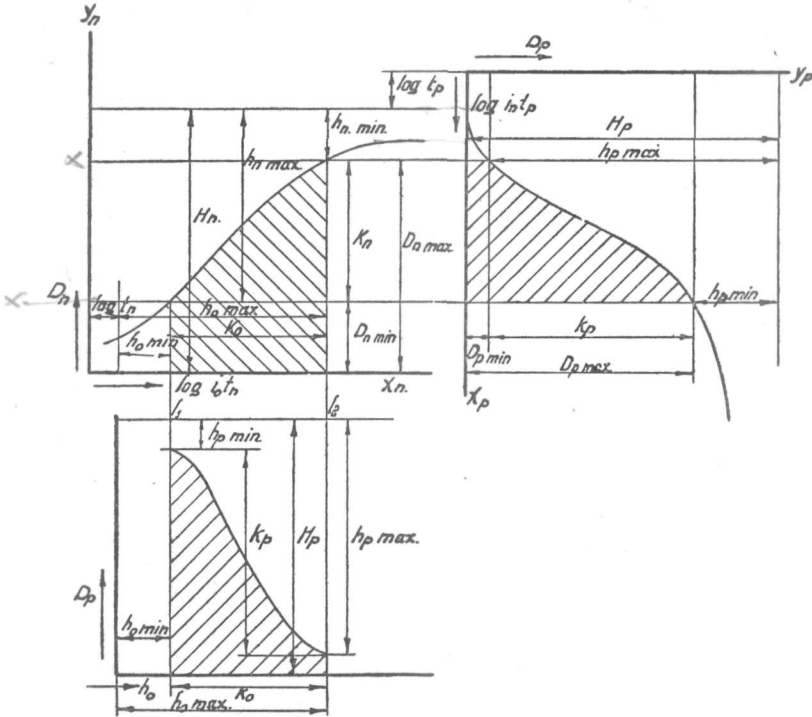


Fig. 25. Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het positief. Neg.kr: Agfa-Spezial-plaat. Pos.kr: Perutz-Fliegerfilm.

De neg.kr. geeft het verband aan tusschen het onderwerp en het negatief; de dichtheidswig van de pos.afbeelding het verband tusschen het onderwerp en het positief.

Deze helderheden $h_n \max$ en $h_n \min$ projecteeren wij op een vertikale lijn ter rechterzijde van de negatiefkromme.

Ten einde een positieve afbeelding van het onderwerp te vervaardigen, wordt het negatief op een tweede gevoelige laag afgedrukt. Stel, dat wij deze afdruk hebben gemaakt en dat een wigafdruk van de gebruikte plaat- of filmsoort tegelijk werd ontwikkeld, dan kan de zwartingskromme van het positiefmateriaal, welke voor de gemaakte afdruk geldt, worden opgemeten.

Beschouwen wij de vertikale lijn, rechts van de negatiefkromme

als de X-as van de positiefkromme, dan kan ook het o-punt van deze kromme worden aangegeven, immers $h_{n \max}$ en $h_{n \min}$ zijn bekend en:

$$\log. i_n t_p = h_n + \log. t_p \quad \text{waarin } t_p = \text{de belichtingstijd van het positief.}$$

Het o-punt van de pos. kromme moet dus op een afstand $H_n + \log. t_p$ boven de X_n -as zijn gelegen. De belichtingstijd t_p moet zoodanig worden gekozen, dat de min. zwarting van het positief, $D_{p \min}$ een geringe waarde krijgt. Trekken wij de twee horizontale lijnen, waarmee het negatiefkontrast K_n op de X_p -as is geprojecteerd, door totaan de pos. kromme, dan snijden zij uit het pos.-diagram het gedeelte uit, dat op de positieve afbeelding betrekking heeft. Belichten wij dit positief door een stralenbundel met helderheid H_p dan is de helderheid van het doorvallende licht:

$$h_p = H_p - D_p$$

en het contrast van deze afbeelding:

$$K_p = h_{p \max} - h_{p \min} = D_{p \max} - D_{p \min}$$

is in de figuur weer aangegeven.

Het verband tusschen het onderwerp en het positief kan nu worden voorgesteld, door voor iedere waarde van h_0 de overeenkomstige waarde van D_p uit de aldus opgebouwde figuur af te lezen en zooals in het onderste diagram van figuur 25 is geschied, D_p uit te zetten als functie van h_0 .

Het in dit diagram gearceerde gebied kan worden opgevat als de dichtheidswig van de positieve afbeelding.

Wij zien nu, dat deze dichtheidswig in het algemeen niet zal voldoen aan de voorwaarden, die wij in § 1 voor de z.g. juiste afbeelding hebben afgeleid.

Deze voorwaarden zijn:

1. De begrenzingslijn van de wig moet recht zijn.
2. De wighoek moet 45 graden zijn.

In hoeverre het mogelijk zal zijn bij benadering aan de eerste voorwaarde te voldoen, is afhankelijk van de volgende factoren:

- a. de vorm van de zwartingskromme van het gebruikte negatief- en positiefmateriaal,
- b. het contrast van het onderwerp,
- c. de belichtingstijd van het negatief en het positief,
- d. de ontwikkeling van het negatief en het positief.

Wat a. betreft, merken wij reeds op, dat voor sommige zwartingskrommen een bij benadering rechtlijnig gedeelte wel bestaat, terwijl dit bij andere niet het geval is. Een rechtlijnige begrenzing van de dichtheidswig van het negatief zal echter pas dan verkregen kunnen worden, indien de horizontale projectie van het rechtlijnige gedeelte minstens evengroot is als het contrast van het onderwerp, terwijl bovendien de belichtingstijd bij de opname zoodanig moet worden gedoseerd, dat aanpassing aan dit gedeelte wordt verkregen.

Op dezelfde wijze moet ook het contrast van het negatief zich kunnen aanpassen aan de projectie op de X_p -as van het bij benadering rechtlijnige gedeelte van de positiefkromme. Aangezien het negatief-contrast, zooals wij aantoonde, van de ontwikkeling afhankelijk is, zal er bij de negatiefontwikkeling op gelet moeten worden, dat de ev. toelaatbare waarde van K_n niet wordt overschreden. Ten slotte zal de afdruk zoodanig belicht moeten worden, dat de mogelijkheid van aanpassing wordt benut.

Thans de tweede voorwaarde:

Zooals wij opmerkten voldoet de benaderende rechte aan de betrekking:

$$D = \gamma (\log. it - C)$$

Voor het ev. rechtlijnig deel der negatiefkromme schrijven wij:

$$D_n = \gamma_n (\log. i_0 t_n - C_n)$$

en voor het ev. rechtlijnige deel der positiefkromme:

$$D_p = \gamma_p (\log. i_n t_p - C_p)$$

ook is:

$$K_n = D_{n \max} - D_{n \min}$$

en

$$K_p = D_{p \max} - D_{p \min}$$

dus is

$$K_n = \gamma_n (h_{0 \max} - h_{0 \min}) = \gamma_n \cdot K_0 \quad (1)$$

en

$$K_p = \gamma_p (h_{n \max} - h_{n \min}) = \gamma_p \cdot K_n \quad (2)$$

De wighoek zal 45 graden zijn indien

$$K_0 = K_p$$

Uit (1) en (2) volgt dat

$$K_p = \gamma_n \cdot \gamma_p \cdot K_0$$

dus aan de tweede voorwaarde zal worden voldaan, indien

$$\gamma_n \cdot \gamma_p = 1$$

d.w.z. indien negatief en positief zoodanig ontwikkeld worden, dat de ontwikkelfactor van het negatief de reciproque waarde heeft van de ontwikkelfactor van het positief.

Alhoewel bij het vervaardigen van fotografische afbeeldingen met de verschillende factoren, waarover wij spraken rekening gehouden kan worden en door de keuze van onderwerp, en van de te gebruiken emulsies en verder door de wijze, waarop de ontwikkeling geschiedt, getracht kan worden een zoo goed mogelijke benadering van de afgeleide voorwaarden te verkrijgen, zal het niet mogelijk zijn hieraan geheel te voldoen. Wij komen dus tot de conclusie, dat een juiste fotografische afbeelding, zooals deze door ons werd gedefinieerd, niet bestaat.

In de volgende § zullen wij trachten af te leiden, welke afwijkingen van de juiste afbeelding in de fotografische praktijk toelaatbaar kunnen worden geacht.

§ 3. Een en ander over de afwijkingen van de juiste afbeelding, welke voorkomen in de practische fotografie.

De kromme, welke het verband aangeeft, tusschen de log. der lichthoeveelheden en der ontwikkelde dichtheden kan, zooals wij hebben opgemerkt, verdeeld worden in een convex gedeelte, een lang-gerekte buiging en een concaaf gedeelte.

Deze verdeeling werd reeds door Hurter en Driffield gemaakt. ¹⁾

Zij noemden het convexe deel *het gebied van te korte belichting*, het flauw gebogen of bij benadering rechtlijnige middendeel *het gebied van juiste belichting* en het concave deel *het gebied van te lange belichting*. ²⁾

Uit hunne geschriften blijkt, dat door hen aan de aanwezigheid van een bij benadering rechtlijnig deel veel waarde wordt gehecht. ³⁾ Voor het verkrijgen van een goede afbeelding beschouwden zij het als eisch, dat de horizontale projectie van dit gedeelte groot genoeg zij om het contrast van het onderwerp te omvatten en, dat door eene juiste doseering van de belichting voor een goede aanpassing tusschen K_0 en deze projectie wordt gezorgd.

Wanneer wij evenwel de zwartingskrommen van de hedendaagsche emulsies onderzoeken, dan valt het op, dat deze vrijwel alle een duidelijk uitgesproken S-vormig karakter bezitten en dat, — ook bij de als goed bekend staande fabrikaten — in vele gevallen zelfs het trekken van een benaderende rechte in het middendeel eenige moeilijkheden biedt.

Echter ook wanneer men de kwaliteit eener emulsie beter acht, naarmate een betere benadering van de juiste afbeelding daarmede kan worden verkregen, dan nog is de uitgestrektheid van het bij benadering rechtlijnige deel daarvoor alleen geen maatstaf.

Zoo kennen wij emulsies, waarvan de zwartingskrommen geen of een zeer klein rechtlijnig middendeel vertoonen, terwijl zij, over een grooteren afstand beschouwd, toch minder gebogen zijn dan andere,

¹⁾ Photochemical investigations and a new method of determination of the sensitiveness of photographic plates, by Ferdinand Hurter and V. C. Driffield. Journal of the Soc. of Chem. Industry, 31st May 1890.

²⁾ H. en D. onderscheidde ook nog een vierde deel, t.w. het stuk waarin de kromme, na overschrijding der maximum dichtheid weer naar de X-as terugbuigt. Zij noemden dit deel het gebied van omkeering (period of reversal) omdat de in dit gebied zich bevindende zwartingen t.o.z. van de voorgaande minder negatief, dus positief verschijnen. Deze tak van de kromme wordt ook wel de solarisatietak genoemd, een naam die ontstaan is door het verschijnsel, dat bij negatieven waarbij de zon zich in het beeld bevond, deze, onder omstandigheden, zich positief voordoet. Wegens de geringe betekenis, welke het solarisatie verschijnsel voor de practische fotografie heeft, laten wij deze onderscheiding achterwege.

³⁾ "for every plate there exists a range of exposures during which the growth of density is proportional to the logarithm of the exposure and this range we termed *the period of correct representation*", Relation between negatives and their positives by F. Hurter and V. C. Driffield, J. o. S. o. Ch. Ind. 28 Feb. 1981.

welke een goed gedefinieerd of meer uitgestrekt gebied van juiste belichting bezitten.

Ten einde over dit punt eenige gegevens te verzamelen, hebben wij van een aantal emulsies de zwartingskrommen voor verschillende

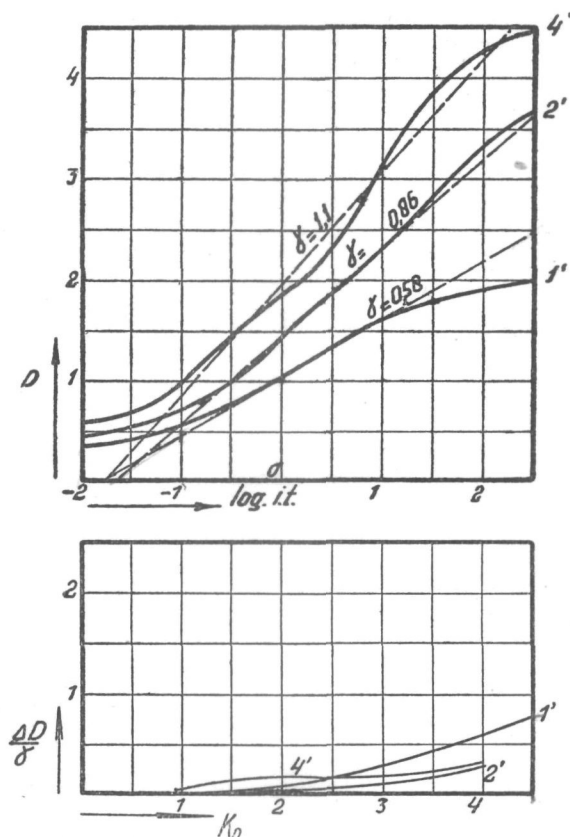


Fig. 26. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{\gamma}$. Pathé-neg.-film.

ontwikkeltijden bepaald. In deze krommen hebben wij de benaderende rechten getrokken en voor verschillende waarden van K_0 de afwijkingen van deze rechte opgemeten. K_0 werd daarbij zoo gunstig mogelijk op de X-as afgepast. De opgemeten maximum afwijkingen ΔD gedeeld door de waarde van γ der bijbehorende rechte, hebben wij als functie van K_0 uitgezet. De op deze wijze verkregen krommen geven dus aan, in hoeverre de afwijkingen van de juiste afbeelding afhankelijk zijn van het gebruikte negatiefmateriaal en de gevolgde negatiefontwikkeling. De resultaten van eenige dezer metingen zijn in de figuren 26—31 afgebeeld.

Wij zien uit deze voorbeelden in de eerste plaats, dat het trekken van de benaderende rechten bij verschillende krommen met moeilijkheden gepaard gaat. Het meest typische voorbeeld daarvan is wel kurve 4' van fig. 26, waar tengevolge van het dubbele S-karakter een bij benadering rechtlijnig deel feitelijk niet bestaat. Ook in de krommen

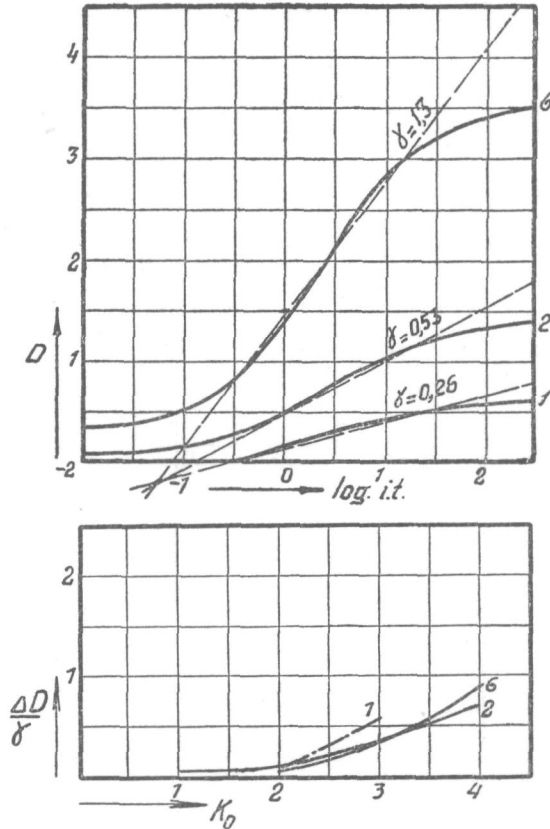


Fig. 27. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{\gamma}$.
Luxerial-plaat.

van fig. 27 is een rechtlijnig deel practisch niet aanwezig. Een betere benadering vinden wij in de krommen van fig. 28, 29 en 30, terwijl vooral het zuiver rechtlijnige verloop van de kromme der langst ontwikkelde proefstrook in fig. 31 opvallend is.

Uit de daaronder geteekende diagrammen blijkt nu evenwel, dat de afwijkingen voor de emulsie van fig. 26 algemeen genomen het kleinst zijn en dat de emulsie waarop fig. 27 betrekking heeft, geen grootere afwijkingen vertoont dan die, waarvan de krommen in fig. 28 en 29 zijn afgebeeld.

Beschouwen wij de afwijkingen in verband met den gevolgden ontwikkeltijd, dan zien wij, dat ook hierin geen regelmaat is te ontdekken. In fig. 27 en 30 is de afwijking practisch niet van de ontwikkeling afhankelijk; in fig. 28 en 29 is een duidelijke toename en in fig. 31

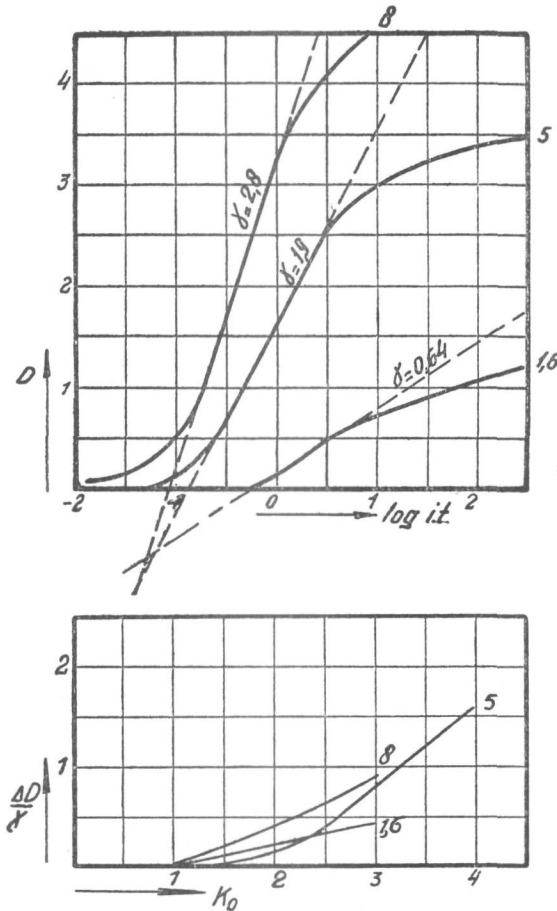


Fig. 28. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{D}$. Kinofilm merk A.

een duidelijke afname bij voortzetting van de ontwikkeling waar te nemen. De gevonden waarden zijn in tabel 2 nog eens tabellarisch verzameld.

Deze gegevens hebben, zooals gezegd, slechts betrekking op het negatief. Zij geven ons aan, welke afwijkingen in de positieve afbeelding zouden optreden, indien een lineair verband tusschen D_n en D_p mogelijk ware. Dit is echter niet het geval. Ook de kromme van

TABEL No. 2.

Verband tusschen de afwijkingen $\frac{D}{\gamma}$ en K_0 voor verschillende ontwikkeltijden.

Afwijking bij een ontwikkeltijd van:					
Emulsie.	K_0	1 min.	2 min.	4 min.	
Pathé-negatieffilm. (fig. 26)	1	0	0	0,1	
	2	0,1	0,05	0,2	
	3	0,25	0,1	0,2	
	4	0,6	0,3	0,3	
	K_0	1 min.	2 min.	6 min.	
Luxerial-plaat. (fig. 27)	1	0,1	0,05	0,02	
	2	0,1	0,1	0,08	
	3	0,6	0,4	0,4	
	4	—	0,7	0,9	
	K_0	1,5 min.	5 min.	8 min.	
Kinofilm merk A. (fig. 28)	1	0	0	0	
	2	0,25	0,13	0,4	
	3	0,43	0,8	0,9	
	4	—	1,6	—	
	K_0	1 min.	2 min.	3 min.	6 min.
Agfa-Extra-rapidplaat (fig. 29)	1	0	0	0	0
	2	0,08	0,24	0,25	0,22
	3	0,3	0,65	0,75	0,65
	4	0,78	1,37	1,6	1,5
	K_0	1 min.	2 min.	3 min.	6 min.
Agfa-Spezial-plaat. (fig. 30)	1	0	0	0	0
	2	0	0,08	0,14	0,1
	3	0,16	0,33	0,36	0,3
	4	0,64	0,9	0,95	—
	K_0	1 min.	3 min.	6 min.	
Gevaert-Speciaalfijnkorrelfilm. (fig. 31)	1	0	0	0	
	2	0,1	0,15	0	
	3	0,35	0,45	—	
	4	0,7	0,73	—	

het positief materiaal heeft een S-vormig verloop, zoodat het bij den afdruk de juistheid van de afbeelding nog verder verloren gaat. Daarbij komt nog, dat men aan de positieven in het algemeen den eisch stelt, dat de lichtste partij (de z.g. hoogste lichten) slechts een zeer geringe dichtheid mogen bezitten, wat niet anders te bereiken

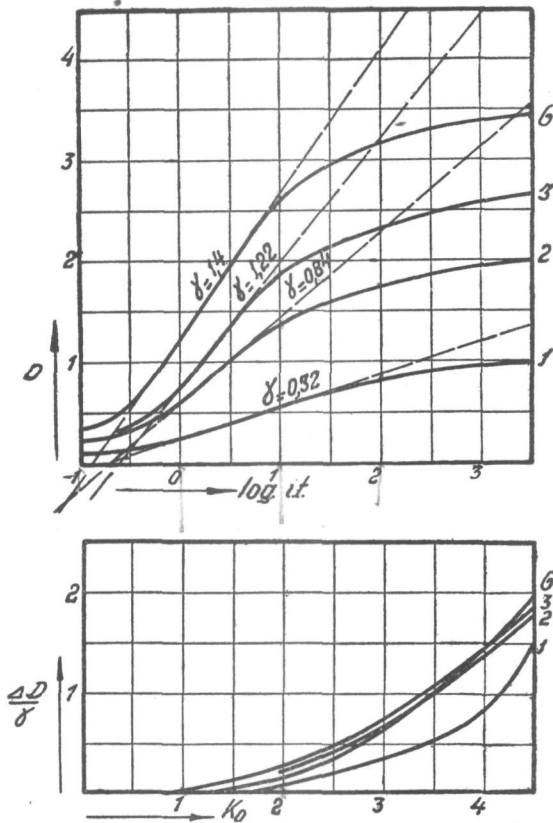


Fig. 29. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{\gamma}$. Agfa-Extra-Rapid-plaat.

is, dan door de belichting van den afdruk zoo te regelen, dat ook het convexe gebied van de krommen wordt benut. Aangezien de afwijkingen grooter worden bij toename van K_0 is de vraag van belang, met welke waarden van K_0 in de practische fotografie rekening gehouden moet worden.

Wij beschikken dienaangaande slechts over weinig gegevens van eigen metingen en ook in de fotografische literatuur zijn hierover niet veel aanwijzingen te vinden.

De oudste gegevens, welke ons bekend zijn, zijn afkomstig van Hurter en Driffield. Zij concludeerden op grond van hunne metingen, dat K_0 gewoonlijk niet grooter is dan 1,5.¹⁾

De wijze, waarop zij deze metingen verrichtten was de volgende:

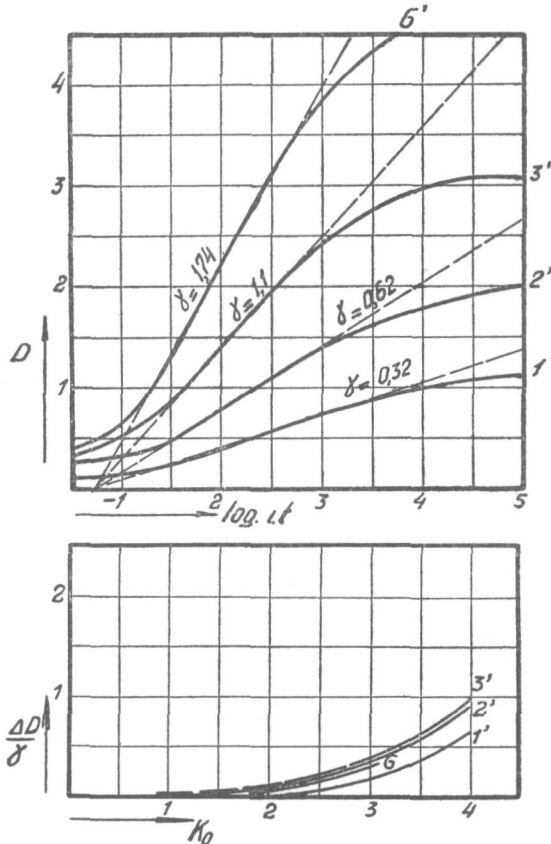


Fig. 30. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{\gamma}$. Agfa-Spezial-plaat.

Zij sneden een onbelichte plaat in twee stukken, gebruikten het eene stuk voor het bepalen van de zwartingskromme, en fotografeerden op het andere stuk een onderwerp, waarin zowel de heldere hemel, als ook een diep zwarte partij (een lap zwart fluweel in de schaduw) voorkwam. Van het negatief, dat gelijktijdig met het stuk, dat voor de bepaling van de zwartingskromme diende werd ontwikkeld, werd

¹⁾ „Latitude and speed of plates” by F. Hurter Ph. D. and V. C. Driffield, Photography 13th July 1893.

de grootste en kleinste dichtheid bepaald. De gevonden waarden werden in de zwartingskromme aangeteekend en op de horizontale as werd dan de waarde van K_0 gemeten. Ook wij hebben voor eenige onderwerpen deze methode om K_0 te bepalen gevolgd.

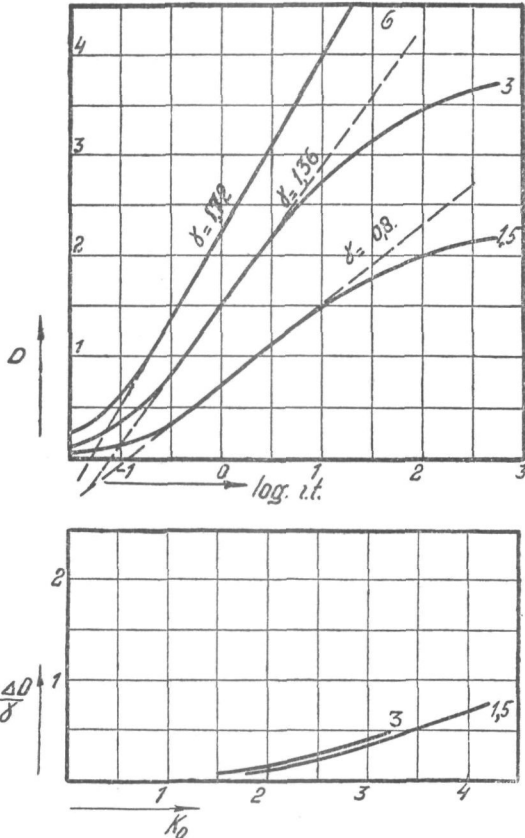


Fig. 31. Verband tusschen het contrast van het onderwerp en de afwijkingen $\frac{\Delta D}{\delta}$. Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm.

Mees (1914) maakte bij zijn metingen gebruik van een vergelijkings-photometer, waarmede de helderheden van de lichtste partijen in het onderwerp buiten de camera werden bepaald. Voor z.g. open landschappen, dat zijn: landschappen, waarin zoowel de heldere hemel als diepe schaduwpartijen voorkomen, doch waarbij de voorgrond geen groote details met diepe slagschaduw bezit, neemt hij een gemiddelde waarde van $K_0 = 0,7$ als maatgevend aan.¹⁾

¹⁾ The Fundamentals of Photography by C. E. K. Mees D. Sc. 1920, zie ook B. J. o. Ph. 61, 23 1914.

Veel uitvoeriger zijn de gegevens door Goldberg gepubliceerd.¹⁾ Goldberg maakt onderscheid tusschen het visueel waargenomen contrast (Subjektiver Objektumfang) en het contrast van het matglasbeeld (Ausnutzbarer Objektumfang) De „Ausnutzbare Objektumfang” is dus, wat door ons het contrast van het onderwerp (K_0) werd genoemd. Aan zijne mededeelingen ontleenen wij de volgende gegevens:

Aard van het onderwerp	Kontrast K_0
Open landschappen, zonder voorgrond.	Gewoonlijk niet hooger dan 1. Wordt de helderheid van de lucht-partij niet in aanmerking genomen, dan varieerende van 0,5 tot 0,7.
Landschappen met voorgrond en in het algemeen opnamen in de vrije natuur.	K_0 varieert meestal tusschen 1 en 2. Als gemiddelde kan $K_0 = 1,7$ worden aangenomen. Veel hogere waarden komen voor bij sneeuwlandschappen.
Interieurs, technische opnamen van machines enz., waarbij zeer sterk gepolijste onderdeelen aanwezig zijn.	Waarden van 3 en 4 komen voor. Bij uitzondering kan K_0 zelfs grooter zijn dan 4.
Reproducties van teekeningen en schilderijen.	Indien storende reflexen worden vermeden, zal K_0 tusschen 0,8 en 1,2 kunnen variëren.
Luchtopnamen.	Bij loodrechte opnamen zal K_0 meestal niet grooter zijn dan 0,6, Voor schuine opnamen, waarbij ook de horizon in het beeld zichtbaar wordt, kan 1,5 als maximum gelden.
Gerechtelijke opnamen	Zéér kleine waarden, zelfs van 0,1 en minder komen voor.

Wij zien hieruit, dat alhoewel in de meeste gevallen het contrast van het onderwerp tusschen 0,5 en 2 gelegen zal zijn, ook zeer kleine waarden zooals 0,1 kunnen voorkomen, terwijl aan den anderen kant K_0 wel tot 4 en hooger stijgen kan. Hieruit volgt, dat bij de zeer kontrastrijke onderwerpen uit de praktijk, zooals technische opnamen, sneeuwlandschappen, opnamen met sterke tegenlichten enz. ook bij een zoo goed mogelijk gedoseerde belichting van het negatief, afwij-

¹⁾ E. Goldberg. Der Aufbau des photographischen Bildes, 1920. Enzyklopädie der Photographie und Kinematographie, Heft 99.

kingen van de orde van grootte, genoemd in de tabel op blz. 44 voor $K_0 = 4$, zullen voorkomen. Wordt de belichting minder gunstig gekozen, dan zullen wij ze ook in de negatieven van onderwerpen met kleinere contrasten kunnen verwachten. Welke invloed wordt nu door de afwijkingen op de kwaliteit van de fotografische afbeelding uitgeoefend? Wij zullen deze vraag in eerste instantie aan de hand van eenige voorbeelden uit de praktijk trachten te beantwoorden. Daartoe werden de volgende experimenten door ons verricht:

Eerste experiment. (Variatie van den belichtingstijd).

Op één plaat werden zeven portret-opnamen naast elkaar gemaakt¹⁾. De belichtingstijd van deze zeven opnamen bedroeg: 1, 2, 4, 8, 16, 32 en 64 seconden. De plaat werd op de normale wijze ontwikkeld. Van elk der zeven opnamen werd een zoo goed mogelijken afdruk vervaardigd. Met behulp van de zwartingskrommen van het negatief- en het positiefmateriaal werden de positieve dichtheidswiggen der zeven afbeeldingen geconstrueerd. (Zie figuur 32).

Nadere gegevens: Voor deze proefserie werd een plaatsoort gekozen met een zoodanige zwartingskromme, dat voor de genoemde belichtingen zoowel het convexe als ook het concave gedeelte in aanmerking genomen zou moeten worden. Uit voorproeven was bekend, dat de Gem-Process-plaat voor dit doel zeer geschikt was.

De bij de opnamen behorende zwartingskromme werd bepaald, door een wigafdruk op een plaat uit dezelfde doos op gelijke wijze te ontwikkelen als de eerste plaat. De kleinste en de grootste zwartingen in elk der zeven opnamen werden gemeten. Deze waarden voor $D_{n \text{ min}}$ en $D_{n \text{ max}}$ werden in de zwartingskromme aangeteekend²⁾.

Uit de figuur blijkt, dat de belichting van de eerste strook iets langer dan één seconde uitgevallen is. Dit volgt uit den afstand der punten 1' en 2', welke evengroot zou moeten zijn als tusschen 2' en 3'; 3' en 4' enz. Voor de overige opnamen komt de onderlinge afstand dezer punten, met de verhouding der belichtingstijden goed overeen. Het contrast van het onderwerp is ca. 1,25. Dit volgt uit den horizontalen afstand der punten 4' en 4, 5' en 5 enz. Zetten wij dit contrast voor alle zeven opnamen onder de X-as uit, zooals in de figuur is geschied, dan zien wij, dat de eerste opname gedeeltelijk buiten de drempelwaarde valt. Het negatief van deze strook kenmerkte zich dan ook door het ontbreken van details in de diepe schaduwen. Echter

¹⁾ Dit geschiedde met een vaststaand masker en een verschuifbare kassette, met behulp waarvan bij iedere opname hetzelfde gedeelte (in dit geval 1/7 gedeelte) van het onderwerp kon worden gefotografeerd.

²⁾ De $D_{n \text{ max}}$ waarden zijn aangegeven met 1, 2, 3 enz. de $D_{n \text{ min}}$ waarden met 1', 2', 3' enz. Duidelijkheidshalve zijn de cijfers langs de X_n en de X_p -as weggelaten. Het log. i. t. verschil tusschen twee opvolgende verdeelstrepen = 0,5.

ook bij de opnamen 2 en 3 is de begrenzingslijn van de negatieve dichtheidswig gebogen. Deze opnamen zouden dus gedeeltelijk te kort belicht moeten worden genoemd. Vrijwel recht verloopt de lijn voor de opnamen 4 en 5; gezegd kan worden, dat deze zich in het gebied van juiste belichting bevinden. Voor de opnamen 6 en 7 daarentegen is de begrenzingslijn gedeeltelijk concaaf gebogen, zoodat deze als te lang belicht kunnen worden beschouwd. Opgemerkt zij nog, dat de dichtheid van de zevende strook zóó groot was, dat zelfs voor een sterke lichtbron slechts met moeite eenige détails waargenomen konden worden. Ten einde de onderlinge verschillen sterker te doen uitkomen, werd het negatief met opzet zeer krachtig ontwikkeld. De waarde van γ_n bedraagt ca. 2,7 wat voor een portretnegatief inderdaad zéér hoog te noemen is.

Voor het vervaardigen der afdrukken werden drie verschillende papiersoorten gebruikt. De eerste opname, welke slechts een contrast $K_n = 1$ bezit, werd op Wellington-Press-Ennamo, „contrasty” afgedrukt, de tweede, waarvoor $K_n = 1,45$ op Well. Press-Ennamo, normal, terwijl voor de overige strooken het zachtwerkende Gevaert-Ortho-Brom papier werd gekozen. De zwartingskrommen dezer papiersoorten werden bepaald, door onder de wig belichte proefstrooken aan dezelfde ontwikkeling te onderwerpen als de betreffende afdrukken. De kleinste en grootste positieve zwartingen van elke der zeven afdrukken werden gemeten en deze werden weer in de bijbehorende zwartingskrommen aangeteekend. De pos.zw.krommen werden naast de neg. kromme uitgezet en de dichtheidswiggen der positieve afbeeldingen werden op de wijze op blz. 36 beschreven geconstrueerd. In figuur 32 zijn de zeven afbeeldingen naast elkaar gereproduceerd in volgorde.

Conclusie. Uit deze proefserie volgt, dat ondanks de afwijkingen van de „juiste afbeelding” — welke afwijkingen door de geteekende dichtheidswiggen worden gekarakteriseerd — toch zeer goede resultaten konden worden bereikt. Tusschen de eerste zes afbeeldingen dezer serie is het verschil zelfs zeer gering. De zevende afbeelding is minder gunstig; ten deele echter is dit toe te schrijven aan het gebrek aan scherpte, veroorzaakt door de beweging van den poseerende gedurende de belichting van 64 seconden.

Tweede experiment. (Variatie van den ontwikkeltijd).

Van een tak witte violieren werden drie opnamen gemaakt. De drie platen werden gelijk belicht, doch verschillend ontwikkeld. Van elk der drie negatieven werden zoogoed mogelijk gelijke afdrukken vervaardigd. Met behulp van de zwartingskrommen werden de de dichtheidswiggen der drie afbeeldingen geconstrueerd. (Zie figuur 33).

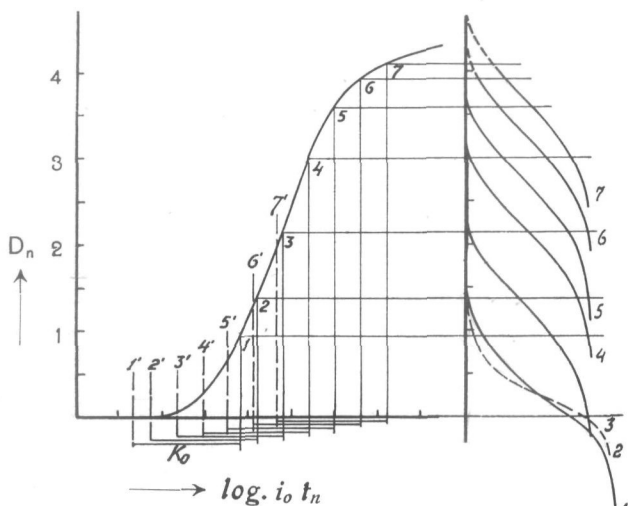
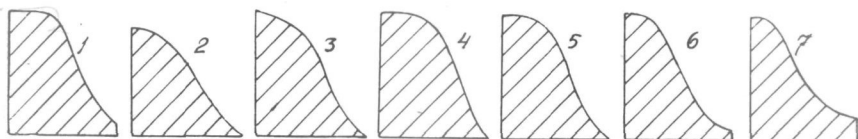


Fig. 32. Variatie van den belichtingstijd. Zeven-strook-opname op Gem-Process-plaat. Opgenomen bij diffuus daglicht, Zeiss-Tessar F/4,5 diafr. F/9 met Ducarfilter. Belichtingstijden opvolgend: 1, 2, 4, 8, 16, 32 en 64 seconden.

Negatief 3 min. ontwikkeld in ontwikkelaar No. 7 uit tabel No. 4 op blz. 121, halve concentratie. Afdrukpapier:

No. 1 Wellington Press-Ennamo, contrasty.

No. 2 Wellington Press-Ennamo, normal.

No. 3 tot 7 Gevaert Ortho-brom, zacht.

De afdrukken werden 1 min. ontwikkeld, No. 1

in den Leonar-gaslichtontwikkelaar: metol 2, hydrochinon 6, natriumsulfiet-(kristal) 70, natriumcarbonaat(kristal) 70, broomkali 10% 4 cc.

No. 2 tot 7 in den Wellington-bromide-ontwikkelaar: metol 6, hydrochinon 2, natriumsulfiet(kristal) 60, kaliumcarbonaat (droog) 12, broomkali 10% 15 druppels. De positieve dichtheidswiggen zijn onder de betreffende afbeeldingen geplaatst. Uit deze dichtheidswiggen is te zien, dat voor geen der zeven strooken wordt voldaan aan de voorwaarden, welke aan de juiste afbeelding moeten worden gesteld. De figuur toont aan, dat ondanks de groote spreiding in den belichtingstijd, de afbeeldingen slechts weinig verschillen.



Fig. 34. Violier-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd). Afdruk van het ged. één minuut ontwikkelde negatief. ($\gamma_n = \sim 0,45$, $K_n = \sim 0,85$) op Mimosa-Sunnotyp papier, extra-hard.

Nadere gegevens: Voor de opnamen werden Ilford Iso-Zenith platen gebruikt. De belichting vond plaats met electrisch booglicht. De

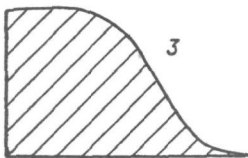
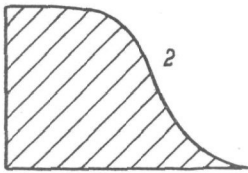
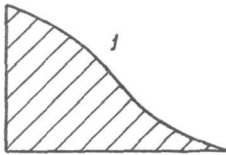
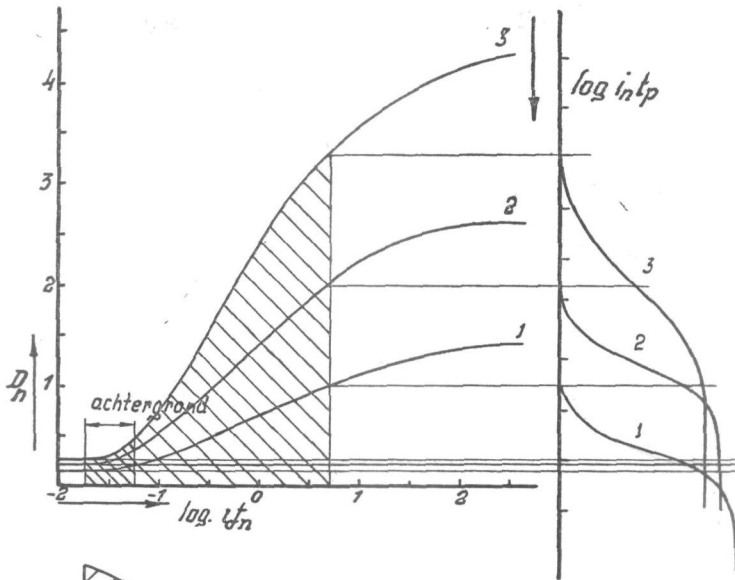


Fig. 33. Violier-serie (Variatie van den ontwikkeltijd) Plaatsort: Ilford-Iso-Zenith. Opnamen bij electrisch booglicht. (Zeiss-Tessar F/4,5 diafr. F/9 met Ducar-filter). Bel. tijd: 25 seconden. De negatieven werden 1;2 en 6 minuten ontwikkeld in ontwikkelaar No. 7 op bladz. 106, halve concentratie. Afdrukpapier:

No. 1. Mimosa-Sunnotyp, extra-hard.

No. 2. Wellington-Press-Ennamo, contrasty.

No. 3. Gevaert Ortho-Brom, zacht. De dichtheidswiggen der drie pos. afbeeldingen vertoonen belangrijke verschillen; desondanks zijn de drie afdrukken fig. 34, 35 en 36 practisch gelijk.

belichtingstijd bedroeg 25 seconden (Zeiss Tessar, F/4,5 gediafragmeerd op F/9, met Ducar geelfilter). De platen werden resp. 1; 2 en 6 minuten ontwikkeld (ontwikkelrecept No. 7, blz. 121, halve concentratie). De bijbehorende zwartingskrommen werden op de gebruikelijke wijze bepaald. De gemeten waarden voor $D_n \min$ en $D_n \max$

werden in de betreffende kromme aangeteekend. Het contrast van het onderwerp bleek ca. 1,1 te zijn. De drie waarden voor γ_n bedroegen: ca. 0,45; 0,9 en 1,7. Figuur 33 geeft de drie zwartingskrommen weer; de dichtheidswiggen der neg. afbeeldingen zijn daarin aangeteekend.

Voor het vervaardigen der afdrukken werden drie verschillende papiersoorten gebruikt. Het zachtste negatief werd afgedrukt op Mimosa-Sunnotyp, hardwerkend; het tweede op Wellington-Press-Ennamo, contrasty; het hardste op het zachtwerkende Gevaert-Ortho-Brom. In de figuren 34, 35 en 36 zijn de bereikte resultaten gereproduceerd. De origineele afdrukken verschilden zoo weinig van elkaar dat zij, ter voorkoming van verwisseling, moesten worden genummerd.

Conclusie: Wij kunnen uit deze proefserie de gevolgtrekking maken dat de positieve afbeeldingen gelijkwaardig kunnen zijn, ook al zijn de negatiefcontrasten sterk uiteenlopend en vertoonen de pos. dichtheidswiggen groote verschillen. De aard van het onderwerp speelt hierbij echter een belangrijke rol.

Derde experiment. (Variatie van den ontwikkeltijd, kinderportret).

Drie verschillende kinderportret-opnamen werden gemaakt. De negatieven werden ongeveer evenlang belicht, doch verschillend ontwikkeld. Van elk dezer negatieven werd een zoo goed mogelijke afdruk vervaardigd, zonder dat daarbij gelijkheid van contrast werd nagestreefd. Met behulp der zwartingskrommen werd het verband tusschen het onderwerp en de afbeelding voor verschillende partijen vastgelegd. De positieve dichtheidswiggen werden geconstrueerd.

Nadere gegevens: Ook voor deze serie werden Ilford Iso-Zenith-platen gebruikt. De opnamen geschieden bij electricisch booglicht (bij No. 2 gecombineerd met daglicht). De belichtingstijd bedroeg ca. $\frac{1}{10}$ seconde voor No. 1 en No. 3 en ca. $\frac{1}{15}$ sec. voor No. 2 (Zeiss Tessar F/4,5 zonder geelfilter). De platen werden resp. $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$ en 6 minuten ontwikkeld in het bij de tweede serie aangeduide recept. De bijbehorende zwartingskrommen werden op de gebruikelijke wijze bepaald. In een aantal partijen werd de dichtheid der negatieven opgemeten. Deze dichtheden werden in de betreffende zw.kromme aangeteekend. (Zie fig. 38, 40 en 42). Figuur 37 geeft de drie zw.krommen in één diagram weer. Opmerking verdient, dat de drie dichtheidswiggen der neg. afbeeldingen elkaar niet dekken, zooals dit bij de violierserie het geval was. Dit moet ten deele aan het verschil in belichting (voor No. 2) doch grootendeels aan de beweeglijkheid van den kleinen poseur toegeschreven worden, waardoor het onderwerp steeds wisselende schakeeringen van spitslichten en schaduwen vertoonde.

Het contrast van het onderwerp wisselde voor de drie opnamen



Fig. 35. Violier-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd). Afdruk van het ged. twee-minuten-ontwikkelde negatief. ($\gamma_n = \sim 0,9$, $K_n = \sim 1,8$) op Wellington Press-Ennamo, contrasty.



Fig. 36. Violier-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd. Afdruk van het ged. zes-minuten-ontwikkelde negatief. ($\gamma_n = \infty 1,7$, $K_n = \infty 3$) op Gevaert-Ortho-Brom, zacht.

van ca. 1 tot ca. 1,45; de ontwikkelfactor der drie negatieven bedroeg resp. 0,6 en 1,6.

De afdrukken dezer drie negatieven zijn in fig. 39, 41 en 43 gereproduceerd. De gegevens dezer afdrukken alsook de resultaten der zwartingsmetingen zijn in de bijschriften der fig. 38, 40 en 42 vermeld. Deze serie toont aan, dat zelfs bij kinderportretten een groote vrijheid in de ontwikkeling van het negatief toelaatbaar kan worden geacht.

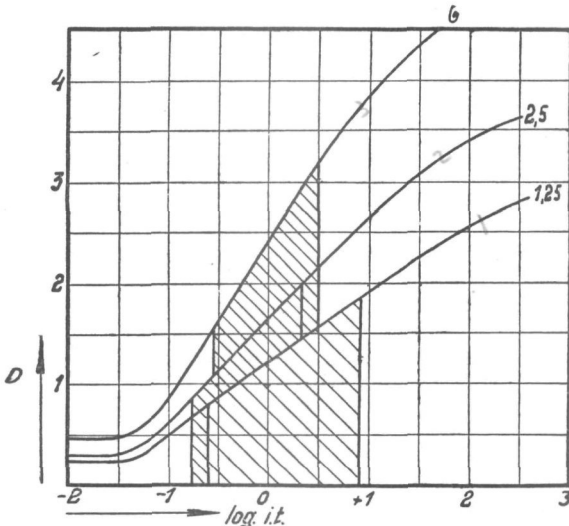


Fig. 37. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd). Plaatsort Ilford-Iso-Zenith. Opgenomen: No. 1 bij electrisch booglicht. No. 2 bij gecombineerd el. bg. licht en daglicht. No. 3 als No. 1 bij el. bg. licht. Door de beweging van het kind veranderen zoowel K_0 als de helderheden van het onderwerp. Belichting ca. $1/10$ sec. voor No. 1 en No. 3, ca. $1/15$ sec. voor No. 2. Zeiss-Tessar $F/4,5$ zonder geelfilter, ontwikkeling $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$ en 6 minuten, in de ontwikkelaar No. 7 bladz. 121, halve concentratie.

Uit de drie beschreven experimenten kunnen wij de conclusie trekken dat het voor het verkrijgen van goede fotografische afbeeldingen niet noodig is, een zoo goed mogelijke benadering van de juiste afbeelding na te streven en dat het resultaat zeer bevredigend kan zijn, ook al is de begrenzingslijn van de positieve dichtheidswig gebogen, of het contrast van het positief niet aan dat van het onderwerp gelijk.

Om deze reden kan aan de opvatting van Hurter en Driffield, dat de kwaliteit van eene emulsie beter is te achten, naarmate een beter gedefinieerd en meer uitgestrekt gebied van „correct representation”

voorhanden is, geen groote praktische beteekenis worden toegekend. Ook met de opvatting van Mees kunnen wij ons in dit opzicht niet

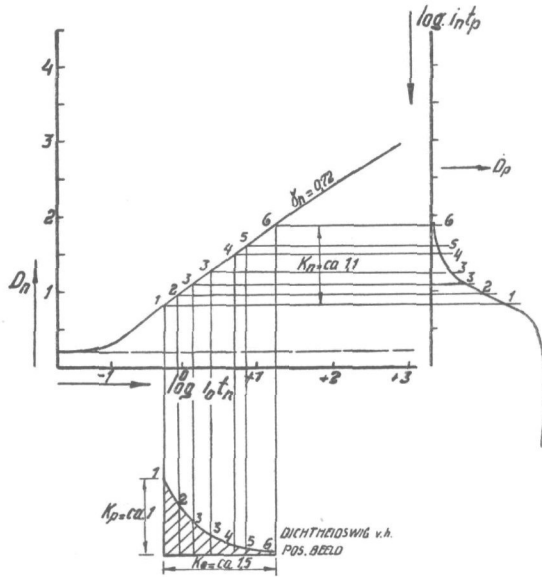


Fig. 38. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd). Verband tusschen onderwerp, neg. en pos. voor opname No. 1. Afdruk vervaardigd op Mimosa Carbon-Braun Cb5, ontwikkeld in zwarte tint. (recept No. 2 op blz. 28 van het Mimosa-handboek). Ontwikkeltijd 30 sec.

Opgemeten zwartingen:

Partij No.	Omschrijving	Neg. zwarting	Pos. zwarting
1	Schaduw in halsje	0,6	1,—
2	Schaduw op rechter wangetje	0,75	0,7
3	Halftinten op wangen voorhoofd en kin	0,9—1,1	0,3—0,5
4	Lichtjes op tandjes	1,3	0,12
5	Wit van het oog	1,4	0,1
6	Lichtjes in het oog	1,7	ca. 0

geheel vereenigen. In zijn voordracht over „The photographic reproduction of tone” welke ter gelegenheid van de „Hurter and Driffield memorial meeting” van de Royal Photographic Society in 1924 werd uitgesproken, zegt hij:

The assumption which Hurter and Driffield made — that it



Fig. 39. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd).
Afdruk van het eerste negatief.



Fig. 41. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd).
Afdruk van het tweede negatief.

is generally desirable to reproduce with accuracy the tone values occurring in the original subject — has often been questioned. It has been suggested, that modification of the relative tone values of the subject in the photographic process should be the

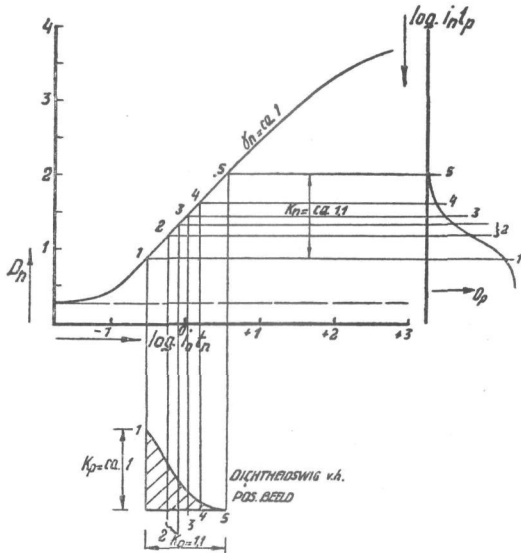


Fig. 40. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd).

Verband tusschen onderwerp, neg. en pos. van opname 2. Afdruk vervaardigd op Mimosa Carbon Braun Cb 1, ontwikkeld in zwarte tint, (rec. No. 2 blz. 28 van het Mimosa-handboek) halve concentratie. Ontw. tijd: 60 sec.

Opgemeten zwartingen.

Partij No.	Omschrijving	Neg. zwarting	Pos. zwarting
1	Schaduw in oogholte	0,65	1,—
2	Half tinten op wangen	0,9—1,05	0,4—0,6
3	Rechter kraagpunt	1,15	0,25
4	Licht op tandjes	1,35	0,1
5	Licht op knopen	1,75	ca.. 0

aim of the photographic artist. I have no desire to enter in this controversy. It appears to me obvious however that if the photographer is to modify the tone values of the subject in a pre-determined manner and to obtain a pre-determined result, he must understand the laws of tone reproduction of the normal photographic process before he can modify that process to

attain his end. Whether any one who fully does understand the conditions for obtaining correct tone reproduction will

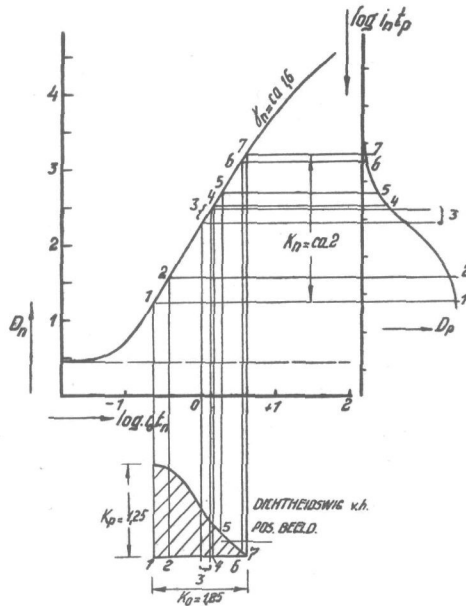


Fig. 42. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd).

Verband tusschen onderwerp, neg. en pos. voor opname No. 3. Afdruk vervaardigd op Mimosa Velotyp Carbon V 8, ontwikkeld in zwarte tint (rec. No. 2, blz. 28 van het Mimosa handboek, halve concentratie) Ontwikkeltijd: 30 sec.

Opgemeten zwartingen.

Partij No.	Omschrijving	Neg. zwarting	Pos. zwarting
1	Schaduw achter de arm	0,8	1,25
2	Schaduw in oorschelp	1,15	1,15
3	Halftinten in wangetje	1,85—2	0,35—0,6
4	Voorzijde van truitje	2,1	0,3
5	Licht in oorschelp	2,3	0,2
6	Achtergrond lichtste plaats	2,7	0,1
7	Oogappel	2,8	0

still wish to obtain a more or less distorted reproduction is not at present clear.¹⁾

¹⁾ B. J. o. Ph. 1924, No. 3351 en '52.



Fig. 43. Kinderportret-serie. (Variatie van den ontwikkeltijd).
Afdruk van het derde negatief.

Fig. 44. Meetapparaat van den schrijver voor het opmeten der dichtheden in negatieven en papierpositiesven.

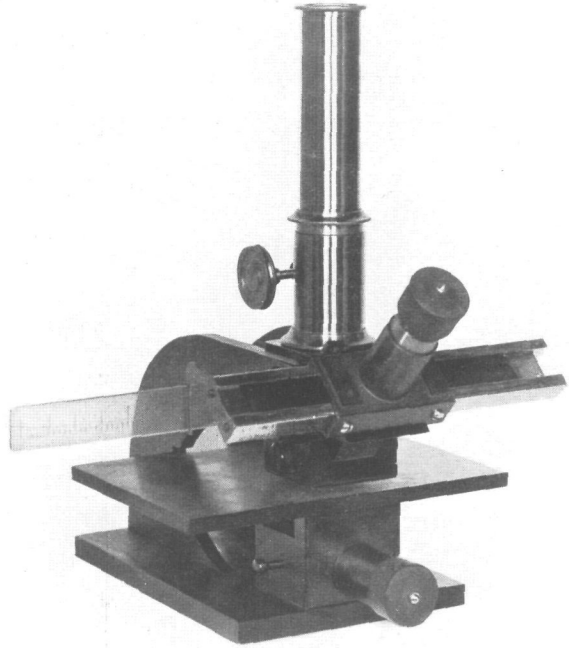


Fig. 45. Schema van de dichtheidsmeting in transparante afbeeldingen voor het in figuur 44 afgebeelde apparaat.

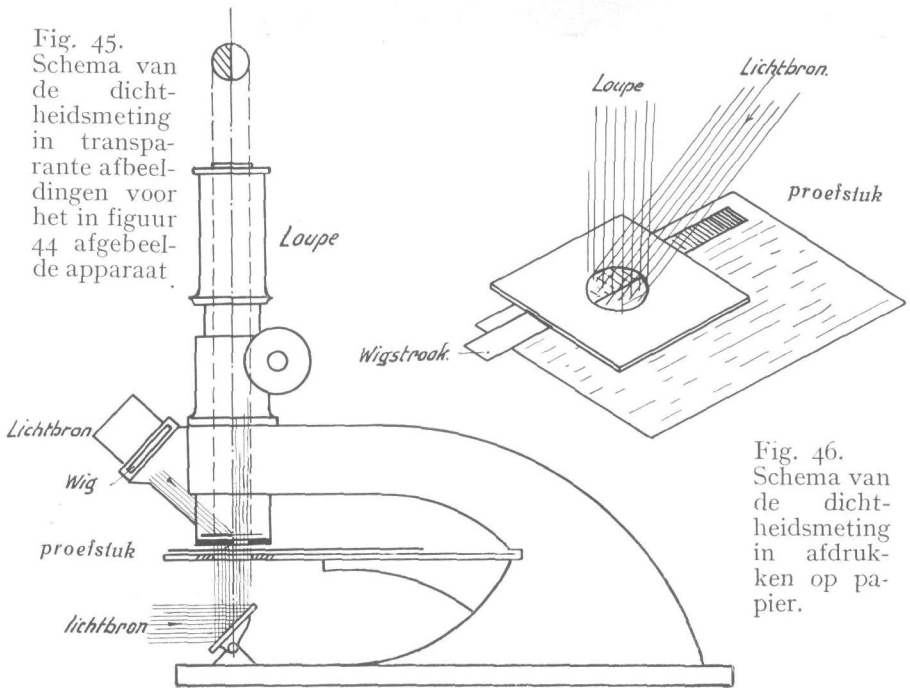


Fig. 46. Schema van de dichtheidsmeting in afdrukken op papier.

Naar onze meening speelt de juistheid der toonweergave in de practische fotografie een veel minder belangrijke rol, dan uit deze woorden volgen zou. In de meeste gevallen toch, wordt het fotografische beeld als een zelfstandig product beoordeeld, d.w.z. zonder dat de getrouwheid, waarmede het onderwerp wordt weergegeven in aanmerking genomen wordt, of genomen worden kan. Dit geldt niet alleen voor de gewone amateurfotografie, waarbij geen ander doel wordt nagestreefd dan het vormen van aangename herinneringsbeelden, maar ook voor het meer ernstige werk van den technisch geschoolden fotograaf, zij deze amateur of vakman. De kunstzinnig begaafde, die aan zijn afbeelding een persoonlijk cachet tracht te verleenen, zal reeds bij de opname zeer critisch te werk gaan en de voornaamste moeilijkheid die hij daarbij te overwinnen heeft is waarschijnlijk wel: zijn onderwerp zò te kiezen (fotografie van landschappen of stadsgezichten) of zò te arrangeeren (portretfotografie, stillevens, illustratiewerk) dat er fotografisch iets goeds van te maken valt. Bij de meerkleurige onderwerpen — en het meerendeel der onderwerpen in de natuur is meerkleurig — zal hij zich, hetzij bewust, of onbewust, er rekenschap van moeten geven, of een monochrome afbeelding aan zijn doel zal kunnen beantwoorden. Door de monochrome weergave gaat echter de natuurgetrouwheid reeds verloren, ook bij gebruik van orthochromatisch gecorrigeerd materiaal. Deze eigenschap heeft de fotografie met de ets, de gravure en de zwart-wit of monochrome teekening gemeen. Maar zelfs bij de zuiver- of bij-benadering-monochrome onderwerpen (zooals deze bij stadsgezichten of portretten kunnen voorkomen), is een juiste toonweergave noch voldoende, noch noodzakelijk voor het bereiken van een goed resultaat.

De indruk, die de afbeelding op ons maakt, en de emotie, daardoor gewekt, zal van een aantal factoren afhangen, die gedeeltelijk weer voor iedere afbeelding verschillend zijn.

De compositie, de lijnwerking, de lichtverdeeling, de stemming bij landschappen en stadsgezichten — het karakter, de gelijkenis, de houding bij portretten — de handeling, de détailweergave, de stofuitdrukking, het zijn er zeer vele. Onder deze moet ook de toonweergave worden genoemd. Doch al zal in het algemeen een onnatuurlijk effect worden vermeden, in vele, zoo niet alle gevallen, zal het menschelijk oog niet in staat zijn, hierbij het juiste van het minder juiste te onderscheiden.

Dat er echter ook gevallen zijn, waarin de wijze, waarop de toonwaarden worden geproduceerd, een zeer voorname factor vormt, willen wij niet ontkennen. In het bijzonder bij het vervaardigen van duplicaatnegatieven en bij het reproduceeren van monochrome afbeeldingen en fotografien zal een correcte toonweergave worden verlangd. Men zal deze slechts dan kunnen bereiken, indien de zwartingskrommen van het negatief- en het positiefmateriaal eene ver-

vulling van de voorwaarden, die voor de theoretisch juiste afbeelding zijn afgeleid, mogelijk maken. In de speciale gevallen, waarin de juistheid door vergelijking van afbeelding en onderwerp kan worden gecontroleerd, is ongetwijfeld het al of niet aanwezig zijn van een goed gedefinieerd gebied van juiste belichting en de uitgestrektheid van dit gebied, een criterium voor de kwaliteit en de bruikbaarheid eener emulsie.

Wat de détailweergave betreft, die ten deele met de reproductie der toonwaarden samenhangt, hierover kunnen wij in verband met den vorm der zwartingskrommen het volgende opmerken:

Voor het bepalen der zwartingskrommen hebben wij gebruik gemaakt van de z.g. Graukeil, die we kunnen beschouwen als een onderwerp, waarvan de helderheid regelmatig en zonder onderbreking verloopt, een onderwerp dus, zonder détails.

Bij de onderwerpen in de natuur treffen wij partijen aan van verschillende helderheid, die nu eens vloeiend in elkaar overgaan, dan weer door scherpe intervallen van elkaar zijn gescheiden.

Zou het ons mogelijk zijn, de helderheden van het onderwerp geheel juist weer te geven, dan zouden ook alle détails, welke in het onderwerp waargenomen worden, in de fotografie zichtbaar zijn, althans indien de détailweergave niet door den invloed van andere factoren, zooals de fotografische onscherpte, of -verkleining, wordt benadeeld.

Nu is het juist een karakteristieke eigenschap der gevoelige materialen, dat er in het algemeen geen rechtlijnig verband tusschen de helderheden van het onderwerp en de afbeelding te bereiken is. De begrenzingslijn van de positieve dichtheidswig is gebogen en de helling van deze lijn kan zoowel grooter, als kleiner dan 45 graden zijn. Is de helling 45 graden, dan worden de helderheidsintervallen van het onderwerp door gelijke intervallen in de afbeelding weergegeven; de afbeelding stemt dan, wat de détailweergave betreft met het onderwerp overeen. In de helling grooter dan 45 graden, dan worden de intervallen vergroot weergegeven; de afbeelding is dan, wat men noemt kontrastrijker of harder dan het origineel. Is de helling kleiner, dan zijn ook de intervallen kleiner en de afbeelding wordt minder kontrastrijk of zachter dan het origineel genoemd.

Daalt de helderheidsinterval beneden een zekere minimumwaarde — ook hier spreekt men van drempelwaarde — dan is het ons niet meer mogelijk het verschil in helderheid waar te nemen en het détail gaat verloren. Deze drempelwaarde is niet konstant. Zij is afhankelijk van de kleur, van de scherpte, van de grootte der oppervlakken, waardoor de intervallen worden gevormd en van de absolute waarde der helderheden. Onder overigens gelijke omstandigheden, is zij konstant voor helderheden van middelmatige grootte, doch zoowel voor zeer kleine als voor zeer groote helderheden ligt zij hoger.

Doordat de begrenzingslijn der positieve dichtheidswig gebogen is

en daarbij de helling tusschen waarden grooter en kleiner dan 45 graden varieeren kan, zullen de détails, welke in het onderwerp voorkomen, gedeeltelijk flauwer gedeeltelijk evengoed of zelfs beter zichtbaar kunnen zijn in de fotografische afbeelding. Détails in het onderwerp nog juist boven de waarnemingsdrempel gelegen, kunnen verloren gaan, andere, er zich onder bevindende, kunnen zichtbaar worden¹⁾.

Uit het algemeene karakter der zwartingskrommen volgt, dat vooral in de schaduwpartijen en in de hooge lichten gevaar voor détailverlies kan optreden en dat de détailweergave van den vorm der zwartingskromme, van het totaal contrast van het onderwerp, van den belichtingstijd en de gevolgde ontwikkeling afhankelijk is.

Hoe beter gedefinieerd en hoe uitgestrekter het gebied van juiste belichting, hoe minder kans op détailverlies er ook zal zijn.

Bij het vervaardigen van het negatief kan door een zorgvuldige doseering van de belichting en de ontwikkeling in het algemeen wel een goede détailweergave worden verkregen. Bij de belichting van het positief zullen wij er voor moeten waken, dat niet door het streven naar heldere afbeeldingen détailverlies in de hooge lichten teweeg wordt gebracht. Worden emulsies op doorschijnende onderlagen voor den afdruk gebruikt, dan zal, mits de belichting niet te kort zij, de détailweergave van het positief evengoed kunnen zijn als die van het negatief. Iets anders is het, indien het negatief op gevoelig papier afgedrukt wordt. De zwartingskrommen van de gebruikelijke chloor- en broomzilverpapieren onderscheiden zich, zooals wij uit de op blz. 49 e.v. gegeven voorbeelden kunnen opmerken, van de krommen der emulsies op doorschijnende onderlagen doordat: ten eerste de grenzen, tusschen welke beeldvorming mogelijk is, dichter bij elkaar liggen (de horizontale projectie korter is) ten tweede, de maximum bereikbare zwarting veel kleiner is. Uit de eerste eigenschap volgt, dat het maximum toelaatbare negatiefcontrast K_n veel kleiner zal zijn indien een afdruk op papier wordt verlangd, dan wanneer een plaat of film voor de vervaardiging van het positief wordt gebruikt. De tweede eigenschap is oorzaak, dat in vele gevallen het contrast van het positief kleiner zal moeten zijn, dan dat van het negatief of van het onderwerp. Beide eigenschappen hebben tengevolge, dat de fotografische afbeelding op papier minder goed de détails van het onderwerp zal kunnen weergeven dan de diapositieve afbeelding.

Welk détailverlies in de praktijk nog toelaatbaar te achten is? Het spreekt wel vanzelf, dat het niet goed mogelijk is, hiervoor een algemeen geldende maatstaf aan te geven. Goldberg²⁾ meent, dat voor de schaduwpartijen meer détailverlies kan worden toegelaten, dan

¹⁾ Van deze laatste eigenschap wordt o.a. gebruik gemaakt in de gerechtelijke fotografie.

²⁾ E. Goldberg. Der Aufbau des photographischen Bildes, 1920.

voor de hooge lichten. Op grond van zeer uitvoerige proeven kwam hij tot de conclusie dat het minimum-détail, of het minimum-helderheidsinterval, hetwelk nog juist zichtbaar moet zijn in de afbeelding, te stellen is op:

- 0,02 tot 0,04 voor de hooge lichten,
- 0,04 voor de halftinten
- 0,1 tot 0,2 voor de diepste schaduwen

Met behulp van deze gegevens zou het mogelijk zijn, vast te stellen, hoe groot de helling van de zwartingskromme minstens zijn moet om te voorkomen, dat deze intervallen onder de waarnemingsdrempel zinken. Zoo zouden wij voor iedere zwartingskromme kunnen bepalen, welk gedeelte daarvan in het algemeen bruikbaar te achten is. Mees ¹⁾ is het echter niet met de opvatting van Goldberg eens. Volgens hem is er in dit opzicht tusschen de schaduwpartijen en de hooge lichten weinig verschil te maken. Zooals echter ook door Goldberg is aangetoond, kan men voor het trekken van practische conclusies niet met de beoordeeling van de zwartingskromme volstaan, doch moet daarbij ook de invloed van andere factoren, zooals de scherpte van de afbeelding, de aard van het oppervlak der afdrudpapieren enz. in aanmerking worden genomen.

§ 4. De gebruikte meetapparaten: a) de Goldberg-densograaf; b) de densometer voor het bepalen der dichtheden in negatieven en positieven.

a) DE GOLDBERG-DENSOGRAAF.

Dit toestel, dat uit een eenvoudige vergelijkingsphotometer met een daaraan verbonden registreer-inrichting bestaat, is in fig. 47 schematisch voorgesteld.

De vergelijkingsphotometer wordt gevormd door de volgende onderdeelen:

— een kleine donkere ruimte, waarin zich een spiegelkje bevindt, dat onder een hoek van 45 graden is opgesteld — met een daarboven bevestigde loupe.

— een beweegbare slede, waarin zich de vergelijkswig bevindt.

— een tweede beweegbare slede, waarin het proefstuk — een strook van de te onderzoeken emulsie, waarop een wigafdruk werd gemaakt — kan worden bevestigd.

— twee lichtpunten, ter verlichting van de vergelijkswig en van het te meten proefstuk.

¹⁾ C. E. K. Mees, The photographic reproduction of tone. B. J. o. Ph. 1924, No. 3351 en '52.

De vergelijkswig — welke gewoonlijk een meetlengte heeft van 9 centimeter, bestaat uit een glasstrook, waarop zich de wigvormige laag van een niet geheel doorschijnende stof bevindt. Deze is door een tweede glasstrook of door celluloid afgedekt. Voor de niet geheel doorschijnende stof wordt een suspensie van fijne zilver- of roetdeeltjes, of een anilinekleurstof in gelatine toegepast. De dichtheid van de wigvormige laag verloopt lineair van ca. 0 tot een waarde, welke betrekkelijk willekeurig kan worden gekozen. Normaal bedraagt de

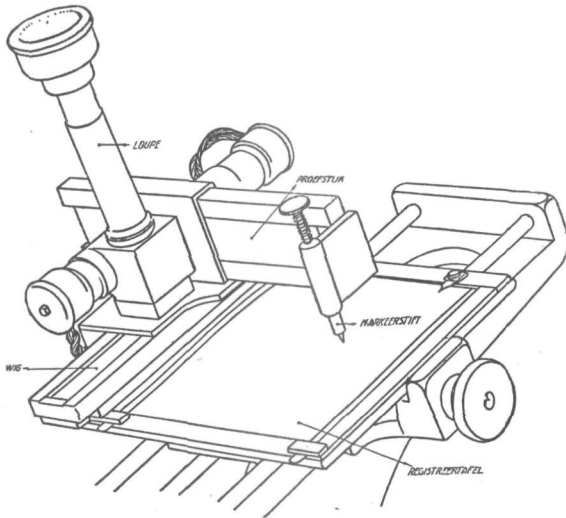


Fig. 47. Densograaf volgens Goldberg.

maximumdichtheid ca. 4,5. Bij gelijkmatige diffuse belichting is het helderheidsverschil voor twee punten, die twee centimeter uit elkaar gelegen zijn, dan ongeveer gelijk aan 1. Voor nauwkeurig meetwerk behoort de wig, zooals van zelf spreekt, te worden geijkt.

De registreerinrichting bestaat uit een tafel, waarop een diagrampapier kan worden vastgezet en een markeerstift. De tafel is verbonden aan de eene slede van de photometer en wordt met deze bewogen in de richting van de Y-as; de markeerstift is aan de andere slede bevestigd en beweegt zich met deze in de richting van de X-as over de registreertafel. Uit het schema fig. 48 is verder te zien, hoe de vergelijkende meting tot stand komt.

De spiegel onder 45 graden, die in het snijpunt van de beide lichtbundels is opgesteld, kaatst van de door het proefstuk heenvallende lichtbundel de helft in de vergelijksloupe terug, doch onderschept tevens de helft van de stralenbundel, welke door de vergelijkswig uittreedt. Door de loupe ziet men alzoo een vergelijksveld, waarvan

de eene helft betrekking heeft op een gedeelte van de vergelijkswig, de andere helft op een gedeelte van het proefstuk. Door verschuiving van de twee sleden ten opzichte van elkaar, tracht men de tint der beide helften van het vergelijksveld gelijk te maken. Is deze gelijkheid bereikt, dan drukt men de stift omlaag, waardoor een merkteeken op het milimeterpapier van de registreertafel wordt gemaakt. Door deze bewerking voor een aantal punten te herhalen, kan men het ver-

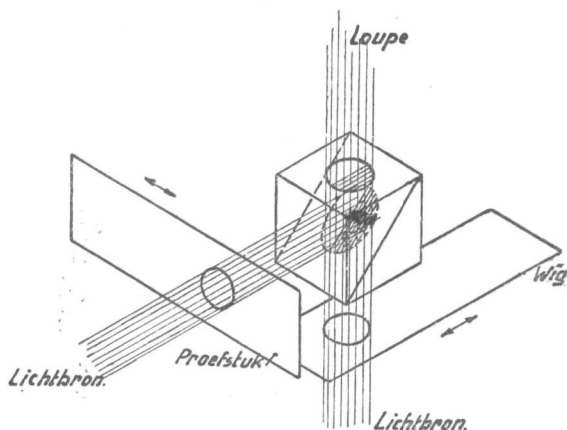


Fig. 48. Goldberg-densograaf. Schema van de meting.

band vaststellen tusschen de dichtheden van het proefstuk en van de vergelijkswig.

Om op overzichtelijke wijze de karakteristieke kromme van eene emulsie op te tekenen, gaat men bijv. als volgt te werk. Men schuift de vergelijkswig in de slede, die met de tafel is verbonden en den negatieven afdruk hiervan in de slede, waaraan de markeerstift is bevestigd. De wig wordt met de helderste zijde naar de X-as gericht, het proefstuk met de donkerste zijde naar de Y-as. Men begint bij den uitersten stand links van de proefstrook, verschuift door draaiing aan den knop de meetwig tot gelijkheid van tint is verkregen en drukt de markeerstift omlaag. Daarna schuift men de slede met het proefstuk 5 milimeter zijwaarts en stelt opnieuw op gelijke zwarting in. Zoo gaat men regelmatig voort, tot het geheele proefstuk is doorgemeten. Degeregistreerde punten worden door een lijn vereenigd. Meestal zal op deze wijze de kromme voldoende zijn vastgelegd. Waar grootere nauwkeurigheid wordt verlangd, kunnen dan nog tusschengelegen punten worden opgeteekend.

Dat de aldus verkregen kromme inderdaad de zwartingskromme van de emulsie voorstelt, zooals deze door Hurter en Driffeld is aangegeven, kan aan de hand van de volgende figuren worden aangetoond.

In fig. 49 is het ontwikkelde proefstuk, dat voor de bepaling van de

zwartingskromme dienen moet, onder de wig geteekend in den stand waarin het zich tijdens de belichting bevond. De wig en het proefstuk zijn beide voorgesteld door hunne dichtheidsfiguur. Voor de wig is de verhouding van de maximum dichtheid tot de meetlengte op 0,5 aangenomen, het dichtheidsverloop van het proefstuk is willekeurig gekozen. Noemen wij:

H_o de helderheid van de bij de belichting op de wig vallende stralenbundel,

h_o de helderheid van het door de wig heenvallende licht,

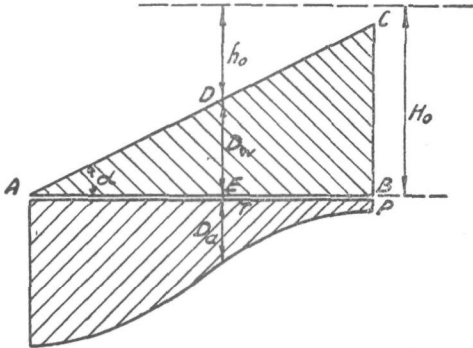


Fig. 49. Goldberg-densograaf. Schema. Onder de dichtheidwig van de meetwig is de dichtheidwig van het ontwikkelde proefstuk geteekend.

D_w de dichtheid van de wig en D_a de dichtheid van de afbeelding, dus van het proefstuk, dan is, voor een willekeurig punt E van de wig:

$$D_w = ED = AE \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

en

$$h_o = H_o - D_w = H_o - AE \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

Plaatsen wij de wig en het proefstuk in den densograaf op de wijze in figuur 50 schematisch aangegeven, dan bevinden zich bij het begin van de meting het punt A van de wig en punt P van de proefstrook onder de densometerloupe, die wij door een cirkeltje hebben aangeduid. Wij nemen aan, dat de punt van de markeerstift in dezen stand samenvalt met den oorsprong van het assenstelsel op de daarnaast geteekende registreertafel.

Verder noemen wij:

H_w de helderheid van de stralenbundel, waardoor de wig in de densograaf wordt belicht,

H_a de helderheid van de stralenbundel, waardoor het proefstuk wordt belicht,

h_w de helderheid van het licht, dat door de wig heenvalt,

h_a de helderheid van het licht, dat door het proefstuk heenvalt.

Wenschen wij de dichtheid te meten bijv. in punt T van het proef-

stuk, dan schuiven wij de horizontale slede naar rechts tot punt T in de photometerloupe zichtbaar wordt en draaien daarna de wig omlaag, totdat de beide helften van het vergelijksveld dezelfde zwarting vertoonen. Stel, dat dan punt K van de wig in de loupe wordt gezien en

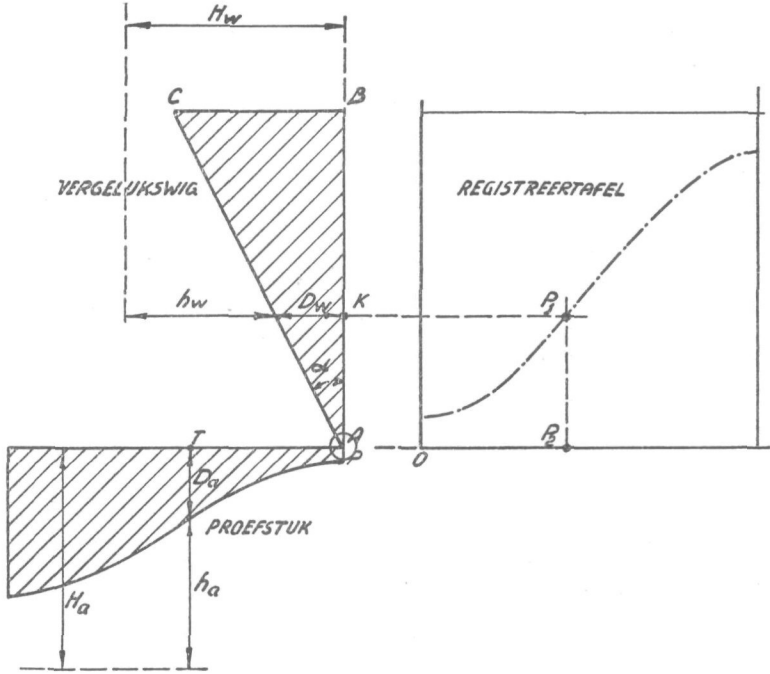


Fig. 50. Goldberg-densograaf.
Wijze, waarop de H. D. kromme wordt geregistreerd.

dat de markeerstift zich op dat oogenblik boven punt P_1 van de registreertafel bevindt, dan is: $P_2P_1 = AK$ en $OP_2 = AT$

Nu is dus $h_a = h_w$

$$h_a = H_a - D_a \quad \text{en} \quad h_w = H_w - D_w$$

$$D_w = AK. \operatorname{tg} \alpha \text{ zoodat: } H_a - D_a = H_w - AK. \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

Voor punt T van de afbeelding was tijdens het maken van den afdruk:

$$h_o = H_o - D_w$$

$$\text{en} \quad D_w = AE. \operatorname{tg} \alpha = (AB - EB). \operatorname{tg} \alpha$$

$$EB = TA = OP_2 \text{ (zie fig. 50)}$$

$$\text{dus} \quad h_o = H_o - (AB - OP_2). \operatorname{tg} \alpha \quad (2)$$

Nemen wij aan, dat de helderheid der twee lichtbundels, welke de wig en het proefstuk bij de meting bestralen gelijk is en zij $\operatorname{tg} \alpha = 0,5$ en de meetlengte $AB = 9$ cm dan is dus

$$(1) \quad D_a = 0,5 AK = 0,5 P_2P_1 \quad \text{en}$$

$$(2) \quad h_o = 0,5 OP_2 + (H_o - 4,5)$$

Vervangen wij in de uitdrukkingen (1) en (2) OP_2 en P_2P_1 resp. door

de loopende coördinaten x en y van de zwartingskromme en schrijven wij voor h_0 en H_0 de lichthoeveelheden $\log. i_0 t$ en $\log. I_0 t$ dan gaan (1) en (2) over in:

$$(1) \quad D_a = 0,5 y$$

$$(2) \quad \log. i_0 t = 0,5 x + (\log. I_0 t - 4,5) \quad \text{waarbij } x \text{ en } y$$

in centimeters worden uitgedrukt. De figuur, welke ontstaat, indien de bij de vergelijking geregistreerde punten door een lijn worden verbonden, geeft dus het verband aan, tusschen de dichtheden van het ontwikkelde proefstuk en de lichthoeveelheden, welke het proefstuk bij de belichting hebben getroffen.

Wij merken nog op, dat de oorsprong van het assenstelsel der geregistreerde zwartingskromme niet met het nulpunt van de $\log. i_0 t$ -schaal samenvalt.

Men kan van den Goldberg densograaf ook gebruik maken, om de zwartingskrommen van gevoelige papieren op te meten. Daartoe bevindt zich aan het apparaat nog een derde lichtpunt, waardoor de proefstrook van het te onderzoeken papier onder een hoek van 45 graden wordt belicht. De meting verloopt verder geheel op dezelfde wijze als voor de doorschijnende proefstukken. De zwartingskrommen, welke bij de voorbeelden op blz. 49 e.v. werden afgebeeld, zijn op deze wijze bepaald.

b) DE DENSOMETER VOOR HET BEPALEN DER DICHTHEDEN VAN NEGATIEVEN EN TRANSPARANTE POSITIEVEN.

De Goldberg-densograaf, welke onder a) werd beschreven, is niet ingericht voor het meten der dichtheden van negatieven en positieven zooals deze in de praktijk worden vervaardigd. Daarvoor zijn in de eerste plaats de sleden te smal, zoodat de afbeelding hiervoor in strooken gesneden zou moeten worden en dus verloren zou gaan; op de tweede plaats is de vergrooing (ca. 2,5 x) ontoereikend om van kleine partijen met eenige nauwkeurigheid een vergelijksmeting te verrichten.

Om deze reden werd een eenvoudig meetapparaat geconstrueerd, dat ongeveer op hetzelfde principe berust, doch aan deze bezwaren tegemoet komt.

Dit apparaat is in fig. 44 afgebeeld. Fig. 45 geeft de inrichting daarvan schematisch weer. (Zie blz. 64).

Het toestel is als microscoop gebouwd. Boven de objecttafel, door een nauwe spleet daarvan gescheiden, bevindt zich een donkere kamer, waarop de microscoop-tubus is vastgezet. In de donkere kamer is geen spiegel aangebracht. De vergelijksmeting wordt als volgt verkregen:

1) Voor afbeeldingen op glas of film. (zie fig. 45).

In de bodem van de donkere kamer is een kleine ronde opening gemaakt, waarvan de helft is vrijgelaten, terwijl de andere helft door

een stukje wit papier wordt afgedekt, dat zich in het schuifje daar-
onder bevindt.

Door de vrijgelaten helft van de opening is een klein gedeelte van de proefplaat zichtbaar, welke over de objecttafel verschoven kan worden en van onderen wordt verlicht. Deze verlichting geschiedt door een opening in de objecttafel met behulp van een lampje en een roestvrij-stalen spiegeltje. Het stukje wit papier waardoor de tweede helft van het vergelijksveld wordt gevormd, wordt door een lichtbron aan de voorzijde, onder een hoek van 45 graden verlicht. Tusschen deze lichtbron en de donkere kamer is de slede met vergelijkswig opgesteld. Aan de slede is een wijzer bevestigd. Heeft men door verschuiving van de vergelijkswig gelijkheid van tint in de beide helften van het vergelijksveld verkregen, dan wordt de dichtheid van de proefplaat met behulp van de wijzer op de cellonschaal afgelezen.

2) *Voor afbeeldingen op papier (zie fig. 46).*

In dit geval wordt alleen de bovenste lichtbron gebruikt. De opening in de objecttafel wordt afgedekt. De vergelijkswig wordt uit de schuif genomen en een strookje papier, waarop een afdruk van de wig is gemaakt, wordt in het schuifje onder de donkere kamer gebracht.¹⁾

Zoowel de afbeelding, waarvan de dichtheden moeten worden gemeten, alsook de wigafdruk (waarvan de dichtheden met behulp van de densograaf zijn bepaald) worden onder een hoek van 45 graden verlicht. Door verschuiving van de wigafdruk wordt weder op gelijkheid van de tint in het vergelijksveld ingesteld. De zwarting wordt in dit geval afgelezen met behulp van een wijzer, welke aan den achterkant van de donkere kamer is bevestigd. De schaal is op de wigafdruk zelf uitgezet.

De zwartingen der negatieven en positieven, welke bij de op blz. 49 e.v. beschreven experimenten werden vervaardigd, werden met het bovenomschreven apparaat opgemeten. Daarvoor werd een 35-voudige vergrooing toegepast. De diameter van het gezichtsveld was hierbij ca. 3 mm., zoodat ook in kleine details de dichtheid kon worden bepaald.

¹⁾ De papier-wig werd echter niet vervaardigd door de densometer-wig direkt op het papier af te drukken. De meetschaal zou in dit geval te kort zijn. Daarom werd van de densometerwig een weinig kontrastrijke afdruk op een strook kinofilm gemaakt en vervolgens dit negatief op bromidepapier afgedrukt.

HOOFDSTUK II

SECUNDAIRE BEELDVORMING IN HET ALGEMEEN.

- § 1. Eenige grondbeginselen, waarvan voor de vorming van secundaire beelden kan worden uitgegaan.
Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het positief, als secundair beeld in dezelfde laag.

Wij hebben tot nu toe slechts gesproken over de meestgevolgde werkwijze voor de vervaardiging van fotografische afbeeldingen n.l. die, waarbij het in de camera gevormde, latente beeld tot een negatief wordt ontwikkeld en waarbij het positief wordt verkregen door dit negatief op een tweede gevoelige laag af te drukken.

Wij zullen thans overgaan tot de behandeling der methoden, waarbij het positief in de laag wordt gevormd, waarin ook het negatief werd ontwikkeld.

Het typeerende dezer werkwijzen is dus, dat er tweemaal achtereen beeldvorming plaats vindt in dezelfde laag.

Voor de twee beelden welke hierbij ontstaan zullen wij, ter onderscheiding, de namen *primaair-* en *secundair-beeld* invoeren¹⁾. In aansluiting hierop zullen wij de ontwikkeling, waardoor het primaire beeld ontstaat ook aanduiden met den naam eerste ontwikkeling, terwijl de tweede ontwikkeling ook herontwikkeling zal worden genoemd.

De twee voornaamste beginselen, waarvan voor de vorming van secundaire beelden kan worden uitgegaan, zijn de volgende:

1. De opname wordt tot negatief ontwikkeld, doch niet gefixeerd. Van het overblijvende halogeenzilver wordt *een gedeelte* voor de vorming van het secundaire beeld benut. Het negatief wordt uit de laag verwijderd. Het na de secundaire ontwikkeling resteerende halogeenzilver wordt door het fixeerbad opgelost.

Als typeerend voorbeeld voor dit beginsel noemen wij de methode, waarbij de gevoelige laag, door het ontwikkelde ne-

¹⁾ De gebruikelijke benaming: „direkt-positief” (Fransch: *contre-type direct*, Engelsch: *direct-positive*) wordt door ons vermeden, omdat deze minder juist is gekozen. „Direct-positief” zou aanduiden, dat het latente beeld inplaats van tot negatief, direct tot positief wordt ontwikkeld, terwijl deze naam juist altijd gebruikt wordt voor de methoden, waarbij de opname tot negatief wordt ontwikkeld en het positief door een tweede bewerking, dus „indirect” wordt verkregen. Ook de namen „omkeeren” en „omkeermethoden” (Duitsch: *Umkehrverfahren*, Engelsch: *positives by reversal*) zijn minder juist. Het primaire beeld wordt niet omgekeerd, doch verwijderd. Bij de bespreking der verschillende methoden in de volgende § zullen wij er eenige aangeven, welke den naam direct-positief-methode verdienen. Waar dit niet het geval is zullen wij van „secundaire positieven” en „secundaire beeldvorming” spreken.

gatief heen, ten tweede male wordt belicht en waarbij het secundaire beeld wordt ontwikkeld, *nadat* het negatief, met behulp van een oxydatiemiddel, verwijderd is. De tweede belichting tracht men daarbij zoodanig te doseeren, dat de vorming van het secundaire beeld, door de tweede ontwikkeling, op dezelfde wijze kan worden beheerscht als de vorming van een positief door afdrukken verkregen.

2. De opname wordt eveneens tot negatief ontwikkeld en niet gefixeerd. Het nog aanwezige ongereduceerde halogeenzilver wordt *in zijn geheel* voor de vorming van het secundaire beeld benut. Het negatief wordt daarvòòr of daarna uit de laag verwijderd. Fixeeren na de secundaire ontwikkeling is overbodig.

Typeerend voor dit beginsel is de methode, waarbij het negatief na de ontwikkeling uit de laag wordt verwijderd met behulp van een oxydatiemiddel en waarbij de volledige reductie van het nog ongebruikte halogeenzilver wordt verkregen, door de gevoelige laag *daarna* bij wit licht in een ontwikkelaar te baden.

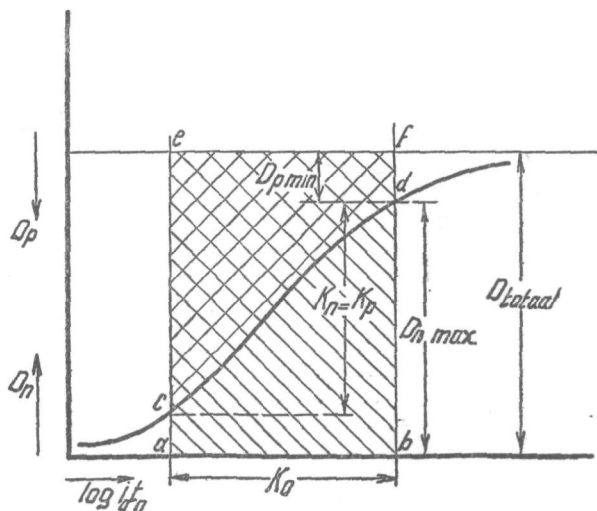


Fig. 51. Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het secundaire positief voor de methoden, waarbij het ongereduceerde halogeenzilver in zijn geheel voor de vorming van het secundaire beeld wordt benut.

De kenmerkende eigenschappen van de methoden steunende op het tweede beginsel, kunnen op de volgende wijze uit de zwartingskrommen worden afgeleid.

Stelt de in fig. 51 geteekende kromme een willekeurige zwartings-

kromme voor en zij het gearceerde deel *abcd* de dichtheidswig van een bijbehorend negatief. ¹⁾

Noemen wij D_{totaal} de zwarting, welke verkregen zou worden bij algeheele reductie van de gevoelige laag, dan stelt het kruiselings gearceerde deel *cdef* de dichtheidswig voor van het secundaire positief.

Uit de figuur volgt:

1. $D_p + D_n = D_{\text{totaal}} = \text{constant}$. De dichtheid van het secundaire positief is voor een bepaalde emulsie slechts afhankelijk van de dichtheid van het primaire beeld, d.w.z. door de negatiefontwikkeling wordt ook het secundaire beeld, dat verkregen kan worden, reeds vastgelegd.

Dit is echter in de veronderstelling, dat de dichtheden, welke bij de eerste en tweede ontwikkeling worden verkregen, specifiek gelijk te achten zijn. Op grond van hierover verrichte metingen konden wij constateren, dat dit slechts bij benadering het geval is. Deze metingen geschieden als volgt: Twee proefstrooken eener emulsie werden, na gelijke belichting onder de Goldberglig, aan dezelfde negatiefontwikkeling onderworpen. De eene strook werd als negatief gefixeerd; met behulp hiervan werd de negatieve zwartingskromme geregistreerd. De andere strook werd na verwijdering van het negatief met het bleekbad op blz. 100 genoemd, bij wit licht (geen daglicht) ten tweede male ontwikkeld. De zwartingen dezer strook werden op de zwartingskromme der eerste strook gesuperponeerd.

Fig. 52, die de resultaten van een dergelijke meting weergeeft, doet zien, dat de som van beide zwartingen niet geheel constant is.

2. Het contrast van het positief is gelijk aan dat van het negatief. ($K_n = K_p = bd - ac$) en kan dus alleen dan gelijk zijn aan dat van het onderwerp indien ook $K_n = K_o$.

3. De begrenziingslijn van de dichtheidswig van het positief is gelijk aan die van het negatief. Wat de afwijkingen van de juiste afbeelding betreft, zullen positief en negatief dus met elkaar overeenstemmen.

4. Uit 1. volgt, dat $D_p \text{ min} = D_{\text{totaal}} - D_n \text{ max}$.

Wenschen wij derhalve aan de in de praktijk gestelde eisch, dat de zwarting in de hoogste lichten van het positief slechts gering mag zijn te voldoen, dan zal de grootste dichtheid van het negatief ongeveer overeen moeten komen met D_{totaal} , wat dus zeggen wil, dat de negatiefontwikkeling zoover voortgezet moet kunnen worden, dat in de dichtste partijen de reductie in de emulsie nagenoeg tot aan de drager is doorgedrongen.

De dichtheid $D_n \text{ max}$ is afhankelijk:

a. van de grootste helderheid ($h_o \text{ max}$) van het onderwerp,

¹⁾ Onder bijbehorend negatief verstaan wij in dit verband een negatief, dat met gebruikmaking van dezelfde emulsie wordt vervaardigd en aan dezelfde ontwikkeling wordt onderworpen, als de proefstrook, welke voor de bepaling van de zwartingskromme moet dienen.

- b. van den belichtingstijd van het negatief,
 c. van de ontwikkeling van het negatief.

Zooals wij door de op blz. 49 e.v. beschreven experimenten hebben aangetoond kan, indien het positief door afdrucken op een tweede

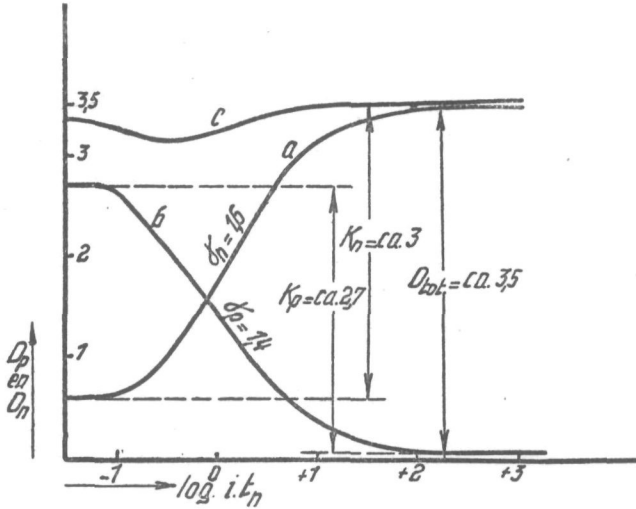


Fig. 52. Verband tusschen D_n , D_p sec. en D_{totaal} voor Perutz-Fliiegerfilm.

- a = de negatieve zwartingskromme,
 b = de zwartingskromme, welke gevonden werd door het na de bleiking resterende halogeenzilver in zijn geheel te reduceeren,
 c = de kromme, welke de som aangeeft van D_n en D_p sec.

gevoelige laag wordt vervaardigd, de belichtingstijd t_n en de ontwikkeltijd van het negatief, binnen grenzen, die dikwijls zeer ruim zijn, willekeurig worden gekozen, zonder dat de kwaliteit van de afbeelding hierdoor wordt benadeeld. Bij de vervaardiging van secundaire positieven volgens het tweede beginsel is dit zeker niet het geval. Immers moet de belichtingstijd bij de opname minstens zoo lang zijn, dat bij de ontwikkeling van het negatief de drager kan worden bereikt, terwijl deze ontwikkeling moet worden onderbroken, zoodra in de dichtste partijen de drager ook inderdaad bereikt is, aangezien bij voortzetting détailverlies in de hooge lichten volgen zou. En omdat door den ontwikkeltijd (onder overigens gelijke omstandigheden) het contrast van het negatief en dus van het secundaire positief wordt bepaald, kunnen wij ook zeggen: Het contrast van het positief wordt reeds vastgelegd door den belichtingstijd van het negatief.

Ter verduidelijking van het voorgaande teekenden wij de twee volgende figuren.

In fig. 53 zijn voor drie verschillende belichtingstijden de waarden $(\log.i_0 t_n)_{\max}$ van een willekeurig onderwerp uitgezet. De drie zwartingskrommen zijn geteekend alsof voor elk dezer waarden de ontwikkeling totaal den drager doorgedrongen zou zijn. Wij zien uit

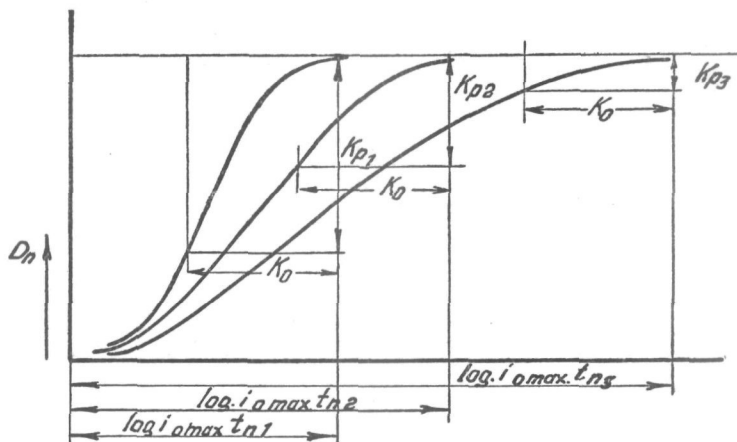


Fig. 53. Verband tusschen het positiefcontrast K_p en den belichtingstijd t_n voor de methoden, waarbij het halogeenzilver, dat na de bleiking achterblijft, in zijn geheel wordt gereduceerd.

deze figuur, dat met verandering van den belichtingstijd t_n ook het contrast $K_n = K_p$ zal moeten veranderen. Het contrast van de positieve afbeelding zal dus grooter zijn, naarmate de belichtingstijd kleiner is geweest en omgekeerd.

In fig. 54 hebben wij een zwartingskromme geteekend van de dikgegoten Pathé-neg.film. De proefstrook, welke voor de bepaling dezer kromme diende, werd zoodanig ontwikkeld, dat zich op de dichtste plaats van het proefstuk geen ongereduceerd broomzilver meer in de laag bevond.

Nemen wij aan, dat door de gearceerde strooken A en B twee negatieven van eenzelfde onderwerp worden voorgesteld, welke aan dezelfde ontwikkeling werden onderworpen. Verondersteld zij, dat neg. A niet langer werd belicht, dan noodig was om hiervan een goeden afdruk te kunnen verkrijgen en dat de belichtingstijd van neg. B zoo veel langer werd genomen, dat een sluiervrij sec. positief volgens het tweede beginsel zou kunnen worden vervaardigd. Uit de figuur volgt, dat deze verlenging afhankelijk is van het contrast van het onderwerp.

Voor het geteekende geval: $K_0 = 1,5$ moet $t_b = 1000 \times t_a$ zijn

voor $K_0 = 2$ $t_b = 300 \times t_a$

voor $K_0 = 2,5$ $t_b = 100 \times t_a$

en voor $K_0 = 3$ $t_b = 30 \times t_a$

Wij komen dus tot de conclusie, dat de methoden, steunende op het

tweede beginsel, te noemen zijn: methoden zonder vrijheid. Slechts door een goede aanpassing van alle genoemde factoren zal het mogelijk zijn goede positieven te vervaardigen, die aan de door de praktijk gestelde eischen voldoen. Voor de emulsies van normale dikte is bij de meeste onderwerpen een zòd lange belichtingstijd nodig, dat deze

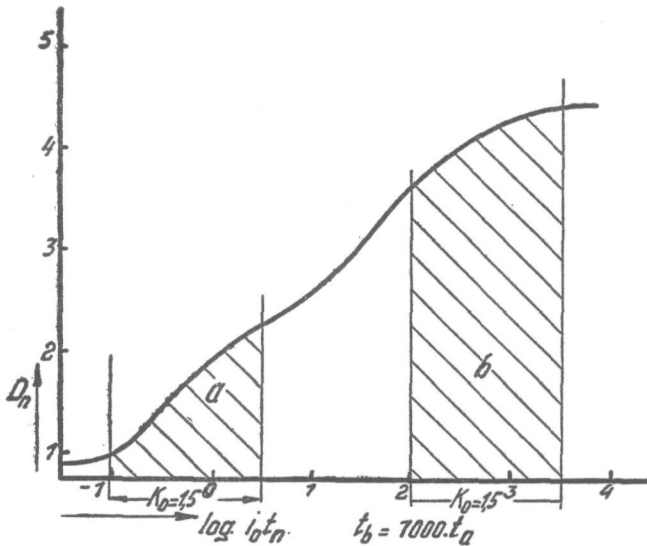


Fig 54. Zwartingskromme van Pathé-negatief -film. De figuur geeft aan, welke verlenging van den belichtingstijd nodig zou zijn, om een helder secundair positief te bereiken bij een algeheele reductie van het halogeen-zilver, dat na de bleeking achterblijft.

werkwijze hiervoor practisch onbruikbaar is. Ten einde dit bezwaar eenigermate te ondervangen, zijn door verschillende fabrikanten, speciaal voor de toepassing dezer methoden, dun gegoten emulsies in den handel gebracht (hoofdzakelijk kino-smalfilm van 16 mm breedte). Hierdoor worden de genoemde bezwaren wel verminderd doch niet weggenomen. Korthedshalve zullen wij deze methoden welke in hoofdstuk III meer uitvoerig worden behandeld, met den naam „dunne-emulsie-methoden” aanduiden.

Voor de methoden, steunende op het eerste beginsel, is het niet mogelijk het verband tusschen het onderwerp, het negatief en het sec. positief uit de zwartingskrommen af te leiden op de wijze, zoals wij dit voor de dunne-emulsie-methoden hebben gedaan.

Wanneer wij de proefstrooken, welke aan de volledige bewerking tot het verkrijgen van secundaire beelden werden onderworpen, photometreeren en de zwartingen daarbij op de gebruikelijke wijze

registreeren, dan ontstaan krommen, welke direct het verband aangeven tusschen het onderwerp en het secundaire beeld. Deze krommen, waarover wij in hoofdstuk VI meer uitvoerig zullen spreken, noemen wij de *sec. pos. krommen* of de *secundaire zwartingskrommen* ter onderscheiding van diegene, welke door het photo-

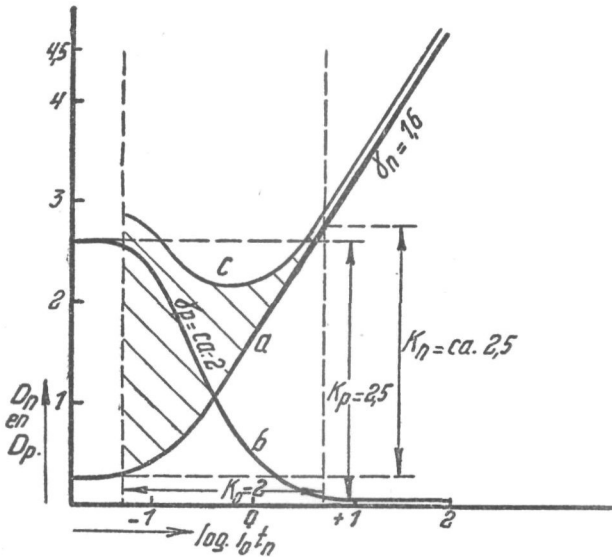


Fig. 55. Primaire en secundaire zwartingskromme behorende bij een kino-opname op de zeer dik gegoten Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm. Toepassing van een gedoseerde tweede belichting na de bleiking. a = de negatiefkromme, b = de secund. positiefkromme, c = de kromme, welke de som aangeeft der primaire en secundaire zwarting.

metreeren van, na de eerste ontwikkeling, gefixeerde proefstukken worden verkregen en die wij ook met den naam *negatiefkrommen* of *primaire zwartingskrommen* zullen aanduiden.

In figuur 52 gaven wij een voorbeeld van de primaire en secundaire krommen, zooals deze bij toepassing der dunne-emulsie-methoden worden gevonden. Figuur 55 stelt de primaire- en sec. krommen voor, behorende bij een kino-opname, welke op de zeer dik gegoten Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm werd vervaardigd en waarbij, na de positief-ontwikkeling, nog zeer veel halogeenzilver door het fixeerbad moest worden opgelost. De kromme c in fig. 55, welke weder werd verkregen door de secundaire zwartingen op de primaire te superponeeren, doet zien, dat hierbij niet meer van een bij benadering constant zijn der som dezer zwartingen kan worden gesproken. (Zie ook fig. 130—132). De waarde voor D_{totaal} kan uit dit diagram niet worden afgeleid, omdat de negatiefkromme niet volledig kon worden geregistreerd.

§ 2. Systematische indeeling van eenige methoden, welke voor de vervaardiging van secundaire- en direct-positieve beelden kunnen worden toegepast.

Wij hebben in de vorige § twee beginselen leeren kennen, welke als uitgangspunt voor de vorming van secundaire beelden kunnen dienen. Op deze beginselen zijn verschillende practisch bruikbare methoden gebaseerd, waarvan wij de voornaamste en de meest typeerende in het kort zullen bespreken.

a) *De Lumière-methode.*

Bij het Lumière „Autochroom-procédé” wordt een panchromatische broomzilverplaat van de achterzijde belicht. Het licht valt door de glaslaag en door het kleurenraaster, dat zich tusschen de drager en de beeldlaag bevindt. Na de belichting wordt de opname tot negatief ontwikkeld, kort gespoeld en vervolgens in een bad van kaliumpermanganaat en zwavelzuur gebracht. In dit bad wordt het negatief weggebleekt, het zilver lost op en slechts het ongereduceerde broomzilver blijft achter. De reactieproducten van het bleekproces worden verwijderd met behulp van een aangezuurde natrium-sulfiet-oplossing en de plaat wordt opnieuw kort gespoeld.

Ter verkrijging van het secundaire beeld wordt de plaat daarna weer in het ontwikkelbad gelegd en aan wit licht blootgesteld. Door de tweede ontwikkeling wordt het resterende halogeenzilver volledig gereduceerd. Fixeeren is overbodig. De secundaire beeldvorming berust dus op het tweede beginsel. Het slagen van de autochroom-opname is in sterke mate afhankelijk van den belichtingstijd. In het bijzonder indien het maken van gekleurde projectie-positieven wordt beoogd, kan gezegd worden, dat er slechts geringe speling in den belichtingstijd toelaatbaar is. Bij de kleurenprocédés van Agfa, Lignose en eenige andere wordt hetzelfde beginsel voor de secundaire beeldvorming toegepast.¹⁾

b) *De Koppmann-methode.*

Ook deze wordt voor de vervaardiging van afbeeldingen in kleuren toegepast (Jos-pé druk).

¹⁾ De kleurweergave bij deze procédés wordt als volgt verkregen: Het kleurenraaster, dat zich tusschen de gevoelige laag en de drager bevindt, is opgebouwd uit korrels, welke in de drie grondkleuren rood, groen of blauw zijn gekleurd. Bij de opname worden door de roode korrels in hoofdzaak roode stralen doorgelaten, door de blauwe korrels blauwe stralen enz. Hoe grooter de intensiteit van de roode stralen in een bepaalde partij, hoe grooter de negatieve dichtheid achter deze korrels. Bij het secundaire beeld is dit tegenovergesteld. Hoe dichter de negatieve partij, hoe minder dicht de positieve, hoe duidelijker daar ook de roode korrels zichtbaar zullen zijn. Dit geldt ook voor de andere kleuren. De samengestelde kleuren ontstaan door mengingen van enkelvoudig gekleurde korrels, die echter tengevolge van hunne fijnheid met het bloote oog niet als afzonderlijke korrels waargenomen kunnen worden. Met een 10-voudige loupe zijn zij reeds duidelijk te zien.

Van het onderwerp worden met behulp van absorptie-filters voor de drie hoofdkleuren rood, groen en blauw drie opnamen gemaakt, op platen, welke resp. voor groen en blauw, voor rood en blauw, voor rood en groen, in bijzondere mate zijn gesensibiliseerd. Deze deelopnamen worden tot negatief ontwikkeld. Wenscht men secundaire beeldvorming toe te passen, hetgeen voor de Jos-pé druk niet noodzakelijk is, dan worden de negatieven ontwikkeld in een niet-looienden ontwikkelaar. Nadat deze ontwikkeling beëindigd is, wordt in het nog ongereduceerde deel van de laag een tweede latent beeld gevormd met behulp van eene gedoseerde belichting door het negatief heen. Het positief wordt vervolgens in een sterk looienden ontwikkelaar te voorschijn geroepen, zonder voorafgaande wegbleeking van het negatieve beeld. Zoodra de tweede ontwikkeling ver genoeg is voortgezet, kan het gedeelte der gelatinelaag, waarin zich het negatief bevindt, (en dat dus niet is gelooïd) door een wassching met warm water worden verwijderd, zoodat alleen het positief overblijft.

Deze secundaire beeldvorming berust dus op het eerste beginsel. Ook met emulsies van normale dikte kunnen op deze wijze heldere positieven worden verkregen. De methode heeft het groote nadeel dat de voortgang van de positiefontwikkeling niet op het oog kan worden beoordeeld, doordat zich tijdens deze ontwikkeling het primaire beeld nog in de laag bevindt. ¹⁾

c) *De Pathé-methode.*

Deze methode wordt uitsluitend voor het uitwerken van amateur-kino-opnamen op Pathé-bébé-film (9 mm beeldbreedte) toegepast. De opname wordt tot negatief ontwikkeld en deze ontwikkeling tracht men te onderbreken, zoodra in de dichtste partijen de drager is bereikt. Vanwege het uiterst kleine formaat is het zeer lastig te beoordeelen, hoever de reductie is doorgedrongen. Na een korte spoeling wordt het negatief met behulp van een aangezuurde permanganaat-oplossing uit de laag verwijderd. De secundaire beeldvorming wordt verkregen, door het overblijvende halogeenzilver in zijn geheel te reduceeren. Dit geschiedt met zeer krachtige reductie-middelen, zooals bijv. stanno-chloride. Een tweede belichting kan daarbij achterwege blijven. Deze werkwijze berust geheel op het tweede beginsel.

d) *De Capstaff-methode.*

Deze methode vindt uitgebreide toepassing bij de Kodak Mij. voor het uitwerken van amateur-kino-opnamen op 16 mm smalfilm (beeld-

¹⁾ Voor de vervaardiging van afbeeldingen in kleuren gaat men als volgt te werk: De drie diapositieven worden als drukplaten gebruikt. Men baadt deze platen in kleurstoffen, van de pina-groep welke de eigenschap bezitten gelooide gelatine te kleuren. Voor elk der deelplaten moet de kleur complementair zijn aan de kleur van het filter, waardoor de opname plaats vond. Door van elk der aldus gekleurde platen een hoeveelheid kleurstof over te dragen op een vochtig stuk gegelatineerd papier, wordt een afdruk in kleuren verkregen.

breedte 12 mm). Een speciale emulsie wordt hiervoor gefabriceerd. De belichte film wordt in een sterk alcalischen ontwikkelaar tot negatief ontwikkeld. Na een korte spoeling wordt het negatief weggebleekt, en de laag opnieuw gewasschen.

Het halogeenzilver wordt aan een gedoseerde tweede belichting onderworpen en het secundaire beeld wordt door een zwak-alcalischen ontwikkelaar te voorschijn gebracht, waarbij niet alle halogeenzilver wordt gereduceerd. Is de tweede belichting goed gedoseerd geweest, dan kan een krachtig positief worden verkregen, dat een goede helderheid bezit. Na de beëindiging der positiefontwikkeling wordt het beeld op de gebruikelijke wijze gefixeerd. De Capstaff-methode berust op het eerste beginsel.

e. *De Mimosa-methode.*

Door de Mimosa-fabrieken wordt sinds eenige jaren een papieroort in den handel gebracht, welke speciaal voor de vervaardiging van secundaire beelden bestemd is. De gevoelige laag bij dit papier bestaat uit twee over elkaar gegoten emulsies, waarvan de bovenste in warm water oplosbaar is, terwijl de onderste zoodanig is gelooïd, dat deze door warm water niet wordt opgelost. In de bovenste laag wordt op de normale wijze een primair beeld gevormd, dat vervolgens op de onderste laag wordt afgedrukt. Daartoe wordt de onderste laag, door het primaire beeld heen, belicht. Vòòr de ontwikkeling van het secundaire beeld wordt de bovenste laag in warm water opgelost en hierdoor wordt tevens het primaire beeld verwijderd. Voor het overige komt de bewerking geheel met die voor het maken van afdrukken overeen. De gevoeligheid van de tweede laag zal zooveel kleiner moeten zijn dan die van de eerste, dat bij de vorming van het primaire beeld geen zwarting in de tweede laag wordt ontwikkeld. De Mimosa-methode berust op het eerste beginsel. Het is echter twijfelachtig, of wij hierbij van secundaire beeldvorming in dezelfde laag kunnen spreken.

Hiermede zijn de voornaamste procédés, welke op het oogenblik toepassing vinden, besproken. Van de niet- of minder in gebruik zijnde, zullen wij er nog eenige der interessantste vermelden.

a. *Het Coates-procédé.*

Bij het onder deze naam bekend staande procédé, dat o.a. in het *British Journal of Photography* '24, blz. 138, wordt beschreven, wordt van secundaire beeldvorming gebruik gemaakt, om van een bestaand negatief een vergroot duplicaatnegatief te vervaardigen.

De positieve vergrooting van het negatief wordt na de ontwikkeling in een bad van uranyl-nitrat en azijnzuur gebracht, en hierdoor wordt het zilver, waaruit het positieve beeld is opgebouwd, in een

+ Hg Fe Cl₆?

roodbruin gekleurd product veranderd. Dit roodbruine product is oplosbaar in alcali en kan dus ook door een ontwikkelaar, welke alcali bevat, uit de laag worden verwijderd. Wanneer nu van het roodbruine positief een afdruk wordt gemaakt op het nog ongereduceerde deel der gevoelige laag, dan zal bij de ontwikkeling van dezen afdruk het primaire beeld worden verwijderd, terwijl het secundaire beeld te voorschijn wordt gebracht. Na beëindiging van de tweede ontwikkeling wordt gefixeerd. Het Coates-procédé heeft, voor zoover ons bekend, slechts zeer weinig toepassing gevonden. Het berust op het eerste beginsel.

b. De Waterhouse-methode.

In 1890 reeds werd door Waterhouse gevonden, dat toevoeging van phenyl-thiocarbamid aan een gewonen alcalischen eikonogeenontwikkelaar een „omkeering” van het negatief in een positief veroorzaakt (Journal of the Camera Club, 1901, blz. 69, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik, 1903, blz. 460). Ook thio-carbamid en thiosinnamin bezitten deze eigenschap. Door Pearly en Leighton en ook F. C. Frary, R. W. Mitchell en R. E. Baker werden proeven met deze methode genomen. (B. J. o. Ph. Nov. 8 '12, blz. 860 — B. J. o. Ph. No. 1 '12 blz. 840). Deze onderzoekers geven de door hen gebruikte receptuur aan en vermelden, dat op deze wijze uitstekende positieven zijn te verkrijgen. De tint der beelden is niet zwart, doch purperbruin.

c. De methoden berustend op het Pinatype-beginsel.

Bij deze procédé's wordt gebruik gemaakt van de eigenschap, dat niet-gelooide gelatine door bepaalde kleurstoffen van de pina-groep gemakkelijk gekleurd kunnen worden, terwijl gelooide gelatine door deze kleurstoffen geen, of veel minder kleuring ondergaan. De belichte plaat wordt tot negatief ontwikkeld in een niet looienden ontwikkelaar en het negatief wordt uit de laag verwijderd met behulp van bleekbaden, welke een looiende werking uitoefenen op de korrels, waaruit het zilver wordt opgelost. Wordt de plaat daarna in een oplossing van genoemde kleurstoffen gebaad, dan ontstaat een positief beeld. Dit beginsel, dat o.a. beschreven wordt in het B. J. o. Ph. Color supplement May 7th 1909, werd toegepast bij verschillende methoden ter vervaardiging van filmopnamen in natuurlijke kleuren (Eastman-Kodak Cy., Prizma-Inc. (1918) e.a.). Ook de methoden van A. Boer en G. O. 't Hooft (Silchrotint-procédé, Focus jg. '24 blz. 180) en J. E. Thornton (Br. J. o. Ph. '25 blz. 252) berusten op hetzelfde beginsel.

Tenslotte kunnen wij nog eenige methoden noemen, waarbij het positief niet als secundair, doch als primair beeld wordt verkregen en

die dus met den naam „direct-positief-methoden” aangeduid kunnen worden.

a. *Het Daguerreotype-procédé.*

Bij deze methode — de eerste fotografische afbeeldingsmethode, welke op ruime schaal is toegepast (\pm 1840—1860) werd voor de opname gebruik gemaakt van de lichtgevoeligheid van joodzilver (later werd ook broom- en chloorzilver gebruikt). De gevoelige plaat werd vervaardigd door een verzilverde koperplaat aan de inwerking van jooddamp bloot te stellen, waardoor een dun laagje joodzilver werd gevormd. Het latente beeld, door de belichting in de camera verkregen, werd tot een zichtbaar beeld ontwikkeld, door de belichte plaat met kwikdamp in aanraking te brengen.

Hierbij zette zich op het door de belichting veranderde joodzilver kwik af, op het onveranderde joodzilver niet. Na de ontwikkeling werd de plaat met een keukenzoutoplossing (later ook met natriumthiosulfaat) gefixeerd. Op de plaatsen waar het kwik zich heeft afgezet, heeft de plaat de spiegelende metaalglans van het gepolijste zilver eenigszins verloren en is min of meer wit geworden. Bezie men de plaat zoodanig, dat het gereflecteerde licht niet rechtstreeks het oog van den waarnemer treft, dan wordt een positief beeld waargenomen; is dit wel het geval, dan wordt de afbeelding negatief gezien.

Eenigszins aanverwant aan de Daguerreotypie zijn de Panotypie en de Ferrotypie, welke op beperkte schaal toepassing gevonden hebben. Bij de Panotypie wordt een zeer dun gegoten broomzilvercollodium- of broomzilver-gelatine plaat tot negatief ontwikkeld en gefixeerd. Daarna wordt aan de glaszijde een dof-zwarte laag aangebracht (een stuk zwart doek bijv. of zwarte lak).

Bij de Ferrotypie bevindt zich de emulsie niet op een glasplaat, doch op een zwart gelakt stuk metaal (ouderwetsche kermis-fotografie). Het negatieve beeld schijnt nu positief, doordat het licht door het zilver in de gelatine- of collodiumlaag meer gereflecteerd wordt, dan door de zwarte achterlaag.¹⁾

Door de plaat in een sublimaat-oplossing te bleeken, kan een duidelijker positief-beeld worden verkregen.

b. *De methode van Bayard.*

In hetzelfde jaar, waarin de Daguerreotypie werd bekend gemaakt (1839), werd door Bayard een methode gevonden, waarmede direct-positieven op papier vervaardigd kunnen worden.

Hij ging daarbij uit van door het licht gezwart chloorzilverpapier, dat na baden in een joodkali oplossing, in vochtigen toestand voor de opname in de camera werd gebruikt. Door de belichting vindt

¹⁾ Op hetzelfde beginsel berust het „positief-zien” van een negatief door dit boven een donkere onderlaag, bijv. de mouw van een jas te houden.

ontleding van het joodkalium plaats en het daarbij vrijkomende jodium verbindt zich met het uit het chloorzilver vrijkomende zilver tot wit joodzilver. Gefixeerd werd in een broomkali-oplossing. Dit procédé is, voor zoover ons bekend alleen door Bayard toegepast en slechts op beperkte schaal. Aangezien belichtingstijden van een uur en langer noodig waren om een duidelijke Bayardtypie te verkrijgen, kunnen wij wel zeggen, dat de methode, zooals zij door den uitvinder werd toegepast, geen waarde heeft voor de praktijk.

c. *De solarisatie-methode.*

Wanneer de gevoelige laag in de camera aan een belichting wordt onderworpen, welke 10.000 à 100.000 \times zoo lang is als de normale belichting, welke voor de vervaardiging van een negatief wordt vereischt, dan ontstaat bij de ontwikkeling geen negatief-, doch een positief beeld. Men spreekt dan van een solarisatie-positief. Op de verklaring van dit verschijnsel zullen wij hier niet ingaan. De zeer lange belichting vormt een belemmering voor de toepassing in de practische fotografie van deze direct-positiefmethode.

d. *De methoden berustend op de lichtgevoeligheid der aromatische diazo-verbindingen.*

De aromatische diazo-verbindingen bezitten de eigenschap zich met aminen en phenolen tot azo-kleurstoffen te verbinden. Onder inwerking van licht gaan zij evenwel tot phenol over en verliezen daardoor bovengenoemde eigenschap.

Door G. Kögel werd met behulp van de door hem gevonden diazo-verbindingen een lichtdrukpapier samengesteld, dat van zeer groote practische waarde bleek te zijn en onder den naam Ozalid-papier door de firma Kalle en Co. in den handel wordt gebracht. Wordt dit papier onder een positief belicht en na de belichting aan de inwerking van ammoniakdamp blootgesteld, dan wordt een positief beeld ontwikkeld, doordat op de onbelichte plaatsen een donkerbruine azo-kleurstof wordt gevormd. Op de belichte plaatsen wordt minder, of, zoo de belichting lang genoeg is geweest, in het geheel geen kleurstof gevormd. Voor de vervaardiging van direct-positieve afbeeldingen met behulp van de camera is de lichtgevoeligheid dezer verbindingen veel te klein. Cellophaanfilm, waarbij de lichtgevoelige diazo-verbindingen zich in de cellophaanmassa bevinden, wordt wel toegepast voor het verkrijgen van positieve afdrukken van bestaande kino-positieven.

HOOFDSTUK III.

METHODEN, WAARBIJ DE SECUNDAIRE BEELDVORMING WORDT VERKREGEN ZONDER TOEPASSING EENER GEDO-SEERDE TWEEDE BELICHTING VAN DE GEVOELIGE LAAG.

§ 1. Een en ander over de bezwaren der z.g. dunne-emulsie-methoden en de wijze, waarop deze bezwaren te verminderen zouden zijn.

De meest eenvoudige methoden voor de vervaardiging van secundaire beelden zijn ongetwijfeld diegene, waarbij het halogeenzilver, dat na de negatiefontwikkeling achterblijft, in zijn geheel wordt gereduceerd om het secundaire beeld te verkrijgen. Men kan daartoe verschillende wegen inslaan. De uitgebleekte laag kan bij daglicht in een ontwikkelaar worden gebaad, (Lumière); men kan zeer sterke reductiemiddelen gebruiken, zoodat het niet noodig is de laag na de bleeking opnieuw aan actinisch licht bloot te stellen, (Pathé); of ook kan het halogeenzilver in een andere, donker gekleurde verbinding worden veranderd (bijv. in zwavelzilver).

Het verloop van de behandeling, welke de gevoelige laag ondergaan moet, blijft daarbij practisch gelijk en wij kunnen dit verloop in de volgende stappen onderverdeelen:

1. De belichting in de camera.
2. De ontwikkeling van het negatief.
3. Korte spoeling.
4. Verwijdering van het negatief met behulp van een oxydatie-middel.
5. Korte spoeling.
6. Verwijdering of neutralisatie van de resten van het bleekmiddel en van de reactieproducten van het bleekproces.
7. Korte spoeling.
8. De ontwikkeling van het secundaire beeld.
9. Spoelen en drogen.

Voor de verwijdering van het negatief moeten wij gebruik maken van bleekbaden, waarin het in de laag aanwezige zilver wordt opgelost, doch waarin het overgebleven halogeenzilver niet of nagenoeg niet oplosbaar is. Daarbij mogen geen verbindingen in de laag achterblijven, welke bij de tweede ontwikkeling tot terugkeer van een zichtbaar negatief aanleiding zouden kunnen geven of het secundaire beeld op andere wijzen, bijv. door het vormen van chemische sluier zouden kunnen benadeelen. Het bad, dat na de bleeking wordt toegepast (stap 6) en dat wij korthedshalve met den naam „tusschenbad”

zullen aanduiden, heeft ten doel de resten van het oxydatiemiddel, die schadelijk op den tweeden ontwikkelaar zouden inwerken te neutraliseeren. Het kan echter ook worden gebruikt om eventueel tijdens de bleeking gevormde verbindingen, die het secundaire beeld zouden kunnen benadeelen, op te lossen of uit de laag te verwijderen.

Eenige voorbeelden ter verduidelijking.

Een zeer goede bleeker vormt het zwavelzuur-permanganaat bad bestaande uit:

kaliumpermanganaat 4%	5 cc
zwavelzuur (sg. 1,84) 5%	20 cc
water	tot 100 cc

dat o.a. bij het Lumière Autochrom-procédé wordt toegepast.

Bij de verwijdering van het negatief met dezen bleeker blijven geen reactieproducten in de laag achter, welke tijdens de herontwikkeling opnieuw een negatief beeld zouden kunnen geven. De resten van het oxydatiemiddel, welke schadelijk voor den tweeden ontwikkelaar zouden zijn, kunnen door een spoeling in stroomend water (bijv. gedurende een half uur) voldoende worden uitgewasschen. Past men een tusschenbad toe van

natriumbisulfiet	5% in water
------------------------	-------------

dan verdwijnen deze resten zeer snel, zoodat de herontwikkeling na eenige minuten spoelen kan volgen.

Wij zouden voor den bleeker ook het volgende bad kunnen gebruiken

kaliumbichromaat 5%	25 cc
zoutzuur (sg. 1,16) 10%	25 cc
water	tot 100 cc

Hierin wordt het negatief wel weggebleekt, doch het zilver wordt omgezet in zilverchloride, dat in de gelatinelaag achterblijft. Dit zilverchloride zou bij de herontwikkeling opnieuw tot zilver worden gereduceerd, of, indien bijv. zwavelnatrium als herontwikkelaar zou worden gebruikt, in zwavelzilver worden veranderd. Bij de herontwikkeling zou dus een negatief *en* een positief in de laag worden gevormd. Men spreekt in een dergelijk geval van „hybridvorming” of „hybridsluier”. Hybridvorming kan echter in het gegeven voorbeeld worden tegengegaan, door als tusschenbad ammoniak te gebruiken, waarin het versch gevormde chloorzilver gewoonlijk veel sneller oplost dan het overige, in de laag aanwezige, halogeenzilver. + (NH₄)₂CO₃

De bezwaren, welke aan de dunne-emulsiemethoden verbonden zijn, hebben wij in het vorige hoofdstuk besproken. Het bezwaar, dat de praktische toepassing wel het meeste in den weg staat, is, dat voor emulsies van normale dikte de belichtingstijd bij de opname buitensporig lang zou moeten zijn om sluiervrije sec. positieven te kunnen verkrijgen.

Door onze proefnemingen konden wij aantonen, dat voor kinopositieven — en deze toepassing hebben wij als een der belangrijkste het meeste voor oogen gehouden — de dunne-emulsie-methoden in de eenvoudige vorm waarin zij in het Lumière- of Pathé-procédé worden toegepast, ongeschikt te achten zijn.

Wij hebben ons daarom de volgende vraag gesteld:

Is het mogelijk in de behandeling die de gevoelige laag moet ondergaan, een zoodanige verandering aan te brengen, dat secundaire beelden van de vereischte helderheid verkregen kunnen worden ook al is in de dichtste partijen van het negatief de reductie niet — en zelfs niet bij benadering — tot aan den drager doorgedrongen.

Eene oplossing van deze vraag zou in verschillende richtingen gezocht kunnen worden. Bijvoorbeeld:

a. Door na de bleeking met den permanganaat-zwavelzuurbleeker van blz. 89 of met den bichromaat-zwavelzuurbleeker van blz. 100 een bad toe te passen, waarin halogeenzilver oplost. Dit oplossen zou dan voortgezet moeten worden, totdat in de minst dichte partijen van de uitgebleekte laag slechts weinig halogeenzilver meer over is. Zwakke oplossingen van natriumthiosulfaat, ammoniumrhodanaat, thiocarbamid, kaliumcyanide enz. zouden hiervoor kunnen worden gebruikt.

b. Door aan den herontwikkelaar een dergelijke stof toe te voegen, zoodat tijdens de ontwikkeling van het secundaire beeld het overtollige halogeenzilver in oplossing gaat.

c. Door na de herontwikkeling het secundaire beeld met een zilveroplosser te behandelen. Hiervoor zouden de gebruikelijke afzwakkende middelen kunnen dienen.

d. Door de gelatinelaag, hetzij tijdens de negatiefontwikkeling, hetzij tijdens de bleeking, of daarna, een zoodanige looing te doen ondergaan, dat de herontwikkelaar slechts langzaam kan binnendringen en de dichtste partijen van het positieve beeld reeds voldoende krachtig zijn ontwikkeld, voordat sluier begint op te treden.

e. Door van bleekbaden gebruik te maken, waarbij, tijdens de oxydatie van het zilver, reactieproducten ontstaan, die de secundaire reductie vertragen en des te meer vertragen, naarmate de primaire zwarting grooter is geweest. Wordt hierdoor bijv. een gedifferentieerde looing verkregen, zooals het geval is bij gebruik van den bichromaat-zwavelzuurbleeker, dan is het denkbaar, dat de tweede ontwikkeling kan worden onderbroken, alvorens de helderheid van het secundaire beeld verloren gaat.

Er bestaat tusschen de methoden a, b en c eenige overeenkomst, en eveneens tusschen de methoden d en e.

Bij de methoden a, b en c trachten wij niet zoozeer het verloop van de tweede ontwikkeling te beïnvloeden, alswel iets overtolligs

weg te nemen. Bij de methoden d en e trachten wij de wijze waarop de reductie verloopt te beïnvloeden.

De volgende figuren mogen dit verduidelijken.

Figuur 56 stelt voor een doorsnede door de ontwikkelde laag; het gearceerde deel I zij het dichtheidsrelief van het negatief.

Methode a beoogt het wegnemen van het overtollige halogeenzilver in zône II, vóór de herontwikkeling; methode c heeft ten doel het

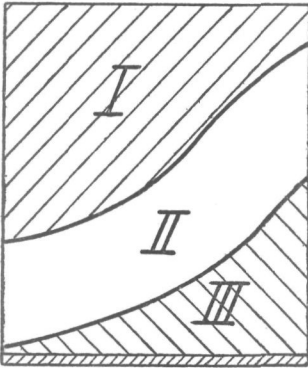


Fig. 56.

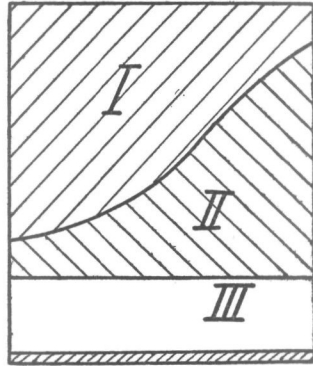


Fig. 57.

oplossen van het overtollige zilver in zône II, na de herontwikkeling; methode b is als een tusschenvorm op te vatten. Zône III geeft het dichtheidsrelief van het secundaire beeld aan, zooals wij dit trachten te verkrijgen.

Bij de methoden d en e trachten wij den toestand te bereiken, die in fig. 57 is geschetst. Hierin is I weer het dichtheidsrelief van het negatief, II het verlangde dichtheidsrelief van het secundaire beeld en III de zône, waaruit, na de herontwikkeling, het overtollige halogeenzilver door het fixeerbath moet worden verwijderd.

Wat het verloop van de ontwikkeling betreft, kunnen wij de twee volgende gevallen onderscheiden.

Schema A: De reductie tot zilver, of de verandering tot zwavelzilver, begint in alle partijen gelijktijdig. Het beeld sluiert van het begin af aan, indien (ook in de dunste plaatsen van de uitgebleekte laag) een overmaat halogeenzilver aanwezig is. Deze sluiert neemt gelijkmatig toe, totdat op de dunste plaatsen de reactie tot aan den drager is doorgedrongen. Daarna teekenen de donkere partijen zich meer af en worden de détails zichtbaar.

Schema B: De ontwikkeling begint eerder, of verloopt sneller, in de schaduwpartijen van de afbeelding, dan in de lichtere par-

tijen. Het contrast van de afbeelding neemt gaandeweg toe, zonder dat de helderheid verloren gaat.

Wij hebben de praktische waarde van de methoden a tot e voor een aantal emulsies onderzocht. Aangezien dit onderzoek echter niet tot het verlangde resultaat heeft geleid, d.w.z. geen werkwijzen heeft opgeleverd, waarbij de bezwaren der dunne-emulsie-methoden genoegzaam worden verminderd, zullen wij deze proeven in de volgende §§ slechts in het kort beschrijven.

§ 2. De methoden a, b en c.

Zooals bij de proeven, welke betr. de methoden a en b werden genomen, steeds kon worden opgemerkt, blijft de ontwikkeling geheel volgens schema A verlopen, indien een gedeelte van het halogeenzilver vòòr de secundaire ontwikkeling wordt opgelost, of aan het herontwikkelbad een oplosmiddel hiervoor wordt toegevoegd.

Bij de methode a werd natriumthiosulfaat en thiocarbamid als oplosmiddel gebruikt; bij de methode b werd natriumthiosulfaat toegevoegd aan de ontwikkelaars, die het halogeenzilver tot zilver reduceeren en thiocarbamid of ureum aan de baden waardoor het halogeenzilver tot zwavelzilver wordt veranderd. Voor de vorming van zwavelzilver werd meestal een zwakke natriumsulfide-oplossing toegepast. Ook met barium- of ammoniumsulfide, ammoniumhydrosulfide, of kaliumpolysulfide werden proeven genomen. Alhoewel kleine verschillen in de werking der hiermede samengestelde ontwikkelbaden werden waargenomen, bleef de wijze, waarop de ontwikkeling verliep, in beginsel gelijk. Alleen in die gevallen, waarin slechts weinig overtollig halogeenzilver aanwezig was (betrekkelijk dun gegoten emulsies, zeer dichte negatieven) gelukte het door toepassing van methode b goede resultaten te bereiken. In figuur 58, 59 en 60 zijn eenige der op deze wijze vervaardigde secundaire positieven gereproduceerd.

Een groot bezwaar van methode b is daarbij nog, dat de concentratie van het oplosmiddel in den herontwikkelaar groter moet zijn, naarmate meer halogeenzilver moet worden verwijderd, zoodat voor verschillende opnamen niet altijd met een ontwikkelbad van dezelfde samenstelling kan worden gewerkt.

Bij de methode a bestaat dit bezwaar niet, doordat de oplossing van het overtollige halogeenzilver in een afzonderlijke bewerking plaats vindt. Een moeilijkheid daarbij vormt echter het bepalen van het meest gunstige oogenblik van onderbreking. Weliswaar kan de voortgang van het oplossen op het oog worden gevolgd, doch in den gebleekten toestand kan slechts bij benadering worden beoordeeld welke helderheid het secundaire beeld na de herontwikkeling bezitten zal. Om deze reden zou de methode c, waarbij het resultaat direct zichtbaar is, den voorkeur verdienen boven de methode a.

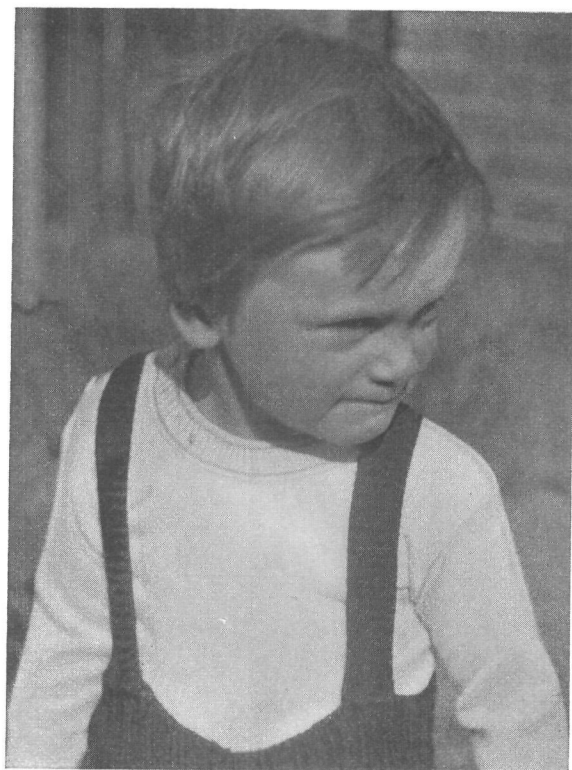


Fig. 58.



Fig. 59.



Fig. 60.

Er is echter nog een ander bezwaar, dat zoowel aan de methode c als aan de methode a verbonden is, het bezwaar n.l., dat het oplossen van het overtollige zilver of zwavelzilver, resp. halogeenzilver niet geheel gelijkmatig verloopt. Bij de praktische toepassing kon dit verschijnsel geregeld worden waargenomen en herhaaldelijk kon worden opgemerkt, dat bij het afzwakken van secundaire positieven

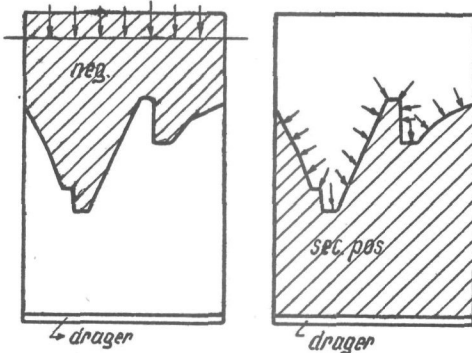


Fig. 61.

Fig. 62.

Fig. 61. Wijze waarop de afzwakking van een primair beeld verloopt. Het dichtheidsrelief wordt niet direct aangetast.

Fig. 62. Wijze waarop de afzwakking van een secundair beeld verloopt. Door den afzwakker worden de toppen van het dichtheidsrelief direct aangetast; hierdoor ontstaat zeer gemakkelijk beschadiging van het beeld.

daardoor zeer spoedig beschadiging van de fijnste beelddetails (dunne boontakken, telegraafdraden enz.) kan optreden.

Het is bekend, dat ook bij het afzwakken van primaire beelden, bijv. met roodbloedloogzout, en natriumthiosulfaat dergelijke beschadigingen kunnen ontstaan, wanneer de beelden geruimen tijd aan de inwerking van het zilver-oplossende bad worden blootgesteld. Dat deze onregelmatigheid zich bij het ophelderen van secundaire beelden volgens de methode a of c zooveel sneller en daardoor ernstiger doet gevoelen, kan als volgt worden verklaard.

Bij een primair beeld, hetzij negatief of positieve afdruk, ligt het beeld aan de oppervlakte en is het dichtheidsrelief naar beneden toe gekeerd. (figuur 61). Bij een secundair beeld ligt het beeld dieper in de laag en is het relief naar boven toe gekeerd. (figuur 62). Bij het afzwakken van primaire beelden begint het oplossen aan den bovenkant en kunnen beschadigingen van de fijne toppen van het relief slechts optreden, nadat het oplosmiddel door het geheele relief heen gedrongen is. Bij de hier beoogde afzwakking van secundaire beelden

worden de relieftoppen direkt aangetast en dientengevolge treden ook de beschadigingen veel gemakkelijker op.

Deze eigenschap is oorzaak, dat noch aan de methode a, noch aan de methode c groote praktische waarde kan worden toegekend. Zij kunnen goede diensten bewijzen, indien slechts weinig halogeenzilver behoeft te worden opgelost of de helderheid slechts weinig behoeft te worden verbeterd. Maar ook dan zal men met voorzichtigheid te werk dienen te gaan, wanneer het onderwerp fijne, scherp gedetailleerde partijen vertoont. Voor het tot sec. positief uitwerken van willekeurige opnamen op normaalgegoten emulsies kunnen zij vanwege de besproken bezwaren, niet geschikt worden geacht.

Wij hebben bij de proeven met de methode c vele der bekende zilveroplossers toegepast. Een kwalitatief verschil in de werking der hiermede samengestelde baden kon niet worden opgemerkt. Ter verheldering van de beelden, welke uit zwavelzilver bestonden, was de keuze

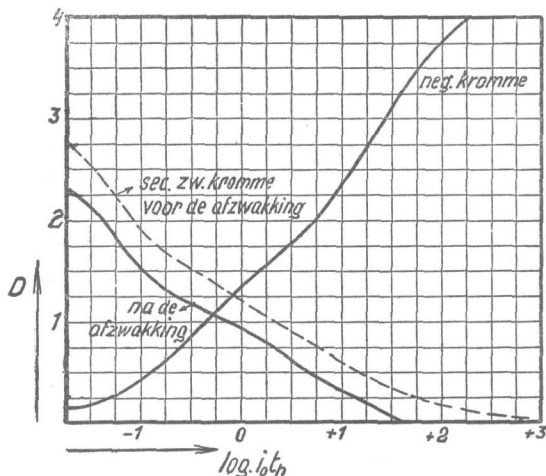


Fig. 63. Afzwakking van een proefstrook, waarin zich het secundaire beeld van een wigafdruk bevindt. Hiervoor werd de Belitski-afzwakker toegepast. Materiaal: Pathé-negatief-film. De figuur toont aan, dat de sec. zwartingskromme slechts een parallelverschuiving ondergaat.

van oplosmiddelen niet groot. De beste resultaten werden verkregen met cyaanalkali (5% in water) doch ook hierbij verliep het oplossen van het zwavelzilver zeer langzaam.

De werking der verschillende afzwakkers werd in het begin met behulp van de zwartingskrommen bestudeerd. Dat echter niet alle verschijnselen, waarmede in de praktische fotografie rekening ge-

Fig. 64.

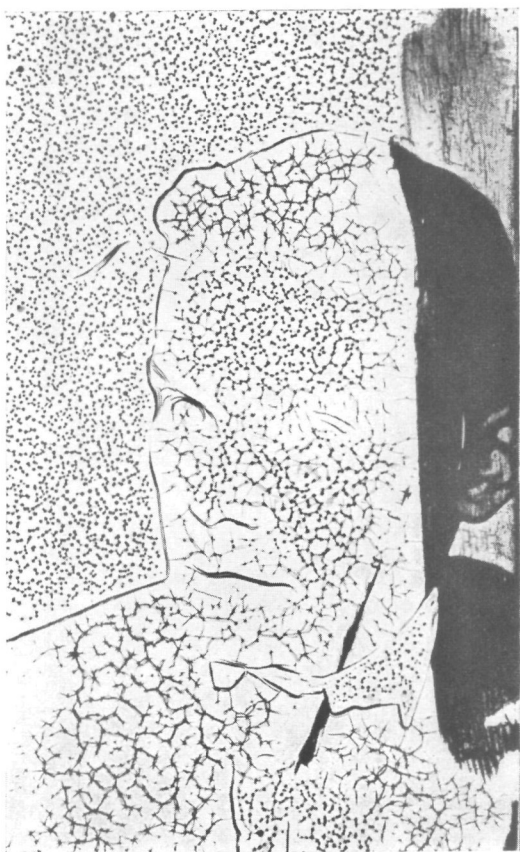


Fig. 65.



Fig. 66.



Fig. 67.

houden moet worden uit de zwartingskrommen kunnen worden afgeleid, wordt door dit geval duidelijk aangetoond.

Bij het afzwakken van wigafdrukken welke tot sec. pos. waren uitgewerkt, werden met verschillende der onderzochte baden zeer goede resultaten verkregen. Fig. 63 en 68 geven hiervan eenige voor-

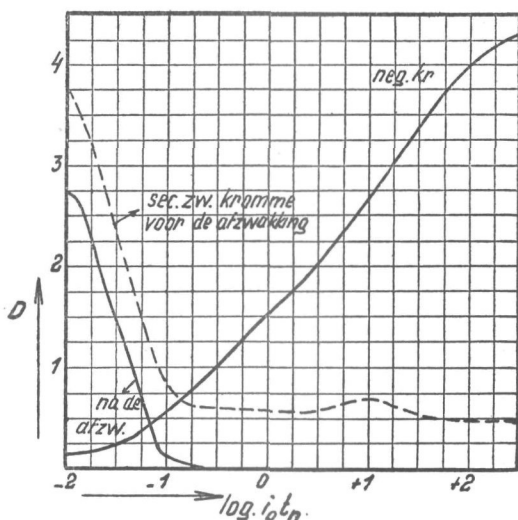


Fig. 68. Afzwakking van een proefstrook van Pathé-negatief-film, waarin zich een sterk gesluierd sec. beeld van een wigafdruk bevindt. De figuur doet zien, dat de sluier door de Belitski-afzwakker volkomen wordt weggenomen en dat de secundaire zwartingskromme hierdoor niet ongunstig wordt beïnvloed.

beelden. Wij zien dat de afzwakking bij deze proefstukken zeer gelijkmatig is verlopen en dat bij het wegnemen van de sluier de krommen niet van vorm veranderen maar slechts een parallelverschuiving naar beneden ondergaan. Doch het dichtheidsrelief van een wigafdruk heeft een vloeiend verloop en de beschadigingen, welke zich bij de praktische toepassing openbaarden, kunnen hierbij dan ook niet voorkomen.

De resultaten, der proefnemingen betreffende de methoden a, b en c kunnen wij als volgt tesamen vatten:

1. De methoden a, b en c zijn niet geschikt te achten voor de vervaardiging van sec. positieven, indien daarbij gebruik wordt gemaakt van emulsies van normale dikte en de opnamen op de gebruikelijke wijze (dus niet extra-lang) worden belicht.
2. Voor het aanbrengen van kleine verbeteringen in de helderheid, en bij het uitwerken van opnamen welke extra lang werden belicht, of waarbij betrekkelijk dunne emulsies werden gebruikt, kan

zoowel de methode a als de methode c met goed gevolg worden toegepast, mits in de onderwerpen geen al te fijne détails voorkomen; bij onderwerpen met zeer fijn geteekende détails, zal er scherp op gelet dienen te worden, dat de behandeling onderbroken wordt, alvorens deze détails door het ophelderen of afzwakken worden beschadigd.

3. De methode b verdient geen aanbeveling. Niet alleen omdat de verbetering, welke hiermede te bereiken is, kleiner is dan die, welke door de methode a of c kan worden verkregen, maar bovendien, omdat bij de samenstelling van den herontwikkelaar rekening gehouden moet worden met de dichtheid van de uitgebleekte laag.

§ 3. De methoden d en e.

Wij hebben nagegaan, of door eene gelijkmatige algeheele looiing van de gelatinelaaag de snelheid, waarmede de ontwikkelaar in de laag doordringt voldoende zou kunnen worden verkleind, om een herontwikkeling volgens schema B te doen ontstaan. Hiervoor werden met verschillende emulsies proeven genomen, waarbij na de bleeking een tusschenbad van tannine, resorcine of formaline werd toegepast. Uit deze proeven bleek echter ten duidelijkste, dat ook bij een zeer krachtige algeheele looiing de diffusiesnelheid nog zooveel grooter is dan de reactiesnelheid, dat de ontwikkeling in alle partijen van de afbeelding gelijktijdig een aanvang neemt en daardoor de helderheid reeds van het begin af aan verloren gaat.

Ook konden wij aantonen, dat een krachtige gedifferentieerde looiing, zooals deze met behulp van looiende negatiefontwikkelaars of met een zwavelzuur-bichromaatbleeker kan worden verkregen, op zichzelf alleen niet voldoende is, om het gewenschte effect — een gedifferentieerde herontwikkeling, die des te krachtiger zou zijn, naarmate in het negatief minder zilver aanwezig was — te bereiken.

Een voorbeeld van een looienden ontwikkelaar, welke door ons werd gebruikt, geeft de volgende samenstelling, die door Koppmann (ter toepassing bij de Koppmann-methode, zie blz. 82) werd aanbevolen:

Pyrocatechin of pyrogallol	20 gr.
Natriumsulfiet	5 gr.
Kaliumcarbonaat	150 gr.
Water	1000 cc.

en van een sterk looienden bichromaat-zwavelzuurbleeker:

Kaliumbichromaat	15 gr.
Zwavelzuur (sg. 1,84) 5% in water	300 cc.
Gedest.water	tot 1000 cc.

Moesten wij dus concludeeren, dat ondanks de looiing welke met dezen bleeker werd verkregen (en in sommige gevallen was deze looiing

Fig. 69.

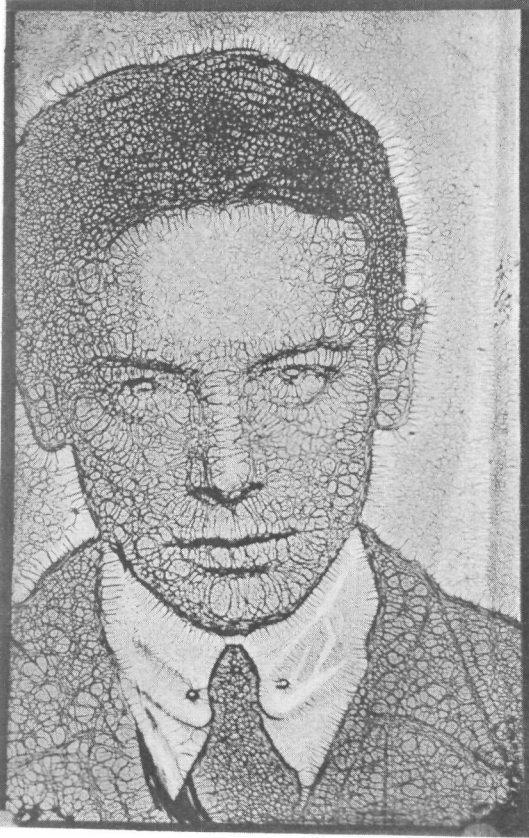


Fig. 70.



Fig. 71.



Fig. 72.

zòò sterk, dat ook na het herontwikkelen en fixeeren de laag tegen kokend water bestand was) geen verbetering is te bereiken, van den anderen kant deden zich bij enkele bleekers, die naast bichromaat ook nog koperzouten bevatten, of die uitsluitend uit koperzouten bestonden, verschijnselen voor, die de mogelijkheid openden om tot een goed resultaat te geraken.

Bij gebruik van deze bleekbaden onderging de laag n.l. een zoodanige verandering, dat noch met normale ontwikkelaars, noch met sulfiden een herontwikkeling kon worden verkregen. Bij de verdere proeven met deze baden is getracht, door wijziging der samenstelling, dit verschijnsel zoodanig af te regelen, dat inplaats van een totaal verhinderen van de reductie, een verandering van de ontwikkelingsvolgorde, in de geest zooals in schema B omschreven, zou worden bereikt.

De gegevens, welke deze verdere proeven hebben opgeleverd, kunnen als volgt worden geresumeerd:

Er schijnt zich bij het gebruik van eenige der onderzochte bleekbaden (No. 2, No. 3 en No. 8 van de tabel No. 3 op blz. 109) inderdaad een stof in de gelatine te vormen of af te zetten, welke de snelheid, waarmede de ontwikkelvloeistof in de laag diffundeert, sterk verminderen kan. De samenstelling van deze stof is niet bekend en een onderzoek hiernaar werd niet ingesteld. Opgemerkt werd, dat de optredende vertraging afhankelijk is van de dichtheid van het negatief, dat weggebleekt wordt (wellicht ware het beter te zeggen: van de zilverconcentratie in de gelatine) en in zekeren zin ook van den aard van de emulsie. Bij het wegbleeken van zeer dichte negatieven schijnt de vertraging-gevende stof in overmaat te worden gevormd en zich op den bovenkant van de gelatinelag af te zetten. Er ontstaat daarbij een metaalachtig huidje. Bij te groote overmaat wordt het bleekproces zelf vertraagd en zelfs stopgezet. Ook met een versche oplossing kan het negatief daarna niet verder tot bleeking worden gebracht. Er doet zich bij het wegbleeken van krachtig ontwikkelde negatieven (en in het bijzonder indien deze in een looienden ontwikkelaar werden tevoorschijn geroepen) meermalen een beschadiging van de gelatine voor, welke zich door het optreden van barsten of sterretjes openbaart. Beide verschijnselen: het afzetten van een metaalachtig huidje en het optreden van beschadigingen als bovengenoemd, kunnen zeer plaatselijk zijn en bijv. alleen voorkomen in de dichtste partijen van het negatief. Wordt een gebleekte laag, waarop zich het bedoelde huidje heeft gevormd (in vele gevallen is dit niet met het bloote oog zichtbaar) in een normalen ontwikkelaar of een sulfide-oplossing gebaad, dan treedt ter plaatse van de beschadigingen een zeer lokale zwarting op. In sommige gevallen bleek het mogelijk te zijn, door de laag met een penseel of met de vinger te wrijven, de herontwikkeling in alle partijen te doen beginnen. Meestal werden daarbij echter zeer eigen-

aardige, soms op teekeningen gelijkende afbeeldingen verkregen. Werd als herontwikkelaar een sulfideoplossing gebezigd, waaraan thiocarbamid of ureum was toegevoegd, dan bleef de zwarting niet tot de beschadigde plaatsen beperkt, doch ontwikkelde zich een positief beeld met min of meer vervloede beeldontrekken.

Het gelukte niet door verandering der bleekbaden het verschijnsel der vertraging zoodanig af te regelen, dat een betrouwbare werkwijze ontstond. Wij konden de volgende gevallen onderscheiden:

1. Het negatief is niet dicht genoeg. De optredende vertraging is te klein. Het secundaire positief sluiert en is onbruikbaar.

2. Het negatief heeft de verlangde dichtheid. De ontwikkeling van het pos.beeld verloopt als gewenscht en kan op het meest gunstige oogenblik worden onderbroken. Daarna volgt fixeeren.

3. Het negatief is te dicht. De optredende vertraging is te groot. Dit verschijnsel kan plaatselijk zijn. De gelatine wordt tijdens het bleeken beschadigd. De in overmaat gevormde, vertraging gevende stof zet zich op de gelatine af als een voor den herontwikkelaar ondoordringbaar huidje.

Geval 2 deed zich slechts bij uitzondering voor. Ook dan nog was de werking van het bleekbad meestal onregelmatig en traden vlekken op. In principe gedroegen zich de bleekers No. 2, 3 en 8 gelijk. Echter werden meer onregelmatigheden opgemerkt bij gebruik van No. 3 en 8 dan bij gebruik van No. 2.

Eenige der meest typeerende resultaten, welke bij deze proeven werden verkregen, zullen wij aan de hand van figuur 64 tot 67 en 69 tot 74 in het kort afzonderlijk bespreken.

Fig. 64. De afbeelding geeft een voorbeeld van de gelatinebeschadiging, zooals deze door bleeker No. 2 (tabel No. 3, blz. 109) op een lan-taarnplaat werd veroorzaakt. Het ruim belichte negatief, dat in een looienden pyrogallol-ontwikkelaar krachtig was ontwikkeld, werd in 1 min. geheel weggebleekt. Door herontwikkeling met 1‰ Na_2S werd geen beeld verkregen. Het plaatje werd ongefixeerd afgedrukt. De zwarte lijnen en sterretjes geven de gelatinebeschadigingen weer.

Fig. 65. Opname op een langzame reproductieplaat. Belichting vrij kort. Ontwikkeling zwaar. Gebleekt in ca. 18 minuten in bleeker No. 2. Daarna 3 uur in lauw water gespoeld. Herontwikkeld in Na_2S 1‰. Alleen de gelatinebeschadigingen zijn zichtbaar geworden, welke op eigenaardige wijze de lijnen van het onderwerp volgen. Aan de linkerzijde is een zône zichtbaar, waarin de ontwikkeling goed verlopen is, doch te ver is voortgezet. Deze plaats werd vòòr de herontwikkeling licht met de vinger gewreven. Gefixeerd in natriumthiosulfaat.

Fig. 66. Plaatsoort, opname, ontwikkeling, spoelen en bleeken als vorige. Het geheele beeldje met de vinger afgewreven. De pos. ont-

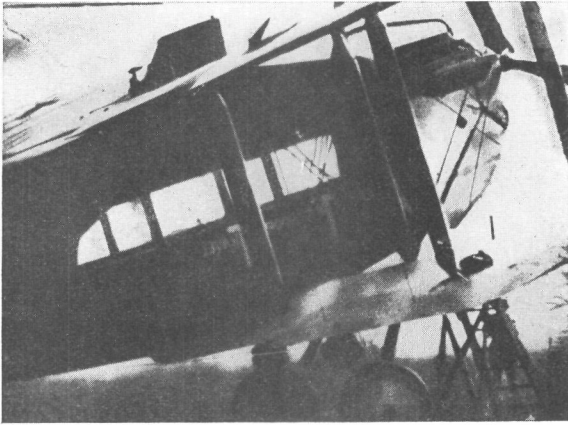


Fig. 73.

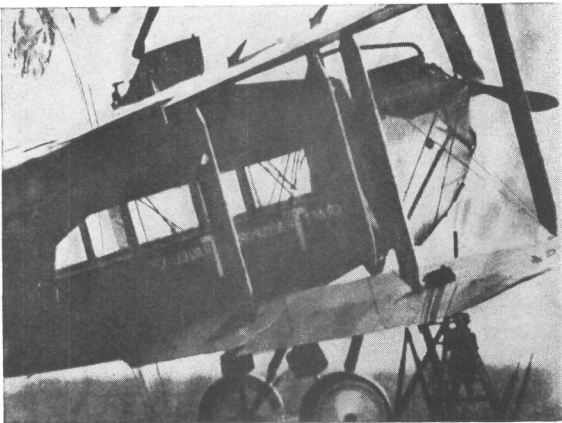


Fig. 74.

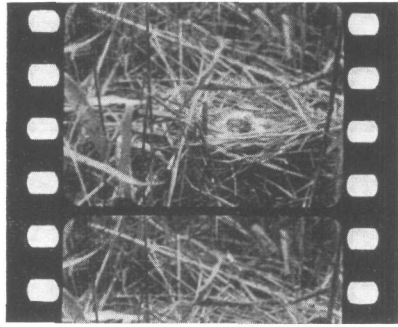


Fig. 75.

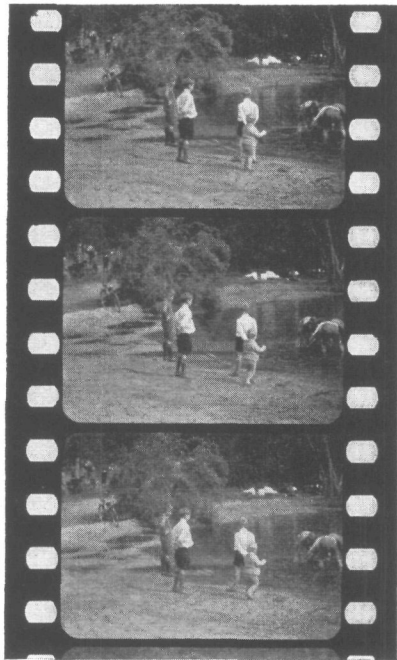


Fig. 76.

Fig. 75 en 76. Sec. kino-positieven, waarbij een gedoseerde tweede belichting werd toegepast. Zie de tekst op blz. 194 en 195.

wikkeling verliep sluiervrij (met 1 % Na_2S) doch onregelmatig. Fixage als vorige.

Fig. 67. Als vorige. Zeer licht met de vinger gewreven, tijdens de herontwikkeling met 1 % Na_2S . Fixage als vorige.

Fig. 69. Voorbehandeling als vorige. Na het bleeken en spoelen is dit plaatje 5 min. in 96 % alcohol gebaad en daarna in 2 % Na_2S herontwikkeld. De gelatine is door de behandeling met alcohol sterk gericuleerd.

Fig. 70. Opname ruim belicht en zeer zwaar ontwikkeld in een metol-hydrochinon-ontwikkelaar. Gebleekt als vorige. Na het bleeken 6 min. gespoeld in koud water. Herontwikkeld in 5 ‰ Na_2S . De ontwikkeling verliep sluiervrij, doch niet regelmatig. Het contrast van het positief was belangrijk grooter dan van het negatief. Fixage als vorige.

Fig. 71. Reproductieplaat. Opname normaal belicht en ontwikkeld in een pyro-aceton-ontwikkelaar. Negatief normaal. Gebleekt als vorige, daarna 6 min. gespoeld in koud water. Herontwikkeling in 1 % Na_2S gaf hoegenaamd geen beeld. Wrijven met een penseel in den herontwikkelaar deed op de gewreven plaatsen de ontwikkeling beginnen. De zwarte vlekjes zijn de gelatinebeschadigingen door den bleeker veroorzaakt, welke tot zeer plaatselijke zwartingen aanleiding hebben gegeven.

Fig. 72. Reproductieplaat van een ander fabrikaat. Opname normaal belicht en ontwikkeld in een pyrocatechin-ontwikkelaar. Negatief krachtig. Gebleekt als vorige (7 min.) Gespoeld 6 min. in koud water. Herontwikkeld in Na_2S 5 ‰ en thiocarbamid 5 ‰ gelijke deelen. Het eigenaardige van dit beeld is, dat het negatief volkomen scherp was. De onscherpte van het sec. positief is veroorzaakt door zijdeling-sche diffusie van den ontwikkelaar in de gelatine, op de plaatsen waar de ontwikkelaar door het beschermende huidje is heengedrongen. Fixage als vorige.

Fig. 73 en 74. Deze voorbeelden zijn genomen uit een serie van ongeveer 40 proeven. De negatieven van deze serie waren volkomen gelijk (afdrukken van een diapositief). De samenstelling van den bleeker (een bichromaatbleeker, welke koperzouten bevatte) werd gevarieerd en gecontroleerd werd in hoeverre het eindresultaat daardoor werd beïnvloed. Alhoewel de herontwikkeling bij deze proeven in de schaduwpartijen begon en het contrast geleidelijk toenam, bleef het resultaat beneden de verwachtingen, doordat steeds vlekken optraden. Het verschil in contrast, dat in deze afbeeldingen kan worden

waargenomen, moet aan het verschil in de bleeker-samenstelling worden toegeschreven. No. 73 werd gebleekt in:

KJ 6 %	.....	2 cc.
CuSO ₄ 20 %	.....	50 cc.
K ₂ Cr ₂ O ₇ 5 %	.....	5 cc.

De bleektijd van dit plaatje bedroeg 20 minuten. No 74 werd gebleekt in:

KBr 20 %	.....	38 cc.
CuSO ₄ 20 %	.....	63 cc.
K ₂ Cr ₂ O ₇ 5 %	.....	9 cc.

In 50 seconden was hierin het negatief verdwenen. Na beëindiging der herontwikkeling was in beide proefplaten nog een overmaat halogeenzilver aanwezig. Gefixeerd met natriumthiosulfaat.

Betreffende de eigenschappen van eenige der als bleeker gebruikte baden zijn in Tabel No. 3 eenige gegevens vermeld.

De resultaten van de proeven, welke in deze § werden beschreven kunnen als volgt worden tesamen gevat:

1. Het is gebleken niet mogelijk te zijn, door een gelijkmatige algeheele looing van de gelatinelaag te verkrijgen, dat secundaire positieven van voldoende helderheid kunnen worden vervaardigd in die gevallen, waarin onder de dichtste partijen van het negatief nog ongereduceerd halogeenzilver achterblijft.

2. Bij het gebruik van eenige bleekers werd een zeer sterke gedifferentieerde vertraging van de herontwikkeling geconstateerd. Het is evenwel niet gelukt op grond van deze gegevens een practisch bruikbare methode uit te werken.

Als algemeene conclusie van dit hoofdstuk zouden wij kunnen stellen:

De beschreven methoden, waarbij secundaire beeldvorming wordt verkregen, zonder toepassing eener gedoseerde tweede belichting, zijn niet geschikt te achten voor de emulsies van normale dikte. Voor de vervaardiging van kinopositieven, met behulp van de normale in den handel voorkomende negatief-emulsies, zijn zij onbruikbaar.

TABEL No. 3.

Overzicht over de werking van eenige baden, welke als bleeker werden gebruikt.

Nr.	Samenstelling.	Werking als bleeker.	Resultaat bij de herontwikkeling.
1	<p>Kaliumbichromaat + salpeterzuur of zwavelzuur.</p> <p>Het bichromaatgehalte werd gevarieerd tusschen 5 en 100 gr. per liter, het zwavelzuurgehalte (sg: 1,84) of het salpeterzuurgeh. (sg: 1,4) tusschen 120 en 400 cc eener 5% oplossing.</p>	<p>Bleekt snel in de onderzochte samenstellingen. Geen onregelmatigheden werden daarbij opgemerkt.</p>	<p>Geen invloed op de wijze, waarop de herontwikkeling verloopt werd waargenomen, alhoewel sterke looing optreedt.</p>
2	<p>Kaliumbichromaat + kopersulfaat + broomkali.</p> <p>De samenstelling, waarin dit bad meestal werd gebruikt, was als volgt:</p> <p>$K_2Cr_2O_7$ 10 gr $CuSO_4$ 120 „ KBr 70 „ water 1000 cc</p> <p>Ook werd KBr door een aequivalente hoeveelheid NaCl vervangen. Zie verder de aanteekening onder deze tabel.</p>	<p>Bleekt snel met KBr, langzamer met NaCl. Bij het wegbleeken van negatieven, welke in een looienden ontwikkelaar werden ontwikkeld traden gewoonlijk de op blz. 103 besproken onregelmatigheden op; in sterkere mate bij den NaCl- dan bij den KBr-bevattenden bleeker. Zie verder de aanteekening.</p>	<p>Zeer grooten invloed op de herontwikkeling. Zie hierover de bespreking der resultaten op blz. 103 e.v. alsook de aanteekening onder deze tabel.</p>
3	<p>Kaliumbichromaat + koperammoniumchloride.</p>	<p>Een bad bestaande uit: kaliumbichromaat 1% 10 cc en koperammoniumchloride 5% 500 cc bleekt een zwaar negatief in 5 à 6 min. weg.</p> <p>Bij eene vermeerde-</p>	<p>Invloed op de herontwikkeling eveneens zeer groot. Zie de bespreking der resultaten op blz. 103. Nochtans werden bij gebruik van dezen bleeker steeds slechtere resultaten ver-</p>

TABEL No. 3 (Vervolg).

Nr.	Samenstelling.	Werking als bleeker.	Resultaat bij de herontwikkeling.
4	<p>Kaliumbichromaat + ijzerchloride + broomkali.</p> <p>Toegepast werd de samenstelling:</p> <p>$K_2Cr_2O_7$ 5% .. 5 cc $FeCl_3$ 20% ... 30 „ KBr 20% 20 „</p>	<p>ring van het bichromaatgehalte tot de 5-voudige hoeveelheid was de optredende looiing veelal zòd sterk, dat de bleeking werd stopgezet. Bleekt snel.</p>	<p>kregen dan bij de vorige. Meer vlekken en onregelmatigheden traden daarbij op.</p> <p>Geeft zeer zware sluier bij de herontwikkeling.</p>
5	<p>Kaliumpermanganaat + zwavelzuur, salpeterzuur of phosphorzuur. Ook met azijn-, citroen-, booren oxaalzuur werden eenige proeven genomen. Dit bad werd meestal gebruikt in de samenstelling:</p> <p>H_2SO_4 (sg. 1,84) 1% 40 cc $KMnO_4$ 10% . 10 „</p> <p>De samenstelling der overige baden was ongeveer equivalent.</p>	<p>Bleekt snel in alle onderzochte combinaties, uitgezonderd met citroenzuur. Onregelmatigheden traden hierbij niet op. Door het oxaalzuur bevattende bad werd de gelatine soms aangetast.</p>	<p>Bij de herontwikkeling werd steeds eene gelijkmatige zwarting van de uitgebleekte laag verkregen. Voor de toepassing op emulsies van normale dikte is deze bleeker ongeschikt.</p>
6	<p>Kaliumpermanganaat + kopersulfaat + broomkali.</p> <p>Toegepast in de samenstelling:</p> <p>$KMnO_4$ 1% .. 10 cc $CuSO_4$ 20% .. 50 „ KBr 20% 30 „</p>	<p>Door een bad van de genoemde samenstelling wordt een zwaar negatief in eenige minuten weggebleekt.</p>	<p>Geen gunstigen invloed op de herontwikkeling. Resultaten ongeveer gelijk aan die van de vorige serie.</p>
7	<p>Ammoniumpersulfaat + zwavelzuur,</p>	<p>Het genoemde bad bleekt een zwaar ne-</p>	<p>Geen gunstigen invloed op de heront-</p>

TABEL No. 3 (Vervolg).

Nr.	Samenstelling.	Werking als bleeker.	Resultaat bij de herontwikkeling.
	<p>salpeterzuur of phosphorzuur. Toegepast in de samenstelling: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 10% 50 cc H_2SO_4 (sg. 1,84) 5 % 3 à 5 cc De overige zuren werden in aequivalente hoeveelheden toegevoegd.</p>	<p>gatief in eenige minuten weg. Een verwanging van het zwavelzuur door een der andere genoemde zuren bracht hierin weinig of geen verandering.</p>	<p>wikkeling waargenomen. Resultaten vrijwel gelijk aan die der vorige twee series.</p>
8	<p>Koperammoniumchloride. Concentraties variërende van 1 tot 12 % (in water) werden onderzocht.</p>	<p>Bleekt snel, doch onregelmatig. In vele gevallen werd de vorming van een metaalachtig huidje tijdens de bleeking waargeter van invloed.</p>	<p>Grooten invloed op de herontwikkeling. Zie hierover de bespreking der resultaten op blz. 103 e.v.</p>
9	<p>Koperchloride. (CuCl_2) Ook hierbij werden concentraties variërende van 1 tot 12 % onderzocht.</p>	<p>Bleekt ongeveer even snel als vorige, doch meer onregelmatigheden en gelatinebeschadigingen werden daarbij waargenomen.</p>	<p>De eigenaardige invloed op de herontwikkeling uitgeoeffend door de met No. 2, 3 en 8 gemerkte bleekers werd bij de met koperchloride gebleekte proefstukken niet of slechts in geringe mate waargenomen.</p>
10	<p>Ijzeraluin. Concentraties variërende van 1 tot 5 % werden onderzocht.</p>	<p>De bleeking door ijzeraluin uitgeoefend verloopt zeer langzaam. Een krachtig negatief wordt in 2 à 3 uur weggebleekt in een 5% oplossing.</p>	<p>Geen gunstigen invloed op de herontwikkeling werd waargenomen. Een vrij zware groensluier treedt op, die echter door een tussenbad van zwavelzuur (sg. 1,84) 5% kan worden weggenomen.</p>

TABEL No. 3 (Vervolg).

Nr.	Samenstelling.	Werking als bleeker.	Resultaat bij de herontwikkeling.
II	IJzeraluin + zwavelzuur. Toegepast werd een bad bestaande uit: IJzeraluin 5% 50 cc H ₂ SO ₄ (sg. 1,84) 5 „	In het genoemde bad wordt een krachtig negatief in ca 1 uur weggebleekt.	Geen gunstigen invloed op de herontwikkeling werd waargenomen.

Aanteekening betreffende bleeker No. 2.

De voor deze bleeker genoemde samenstelling, waarvan bij de proeven werd uitgegaan, komt overeen met die, van een in de broomverfdruk veelvuldig toegepast bleekbad. De invloed, welke door een verandering der bestanddeelen kan worden teweeggebracht werd onderzocht door deze bestanddeelen beurtelings te varieren tusschen ca $\frac{1}{5}$ en $2 \times$ de opgegeven hoeveelheid. Bij deze proeven, waarvoor gebruik gemaakt werd van verschillende lantaarnplaten, langzame reproductieplaten en van de Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm — en waarbij KBr ook door aequivalente hoeveelheden NaCl werd vervangen — kon het volgende worden opgemerkt:

a. dat de KBr-bevattende baden van de onderzochte samenstellingen, sneller en vollediger bleeken dan de NaCl bevattende.

b. dat de onregelmatigheden, die wij aan het vormen van een beschermend huidje toeschreven, eerder optreden bij de NaCl-bevattende baden dan bij de KBr-bevattende.

Een variatie van het KBr- of NaCl-gehalte binnen de genoemde grenzen bleek hierop weinig invloed uit te oefenen. Bij de in de tabel genoemde samenstelling trad (voor de Gevaert-film) alleen bij het NaCl-bevattende bad deze onregelmatigheid nog op, niet echter bij het KBr-bevattende. Een verlaging van het NaCl gehalte tot op de helft was reeds voldoende om ook hierbij het verschijnsel te onderdrukken.

Van meer invloed bleek het kaliumbichromaat- en het kopersulfaat-gehalte te zijn. Een vermindering tot op de helft van de opgegeven hoeveelheid dezer stoffen, deed zowel met KBr als met NaCl deze onregelmatigheid te voorschijn komen.

In het bijzonder bij de proeven met de Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm kon duidelijk worden waargenomen, dat ook in dit geval het verschijnsel bij toepassing van NaCl sterker is geprononceerd.

HOOFDSTUK IV.

DE PRACTISCHE TOEPASSING DER METHODEN, WAARBIJ DE SECUNDAIRE BEELDVORMING WORDT VERKREGEN DOOR DE LICHTGEVOELIGE EMULSIE, HETZIJ VÒÒR, HETZIJ NÀ DE VERWIJDERING VAN HET PRIMAIRE BEELD, AAN EENE GEDOSEERDE TWEDE BELICHTING TE ONDERWERPEN.

§ 1. Inleiding.

Bij de beschrijving, welke wij in Hoofdstuk II hebben gegeven van de verschillende methoden, die voor de vervaardiging van secundaire beelden toepassing vinden, hebben wij er eenige vermeld, waarbij van eene gedoseerde tweede belichting gebruik wordt gemaakt. Het waren:

- de Koppmann-methode,
- de Mimosa-methode,
- het Coates-procédé,
- (4) de methode Capstaff,
- (5) de methode, welke wij als typeerend voorbeeld voor het eerste beginsel hebben genoemd, waarbij n.l. de gevoelige laag na de negatiefontwikkeling, doch vòòr de bleeking, opnieuw wordt belicht.

Voor de kino-praktijk komt noch de Koppmann-meth., noch de Mimosa-meth. in aanmerking. Bij beide wordt het primaire beeld verwijderd, door een gedeelte van de gelatinelaag in heet water op te lossen, een behandeling, die voor kinofilm bezwaarlijk is toe te passen. Bovendien kan de Mimosa-meth. alleen voor speciaal daarvoor vervaardigde dubbel-emulsies worden gevolgd, terwijl de Koppmann-meth. daarenboven het groote nadeel bezit, dat tijdens de positief-ontwikkeling ook het negatief zich nog in de laag bevindt, waardoor de beoordeeling van het positieve beeld gedurende de ontwikkeling onmogelijk is. Deze methoden zijn derhalve niet verder onderzocht. Doch ook het Coates-procédé werd niet nader bestudeerd, omdat voor eene geëgelde toepassing het gebruik van de betrekkelijk dure, weinig houdbare en daarbij nog giftige, uraan bevattende baden een ernstig bezwaar werd geacht.

Wij hebben ons onderzoek daarom beperkt tot de met (4) en (5) aangeduide werkwijzen, waarbij de vorming van het secundaire beeld tot stand komt door de gevoelige laag, hetzij vòòr, hetzij nà de wegbleeking van het negatief aan een gedoseerde tweede belichting te onderwerpen en waarbij de tweede ontwikkeling plaats

vindt, nadat het primaire beeld met een oxydatiemiddel uit de laag is verwijderd.

Nadat ons door voorloopige proeven gebleken was, dat deze twee methoden goede resultaten kunnen geven voor plaat- en filmsoorten van lage, middelmatige en hoge gevoeligheid werden zij gedurende meer dan 5 jaren geregeld toegepast voor het uitwerken van kinopnamen van de meest uiteenlopende onderwerpen. Zoowel zeer kort alsook zeer lang belichte opnamen kwamen daarbij vele malen voor. Bij deze toepassing, welke zich over ca. vijftien verschillende filmsoorten uitstreckte, kwamen wij tot de gevolgtrekking, dat beide methoden, uit een phototechnisch oogpunt bezien, een goede practische waarde bezitten en dat de hiermede te verkrijgen positieven — bij een goede materiaalkeuze — niet bij afdrucken behoeven achter te staan. (Hierop komen wij in Hoofdstuk VI terug).

Ook is het gebleken, dat de behandeling, welke de plaat of film bij de toepassing der methoden (4) of (5) moet ondergaan, — afgezien van de tweede belichting — practisch dezelfde is. Wij kunnen deze behandeling in stappen verdeelen als volgt:

1. De belichting in de camera.
2. De ontwikkeling van het negatief.
- 2a. De tweede belichting bij toepassing der methode (5).
3. De verwijdering van het negatief.
4. De behandeling met het tusschenbad.
- 4a. De tweede belichting bij toepassing der methode (4).
5. De ontwikkeling van het secundaire positief.
6. Het fixeeren, spoelen en drogen.

Tusschen de stappen 2 en 3, 3 en 4, 4 en 5 vindt een korte spoeling plaats.

De verschillende bijzonderheden, waarop gelet moet worden en de moeilijkheden, welke zich bij het bestudeeren der practische waarde dezer procédés hebben voorgedaan zullen wij in de volgende §§ in het kort spreken. De tweede belichting zullen wij daarbij buiten beschouwing laten; deze wordt in Hoofdstuk VI meer uitvoerig behandeld.

§ 2. De belichting in de camera.

Bijzondere voorzorgen behoeven hierbij niet te worden genomen. Dezelfde belichtingstijden, welke voor opnamen, die tot negatief ontwikkeld en daarna afgedrukt moeten worden geschikt zijn, kunnen hiervoor dienen. Het verdient echter geen aanbeveling zoo lang te belichten, dat onnoodig dichte negatieven ontstaan. Voor het toepassen der tweede belichting na de bleeking vormen dichte negatieven geen bezwaar. Daarentegen wordt de tweede belichting vòòr de bleeking

bij zeer dichte negatieven soms buitensporig lang. Hierop komen wij later terug. Meermalen hebben wij opgemerkt, dat zèer kort belichte negatieven betere secundaire-positieven dan afdruk-positieven geven. Wij meenen dit verschijnsel te moeten toeschrijven aan het feit, dat het fixeerbade (gewoonlijk bestaande uit natriumthiosulfaat en natriumbisulfiet) in geringe mate ook als zilveroplosser werkt. Hierdoor kunnen tijdens het fixeeren zwakke détails in de schaduwen verloren gaan, welke behouden blijven indien de opname tot secundair beeld wordt uitgewerkt.

§ 3. De ontwikkeling van het negatief.

Het belangrijkste verschil tusschen negatieven bestemd om te worden afgedrukt en negatieven, welke tot secundair positief moeten

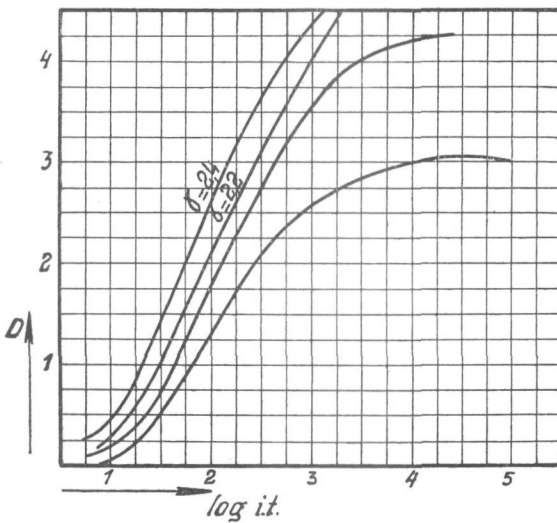


Fig. 77. Zwartingskrommen van Pathé-positief-film, voor een ontwikkeling van 1; 3; 6 en 12 min.

Ontwikkelaar: recept No. 4 blz. 121.

N.B. Deze film is ongekleurd.

worden uitgewerkt, is, dat bij deze laatste het ontwikkelen veel verder moet worden voortgezet, dan bij de eerste. In de praktijk verlangt men in het algemeen krachtige filmpositieven en ook indien het negatiefkontraat niet al te groot is, kan men bij het afdrucken krachtige positieven verkrijgen, doordat de emulsies, welke speciaal voor het afdrucken worden gefabriceerd, zeer kontrastrijk werken. (Zie ook Hoofdstuk VI § 7). In figuur 77, 78 en 79 geven wij de zwartings-

krommen van eenige der meest bekende dezer positief-filmsoorten weer. Zooals wij kunnen opmerken, is het karakter dezer krommen voor de drie soorten practisch gelijk en kan de ontwikkelfactor een hooge waarde bereiken.

Bij de vervaardiging van secundaire positieven kan niet zoo gemak-

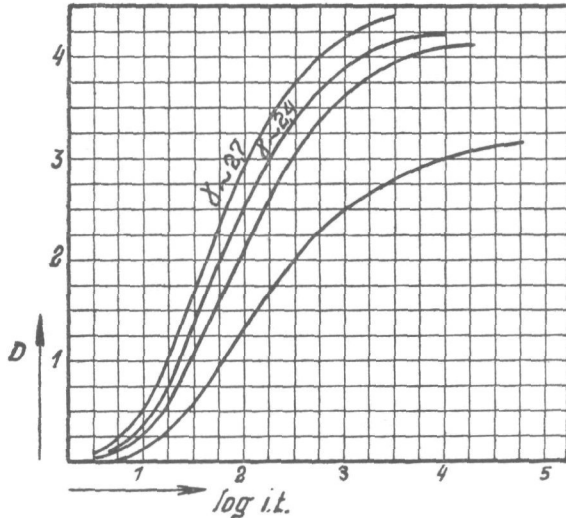


Fig. 78. Zwartingskrommen van Agfa-positief-film, voor een ontwikkeling van 1; 3; 6 en 12 min. Ontwikkelaar: recept No. 4 blz. 121. N.B. Deze film is lichtgeel gekleurd. Bij het photometreeren werd een stuk onbelichte, uitgefixeerde film als filter gebruikt.

kelijk aan den eisch, dat het kinobeeld krachtig moet zijn, worden voldaan en een eerste voorwaarde daarvoor is, dat het contrast van het primaire beeld flink hoog wordt opgevoerd, d.w.z., dat het negatief lang wordt ontwikkeld.

Er is echter nog een tweede zeer belangrijke beweegreden hiervoor aan te geven. Zooals de proeven hebben bewezen, bestaat bij alle emulsies het gevaar, dat bij de tweede ontwikkeling opnieuw een negatief beeld wordt gevormd, indien de eerste ontwikkeling niet ver genoeg is voortgezet. Is de laag vòòr of nà de bleiking aan eene gedoseerde tweede belichting onderworpen, dan wordt in dit geval bij de herontwikkeling dus zoowel een positief als een negatief zichtbaar. De hierdoor optredende hybridsluier werkt zeer nadeelig op de kwaliteit van de afbeelding, ja kan het kinobeeld zelfs geheel onbruikbaar maken. Ten einde dit verschijnsel te bestudeeren en na te gaan hoever,

of hoe lang de negatiefontwikkeling moet worden voortgezet om hybridsluier in het secundaire beeld te voorkomen, werd van de Pathé-negatief-film, de Perutz-Fliegerfilm en de Agfa-Ultra-Spezial-plaat een serie wigafdrukken resp. 1, 2, 4 en 8 minuten ontwikkeld in den metol-hydrochinon-ontwikkelaar, recept No. 7 op blz. 121 en gefixeerd,

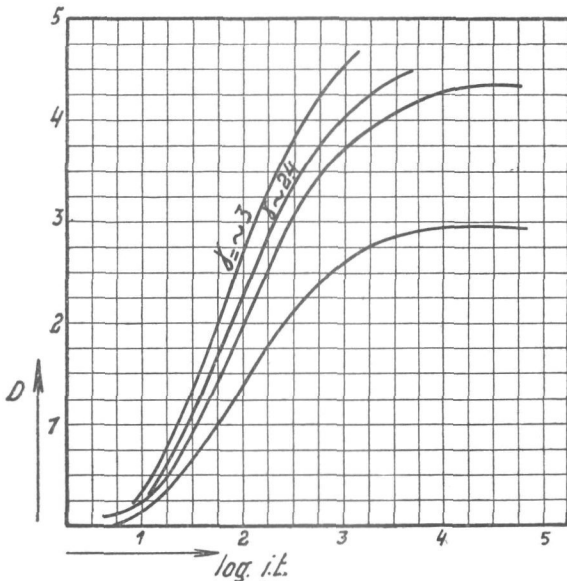


Fig. 79. Zwartingskrommen van Kodak-positief-film, voor een ontwikkeling van 1; 3; 6 en 12 min.

Ontwikkelaar: recept No. 4 blz. 121.

N.B. Deze film is vrij sterk geel gekleurd. Bij het photometreeren werd een stuk onbelichte, uitgefixeerde film als filter gebruikt.

terwijl een tweede serie, na gelijke belichting en ontwikkeling, zonder toepassing der tweede belichting aan de behandeling tot het verkrijgen van secundaire positieven werd onderworpen.

De wigafdrukken van de tweede serie werden na de negatiefontwikkeling 6 min. gespoeld, 3 min. gebleekt in den kaliumbichromaatbleeker, waarvan de samenstelling op blz. 124 is aangegeven, opnieuw 6 min. gespoeld, 3 min. behandeld met een tusschenbad bestaande uit een 10 % natriumsulfiet-oplossing, weer 6 min. gespoeld en ten slotte 6 min. in den reeds genoemden metol-hydrochinon-ontwikkelaar gebaad.

De bij deze proeven verkregen zwartingskrommen zijn in figuur 80 tot 85 afgebeeld; fig. 80, 82 en 84 toonen de oorspronkelijke negatiefkrommen en fig. 81, 83 en 85 de krommen van het teruggekeerde

negatief. De cijfers bij de krommen geven den *eersten* ontwikkeltijd in minuten aan. Vergelijken wij nu de bij elkaar behorende (gelijk genummerde) krommen dezer emulsies met elkaar, dan zien wij, dat bij alle drie voor een ontwikkeltijd van één minuut het teruggekeerde negatief nog krachtiger is dan het oorspronkelijke. Voor een ontwikkeling van twee minuten is bij de Perutz-film gèèn, bij de Pathé-film

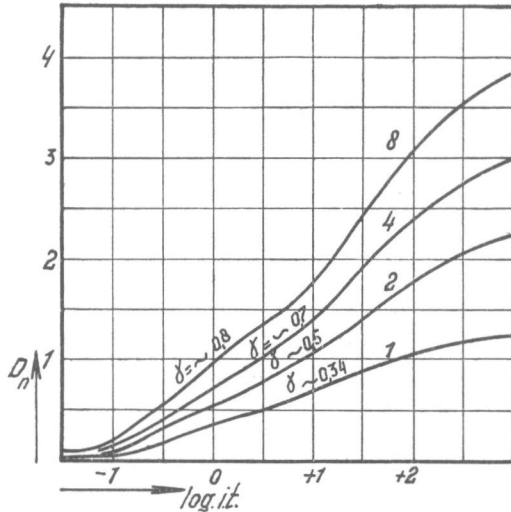


Fig. 80. Zwartingskrommen van Pathé-negatief-film. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121. De cijfers bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan.

en de Agfa-plaat slechts een flauwe terugkeer zichtbaar en voor 8 minuten is het verschijnsel geheel onderdrukt.

Een typisch verschil tuschen de drie onderzochte emulsies is nog, dat bij de Pathé-film de terugkeer van het negatief in sterkere mate van de grootte der primaire zwarting afhankelijk is dan bij de twee andere soorten. Zoo zien wij in figuur 81, dat voor een eerste ontwikkeling van 2 minuten de sluier bij de herontwikkeling pas optreedt vanaf het punt, waar de primaire zwarting ca. 1,2 bedroeg, wat dus zeggen wil, dat voor negatieven waarin geen grootere zwartingen dan 1,2 voorkomen, wij met een primaire ontwikkeling van 2 minuten (*in dezen ontwikkelaar*) kunnen volstaan om secundaire positieven vrij van hybridsluier te verkrijgen.

Bij de Agfa- en de Perutz-emulsie is voor deze ontwikkeltijd de terugkeer nog op alle plaatsen van het proefstuk waar te nemen. Dit verschil kon bij onze practische proeven herhaaldelijk worden geconstateerd.

Bij vele experimenten werd tevens waargenomen, dat de rand der

proefstukken, welke bij de belichting onder de wig was afgedekt en dien-tengevolge bij de ontwikkeling de geringste zwarting onderging, bij de tweede ontwikkeling meer neiging tot sluier vertoonde. Ook in de afgebeelde diagrammen komt dit verschijnsel tot uiting. Het duidelijkste wordt dit aangeduid door het opwippen der Perutz-krommen aan den linkerkant van het diagram in figuur 85; echter kan dit op-

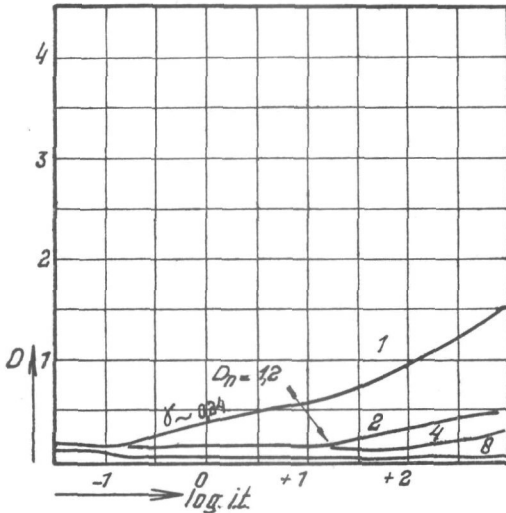


Fig. 81. Pathé-negatief-film. Terugkeer van het negatief bij de tweede ontwikkeling. De cijfers bij de krommen geven den *primairen ontw. tijd* in minuten aan.

Tweede ontwikkeling: 6 min. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121.

wippen in geringe mate ook in de Pathé en Agfa- diagrammen fig. 81 en 83 worden opgemerkt.

Wij hebben door deze voorbeelden aangetoond, dat de primaire ontwikkeling bij de toepassing der methoden voor het verkrijgen van sec. beelden, niet op een willekeurig oogenblik kan worden onderbroken, doch zoover moet worden voortgezet, dat hybridsluier, of negatiefterugkeer bij de tweede ontwikkeling, wordt voorkomen. Wij konden constateeren, dat het negatief daarvoor niet, wat men noemt „geheel-uitontwikkeld” behoeft te zijn ¹⁾ en dat de vereischte mate van ontwikkeling tot op zekere hoogte afhankelijk is van de grootte der maximum zwarting d.w.z. van het onderwerp en den belichtingstijd in de camera. Het is niet mogelijk een algemeen geldende

¹⁾ Dit verschijnsel hangt naar onze meening samen met de eigenschap, dat door het bleekbad de ontwikkelbaarheid van het latente beeld wordt verminderd. Hierop komen wij in hoofdstuk VI, § 4 terug.

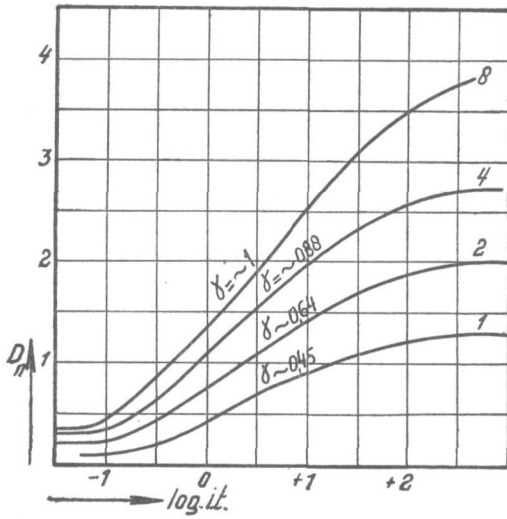


Fig. 82. Zwartingskrommen van Agfa-Ultra-Spezial-plaat. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121. De cijfers bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan.

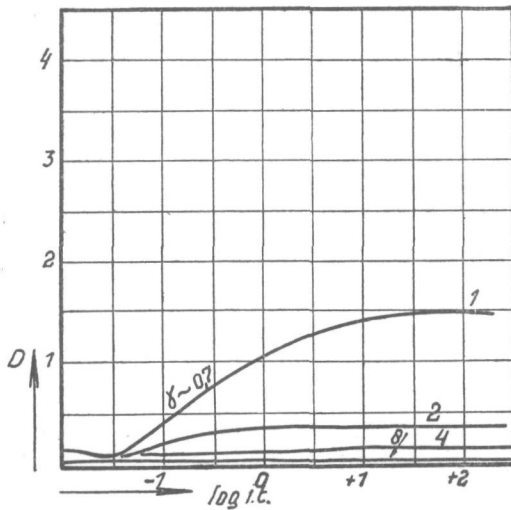


Fig. 83. Agfa-Ultra-Spezial-plaat. Terugkeer van het negatief bij de tweede ontwikkeling. De cijfers bij de krommen geven den *primair*en ontw. tijd in minuten aan. Tweede ontwikkeling: 6 min. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121.

maatstaf aan te geven voor den tijd gedurende welken moet worden ontwikkeld, aangezien niet alleen de emulsie, doch ook de samenstelling en de graad van uitputting van het ontwikkelbad hierop van invloed zijn. Voor iederen ontwikkelaar in verschen toestand en verder steekproefsgewijze gedurende het gebruik, zal men moeten controleren welke ontwikkeltijd moet worden aangehouden om de negatief-terugkeer te onderdrukken. Wij pasten deze contrôlemaatregel bij de praktische uitwerking steeds toe en konden constateeren, dat op deze wijze de secundaire positieven vrij van hybridsluis kunnen worden gehouden.

Van de vele door ons onderzochte ontwikkelaars geven wij in tabel No. 4, waarin de bestanddeelen in grammen per liter zijn aangegeven eenige voorbeelden.

TABEL No. 4.

Bestanddeelen	Ontw. Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Metol	—	—	1	2	4	4	2
Hydrochinon	12,5	12,5	12	4	8	8	8
Natriumsulfiet (kristal)	—	—	66	50	100	25	50
Natriumbisulfiet ..	12,5	37,5	—	—	—	—	—
Natriumcarbonaat .	—	—	—	50	25	100	100
Kaliumcarbonaat .	—	—	70	—	—	—	—
Natriumhydroxyd .	25	25	—	—	—	—	—
Broomkali	12,5	4	1,5	0,7	1	1	1
Formaline	3—10 c.c.	—	—	—	—	—	—
Natriumthiosulfaat .	8 c.c. (30%)	—	—	—	—	—	—
Scharlakenrood-N .	—	100 c.c. van een $\frac{1}{2}$ % oplossing					

Het in deze tabel met 1 gemerkte recept, is de ontwikkelaar welke door de Kodak Mij. in het betreffende patentschrift als voorbeeld wordt genoemd voor de toepassing van het Capstaff-procédé. Deze ontwikkelaar is zéér sterk alcalisch en ontwikkelt snel, doch heeft het nadeel van zoo spoedig te bederven, dat hij practisch slechts éénmaal gebruikt kan worden. Bovendien blijft na de bleeking (vooral indien hiervoor kaliumbichromaat wordt gebruikt) bij vele emulsies een bruingele kleurstof in de dichtste partijen van het negatief achter, waardoor de hooge lichten van het positief eenigszins worden geschaad. De met 2 gemerkte ontwikkelaar werd samengesteld, om deze bezwaren te ondervangen. Door de vermeerdering van het bisulfiet-gehalte wordt de genoemde bruinkleuring vermeden, terwijl de houdbaarheid zoo sterk toeneemt, dat het bad ook in ge-

bruikten toestand, gedurende jaren goed blijft. Per liter ontwikkelaar werd meermalen 50 meter normaalfilm ontwikkeld zonder bezwaar. In het recept No. 2 is zoowel de formaline als de natriumthiosulfaat weggelaten, nadat gebleken was, dat deze toevoegingen geen voordeel geven. Door de formaline wordt de kans op chemische sluier verhoogd, doch tevens de gelatine gelooïd. Dit laatste kan van voordeel zijn,

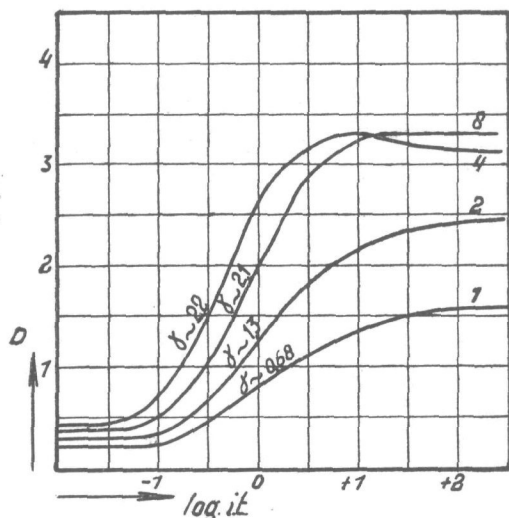


Fig. 84. Zwartingskrommen van Perutz-Fliegerfilm. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121. De cijfers bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan.

indien met kaliumpermanganaat wordt gebleekt; bij het gebruik van kaliumbichromaat treedt reeds bij de bleeking een zò sterke looiing op, dat het gevaar voor beschadiging tijdens de verdere bewerking zeer sterk vermindert. Door de vermindering van de alcaliteit (een gevolg van de vergrooing der hoeveelheid natriumbisulfaat) gaat de reductiesnelheid zeer sterk achteruit. Door de broomkali-hoeveelheid van 12,5 op 4 gr/liter terug te brengen, wordt de oorspronkelijke snelheid weder ongeveer bereikt. Het recept 2 is bij zeer vele proeven door ons toegepast. Ook werd met behulp van dezen ontwikkelaar meer dan duizend meter kinofilm in opnamen van 5 meter door ons uitgewerkt. Alhoewel hierbij zeer goede resultaten werden bereikt, is deze bij latere proeven door het recept Nr. 7 vervangen, nadat gebleken was, dat bij sommige emulsies in het secundaire positief nog te veel chemische sluier optrad. De ontwikkelaar Nr. 3 is in hoofdzaak gebruikt als tweede ontwikkelaar dus voor het positieve beeld. Voor de positiefontwikkeling kan deze zeer goed worden genoemd; als negatiefontwikkelaar gebruikt, is de kans op

chemische sluier in het positieve beeld nog grooter dan bij Nr. 1 en uit dien hoofde is dit recept dus minder geschikt. De recepten gemerkt 4, 5 en 6 zijn genomen uit een serie, waarin speciaal gelet werd op den invloed van het soda- en het natriumsulfiet-gehalte van den negatiefontwikkelaar op de vorming van chemische sluier bij de tweede ontwikkeling. Nr. 4 is een ontwikkelaar, welke in de fotografische

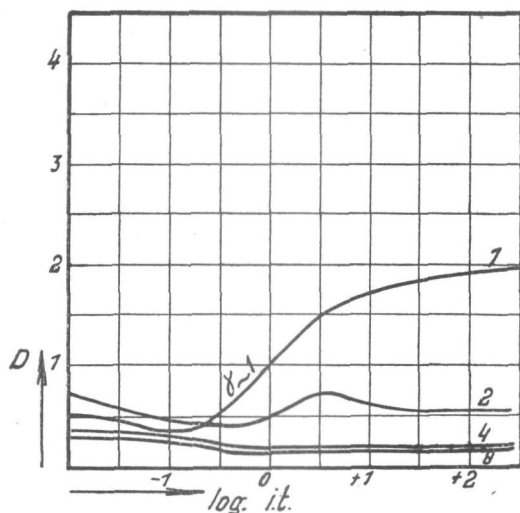


Fig. 85. Perutz-Fliegerfilm. Terugkeer van het negatief bij de tweede ontwikkeling. De cijfers bij de krommen geven den *primairen ontw. tijd* in minuten aan.

Tweede ontwikkeling: 6 min. Ontwikkelaar: recept No. 7 blz. 121.

praktijk, met geringe wijzigingen, veelvuldig wordt gebruikt. Tusschen de ontwikkelaars 4 en 5 was practisch geen verschil waar te nemen wat de sluiervorming betreft, waaruit dus volgt, dat de natriumcarbonaat-concentratie weinig invloed heeft. Daarentegen bleek, dat door vermindering van het natriumsulfiet-gehalte van 100 op 25 een duidelijke verbetering werd bereikt. Echter geeft het zesde recept geen houdbaren ontwikkelaar. In gebruikten toestand is deze in weinige dagen sterk bruin gekleurd. Door verdubbeling van het sulfiet-gehalte wordt de houdbaarheid voldoende vergroot. De ontwikkelaar, gemerkt 7, blijft gedurende maanden goed en kan met goed gevolg, zoowel voor de negatief- als voor de positief-ontwikkeling worden toegepast.

§ 4. De verwijdering van het negatief.

Na de beëindiging der negatiefontwikkeling wordt de film of het proefstuk gedurende korten tijd gespoeld en vervolgens in het bleek-

bad gebracht, waarin door oxydatie van het zilver, dat bij de ontwikkeling werd neergeslagen, het primaire beeld uit de laag wordt weggebleekt. Men ziet het negatief gaandeweg verdwijnen en de bewerking kan als geëindigd worden beschouwd, zoodra ook in de dichtste partijen geen zwarting meer zichtbaar is.

In hoofdstuk III hebben wij de proeven, welke met verschillende bleekbaden door ons werden genomen, in het kort beschreven. Deze proeven toonden aan, dat voor toepassing bij de methoden met gedoseerde tweede belichting, slechts de bichromaat- of de permanganaatbleekers in aanmerking komen. De samenstelling dezer bleekbaden, zooals zij door ons gewoonlijk werden gebruikt, was als volgt:

a) *de bichromaatbleeker.*

kaliumbichromaat	15 gram
zwavelzuur (sg. 1,84) 5 %	300 cc.
gedest.water	tot 1 liter

b) *de permanganaatbleeker.*

kaliumpermanganaat	3 gram
zwavelzuur (sg. 1,84) 5 %	300 cc.
gedest.water	tot 1 liter

Aangezien de eigenschappen dezer twee bleekers zeer sterk uiteenloopen, zullen wij de voornaamste punten, welke voor de praktische toepassing van belang zijn, aan een korte bespreking onderwerpen.

1. *De samenstelling.*

De bichromaatbleeker recept a) heeft tegenover den permanganaatbleeker recept b) het nadeel, dat onder omstandigheden een hinderlijke geel- of roodsluier in de laag kan achterblijven. Een overzicht over de proeven, welke genomen werden om dit verschijnsel te bestudeeren, geeft tabel No. 5. Een krachtige roodsluier treedt op, indien bijv. met een ouden, gebruikten negatiefontwikkelaar en een dito bleekbad wordt gewerkt. (proef No. 1). Het is ons niet gelukt, deze roodsluier op eenvoudige wijze te verwijderen. Van de vele stoffen, welke wij daarvoor toepasten, bleken natriumsulfiet en -bisulfiet nog de beste, zij het ook onvoldoende resultaten te geven. Wordt een oude gebruikte negatiefontwikkelaar en een versche zwavelzuur-bichromaatbleeker genomen, dan blijft na de bleeking weliswaar eenige roodsluier achter, doch deze wordt door 10 % natriumsulfiet of natriumbisulfiet zeer gemakkelijk verwijderd (proef No. 2). Bij gebruik van een verschen negatiefontwikkelaar en een ouden zwavelzuur-bichromaatbleeker, treedt geen roodsluier op (proef No. 3). Nagegaan werd of een vervanging van kaliumbichromaat door ammonium- of natriumbichromaat en van zwavelzuur door salpeter- of phosphorzuur voordeel kon opleveren. Dit bleek niet het geval te zijn. Weliswaar is de snelheid, waarmede het negatief wordt weggebleekt bij het ammonium-bichromaat-zwavelzuurbad evengroot als bij het kaliumbichr.-zwavelzuurbad, doch in de uitgebleekte laag is meer geel- of roodsluier aanwezig. De met

phosphor- of salpeterzuur samengestelde baden staan in dit opzicht nog verder bij recept a) ten achter. Bovendien is de bleeksnelheid bij deze veel kleiner. Uit deze proeven blijkt, dat de combinatie kaliumbichromaat-zwavelzuur den voorkeur verdient. In de praktijk zal men zich zoo nu en dan van de goede werking van het bleekbad moeten vergewissen en den negatiefontwikkelaar moeten ververschen zoodra blijkt, dat in de uitgebleekte laag een roodsluier achterblijft, welke in het tusschenbad niet wordt verwijderd.

Het gebruik van gedestilleerd water verdient aanbeveling. Wordt chloorhoudend water (bijv. leidingwater) toegepast, dan vormt zich chloorzilver tijdens het bleeken en het bad vervuult spoedig.

TABEL No. 5.

Eenige gegevens betreffende de bichromaatbleekers en het optreden van geel- of roodsluier in het uitgebleekte negatief.

Proefnummer	Toestand v/d neg.-ontwikkelaar	Toestand v/d bleeker	Samenstelling v/d bleeker	RESULTAAT
1	oud	oud	zwavelzuur en kaliumbichromaat	Bleekt in minder dan 1 minuut. Een zeer sterke roodkleuring blijft achter in het uitgebleekte deel van de laag. Deze roode kleur wordt door 10% natriumsulfiet of -bisulfiet niet verwijderd en slechts weinig verzwakt.
2	oud	versch	„	Bleekt in minder dan 1 minuut. Een geringe roodkleuring blijft achter, welke door 10% natriumsulfiet snel wordt verwijderd.
3	versch	oud	„	Geen roode kleur treedt op. Het uitgebleekte deel van de laag is geel gekleurd. Deze kleur verdwijnt snel in natriumsulfiet.
4	versch	versch	„	Bleekt in minder dan 1 minuut. Het uitgebleekte deel van de laag is iets minder geel gekleurd dan bij de vorige proef. Deze kleur verdwijnt in 10% natriumsulfiet in eenige seconden

TABEL No. 5. (Vervolg).

Proefnummer	Toestand v/d neg. ontwikkelaar	Toestand v/d bleeker	Samenstelling v/d bleeker	RESULTAAT
5	versch	versch	zwavelzuur en ammoniumbichromaat	Bleekt in minder dan 1 minuut. Het uitgebleekte deel van de laag is meer geel gekleurd dan bij de 3e en 4e proef. Deze gele kleur verdwijnt in 10% natriumsulfiet in eenige minuten.
6	versch	versch	salpeterzuur en kaliumbichromaat	Bleekt in \pm 9 minuten. Het uitgebleekte deel van de laag is vrij sterk bruingeel gekleurd. Deze kleur wordt door 10% natriumsulfiet niet verwijderd en slechts weinig veranderd.
7	versch	versch	salpeterzuur en ammoniumbichromaat	Bleekt in \pm 6 minuten. Het uitgebleekte deel is nog sterker bruingeel gekleurd dan bij proef Nr. 6. Deze gele kleur wordt door 10% natriumsulfiet of -bisulfiet niet verwijderd en slechts weinig veranderd.

N.B. Voor deze proeven werden op 2 verschillende emulsies (een tamelijk dun gegoten kinofilm-emulsie en een dik gegoten, snelle plaatsoort) wigafdrukken gemaakt. De belichtingstijd en ontwikkeltijd was voor alle proeven gelijk. De samenstelling van den negatiefontwikkelaar was: hydrochinon 12, natriumbisulfiet (droog) 37,5 natriumhydroxyd 25, broomkali 4,5 gr. per liter. Ontwikkeltijd 6 minuten. Spoeltijd na de negatiefontwikkeling: 10 minuten.

De samenstelling van den zwavelzuur-kaliumbichromaatbleeker was:

Kaliumbichromaat 10 gr.
 Zwavelzuur (sg. 1,84) 5% 200 cc.
 Gedest. water tot 1 liter

De samenstelling van de andere bleekers was hieraan aequivalent.

De in de tabel vermelde proeven met ouden ontwikkelaar en ouden bleeker, werden genomen met baden, welke \pm 8 maanden oud waren en gedurende dezen tijd voor de uitwerking van ongeveer 40 m. normaalfilm per liter waren gebruikt. De ontwikkelaar, welke zich in een niet geheel volle stopflesch bevond, was duidelijk bruin gekleurd

2. *De concentratie.*

Bij den bichromaatbleeker heeft deze weinig invloed. Ook baden met $10 \times$ zoo groote of kleine concentratie werden onderzocht. Het eindresultaat bleef gelijk, slechts de snelheid, waarmede het negatief werd weggebleekt, onderging verandering. Bij de onder a) genoemde samenstelling wordt zelfs een zeer zwaar negatief, of een zeer zware wigafdruk gewoonlijk in minder dan 1 minuut verwijderd. Deze concentratie kan dus voldoende worden geacht.

Over de looïing door dezen bleeker uitgeoefend spraken wij reeds. Bij het verwerken van kinofilm is deze eigenschap van veel waarde, aangezien de kans op mechanische beschadigingen daardoor verminderd wordt. Bij den kaliumpermanganaatbleeker is de toestand geheel anders. De bleeking verloopt hierbij zeer langzaam (ca. 15 minuten voor een zwaren wigafdruk). Een looïing van de gelatine treedt hierbij niet op. Door gebruik van een bad met vijfvoudige concentratie wordt de gelatine zeer week, zoodat beschadigingen zeer moeilijk zijn te vermijden. Werkende bij 20° C. gebeurde het soms, dat de gelatine van den drager afweekte en het beeld verloren ging.

3. *De houdbaarheid.*

Van den kaliumbichromaatbleeker is deze onbeperkt, ook in gebruikten toestand en bij bewaren in geopende flesschen. Een proef werd genomen, waarbij deze bleeker gedurende twee jaar in een open wijmondsche flesch bleef staan. In de werking viel geen verandering te bespeuren. De houdbaarheid van den permanganaatbleeker is daarentegen zoo gering, dat deze practisch slechts éénmaal te gebruiken is. In goed gesloten, geheel gevulde flesschen kan het aange maakte bad wel eenige maanden worden bewaard. Verdere proeven werden hiermede niet genomen.

In het overzicht tabel No. 6 zijn de voornaamste eigenschappen dezer twee bleekers tesamengevat.

§ 5. De behandeling met het tusschenbad.

Alhoewel het gebruik van een tusschenbad voor het bereiken van goede resultaten bij de werkwijzen, welke wij in dit hoofdstuk bespreken, niet noodzakelijk kan worden genoemd, zijn hieraan zoodanige voordeelen verbonden, dat deze bewerking als een normaal onderdeel van de genoemde methoden is te beschouwen. Wanneer wij geen tusschenbad toepassen, zal de gevoelige laag na de bleeking met permanganaat of bichromaat aan een spoeling in stroomend of meermalen ververscht water gedurende $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ uur moeten worden onderworpen. Wordt de laag onvoldoende gespoeld, dan bestaat het gevaar, dat tijdens de ontwikkeling van het positieve beeld vlekken optreden en bovendien wordt de houdbaarheid van den positief-

TABEL No. 6.

Overzicht over de eigenschappen van den zwavelzuurkaliumbichromaat- en den zwavelzuur-kaliumpermanganaatbleeker.

Zwavelzuur-kaliumbichromaat.	Zwavelzuur-kaliumpermanganaat.
Bleekt zeer snel. Ook zeer dichte negatieven en wigafdrukken worden gewoonlijk in minder dan één minuut volledig gebleekt.	Bleekt zeer langzaam. Voor zeer dichte negatieven en wigafdrukken is gewoonlijk meer dan een kwartier noodig.
Is onbeperkt houdbaar ook in gebruikten toestand en in geopende flesschen. Kan vele malen worden gebruikt. Per liter bleeker kan ongeveer 100 m. normaal-kino-negatief worden gebleekt.	Is alleen houdbaar in ongebruikten toestand in geheel volle, goed gesloten flesschen. Kan gewoonlijk slechts éénmaal gebruikt worden.
Looit de gelatinelaag zeer sterk, waardoor de kans op beschadiging tijdens de uitwerking zeer veel wordt verminderd.	Maakt de gelatinelaag week, zoodat de kans op beschadiging tijdens de uitwerking groot is.
Bij gebruik van niet te oude of te veel gebruikte negatiefontwikkelaar is de helderheid van de uitgebleekte zône zeer goed, alhoewel nooit zóó volkomen als bij den permanganaatbleeker. Bij gebruik van te oude negatiefontwikkelaar, kan indien de bleeker veel is gebruikt, een zeer sterke roodsluier optreden in de uitgebleekte laag. Deze sluier, welke in het positief blijft bestaan, is zeer hinderlijk en wordt in het tusschenbad niet verwijderd.	De uitgebleekte laag is volkomen helder. Sluier door gebruik van te oude negatiefontwikkelaar veroorzaakt, komt hierbij niet in aanmerking, aangezien de bleeker geregeld moet worden ververscht.

N.B. De kwestie in hoeverre de duur van de ze belichting van den te gebruiken of gebruikten bleeker afhankelijk is, wordt besproken in Hoofdstuk VI.

ontwikkelaar door medegevoerde resten van den bleeker ernstig benadeeld. Door na de bleeking een tusschenbad in te schakelen, dat de in de laag aanwezige resten van het bleekbad neutraliseert en oplost, wordt dit nadeel voorkomen en kan de tijd tusschen het bleeken en de positief ontwikkeling zonder bezwaar tot 3 à 6 minuten worden teruggebracht.

Wordt voor de bleeking van zwavelzuur en kaliumpermanganaat gebruik gemaakt, dan is een waterige natriumbisulfiet oplossing het aangewezen middel, om de in de gelatine achtergebleven kaliumpermanganaat te reduceeren.

Wordt de kaliumbichromaat-zwavelzuurbleeker gebruikt, zoo geven wij aan een tusschenbad, bestaande uit een natriumsulfiet oplossing, den voorkeur, omdat door eventueel in den positiefontwikkelaar medegevoerd bisulfiet de alcaliteit van dezen ontwikkelaar wordt verminderd, waardoor de ontwikkelnelheid wordt verkleind. Daarom is het gewenscht na een tusschenbad van natriumbisulfiet de gevoelige laag gedurende eenige minuten in stroomend water af te spoelen. Bij gebruik van natriumsulfiet is deze spoeling — althans indien het tusschenbad versch is — niet noodig. Wij komen zoodoende tot de volgende tijden:

Na het bleeken: 1 à 2 minuten spoelen in stroomend water, of onder een sproeikraan. Dit spoelen is niet noodzakelijk, doch hierdoor wordt te snelle ontleding van het tusschenbad voorkomen.

Tusschenbad: 1 à 1½ minuut.

Na het tusschenbad: Kort afspoelen, indien een versch natriumsulfietbad werd gebruikt; 3 à 4 minuten spoelen, indien een natriumbisulfiet, of een niet versch natriumsulfiet-bad werd toegepast.

De houdbaarheid van de hier genoemde tusschenbaden is niet groot. Niet alleen bederven zij spoedig door zuurstofopname uit de lucht, maar bovendien gaat de bruikbaarheid door den invloed, welke de bleekerresten daarop uitoefenen, snel verloren. Vandaar dat zij in de praktijk dikwijls moeten worden vernieuwd. Een hoeveelheid van 25 m. normaalfilm per liter 10 % natriumbisulfiet of natriumsulfiet kan zoo ongeveer als de maximum toelaatbare worden beschouwd. Het spreekt van zelf, dat ook de tijd, gedurende welken het gebruik plaats vindt, hierop van invloed is. Een weinig gebruikt tusschenbad kan, mits in goed gevulde en goed gesloten flesschen bewaard, gedurende eenige maanden zijn bruikbaarheid behouden. Een te oud of te veel gebruikt tusschenbad geeft aanleiding tot het optreden van een zeer onaangename grauw-groene sluier bij de positiefontwikkeling. Bij voortgaand gebruik wordt deze sluier steeds erger, totdat ten slotte het positief geheel onbruikbaar wordt. Het gelukte ons niet, bij de in deze richting door ons genomen proeven, een middel te vinden,

waardoor de vorming van deze sluier kan worden belet, of waardoor deze na zijn ontstaan kan worden opgeheven.

Wat de samenstelling van het tusschenbad betreft, hierover willen wij nog het volgende opmerken:

Het is bij onze uitvoerige proeven gebleken, dat een der voornaamste moeilijkheden, welke men bij de toepassing van de in dit Hoofdstuk besproken methoden ondervindt, gelegen is in het optreden van chemische sluier tijdens de positieontwikkeling. Alhoewel bij een oordeelkundige toepassing van de verschillende bewerkingen en bij een goede doseering van de tweede belichting, het in het algemeen mogelijk is secundaire positieven van goede helderheid te vervaardigen, moet toch worden erkend, dat het sluiergevaar hierbij grooter is, dan bij de normale werkwijze, waarbij het positief door afdrukken op een tweede gevoelige laag wordt verkregen. Bovendien is dit gevaar in niet onbelangrijke mate van het gebruikte materiaal afhankelijk en is het bij de eene filmsoort veel moeilijker gebleken de gewenschte helderheid te bereiken of te behouden, dan bij de andere.

Aangezien het voor kino-positieven van zeer veel belang is, dat de helderheid zoo groot mogelijk zij, hebben wij onderzocht in hoeverre de kans op sluier van de samenstelling van het tusschenbad afhankelijk is, of daardoor kan worden beïnvloed.

Wij hebben dit onderzoek ingericht als volgt:

Als gevoelig materiaal werd gekozen een filmsoort, welke meer neiging tot sluier vertoonde dan de andere door ons gebruikte soorten. Op de minder sluierende soorten werden eenige parallelproeven genomen.

Als bleeker werd toegepast de kaliumbichromaat-zwavelzuur bleeker, aangezien bij gebruik van dezen, het sluiergevaar grooter is dan bij den kaliumpermanganaat-zwavelzuurbleeker. Op de gekozen filmsoort werd een aantal wigafdrukken gemaakt. Deze afdrukken werden alle gelijk belicht, ontwikkeld, gespoeld, enz. De tweede belichting vond ten deele vòòr de bleeking, ten deele nà het tusschenbad plaats. De duur van deze tweede belichting werd gevarieerd. De inwerkingsduur van het tusschenbad werd in eenige gevallen gevarieerd. Na het tusschenbad werden de strooken 3 minuten gespoeld en vervolgens gedurende verschillende tijden, doch in denzelfden ontwikkelaar ontwikkeld.

Parallel aan deze proeven werd een even groot aantal proefstukken zonder tweede belichting aan een gelijke behandeling onderworpen.

Teneinde het overzicht te vergemakkelijken, hebben wij de resultaten van deze proeven in tabel No. 7 gerangschikt.

TABEL No. 7.

Proeven met verschillende tusschenbaden.

Nr.	Samenstelling van het bad	Behandeldingsduur	RESULTAAT
1	Natriumsulfiet 10%	1 min.	Door gebruik der baden 1 en 2 kan de tijd tusschen het bleeken en de positiefontwikkeling op 5 à 6 minuten worden teruggebracht. Wat het optreden van de chemische sluier betreft, kan deze behandeling op één lijn gesteld worden met een spoeling van $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ uur. Tusschen de behandeldingsduur van 1; 3 en 6 minuten is geen of weinig verschil op te merken.
	„	3 „	
	„	6 „	
2	Natriumbisulfiet 10%	1 „	
	„	3 „	
	„	6 „	
3	Natriumsulfiet 10% 6 dl.	3 „	Geen of weinig verbetering t.o.v. de sub. 1 en 2 genoemde baden.
	Ammoniak 10% 1 dl.		
4	Natriumsulfiet 10%	3 „	Weleeneige verbetering waarneembaar, doch bij de tweede ontwikkeling treedt eerder geelsluier op.
	Broomkali 10%		
5	Natriumhypophosphiet 10%	3 „	Geen verbetering.
6	Natriumphosphaat 10%	3 „	„ „
7	Geelbloedloogzout 10%	3 „	„ „
8	Joodkali 5%	3 „	Ook na 12 min. tweede-ontwikkeling is de laag nog volkomen helder.
9	dito 2%	3 „	Geheel gelijk aan 8.
10	dito $\frac{1}{2}$ %	3 „	Niet meer volkomen helder. De chemische sluier treedt op vòòr het sec. beeld zichtbaar wordt.
11	dito $\frac{1}{8}$ %	3 „	Ongeveer gelijk aan Nr. 10.
12	dito $\frac{1}{32}$ %	3 „	Chemische sluier en ook geelsluier treedt op tijdens de tweede ontwikkeling.

TABEL No. 7. (Vervolg).

Nr.	Samenstelling van het bad	Behandeldingsduur	RESULTATEN
13	Natriumsulfiet 10% } Joodkali 2% } gelijke deelen	1 min.	Geeft eenige verbetering boven de baden Nr. 1 en 2. Echter is aan het gebruik van dit bad het nadeel verbonden, dat het secundaire beeld dieper in de laag wordt gevormd, waardoor de beoordeeling zeer wordt bemoeilijkt.
		3 „	
		6 „	
14	Natriumsulfiet 10% } Joodkali 1/2 % } gelijke deelen	3 „	Minder verbetering dan Nr. 13.
15	Natriumsulfiet 10% } Joodkali 1/8 % } gelijke deelen	3 „	Geen of weinig verbetering bij Nr. 1 en 2.
16	Natriumsulfiet 10% } Joodkali 1/32 % } gelijke deelen	3 „	Geen verbetering meer waargenomen.
17	Natrium-sulfiet 10% 2 dl. } Natriumphosphaat 10% 1 dl. } Broomkali 10% 1 dl. }	3 „	Geen of weinig verbetering.
18	Natriumbisulfiet 10% 4 dl. } Natriumthiosulfaat 10% 1 dl. }	3 „	Geen of weinig verbetering.
19	Natriumsulfiet 10% 800 cc. } Natriumphosphaat 10% 100 cc. } Broomkali 10% 50 cc. } Natriumthiosulfaat 10% 50 cc. }	3 „	Geen of weinig verbetering.

Wij kunnen uit dit onderzoek de volgende conclusies trekken:

1. Alhoewel door toepassing van verschillende der genoemde baden kan worden bereikt, dat de helderheid van het positief minstens even goed is, als wanneer de film na de bleiking aan een spoeling van 1/2 uur wordt onderworpen, wordt door geen dezer baden de kans op sluier geheel weggenomen.

2. Met natriumsulfiet of natriumbisulfiet werden de beste resultaten bereikt. Nochtans was het verschil tusschen deze resultaten

en die, welke door natriumphosphaat, natriumhypophosphiet en geelbloedloogzout werden verkregen, zeer gering.

3. Een geringe toevoeging van broomkali aan het tusschenbad schijnt gunstig te werken. Bij grotere hoeveelheden neemt de kans op chemische sluier toe. Bij gebruik van een tusschenbad bestaande uit gelijke deelen natriumsulfiet 10 % en broomkali 10 % werd een duidelijke geelsluier bij de positiefontwikkeling verkregen.

4. Merkwaardig is de invloed van joodkali. Wordt een 1 % oplossing als tusschenbad gebruikt, zoo is ook na $\frac{1}{2}$ uur ontwikkelen nog geen spoor van reductie zichtbaar. Deze proefstrooken fixeeren zeer langzaam uit, doch zijn na het fixeeren volmaakt helder. Wordt de joodkali-concentratie tot 0,5 % verminderd, zoo treedt de chemische sluier reeds op vòòr het positieve beeld zichtbaar wordt. Aan het gebruik van joodkali is bovendien een ernstig bezwaar verbonden:

De ontwikkeling van het secundaire beeld begint niet meer aan den bovenkant van de emulsie maar meer naar de diepte. Dit bemoeilijkt de beoordeeling van het positieve beeld.

Verder zij nog opgemerkt, dat door de omzetting van joodzilver in broomzilver het tusschenbad bij het gebruik zeer snel van samenstelling verandert.

§ 6. De ontwikkeling van het secundaire beeld.

In principe komt de ontwikkeling van het secundaire positief geheel overeen met de ontwikkeling van het positief door afdrukken verkregen. De tweede belichting moet zoodanig worden gedoseerd, dat alle détails zoo goed mogelijk kunnen worden weergegeven; de positiefontwikkeling moet voortgezet worden tot het verlangde contrast is bereikt. Op eenige punten bestaat er evenwel een belangrijk verschil tusschen de ontwikkeling van een afdruk en van een secundair beeld. De voornaamste hiervan zijn:

1. De beoordeeling tijdens de ontwikkeling is moeilijker bij het sec. positief en

2. De kans op sluier is grooter.

De beoordeeling van het positieve beeld tijdens de ontwikkeling is moeilijker, omdat de laag niet meer gelijkmatig van dichtheid is. Een gedeelte van het in de emulsie aanwezige halogeenzilver is voor de vorming van het primaire beeld gebruikt en nadat het negatief uit de laag is verwijderd, kan tengevolge van de dichtheidsverschillen in het ongereduceerd gebleven gedeelte der laag reeds vòòr de herontwikkeling een positief beeld worden waargenomen. Vooral bij niet al te dik gegoten emulsies kan dit positief zeer duidelijk zichtbaar zijn, in het bijzonder bij opnamen van onderwerpen met een groot contrast, waarbij de belichting in de camera aan den ruimen kant is geweest. Tijdens de positiefontwikkeling wordt weder een verder gedeelte van

het halogeenzilver gereduceerd, doch zoolang in het ongereduceerde deel nog dichtheidsverschillen aanwezig zijn, schijnt het positief kontrastrijker dan het is. Heeft men dientengevolge de herontwikkeling te vroeg onderbroken, dan loopt tijdens het fixeeren het contrast te veel achteruit en het positief is te flauw. Is de tweede belichting iets te kort geweest, dan kan het gemakkelijk voorkomen, dat détails in de hooge lichten geheel of grootendeels verdwijnen, welke vòòr het fixeeren voldoende zwaar ontwikkeld schenen te zijn. In het bijzonder bij het ontwikkelen van landschappen met wolkenluchten doet zich deze moeilijkheid voor.

Wat de samenstelling van het tweede ontwikkelbad betreft, in principe kan hiervoor iedere ontwikkelaar worden toegepast, welke bij het vervaardigen van afdrukken goede resultaten kan geven. Van veel belang zou het zijn, indien de herontwikkelaar:

1. een flinke speling in de tweede belichting zou toelaten, zoodat mislukkingen tengevolge van verkeerd gedoseerde tweede belichting zooveel mogelijk vermeden zouden worden.

2. een goede beheersching van het contrast zou geven, zoodat het positief zooveel mogelijk in overeenstemming met de smaak van den maker kan worden gebracht en ook van flauwe negatieven krachtige positieven te verkrijgen zouden zijn.

3. volmaakt helderwerkend zou zijn d.w.z. gedurende den tijd noodig voor de positief-ontwikkeling geen chemische sluier zou optreden.

Aan de onder 1 en 2 genoemde verlangens kunnen wij zoo goed mogelijk tegemoet komen, door een krachtig werkenden ontwikkelaar te kiezen, welke eenige broomkali-depressie bezit. Door de broomkali-depressie (zie blz. 32) bereiken wij, dat niet alle partijen gelijktijdig opkomen en de ontwikkeling in de schaduwpartijen begint, dat vervolgens de middelpartijen zichtbaar worden en pas daarna de détails in de hooge lichten. Is de tweede belichting kort geweest en komen daardoor de détails in de hooge lichten traag te voorschijn, dan zal het positief naar verhouding langer moeten worden ontwikkeld en daarbij kontrastrijker worden dan een normaal belicht beeld. Over het algemeen is dit geen groot bezwaar, mits daarbij de helderheid goed blijft. Het zal echter in niet onbelangrijke mate van het onderwerp afhangen, hoe groot het contrast zal mogen zijn, zonder dat de afbeelding te hard wordt. Blijkt echter de belichting zoo kort te zijn geweest, dat bij deze ontwikkeling de détails in de hooge lichten wegblijven, dan kan in vele gevallen het resultaat worden verbeterd door den ontwikkelaar met broomkali-depressie door een andere zonder deze depressie te vervangen en hiermede de ontwikkeling voort te zetten.

Is de tweede belichting lang geweest, dan geeft een ontwikkelaar met broomkali-depressie het groote voordeel, dat de ontwikkeling onderbroken kan worden, voor de helderheid in de hooge lichten verloren is gegaan. Bij een ontwikkelaar zonder broomkali-depressie kan

dit niet, omdat daarbij alle partijen nagenoeg gelijktijdig zichtbaar worden en dus de helderheid reeds verloren gaat, alvorens het verlangde contrast is bereikt. Blijkt achteraf, na de fixage, dat het contrast nog te klein is, doordat de ontwikkeling te vroeg onderbroken werd, dan kan het positief op de normale wijze versterkt worden, een bewerking die weinig bezwaren geeft. Ook een te dicht (te lang belicht of te lang ontwikkeld) positief kan wel verbeterd worden, door een afzwakking, ev. gevolgd door versterking, doch de ervaring heeft geleerd, dat het afzwakken (ophelderden) van secundaire positieven veelal niet naar wensch verloopt en om dezen reden vermeden dient te worden (zie ook blz. 95 de opmerkingen over het afzwakken van secundaire positieven). Het is ons gebleken, dat het i.h.a. aanbeveling verdient bij de practische toepassing van deze werkwijzen twee ontwikkelaars bedrijfsklaar te houden n.l.:

1. een ontwikkelaar zonder broomkali-depressie, voor de negatief-ontwikkeling te gebruiken;
2. een ontwikkelaar met broomkali-depressie voor de positief-ontwikkeling.

Trachten wij in het bedrijf de tweede belichting zoodanig te doseeren, dat door deze tweede ontwikkelaar een positief van de verlangde kwaliteit kan worden verkregen, dan vormt de eerste (negatief) ontwikkelaar een reserve, welke te gebruiken is in die gevallen, waarin blijkt, dat de tweede belichting kort is geweest.

In tabel No. 8 geven wij eenige voorbeelden van de samenstellingen, welke bij onze proeven zijn toegepast en waarmede goede resultaten zijn bereikt. Wij meenen evenwel, dat ook andere recepten zeer goed te gebruiken zouden zijn. Omtrent de hoeveelheid broomkali, die toegevoegd moet worden, ten einde de verlangde broomkali-depressie

TABEL No. 8.

**Eenige samenstellingen van als positief-ontwikkelaar
gebruikte recepten.**

STOFFEN	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6	Nr. 7
Metol	1,6	2	2,5	2	—	2	1
Hydrochinon.....	—	—	10	6	20	8	12
Aduröl	6,6	16	—	—	—	—	—
Glycine	—	—	—	—	50	—	—
Natriumsulfiet (kristal) ..	34	70	50	70	300	50	66
Natriumcarbonaat	3	—	5	—	—	100	—
Kaliumcarbonaat	17	70	—	70	250	—	70
Broomkali	0,6	1	1	1	—	1	1,5
Phenosafranine	100 c.c. van een $\frac{1}{2}\%$ oplossing						
of Scharlaken rood N....	100 c.c. van een $\frac{1}{2}\%$ oplossing						

*orig?
blz 121*

te verkrijgen, kunnen wij geen vaste opgaven doen. Dit hangt van de gebruikte materialen en in zekeren zin ook van de smaak van den werker af. De twee eerstgenoemde adurol-ontwikkelaars onderscheiden zich van elkaar slechts in snelheid en houdbaarheid. No. 1 is langzamer en meer houdbaar dan No. 2. No. 3 is de door Capstaff in zijn patentschrift aangegeven positiefontwikkelaar. Naar onze meening is deze ontwikkelaar voor het uitwerken van opnamen op de speciale Ciné-Kodakfilm wellicht beter geschikt dan een van de andere.

Bij andere, normaal-negatief-filmsoorten konden wij geen voordeel waarnemen. De lange ontwikkeltijd — door de geringe natriumcarbonaathoeveelheid werkt deze ontwikkelaar zeer traag — schijnt ons voor de praktijk minder geschikt. Recept No. 4 is, wat de verhouding der bestanddeelen betreft, gelegen tusschen No. 1 en 2. Voor veelvuldig gebruik kan de vervanging van adurol door hydrochinon, wegens het prijsverschil een voordeel worden geacht. De glycine-ontwikkelaar No. 5 wordt, als negatief-ontwikkelaar, meestal in 3 à 5-voudige verdunning toegepast. Doch zelfs zonder verdunning werkt hij nog vrij langzaam, zij het ook iets helderder dan een van de andere. Het groote gehalte der bestanddeelen maakt dit recept voor de praktijk te duur. De ontwikkelaars No. 6 en 7 worden door ons bij voorkeur toegepast. No. 6 kan zeer goed als negatiefontwikkelaar worden gebruikt. No. 7 heeft een grootere houdbaarheid (door het hogere natriumsulfietgehalte) doch neigt meer tot sluiervorming.

Wat thans het derde punt betreft, het zou ongetwijfeld een zéér belangrijk voordeel zijn, indien de positiefontwikkeling *geheel* sluiervrij voltrokken zou kunnen worden. Zooals wij echter in § 5 reeds hebben uiteengezet, is het i.h.a. niet mogelijk dit te bereiken bij de procédés, waarover wij in dit hoofdstuk schrijven. Slechts bij een oordeelkundige toepassing van alle bewerkingen, indien daarbij rekening gehouden wordt met de eigenschappen der gebruikte emulsies, is het mogelijk bij willekeurige opnamen secundaire positieven te verkrijgen, welke, wat de helderheid betreft geheel voldoen aan de eischen door de praktijk gesteld. In de volgende § geven wij een overzicht van de pogingen, welke door ons aangewend zijn om, door variatie der verschillende behandelingen, aan dit euvel tegemoet te komen.

§ 7. Overzicht van de proeven, welke genomen zijn, teneinde het optreden van chemische sluier bij de positief-ontwikkeling te bestudeeren en na te gaan, op welke wijze deze sluier tot een minimum kan worden beperkt.

1. De negatief-ontwikkelaar.

Door de samenstelling van den negatief-ontwikkelaar wordt een duidelijke invloed op de chemische sluier, welke bij de positief-

ontwikkeling optreedt, uitgeoefend. Het schijnt van belang te zijn, het sulfiet-gehalte zoo laag mogelijk te houden en slechts zooveel hiervan te gebruiken, als voor de houdbaarheid noodzakelijk wordt geacht. (zie § 3, blz. 123).

2. *De spoeling na de negatiefontwikkeling.*

Van een verlenging van den spoeltijd werd geen voordeel onderzocht. Normaal werd een spoeling in sterk stroomend water van 3-6 minuten toegepast. Bij spoelingen langer dan 1 uur werd meermaals geelsluis in het secundaire beeld aangetroffen. Spoeltijden tot 10 uur werden onderzocht.

3. *Een tusschenbad tusschen de negatiefontwikkeling en de bleeking.*

Dit punt is niet uitvoerig onderzocht. Nagegaan werd de invloed van een tusschenbad bestaande uit:

een 1% waterige oplossing van: azijnzuur,
 „ 1% „ „ „ : salpeterzuur, en
 „ 1% „ „ „ : natriumthiosulfaat.

Bij de eerste werd geen verbetering waargenomen. Bij de tweede schijnt wel eenige verbetering op te treden, doch bij een ver doorgevoerde positiefontwikkeling gaat deze verbetering weer verloren. Door het gebruik van natriumthiosulfaat wordt een zeer zware chemische sluis en een sterke geelkleuring bij de positiefontwikkeling veroorzaakt, waardoor het beeld volkomen onbruikbaar wordt gemaakt.

4. *De bleeking.*

Bij gebruik van den kaliumpermanganaatbleeker treedt minder chemische sluis op dan bij den kaliumbichromaatbleeker. Door de gevoelige laag langer in een van deze bleekbaden te laten dan noodig was om het negatieve beeld uit de laag te verwijderen, werd geen voordeel bereikt. Een bleekbad bestaande uit 3 deelen van den genoemden bichromaatbleeker en 1 deel van den permanganaatbleeker gaf iets betere resultaten. De houdbaarheid van dit bleekbad is echter klein. Door toevoeging van broomkali aan den bichromaatbleeker (1 dl. KBr 10% op 6 dl. bleeker) wordt geen gunstiger resultaat bereikt, integendeel wordt hierdoor een zware hybridsluis veroorzaakt.

5. *De spoeling na de bleeking.*

Dit punt is niet zeer uitvoerig onderzocht. De indruk is ontstaan, dat een spoeling van $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ uur noodig is, indien zonder tusschenbad wordt verder gewerkt. Een verlenging van dezen spoeltijd schijnt geen voordeel op te leveren. Spoeltijden tot 3 uur werden onderzocht.

6. *Het tusschenbad.*

Van de onderzochte samenstellingen bleken de 5 à 10% natriumbisulfiet en de 10% natriumsulfietoplossing de beste resultaten te geven. Door een toevoeging van broomkali (1 tot 5 gram per liter)

schijnt wel eenig voordeel bereikt te worden, doch dit is gering. Een vermeerdering van het broomkali-gehalte werkt ongunstig.

7. De spoeling na het tusschenbad.

Dit punt is niet uitvoerig onderzocht. Bij gebruik van versche natriumbisulfiet of natriumsulfiet is een spoeling van eenige minuten voldoende. Oude of teveel gebruikte tusschenbaden verhoogen het sliergevaar in ernstige mate. Verlenging van den spoeltijd tot $\frac{1}{4}$ uur vermindert dit gevaar slechts weinig.

8. De positief-ontwikkelaar.

Van de onderzochte ontwikkelaars bleken de samenstellingen waarin weinig of geen metol voorkomt en waaraan phenosafranine, pinakryptolgroen of scharlakenrood N toegevoegd was, het beste te voldoen. Alhoewel dit punt niet uitvoerig werd onderzocht, schijnt het dat het natriumsulfietgehalte bij dezen ontwikkelaar weinig invloed op de helderheid uitoefent.

HOOFDSTUK V.

EEN EN ANDER OVER DE GEBRUIKTE APPARATUUR EN HET SCHEMA DER TIJDEN, DAT BIJ DE PRACTISCHE TOEPASSING KAN WORDEN GEVOLGD.

§ 1. De gebruikte apparatuur.

Voor het uitwerken van kino-opnamen, op de wijze in hoofdstuk IV besproken, werd een speciaal ontwikkelapparaat geconstrueerd, dat in figuur 86 schematisch is afgebeeld.

De rol, waarop ca. 5,5 meter normaalfilm (35 mm breedte) kan worden gespannen, bestaat uit een stevige holle cilinder van eboniet, welke met een laag dofzwarte, zachte rubber van ca. 1 cm dikte, is

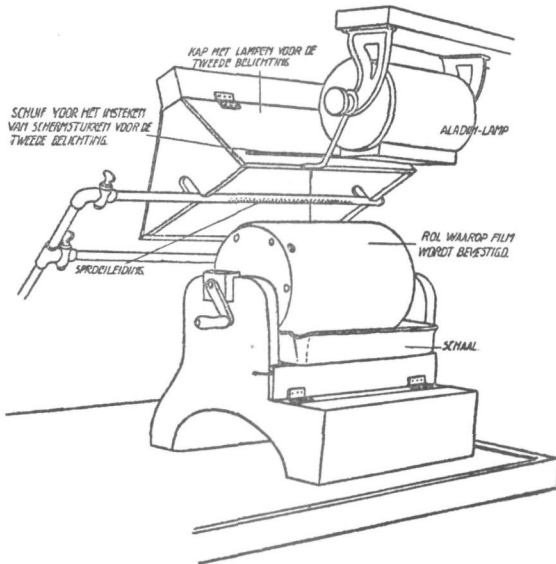


Fig. 86. Apparaat voor het tot secundair positief uitwerken van film-opnamen.

overtrokken. Aan de zijkanten is deze cilinder met ebonietplaten waterdicht afgesloten. De as, welke in kogellagers loopt, wordt door een electromotor, via een tusschendrijfwerk, gedreven en maakt ca. 90 omw. per minuut. Onder de rol wordt een email schaal (35—45 cm) geplaatst, welke leeggeschonken en weer gevuld kan worden, zonder uit het apparaat te worden genomen, of tegen een andere kan worden verwisseld, zonder dat de rol wordt stilgezet. Boven de rol bevindt

zich een lichtkap met de lampen voor de tweede belichting. Tusschen deze lichtkap en de rol, is een sproeileiding aangebracht, voor het afsputten der film na de verschillende bewerkingen. Aan de bovenvoorzijde is een donkere kamerlamp van het Aladin-type opgesteld, waarmede naar behoefte rood, groen, geel of wit licht op de film kan worden geworpen. Rood licht moet worden gebruikt bij de eerste en tweede ontwikkeling en tijdens het spoelen na de eerste ontwikkeling. Het bleeken kan plaats vinden bij groen licht. Ook na het bleeken en tijdens de behandeling met het tusschenbad wordt groen licht gebruikt; daardoor kan men het verdwijnen van het bruin gekleurde negatieve beeld, dat na de bleeking nog achterblijft, controleeren. Bij rood licht is dit beeld niet zichtbaar. Bij het begin van het fixeeren kan geel licht worden toegelaten en eenige oogenblikken later, wit licht. Het apparaat is dus zoodanig ingericht dat de verschillende bewerkingen elkaar zonder onderbreking kunnen opvolgen. Ten einde het in- en uitnemen van de schalen te vergemakkelijken, zijn in het onderstel geleidingen aangebracht waarlangs deze geschoven worden; het aanraken van de rol met de randen van de schaal wordt daardoor vermeden. Heeft men een bewerking beëindigd, door de schaal met vloeistof onder de rol weg te nemen, dan kan direct de sproeikraan geopend worden. Het afspoelen van de film begint zodoende nog vòòr men een nieuwe schaal op zijn plaats heeft gebracht en deze door middel van de kraan, welke zich aan de achterzijde van de rol bevindt, heeft kunnen vullen.

Gedurende de uitwerking, moet de film verschillende malen worden geïnspecteerd. In de eerste plaats na de negatiefontwikkeling, voor het beoordeelen of bepalen van de dichtheid in verband met de dosering der tweede belichting; ten tweede na de bleeking, om te controleeren of het primaire beeld geheel is verdwenen en ten derde tijdens de herontwikkeling, om de beeldkwaliteit van het positief te beoordeelen en het gunstigste oogenblik van onderbreking vast te stellen. Men moet daartoe de rol stilzetten, één, of beide einden van de film losnemen en deze aan den achterkant of in doorzicht inspecteeren.

Verder moet men zonder veel moeite een stuk van de film kunnen afknippen, hetzij voor het bepalen van de dichtheid of voor het maken van een proefbelichting, hetzij om een gedeelte, dat korter herontwikkeld moet worden dan de rest in het fixeerbade over te brengen. Het overblijvende deel moet daarna weer vlug aan de rol worden vastgehecht.

Dit losnemen en weer vastzetten gaf in het begin groote moeilijkheden. Niet alleen moet deze handeling vlug en zeker verlopen, (de rol mag niet lang stilstaan, anders treden vlekken of onregelmatigheden op) maar bovendien mag de bevestiging niet boven de rol uitsteken, omdat dit tot voortdurend wegslingeren van vloeistof,

hetgeen gevaarlijk is voor de oogen, en schuimen aanleiding geeft.

Een bevestiging, die in alle opzichten voldoening gaf, werd gevonden, door aan beide uiteinden van de rol in de rubber-buitenlaag eenige schuin afgedraaide schijfjes eboniet in te laten, welke met roestvrij-stalen schroefjes, die in het eboniet van den cilinderwand doorloopen, werden vastgezet. In de perforatie van de film wordt een dubbelhaakje gestoken (zie figuur 87) waaraan zich een dun touwtje bevindt.

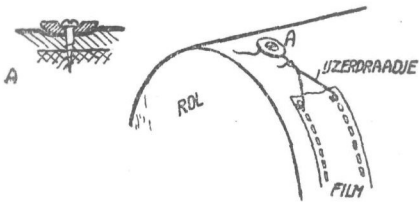


Fig. 87.

Dit touwtje wordt onder een der ebonieten klemschijfjes doorge-slagen en indien de spanning, waarmede deze schijfjes in de rubberlaag zijn vastgedrukt, goed is afgesteld is losgaan uitgesloten. Het losnemen en vastzetten kan op deze wijze, zelfs bij zwak rood licht, zeer vlug geschieden.

De ervaring heeft geleerd dat, ook bij opnamen van 5-meter, dikwijls gedeelten van zeer verschillende dichtheid voorkomen. Ter bereiking van goede positieve afbeeldingen, moet de tweede belichting dan, hetzij dat deze vòòr of nà de bleeking plaats vindt, verschillend worden gedoseerd. Dit kan op verschillende wijzen plaats vinden. In de lichtkap is een schuif gemaakt, waarin stukken doorschijnend papier of karton geschoven kunnen worden om het licht plaatselijk te verzwakken. Een scherpere afscheiding wordt verkregen, door vlak boven de rol gebogen schermstukken vast te zetten, bijv. aan de sproeileiding. Alhoewel niet geheel bevredigend, konden op deze wijze toch goede resultaten worden bereikt.

Het is gewenscht, dat het apparaat op een werktafel wordt geplaatst met een opstaande rand en een zeker verval, zoodat de schalen met spoelwater leeggeschonken kunnen worden, zonder dat zij onder het toestel worden weggenomen. Ook voor de afvoer van het sproeiwater gedurende den tijd, dat zich geen schaal onder de rol bevindt, is dit noodig. Voor het fixeeren na de positiefontwikkeling gebruikten wij het apparaat bij voorkeur niet. Een email emmer is hiervoor zeer geschikt. Na flink afsponsen en vluchtig afdrogen is de rol dan voor het uitwerken van de volgende opname gereed.

§ 2. Het tijdschema.

Het is zonder twijfel een aangename eigenschap der sec. positief-methoden, welke door ons werden toegepast, dat de geheele bewerking die de film na de belichting in de camera moet ondergaan, om tot het eindresultaat: de positieve afbeelding te komen, zonder onderbreking kan verlopen. Gebruikt men daarbij een rol-apparaat, zooals in § 1 van

dit hoofdstuk beschreven, dan kan ten opzichte van de methoden, waarbij het positief door het maken van een afdruk moet worden vervaardigd, een aanzienlijke tijdsbesparing worden verkregen, doordat het fixeeren, spoelen en drogen van het negatief wegvalt. Van den anderen kant moet worden erkend, dat het tot sec. positief uitwerken van filmopnamen veel van den aandacht van den werker vraagt en het na elkaar behandelen van meerdere opnamen nogal vermoeiend is.

Om deze reden is het zeer gewenscht, dat er een zekere regelmaat heersche in den tijdsduur der verschillende bewerkingen en ook, dat het geheele proces niet meer tijd in beslag neme dan noodig is, om zonder overhaasting het einddoel te bereiken.

Wij hebben getracht de samenstelling der verschillende baden zòd te kiezen, dat aan deze wenschen kon worden voldaan. Over de daarbij in acht te nemen tijden merken wij het volgende op:

a) *De negatiefontwikkeling.*

Bij gebruik van de ontwikkelaars No. 2 en No. 7 op blz. 121 aangegeven, is een ontwikkeltijd van ca. 4 minuten voldoende te achten, ook voor negatieven welke rijkelijk werden belicht, of bij opnamen van onderwerpen waarin naast diepe schaduwen zeer heldere hooge lichten voorkomen. Dit geldt echter voor een versch of althans weinig gebruikt bad. Naarmate de ontwikkelaar uitgeput raakt, moet deze tijd worden verlengd. De vereischte verlenging zal men door het nemen van blancoproeven (d.w.z. door het uitwerken van eenige wigafdrukken zonder daarbij een tweede belichting toe te passen) moeten bepalen. Daarbij zal speciaal gelet moeten worden op het gevaar voor terugkeer van het negatief. Voert men een ontwikkeltijd van 6 minuten voor deze ontwikkelaars in, dan kan men ca. 25 meter normaalfilm per liter ontwikkelaar uitwerken, vòdr men tot genoemde contròle behoeft over te gaan. Dit geldt voor een geregelde toepassing. Staan de baden zoo nu en dan langen tijd ongebruikt (bijv. eenige maanden) of zijn de flesschen niet geheel gevuld of niet goed gesloten, dan zal de contròle vlugger moeten worden herhaald.

b) *Het spoelen na de negatiefontwikkeling en de tweede belichting vóór de bleeking.*

Voor deze spoeling is een tijd van ca. 3 minuten voldoende. Vindt de tweede belichting plaats vòdr de bleeking, dan kan men hiertoe overgaan na één minuut spoelen. Er is dan twee minuten voor deze belichting beschikbaar. De duur der tweede belichting is, behalve van de dichtheid van het negatief, afhankelijk van de sterkte en den afstand der lampen in de lichtkap. Plaatst men in het afgebeelde apparaat drie 200 k. lampen, dan is de benoodigde belichtingstijd voor normale negatieven tusschen eenige seconden en 1 à 2 min. gelegen. Voor abnormaal dichte negatieven moet men wel eens véél langer belichten. Dit is een ervaringskwestie. Het op het oog afschatten van de tweede belichting vereischt veel oefening. De

zekerste weg is het gebruik maken van een empirische tabel, waaruit de belichtingstijd als functie van de dichtheid van het ongefixeerde negatief kan worden afgelezen. Beschikt men over een dergelijke tabel, dan moet dus de dichtheid van het negatief worden bepaald. Dit kan direct na beëindiging van de ontwikkeling plaats vinden. Voert men een spoeltijd van 6 minuten in, dan kan het bepalen van de tweede belichting rustig geschieden. Is het de bedoeling de film na de bleeking te belichten, dan kan met 3 minuten spoelen worden volstaan.

c) *Het bleeken.*

Een versch kaliumbichromaatbad van de samenstelling op blz. 124 genoemd, bleekt zelfs een zwaar negatief in één minuut geheel weg. Alhoewel de behandeling met den bleeker zonder bezwaar beëindigd kan worden, zodra het negatief bij rood licht onzichtbaar is geworden, verdient het toch aanbeveling den duur dezer bewerking tot 2 minuten te verlengen. De bleekende werking gaat door het gebruik van het bad langzaam achteruit. Voert men een bleektijd van twee minuten in, dan kan deze tijd onveranderd aangehouden worden tot ca. 25 meter film per liter vloeistof hiermede is behandeld. Bovendien behoeft men dan niet zorgvuldig te contrôleeren, of het zilver wel geheel is geoxydeerd. De snelheid, waarmede men het beeld in het begin van den bleektijd ziet verdwijnen, is daarvoor voldoende waarborg.

Opmerking: Het verdient zeker geen aanbeveling bij een rolapparaat als door ons werd gebruikt, den kaliumpermanganaatbleeker toe te passen. De film wordt bij deze apparaten slechts gedurende een klein gedeelte van zijn omlooptijd in de vloeistof gedompeld. Gedurende den tijd, dat deze zich daarbuiten bevindt, vormen zich MnO_2 neerslagen op de gelatinelaag, welke niet of slechts zeer moeilijk door een tusschenbad van natriumbisulfiet te verwijderen zijn. Bij de positiefontwikkeling geven deze neerslagen aanleiding tot vlekken en onbruikbaar worden van het filmbeeld. Betere resultaten werden verkregen door het gebruik van halfronde schalen, waardoor de rol voor de helft in de vloeistof ondergaat. Ook dan nog is de geringe snelheid, waarmede het negatief wordt verwijderd en het feit, dat de vloeistof, na één of tweemaal gebruikt te zijn, moet worden vernieuwd, een vrij ernstig bezwaar.

d) *Het spoelen na de bleeking.*

Hiervoor is een tijd van één minuut voldoende. Het gebruik van de sproeileiding gedurende dezen tijd verdient aanbeveling.

e) *De behandeling met het tusschenbad.*

Eén minuut kan hiervoor voldoende worden geacht. Ter wille van de regelmaat is het aan te bevelen deze bewerking evenals het bleeken tot twee minuten te verlengen.

f) *Het spoelen na het tusschenbad en de tweede belichting na de bleeking.*

Afspoelen met de sproeileiding gedurende den tijd noodig om de

schalen te verwisselen is hier voldoende. Dit geldt echter alleen, indien de tweede belichting vòòr het bleeken heeft plaats gevonden. Wenscht men de tweede belichting in dit stadium toe te passen, dan kan het maken van een proefbelichting niet sterk genoeg worden aanbevolen. Wij gaan daarbij als volgt te werk. Van de filmband wordt een stuk van ruim acht beeldjes afgeknipt. Dit stuk wordt, met de gevoelige zijde naar beneden, gelegd in den voor dit doel vervaardigden belichtingsmeter, welke in fig. 88 is afgebeeld. Men denke zich

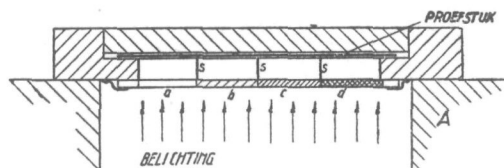


Fig. 88.

daarbij den belichtingsmeter liggende op het belichtingskastje A. Aan de onderzijde van den belichtingsmeter bevindt zich een stuk film, waarin vier verschillende zwartingen a, b, c, en d werden ontwikkeld. De staandeschotjes s sluiten deze vier velden zoodanig af dat het proefstuk vier verschillende belichtingen ontvangt. Zorgt men er voor, dat deze schotjes overeenkomen met de beelddafscheidingen in het proefstuk, dan ondergaan de beeldjes twee aan twee dezelfde belichting, hetgeen voor de beoordeeling van het resultaat zeer aangenaam is. Het belichte proefstuk wordt in een reageerbuis ontwikkeld en hetzij vòòr hetzij nà het fixeeren (bij voorkeur dit laatste) met een loupe (bijv. een 2, 5 of 5-voudige instelloupe) met zorg beoordeeld. Ten einde de filmband op de rol zoodanig te kunnen belichten, dat het resultaat gelijk kan worden aan het beste deel van het proefstuk, werd een empirische tabel samengesteld, waaruit de daarvoor benodigde belichtingstijd direkt kan worden afgelezen. De belichting om een resultaat te bereiken, dat tusschen twee der gemaakte proefbeelden in ligt, kan zonder moeite uit de tabel worden afgeleid. Met het op deze wijze bepalen van den duur der tweede belichting, is zes tot tien minuten gemoeid. Dit maakt een verlenging van den tijd van het spoelen na de behandeling met het tusschenbad noodzakelijk.

g) *De positieontwikkeling.*

Bij gebruik van de ontwikkelaars No. 6 en 7 waarvan de samenstelling in Tabel No. 8 op blz. 135 is genoemd, zal, mits de tweede belichting goed is gedoseerd, een ontwikkeling gedurende drie à zes minuten noodig zijn, om het verlangde resultaat te bereiken. Ten deele hangt dit te samen met den aard van het onderwerp en de smaak van den maker, terwijl ook de filmsoort hierop van invloed is.

Laten wij den tijd noodig voor het fixeeren, spoelen en drogen buiten beschouwing, dan komen wij derhalve tot het volgende schema. In kolom a zijn de minimum benoodigde tijden genoemd; het schema volgens kolom b werd door ons als regel gevolgd.

Tijdschema.

BEWERKING	Tijd in minuten:	
	Schema a	Schema b
1 De ontwikkeling van het negatief ..	3—4	6
2 Het spoelen na deze ontwikkeling: Bij toepassing der gedoseerde tweede de belichting vòòr de bleeking	6	6
nà de bleeking	3	3
3 Het bleeken	1	3
4 Het spoelen na de bleeking	1	2
5 De behandeling met het tusschenbad	1	3
6 Het spoelen na het tusschenbad: Bij toepassing der gedoseerde tweede belichting vòòr de bleeking	1	2
nà de bleeking	6—10	6—10
7 De ontwikkeling van het positief ...	3—6	3—6
Totaal:		
Bij toepassing der gedoseerde tweede belichting		
vòòr de bleeking	16—20	25—28
nà de bleeking	18—26	26—33

De ondervinding heeft ons geleerd, dat het voor een geregelde toepassing geen aanbeveling verdient steeds volgens schema a te werken. Voor het uitwerken van enkele opnamen kan dit zonder bezwaar worden gevolgd. Als bijzonderheid zij nog vermeld, dat het gelukte goede resultaten te verkrijgen door de film geheel zonder spoelen van den ontwikkelaar in den bleeker, van den bleeker in het tusschenbad en vandaar uit in den herontwikkelaar over te brengen. De belichting daarbij vond plaats aan het einde van de negatiefontwikkeling. De geheele uitwerking duurde zoodoende slechts ca. 10 minuten. Door het medevoeren van reactieproducten en vloeistoffresten der voorafgaande bewerking ondervinden de baden echter zooveel schade, dat voor de praktijk deze wijze van werken niet kan worden gevolgd.

HOOFDSTUK VI.

PROEVEN BETREFFENDE DE VERANDERINGEN, WELKE DE GEVOELIGE LAAG ONDERGAAT, DOOR DE VERSCHILLENDE BEWERKINGEN BIJ DE SECUNDAIRE BEELDVORMING. DE ZWARTINGSKROMMEN VAN HET SECUNDAIRE BEELD.

§ 1. Inleiding.

Alhoewel er in de practische toepassing der beide methoden met gedoseerde tweede belichting weinig onderscheid bestaat, is het principe, waarop de secundaire beeldvorming berust, zeer verschillend.

Bij de gedoseerde belichting vòòr de bleeking, wordt van het ontwikkelde negatief als het ware een afdruk gemaakt op het overgebleven halogeenzilver. Dat het mogelijk is, na de hierop volgende bleeking, een positief te ontwikkelen, is te danken aan de eigenschap, *dat de ontwikkelbaarheid van het door de tweede belichting gevormde latente beeld, ondanks de inwerking van het bleekbad, niet verloren gaat.*

Bij de toepassing eener gedoseerde belichting nà de bleeking, kan de ontwikkeling van het secundaire beeld, direct op deze belichting volgen. Eene inwerking van het bleekbad op het gevormde latente beeld, treedt hierbij niet op. Echter is er, op het oogenblik, dat de tweede belichting plaats vindt, *geen negatief meer in de laag aanwezig* en de kenmerkende eigenschap, waarop deze methode berust is: *dat door eene gelijkmatige belichting van de uitgebleekte laag, een ongelijkmatige zwarting bij de tweede belichting wordt verkregen.*

Bij beide methoden ondergaat de gevoelige laag een reeks van bewerkingen, welke invloed uitoefenen op de photophysische eigenschappen van de emulsie. Uit een wetenschappelijk oogpunt beschouwd vormt de bestudeering van de daarbij optredende verschijnselen een belangrijk onderwerp. Door het groote aantal factoren, dat daarbij in aanmerking genomen moet worden, is deze stof zòò omvangrijk, dat wij ons hebben moeten beperken tot het onderzoeken van die veranderingen, waarmede bij de practische toepassing en in het bijzonder bij de doseering van de tweede belichting, rekening gehouden moet worden.

Ook bij dit onderzoek hebben wij ons met het verzamelen van eenige kenmerkende gegevens tevreden moeten stellen.

Met behulp van de Goldberg-densograaf hebben wij voor eenige emulsies nagegaan, welke invloed op de gevoeligheid en den vorm der zwartingskrommen wordt uitgeoefend:

1. Indien de gevoelige laag in ongebruikten toestand aan de inwerking van een bleekbad wordt blootgesteld.

2. Indien deze laag in belichten toestand, doch vòòr de ontwikkeling van het door de belichting gevormde beeld, in een bleekbad wordt gebaad (invloed op het latente beeld).

3. Indien een primaire zwarting in de gevoelige laag wordt ontwikkeld en de laag na de verwijdering dezer zwarting opnieuw wordt belicht.

Wat de verschillende baden betreft, hebben wij die samenstellingen onderzocht, welke ook bij de practische toepassing der secundaire methoden door ons worden gebruikt; op het bleekbad hebben wij steeds de behandeling met het daarbij behoorende tusschenbad laten volgen. Bij de proeven onder 3 werd de laag in eerste instantie gelijkmatig, diffuus belicht, zoodat ook de primaire zwarting gelijkmatig was. De grootte dezer gelijkmatige zwarting werd voor de verschillende proefstukken gevarieerd.

De sub 1 tot 3 genoemde proeven vormen de voorbereiding voor de onderzoekingen, waarbij de proefstukken aan de volledige bewerking tot het verkrijgen van secundaire beelden werden onderworpen. De secund. zwartingskrommen, welke bij deze proeven werden bepaald, zullen in § 6 en 7 van dit hoofdstuk worden besproken. Met behulp van deze secundaire krommen zullen wij nagaan in hoeverre de resultaten, welke door toepassing der secundaire methoden kunnen worden verkregen, vergelijkbaar zijn met de positieve afbeeldingen, op de gewone wijze door afdrukken vervaardigd. Tevens zullen wij trachten aan te geven, welke der twee methoden met gedoseerde tweede belichting voor de kinopraktijk den voorkeur verdient.

§ 2. Wijze waarop de densometerproeven werden genomen.

Voor het maken der wigafdrukken werd een speciaal drukraam vervaardigd, met behulp waarvan stukken normaal-kinofilm van de volle breedte (35 mm.) en 15 cm. lengte, onder de Goldbergwig kunnen worden belicht.

De wig, welke een breedte heeft van 2 cm., is in een sponning vastgezet, zoodat verschuiven uitgesloten is. Het meetgedeelte bedraagt 1 bij 9 cm. In den rand van de sponning bevinden zich een aantal zeer fijne gaatjes, waardoor langs het meetvlak eenige zwarte merkpunten ontstaan, die het mogelijk maken de zwartingskrommen van verschillende wigafdrukken nauwkeurig met elkaar te vergelijken, of in èèn diagram onder te brengen.

Het bleek van belang te zijn de filmstrooken op volle breedte te laten. Niet alleen is het zeer gewenscht, dat de strooken zoo weinig mogelijk in handen komen en zoo kort mogelijk aan rood licht worden blootgesteld, maar bovendien kunnen de randen worden benut om eventueel optredende sluier te controleeren.

Ten einde de behandeling van de proefstukken, van eenzelfde serie, zooveel mogelijk gelijk te houden, werden deze in reageerbuizen van 4 cm. wijdte en 16 cm. hoogte uitgewerkt. Deze buizen kunnen 2 met de rugzijde tegen elkaar gezette proefstukken bevatten.

Voor de opstelling van de reageerbuizen werden houten blokken gebruikt met gaten, waarin zich kurkschijven bevonden om het stukstooten in het donker te vermijden. In die gevallen, waarin een zeer langdurige spoeling werd toegepast, of waarbij het noodig was de baden voortdurend af te koelen (in de zomermaanden bijv.) werden de buizen in een metalen rekje in een bak geplaatst, waardoorheen leidingwater stroomde. Op deze wijze was het mogelijk de proeven seriesgewijze uit te werken, het verloop van de reacties voor iedere proefstrook nauwkeurig gade te slaan en de strooken tijdens de bewerking met elkaar te vergelijken. Een zeer duidelijke nummering was echter noodig, om de proefstukken bij rood licht van elkaar te kunnen onderscheiden.

Door deze werkwijze werd nog een ander belangrijk voordeel bereikt. Het bleek, dat het bij deze proeven uiterst lastig is, de proefstukken geheel vlek-vrij te houden. Deze vlekken kunnen ontstaan door het in de handen nemen, door het over elkaar schuiven, door het met den bodem in aanraking komen van de gelatnelaag, indien bijv. in schaal-tjes wordt gewerkt enz. Past men reageerbuizen toe, dan kunnen de proefstrooken gedurende de geheele bewerking in deze buizen blijven en wordt het aanraken tot een minimum beperkt. Het spoelen tusschen de verschillende reacties geschiedde, door de buizen met de proefstukken in een groote schaal met water te leggen, het water stroomende te houden en de buizen, één voor één eenige malen leeg te schenken.

Moet een gedoseerde tweede belichting worden toegepast, dan is het aanraken der proefstukken niet te vermijden.

Voor deze belichting diende eene kassette, waarin het natte proefstuk, met de gevoelige zijde naar beneden, in de sponning van een dofzwart metalen raam werd gelegd. Vervolgens werd het proefstuk aan de achterzijde lichtdicht afgesloten en aan de voorzijde belicht.

Opmerkelijk was het, dat in de randen buiten het meetgedeelte, waar het natte proefstuk met de sponning van het metalen raam in aanraking komt, zelden of nooit vlekken optraden, terwijl de meest voorzichtige aanraking met de handen gewoonlijk tot buitengewoon hinderlijke sluiervlekken aanleiding gaf, welke, ook bij zeer plaatse-lijke aanraking, zich dikwijls over een groot gedeelte van het proefstuk uitstrekten. Het onaangename daarbij is, dat deze fout pas aan het licht komt bij de tweede ontwikkeling, dus wanneer de proef bijna is afgelopen.

Dit bezwaar kon volkomen worden ondervangen, door het gebruik van katoenen handschoenen. Deze werden dan ook steeds bij de hand gehouden en voor het uit te buizen nemen en in de kassette leggen

aangetrokken. Na de tweede ontwikkeling konden de proefstukken, zonder gevaar voor vlekken, met de bloote hand uit de buizen worden genomen en in een schaal worden gefixeerd.

§ 3. Invloed door den kaliumbichromaat- en den kaliumpermanganaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend.

Van elk der drie emulsies: Pathé-negatief-film, Perutz-Fliegerfilm en Gevaert-Special-fijnkorrelfilm, werd een aantal proefstukken aan de volgende bewerking onderworpen.

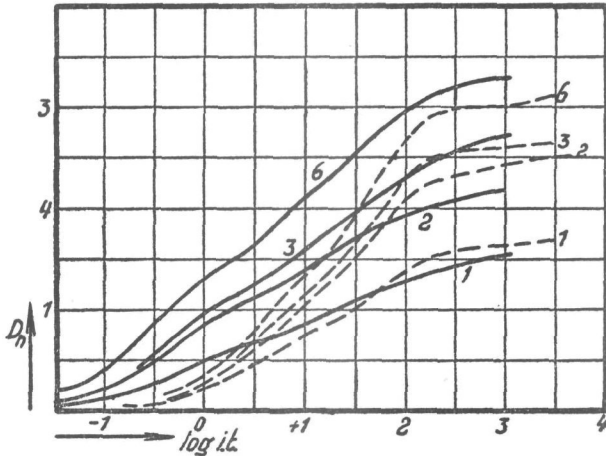


Fig. 89. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Pathé-negatief-film. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld: 1; 2; 3 en 6 min.

1. Behandeling met den bleeker.

De proefstukken werden twee aan twee in de reageerbuizen gedurende drie minuten in de genoemde bleekers gebaad. Van den kaliumbichromaatbleeker was de samenstelling:

kaliumbichromaat	15 gram
zwavelzuur (sg. 1,84) 5%	300 c.c.
gedest. water	tot 1 Liter

Van den kaliumpermanganaat-bleeker:

kaliumpermanganaat	2 gram
zwavelzuur (sg. 1,84) 5%	200 c.c.
gedest. water	tot 1 Liter

De baden werden in verschen toestand gebruikt.

Na deze behandeling werden de proefstukken gedurende 6 minuten in stroomend water gespoeld, waarbij de reageerbuizen met de proefstukken in een groote schaal werden gelegd en de buizen, ter bevordering van de uitspoeling, regelmatig om de halve minuut werden leeggeschonken.

2. Behandeling met het tusschenbad.

De met kaliumbichromaat behandelde proefstukken werden in een 10 % waterige natriumsulfiet-oplossing, de met kaliumperman-

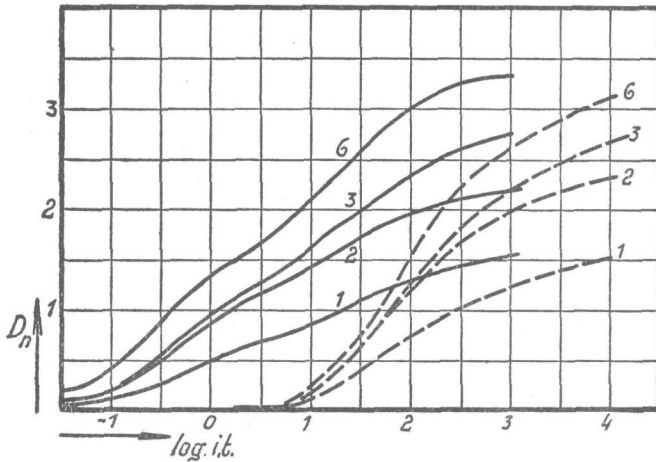


Fig. 90. Invloed door den kaliumpermanganaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Pathé-negatief-film. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld: 1; 2; 3 en 6 min.

ganaat behandelde in een 5 % waterige natriumbisulfiet-oplossing gedurende drie minuten gebaad.

3. Uitspoeling.

Na de behandeling met het tusschenbad werden alle proefstukken gedurende 45 minuten in stroomend water gespoeld; in deze periode werden de reageerbuizen om de 6 minuten leeggeschonken.

4. Droging.

Gedroogd werd in de donkere kamer. Er werd op gelet, dat het roode licht gedurende de droging zoo weinig mogelijk kon inwerken. Ander licht werd niet gebruikt.

Bepaling der zwartingskrommen.

De gedroogde proefstukken werden op de gebruikelijke wijze onder de densometerwag belicht. Ter bepaling van den invloed door de behandeling met de bleekers uitgeoefend, werden ook op het

ongebleekte materiaal wigafdrukken vervaardigd. De belichting van alle proefstukken geschiedde met een 40-W. metaaldradlamp op 50 cm afstand. Een emailglas werd ingeschakeld, ter verkrijging van diffuus licht. De ongebleekte strooken werden 10 sec., de gebleekte 100 sec. belicht. Voor de ontwikkeling der wigafdrukken werd de volgende samenstelling gebruikt: metol 4, hydrochinon 8, natriumsulfiet (droog) 25, natriumcarbonaat 100, broomkali 1 gr. per liter. De ongebleekte en de gebleekte strooken werden aan dezelfde ontwikkeling onderworpen (resp. 1; 2; 3 en 6 min., temp. 18° C.)

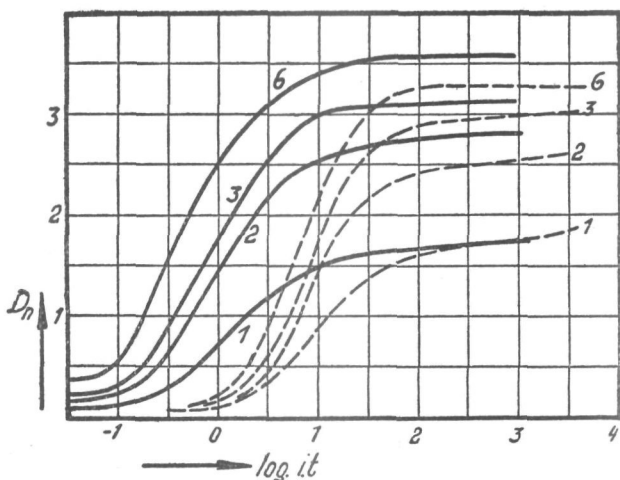


Fig. 91. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Perutz-Fliegerfilm. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld: 1; 2; 3 en 6 min.

Na de ontwikkeling werd op de gebruikelijke wijze gefixeerd, gespoeld en gedroogd, waarna de zwartingskrommen opgemeten werden. Voor het fixeeren werd het volgende bad toegepast:

natriumthiosulfaat	250 gr.
natriumbisulfiet	75 gr.
water	1000 cc.

De proefstukken werden evenlang in het fixeerbad gelaten, d.w.z. totdat bij alle het ongereduceerde halogeenzilver uit de laag was verwijderd.

Bespreking der resultaten.

De bij deze metingen verkregen krommen zijn in figuur 89 tot 94 afgebeeld. De filmsoort en de gebruikte bleeker zijn in de onderschriften aangegeven. De cijfers bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan. De krommen der gebleekte strooken zijn als streep-

lijn geteekend, die der ongebleekte zijn getrokken. Met het oog op de duidelijkheid, zijn in deze diagrammen geen meetpunten aangegeven. De vervaardiging der figuren geschiedde door op een lichtbakje de met de densograaf geregistreerde meetpunten in één diagram over te nemen en deze door een lijn te vereenigen, zonder daarbij moeite te doen de krommen vloeiend te laten verlopen. Voor iedere kromme werden minstens zestien punten geregistreerd.

Wij zien uit deze figuren, dat de zwartingskrommen der onder-

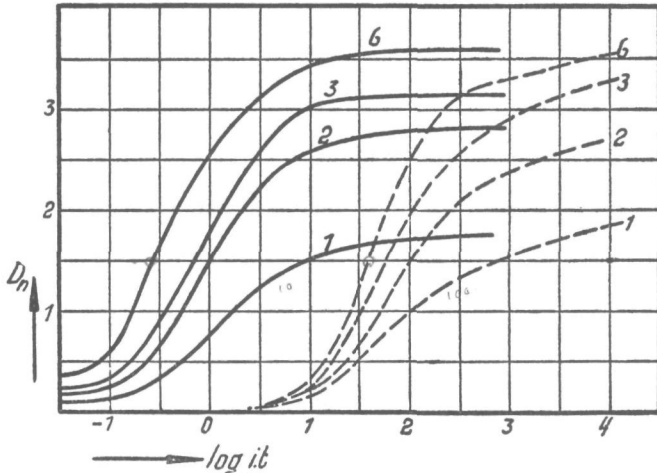


Fig. 92. Invloed door den kaliumpermanganaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Perutz-Fliegerfilm. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld: 1; 2; 3 en 6 min.

zochte emulsies door de voorbehandeling met de genoemde bleekers verschillende wijzigingen ondergaan.

Het meest opvallend is daarbij de verschuiving, die alle krommen der gebleekte strooken t.o.z. van de bijbehorende ongebleekte vertoonen, wat er op wijst, dat de gevoeligheid der emulsie door de voorbehandeling met de toegepaste bleekers wordt verminderd. Het algemeene karakter der krommen is in hoofdzaak behouden gebleven. Bij de in kaliumpermanganaat gebleekte strooken is het concave gedeelte der krommen meer stijl verlopend dan bij de onbehandelde, terwijl bij de met kaliumbichromaat gebleekte het concave gedeelte eenigszins sterker afbuigt en de maximum bereikbare zwarting eenigszins kleiner is. Deze verschijnselen doen zich bij elk der drie onderzochte filmsoorten voor, het duidelijkste evenwel bij de Perutz-film (fig. 91 en 92). Ook op de snelheid, waarmede de ontwikkelfactor toeneemt, wordt door de voorbehandeling met de bleekers invloed uitgeoefend. In dit opzicht is het gedrag der drie emulsies iets meer

uiteenlopend. Bij de Perutz-film is weinig verschil waar te nemen; bij de Pathé-film is de waarde van γ voor de gebleekte strooken gem. ca. $1,5 \times 200$ groot en bij de Gevaertfilm gem. ca. $1,75 \times 200$ groot als bij de ongebleekte. De uit de zwartingskrommen opgemeten waarden zijn in tabel No. 9 aangegeven.

TABEL No. 9.

Filmsoort	Ontw. tijd in minuten	Waarden van den ontwikkelfactor		
		Ongebleekte strooken	Strooken gebleekt met	
			kaliumbichr.	kal. permangan.
Pathé	1	0,4	0,6	0,6
	2	0,6	1	1
	3	0,7	1,1	1,1
	6	0,9	1,3	1,3
Perutz	1	0,9	1,1	0,9
	2	1,7	2,2	1,7
	3	1,8	2,4	2
	6	2,2	2,6	2,4
Gevaert	1	0,4	0,7	0,7
	2	0,7	1,2	1,1
	3	0,8	1,5	1,3
	6	1,2	2,1	2

Uit deze tabel blijkt tevens, dat er voor de beide bleekers onderling weinig verschil werd gevonden.

Wat de practische toepassing betreft, is de waargenomen gevoeligheidsverandering wel het meest belangrijk, omdat deze bij de doseering der tweede belichting een rol zal spelen.

Met behulp van de benaderende rechten, kunnen wij ongeveer aangeven hoeveel maal langer de gebleekte strooken belicht zouden moeten worden, om een bundel krommen te leveren, die zoo goed mogelijk met de bundel der ongebleekte zou samenvallen. Het verhoudingsgetal, dat deze verlenging van den belichtingstijd aanduidt, noemen wij de vertraging door den bleeker uitgeoefend. In onderstaand tabelletje zijn de uit de diagrammen berekende waarden opgenomen.

TABEL No. 10.

Filmsoort	Vertraging uitgeoefend door	
	kaliumbichromaat	kaliumpermanganaat
Pathé	10	100
Perutz	10	100
Gevaert	15	150

Ten einde na te gaan, in hoeverre deze vertraging van den tijd gedurende welken de proefstrooken in het bleekbad worden gebaad, afhankelijk is, werd een aanvullende serie proeven genomen met de Gevaert-film. Tien opvolgende proefstrooken werden van denzelfden filmband afgesneden. Twee hiervan werden zonder voorafgaande bleeking gedurende 9 minuten ontwikkeld, na de belichting onder de densometerwig. De acht overige werden in den genoemden kalium-

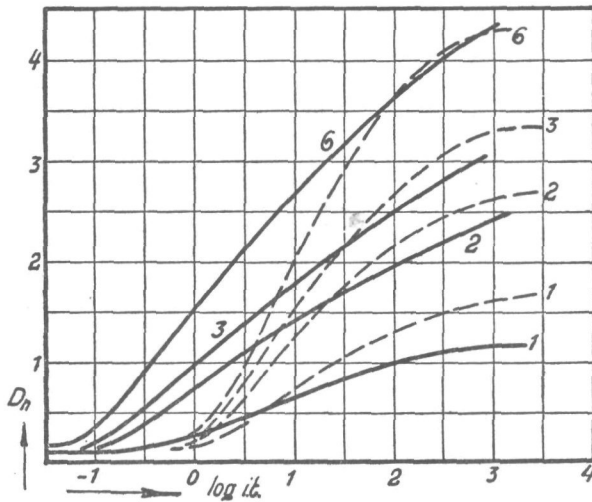


Fig. 93. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld: 1; 2; 3 en 6 min.

bichromaatbleeker gebaad. De bleektijd werd daarbij door opvolgende verdubbeling gevarieerd van 28 sec. tot 60 minuten. Na de bleeking werden zij gedurende zes minuten in stroomend water gespoeld en vervolgens zes minuten met een 10 % waterige natriumsulfietoplossing behandeld. Hierop werden zij gedurende een uur in stroomend water gespoeld en in het donker gedroogd. De wigafdrukken op deze strooken vervaardigd, werden evenals de onbehandelde gedurende 9 min. ontwikkeld. De temperatuur bij alle genoemde behandelingen bedroeg ongeveer 20 gr. Celsius.

De resultaten der zwartingsmetingen zijn in figuur 95 afgebeeld. Wij zien uit deze figuur, in de eerste plaats, dat door de variatie van den bleektijd geen invloed op de grootte der vertraging uitgeoefend wordt. De meetpunten van alle acht met den bleeker behandelde strooken vallen zò dicht bijeen, dat hierdoor practisch slechts één lijn getrokken worden kan. Hieruit schijnt dus te volgen, dat de vertraging door het kaliumbichromaatbad van de genoemde samenstelling uitgeoefend

(in combinatie met het daaropvolgende natriumsulfietbad) reeds in 28 seconden haar maximum bereikt.

Wat de grootte der vertraging betreft, door het vrijwel rechtlijnige verloop van de zwartingskromme der Gevaert-film, was deze met groo-
tere nauwkeurigheid te bepalen, dan voor de andere drie emulsies. Uit den afstand van de snijpunten der benaderende rechten met de

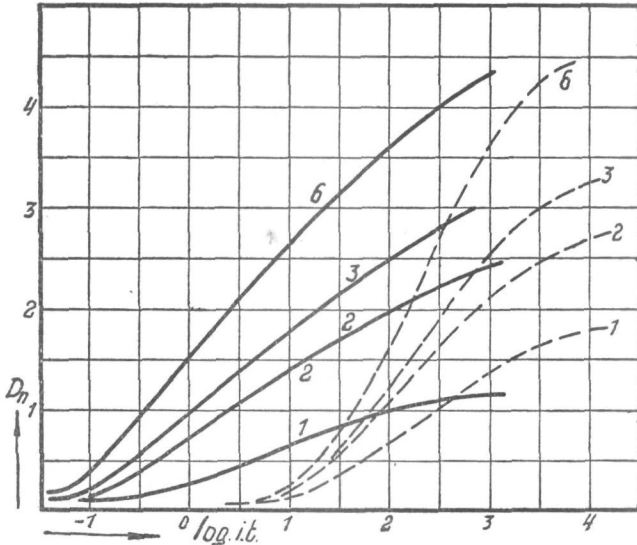


Fig. 94. Invloed door den kaliumpermanganaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend. Gevaert-Special-fijnkorrelfilm. Getrokken lijnen: onbehandelde film. Streeplijnen: met bleeker behandelde film. Ontwikkeld 1; 2; 3 en 6 min.

X-as volgde, dat deze gemiddeld ongeveer 12 bedraagt.

Heel duidelijk is verder nog uit deze figuur te zien, dat de helling van de krommen der gebleekte strooken grooter is dan die der ongebleekte. Gevonden werd:

$$\begin{aligned} \gamma &= \sim 1,6 \text{ voor de ongebleekte} \\ \text{en} &= \sim 2,7 \text{ voor de gebleekte proefstukken.} \end{aligned}$$

§ 4. Invloed door den kaliumbichromaat- en den kaliumpermanganaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend.

Van elk der vier volgende emulsies: Pathé-negatief-film, Perutz-Fliegerfilm, Gevaert-Special-fijnkorrelfilm en Agfa-Spezial-plaat werd een aantal proefstukken na de belichting, doch vòòr de ontwikkeling aan de inwerking van een bleekbad blootgesteld. De belichting dezer

strooken werd zoodanig gedoseerd, dat met de door den bleeker veroorzaakte vertraging, die bij benadering uit voorproeven bekend was, rekening werd gehouden. Als bleeker werd het kaliumbichromaat- en het kaliumpermanganaatbad toegepast, waarvan de samenstelling in de vorige § werd aangegeven. Hierin werden de proefstukken gedurende 3 min. gebaad. Na deze bewerking werden zij, op dezelfde wijze als in § 3 vermeld, gespoeld en met het bijbehorende tusschen-

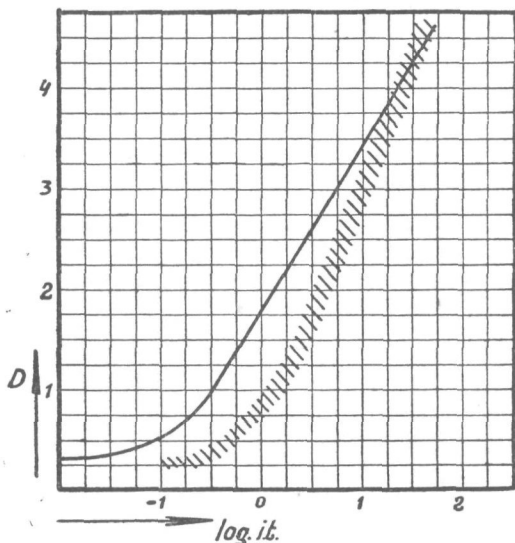


Fig. 95. Variatie van den inwerkingsduur van den kaliumbichromaatbleeker. Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm. Inwerkingsduur: 28, 56, 112, 225 sec. $7\frac{1}{2}$, 15, 30 en 60 minuten. Geen invloed van deze verandering is bemerkbaar. De krommen der gebleekte strooken vallen alle in het gearceerde gebied.

bad behandeld. Vervolgens werden zij opnieuw 6 min. gespoeld en ontwikkeld. De ontwikkeltijd der verschillende strooken werd gevarieerd. Ten einde den invloed, door het bleekbad op het latente beeld uitgeoefend te controleeren, werd een aantal vergelijkingsstrooken, die onder de densometerwig waren belicht, zonder voorafgaande bleiking, aan dezelfde ontwikkeling onderworpen. Ook het fixeeren na de ontwikkeling was voor alle strooken gelijk.

Bespreking der resultaten.

De zwartingskrommen, welke door het photometreeren der boven genoemde proefstukken werden gevonden, zijn in fig. 96 tot 103 af-

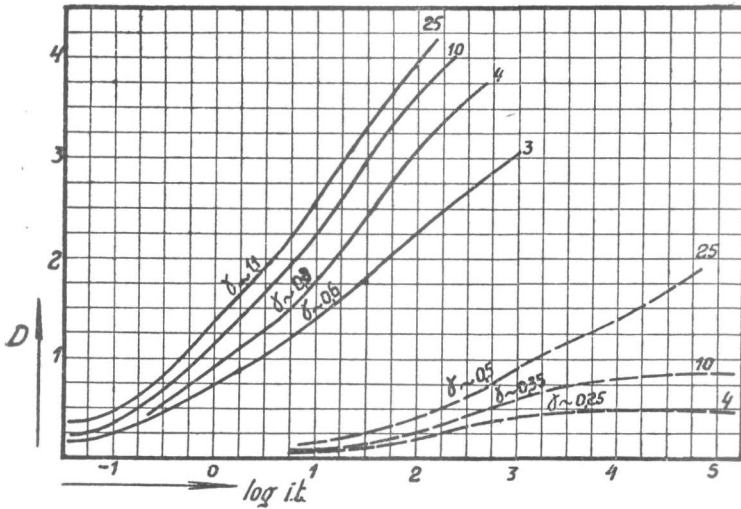


Fig. 96. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Pathé-negatief-film¹⁾.

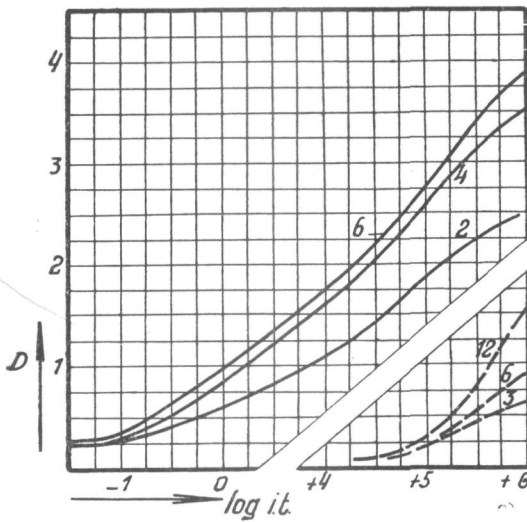


Fig. 97. Invloed door den kaliumpermanganaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Pathé-negatief-film.

¹⁾ Bij alle figuren in deze § stellen de getrokken lijnen de zwartingskrommen voor van de ongebleekte strooken en de streeplijnen de zwartingskrommen der gebleekte strooken. De cijfers bij de krommen geven den ontwikkeltijd in minuten aan.

gebeeld. Van elk der onderzochte emulsies werden de krommen met die der contrôlestrooken in één diagram uitgezet. Ter vermindering van overmatig breede figuren werden de diagrammen der kaliumpermanganaatproeven eenigszins ingekort. Die der kaliumbichromaat-proeven zijn onverkort weergegeven.

Wij zien uit deze figuren, dat de invloed, welke door den bichromaat- en den permanganaatbleeker op het latente beeld wordt uitgeoefend,

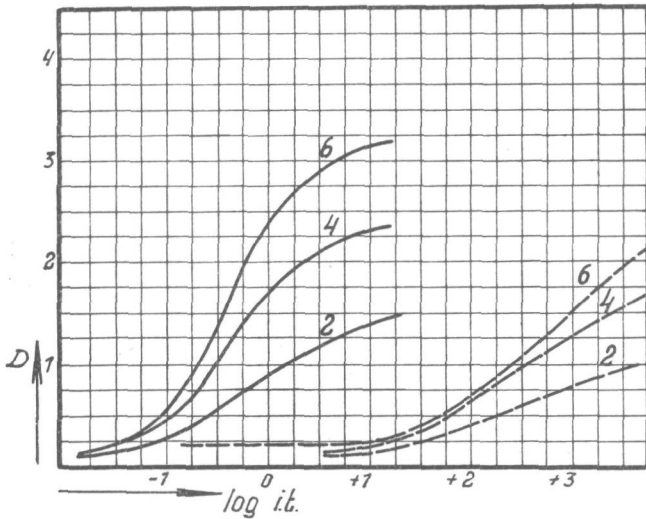


Fig. 98. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Perutz-Fliegerfilm.

zeer belangrijk is. Uit de verschuiving, die de krommen der gebleekte strooken t.o.z. van die der ongebleekte vertoonen, hebben wij weder berekend, hoeveel maal langer de gebleekte strooken belicht zouden moeten worden, om de achteruitgang van de ontwikkelbaarheid van het latente beeld te compenseeren.

Deze waarden, welke afhankelijk blijken te zijn van de emulsiesoort zijn in onderstaand tabelletje opgenomen.

TABEL No. 12.

Plaat of filmsoort	Vertraging op het latente beeld uitgeoefend door de bleeking met:	
	kaliumbichromaat	kaliumpermanganaat
Pathé	gem. ca. 150	gem. ca. 800.000
Perutz	„ „ 500	„ „ 1.000.000
Gevaert	„ „ 600	„ „ 400.000
Agfa	„ „ 100	„ „ 1.200.000

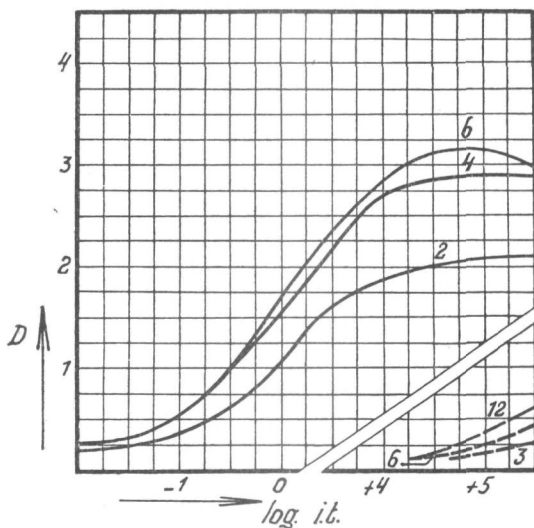


Fig. 99. Invloed door den kaliumperman-
gaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend.
Perutz-Fliegerfilm.

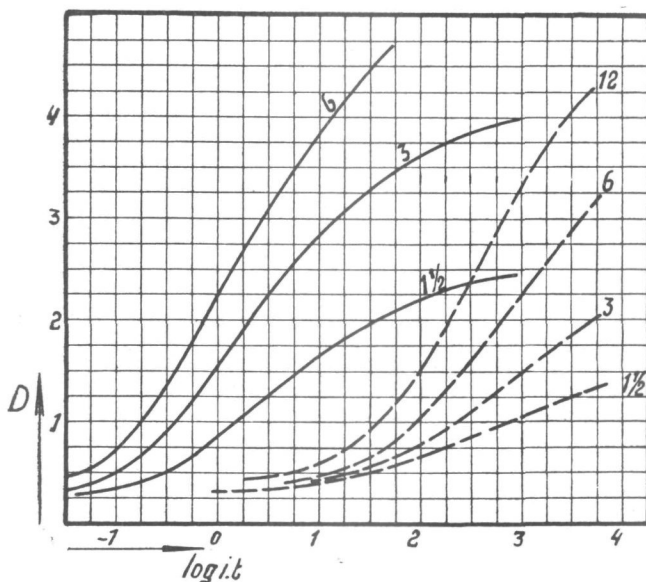


Fig. 100. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Gevaert-Special-fijnkorrelfilm. De belichting der proefstukken vond plaats met een 60-A-wisselstroombooglamp. De ongebleekte strooken werden 10 sec. 4 M afstand, de gebleekte 10 sec. op 1 M afstand belicht.

In het bijzonder blijkt de vertraging, welke door den permanganaat-bleeker veroorzaakt wordt, enorm groot te zijn. Reeds bij de vervaardiging der wigafdrukken gaf deze vertraging veel last, doordat het practisch onmogelijk bleek te zijn de proefstukken zoo lang of zoo intensief te belichten, dat een eenigszins volledig beeld van den vorm der zwartingskrommen kon worden verkregen. Voor deze belichting werd van een 60-amp. open wisselstroombooglamp gebruik gemaakt. De

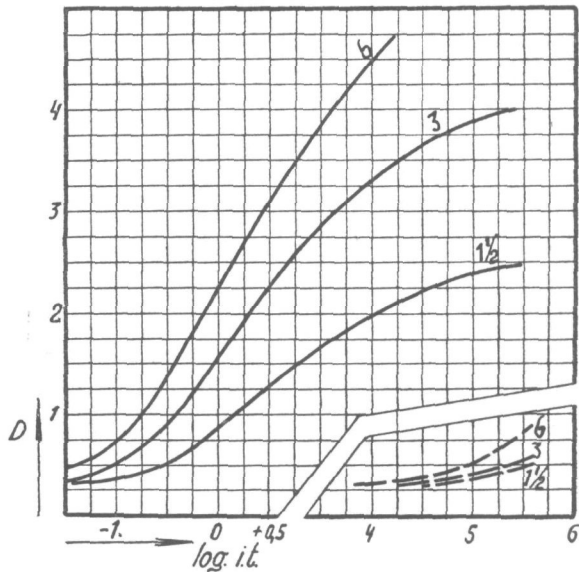


Fig. 101. Invloed door den kaliumpermanganaat-bleeker op het latente beeld uitgeoefend. Gevaert-Special-fijnkorrelfilm.

met de bleeker te behandelen proefstrooken werden op 1 meter afstand van deze booglamp gedurende 1 à 1,5 min. belicht. Voor het verkrijgen van een bundel krommen, die met de bundel der contrôlestrooken zou samenvallen, zou de enorm lange belichtingstijd van ca. 10 uur met deze zeer intensieve lichtbron noodig zijn geweest.

Opmerkelijk bij deze proeven was ook, dat door de belichting een directe zwarting in de laag teweeg werd gebracht, die zich vrijwel evenver over het meetveld uitstreckte als de daarna ontwikkelde zwarting. Het is dus twijfelachtig, of wij hier nog van de ontwikkeling van een „latent” beeld kunnen spreken. Bij de met kaliumbichromaat te behandelen proefstrooken kan met een veel minder intensieve of veel kortere belichting worden volstaan. Met uitzondering der proefstukken waarop fig. 100 betrekking heeft, werden de ongebleekte contrôlestrooken en de met kaliumbichromaat gebleekte strooken belicht op 50 cm afstand van een 40 W. metaaldradlamp (met

tusschenschakeling van een emailglas). Alhoewel ook hierbij een begin van directe zwarting meermalen werd waargenomen, strekte deze zich slechts over een zeer klein gedeelte uit van het gebied, dat daarna door de ontwikkeling werd gezwart.

Uit de diagrammen is verder nog te zien, dat de ontwikkelsnelheid geringer is geworden door de behandeling met den bichromaatbleeker. Dit volgt uit het feit, dat de krommen der gebleekte strooken alle een geringere helling vertoonen dan de krommen der overeenkomstige ongebleekte. Dat echter bij voortzetting van de ontwikkeling de ontwikkelfactor nog aanmerkelijk kan toenemen, zien wij o.a. uit fig. 100 waarin de waarde van γ voor de gebleekte Gevaertstrook, welke 12 minuten werd ontwikkeld, ca. evengroot is als die der gedurende 6 minuten ontwikkelde contrôlestrook.

In tabel No. 13 zijn de uit de diagrammen bepaalde γ -waarden voor de proeven, waarbij de kaliumbichromaatbleeker gebruikt werd, bijeengebracht.

TABEL No. 13.

Emulsie	Ontwikkeltijd in minuten	Waarden van γ voor de:	
		Ongebleekte strooken	Met kal. bichrom. gebleekte strooken
Pathé (Fig. 96)	3	0,6	—
	4	0,8	0,25
	10	1,0	0,35
	25	1,1	0,50
Perutz (Fig. 98)	2	0,7	0,40
	4	1,4	0,65
	6	2,0	0,90
Gevaert (Fig. 100)	1½	0,8	0,4
	3	1,4	0,8
	6	1,75	1,3
	12	—	1,8
Agfa (Fig. 102)	1	0,24	—
	2	0,60	0,16
	4	1,10	0,25
	6	1,60	0,45

Wat overigens de vorm der zwartingskrommen betreft, kan worden opgemerkt, dat deze, voor zoover dit uit de afgebeelde diagrammen kan worden afgeleid, door den kaliumbichromaatbleeker betrekkelijk weinig wordt beïnvloed. Bij de krommen der voorbehandelde Gevaertstrooken loopt het convexe gedeelte wat verder door; bij de voorbehandelde Agfa-strooken buigt het concave gedeelte wat sterker

af; bij de Pathé- en de Perutz-strooken is het verschil zeer gering. Uit de diagrammen der permanganaatproeven kunnen geen conclusies omtrent den vorm der krommen of de snelheid, waarmede de ontwikkeling verloopt, worden getrokken, omdat slechts een klein gedeelte der zwartingskrommen kon worden bepaald.

Ten slotte hebben wij nog gecontrôleerd, in hoeverre de vertraging, welke door het bichromaatbleekbad wordt uitgeoefend, afhankelijk is van den tijd gedurende welchen de proefstukken na de bleiking aan de inwerking van het natriumsulfiet-tusschenbad worden onderworpen. Daartoe werden twaalf wigafdrukken vervaardigd op Gevaertfilm.

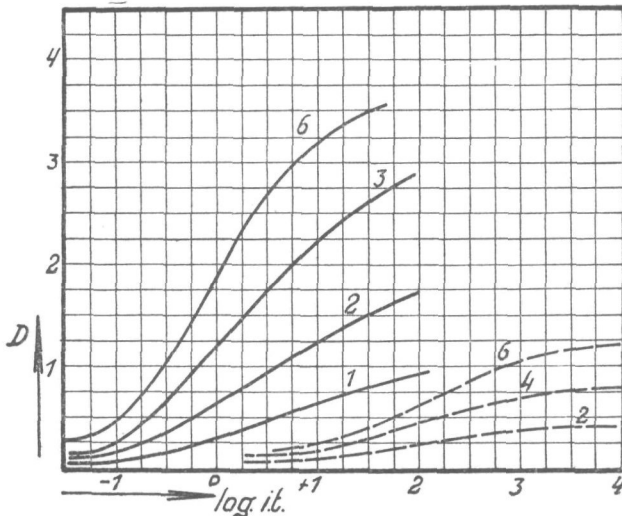


Fig. 102. Invloed door den kaliumbichromaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Agfa-Spezial-plaat.

Drie hiervan werden als contrôlestrook gebruikt en werden na de belichting (10 sec. 40 W.metaaldr.lamp, afst. 50 cM) resp. 3, 6 en 12 minuten ontwikkeld. De overige 9 werden na de belichting (360 sec. 40 W.metaaldr.lamp, afst. 50 cM) gedurende 3 min. in den kaliumbichromaat-bleeker gebaad, 6 min. gespoeld en vervolgens resp. 3, 6 en 12 min. met het 10 % natrium-sulfietbad behandeld (van elken tijd 3 stuks). Daarna werden zij zoodanig ontwikkeld, dat één groep van 3, 6 en 12 min. natriumsulfiet-inwerking gedurende drie minuten, de tweede groep gedurende 6 minuten en de derde groep gedurende 12 minuten in den ontwikkelaar werd gelaten. De voor deze proefstukken verkregen zw.krommen zijn in fig. 104 afgebeeld. Wij zien, dat behoudens de kleine afwijkingen bij het kortst ontwikkelde drietal, de bij elkaar behorende krommen geheel samenvallen en een variatie van den inwerkingstijd van het natriumsulfietbad van 3 tot 12 minuten dus geen merkbaaren invloed op de ontwikkelsnelheid of op de vertraging uitoefent.

Wij vestigen er de aandacht op, dat bij deze laatste proeven de belichting der proefstrooken plaats vond met een 40-W metaaldraad-

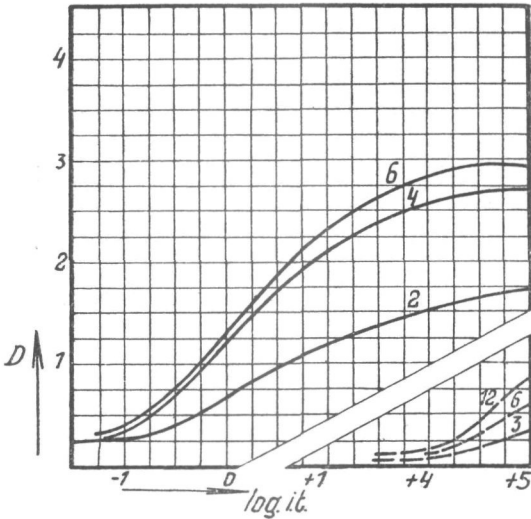


Fig. 103. Invloed door den kaliumpermanganaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend. Agfa-Spezial-plaat.

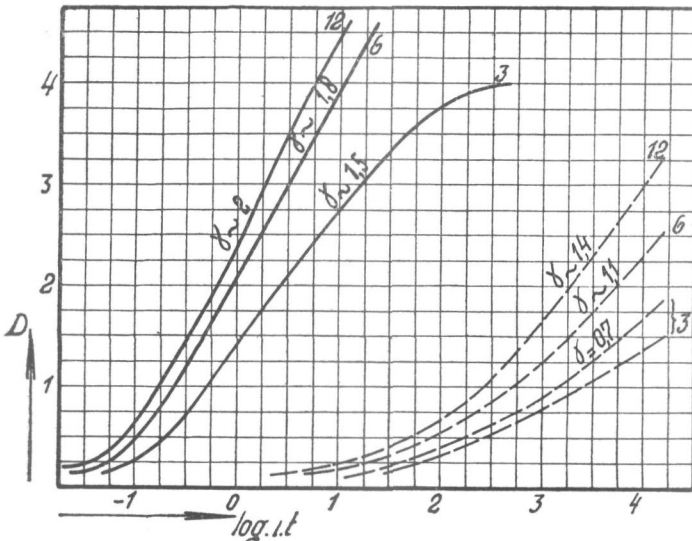


Fig. 104. Variatie van den inwerkingsduur van het natriumsulfietbad na de behandeling van het latente beeld met den kaliumbichromaatbleeker. Gevaert-Special-fijnkorrelfilm.

Inwerkingsduur: 3, 6 en 12 min. Behoudens de kleine onregelmatigheid voor den tijd van 3 minuten is geen invloed van deze variatie bemerkbaar.

lamp, terwijl voor de meting, waarvan de resultaten in fig. 100 zijn afgebeeld, de proefstukken met behulp van den reeds genoemden 60-A booglamp werden belicht. Dat door het toepassen van een andere lichtbron de resultaten niet of weinig worden beïnvloed, blijkt uit het feit, dat de krommen der met kaliumbichromaat gebleekte strooken in fig. 100 en fig. 104 een volkomen gelijk karakter bezitten.

§ 5. Invloed, welke op de gevoelige laag wordt uitgeoefend door het wegbleeken eener daarin ontwikkelde, primaire zwarting.

Proefstukken der drie emulsies: Pathé-negatief-film, Perutz-Flieger-film en Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm, werden aan eene gelijkmatige, diffuse belichting onderworpen en vervolgens ontwikkeld.

De duur der belichting werd zoodanig gevarieerd, dat een aantal verschillende primaire zwartingen werd verkregen. De grootte dezer zwartingen werd bepaald door na de ontwikkeling een gedeelte van ieder proefstuk te fixeeren en te photometreeren. Het overblijvende gedeelte werd zes minuten in stroomend water gespoeld, drie minuten aan de inwerking van het kaliumbichromaat-bleekbad blootgesteld waarvan de samenstelling op blz. 149 is genoemd, opnieuw zes minuten gespoeld in stroomend water, drie minuten met een 10 % natriumsulfietbad behandeld en vervolgens een half uur in stroomend water gespoeld en in het donker gedroogd.

Door de behandeling met het bleekbad wordt de in de laag ontwikkelde primaire zwarting weggebleekt. Op de gedroogde proefstukken, die weder volkomen blank waren, werden op de normale wijze afdrukken van een densometerwig gemaakt.

Deze proeven werden seriesgewijze uitgewerkt. Voor iedere serie werd de duur der eerste en der tweede ontwikkeling gelijk gehouden voor alle proefstukken, terwijl zij ook evenlang in het fixeerbad werden gelaten.

Bovendien werden aan iedere serie eenige proefstrooken toegevoegd, welke na belichting onder de densometerwig zonder voorafgaande behandeling met den bleeker aan dezelfde ontwikkeling werden onderworpen als de wigafdrukken, welke op de gebleekte strooken werden vervaardigd.

Bespreking der resultaten.

In fig. 105, 106 en 107 — 108 zijn de resultaten, resp. voor de Perutz-, de Gevaert- en de Pathé-film afgebeeld. Wij laten hierbij het Perutz-diagram vooropgaan, omdat bij deze emulsie de veranderingen, welke in de gevoelige laag optreden, het volledigste worden weergegeven. Het eerste, dat wij naar aanleiding van fig. 105 kunnen opmer-

ken is, dat de zwartingskrommen der voorbehandelde strooken eene verschuiving hebben ondergaan, t.o.z. van de kromme der ongebleekte strook, die in de teekening door a is aangeduid. Beschouwen wij daarbij de grootte der primaire zwartingen, welke door de cijfers bij de krommen zijn aangegeven, dan zien wij, dat deze verschuiving toeneemt, naarmate de weggebleekte zwarting grooter was, wat er dus op wijst, dat de gevoeligheid der uitgebleekte emulsie kleiner is, naarmate een grootere primaire zwarting in de laag werd ontwikkeld.

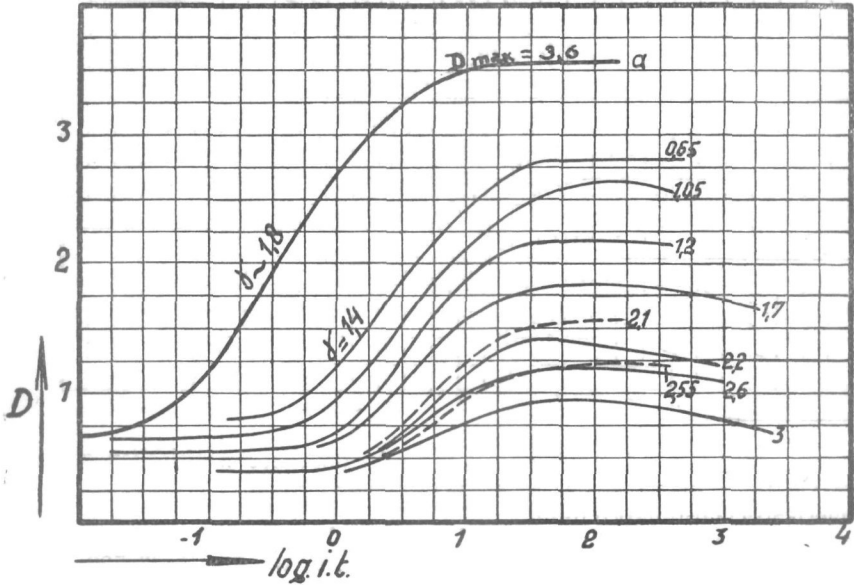


Fig. 105. Invloed welke uitgeoefend wordt door het wegbleeken eener primaire zwarting met den kaliumbichromaatbleeker. Perutz-Fliegerfilm. De cijfers bij de krommen duiden de grootte der primaire zwarting aan. Eerste belichting (gelijkmatig, diffuus): 0, 10, 20, 40, 80 en 160 sec. Tweede belichting onder de wig: voor alle gelijk. De met a aangegeven kromme is de normale zwartingskromme. De betreffende proefstrook werd aan dezelfde belichting en ontwikkeling onderworpen als de wigafdrukken, welke op de gebleekte strooken werden vervaardigd.

Naast de verschuiving der zwartingskrommen treedt echter nog een ander verschijnsel op. Wij zien in figuur 105 ook, dat het concave gedeelte der krommen daalt en dat de maximum zwarting, welke bij de tweede ontwikkeling bereikt wordt, kleiner is, naarmate de primaire zwarting grooter was. Deze verandering in den vorm der zwartingskromme moet worden toegeschreven aan het feit, dat bij de eerste ontwikkeling reeds een gedeelte van het in de laag aanwezige halogeenzilver is verbruikt, zoodat voor de vervaardiging der wigafdrukken

minder halogeenzilver beschikbaar is. Wordt de ontwikkeling der wigafdrukken op de gebleekte strooken zoolang of zoover voortgezet, dat deze op de dichtste plaatsen geheel of nagenoeg geheel tot aan den drager is doorgedrongen, dan zal de som der primaire zwarting en

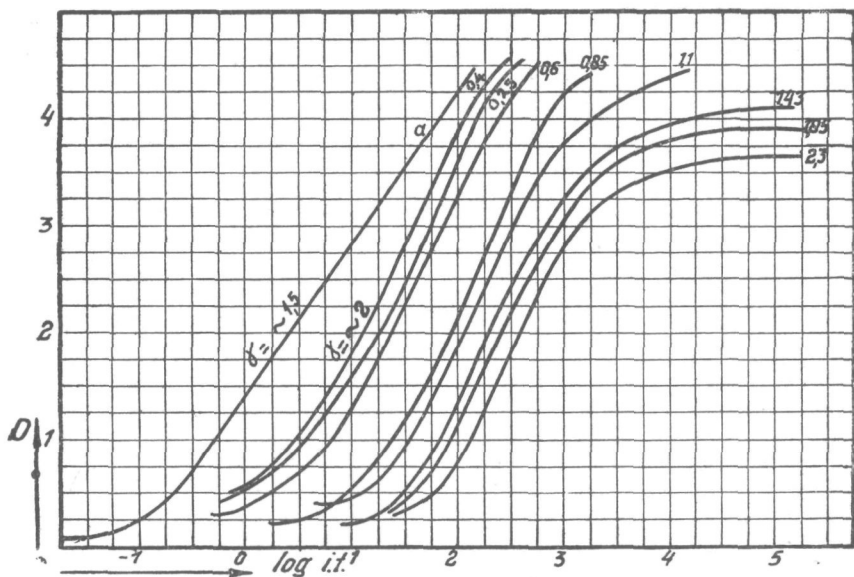


Fig. 106. Invloed welke uitgeoefend wordt door het wegbleeken eener primaire zwarting met den kaliumbichromaat-bleeker. Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm.

De cijfers bij de krommen duiden de grootte der primaire zwarting aan. Eerste belichting (gelijkmatig, diffuus): 1, 3, 6, 10, 20, 40 en 100 sec. Tweede belichting onder de wig: 10 seconden voor de krommen 0,25 0,4 en 0,6. Voor de overige strooken werd de belichtingstijd aangepast aan de gevoeligheid van het gebleekte proefstuk. De belichting der ongebleekte strook bedroeg eveneens 10 sec.

Ontwikkeling der wigafdrukken voor alle gelijk.

der maximum secundaire zwarting bij benadering constant moeten zijn.

In tabel no. 13 zijn de waarden van D_{primair} en van de daarbij behorende waarden van $D_{\text{max. sec.}}$ welke uit fig. 105 werden opgemeten, bijeen gebracht; ook de som dezer beide waarden is daarbij vermeld.

Wij kunnen opmerken, dat voor deze proefserie, waarbij de ontwikkeling der wigafdrukken inderdaad werd voortgezet, totdat in de dichtste partijen weinig of geen halogeenzilver meer over was, aan de verwachting dat de som bij benadering constant moet zijn, werd voldaan.

TABEL No. 13.

$D_{\text{prim.}}$	$D_{\text{max. sec.}}$	Som van $D_{\text{prim.}}$ en $D_{\text{max. sec.}}$
0,65	2,85	3,50
1,05	2,85	3,50
1,2	2,20	3,40
1,7	1,85	3,55
2,05	1,60	3,65
2,2	1,40	3,60
2,55	1,25	3,80
2,6	1,20	3,80
3,—	0,95	3,95

N.B: Voor de ongebleekte strook is $D_{\text{max.}} = 3,60$.

Beschouwen wij nu het diagram van de Gevaert-film, fig. 106, dan

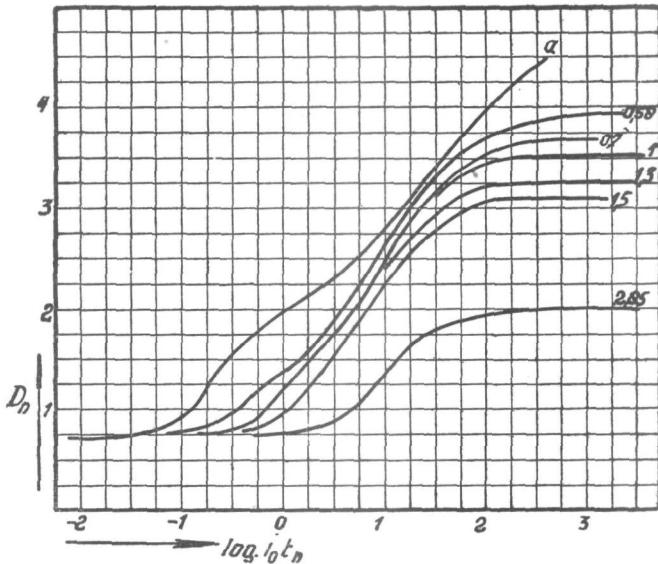


Fig. 107. Invloed welke uitgeoefend wordt door het wegbleeken eener primaire zwarting met den kaliumbichromaatbleeker.

Pathé-negatief-film.

De cijfers bij de krommen duiden de grootte der primaire zwarting aan.

De eerste en tweede ontwikkeling als ook de duur der tweede belichting was voor alle proefstukken gelijk.

treffen wij hierbij in beginsel dezelfde verschijnselen aan als bij de Perutz-film. De verschuiving der zwartingskrommen duidt er op,

dat ook hier een gevoeligheidsvermindering wordt verkregen, welke van de grootte der primaire zwarting afhankelijk is. De emulsie der Gevaert-film is zooveel dikker gegoten dan die der Perutz-film, dat voor primaire zwartingen kleiner dan 1 het concave gedeelte der zwartingskrommen nog geheel buiten het vlak van opmeting valt. Voor de grootere primaire zwartingen daalt het concave gedeelte juist zooals bij de Perutz-film. Doordat de emulsie-laag zooveel

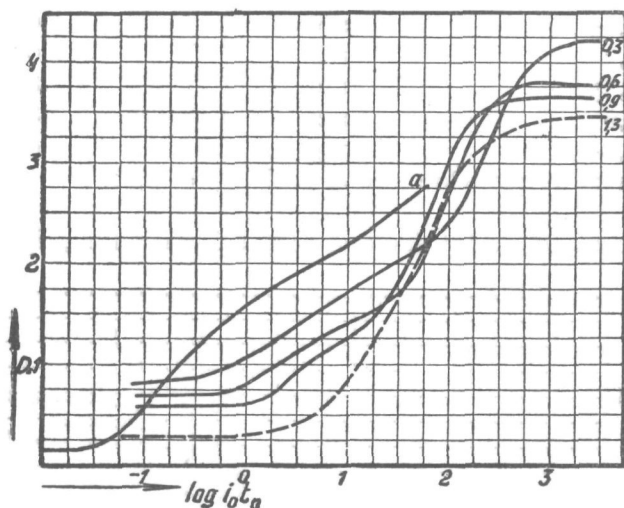


Fig. 108. Als fig. 107, doch voor deze serie werd een andere ontwikkelaar gebruikt. De figuur doet zien, hoe het dubbel karakter der kromme allengs verdwijnt.

dikker is en ook doordat de maximum waarde van D_{primair} zooveel kleiner is (ca. 2,3 tegen ca. 3 bij de Perutz-serie) is dit verschijnsel veel minder geprononceerd. Daartegenover kan in fig. 106 veel duidelijker dan in fig. 105 worden waargenomen, dat de helling van het rechtlijnig middendeel der krommen practisch gelijk is voor alle gebleekte strooken. De toename van de waarde van γ der gebleekte strooken t.o.z. van die der ongebleekte strook, komt vrij nauwkeurig overeen met de toename, welke wij in § 2 voor deze filmsoort hebben leeren kennen.

Thans wat de proeven met de Pathé-film betreft.

Dat bij deze filmsoort, waarvan de emulsie uit twee over elkaar gegoten lagen bestaat, de veranderingen, welke door het wegbleeken van primaire zwartingen worden veroorzaakt, veel gecompliceerder zijn dan bij de Perutz- en de Gevaert-film, wordt door fig. 107 en 108 duidelijk aangetoond. Zooals fig. 108 doet zien, wordt door de primaire zwarting in de eerste plaats het halogeenzilver van de bovenste

laag verbruikt en tengevolge hiervan gaat het dubbele S-karakter van de kromme geleidelijk aan verloren, totdat bij de waarde van $D_{\text{prim.}} = 1,3$ nog slechts een enkelvoudige S-kromme overblijft.

Voor deze proefserie werd de primaire ontwikkeling betrekkelijk vroeg onderbroken ($2\frac{1}{2}$ min. in den metolhydrochinon-ontwikkelaar, recept No. 7, blz. 121) terwijl de ontwikkeling voor alle wigafdrukken 6 minuten bedroeg. Voor de serie, waarvan de resultaten in fig. 107

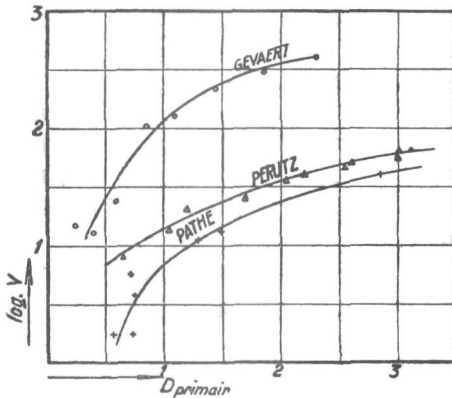


Fig. 109. Verband tusschen de primaire zwarting D_{primair} en de vertraging welke door het wegbleeken dezer zwarting wordt uitgeoefend.

weergegeven zijn, werd van de zeer krachtig werkende, sterk alcalische ontwikkelaar No. 2, blz. 121, gebruik gemaakt en zoowel de eerste als de tweede ontwikkeling bedroeg 6 minuten voor alle proefstukken. Alhoewel niet meer van een zuivere parallel-verschuiving kan worden gesproken, is een bij benadering evenwijdig-verplaatsen nog wel waar te nemen.

Ook toont fig. 107 aan, dat het concave gedeelte van de kromme zich op dezelfde wijze naar beneden verplaatst als bij de Perutz-film (fig. 105).

Uit het log.-inertia verschil van de krommen der gebleekte strooken t.o.z. van die der ongebleekte kan de vertraging worden berekend, welke op de emulsie wordt uitgeoefend door het wegbleeken der daarin ontwikkelde primaire zwarting. In tabel No. 14 hebben wij de numerieke waarden dezer vertraging opgenomen, terwijl in fig. 109 het verband tusschen het log. inertia-verschil (aangeduid door log. V = de log.waarde der vertraging) en de primaire zwarting is uitgezet.

Wij zien, dat in dit opzicht de drie onderzochte emulsies een belangrijk verschil vertoonen. Het regelmatigste verloopt de vertraging-kromme voor de Perutz-film. Bij deze werden in het gebied der kleine

TABEL No. 14.

Perutz Fliegerfilm		Gevaert-Speciaal fijnkorrelfilm		Pathé-negatief-film	
Primaire zwarting	Vertraging	Primaire zwarting	Vertraging	Primaire zwarting	Vertraging
0,65	8	0,25	14	0,58	2
1,05	14	0,4	11	0,7	5,6
1,2	21	0,6	23	0,74	2
1,7	25	0,85	100	0,76	3,6
2,1	37	1,1	130	1	5
2,2	40	1,43	230	1,3	12,7
2,55	46	1,85	300	1,5	13
2,6	50	2,3	450	2,85	40
3,1	60				

primaire zwartingen echter weinig punten bepaald. Zoowel bij de Gevaert- als bij de Pathé-film traden in dit gebied vrij veel onregelmatigheden op, waarvan de oorzaak niet kon worden vastgesteld. Zoo zien wij, dat voor de Gevaert-strook, bij welke de primaire zwarting 0,25 bedroeg, een grootere vertraging werd gevonden dan voor de strook waarbij $D_{\text{primair}} = 0,4$ (zie fig. 106) terwijl bij de Pathé-film in het gebied van $D_{\text{primair}} = 0,58$ tot 1 de afwijkingen nog grooter zijn.

De vertragingen bij de Pathé-film werden uit de proefserie berekend waarop fig. 107 betrekking heeft. Dat echter ook de wijze, waarop de ontwikkeling plaats vindt invloed uitoefent, blijkt uit het feit, dat in fig. 108 de krommen der gebleekte strooken verder verschoven liggen t.o.z. van kromme a dan in fig. 107. Ook bij de krommen der proefstukken voor welke de primaire zwartingen bij benadering gelijk waren, is dit waar te nemen.

Voor een meer nauwkeurige bepaling van den invloed door de wijze van ontwikkeling uitgeoefend, moeten deze proeven te onvolledig worden geacht.

§ 6. De zwartingskrommen van het secundaire beeld. Invloed van den duur der tweede ontwikkeling en van den tijd, of de intensiteit der tweede belichting.

De gegevens, welke de in § 3, § 4 en § 5 beschreven proeven hebben opgeleverd, zijn voor de practische toepassing der methoden ter vervaardiging van secundaire beelden van veel belang, omdat zij ons eenig inzicht geven omtrent de veranderingen, welke in de gevoelige laag optreden en de factoren, waarmede bij de doseering der tweede belichting rekening moet worden gehouden.

Bovendien zijn de in § 5 besproken experimenten van waarde voor de verklaring van het ontstaan van het secundaire beeld bij de methode, waarbij de tweede belichting plaats vindt, nadat het primaire beeld uit de laag is verwijderd. Deze experimenten toonden aan, dat de gevoeligheid van de laag, na de bleeking en de behandeling met het tussenbad, kleiner is naarmate de primaire zwarting groter was. Wordt derhalve in de gevoelige laag een normaal negatief ontwikkeld,

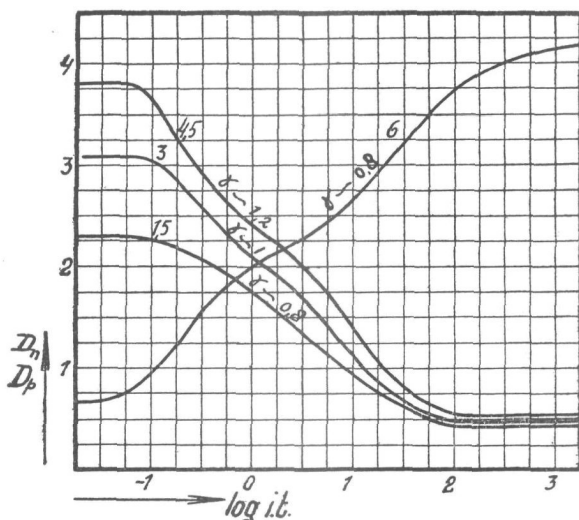


Fig. 110. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Pathé-negatief-film.

Negatief: Belicht 10 sec. 40 W.-metaaldr.lamp, 50 cM afstand (met tussenschakeling van emailglas), ontwikkeld 6 minuten.

Tweede belichting vóór de bleeking: 1 minuut op 1 M afstand van 60-A booglamp. De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

bestaande uit partijen van *verschillende* dichtheid, dan zal de gevoeligheid van de uitgebleekte laag niet meer gelijkmatig zijn maar gedifferentieerd, zoodat door eene gelijkmatige tweede belichting een soortgelijk ontwikkelbaar beeld verkregen kan worden, als bij de opname in de camera, of bij de vervaardiging van een afdruk.

Tot deze gevolgtrekking hadden wij echter ook zonder de experimenten van § 5 kunnen komen. Onze fotografische emulsies zijn niet homogeen, doch bestaan uit korrels van verschillende grootte. ¹⁾

¹⁾ Lüppo-Cramer, Die Grundlagen der photographischen Negativ-Verfahren; Ausführliches Handbuch der Photographie, J. M. Eder, II Bd, 1^o Tl., blz. 282.

Door The Svedberg werd aangetoond, dat de groote korrels van eenzelfde emulsie gevoeliger zijn dan de kleine en dus bij belichting eerder ontwikkelbaar worden. Naarmate bij de belichting dus meer licht werd geabsorbeerd en bij de ontwikkeling de reductie verder werd voortgezet, zal de gevoeligheid van het overblijvende halogeenzilver ook kleiner zijn.

Uit deze redeneering volgt echter, dat de ongelijkmatige gevoelig-

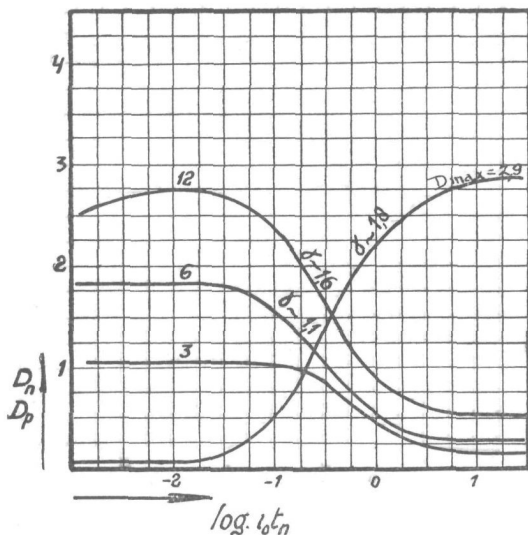


Fig. III. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Perutz-Fliegerfilm.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 6 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting vóór de bleiking: 1 minuut op 1 M afstand van 60-A booglamp.

De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

heid, zonder welke, door de belichting na de bleiking, geen gedifferentieerde secundaire zwarting verkregen zou kunnen worden (tenzij de ontwikkeling tot aan de drager zou doordringen) reeds na de eerste ontwikkeling, dus vóór de bleiking, aanwezig moet zijn.

In het algemeen kunnen wij derhalve bij deze methoden de volgende vertragingen of gevoeligheidsverminderingen onderscheiden:

²⁾ Untersuchungen von The Svedberg über Belichtungszentren in Zusammenhang mit der Lichtempfindlichkeit. Ausf. Handb. d. Ph., J. M. Eder, II Bd, 1^o Tl. bl. 298 e. v.

a. De ongelijkmatige desensibilisatie, welke teweeggebracht wordt door de ontwikkeling van het negatief;

b. De gelijkmatige vermindering der gevoeligheid, die het halogeenzilver ondergaat door de inwerking van het bleekbad tijdens de verwijdering van het negatief.

c. De achteruitgang van de ontwikkelbaarheid van het latente beeld, dat door de tweede belichting vóór de bleiking wordt gevormd.

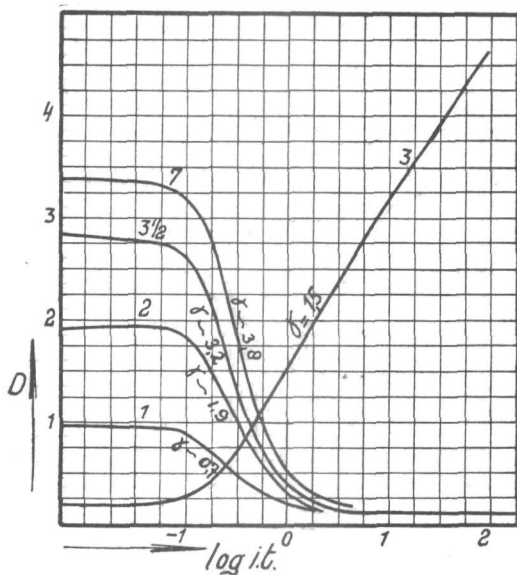


Fig. 112. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Gevaert-Special-fijnkorrelfilm. Negatief: 30 sec. belicht (40 W., 50 cM), 3 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting vóór de bleiking: 4 min. (600 k 50 cM).

De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

Vindt de tweede belichting na de bleiking plaats, dan treden alleen de met a. en b. aangeduide vertragingen op. Bij het doseeren der tweede belichting vóór de bleiking moet ook met de onder c. genoemde achteruitgang rekening gehouden worden. Daarbij komt, dat in dit laatste geval het nog in de laag aanwezige negatief bovendien een beschermende werking op het halogeenzilver uitoefent (immers de gevoelige laag wordt door het negatief heen belicht) en zoo wordt het verklaarbaar, dat bij het toepassen der gedoseerde tweede belichting vóór de bleiking de duur dezer belichting zooveel langer, of de intensiteit van de daarvoor gebruikte lichtbron zooveel grooter

zal moeten zijn, dan wanneer zij na de bleiking wordt ingeschakeld. (Men vergelijkte in dit verband de onderschriften van fig. 110 tot 115 met die van fig. 116 tot 122).

Wij zullen de verdere punten van onderscheid tusschen deze werkwijzen aan de hand van de zwartingskrommen nader beschouwen.

Voor dit doel werden de volgende proeven genomen:

Van elk der drie emulsies: Pathé-negatief-film, Perutz-Fliegerfilm

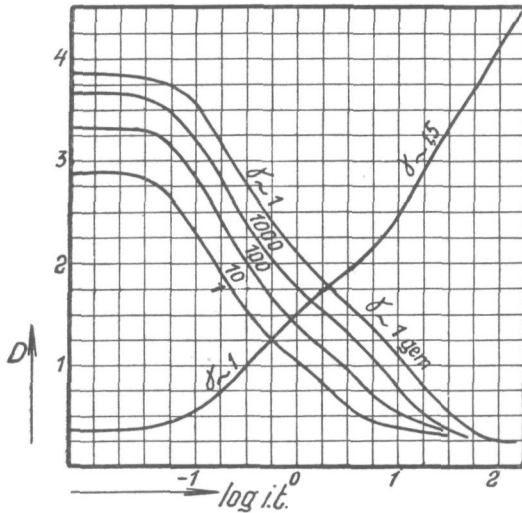


Fig. 113. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Pathé-negatief-film.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 5 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting vóór de bleiking: op 1; 2 en 4 M van 60-A booglamp; belichtingstijd zoodanig, dat de lichthoeveelheid in de verhouding 1: 10: 100: 1000 werd gevarieerd. Duur der tweede ontwikkeling: 10 minuten.

en Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm werd een aantal proefstukken onder de densometerwig belicht en tot negatief ontwikkeld. Na een spoeling van ca. zes minuten in stroomend water, werd het negatief met behulp van den kaliumbichromaat-bleeker, waarvan het recept op blz. 149 is aangegeven, uit de laag verwijderd. Hierna vond opnieuw een spoeling van ca. zes minuten plaats. Vervolgens werden zij gedurende 3 minuten met een 10 % natriumsulfiet-tusschenbad behandeld, opnieuw zes minuten gespoeld en ten slotte aan de tweede ontwikkeling onderworpen.

Deze proeven werden seriesgewijze uitgewerkt.

De tweede belichting werd hetzij vòòr, hetzij nà de bleiking toegepast. Voor sommige series werd de duur, of de intensiteit dezer belichting gevarieerd, voor andere de tijd der tweede ontwikkeling. Voor het overige werden de omstandigheden, waardoor het resultaat zou kunnen worden beïnvloed, bij iedere serie gelijk gehouden.

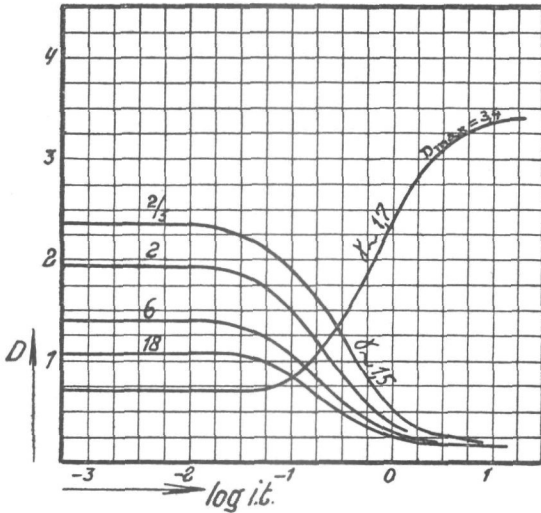


Fig. 114. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Perutz-Fliiegerfilm.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 4 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting vóór de bleiking: 10 sec. op 2/3; 2; 6 en 18 M afstand van 60-A booglamp.

Duur der tweede ontwikkeling: 10 minuten.

Het door de eerste belichting en ontwikkeling gevormde primaire beeld werd vastgelegd door steeds een of twee der proefstukken nà de negatief-ontwikkeling te fixeeren. De secundaire zwartingskrommen van eenzelfde serie werden met de bijbehorende primaire kromme in één diagram opgeteekend. Deze diagrammen zijn in de figuren 110 tot 122 afgebeeld. Ten einde het overzicht te vergemakkelijken rangschikten wij deze figuren in het volgende schema:

BLEEKER: KALIUMBICROMAAT-ZWAVELZUUR

FILMSOORT	Groep A: Tweede belichting vóór de bleeking		Groep B: Tweede belichting na de bleeking	
	2° ontwikkeltijd-variatie	2° belichtingstijd-variatie	2° ontwikkeltijd-variatie	2° belichtingstijd-variatie
Pathé-neg.-film	Fig. 110	Fig. 113	Fig. 116	Fig. 120
Perutz-Fliegerfilm ...	„ 111	„ 114	„ 117	} „ 121
Gevaert-Speciaalfijnk.-film	„ 112	„ 115	„ 118	
			„ 119	„ 122

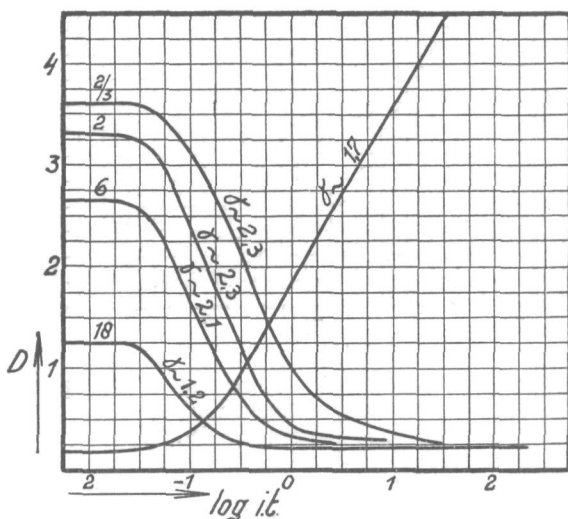


Fig. 115. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Gevaert-Speciaalfijnkorrelfilm. Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 5 minuten ontwikkeld. Tweede belichting vóór de bleeking: 10 sec. op 2/3; 2; 6 en 18 M afstand van 60-A booglamp. Duur der tweede ontwikkeling: 10 minuten.

Naar aanleiding van deze resultaten kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Groep A.

Zooals de fig. 110, 111 en 112 doen zien, wordt door variatie van den ontwikkeltijd — bij toepassing van de tweede belichting vóór

de bleeking — dezelfde verandering in den vorm der zwartingskrommen veroorzaakt, welke ons van de primaire krommen bekend is.

Bij voortzetting van de ontwikkeling treedt een draaiing van de sec. zwartingskrommen op en de ontwikkelfactor neemt toe. Voor een ontwikkeltijd van 3 en 4,5 minuut bij de Pathé-film (fig. 110) is de waarde van γ dezer krommen (die wij met $\gamma_{\text{sec.}}$ zullen aanduiden) grooter dan van de primaire kromme na een ontwikkeling van 6 minuten.

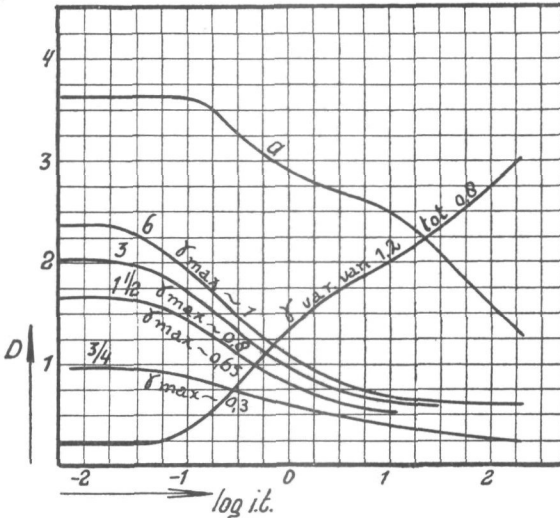


Fig. 116. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Pathé-negatief-film.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 8 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting ná de bleiking: eveneens 10 seconden (40 W., 50 cM). De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

N.B. Kromme a werd verkregen door de betreffende proefstrook ná de bleiking 5 sec. aan daglicht bloot te stellen en het halogeenzilver volledig te reduceeren.

Hetzelfde verschijnsel kunnen wij in fig. 112 bij de Gevaert-film waarnemen. Voor den ontw.tijd van $3\frac{1}{2}$ minuut bereikt $\gamma_{\text{sec.}}$ de waarde van 3,2, terwijl na 7 minuten de zeer hoge waarde van 3,8 wordt verkregen. Bij de primaire kromme is de waarde van γ (die wij $\gamma_{\text{prim.}}$ zullen noemen) = 1,5 na 3 minuten.

Bij de Perutz-film fig. 111 is dit eenigszins anders. Na een ontwik-

keling van 6 minuten is γ_{sec} . nog slechts 1,1 terwijl pas na 12 minuten de waarde van γ_{prim} . bij benadering wordt bereikt. Door deze langdurige ontwikkeling was echter alle in de laag aanwezige halogeenzilver gereduceerd, zodat het doel, dat door de doseering der tweede belichting wordt beoogd, niet meer werd bereikt.

Wat de variatie der tweede belichting betreft, ook in dit opzicht bestaat er tusschen de drie onderzochte emulsies eenig verschil.

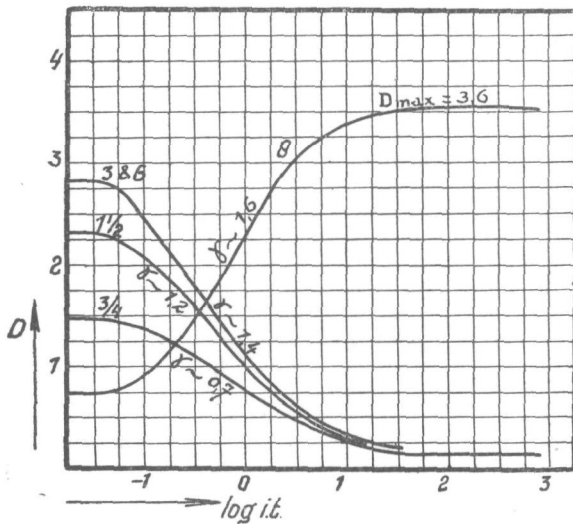


Fig. 117. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Perutz-Fliegerfilm.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 8 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting ná de bleeking: eveneens 10 seconden (40 W., 50 cM).

De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

Het regelmatigste resultaat werd met de Pathé-film verkregen (fig. 113). Voor de gekozen belichtingsverhouding loopen de krommen bij benadering parallel en aequidistant. Bij de Gevaert-film (fig. 115) is duidelijk eenige draaiing waarneembaar terwijl geen aequidistantie aanwezig is. Bij de Perutz-film (fig. 114) treedt vrijwel uitsluitend draaiing op en het diagram heeft geheel het karakter alsof de ontwikkeltijd was gevarieerd inplaats van de intensiteit van de bestraling.

Groep B.

Dat door variatie van den duur der ontwikkeling, bij toepassing der tweede belichting na de bleeking, eveneens een draaiing van de

secundaire krommen veroorzaakt wordt, toonen de figuren 116, 117, 118 en 119 aan. Bij de Pathé-film (fig. 116) neemt $\gamma_{\text{sec.}}$ opvallend langzamer toe dan bij de Perutz-film (fig. 117 en 118) en de Gevaert-film (fig. 119). Ook kan in diagram 116 vanaf het begin der ontwikkeling een neiging tot sluiervorming worden waargenomen.

Zeer regelmatig verloopt de toename van $\gamma_{\text{sec.}}$ bij het Gevaert-diagram. Ook de beide Perutz-diagrammen maken een regelmatig

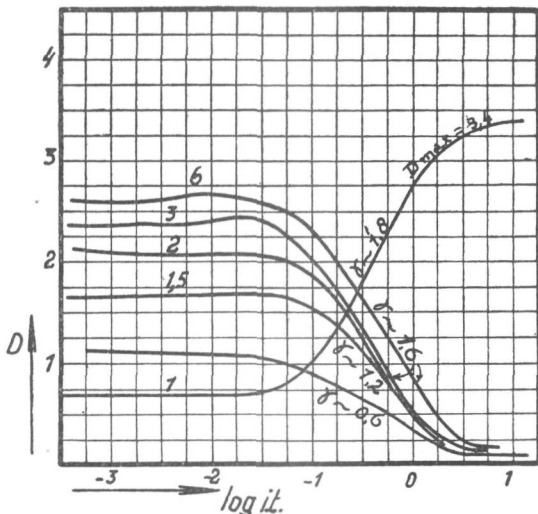


Fig. 118. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Perutz-Fliegerfilm.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 4 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting ná de bleiking: eveneens 10 seconden (40 W., 50 cM).

De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

indruk, doch bij de beoordeling dezer beide figuren moet in aanmerking worden genomen, dat op de plaats waar het beginpunt der secundaire krommen is gelegen, geen halogeenzilver meer in de laag aanwezig was. Dit is ook te zien uit de primaire kromme, die aangeeft dat op de overeenkomstige plaats in het negatief de max. dichtheid werd bereikt, welke met deze filmsoort kan worden verkregen. Bovendien moet nog opgemerkt worden, dat voor den ontwikkeltijd van 3 en 6 minuten in diagram 117 en van 6 minuten in diagram 118 de ontwikkeling in de geheele proefstrook tot aan den drager was doorgedrongen, zoodat geen effect van de dosering der tweede belichting meer werd bereikt. Ten einde het verschil tusschen de Pathé- en de Perutz-film in dit opzicht te demonstreeren, werd aan diagram

116 de kromme *a* toegevoegd, welke verkregen werd door een proefstrook dezer serie na de bleeking aan daglicht bloot te stellen en vervolgens te ontwikkelen, tot alle halogeenzilver was gereduceerd.

Wat nu het effect van de variatie der tweede belichting na de bleeking betreft, kunnen wij constateeren, dat alleen bij de Gevaert-film (fig. 122) een bij benadering parallel verlopen van de sec. krommen valt op te merken. Zoowel bij de Pathé-film (fig. 120) als bij de

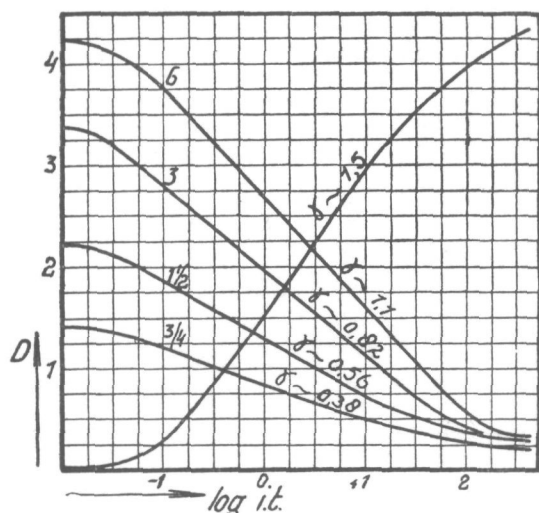


Fig. 119. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Gevaert-Special fijnkorrelfilm. Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 8 minuten ontwikkeld. Tweede belichting ná de bleeking: eveneens 10 seconden (40 W., 50 cM). De cijfers bij de secundaire krommen duiden den herontwikkeltijd in minuten aan.

Perutz-film (fig. 121) zien wij in hoofdzaak een draaiing optreden, terwijl bovendien de Pathé-film dezelfde neiging tot de vorming van sluier bij de tweede ontwikkeling vertoont, welke in diagram 116 zichtbaar was. Op deze sluier komen wij terug in de volgende §.

In het bijzonder vestigen wij hierbij nogmaals de aandacht op het Perutz-diagram fig. 121. Zeer duidelijk toont deze figuur aan, dat ook bij de korte tweede belichting van 1 en 3 seconden de proefstrooken over de *geheele lengte* van het meetvlak bij de tweede ontwikkeling worden gezwart.

Door de doseering der belichting na de bleeking kan bij deze film-

soort derhalve niet worden verhinderd, dat de helderheid van het secundaire beeld verloren gaat op die plaatsen, waar na de primaire ontwikkeling nog halogeenzilver achterblijft. Slechts het contrast van de afbeelding wordt hierdoor beïnvloed.

De opmerkingen, welke wij naar aanleiding van de figuren 110 tot

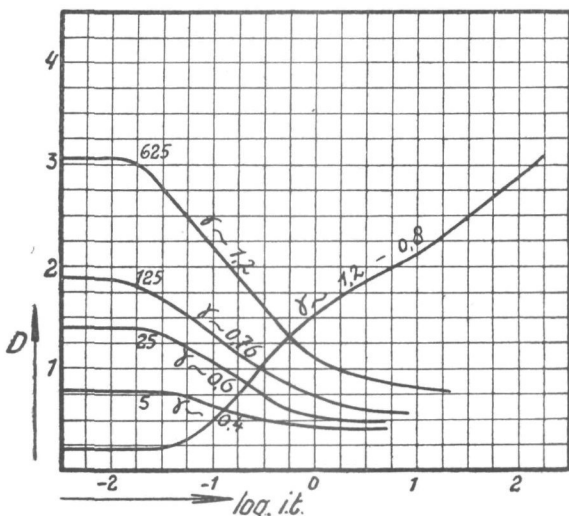


Fig. 120. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Pathé-negatief-film.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM.), 8 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting ná de bleiking: 5; 25; 125 en 625 seconden, doch de intensiteit van de lichtbron hierbij tot op ca. $1/30$ verzwakt.

Duur der tweede ontwikkeling: 6 minuten.

122 hebben gemaakt, kunnen als volgt in het kort tesamen worden gevat:

1°. Door variatie van den duur der tweede ontwikkeling wordt de ontwikkelfactor van de secundaire zwartingskrommen ($\gamma_{\text{sec.}}$) op overeenkomstige wijze beïnvloed als de ontwikkelfactor van de primaire zwartingskrommen ($\gamma_{\text{prim.}}$) door variatie van den eersten ontwikkeltijd.

Onder overigens gelijke omstandigheden schijnt $\gamma_{\text{sec.}}$ bij toepassing van de tweede belichting vòòr de bleiking een hogere waarde te kunnen bereiken dan bij de tweede belichting ná de bleiking.

2°. Door variatie van den duur of de intensiteit van de tweede

belichting vòòr de bleiking, wordt bij de Pathé- en de Gevaert-film eene verschuiving der zwartingskrommen verkregen. Bij de Pathé-film was deze verschuiving bij benadering aequidistant voor een belichting, welke volgens een meetkundige reeks werd gevarieerd.

Bij de Perutz-film werd door de belichtings-variatie slechts een draaiing der secundaire krommen veroorzaakt.

3°. Door variatie van den duur der tweede belichting nà de blee-

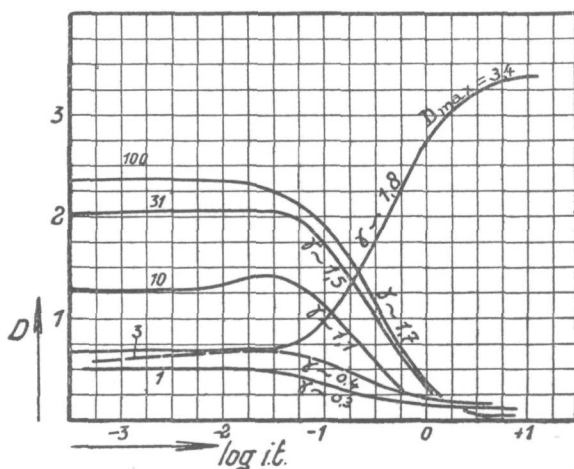


Fig. 121. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Perutz-Fliiegerfilm.

Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 4 minuten ontwikkeld.

Tweede belichting nà de bleiking: 1; 3; 10; 31 en 100 sec., doch de intensiteit van de lichtbron hierbij tot op ca. 1/100 verzwakt. Duur der tweede ontwikkeling: 6 minuten.

king wordt bij geen der drie onderzochte emulsies een parallel-verschuiving der sec. zwartingskrommen verkregen. Bij de Gevaert-film is de draaiing naar verhouding gering. Bij de Perutz-film werd het doel, dat door de doseering der tweede belichting wordt nagestreefd, niet bereikt, doordat de helderheid der proefstukken, ook bij een

korte belichting reeds vanaf het begin der ontwikkeling verloren ging.

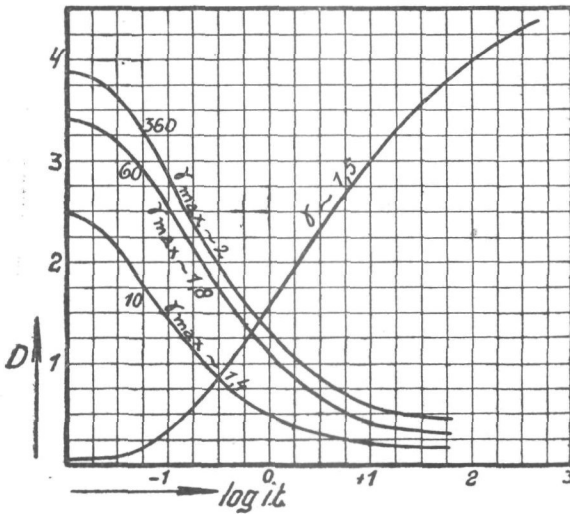


Fig. 122. Primaire en secundaire zwartingskrommen van Gevaert-Special fijnkorrelfilm. Negatief: 10 sec. belicht (40 W., 50 cM), 8 minuten ontwikkeld. Tweede belichting ná de bleiking: 10; 60 en 360 seconden, doch de intensiteit van de lichtbron hierbij tot op ca. $1/30$ verzwakt. Duur der tweede ontwikkeling: 6 minuten.

§ 7. De praktische waarde der methoden ter vervaardiging van secundaire beelden, waarbij eene gedoseerde tweede belichting wordt toegepast.

Zoals wij reeds opmerkten, geven de secundaire krommen uit den aard der zaak het verband aan tusschen de lichthoeveelheden, waardoor de proefstukken bij de belichting onder de densometerwig worden getroffen en de zwartingen van het secundaire positief. Wanneer wij derhalve met behulp van deze krommen willen nagaan, in hoeverre de positieven, welke door toepassing der methoden ter vervaardiging van secundaire beelden kunnen worden verkregen, vergelijkbaar zijn met afdrukken op speciale positiefemulsies, dan moeten wij de secundaire krommen niet alleen vergelijken met de primaire krommen der gebruikte negatief- of positiefmaterialen, doch ook met de krommen, welke ontstaan door de onder de wig belichte (en tot negatief ontwikkelde) proefstukken der negatief-emulsies, op de positief-

emulsies af te drukken en de dichtheden dezer afdrukken op de gebruikelijke wijze op te meten en te registreeren.

Tot dit doel werden van de drie emulsies: Pathé-negatief-film, Agfa-Spezialplaat en Perutz-Fliegerfilm wigafdrukken vervaardigd, welke voor de bepaling der primaire krommen werden gebruikt. Vervolgens werden van deze proefstukken afdrukken gemaakt op de drie positief-filmsoorten, waarvan de primaire krommen in fig. 77, 78 en 79 zijn

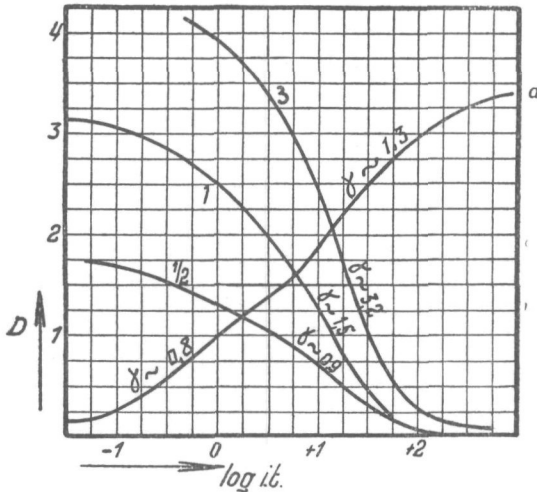


Fig. 123. Positieve zwartingskrommen door afdrukken verkregen. Een wigafdruk op Pathé-negatief-film werd als negatief gebruikt. De negatieve zwartingskromme is met a aange- teekend. Van dit negatief werden drie positieve afdrukken vervaardigd op Pathé-positief-film. De belichtingstijd der afdrukken was gelijk, de duur der ontwikkeling werd gevarieerd. De cijfers bij de positiefkrommen duiden den ontwikkeltijd in minuten aan.¹⁾

afgebeeld. Bovendien werden van de tot negatief ontwikkelde proef- stukken der Perutz-film ook positieve afdrukken op deze zelfde Perutz-film vervaardigd. Bij deze afdrukken werd zoowel de ontwik- keltijd als de belichtingstijd gevarieerd op dezelfde wijze als bij de in § 6 beschreven experimenten. De met behulp van deze proefstukken verkregen zwartingskrommen, die wij ter onderscheiding van de primaire en de secundaire krommen de *positiefkrommen* zullen

¹⁾ Voor de ontwikkeling der proefstrooken van fig. 123 tot 129, werd ge- bruik gemaakt van den ontwikkelaar No. 7 uit tabel No. 4.

noemen, zijn in fig. 123 tot 128 afgebeeld. Wanneer wij nu de in § 6 beschreven secundaire krommen met deze positiefkrommen vergelijken, dan kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

Tusschen de secund. krommen en de pos. krommen bestaan verschillende punten van overeenkomst. Beide vertoonen den karakteristieken S-vorm die ons van de primaire krommen bekend is, met dit verschil nochtans, dat de S-vorm sterker geprononceerd is en

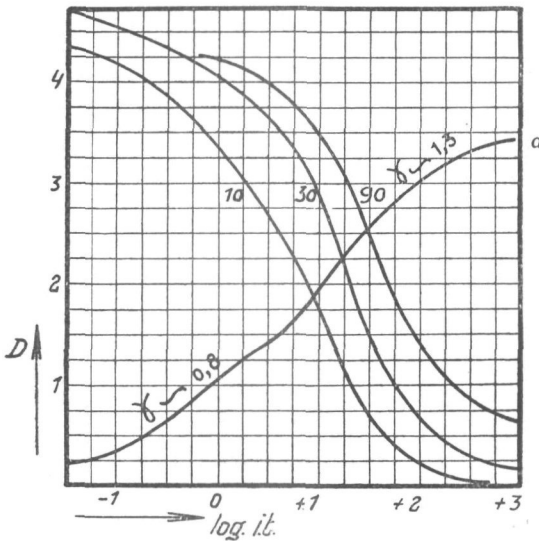


Fig. 124. Positieve zwartingskrommen door afdrukken verkregen. Wigafdruk op Pathé-negatiefilm (kromme a). Positieve afdrukken op Pathé-positiefilm. De ontwikkeltijd der afdrukken was gelijk, de duur der belichting werd gevarieerd. De cijfers bij de positiefkrommen duiden den belichtingstijd in sec. aan.

dat het convexe gedeelte zich verder uitstrekt. Niet alle diagrammen echter geven deze afwijkingen even duidelijk weer.

Een duidelijk voorbeeld der sterkere prononcieering van den S-vorm treffen wij aan in de pos. krommen van fig. 124 en in de secund. krommen van fig. 112, 115 en 122. Het verder uitstreken van het convexe deel is feitelijk in alle diagrammen waar te nemen. Het minste treedt dit verschijnsel op bij de secund. krommen in fig. 110, 111, 112 en 119 en bij de pos. krommen in fig. 127.

Dit verschil tusschen de pos. krommen en de primaire krommen moet worden toegeschreven aan het feit, dat de proefstukken der primaire krommen onder een wig met lineair verlopende dichtheid worden belicht, terwijl de dichtheidswig der negatieven, waaronder de afdrukken werden belicht, S-vormig gebogen verloopt.

Bij toepassing der tweede belichting vòòr de bleeking vindt de belichting van het halogeenzilver, juist zooals bij het maken van afdrukken, plaats onder het nog aanwezige negatief en het is dus begrijpelijk, dat hierbij hetzelfde verschijnsel optreedt als bij de pos. krommen. Bij de tweede belichting nà de bleeking steunt de beeldvorming op de gedifferentieerde gevoeligheidsvermindering, welke door het wegbleeken der primaire zwarting wordt veroorzaakt. Zooals

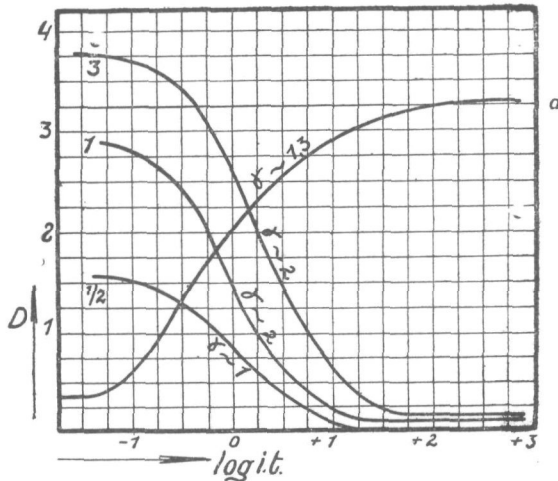


Fig. 125. Positieve zwartingskrommen door afdrukken verkregen. Wigafdruk op Agfa-Ultra-Spezial-plaat (kromme a). Van dit negatief werden drie positieve afdrukken vervaardigd op Agfa-positief-film. De belichtingstijd der afdrukken was gelijk, de duur der ontwikkeling werd gevarieerd. De cijfers bij de positiefkrommen duiden den ontwikkeltijd in minuten aan.

fig. 109 deed zien verloopt de lijn, welke het verband aangeeft tusschen deze gevoeligheidsvermindering en de zwarting van het negatief concaaf gebogen en dientengevolge strekt zich ook bij deze secundaire krommen het convexe deel verder uit dan bij de primaire.

Wij willen thans beide secundaire methoden een oogenblik afzonderlijk beschouwen.

a. *De methode met belichting vòòr de bleeking.*

De groote gelijkenis tusschen de secundaire krommen dezer methode en de positiefkrommen is in overeenstemming met de conclusie, welke bij de practische toepassing kon worden getrokken, dat de

op deze wijze vervaardigde secundaire positieven niet bij afdrucken ten achter behoeven te staan. Eenige punten van onderscheid kunnen echter nog worden aangegeven. Zoo zien wij, dat in het diagram fig. 110 de dubbele S-vorm, welke karakteristiek is voor de dubbel-gegoten Pathé-neg.film, bij de secundaire krommen behouden is gebleven, terwijl hij bij de afdrucken op de enkel gegoten Pathé-pos.film is vervaagd. Tevens kan worden opgemerkt, dat de sec.

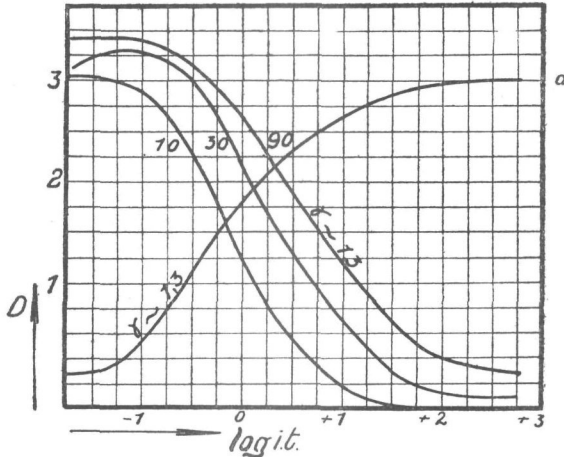


Fig. 126. Positieve zwartingskrommen door afdrucken verkregen. Wigafdruk op Agfa-Ultra-Spezial-plaat (kromme a). Positieve afdrucken op Agfa-positief-film. De ontwikkeltijd der afdrucken was gelijk, de duur der belichting werd gevarieerd. De cijfers bij de positiefkrommen duiden den belichtingstijd in sec. aan.

krommen, zoowel van de Pathé- als van de Perutz-film, algemeen gesproken, een kleinere helling vertoonen dan de overeenkomstige pos.krommen.

Dit verschijnsel is typeerend voor beide emulsies en ook bij de praktische toepassing kon worden waargenomen, dat voor de vervaardiging van krachtige kinopositieven van minder kontrastrijke onderwerpen deze filmsoorten niet bijzonder geschikt te achten zijn. De waarden van γ zijn in de verschillende diagrammen aangeeteekend. Door het sterker geprononceerd zijn van de S-vorm gaf het bepalen dezer waarden meer moeilijkheden dan bij de primaire krommen en een zuivere maatstaf voor de vergelijking van het contrast der pos. of sec. afbeelding en der primaire, is γ daardoor niet. In sommige

krommen, bij welke een benaderende rechte niet kon worden getrokken is de maximum helling aangegeven (aangeduid door γ_{\max}).

Het is een in de praktische fotografie zeer bekend verschijnsel, dat bij den positieven afdruk de contrasten in de hooge lichten in het algemeen kleiner of flauwer worden weergegeven dan zij voor-

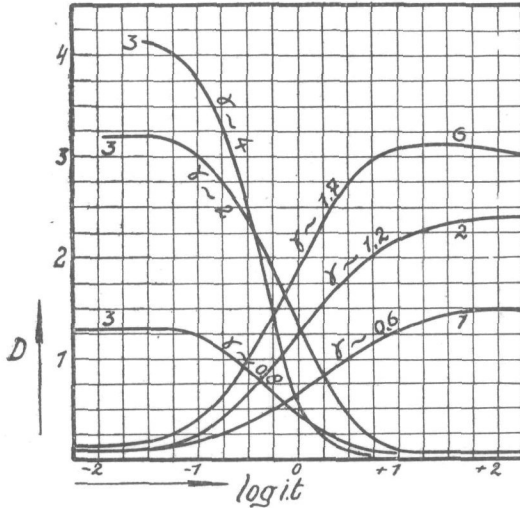


Fig. 127. Positieve zwartingskrommen door afdrukken verkregen. Drie gelijk belichte doch verschillend ontwikkelde wigafdrukken op Perutz-Fliegerfilm werden als negatief gebruikt. De cijfers bij de negatiefkrommen duiden den ontwikkeltijd in minuten aan. Van deze drie negatieven werden positieve afdrukken vervaardigd op Kodak-positieffilm. De ontwikkeltijd dezer afdrukken was gelijk; de duur der belichting werd daarbij zoodanig gevarieerd dat de negatiefkrommen in haar geheel weergegeven werden.

kwamen in het negatief. Wij schreven hierover reeds in hoofdstuk I. Ook bij de secundaire beelden treffen wij deze eigenschap aan.

Dat evenwel, afgezien van de flauwere weergave der hooge lichten, het negatief krachtig ontwikkeld moet worden wil men (ook bij gebruik der zeer contrastrijk werkende pos.filmsoorten) een krachtigen positieven afdruk kunnen verwachten, toont fig. 127 duidelijk aan. Voor de vervaardiging der drie pos.krommen in deze figuur werden drie gelijk belichte doch verschillend ontwikkelde wigafdrukken op Perutz-film, afgedrukt op de zeer contrastrijke Kodak-pos. film. De drie pos.afdrukken werden evenlang (3 min.) ontwikkeld en de belichting

dezer afdrukken werd zoodanig geregeld, dat de neg.krommen in hun geheel konden worden weergegeven. Wij zien uit deze figuur, van hoe grooten invloed de negatiefontwikkeling is. Voor het bereiken van $\gamma_p \sim 2$ moet $\gamma_n \sim 1,2$ zijn. In hoofdstuk IV beschreven wij, hoe bij de vervaardiging van secundaire beelden de negatiefontwikkeling

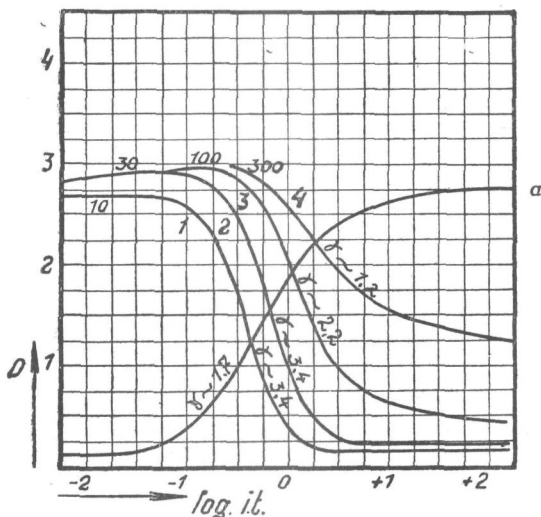


Fig. 128. Positieve zwartingskrommen door afdrukken verkregen. Eén wigafdruk op Perutz-Fliegerfilm werd als negatief gebruikt (kromme a). Van dit negatief werden vier positieve afdrukken vervaardigd, eveneens op Perutz-Fliegerfilm. Het negatief en de pos. afdrukken werden vier minuten ontwikkeld. De duur der belichting bedroeg: 10 seconden voor het negatief; 10, 30, 100 en 300 seconden voor de pos. afdrukken.

ver moet worden voortgezet, niet alleen ter wille van het bij de pos. ontwikkeling te bereiken contrast, maar ook ten einde het ontstaan van een tweeslachtig beeld, dat gedeeltelijk positief en gedeeltelijk negatief is, te voorkomen. Een voorbeeld van een dergelijke hybridvorming, die wij in de praktijk meermalen ontmoetten, geeft fig. 129. Deze figuur toont duidelijk aan, dat na een negatiefontwikkeling, waarbij γ_n de waarde 0,56 bereikt, niet alleen een weinig contrastrijk sec. beeld wordt verkregen ($\gamma_{sec} \sim 0,7$ bij een ontw. van 5 min.) doch bovendien een zware sluier en een vrij krachtig teruggekeerd negatief, over een belangrijk gedeelte van het proefstuk, ontstaat. Dit negatief is in de figuur door de streeplijn aangegeven. Door de eerste ontwikkeling tot zes minuten voort te zetten, kan bij de sec.

afbeelding een waarde van $\gamma_{\text{sec}} \approx 2,5$ worden bereikt en wordt de negatiefterugkeer geheel onderdrukt.

b. *De methoden nà de bleeking.*

Vergelijken wij de secundaire diagrammen, welke op de tweede belichting nà de bleeking betrekking hebben, met die der pos.krommen en der sec.krommen, waarbij de tweede belichting vòòr de bleeking

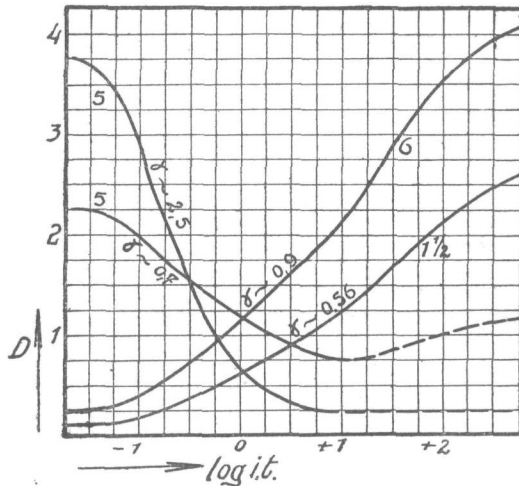


Fig. 129. Voorbeeld van hybridvorming bij Pathé-negatief-film. Ontwikkeltijd der negatieven $1\frac{1}{2}$ en 6 minuten, der secundaire posities 5 minuten.

geschiedt, dan moeten wij constateeren, dat i.h.a. de vorm dezer sec.krommen minder gunstig is. In het bijzonder valt op te merken, dat in fig. 116, 120 en 122 het convexe deel der krommen uitgestrekter is dan bij de overeenkomstige sec.krommen in fig. 110, 113 en 115 en bij de pos.krommen in fig. 123.

Gedeeltelijk kan dit minder gunstig zijn verklaard worden uit de proeven, welke in § 5 werden beschreven. Vestigen wij onze aandacht in dit verband nog eens op fig. 109. De desensibilisatie, die door het wegbleeken der primaire zwarting wordt verkregen, vervangt als het ware de bescherming, die bij het afdrukken door de negatieve zwarting op het halogeenzilver wordt uitgeoefend. Inplaats van met het negatiefkontraat $K_n = D_n \text{ max} - D_n \text{ min}$ hebben wij te maken met de vertragsinterval

$$\log. V_{\text{max}} - \log. V_{\text{min}}$$

Zooals echter uit figuur 109 blijkt, is deze interval voor de in dit

opzicht onderzochte filmsoorten sterk uiteenlopend en alhoewel voor het trekken van een algemeene conclusie de gegevens ontoereikend zijn, kan toch worden geconstateerd, dat het verschil tusschen $\log. V_{\max}$ en $\log. V_{\min}$ belangrijk grooter is bij de Gevaert-film dan bij de Pathé- of de Perutz-film. Voor de toepassing der gedoseerde tweede belichting na de verwijdering van het negatief, bleek de Gevaert film dan ook veel beter geschikt te zijn dan de beide andere en de omstandigheid, dat de vorm der secundaire krommen dezer filmsoort, zooals uit fig. 119 en 122 blijkt, zooveel gunstiger is, is in overeenstemming met deze practische ervaring.

Op één punt moeten wij in dit verband nog wijzen, n.l. op het verschijnsel van overbelichting, dat bij verschillende der afgebeelde krommen kan worden waargenomen.

Wanneer bij de vervaardiging van afdrukken van een densometer-wig met lineair verloopende dichtheid de belichtingstijd der proefstukken wordt gevarieerd, treedt, zooals wij gezien hebben, een parallelverschuiving der primaire krommen op. Bij de vervaardiging van positieve afdrukken van een tot negatief ontwikkelde wigafdruk treedt in het algemeen geen parallelverschuiving op, doordat de dichtheid van het negatief niet lineair verloopt, doch volgens een S-vormig gebogen lijn. Dit niet-evenwijdig opschuiven der pos.krommen zien wij bijv. in fig. 128, welke verkregen werd, door een Perutz-wignegatief op Perutz-film af te drukken en daarbij den belichtingstijd der afdrukken te varieeren. De figuur toont echter ook aan, dat zoodra de belichtingstijd een zoodanige waarde heeft bereikt, dat onder de dichtste plaats van het negatief de drempelwaarde van het afdruk-materiaal is overschreden, het convexe deel van de pos.krommen zich bij een verdere verlenging van den belichtingstijd (krommen 100 en 300) van de X-as verwijderd en de proefstukken dus sluieren. Deze sluier, welke derhalve aan overbelichting is te wijten, treffen wij in sterke mate aan bij de sec. Pathé-krommen in fig. 120 en in mindere mate in fig. 111 (Perutz-sec.kr. 12) en in fig. 124 (Pathé-pos.kr. 90).

Het spreekt vanzelf, dat deze sluier bij de practische toepassing door een juiste doseering der tweede belichting zooveel mogelijk moet worden vermeden. Dat bij de sec.krommen der Perutz-film, (fig. 117, 118 en 121) het opwippen van het convexe deel practisch niet voorkomt, moet weder aan het totaal verbruiken van het halogeenzilver in de dichtste partijen dezer proefstukken (bij de negatief-ontwikkeling) toegeschreven worden.

De gevolgtrekking, dat bij deze filmsoort het bezwaar van sluier bij toepassing der gedoseerde tweede belichting na de bleeking dus in veel mindere mate gevoeld zal moeten worden, zou onjuist zijn.

Zooals in § 6 werd besproken (en door fig. 121 wordt aangetoond) gaat ook bij zeer korte tweede belichting de helderheid van het secun

daire beeld bij de Perutz-film verloren, indien in de dichtste partijen van het negatief de ontwikkeling niet bij benadering totaal den drager is doorgedrongen.

Tenslotte rest ons nog de vraag, in hoeverre de secundaire kinopositieven, welke volgens de beschreven methoden kunnen worden

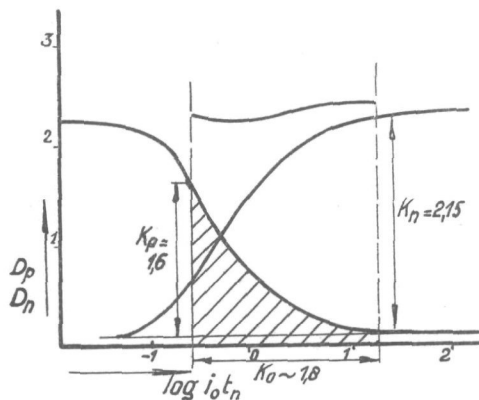


Fig. 130. Densometercontrôle van een secundair positief op Mimosa-kinofilm. Voor deze vrij dun gegoten emulsie was de opname te lang belicht.

Na de bleeking was in de laag niet genoeg halogeenzilver meer aanwezig om een goede détailweergave in de hooge lichten te verkrijgen. Het kinobeeld was goed bruikbaar ondanks dit gebrek. De dichtheidswig van het secundaire beeld is gearceerd.

verkregen, wat het contrast betreft, kunnen voldoen aan de eischen, die door de praktijk worden gesteld.

Ten einde over deze vraag gegevens te verzamelen, werd bij de uitwerking van een aantal opnamen op de contrastrijk werkende Gevaert-film de volgende densometrische contrôle toegepast. Aan beide einden van de belichte film werd een proefstuk van dezelfde filmsoort bevestigd, dat onder den densometerwig was belicht, doch niet was ontwikkeld. Na de eerste ontwikkeling werd één dezer proefstukken met een gedeelte van het kinonegatief van de film afgeknipt en gefixeerd. De primaire kromme werd bepaald; de grootste en kleinste zwarting in het kinonegatief werd opgemeten en in de primaire kromme aangeteekend. De tweede wigafdruk onderging de geheele bewerking, waaraan de opname werd onderworpen en ontving dus ook dezelfde tweede belichting. Nadat het secundaire positief was verkregen, werd het tweede proefstuk gephotometreerd en werden de grootste en de kleinste waarde van D_{sec} opgemeten. De primaire en de secundaire kromme werden in één diagram bijeengebracht. Ook de

lijn, welke de som aangeeft van $D_{\text{prim.}}$ en $D_{\text{sec.}}$ werd geteekend.

Uit deze metingen konden wij de conclusie trekken, dat de verlangde waarden van $\gamma_{\text{sec.}}$ gewoonlijk tusschen ca. 1,5 en 2 zijn gelegen, doch dat ook kleinere waarden zooals 1 à 1,2 en grotere zooals 2,5 wel kunnen voorkomen. Hieruit volgt, dat de onderzochte Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm ruimschoots aan de door de praktijk gestelde eischen voldoet en dat de Pathé-negatief-film en de Perutz-Fliegerfilm zich eenigszins aan de grens van het toelaat-

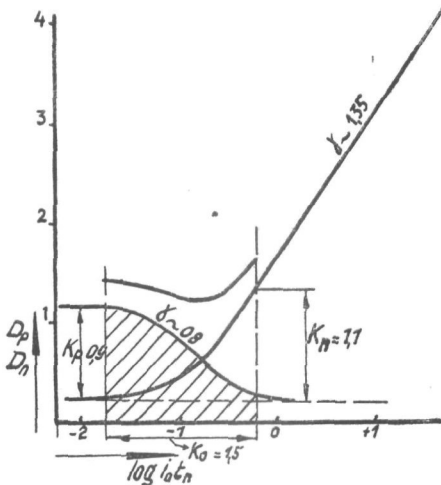


Fig. 131. Densometercontrole van een tot secundair positief uitgewerkte kino-opname op Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm. De positiefontwikkeling moest vroegtijdig onderbroken worden doordat sluier optrad. Het positief was bruikbaar, doch niet zeer fraai (te flauw en gesluierd). Voor deze opname was een langere eerste belichting gewenscht geweest. De dichtheidswig van het secundaire beeld is gearceerd.

bare bevinden. Dit resultaat is met de praktische ervaring, welke met de genoemde filmsoorten werd opgedaan, in overeenstemming. Alhoewel men echter in het algemeen aan een kontrastrijk kino-beeld den voorkeur zal geven, konden wij bij de praktische toepassing toch ook constateeren, dat in vele gevallen het minder kontrastrijke positief wel kan voldoen, *mits de helderheid van het beeld goed zij.*

Ook de aard van het onderwerp speelt hierbij een belangrijke rol.

Van de bovengenoemde metingen geven wij in fig. 55, 130, 131 en 132 eenige voorbeelden. Van de opname, waarop fig. 55 betrekking

heeft en welke tot $\gamma_{\text{sec}} \sim 2$ werd ontwikkeld, is een gedeelte in fig. 76 gereproduceerd. Het contrast van dit beeld bleek zeer goed te zijn bij de projectie. Ook het contrast der opname, waarvan de primaire en secundaire krommen in fig. 130 zijn weergegeven, was goed. De helderheid van dit beeld was voortreffelijk doch, daar in de dichtste partijen van het negatief de ontwikkeling wat te ver was doorgedrongen (deze opname werd niet op de dikgegoten Gevaert-film, doch op de vrij dungegoten Mimosa-film vervaardigd) kwamen

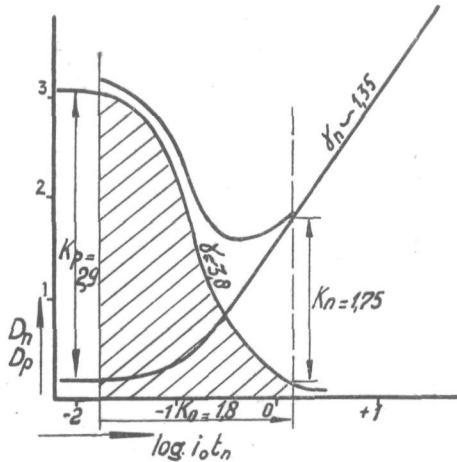


Fig. 132. Densometercontrôle van een secundair positief op Gevaert-Special-fijnk. film. De positiefontwikkeling werd te ver doorgezekt.

Het kinobeeld was helder doch te hard. Door de korte eerste belichting liepen de schaduwen in het positief te veel dicht. De dichtheidswig van het secundaire beeld is gearceerd.

de halftinten in de hooge lichten niet goed meer tot hun recht.

Doordat in deze sec. kromme geen benaderende rechte kan worden getrokken is de waarde van γ_{sec} niet aan te geven. Uit de figuur volgt dat K_p ongeveer = K_0 .

Fig. 131 geeft een voorbeeld van een opname, waarbij de pos. ontwikkeling, tengevolge van het verloren gaan der helderheid, te vroeg moest worden onderbroken. Zoals de sec. kromme doet zien, is het contrast van het kinopositief belangrijk kleiner dan van het onderwerp en is ook de helderheid niet bijzonder goed. Het positief kon als bruikbaar, doch niet fraai worden gekenmerkt. Fig. 132 geeft de krommen van een opname, welke te lang werd herontwikkeld. Ondanks het feit, dat de helderheid van dit beeld zeer goed was, moest worden

geconstateerd, dat de kwaliteit bij die van fig. 131 ten achter stond. De waarde γ_{sec} (3,8) was voor dit onderwerp veel te hoog. In fig. 75 is een stukje van deze opname gereproduceerd.

Het onderzoek betreffende de praktische waarde der onderzochte methoden ter vervaardiging van secundaire beelden, besluiten wij met de volgende conclusies:

1. Uit de densometerproeven en uit de ervaring, bij de praktische toepassing verkregen, is gebleken, dat zoowel aan de methode, waarbij de tweede belichting vòòr, als aan die, waarbij deze belichting nà de bleeking plaats vindt, een goede praktische waarde moet worden toegekend.

2. Tegenover de werkwijzen, waarbij het positieve beeld door afdrukken wordt verkregen, bezitten beide het voordeel eener belangrijke tijdsbesparing. Bovendien vervallen de kosten van het positief-materiaal.

3. Voor het verkrijgen van goede resultaten zijn ervaring en nauwgezetheid van werken vereischt. In mindere mate kan dit echter ook van het afdrukken worden gezegd.

4. Vergeleken met de belichting nà de bleeking heeft de toepassing der belichting vòòr de bleeking eenige nadeelen.

Deze zijn: a. dat de tweede belichting zooveel langer of intensiever moet zijn; b. dat het uitwerken eener belichtingsproef meer tijd kost.

5. De methode, waarbij de tweede belichting nà de bleeking plaats vindt, is niet voor alle filmsoorten geschikt. Ten deele is dit toe te schrijven aan het feit, dat het te bereiken positiefcontrast bij sommige soorten niet hoog genoeg is voor alle onderwerpen, welke voorkomen in de praktische filmphotografie, ten deele ook aan de omstandigheid, dat de helderheid van het secundaire beeld bij verschillende emulsies verloren gaat, indien de primaire ontwikkeling niet bij benadering tot aan den drager is doorgedrongen. Bij filmsoorten van het type der onderzochte Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm kunnen zeer goede resultaten worden verkregen.

6. Met het oog op den beteren vorm der secundaire zwartingskrommen en de hoogere waarde welke γ_{sec} kan bereiken, verdient de methode, waarbij de gedoseerde tweede belichting voor de bleeking plaats vindt, de voorkeur boven de methode, waarbij de tweede belichting nà de bleeking wordt toegepast.

In speciale gevallen, waarin — zooals bij de onderzochte Gevaert-Speciaal-fijnkorrelfilm — deze bezwaren niet, of in mindere mate aanwezig zijn, verdient de laatstgenoemde methode (door den grooten eenvoud waarmede de vereischte doseering der tweede belichting kan worden vastgesteld) eenigszins de voorkeur boven de eerstgenoemde.

EINDE.

INHOUD.

HOOFDSTUK I.

Algemeene photophysische beginselen.

	Blz.
§ 1. Beeldvorming door het aanbrengen van een niet geheel doorschijnende stof op een geheel doorschijnende onderlaag	12
§ 2. Het fotografische beeld. Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het positief	18
§ 3. Een en ander over de afwijkingen van de juiste afbeelding, welke voorkomen in de practische fotografie	40
§ 4. De gebruikte meetapparaten: a. de Goldberg-densograaf; b. de densometer voor het bepalen der dichtheden in negatieven en positieven	68

HOOFDSTUK II.

Secundaire beeldvorming in het algemeen.

§ 1. Eenige grondbeginselen, waarvan voor de vorming van secundaire beelden kan worden uitgegaan. Verband tusschen het onderwerp, het negatief en het positief, als secundair beeld in dezelfde laag	75
§ 2. Systematische indeeling van eenige methoden, welke voor de vervaardiging van secundaire- en direct-positieve beelden kunnen worden toegepast	82

HOOFDSTUK III.

Methoden, waarbij de secundaire beeldvorming wordt verkregen zonder toepassing eener gedoseerde tweede belichting van de gevoelige laag.

§ 1. Een en ander over de bezwaren der z.g. dunne-emulsie-methoden en de wijze, waarop deze bezwaren te verminderen zijn	88
§ 2. De methoden a, b en c	92
§ 3. De methoden d en e	100

HOOFDSTUK IV.

De practische toepassing der methoden, waarbij de secundaire beeldvorming wordt verkregen door de lichtgevoelige emulsie, hetzij vóór, hetzij nà de verwijdering van het primaire beeld, aan eene gedoseerde tweede belichting te onderwerpen.

§ 1. Inleiding	113
§ 2. De belichting in de camera	114

	Blz.
§ 3. De ontwikkeling van het negatief	115
§ 4. De verwijdering van het negatief	123
§ 5. De behandeling met het tusschenbad	127
§ 6. De ontwikkeling van het secundaire beeld	133
§ 7. Overzicht van de proeven, welke genomen zijn, teneinde het optreden van chemische sluier bij de positief-ontwikkeling te bestudeeren en na te gaan, op welke wijze deze sluier tot een minimum kan worden beperkt	136

HOOFDSTUK V.

Een en ander over de gebruikte apparatuur en het schema der tijden, dat bij de practische toepassing kan worden gevolgd.

§ 1. De gebruikte apparatuur	139
§ 2. Het tijdschema	141

HOOFDSTUK VI.

Proeven betreffende de veranderingen, welke de gevoelige laag ondergaat, door de verschillende bewerkingen bij de secundaire beeldvorming. De zwartingskrommen van het secundaire beeld.

§ 1. Inleiding	146
§ 2. Wijze waarop de densometerproeven werden genomen	147
§ 3. Invloed door den kaliumbichromaat- en den kaliumperman-ganaatbleeker op de ongebruikte emulsie uitgeoefend	149
§ 4. Invloed door den kaliumbichromaat- en den kaliumperman-ganaatbleeker op het latente beeld uitgeoefend	155
§ 5. Invloed, welke op de gevoelige laag wordt uitgeoefend door het wegbleeken eener daarin ontwikkelde, primaire zwarting	164
§ 6. De zwartingskrommen van het secundaire beeld. Invloed van den duur der tweede ontwikkeling en van den tijd, of de intensiteit der tweede belichting	170
§ 7. De practische waarde der methoden ter vervaardiging van secundaire beelden, waarbij eene gedoseerde tweede belich-ting wordt toegepast	183

STELLINGEN.

1. Er is in ons land behoefte aan wetenschappelijk-technisch vak-
onderwijs op fotografisch gebied.
2. De wijze, waarop in de meeste fotografische handboeken wordt
aangegeven, in hoeverre de eigenschappen van het fotografische
beeld afhankelijk zijn van de gevolgde negatiefontwikkeling, is
onjuist.
3. Het is zeer gewenscht, dat door de fabrikanten van lichtgevoelige
materialen meer uitvoerige en betrouwbare gegevens omtrent de
eigenschappen van hunne producten worden vermeld.
4. Bij de bestaande beproevingswerktuigen voor het nemen van
trekproeven op metalen, is te weinig aandacht besteed aan de
inrichting voor het meten en registreren der elastische en plasti-
sche deformaties.
5. Het is gewenscht dat de keuring van materialen in de techniek,
op een meer eenvoudige basis worde gebracht, met dien ver-
stande, dat door het invoeren van centrale keuringen, hetzij door
de fabriek van herkomst, hetzij door een onafhankelijk bureau,
de door iederen afnemer herhaalde détailkeuringen worden ver-
meden.
6. Bij de beproeving en keuring van materialen behooren de waar-
den en grenzen, die den weerstand van het materiaal tegen
plastische deformatie of breuk tengevolge van statische en (of)
dynamische belasting kenmerken, meer, of met grootere nauw-
keurigheid te worden bepaald dan tot nu toe het geval was;
bij het vaststellen der afmetingen van constructies en machine-
onderdeelen behoort de constructeur, meer dan tot nu toe ge-
schiedde, uit te gaan van de bij de materiaalbeproeving te bepalen
waarden of grenzen, welke kenmerkend zijn voor de statische en
dynamische belastingen, waaraan de constructies, of de onder-
deelen, in het bedrijf zullen blootstaan.
7. De belangrijkheid van een goeden vorm en een goede afwerking,
in verband met den weerstand tegen materiaal-vermoeiing, wordt
door de fabrikanten van machine- en constructie-onderdeelen te
weinig ingezien.
8. De gegevens, welke in de technische handboeken voorkomen,
betreffende den druk per vlakke-eenheid welke toegelaten mag
worden bij boutverbindingen, zijn onvoldoende voor den con-
structeur.

9. Ook voor toepassing buiten den vliegtuig- en automobielbouw verdienen de z.g. lichte legeringen meer de aandacht der constructeurs, dan haar tot nu toe werd geschonken.
 10. Voor de toepassing bij machine- of constructie-onderdeelen, die aan dynamische belastingen blootstaan, verdient het gebruik van bouten met geperste of gerolde schroefdraad de voorkeur boven die met gesneden draad.
 11. Aan het gebruik van de meeste borgmoeren en moerzekeringen van bijzondere constructie is het onvermijdelijke bezwaar verboden, dat omtrent de betrouwbaarheid van de borging bij inspectie geen zekerheid kan worden verkregen.
 12. Het is van belang, dat de invloed van de chemische samenstelling van staal op zijne laschbaarheid — en in het bijzonder van het silicium- en het mangaangehalte — meer nauwkeurig wordt onderzocht.
 13. Voor de toepassingen van hout, waarbij de mechanische eigenschappen een belangrijke rol spelen, is het gewenscht, dat het verband tusschen de mechanische eigenschappen en het vochtgehalte meer nauwkeurig wordt onderzocht.
 14. De gegevens, welke bij het gebruikelijke onderzoek van smeerolie worden verkregen, zijn onvoldoende om de geschiktheid van de olie als smeermiddel te kenmerken, of te beoordeelen.
 15. Indien kettingen of laadgerei na een zekeren bedrijfstijd aan een uitgløeiing onderworpen moeten worden, behoort dit uitgløeien onder deskundig toezicht te geschieden.
 16. De verklaring voor het ontstaan van liggende plooiën in de geologie, waarbij een groot aantal georiënteerde breukvlakken wordt aangenomen, verdient de voorkeur boven die, waarbij slechts plastische deformatie wordt verondersteld.
(Walter Schmidt, Tektonik und Verformungslehre — A. Ná dai, Plasticity.)
 17. Voor het gebruik in de werkplaats verdienen blauwdrukken de voorkeur boven Ozalid-drukken.
-