



Over grondslagen en voorwaarden voor optimale Röntgen- doorlichting

<https://hdl.handle.net/1874/322328>

Agm. 192. 1936.

OVER GRONDSLAGEN EN
VOORWAARDEN VOOR
OPTIMALE
RÖNTGEN-DOORLICHTING

B. VAN DIJK

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

OVER GRONDSLAGEN EN VOORWAARDEN
VOOR OPTIMALE RÖNTGEN-DOORLICHTING

Diss Utrecht 1936

OVER GRONDSLAGEN EN
VOORWAARDEN VOOR OPTIMALE
RÖNTGEN-DOORLICHTING

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN
DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE
RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP
GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
DR. C. W. VOLLGRAFF, HOOGLEERAAR IN DE
FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBE-
GEERTE, VOLGENS BESLUIT VANDENSENAAT
DER UNIVERSITEIT, TE VERDEDIGEN TEGEN
DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER
GENEESKUNDE OP DINSDAG 12 MEI
1936, DES NAMIDDAGS TE 4 UUR,

DOOR

BRAND VAN DIJK

ARTS

GEBOREN TE UBBERGEN

AMSTERDAM — 1936
N.V. NOORD-HOLLANDSCHE UITGEVERSMAATSCHAPPIJ

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

Aan mijn Ouders.

U, Hoogleraren, Buitengewoon Hoogleraren en Docenten der Medische en Philosophische faculteiten, breng ik dank voor het van U ontvangen onderwijs.

Hooggeleerde NOYONS, Hooggeachte Promotor, dat U dit proefschrift hebt willen aanvaarden, stemt mij tot dankbaarheid. Steeds waart U bereid mij met Uw raadgevingen en Uw heldere critiek ter zijde te staan.

Hooggeleerde BIJLSMA, de tijd, dien ik in Uw laboratorium heb mogen werken, zal mij steeds in aangename herinnering blijven.

Hooggeachte Dr. PHILIPS, door Uw groote belangstelling voor de sociale beteekenis van geneeskundige problemen, is het mij mogelijk gemaakt, dit proefschrift in Uw bedrijf te bewerken.

Zeergeleerde G. C. E. BURGER, U ben ik ten zeerste dankbaar. Zonder Uw vele critische raadgevingen en opmerkingen zou het bewerken van dit proefschrift moeilijk zijn geweest. De aangename verhouding, die er op Uw afdeeling steeds heerscht, maakt het werken onder Uw leiding tot een voorrecht.

Zeergeleerde VAN WEEL en Zeerervaren KÜTHE, U zeg ik dank voor Uw vriendschap en de medewerking, die gij mij steeds hebt verleend.

Zeergeleerde H. C. BURGER, zeer erkentelijk ben ik U, dat U het geheele manuscript hebt willen doorlezen. Van Uw vele critische opmerkingen heb ik een dankbaar gebruik gemaakt.

Zeergeleerde VAN WIJK en BOUMA, mijn dank gaat naar U beiden uit voor de moeite die U zich gegeven hebt, om mij van raad te dienen bij de oplossing van de voor den medicus zoo moeilijke physische problemen.

Zeergeleerde BOUWERS en VAN DER TUUK en Weledelgestreng OOSTERKAMP, U zeg ik dank voor de door U verleende medewerking en adviezen, alsmede voor Uw deskundige opmerkingen.

Zeerervaren VAN DER PLAATS, ik ben U zeer erkentelijk, dat U op Uw afdeeling de bepalingen betreffende de röntgenstralendoses hebt willen laten verrichten.

Tenslotte breng ik nog dank aan allen, die bij de bewerking van dit proefschrift behulpzaam zijn geweest, in het bijzonder aan hen, die zich als proefpersoon beschikbaar hebben gesteld.

INHOUD.

	BLADZ.
I. Inleiding	1
II. Literatuuroverzicht	3
III. Proeven over het adaptatieverloop	20
IV. Onderzoek naar de factoren, die het doorlichtingsbeeld be- invloeden	31
V. De verbetering van het doorlichtingsbeeld	42
VI. Beïnvloeding van de zichtbaarheid van kleine contrast- voorwerpen door licht uit de omgeving	67
VII. Een eenvoudig apparaat voor het onderzoek naar de kwaliteit van het röntgenbeeld en de waarneming daarvan onder ver- schillende omstandigheden	72
Samenvatting	76
Zusammenfassung	80
Résumé	84
Summary.	88
Literatuurlijst	91

I. INLEIDING.

Voor de röntgenologie is het verschijnsel van de adaptatie van groote beteekenis. Zonder deze eigenschap van het oog, zou de doorlichting van organen en objecten onmogelijk zijn, aangezien de helderheden, waarmede bij de doorlichting gewerkt wordt, zóó klein zijn, dat zij op het ongeadapteerde oog nauwelijks een lichtindruk veroorzaken, laat staan, dat hierbij een eenigszins nauwkeurig herkennen van contrasten mogelijk is.

Het is te verwachten, dat bij een physiologisch verschijnsel als de adaptatie, individueele verschillen aan den dag zullen treden, zoowel in den graad der adaptatie, alsmede in de snelheid, waarmede deze plaats vindt. Bij onvoldoend adapteeren blijven bij de doorlichting de schaduwen, die men nog zou moeten zien, onzichtbaar, terwijl bij te langzame adaptatie het te veel tijd kost, voor men met het röntgenonderzoek kan beginnen.

Ook de graad der adaptatie is van beteekenis en ook hierbij is bij verschillende personen een individueel verschil te verwachten. Iemand, die bijvoorbeeld door een zeer zwakke lichtbron desadapteert, is voor seriedoorlichting bij het onderzoek naar tuberculose, waarbij veelal een transportabel apparaat met cryptoscoop gebruikt wordt, minder geschikt, aangezien bij deze methode van werken bij een zwakke lichtbron, die rood of groen gekleurd is, veelal notities worden gemaakt.

Het is nuttig over middelen te beschikken, waarmede van te voren is vast te stellen, of iemand voor doorlichten minder geschikt, resp. ongeschikt, is uit hoofde van een afwijking in zijn adaptatie- of desadaptatieverloop. Door dit van te voren bij personen, die zich met doorlichten bezighouden, na te gaan, zouden de door sommigen vermelde slechte ervaringen met deze methode voor een deel kunnen worden voorkomen, door personen met afwijkingen in hun adaptatie- of desadaptatieverloop uit te schakelen, daar zij voor dit werk eigenlijk meer of minder ongeschikt zijn.

Waar de doorlichting steeds meer wordt toegepast, is het van het grootste belang te weten, welke de grenzen zijn, waarbinnen de doorlichting als methode van onderzoek kan worden gebruikt en welke wegen, die verbetering in uitzicht stellen, nog open zijn. Met name moet eerst vastgesteld worden welke contrasten

kunnen worden waargenomen en welke verhouding er bestaat tusschen contrast en objectgrootte der waargenomen voorwerpen, bij de helderheid der hedendaagsche doorlichtingsschermen en bij de huidige doorlichtingstechniek.

Vanzelf komt dan de vraag naar voren, of men door de helderheid van het doorlichtingsbeeld op te voeren, de contrast-zichtbaarheid en de gezichtsscherpte verbeteren kan en op welke wijze dit moet geschieden: hetzij door de stralenintensiteit bij dezelfde hardheid op te voeren door de stroomsterkte te vermeerderen, of door hardere of weekere stralen te nemen, hetgeen te bereiken is door spanningsverandering, hetzij door de lichtsterkte van het scherm te wijzigen.

Een ander punt ter overweging is het gebruik van de loupe. In hoeverre kan door het gebruik van een loupe, waardoor men de voorwerpen vergroot, zoodat ze binnen den gezichtshoek komen te vallen, een verbetering verkregen worden?

Hierbij moet men echter in het oog houden, dat de helderheid ongeveer dezelfde blijft. Alleen de overgang van twee intensiteiten in elkaar wordt verbreed, waardoor kleinere contrastverschillen moeilijker zichtbaar worden. Het is de bedoeling van dit onderzoek om een nader inzicht te verkrijgen in de belangrijkste factoren, welke de zichtbaarheid van schaduwen in het doorlichtingsbeeld bepalen. Daarbij is het van belang over een eenvoudige methode te beschikken, die ons het beoordeelen van het oog in geadapteerden toestand en ook van het verloop van de adaptatie mogelijk maakt. Zij moet tevens ons in staat stellen tot het beoordeelen van de kwaliteit van het doorlichtingsbeeld op objectieve grondslagen.

Door BRONKHORST²⁴ e.a. zijn indertijd de grondslagen voor de zichtbaarheid van de contrasten op de X-foto bestudeerd. Hij heeft hierin de diverse factoren, die het beeld op de X-foto bepalen, uitvoerig nagegaan. De opzet van dit proefschrift is hetzelfde voor het röntgenbeeld bij de doorlichting na te gaan.

Tevens kan hierdoor misschien eenig inzicht verkregen worden in de beteekenis van de zichtbaarheid van de pathologische schaduwteekening in het longveld en zou men wellicht kunnen vaststellen aan welke grootte van de voor ons tastbare voorwerpen deze beantwoordt.

II. LITERATUUROVERZICHT.

Voor een goed begrijpen van de gegevens, betreffende de in de inleiding genoemde vraagpunten, is eenige kennis van de begrippen en gebruikelijke eenheden der verlichtingskunde noodzakelijk.

De hoeveelheid van een bepaalde lichtsoort is evenredig met de hoeveelheid er bij betrokken energie.

De hoeveelheid licht per seconde noemen we den lichtstroom.

De lichtstroom per eenheid van ruimtehoek is de lichtsterkte.

Door den lichtstroom ontstaat in de omgeving van de lichtbron een bepaalde verlichtingssterkte. Heeft men een vlak, dat bij een bepaalde verlichtingssterkte wordt verlicht, dan krijgt dit, doordat een gedeelte van het opvallende licht gereflecteerd of doorgelaten wordt, een bepaalde helderheid. De helderheid, die het vlak voor het waarnemend oog heeft, is afhankelijk van den hoek, waaronder het wordt waargenomen; zij is het grootst, als de as van het waarnemend oog onder een hoek van 90° ten opzichte van dit vlak loopt; loopt de oogas er evenwijdig mee, dan is de helderheid 0.

Als eenheid van lichtsterkte gebruikt men de kaars. Dit is de lichtsterkte van een bepaalde standaardlamp stralend in een bepaalde richting.

De eenheid van lichtstroom is de lumen. Neemt men een puntvormige lichtbron, die in elke richting een lichtsterkte van één kaars heeft, dan is één lumen (lm.) de lichtstroom, die een dergelijke puntvormige lichtbron in de eenheid van ruimtehoek uitstraalt¹⁾. In totaal wordt dus door deze lichtbron 4π lumen uitgestraald.

De verlichtingssterkte wordt in Lux uitgedrukt. Men zegt, dat de verlichtingssterkte van een vlak één Lux is, wanneer er per vierkanten meter juist één lumen opvalt. Uit de definitie volgt, dat een oppervlak, dat op één meter afstand van een lichtbron ter sterkte van één kaars staat, juist één Lux krijgt.

¹⁾ De eenheid van ruimtehoek is een zoo wijde kegel, dat hij van een boloppervlak met een straal van 1 c.m. juist een oppervlakte ter grootte van 1 c.m.² uitsnijdt.

De Stilbe is de eenheid van helderheid. De verlichtingssterkte geeft aan, hoeveel Lux per eenheid van oppervlak op een vlak valt; de helderheid daarentegen, hetgeen er af komt. Eén Stilbe komt overeen met één kaars per vierkanten centimeter. Een oppervlakte-eenheid met een helderheid van één kaars per c.m.² beteekent, dat één c.m.² van dit vlak als secundaire lichtbron ter sterkte van één kaars werkt ¹⁾).

Het oog verkeert, wat de gevoeligheid betreft, steeds in een veranderlijken toestand, het kan zoowel gevoelig zijn voor helderheden van 10^{-10} Stilbe als van 10 Stilbe; met andere woorden, het heeft een gevoeligheidsbreedte voor helderheden, die zich aan de uitersten verhouden als één staat tot 10 milliard. ¹

Aan deze verschillende helderheidsveranderingen past het oog zich aan, dat wil zeggen, het adapteert. Aanpassing kan plaats hebben aan een helderheid, geringer dan degene, waaruit het oog komt: we spreken dan van donker-adaptatie. Of aan een grootere, de licht-adaptatie.

De adaptatie kan men meten als men volgens oogheelkundige methoden het minimum perceptibile bepaalt voor den lichtzin. De waarden, die men dan voor het minimum perceptibile vindt hangen af van den vorm, grootte en plaats van het door het licht getroffen netvliesdeel en tevens ook van de voorafgegane belichting. Door de waarde van het minimum perceptibile nu met den tijd van adaptatie op assen uit te zetten, ontstaat een adaptatiecurve.

De expositieduur is hierbij van beteekenis. Door NOYONS en GRIJNS ³¹ is indertijd gevonden, dat de expositieduur van grooten invloed is op de waarde van het minimum perceptibile. Bij kortdurende expositie is de waarde groot, wordt dan kleiner naarmate de expositieduur langer wordt en neemt ten slotte weer toe met nog langer durenden prikkel.

Er bestaan verschillende methoden om het minimum perceptibile te bepalen. Een eenvoudige methode is die met het kastje van

¹⁾ Als verdere eenheden worden gebruikt:

Lamberts of apostilben, om den lichtstroom aan te geven, die per c.m.² uit een lichtbron komt (dit is de zoogenaamde lichtstroombichtheid).

1 Lambert = 1 lumen per c.m.²

1 apostilbe = 1 lumen per m.² = 10^{-4} Lambert.

1 milli-Lambert = 10^{-3} Lambert = 10 apostilben.

FÖRSTER². De proefpersoon kijkt door een opening in het kastje naar een wit vierkantje op den achterwand, dat verlicht wordt door een kaars, waarvan men de uitgezonden lichthoeveelheid met behulp van een diafragma kan regelen. De wijidte van het diafragma is een maatstaf voor de lichthoeveelheid, waarmede het witte vierkantje verlicht is en dus ook voor de absolute minimum hoeveelheid licht, die nog kan worden waargenomen.

Een andere methode ter bepaling van de donkeradaptatie is de bepaling met den adaptometer van NAGEL²².

De proefpersoon wordt gedurende 15 minuten tegenover een helderen hemel, of nog beter tegenover een groot constant sterk intensief verlicht vlak geplaatst, om zooveel mogelijk een constante lichtadaptatie te krijgen. Daarna wordt hij voor den adaptometer geplaatst.

Als testobject dient een matglas van 10×10 c.m. dat door een sterk afgedimde lichtbron zooveel doorvallend licht ontvangt, dat het nog juist kan worden gezien. Deze hoeveelheid licht is een maat voor den lichtzin van den proefpersoon op dat oogenblik. Eventueel kan men ook een zijdelings staande zwakke lichtbron laten fixeeren en hierdoor ook het minimum perceptibile van meer peripheer gelegen deelen van de retina nagaan.

PIPER²⁷ heeft een soortgelijk apparaat gebruikt. Als testobject gebruikt hij een rond voorwerp, dat van de plaats van het oog van den proefpersoon gezien wordt onder een hoek van $10'$. Wil hij de periphere deelen van de retina testen, dan laat hij met de fovea een klein rood lampje fixeeren.

Een andere methode om den veranderlijken toestand van het oog bij verschillende intensiteiten te onderzoeken, is het nagaan van het contrastzien bij de verschillende lichtintensiteiten. De toestand van het aan een bepaalde helderheid geadapteerde oog wordt op ieder oogenblik door drie verschillende waarden gekarakteriseerd:

1. een absolute gevoeligheidsgrens gekenmerkt door het minimum perceptibile, komt men onder deze grens, dan ziet men niets meer.
2. een bepaalde differentieele drempel of FECHNER-drempel, welke bij een gegeven helderheid het kleinste nog waarneembare verschil tusschen twee aan elkaar grenzende velden weergeeft.

De verhouding van dit verschil tot de gegeven helderheid is een maat voor het contrastzien.

3. een bepaalde verblindingsgrens. Brengt men een oog uit een bepaalde helderheid in een grotere, dan is het hiervoor ondergeadapteerd; er treedt dan in meer of mindere mate (overgangs-) verblindings op. Het oog gaat zich dan onmiddellijk aanpassen.

Deze drie factoren bepalen dus den adaptatietoestand, waarin het oog zich op een gegeven oogenblik bevindt.

Ook volgens AXENFELD³ hebben we bij de adaptatie met twee verschillende begrippen te maken: in de eerste plaats met de aanpassing aan de verminderde lichthoeveelheid, welke door meting der vermindering van den prikkelrempel is te bepalen; in de tweede plaats met veranderingen in de gevoeligheid van het onderscheidingsvermogen, wat men moet bepalen door de contrastgevoeligheid na te gaan.

FECHNER⁴ heeft indertijd het onderscheidingsvermogen nagegaan, door een kaars met behulp van een staafje een schaduw te laten werpen op een vlak, dat door een andere kaars verlicht wordt. Hij schuift nu de eerste kaars achteruit, totdat tenslotte haar schaduw verdwijnt. Uit den afstand van de beide kaarsen tot het vlak is dan gemakkelijk het contrastverschil te berekenen.

Stel b.v. dat de eerste kaars op 10 c.m. afstand van het vlak staat en dat, indien de tweede kaars zich op 100 c.m. afstand ervan bevindt, de schaduw verdwijnt.

Op de plaats, waar het staafje de schaduw van de tweede kaars teweegbrengt, is de geheele helderheid afkomstig van het licht van de eerste kaars. Is deze helderheid X , dan is op de rest van het vlak de helderheid: $x + \frac{1}{10^2}x$, waarbij $\frac{1}{10^2}x$ voorstelt de grotere helderheid afkomstig van de tweede kaars, waardoor het contrastverschil dus $\frac{1}{100}x = 1\%$ bedraagt. Deze proef is echter voor klinisch gebruik tijdroovend, daarom wordt hiervoor van de schijf van MASSON⁴ gebruik gemaakt.

Het is gebleken, dat men hiermede zeer gemakkelijk alle tinten grijs kan maken door een witten en een zwarten cirkelsector tot een cirkelschijf samen te voegen en deze samen snel om een as rond te draaien. Door de onderlinge verhouding van den witten en den

zwarten sector te wijzigen kan men alle tinten grijs verkrijgen. Neemt men nu twee van deze schijven met verschillenden cirkeldiameter en bevestigt deze op een as, dan kan men een bepaald contrast maken tusschen den binnensten cirkel en den buitensten ring en aan den proefpersoon de vraag voorleggen, wanneer hij dit verschil in tint waarneemt.

Normaliter blijkt dit het geval te zijn, wanneer de witte sectoren zich verhouden als $100^\circ : 101^\circ$ bij normaal daglicht, dat wil dus zeggen bij vrij hoge verlichtingssterkte.

NUTTING⁵ heeft een methode aangegeven, om de contrastgevoeligheid bij elke willekeurige lichtsterkte te bepalen (fig. 1). Zijn

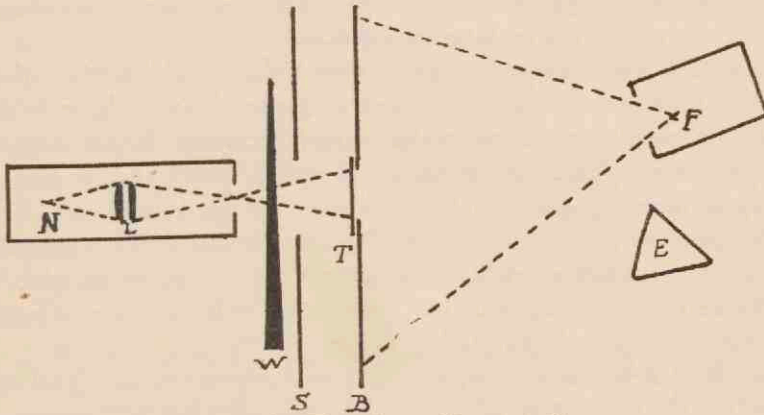


Fig. 1. Toestel van NUTTING.¹⁾

apparaat bestaat uit een mat wit vlak van 60×60 c.m. met een matglas venster T , opgesteld in het centrum van B .

Het venster T heeft een grootte van 3×3 c.m. (zgn. „test spot“). B kan aan de achterzijde met elke intensiteit worden belicht door middel van een lichtbron F , welke te regelen is door er verschillende gelatine filters voor te plaatsen. Het venster T wordt door een NERNST-lampje N belicht, waarvan de lichtbundel eerst door een lenzenstelsel L gecentreerd, daarna door een absorbtiewig W en een diafragma S valt, om zoowel de intensiteit als de grootte ervan te kunnen regelen. Het oog bevindt zich bij E op 35 c.m. afstand. Het resultaat is dus, dat men de verlichting van

¹⁾ Overgenomen uit Physical Review 11/II-84 (1928).

het veld *B* en van de „test spot” *T* naar believen kan regelen en zoo diverse contrasten maken kan. De met deze methode verkregen resultaten worden op blz. 11 beschreven.

Volgens AXENFELD verloopt de donkeradaptatie in twee gedeelten :

- a) de primaire adaptatie, welke bij den aanvang van het verblijf in donker begint en 10 tot 15 minuten hierna is geëindigd. In dezen tijd bereikt de gevoeligheid ongeveer 50 maal de aanvangswaarde.
- b) de secundaire adaptatie, die daarna begint, bereikt haar maximum na een half uur tot drie kwartier. In dezen tijd bereikt de gevoeligheid ongeveer 500 maal de waarde, waarmede de primaire adaptatie is begonnen.

NAGEL⁶ zegt, dat we in den eersten tijd een gelijkmatige adaptatie van centrale en periphere netvliesdeelen krijgen; later echter gaan de periphere deelen sneller adapteeren. De fovea centralis bereikt volgens hem een gevoeligheid van 20 maal haar oorspronkelijk bedrag.

Volgens ROELOFS en ZEEMAN²⁸, die ook uitvoerige adaptatiebepalingen hebben verricht, is het maximum van de gevoeligheidstoename door de adaptatie 18° excentrisch van de fovea gelegen, om verder peripheer weer af te nemen.

AUBERT heeft erop gewezen, dat de donkeradaptatie door een kortdurende inwerking van licht, waarvan de intensiteit groter is dan de drempelwaarde, niet geremd wordt maar integendeel wordt begunstigd (bijvoorbeeld het aanstrijken van een lucifer in een donkere kamer).

Het waarnemen van licht geschiedt in ons oog door middel van de retina. In de retina komen een tweetal verschillende celvormen voor, die de receptoren voor den lichtprikkel zijn, nl. de staafjes en de kegeltjes. Nu is gebleken, dat met de kegeltjes de hoogere intensiteiten worden gezien, met de staafjes de lagere. Eerstgenoemden vormen dus het daglichtzintuig, laatstgenoemden het schemerzintuig.

Aangezien in de fovea centralis slechts kegeltjes voorkomen, kunnen deze lage intensiteiten niet met de fovea worden gezien en bestaat er dus een centraal scotoom, of physiologische hemeralopie. Op enkele graden buiten de fovea neemt de gevoeligheid snel toe.

Men kan dit b.v. waarnemen, als men sterren van kleine en gemiddelde grootte bekijkt. Bij directe fixatie verdwijnen deze, om bij zijdelings gewenden blik weer te voorschijn te komen en wel des te sterker naarmate men den blik verder zijdelings afwendt.

Over de grootte van het staafjesvrije gebied in de fovea is veel gewerkt; als resultaat hiervan kan men echter wel zeggen, dat de doorsnede van het staafjesvrije gebied binnen zeer geringe individuele schommelingen, $1,7^\circ$ in middellijn bedraagt. De onder optimale omstandigheden functioneel vastgestelde waarden wijken binnen het bereik van hun onvermijdelijke eenzijdige fout, die door minimale oogbewegingen ontstaat en waardoor de afmetingen altijd wat kleiner gevonden worden, slechts enkele tienden naar beneden of naar boven van deze morphologische waarde af.

Het in de staafjes aantoonbare gezichtspurper²⁶ staat in nauwe betrekking tot de eigenschap van adaptatie en schemerzien. Het gezichtspurper bleekt in eenige minuten en heeft voor volledige regeneratie ongeveer $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ uur noodig, waarmede de tijden van licht- en donkeradaptatie, onder gelijke omstandigheden, zeer bevredigend overeenstemmen.

HELLER⁷ geeft in een publicatie de volgende curve voor de

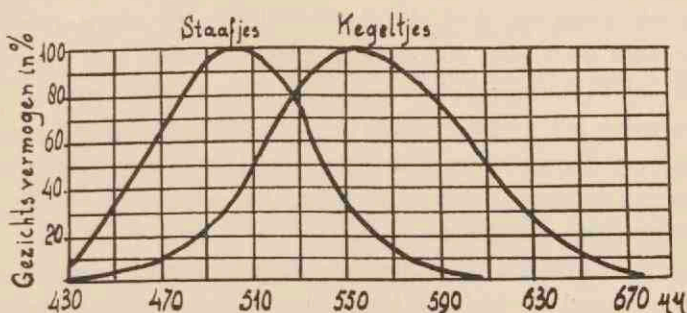


Fig. 2. Gevoeligheid van de staafjes en kegeltjes bij licht van diverse golflengten volgens HELLER.¹⁾

gevoeligheid van staafjes en kegeltjes bij licht van verschillende golflengte, waarbij te zien is, dat de staafjes hun grootste gevoeligheid in het geel hebben, de kegeltjes daarentegen in het geel-groen.

Volgens NAGEL is, als men bij het geadapteerde oog de gevoelig-

¹⁾ Overgenomen uit The Electrician, April 26 (1935).

heid voor verschillende kleuren bepaalt, deze het hoogst bij licht van ongeveer 530 $\mu\mu$. Deze gevoeligheid neemt langzaam af naar den blauwen kant, snel naar den rooden.

Dit afhankelijk zijn van de golflengte van het licht is ten naaste bij voor alle personen het zelfde.

Volgens TSCHERMAK ⁸ krijgen we bij het schemerzien een stijging van de gevoeligheid voor wit licht, echter de gevoeligheid voor licht van korte golflengte stijgt het sterkst.

De kwaliteit van het licht, die men met het schemerzintuig ziet, is min of meer blauw-grijs, daar de staafjes niet gevoelig zijn voor kleuren. In de nieuwere literatuur wordt van het zoogenaamde kleurloos interval gewag gemaakt; d.w.z. binnen zekere grenzen kan men bij lage intensiteiten het licht wel zien, maar de kwaliteit is nog te onbepaald om een bepaalde kleur te herkennen. Hierop berust ook de mogelijkheid, om een lichtzwak spectrum in geadapteerden toestand ongekleurd te zien.

Komt men nu langzamerhand uit een hooge intensiteit, waarin men met de kegeltjes ziet, in een lagere, waarin men met de staafjes ziet, of omgekeerd, dan heeft men een bepaald interval, waar het daglichtzintuig en het schemerzintuig tezamen functioneeren. Het is een groot voordeel, dat daglichtzintuig en schemerzintuig op een bepaald punt over elkaar heen grijpen, anders zou men tijdens donker- of lichtadaptatie op een bepaald punt blind zijn.

Aangezien het schemerzintuig de grootste gevoeligheid voor licht van korte golflengten heeft, schijnen hierdoor blauw en groen in de schemering helderder dan rood licht, dat even sterk is. Dit is het verschijnsel van PURKINJE.

Voor de bepaling van de absolute drempelwaarde wordt gewoonlijk als drempel de kleinste hoeveelheid lichtenergie genomen, die op aantoonbare wijze de retina na lang blootstellen aan duisternis prikkelt. Men moet deze waarde liever niet in helderheden met vermelding van de golflengte van het licht opgeven, maar in ergs, daar het verschijnsel van PURKINJE de uitkomsten anders onnauwkeurig doet zijn.

Deze hoeveelheid is volgens HELMHOLTZ circa $3,16 \times 10^{-10}$ ergs.

Volgens een opgave in de Transact. Ill. Eng. Soc. ¹⁰ bedraagt

het gemiddelde ongeveer $4,2 \times 10^{-9}$ ergs per seconde. Als voorbeeld worden hier aangehaald de onderzoekingen van:

BOSWEL (1908)	$6,7 \times 10^{-8}$ ergs	(onderzoek v. d. fovea met licht van een $\lambda = 553 \mu\mu$).
EVES (1916)	$3,8 \times 10^{-7}$ ergs/sec./c.m. ² .	
BUISSON (1917)	$1,25 \times 10^{-9}$ ergs/sec.	
REEVES (1917)	$19,5 \times 10^{-10}$ ergs/sec.	
RUSSEL (1917)	$7,7 \times 10^{-10}$ ergs.	
NOÛY (1921)	$7,1 \times 10^{-9}$ tot $1,0 \times 10^{-8}$ ergs/sec.	

Toename der lichtgevoeligheid:

Wat bij de adaptatie aan het fluorescentielicht van het röntgenscherf van het meeste belang is, is niet het minimum perceptibile, maar de toename van de lichtgevoeligheid tijdens de donkeradaptatie.

NUTTING¹¹ geeft een tabel voor de toename van de gevoeligheid van het oog. De proefpersoon komt vanuit een kamer, waarin een helderheid overeenkomende met 250 Lux (dit is ongeveer de helderheid van een vel papier in een flinke kamer op een helderen dag) in complete duisternis:

<i>tijd:</i>	<i>toename:</i>
1 seconde	1,6 maal de oorspronkelijke gevoeligheid.
2 "	2,6 maal " " "
5 "	7,6 maal " " "
10 "	14,4 maal " " "
10 minuut	20,9 maal " " "

Hieruit is dus te zien, dat de toename in het begin snel, later veel langzamer geschiedt.

NAGEL¹² geeft adaptatiecurven, ontleend aan bepalingen van PIPER²³. PIPER heeft hier bij een achttal personen het adaptatieverloop, door het minimum perceptibile na te gaan, bepaald. Het blijkt, dat de eerste paar minuten de adaptatie langzaam toeneemt, daarna komt een snellere phase, die tenslotte na 15—20 minuten in een langzamere overgaat. Bij het nagaan dezer curven blijkt in de eerste plaats, dat groote individueele verschillen aanwezig zijn, grooter dan eigenlijk bij het nagaan der contrastgevoeligheid.

Hetgeen hij vindt is niet in overeenstemming met de op blz. 11 aangehaalde tabel van NUTTING, terwijl reeds vooruitlopende op het door ons gedane onderzoek is te zeggen, dat wij evenmin dit langzame begin hebben kunnen aantonen.

Voor een groot deel moet dit weinig gelijklopende resultaat ons inziens aan de verschillen in de techniek van het onderzoek worden toegeschreven: de één bepaalt het minimum perceptibile, de ander de contrastgevoeligheid, terwijl de door diverse onderzoekers gebruikte objecten in vorm en grootte ook uiteenloopen, zoodat verschillen in de gezichtsscherpte hieraan ook wel niet vreemd zullen zijn.

Bij de adaptatieproeven moet ook rekening met de kleur van het gebruikte licht worden gehouden, want voor rood licht adapteeren we, volgens NAGEL¹², het laatst en het langzaamst, dan volgt geel licht, dan groen licht en daarna blauw. Voor blauw licht gaat de adaptatie twee maal zoo ver en twee maal zoo snel als voor rood licht.

Over de adaptatie aan het fluorescentielicht van het röntgenschermbuis is weinig in de literatuur vermeld. De röntgenologen hebben steeds grootendeels belangstelling gehad voor hetgeen zich tusschen buis en scherm afspeelde en voor de X-foto, maar hetgeen tusschen scherm en hersenschors plaats vindt, is door hen stiefmoederlijk bedeed.

Indertijd heeft STUMPF¹³ van de zoogenaamde „Aufhellung” van het röntgenbeeld door verhooging van de spanning gebruik gemaakt, welke op haar beurt weer een helderheidsvermeerdering op het scherm tengevolge had. Het nadeel was echter het verlies aan contrast door deze verhooging.

BRONKHORST¹⁴ heeft in zijn beschouwingen uitsluitend het zwart-witte schaduwbeeld van de X-foto bekeken, daar dit zich beter voor het onderzoek leent als het fluorescentiebeeld.

In den tijd, dat reeds met de hieronder vermelde proeven begonnen was, verscheen een artikel van VAN VLIET¹⁵. Deze onderzoeker beschrijft hierin een methode, om, alvorens te doorlichten, den adaptatiegraad bij zichzelf vast te stellen.

Hiertoe heeft hij 5 plaatjes van ijzerblik van 20×20 c.m. van verschillende dikte gebruikt, n.l.: $1 \times 0,706$; $2 \times 0,512$ en $2 \times 0,315$ m.m. dik. Verder heeft hij een stukje keldergaas genomen met 5

mazen op 1 Engelschen duim en hangt dit nu achter het röntgenscherf. Dit gaas wordt met constant blijvende spanning en constante stroomsterkte (Rotalixapparaat met 48 K.V. spanning en 3,5 m.A. doorlichtstroom) doorlicht.

Het gaasje is nu fraai op het scherm te zien. Naarmate de aanpassing verder verloopt, gaat hij de blikplaatjes, of combinaties ervan, in steeds toenemende dikte achter het scherm hangen, zoodat hij de mazen van het gaas juist niet meer kan waarnemen. Tenslotte is er een zoodanige dikte blik achter het scherm, dat ook zelfs na $\frac{1}{2}$ uur adapteeren geen mazen meer te zien zijn. Hij gaat dan met de dikte van het blik een maat terug; als men door deze dikte het gaas nog kan zien, is men dus voor de praktijk goed geadapteerd.

VAN VLIET vond bij zich zelf hiervoor een dikte van 1,848 m.m. van het door hem gebruikte blik.

Tegen deze methode van werken zijn echter de volgende bezwaren aan te voeren:

- 1) de ijking ten opzichte van blik is onjuist, daar blik uit den handel geen homogene stof is en er sporen nikkel of mangaan in kunnen zitten, die de uitkomst dan geheel bederven. Men moet voor dergelijke proeven chemisch zuiver koper, aluminium of zink nemen.
- 2) voor routinegebruik moet men objecten van verschillende vorm als contrast nemen, omdat men anders waarnemingsfouten maakt.

Onlangs is van ERIK DE FINE LICHT³⁰⁾ een artikel verschenen, waarin X-foto en doorlichting worden vergeleken. Hij vindt, dat de doorlichting in bepaalde gevallen bij de foto ten achter staat. Om na te gaan waardoor dit wordt veroorzaakt, heeft hij in samenwerking met H. CHRISTENSEN het menschelijk oog onderzocht. Volgens onderzoekingen van WITTE is de helderheid van het doorlichtingsscherf, tijdens het doorlichten van patiënten, van ± 20 c.m. diameter bij 10 m.A. en 65 K.V. op 1 meter afstand van het scherm $\frac{1}{10}$ meterkaars. DE FINE LICHT en CHRISTENSEN hebben nu de gezichtsscherpte bij deze lichtsterkte bepaald; deze was voor CHRISTENSEN na $\frac{1}{2}$ uur adaptatie voor het zien van bepaalde vormen, $\frac{1}{25}$ van die voor het scherp zien. Verder hebben zij gebruik gemaakt van TSCHERNINGS fotometrische glazen, welke

uit grauw glas hetwelk het licht verzwakt, bestaan. Deze glazen zijn zoodanig gemaakt, dat nr. 1 $\frac{1}{10}$ van de invallende lichthoeveelheid doorlaat, nr. 2 $\frac{1}{100}$, enz.; deze zijn dus logaritmisch gerangschikt. Men kan de glazen natuurlijk addeeren, nr. 1 + nr. 2 geeft nr. 3 (laat $\frac{1}{1000}$ door). Het sterkste glas, waardoor men een lichtbron nog na volledige adaptatie kan zien, is een maat voor het adaptatiemaximum. Voor het menselijk oog is dit volgens hen steeds hetzelfde maximum bij dezelfde lichtbron.

Men kan deze glazen ook voor de bepaling van de helderheid van een object gebruiken, door het sterkste glas te nemen, waarbij men nog juist het licht van het object bij maximale adaptatie ziet. Het minimum visibile is, volgens hen, 27,5 m.m.² wit papier geweest, dat op een afstand van 317 meter door een kaars verlicht wordt. Zij noemen deze helderheid C_0 . De helderheid van hetzelfde papier op 1 meter afstand belicht, heeft een helderheid van 317^2 of $10^5 \times C_0$. Tien kaars op 1 meter afstand geeft de helderheid C_6 , $\frac{1}{10}$ kaars, onder dezelfde omstandigheden, de helderheid C_4 . Onder goed licht verstaan zij onder deze omstandigheden een helderheid $C_7,5-8$.

Als men dus een helderheid C_5 heeft en hierbij een object nog juist kan waarnemen, kan men dit ook nog juist waarnemen als men TSCHERNINGS glas nr. 5 voor het oog plaatst, want de helderheid C_5 wordt hierdoor tot de helderheid C_0 gereduceerd. Op deze wijze is het nu mogelijk de helderheid van de verschillende doorlichtschermen te meten. Voor een doorlichtscherm op de voor longdoorlichting gunstigste manier (6,5 m.A. 65 K.V. en 1 meter focus-schermafstand) belicht, vinden DE FINE LICHT en CHRISTENSEN bij doorlichting van een patiënt (met een doorsnede van 28 c.m.) in het longveld een helderheid $C_2,25-2,50$ voor een veld ter grootte van 10 c.m.².

Volgens ULRİK MØLLER is de afstand, waarop men iets kan waarnemen, omgekeerd evenredig met de helderheid; de gezichtscherpte neemt af naarmate het donkerder wordt. Bij een helderheid $C_2,5$ is deze nu volgens MØLLER minder dan $\frac{1}{10}$. Dit beteekent, dat men bij deze helderheid op 1 meter afstand moet staan, om voorwerpen te zien, die men normaal op 10 meter afstand kan waarnemen.

DE FINE LICHT heeft nu ook de optotypi van SNELLEN (van

een 3 meter tafel) op een stuk film aangebracht en deze film aan de glaszijde van het doorlichtingsscherm opgehangen. Hij vindt afhankelijk van de plaats der letters in het longbeeld, een gezichtscherpte van $\frac{1}{15}$ tot $\frac{1}{30}$. Ook heeft hij getracht door een loupe verbetering te krijgen, doch volgens hem lukt dit niet, door de verminderde helderheid en de toegenomen onscherpte.

Het contrastzien wordt op de volgende wijze bepaald: er is een messingtrapje gefotografeerd en deze foto is voor het doorlichtingsscherm bekeken. Het bleek, dat een lichtsterkte-verandering van ten minste 30 % pas te zien was; vergrootte men het aantal m.A. dan werd dit minimum 15 %.

Het resultaat is dus slecht vergeleken met de foto, waarop 3 % verandering zichtbaar is.

Met een buis met roteerende anode kan men gedurende 15 seconden met 65 K.V. en 50 m.A. doorlichten. Men heeft bij de op het doorlichtscherm ontstane helderheid een gezichtsscherpte van $\frac{6}{9}$. Er ontstaan bij deze methode van werken echter twee onoverkomelijke bezwaren, n.l. in de eerste plaats wordt de dosis röntgenstralen die de patiënt krijgt, veel te hoog; in de tweede plaats moet de doorlichting binnen 15 seconden zijn afgelopen, om geen overbelasting van de buis te krijgen. Voor het bekijken van de X-foto heeft men minstens 1 minuut noodig terwijl bij de doorlichting het onmogelijk is, om in 15 seconden een juiste diagnose te stellen.

Door sommigen is voorgesteld, om voor röntgendoeleinden één oog voor het normale zien te gebruiken, terwijl men het andere afgedekt houdt, om hiermede te doorlichten.

KLOPPER¹⁶ zet hiertoe een donkere monocle op en adapteert met dit oog. Later gaat hij met dit oog doorlichten; met het andere oog ziet hij dan natuurlijk niets. Wel klaagt hij over een subjectief gevoel van onbehaaglijkheid.

GRASHEY¹⁷ doet hetzelfde als KLOPPER; het voldoet hem goed. Fijnere contrasten ziet hij echter beter met beide oogen. Volgens hem ziet men echter met één goed geadapteerd oog beter dan met twee slecht geadapteerde.

LUDWIG BAYER¹⁸ voert hiertegen echter aan:

- 1) er treedt een verblindend „Eigenlicht” (nabeeld) op. Dit zou evenredig met de voorafgegane belichting zijn. Het kan

rhythmisch toe- en afnemen, of zich als voorbijtrekkende levels voordoen.

- 2) aangezien op hetzelfde punt in de bewustzijns-sfeer twee verschillende prikkels aankomen, namelijk één van het goed geadapteerde oog en één van het niet-geadapteerde, zal dit laatste trachten zijn bewustzijnsindruk te versterken en ontstaat er heterophorie, met alle gevolgen van dien.

Verder maakt het natuurlijk een groot verschil uit, of men met één oog adapteert en dan met twee oogen het röntgenbeeld beschouwt, of dat men met twee oogen in de cryptoscoop werkt, zooals GRASHEY dit doet. Volgens BAYER is deze laatste methode alleen voor grootere voorwerpen toereikend.

Over de lichtadaptatie, als men uit de duisternis of uit een zwakke verlichting komt, loopen de meeningen minder sterk uiteen.

Volgens NAGEL⁶ krijgt men hierbij in het begin een zeer snel dalen van de lichtgevoeligheid, later gaat de daling langzamer.

Na 10 minuten zou echter nog invloed van de voorafgegene donker-adaptatie aantoonbaar zijn.

Volgens NUTTING¹¹ ondergaat het oog aan duisternis geadapteerd en daarna plotseling aan een helderheid van 250 Lux blootgesteld een vermindering van de gevoeligheid tot $\frac{1}{16}$ in 5 seconden.

Als men uit het licht in de duisternis komt, neemt het vermogen, om helderheidsverschillen (contrasten) te zien toe; de gezichtscherpte neemt af. Hier komt dus de reeds in de inleiding genoemde vraag naar voren, hoe zich contrast en gezichtscherpte verhouden.

KOHLRAUSCH¹⁹ zegt, dat bij het schemerzien maar $\frac{1}{10}$ van de gewone gezichtscherpte bestaat.

Onder normale omstandigheden (emmetropie en goede verlichting) is de gezichtscherpte zoodanig, dat men voorwerpen ziet, indien de onderdeelen, waaruit zij zijn opgebouwd, onder een hoek van 1 minuut worden waargenomen. De afstand, waarop men van het voorwerp verwijderd staat, doet niet ter zake.

De bepaling geschiedt klinisch bij ons meestal met de z.g.n. optotypi van SNELLEN.

BOUMA²⁰ heeft proeven over de gezichtscherpte bij natriumlicht gedaan. Hij gebruikt als contrasten vlakken met verschillend

reflexievermogen (7—85 %) en van verschillende afmetingen (0,5, 1, 1,5 en 2 c.m.) op achtergronden met reflexievermogen van 7, 33 en 85 %. Als vorm voor de figuurtjes gebruikte hij vierkantjes en

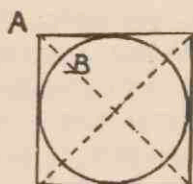


Fig. 3. Testobjecten volgens BOUMA¹⁾.

cirkeltjes (de laatste ter grootte van den ingeschreven cirkel van de vierkantjes). De mogelijkheid van het onderscheiden van een cirkeltje van een vierkantje is afhankelijk van het zien van den afstand A—B, deze is dus een maatstaf voor de gezichtsscherpte (fig. 3).

De afstand, waarop de figuurtjes onherkenbaar werden, gedeeld door de afmeting van de figuurtjes („gereduceerden afstand”), is evenredig met de gezichtsscherpte. Een gezichtsscherpte van 1 minuut⁻¹ correspondeert met een gereduceerden afstand van circa 690.

Als men in de krommen van BOUMA de percentages van het reflexievermogen in contrastpercentages omrekenet, zoodat b.v. een reflexievermogen van 66 % ten opzichte van een van 33 % gelijk gesteld wordt met 100 % contrast, ziet men, dat bij helderheden, welke met 0,7 of 0,34 Lux overeenkomen, geen lineair verband tusschen contrast en gezichtsscherpte bestaat (fig. 4). Heeft men een contrast onder de 30 %, dan gaat de gezichtsscherpte onevenredig snel afnemen ten opzichte van het contrast; boven de 30 % contrast is de daling van de gezichtsscherpte bij dezelfde contrastwijziging veel geringer.

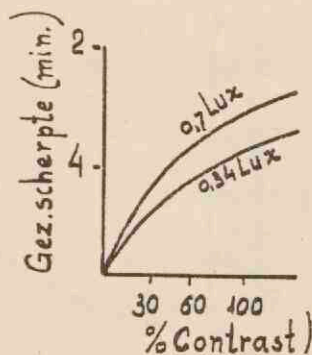


Fig. 4. Verband tusschen contrast en gezichtsscherpte bij helderheden van 0,34 en 0,7 Lux volgens BOUMA.

Hoewel dit wel bij vrij hoge helderheden is gebeurd, komen we hierop, in verband met eigen proefnemingen, terug.

Ook bij verschillende gekleurde lichtsoorten heeft BOUMA²⁾ de

¹⁾ Zie De Ingenieur 1934, nr. 4.

gezichtsscherpte bepaald, in het bijzonder bij lage intensiteiten.

Het object heeft hij laten fixeeren en de gezichtsscherpte van de fovea bij deze lage intensiteiten bepaald. De genoemde onderzoeker vindt dat voor blauw kwiklicht ($435,8 \mu\mu$), bij een helderheid overeenkomende met 10^{-3} Lux de gezichtshoek, waaronder men voorwerpen nog juist kan waarnemen, ruim 20 min. bedraagt. (fig. 5). Kijkt de proefpersoon langs het object heen, dus geen fixatie, dan vindt hij $\pm 40\%$ meer. Voor het blauwe licht is men echter $\frac{1}{2}$ dioptrie hypermetroop. Correctie door een positief lensje van 0,5 dioptrie geeft verbetering, zoolang men fixeert. Kijkt men echter, bij lage helderheden met de perifere deelen van de retina, dan heeft het geen nut meer. BOUMA heeft dit voor de diverse helderheden in een curve uitgezet. Hij krijgt dan, bij een helderheid overeenkomende met 5×10^{-2} Lux voor het zien met de fovea en voor het zien met perifere netvliesdeelen curven die elkaar kruisen.

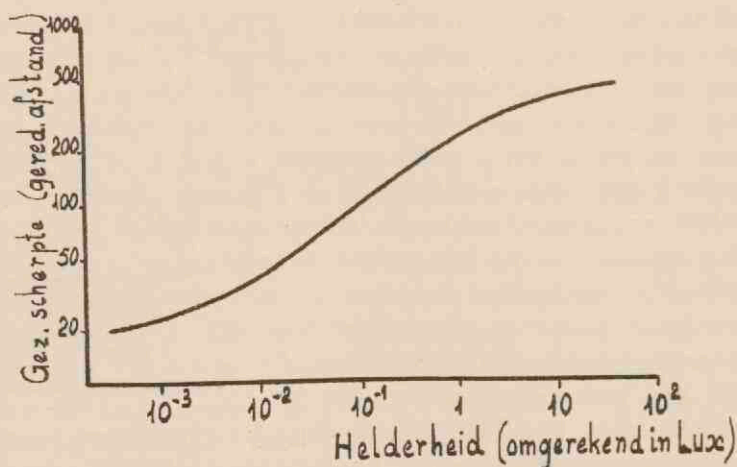


Fig. 5. Gezichtsscherpte voor blauw licht (golflengte $435,8 \mu\mu$) bij diverse helderheden ¹⁾.

Dit moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het feit, dat bij deze helderheid het kegeltjeszien in staafjeszien overgaat. Bij helderheden lager dan hier zijn onderzocht, zal de curve voor het perifere zien tenslotte wel weer sneller gaan afnemen.

¹⁾ Zie De Ingenieur 1934, nr. 26.

Een laatste factor, die men bij de beschouwingen over de adaptatie nog in het oog moet houden, is de pupilwijdte. Met een fototoestel kan men gemakkelijk aantonen, dat diafragmeering slechts tot zekere hoogte een scherper beeld geeft.

Gaat bij het oog de pupilvernaauwing te ver, dan worden èn lichtsterkte, èn beeldscherpte ongunstig beïnvloed, doordat er dan ook buiging van het licht gaat optreden, hetgeen zich uit in het zien van zwarte en witte ringen.

Volgens BETHE²⁶ kan, bij het overgaan van licht tot duisternis, pupilverwijding alléén de gevoeligheid van het oog op ongeveer het 16 tot 20-voudige brengen.

De pupilverwijding gaat bij het in duister komen zeer snel, wat uit onderzoekingen van REEVES en GARTEN is gebleken. Zij vonden, dat het essentieële deel van de pupilverwijding zich in de eerste $\frac{1}{2}$ minuut van het oponthoud in het donker afspeelt; de pupil heeft dan al 80 % van haar maximale wijdte bereikt.

Ook kan men waarnemen, dat de verwijding van de pupil boven zekere grenzen de gezichtsscherpte ongunstig beïnvloedt, want ook mydriatica hebben nog een invloed op het zien op afstand.

BRAJLOWSKI³² berekent de gunstigste pupilwijdte op 3 m.m. Stelt men hierbij de gezichtsscherpte op 100, dan is deze bij een pupilwijdte van 1, 2, 4, 5, 6, 7 en 8 m.m. slechts 70, 97, 99, 90, 83, en 75 %.

Volgens BETHE komen diverse onderzoekers tot de slotsom, dat ook bij lage verlichtingsintensiteiten de gezichtsscherpte met een nauwe pupil beter is dan met een wijde.

III. PROEVEN OVER HET ADAPTATIEVERLOOP.

Om een voorwerp waar te kunnen nemen door middel van röntgenstralen, is een verschil in absorptie van de röntgenstralen ten opzichte van de omgeving noodzakelijk. Hierdoor komt in den röntgenstralenbundel het zgn. energetisch objectbeeld, of het zgn. „mitgetragene Bild” tot stand. Ware ons oog voor röntgenstralen gevoelig, dan zouden wij dit „mitgetragene Bild” direct waarnemen. We kunnen echter geen röntgenstralen zien en maken daarom het „mitgetragene Bild” zichtbaar met behulp van het doorlichtscherm of de X-foto. In de volgende uiteenzetting zal uitsluitend het beeld op het doorlichtingsscherm worden beschouwd en tevens worden nagegaan welke mogelijkheden hierbij verbetering kunnen geven. Het „mitgetragene Bild” is door een tweetal grondeigenschappen gekarakteriseerd, n.l. *contrast* en *scherpte*.

Onder contrast verstaan we een tegenstelling, dus een relatief verschil in intensiteit.

De contrasten zijn verkregen door op aluminiumplaatjes ter grootte van 10×10 c.m. en ter dikte van 6 m.m. dunnere strookjes aluminium te kleven, waarvan de lineaire afmeting 1—3 c.m. bedraagt. Zij hebben een verschillenden vorm, n.l. onregelmatige veelhoeken, waarvan enkele met een opening (fig. 7 B).

Deze grootte van objecten is gekozen, om de factor der gezichtscherpte in zoo ver uit te schakelen, dat het contrasten bij deze proeven eigenlijk de beslissende factor is. Voordat met deze objecten begonnen werd, zijn eenige proefjes met vierkante aluminium staafjes van verschillende dikte (wat een bekend contrast gaf) en 1 m.m. breedte genomen, die in den vorm van verschillende letters gebogen en op een aluminium plaat geplakt zijn (fig. 7 A). Hiermede werden echter uitkomsten verkregen, die sterk uiteenliepen, waarschijnlijk, omdat bij de lagere contrasten deze metaalreepen te smal waren, om gezien te worden. De dikte van deze plaatjes en reepjes bedraagt 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1,1; 1,5 en 3,0 m.m.

Hoe meer verschil er in absorptie is, des te meer contrast wordt

er waargenomen. Het contrast wordt in % uitgedrukt, welke uit de formule voor de absorptie der röntgenstralen door een object zijn te berekenen.

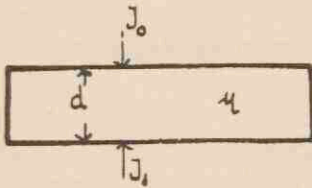


Fig. 6. Intensiteitsafname der röntgenstralen.

Is (fig. 6) de intensiteit van den opvallenden bundel I_0 en van den doorgelaten bundel I_1 , de dikte van de absorbeerende laag d en de absorptie coëfficiënt van het materiaal μ , dan is $I_1 = I_0 \times e^{-\mu d}$ ($e =$ natuurlijke grondtal van de logaritmie $= 2,72$).

De formule geldt alleen, wanneer er geen strooistralen zijn, met verstrooiing kan de formule een benaderende waarde geven, μ is dan de som van absorptie- en

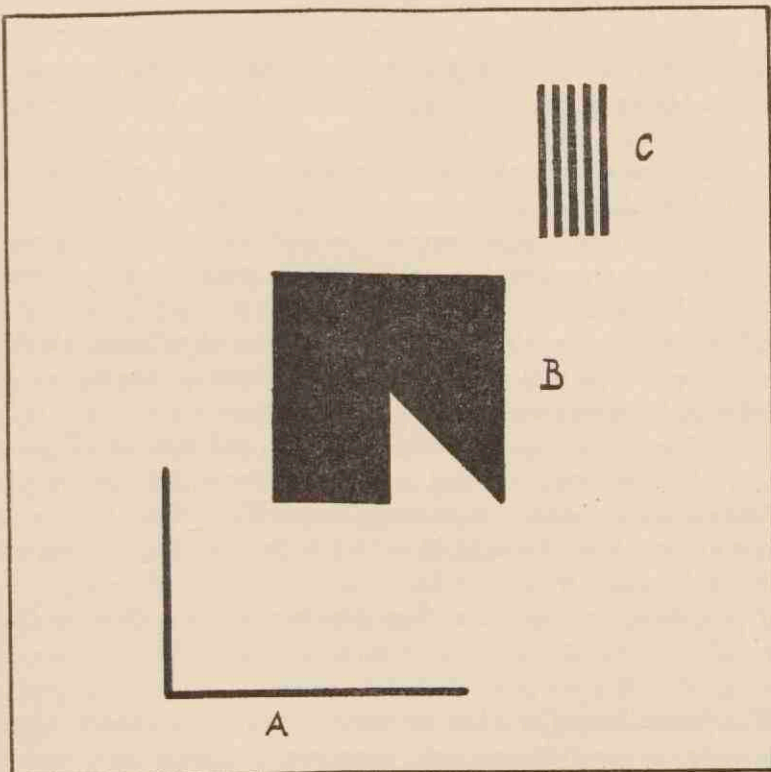


Fig. 7. Contrastobjecten (ware grootte).

verstrooiingscoëfficiënt samen; tevens moet de straling monochromatisch zijn.

In de röntgenologie wordt het contrast voornamelijk bepaald door:

1. de absorptie van de röntgenstralen in de deelen van het object.
2. door het aandeel der stroostralen.

Wat het eerste punt betreft kan men zeggen, dat de stralen met lange golflengte (weeke stralen) sterker worden geabsorbeerd, dan die met korte golflengte (harde stralen). Weeke stralen geven grooter contrast. De proeven over de adaptatie, die hier volgen, zijn gedaan bij een bepaalde spanning van 54 K.V. maximaal.

Een voorwerp, dat door de röntgenstralen getroffen wordt, gaat zelf ook stralen uitzenden.

Deze straling bestaat uit twee deelen:

1. straling van dezelfde golflengte, de zgn. stroostraling. Deze is bij onze proeven gering, aangezien we gebruik gemaakt hebben van dunne objecten (dikte 6—9 m.m.), die bij 54 K.V. maximaal spanning weinig stroostralen geven.
2. de „karakteristieke” straling van grootere golflengte. Bij 54 K.V. is deze straling echter zoo week, dat zij in haar geheel in het object wordt geabsorbeerd, zoodat men onder deze omstandigheden ook hiermede geen rekening behoeft te houden.

Uit nevenstaande tabel I zijn de contrasten af te lezen, als deze voorwerpen op 6 m.m. aluminium zijn geplakt, verkregen aan de hand van bovengenoemde formule.

Als dikte van het grondplaatje is 6 m.m. gekozen, omdat alleen bij de hierbij ontstane, vrijwel monochromatische, straling de logaritmische van het absorptiepercentage evenredig is met de dikte van het contrastobject; alleen in dit gebied is de te nemen dikte gemakkelijk te bepalen.

Het contrast wordt door deze toename van de dikte niet beïnvloed.

Proefopstelling. De plaatjes worden voor het röntgenschermbegrensd ziet. De plaatjes worden voor het röntgenschermbegrensd ziet, de proefpersoon moet aangeven, welken vorm van object hij ziet en wanneer hij het scherp begrensd ziet.

TABEL I.

Dikte v. h. contrast- object in m.m.	Absorptie door grondplaatje van de totaalintensiteit der stralen in %	Contrast in %
0.1	97	3
0.2	95	5
0.3	93	8
0.4	91	10
0.6	87	15
0.8	83.3	20
1.1	77.3	30
1.5	71.4	40
3.0	50	100

De proefpersoon komt in de röntgenkamer uit het volle licht en wacht tot hij de voorwerpen ziet. De tijden die hij hiervoor noodig heeft, worden genoteerd.

Al zeer spoedig bleek deze methode het bezwaar te hebben, dat niet alle personen in denzelfden toestand van lichtadaptatie aan de proef begonnen. Sommigen bijv. zagen reeds direct het object met 100 % of 40 % contrast als vorm liggen, anderen zagen het soms bij het begin der proef al scherp begrensd. Tevens bleek, dat bij denzelfden proefpersoon op verschillende tijdstippen bij het begin der proef een markant verschil bestond. Dit was kennelijk het gevolg van het verschil in de lichtintensiteit op verschillende tijdstippen van den dag. Om dit bezwaar te ondervangen is toen ge-
poogd, den proefpersoon zooveel mogelijk in een constanten begin-
toestand te brengen. Dit bereikten we door 5 minuten lichtadaptatie met het volgende apparaat. Er is een kastje gemaakt (fig. 8), dat den vorm heeft van een halven kubus, waarop een afgeknotte pyra-
mide is geplaatst. Deze bijzondere vorm is gekozen, om den bol-
vorm tenminste eenigszins te benaderen, want alleen bij den bolvorm is de verlichting van het kastje zoo gelijkmatig mogelijk. Het geheele kastje is van binnen, met behulp van een mengsel van kalk en lijm, dofwit gemaakt. Langs den rand van den kubus en voor het oog onzichtbaar zijn een tiental ongematteerde kogellampjes, elk van

25 Watt sterkte geplaatst. Branden zij alle, dan geven zij op de plaats van de oogen een verlichtingssterkte van ± 4000 Lux. Een

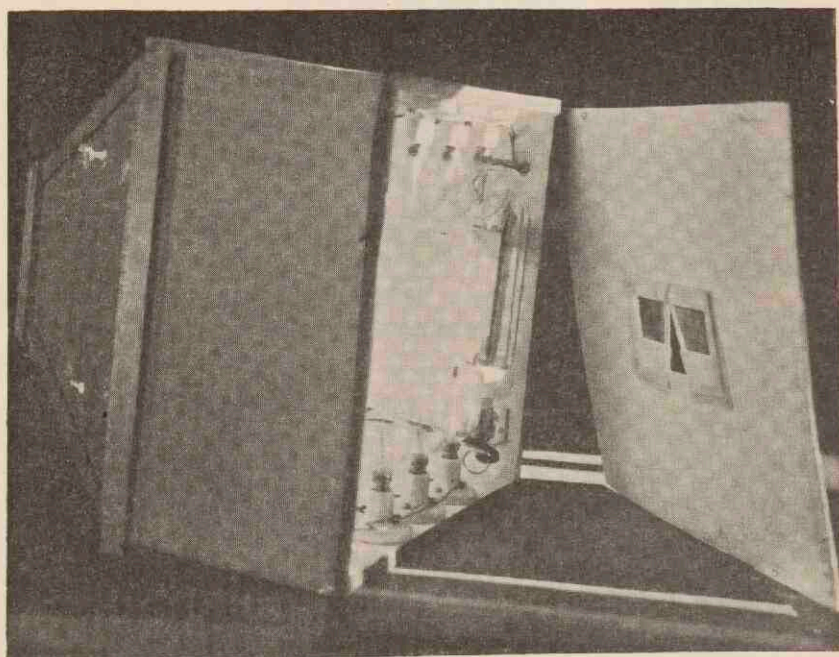


Fig. 8. Verblindingsstoestel.

zestal van deze lampjes geeft ± 2400 Lux, een tweetal 800 Lux (bepaald met een Osram Luxmeter).

De achterwand van het apparaat (dit is het grondvlak van den halven kubus) heeft een grootte van 40×40 c.m., de totale diepte van het verbindingsapparaat is 40 c.m. In den achterwand is een opening voor de oogen en den neus van den proefpersoon gemaakt, omdat men anders met de oogen niet vlak bij het kastje kan komen, om erin te kijken. De opening voor de oogen wordt door een paar glasruitjes bedekt, omdat anders de in het toestel optredende warmte de conjunctiva prikkelt. Een onaangename conjunctivitis zou den volgenden dag hiervan het gevolg kunnen wezen.

De scherpe randen van de glasruitjes zijn met een paar smalle strookjes hechtpleister beplakt, opdat men den neusrug niet zal beschadigen.

In deze vrij hel verlichte ruimte moet de proefpersoon nu gedurende 5 minuten kijken, daarna wordt hij achter het röntgenscherm geplaatst, waarvoor inmiddels de contrastobjecten zijn aangebracht. Wij maakten bij de doorlichting gebruik van 54 K.V. maximaalspanning en 3,5 m.A., zoomede van het Levy-Westerscherm. De proefpersoon is zoozeer verblind, dat hij het 100 % contrast niet ziet, dit is pas na eenige minuten mogelijk.

Bij het gaan zien van den vorm der objecten, wordt dit aangegeven, evenals bij het scherp zien van het object. Neemt de adaptatie, noch voor vormen zien, noch voor scherp zien, binnen den tijd van 7—10 minuten niet meer toe, dan kan men zeggen, dat de proefpersoon voor de practijk der doorlichting voldoende adaptatie heeft bereikt. Tot aan dezen tijd toe heeft men met de proef door te gaan.

Het is wel zeker, dat in de volgende uren de adaptatie nog eenigszins toeneemt. Voor de practijk van het doorlichten moet hiermede echter geen rekening worden gehouden, daar men voor het doorlichten toch, wat de aanpassing betreft, door tijdsgebrek aan een grens van 15 tot 20 minuten is gebonden. De methode van onderzoek zou anders veel te tijdroovend worden, om uit te voeren. De uitkomsten van deze toename van het gezichtsvermogen voor bepaalde kleine contrasten kunnen in een coördinaten-systeem worden uitgezet, waarbij we op de ordinaat het contrast, op de absissen den tijd uitzetten.

De proefpersoon blijkt den vorm van het object met 100 % contrast in tijden, die van $1\frac{1}{2}$ —5 minuten uiteenloopen, te kunnen zien.

Tabel II geeft de juiste gegevens van een 19-tal proefpersonen:

TABEL II.

1 perso(o)n(en)	begin(t)(nen)	100% contrast te zien na	$1\frac{1}{2}$ minuut
2	"	"	2 "
6	"	"	$2\frac{1}{2}$ "
6	"	"	3 "
2	"	"	$3\frac{1}{2}$ "
1	"	"	4 "
1	"	"	5 "

De meest voorkomende tijd is $2\frac{1}{2}$ à 3 minuten.

Van veel meer belang is echter wat de proefpersoon bij de voor de practijk der doorlichting voldoende adaptatie zag. Hiervan volgen gegevens van een 21-tal personen, waarbij echter opgemerkt dient te worden, dat bij 9 personen het zien van vormen niet verder ging dan het laatste voorwerp, dat zij scherp zagen.

Dit beteekent, dat als zij een bepaald voorwerp, b.v. dat met 15 % contrast, scherp zagen, zij van het hierop volgende voorwerp in dit geval dus met 10 % contrast den vorm niet kunnen waarnemen; het vormen zien gaat dus niet verder dan de grenswaarde van het scherp zien. Tabel III geeft de gegevens betreffende deze

TABEL III.

	Aantal personen		Aantal personen ¹⁾
Scherp tot 20 ⁰ / ₀ contr.	1	Vorm tot 15 ⁰ / ₀ contr.	2 + 4
" " 15 ⁰ / ₀ "	11	" " 10 ⁰ / ₀ "	7 + 4
" " 10 ⁰ / ₀ "	8	" " 8 ⁰ / ₀ "	3 + 1
" " 8 ⁰ / ₀ "	1		

personen. Hierin is aangegeven, door hoeveel personen de grenswaarde van een bepaald contrastpercentage bereikt wordt, afzonderlijk voor scherp zien en voor vormen zien.

Uit de gegevens van tabel III is af te leiden dat van deze 21 personen een 15-tal het 10 % contrast hetzij als vorm, hetzij scherp kon waarnemen.

In tabel IV is de tijd, waarin de desbetreffende grenswaarde van de adaptatie bereikt wordt, tusschen haakjes aangegeven. De afwijkingen van den gemiddelden tijd zijn aangegeven met + en — voor elken persoon afzonderlijk, benevens ook de tijd waarin de desbetreffende grenswaarde wordt bereikt. Er is b.v. door een vijftal personen voor het zien van vormen de grenswaarde bereikt van 8 % contrast en wel in den gemiddelden tijd van 15 minuten. De eerste bereikte de grenswaarde in 15 minuten, dus precies in den gemiddelden tijd, de tweede in 19 minuten. Deze doet er dus 4 minuten langer over, wat met +4 is aangegeven.

¹⁾ Van het achter het + teeken genoemde aantal personen ging het zien van vormen niet verder dan het laatste voorwerp, dat zij scherp zagen.

TABEL IV.

Contrast	Vorm	Scherp	Adaptatietijd in minuten.
20%	12		Adaptatietijd in minuten.
15%	14 9 12 11 12 (12) +2 -3 0 -1 0	19 12 7 12 16 17 11 9 16 15 16 (14) +5 -2 -7 -2 +2 +3 -3 -5 +2 +1 +2	Adaptatietijd in minuten. Afwijking v. d. tusschen () geplaatsten gemidd. tijd.
10%	12 12 13 16 17 15 17 17 18 18 16 11 (15) -3 -3 -2 +1 +2 0 +2 +2 +3 +3 +1 -4	15 19 16 15 22 16 23 14 (17) -2 +2 -1 -2 +5 -1 +6 -3	Adaptatietijd in minuten. Afwijking v. d. tusschen () geplaatsten gemidd. tijd.
8%	15 19 13 $\frac{1}{2}$ 20 8 (15) 0 +4 -1 $\frac{1}{2}$ +5 -7	8	Adaptatietijd in minuten. Afwijking v. d. tusschen () geplaatsten gemidd. tijd.

Voor het scherp zien werd 8 % door één persoon als grenswaarde bereikt en wel in 8 minuten.

Het aantal onderzochte personen is gering en daardoor te klein, om hieruit vergaande conclusies te trekken. Toch is echter wel op te merken, dat bij 10 % contrast voor de meeste personen, bij deze soort objecten, de grens van ons onderscheidingsvermogen is bereikt. Sommige proefpersonen komen, tenminste bij deze proefomstandigheden, iets verder, n.l. tot 8 %.

Een tweede conclusie is, dat de afwijking van het gemiddelde veel grooter is bij het scherp zien, dan bij het zien van vormen. De oorzaak hiervan zal waarschijnlijk aan de omstandigheid liggen, dat „scherpte” een zeer moeilijk te definieeren begrip is.

B. Desadaptatie.

Bij elken proefpersoon is, nadat hij voor de practijk der doorlichting voldoende geadapted was, een tweetal proeven over het verloop van de desadaptatie gedaan. De proefpersonen zijn alle emmetroop of volledig gecorrigeerd. Daarop wordt de proefpersoon met het reeds eerder op blz. 23 beschreven verblindingsapparaat gedurende $1\frac{1}{2}$ minuut met 2 lampen van 25 Watt geadapted, welke op de plaats van den proefpersoon een verlichtingssterkte van 800 Lux geven. Na deze desadaptatie laten we den proefpersoon weer adapteren tot de adaptatie niet meer toeneemt. Het blijkt, dat na deze desadaptatie gedurende $1\frac{1}{2}$ minuut, $1\frac{1}{2}$ tot 5 minuten noodig zijn om den ouden adaptatietoestand weer te bereiken. Van de 20 personen, die op deze wijze zijn onderzocht, hebben een viertal hun oude adaptatie in 7 tot 10 minuten niet meer kunnen halen, terwijl een tweetal een verdere adaptatie vertoonde dan voorheen. De meest voorkomende tijd voor het terugkomen van de oude adaptatie blijkt 2 tot 3 minuten te zijn (zie tabel V).

Tevens is de invloed van 3 minuten desadapteren met dezelfde verlichtingssterkte nagegaan. Hierna blijkt een tijd van 3 tot 7 minuten noodig te zijn, om den ouden adaptatietoestand weer te bereiken. De meest voorkomende tijd was 3 tot 4 minuten. Eén proefpersoon vertoonde een toename. Tabel VI geeft hierover de volledige gegevens.

Betreffende de drie personen, die een toename van hun adaptatie

TABEL V.

Voor heradaptatie benodigde tijd in minuten	Aantal personen		
	Onveranderde adaptatie	Adaptatie toename	Adaptatie afname
1½	1	—	—
2	3	—	2
2½	2	—	—
3	3	2	—
4	1	1	1
5	3	—	—
5½	—	—	1

TABEL VI.

Voor heradaptatie benodigde tijd in minuten	Aantal personen		
	Onveranderde adaptatie	Adaptatie toename	Adaptatie afname
3	3	—	—
3½	3	1	1
4	3	—	—
5	2	—	1
6	1	—	1
7	2	—	1

na de desadaptatie vertoonden, kunnen wij de volgende bijzonderheden mededeelen:

K. adapteerde tot 15 %, kon 10 % contrast niet waarnemen. Desadaptatie met een helderheid, overeenkomende met 800 Lux, gedurende 1½ minuut; na 4 minuten is het object met 10 % contrast als zwarte vlek te zien. Desadaptatie gedurende 3 minuten met een helderheid, overeenkomende met 800 Lux; na 3 minuten is de vorm van het object met 10 % contrast waar te nemen.

M. adapteerde tot 15 % scherp. Desadaptatie gedurende 1½ minuut met een helderheid, overeenkomende met 800 Lux. Na 3 minuten wordt de vorm van het object met 10 % contrast bijna goed aangegeven.

I. adapteerde tot 15 % scherp. Desadaptatie gedurende 1½

minuut met een helderheid, overeenkomende met 800 Lux; na $1\frac{1}{2}$ minuut kan de vorm van het object met 10 % contrast worden aangegeven.

Dit zou in de richting van het reeds gememoreerde, door AUBERT beschreven verschijnsel kunnen wijzen, dat kleine lichthoeveelheden de adaptatie gunstig beïnvloeden. Aan den anderen kant blijft de mogelijkheid open, dat deze proefpersonen vóór hun desadaptatie getracht hebben, het object te veel te fixeeren, terwijl zij dit later niet meer hebben gedaan en daardoor meer hebben waargenomen. Wij hebben echter de proefpersonen er steeds op gewezen niet te veel te fixeeren, maar te trachten, door langs het object heen te kijken, meer te zien.

Als conclusie is uit deze onderzoeken op te maken, dat de meeste menschen, na de inwerking van een vrij intensieve verlichting gedurende een tijd van $1\frac{1}{2}$ —3 minuten, weliswaar desadapteeren, doch hun oude adaptatie in een tijdsduur van 1—2 vermenigvuldigd met den tijd van inwerking van het licht hebben teruggekregen. We kunnen hiervan voor het maken van een passende verlichting in de röntgenkamer gebruik maken, waarbij deze in gewone omstandigheden door een lichtzwak rood of wit indirect licht, ter sterkte van eenige tienden Lux verlicht wordt. Achter den onderzoeker zijn een tweetal reflectoren met daglichtlampen geplaatst, welke gedurende eenige oogenblikken gebruikt worden, als men den patient bij sterker licht wil bekijken, om b.v. een oordeel over de gelaatskleur, pupilreflex, keel enz., te vellen. Het blijkt, dat men bij deze werkwijze de adaptatie niet verliest. Als vergelijking met de sterkte van de lichtbron moge genoemd worden, dat, als men achter den onderzoeker een tweetal reflectoren (ieder met een daglichtlamp van 40 Watt) plaatst en hiermede den patient verlicht, er ter plaatse van den onderzoeker een verlichtingssterkte van minder dan 12 Lux ontstaat. Men wordt hierdoor dus maar zeer gering gedesadapteerd en heeft na $1\frac{1}{2}$ minuut wederom de oude adaptatie bereikt. Dit is bij zeer sterke verlichtingssterkten anders: gaat men even voor het open venster naar de door het zonlicht verlichte omgeving staan kijken, dan is men na 1 minuut volledig gedesadapteerd en heeft weer 15—20 minuten voor heradaptatie noodig.

IV. ONDERZOEK NAAR DE FACTOREN, DIE HET DOORLICHTINGSBEELD BEINVLOEDEN.

Het doorlichtingsbeeld wordt door een drietal factoren bepaald, n.l. door:

- A. de scherpthe van het beeld,
- B. de gezichtsscherpthe,
- C. het contrast van het beeld en het vermogen van den onderzoeker, om contrasten waar te nemen.

A. *De scherpthe van het beeld:*

Over de scherpthe van het beeld zooals dit op de röntgenfilm gezien wordt, is door BRONKHORST¹⁴, CHANTRAINE en BOUWERS een fundamenteel onderzoek verricht. Bij de doorlichting moet men echter onder geheel andere omstandigheden werken, als bij het bekijken van de foto voor de lichtkast. O.a. speelt de korrelgrootte van het scherm bij de doorlichting een belangrijke rol.

De volgende beschouwingen en proefjes zijn gegeven, om eenigen indruk in de factoren te krijgen, die de scherpthe van het doorlichtingsbeeld bepalen.

Men mag verwachten, waar er bepaalde intensiteitsverschillen als prikkel voor het oog noodig zijn, de onscherpthe, die men aan een object ziet kleiner is, dan zij volgens physische formuleering bedraagt. Verder doet zich de vraag voor, hoe deze onscherpthe, die op het fluorescentiescherm wordt waargenomen, zich verhoudt tot diegene, die op de film wordt gezien; n.l., of zij kleiner of grooter is.

Allereerst mogen eenige theoretische beschouwingen betreffende de onscherpthe volgen. *Scherp* noemt men een voorwerp als een punt als punt, een lijn als lijn is afgebeeld. De scherpthe is niet in maat en getal uit te drukken; daarom gebruikt men in de practijk de onscherpthe. $Scherpthe = \frac{1}{onscherpthe}$.

De indruk van de onscherpthe hangt van de ware onscherpthe en van physiologische factoren af. Dit zijn:

- 1. de geometrische onscherpthe, of focale onscherpthe, welke tot stand komt, doordat het focus van de röntgenbuis een eindige

afmeting heeft. De grootte van de geometrische onscherpte Og (fig. 9) is evenredig met de focusgrootte F en den afstand van object tot scherm Of en omgekeerd evenredig met den afstand van object tot focus FO :

$$Og = \frac{F \times Of}{FO}$$

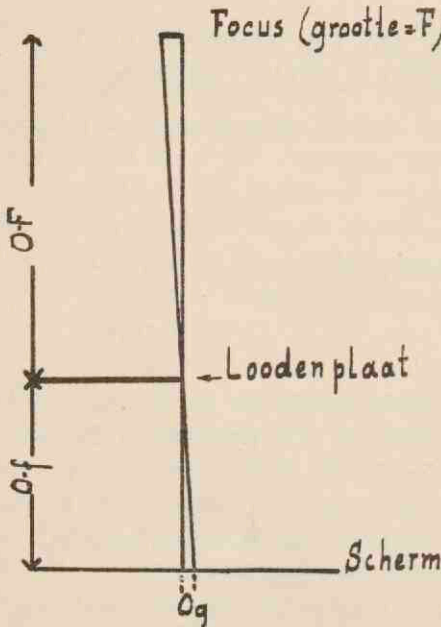


Fig. 9. Schematische voorstelling van de geometrische onscherpte.

Als men een object, ter grootte van het focus, in de richting van het focus verplaatst, blijft de kernschaduw van het object dezelfde, alleen de onscherpte wordt over een grooter gebied verdeeld. Nemen we een object kleiner dan het focus, dan neemt bij verplaatsing van het object in de richting van de buis de kern-

schaduw snel in grootte af, terwijl de onscherpte snel toeneemt. Op een bepaald punt vormen de stralenbundels, die de kernschaduw geven, een kegel, waardoor geen slagschaduw meer bestaat: het geheel bestaat dan uit onscherpte.

Tenslotte kruisen de stralenbundels elkaar, waardoor in het midden een donkerder gedeelte ontstaat: de pseudo-kernschaduw. BRONKHORST¹⁴ geeft hierover uitvoerige beschouwingen.

Zouden we een puntvormig focus hebben, dan wordt het geheele object scherp afgebeeld en bestaat er geen focusonscherpte meer, waar men het voorwerp ook plaatst. Bij toenemende grootte van het focus wordt de onscherpte steeds grooter. Normaliter gebruiken wij, bij onze longdoorlichtingen een focus dat verkort, als een vierkant geprojecteerd, een lineaire afmeting van 1,4 m.m. heeft. Om de focale onscherpte zooveel mogelijk uit te schakelen, moet het focus dus zoo klein mogelijk zijn.

2. de bewegingsonscherpte, welke ontstaat, doordat het object tusschen buis en scherm een eigen beweging heeft. Voor de foto is deze vorm van onscherpte van groot belang. Bij het doorlichten heeft men met dezen vorm echter niet te maken, als men maar schermen neemt, die uiterst kort nalichten. Bij schermen, die sterk nalichten, gaat dit echter wel een rol spelen.

3. de onscherpte door de korrelgrootte van het scherm, welke ontstaat, doordat het scherm uit korrels van een bepaalde verbinding is opgebouwd, welke korrels steeds in hun geheel oplichten. Tevens induceert elke lichtgevende korrel ook de naburige korrels tot emissie van licht, hetgeen in meer of mindere mate onscherpte geeft.

4. de voor het oog waarneembare onscherpte.



Fig. 10. Intensiteitsverloop veroorzaakt door de geometrische onscherpte.

Zet men de intensiteitsverdeling, die men op het scherm krijgt, als de grens van een object hierop wordt geprojecteerd, schematisch uit, dan ontstaat theoretisch een rechtlijnige overgang van scherp in onscherp, die

later weer scherp wordt (zie fig. 10). Voor de film ontstaat, doordat voor de zwarting van de korrel uit de fotografische emulsie een zekere röntgenenergie noodig is, een min of meer gebogen verloop. De verschijnselen zijn fysisch begrijpelijk. Bij het bekijken van de film zullen er echter deelen zijn, die, doordat zij onder den prikkeldrempel liggen, uitvallen. Hier ontstaat dus een kleinere waarneembare onscherpte (b.v. tusschen de twee kruisjes). Ook bij het doorlichtingsbeeld is te verwachten, dat de waarneembare onscherpte kleiner zijn zal, dan de theoretische.

Om dit te bewijzen en om de verhouding tot de onscherpte op de foto na te gaan, is de volgende proefopstelling gekozen.

Hiertoe hebben we de rand-onscherpte van een 1 m.m. dik stukje lood en een 1 m.m. dik stukje aluminium gebruikt. Deze zijn samen op een stukje carton geplakt, en voor het röntgenscherp op 25 c.m. afstand van het focus van de buis, en op 50 c.m. afstand van het scherm geplaatst. Een eenvoudige berekening leert ons, dat de

onscherpte hier gelijk is aan $2 \times$ de focusgrootte = $2 \times 1,4$ m.m. = 2,8 m.m.

Op de volgende manier werd nu de vergelijking tusschen X-foto en doorlichting gemaakt:

1. van de bovengenoemde opgestelde objecten is met 54 K.V. en 3,5 m.A. een foto gemaakt. Belichtingstijd ongeveer 1 sec. Na ontwikkeling bleek de op de film waarneembare onscherpte te bedragen:

bij den overgang van carton op aluminium 1,90 m.m. (in het vervolg I genoemd);

bij den overgang van carton op lood 2,20 m.m. (in het vervolg II genoemd).

2. Een aantal proefpersonen teekenden onder dezelfde omstandigheden van 54 K.V. (max.) en 3,5 m.A. de op het fluorescentiescherm ontstane onscherpte afkomstig van hetzelfde object. Deze onscherpte teekent zich vrij scherp begrensd af.

Om de nauwkeurigheid van de bepaling te verhoogen, hebben we de proef door iederen persoon 5 maal laten uitvoeren en hiervan het gemiddelde genomen.

De uitkomsten, welke in tabel VII zijn weergegeven, bewijzen, dat de waarneembare onscherpte bij doorlichting nog kleiner is dan de zichtbare onscherpte op de film.

TABEL VII

	I (carton-Al)	II (carton-Pb)
v. W.	1.36	1.76
v. O.	1.20	1.82
B.	0.96	1.89
v. D.	0.94	1.38
D. V.	1.86	2.04

Bij het zien van zwakke contrasten blijkt de zichtbare onscherpte bij doorlichting en op de film kleiner te zijn dan bij sterke contrasten onder overigens dezelfde omstandigheden, omdat bij de zwakke contrasten het om een grooter stuk gaat, waar het intensiteitsverschil nog zoo gering is, dat ons oog dit niet kan waarnemen, of dat

er een zoodanig zwartingsverschil op de film ontstaat, dat ons oog dit kan waarnemen.

Conclusie:

Dit verschijnsel heeft dus tot gevolg, dat we den rand van weeke

schaduw en scherper waarnemen, dan deze in werkelijkheid is, hetgeen echter voor hardere schaduwen in veel mindere mate geldt. Op grond hiervan is het begrip „waarneembare onscherpte” wel degelijk een begrip, waarmede men in de praktijk rekening moet houden en hetgeen bij beschouwingen over het fotobeeld dient te worden ingevoerd.

De verklaring voor dit verschijnsel, waarbij men den rand van de weke schaduwen smaller ziet, dan die van de harde, is de volgende:

Is in fig. 11 bij I de gestippelde lijn het physisch verloop van het contrast bij een harde schaduw en bij II dat van een weke schaduw,

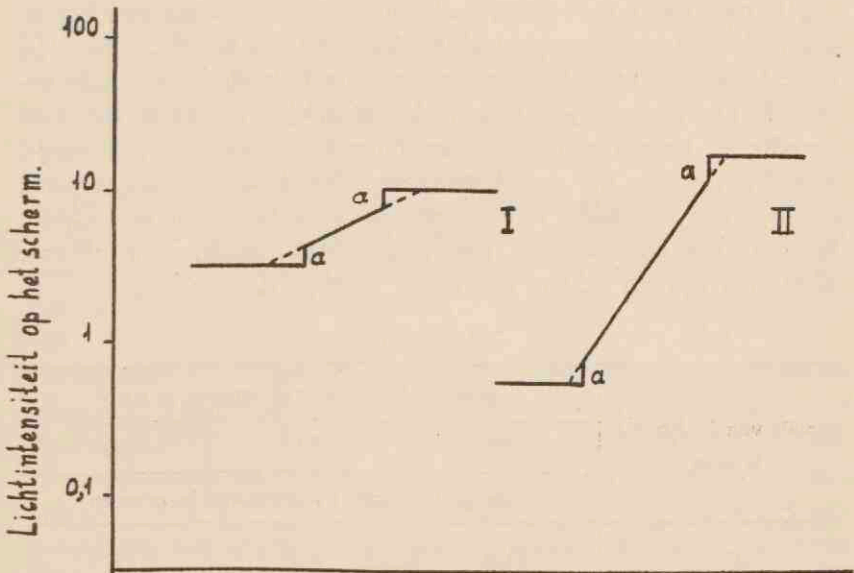


Fig. 11. Intensiteitsafname door de focale onscherpte bij een zwak en een sterk contrast.

dan zal, waar een bepaald relatief intensiteits-verschil a noodig is, om een verschil in lichtsterkte te kunnen waarnemen, het contrast-verloop op het scherm als de dikke getrokken lijn worden gezien, terwijl de onscherpte als vrij scherp begrensde „Begleitschatten” wordt gezien.

Bij de weke schaduw II heeft men een even groot relatief intensiteits-verschil a noodig, om een verschil in lichtsterkte te kunnen

waarnemen. Dit is hier echter een veel grooter deel van de schuin verloopende fysieke onscherpte en men ziet de onscherpte dus als een smal randje. Tenslotte kan dit stukje onscherpte bij nog weekere schaduwen zoo klein worden, dat men geen grens meer kan waarnemen en dus den vorm van het voorwerp niet meer kan waarnemen.

B. *Gezichtsscherpte bij lage intensiteiten.*

Teneinde een indruk over de grootte van de gezichtsscherpte te krijgen, zijn allereerst eenige orienteerende proeven met een contrast van 40 % genomen. Het contrast is op dezelfde wijze berekend als bij de proeven over het adaptatieverloop.

Hiertoe hebben drie plaatjes aluminium met een dikte van 6 m.m. gediend, waarop een vijftal aluminiumstrookjes ter dikte van $1\frac{1}{2}$ m.m. (gevend 40 % contrast) en van verschillende breedte zijn gekleefd. De onderlinge afstand der strookjes is gelijk aan hun breedte en bedraagt op drie verschillende plaatjes: $1\frac{1}{2}$, 1 en $\frac{1}{2}$ m.m. Men laat nu het aantal strookjes tellen door den proefpersoon, die zich met de oogen op een bepaalden afstand van het scherm bevindt. De gezichtshoek, waaronder deze strookjes op diverse afstanden worden gezien, zijn uit de tabel VIII af te lezen:

TABEL VIII.

Breedte van de strookjes in m.m.	Afstand van den proefpersoon in c.m.		
	15	30	50
	De gezichtshoek bedraagt dan in minuten		
0.5	11.4	5.7	3.4
1.0	22.8	11.4	6.9
1.5	34.4	17.2	10.3

De gezichtsscherptebepaling wordt steeds met proefpersonen gedaan, die voor de practijk der doorlichting voldoende adaptatie bereikt hebben en emmetroop, of volledig gecorrigeerd zijn.

Tabel IX geeft het verband tusschen het zien van den vorm van een bepaald contrast en de gezichtsscherpte in minuten weer. Hierbij is alleen het vormenzien als criterium aangenomen, daar dit een

veel constanter aan te geven eigenschap vertegenwoordigt, dan het scherp zien, gelijk reeds in Hoofdstuk III is betoegd.

TABEL IX

Contrast in %	Grenswaarde voor vormenzien				Grenswaarde voor scherpzien			
	Aantal personen	Gezichtsscherpte in minuten			Aantal personen	Gezichtsscherpte in minuten		
		7	11	17		7	11	17
		Aantal personen				Aantal personen		
8	5	1	3	1	1	1	—	—
10	11	1	7	3	8	—	2	6
15	5	—	4	1	11	1	7	3
20	—	—	—	—	1	—	1	—

Het blijkt, dat bij 14 van de 21 personen, de gezichtshoek waaronder zij voorwerpen kunnen waarnemen, bij deze lichtintensiteit gedaald is van 1' (normaal daglicht) tot tusschen 7' en 11'; voor 5 personen ligt deze hoek tusschen 11' en 17' en voor 2 onder de 7'. Dit is dus reeds een enorme daling.

Het gaat hier ongeveer om dezelfde helderheid, die we bij de longdoorlichting waarnemen en welke volgens een opgave van ENGELHARDT en SIELMANN²⁹ overeenkomt met 0,01—0,03 Lux. BOUMA²¹ vond voor blauw licht van 435,8 $\mu\mu$ bij een helderheid van $1 - 3 \times 10^{-2}$ Lux een gezichtsscherpte, welke met een gezichtshoek van ongeveer 10 minuten overeenkomt. Beide opgaven kloppen dus vrij goed met elkaar.

C. *Het vermogen om contrasten waar te nemen.*

Dit is reeds bij het adaptatieverloop beschreven.

D. *Het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte.*

Gezien het belang van de gezichtsscherpte bij de lagere contrasten en ook het belang van het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte, hebben wij, omdat de methode met de strookjes technisch moeilijk uitvoerbaar is, bij de lage aluminiumdikten voor

de verdere proeven een andere methodiek gevolgd. Als contrast-object zijn n.l. aluminium plaatjes (vierkantjes) van verschillende dikte en van verschillende grootte met een cirkelvormige opening (zie fig. 12) gebruikt.

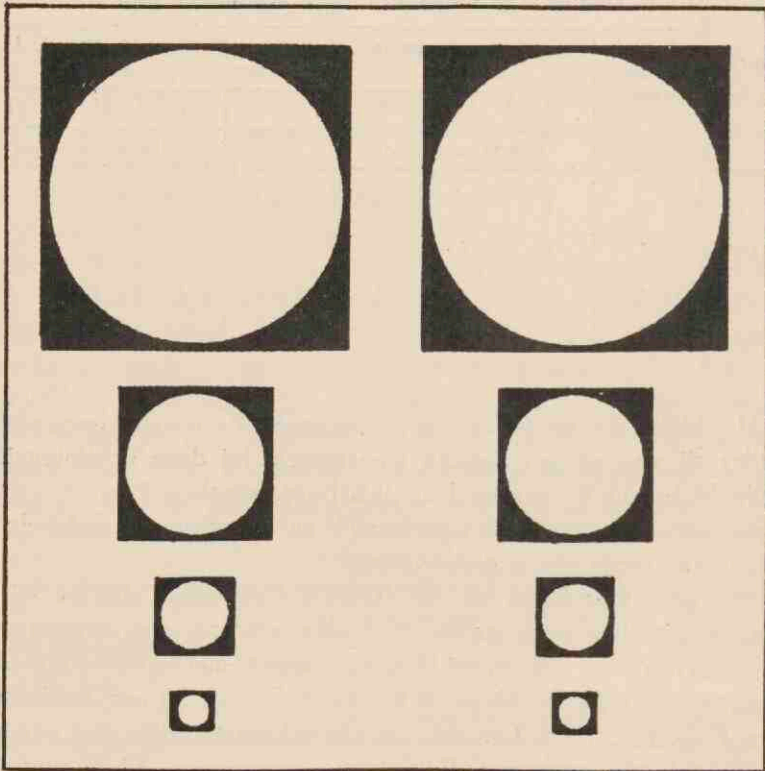


Fig. 12. Objecten gebruikt ter bepaling van het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte (ware grootte).

Op een viertal aluminium plaatjes ter dikte van 6 m.m. en ter grootte van 10×10 c.m., zijn een viertal horizontale rijen van aluminium objecten gekleefd van 4 verschillende grootten. Elke rij bestaat uit 7 objecten van gelijke grootte, maar de dikte van de objecten en dus ook het contrast is verschillend.

Als contrasten zijn genomen: 100, 40, 30, 20, 15, 10, 8 % contrast, terwijl de vier verschillende grootten zóó zijn gekozen, dat

de ingeschreven cirkels C (fig. 13) onder een hoek van 5, 12,5; 22,5 en 42 minuten worden gezien, (de middellijnen der ingeschreven cirkels bedragen 0,07, 0,17, 0,38 en 0,6 c.m.), als de proefpersoon op 50 c.m. afstand van het scherm staat. De ervaring leert, dat, als men eenmaal de ingeschreven cirkels C van de figuurtjes ziet, men praktisch van de geheele figuur den vorm kan aangeven.

De proef geschiedt als volgt:

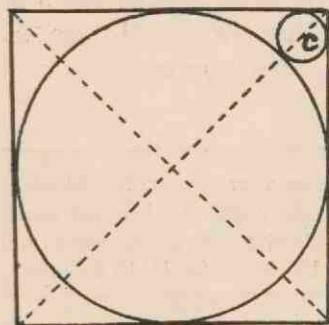


Fig. 13. Objectvorm gebruikt ter bepaling van het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte. De ingeschreven cirkel C is maatgevend voor de gezichtsscherpte.

Allereerst wordt de proefpersoon door verblindingsgedurende 5 minuten met een verlichtingssterkte overeenkomende met 2400 Lux in een constante lichtadaptatie gebracht. Daarna moet hij het aantal van de voor het röntgenschermbeglatte contrastobjecten aangeven, dat hij op elke rij ziet, bijv. 4, 3, 3, 1. Dit wil dus zeggen, dat hij de objecten met 100 % contrast alle ziet, van de 40 en 30 % contrast alleen de drie grootste, het kleinste niet en van het 20 % contrast alleen het grootste object.

In het begin kijkt de proefpersoon om de 2 minuten naar deze objecten. De expositietijd bedraagt ongeveer $\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$ minuut. De objecten, welke niet goed, of maar uiterst vaag worden gezien, tellen niet mede. Het bekijken van de objecten op het Levy-Westscherm geschiedt bij 54 K.V. (max.) en 3,5 m.A. Daar de proefpersoon al heel snel weet, in welke volgorde hij de contrastobjecten moet zien, (deze liggen in het begin in volgorde) worden deze tijdens het onderzoek eenige keeren door elkaar en onderste boven gelegd. De proefpersoon kan dus hieruit geen gevolgtrekkingen maken, waardoor eventueele suggestie uitgesloten is.

Wij vonden, dat na een adaptatie van 2—8 minuten, de adaptatiegraad voor het eerst met het grootste van onze contrastobjecten aantoonbaar is, terwijl in den eindtoestand door de meesten 10 % contrast wordt gezien.

Bij een achttal personen was de gemiddeld benodigde gezichtshoek voor:

100 % contrast		5'
40 % „	tusschen	12½' en 5'
30 % „	„	12½' en 5'
20 % „	„	22½' en 12½'
15 % „	„	22½' en 12½'
10 % „	„	42' en 22½'

Bovendien heeft slechts één persoon bij deze proeven het 8 % contrast onder een gezichtshoek van tusschen 42' en 22½' gezien. In tabel X zijn de uitkomsten volledig weergegeven.

TABEL X.

Proefpersoon	Begint het grootste object met 100% contr. te zien na:	Bereikt na min. ¹⁾	Een voor de praktijk vold. adaptatie uitgedrukt door het aantal plaatjes, dat gezien wordt, bij: 100 40 30 20 15 10 8% contr.
G. C. E. B.	8 minuten	24	4 4 3 3 2 1 1
C. H. J. K.	2 „	16	3 2 2 2 2 — —
J. G. A. v W.	4 „	14	4 3 3 2 2 1 —
v. D.	5 „	19	4 4 3 3 2 1 —
J. D. V.	3½ „	16	4 3 3 3 2 1 —
B. v. D.	2 „	14	4 3 3 2 1 1 —
V.	4 „	18	4 3 3 2 2 — —
A.	3 „	15	4 3 3 2 2 1 —

In een curve (fig. 14) kan, indien men op de ordinaat de gezichtsscherpte (zoodanig, dat 1 eenheid hier overeenkomt met 1') en op de absis de contrastgevoeligheid uitzet, (zoodanig, dat 1 eenheid overeenkomt met 1 % contrast) de gezichtsscherpte, in verband met het contrastzien, worden bestudeerd. Het blijkt dat bij de procentueele vermindering van het contrast de vermindering van de gezichtsscherpte bij de hogere contrasten veel geringer is dan bij de lage, n.l. onder de 30 % contrast is deze zeer sterk toenemend.

¹⁾ Bij alle proefpersonen is nog ten minste 8 minuten gewacht, of er nog toename van den adaptatietoestand optrad.

Men kan ook zeggen, dat bij de helderheid, welke men op het röntgenschermbaarneemt en welke overeenkomt met $\pm 0,03$ Lux,

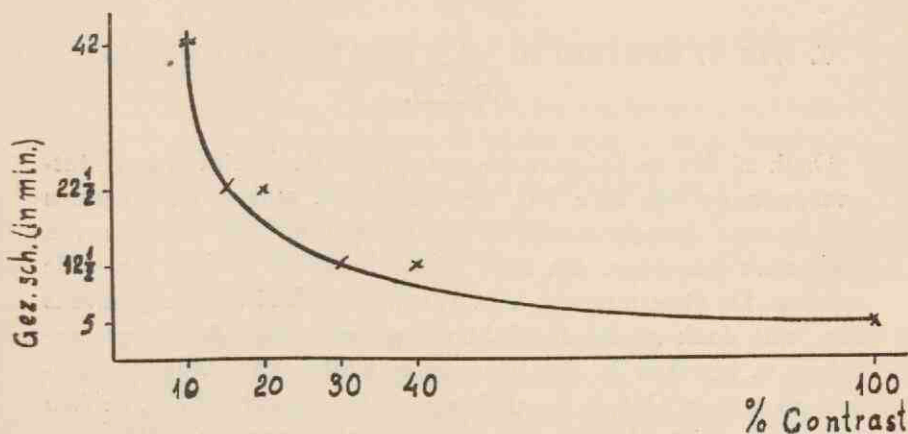


Fig. 14. Verband tusschen contrast en gezichtsscherpte. Eén proefpersoon, 54 K.V. (max.), 3,5 m.A., Levy-Westscherm.

geen rechtlijnig verband tusschen contrast en gezichtsscherpte bestaat.

Men kan concludeeren, dat onder gegeven omstandigheden het opvoeren van den gezichtshoek niets meer bijdraagt ter verbetering van het contrastzien, bij geringe contrasten. De mate van het contrastzien stelt hier eigenlijk de grens. Voor de groote contrasten daarentegen geldt juist het omgekeerde. Zelfs de kleinste voorwerpen kunnen wat hun contrast betreft nog wel worden waargenomen indien de gezichtsscherpte hier niet de absolute grens van het waarneembare bepaalde. Bijv. kan bij de doorlichting een zeer kleine kalkhaard in het longveld, wat het contrast betreft, altijd nog wel worden waargenomen, tenzij echter het kalkhaardje zoo klein is, dat onze gezichtsscherpte de waarneming niet meer toelaat. Een dun uitgebreid infiltraat echter, dat toch onder een grooten gezichtshoek wordt waargenomen, kan wegens het geringe contrast niet worden gezien. Tenslotte moet men echter de scherpe begrenzing evenmin uit het oog verliezen, daar men scherp begrensde objecten gemakkelijker waarneemt dan schaduwen, die geleidelijk in de omgeving overgaan.

V. DE VERBETERING VAN HET DOORLICHTINGS- BEELD.

Dank zij den technischen vooruitgang in de fabricage van röntgenapparaten (de fijne foci, het lichtsterke scherm en schermen met geringe korrelgrootte), is de doorlichting een methode van onderzoek geworden, die haar plaats naast de X-foto ten volle verdient. De dissertatie van VAN WEEL²⁵ geeft uitvoerige gegevens over wat dank zij de doorlichting op het gebied der longtuberculose te bereiken is, ook wat de resultaten van andere onderzoekers betreft. Dat de doorlichting bij de foto achterblijft, hebben BURGER en VAN WEEL⁹ in een onderzoek aangetoond. Waaraan dit nu te wijten is, en ook waaraan slechte resultaten bij massadoorlichting door andere onderzoekers moeten worden geweten, is een zeer belangrijk vraagstuk.

Hier zullen verschillende factoren, welke met de tegenwoordig ons ten dienste staande middelen, een verbetering van het doorlichtingsbeeld vermogen te geven, worden besproken.

Deze verbetering is te verwachten door:

1. Opvoeren van de helderheid van het doorlichtingsscherm.
2. Opvoeren van den gezichtshoek, wat te bereiken is door:
 - a. loupewaarneming;
 - b. door het object grooter dan het focus van de buis in de richting van de buis te verplaatsen.
3. Versterking van het contrast op het scherm. Dit kan door:
 - a. wijziging van de spanning, maar dit gaat tevens met helderheidsverandering van het scherm gepaard (zie onder 1);
 - b. verandering van de gradatie van het scherm (gradatie is de eigenschap van films waardoor de contrasten hierop versterkt worden weergegeven), die thans ongeveer 1 is. Dit is thans echter fysisch en technisch nog niet mogelijk en ook in de naaste toekomst is nog geen verbetering te verwachten.

4. Verdere factoren die hierbij een groote rol spelen, zijn:
- de pupilgrootte;
 - de focusgrootte van de buis;
 - de verandering van den afstand van den proefpersoon tot het doorlichtingsscherm.

Ook deze drie factoren zullen aan de hand van enkele experimenteele gegevens in het kort worden besproken.

1. HELDERHEIDSVERANDERING kan men verkrijgen door:
- wijziging van de stroomsterkte;
 - wijziging van de spanning;
 - wijziging van het scherm.

a. *De invloed van verandering der stroomsterkte.*

Voor deze proef zijn wederom emmetropen, of personen met volledig gecorrigeerde refractie-afwijkingen genomen, die gedurende 20 minuten in de röntgenkamer waren geweest en daarna geen duidelijke toename van hun adaptatie vertoonden. Als proefobjecten zijn weer de reeds eerder beschreven vierkantjes met cirkelvormige opening gebruikt. De proefpersonen staan op een afstand van

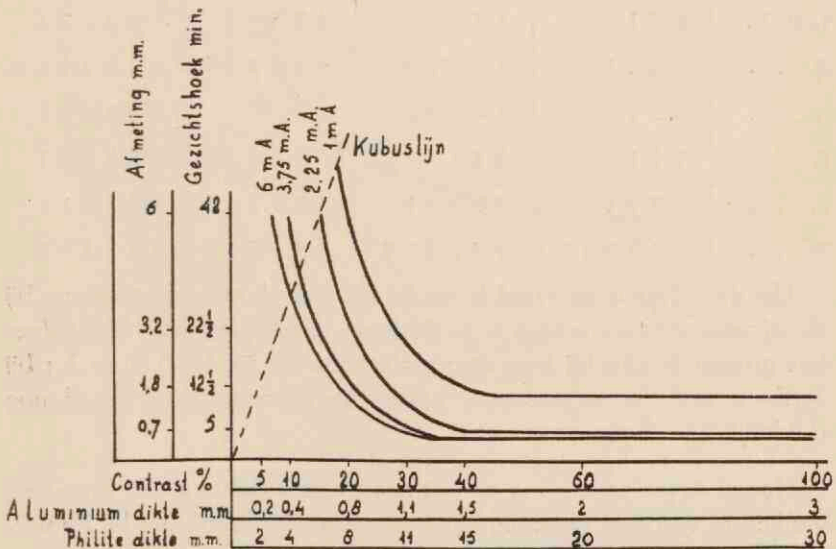


Fig. 15. Invloed van de verhooging van de stroomsterkte op het contrastzien en de gezichtsscherpte bij één proefpersoon. Afstand 50 c.m., 54 K.V. (max.), Levy-Westerscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis.

50 c.m. van het scherm. De proeven zijn met een $1\frac{1}{2}$ K.V. doorlichtingsbuis van het Philips' Rotalix-longstatief bij een spanning van 54 K.V. (max.) en met een Levy-West scherm genomen.

Voert men het m.A. op, dan ontstaat hierdoor een hogere helderheid op het scherm, waardoor zoowel een verbetering van het contrastzien als van de gezichtsscherpte ontstaat.

De verhooging van het m.A. is bij de verschillende proefpersonen niet in dezelfde volgorde geschied. Enkel en begonnen bij een lage stroomsterkte, anderen juist bij een hooge, terwijl bij sommigen de diverse stroomsterkten door elkaar zijn gekozen. Ook zijn de proefobjecten niet op de juiste volgorde gelegd, om den suggestieven invloed zooveel mogelijk uit te schakelen.

Resultaat: zie fig. 15.

Korthedshalve zijn niet alle resultaten van de proefpersonen in curvevorm weergegeven, doch wel in onderstaande tabel XI.

TABEL XI.

	1—1,25 m.A.	2—2,5 m.A.	3,5—4 m.A.	5—6 m.A.
J. D. V.	2 2 1	4 3 3 2 1	4 3 3 3 1	4 3 3 3 2 1
B. . .	3 2 2 1	4 3 2 2 1	4 4 3 2 1 1	4 4 3 2 2 1 1
V. . .	3 2 2 1	4 3 3 2 2		4 4 3 3 2 1
K. . .	2 1 1	3 2 1 1 1	4 3 3 2 1 1	4 3 3 3 2 1
S. . .	3 2 2 1	3 3 3 2 1	3 3 3 2 1 1	4 3 3 2 2 1
N. . .	3 3 3 3 2 2	4 3 3 3 2 2	4 4 3 3 3 3	4 4 3 3 3 3

Uit deze figuur en tabel is reeds een indruk over de toename bij de diverse stroomsterkten te verkrijgen. Procentsgewijze blijkt deze het grootst te zijn bij lage stroomsterkten, nl. bij 1—3,75 m.A.; bij 3,75—6 m.A. is de toename echter veel geringer, alhoewel nog duidelijk aanwezig.

Hoe is deze verbetering nu het beste aan te toonen. De krommen welke het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte bij de verschillende m.A. bij de diverse proefpersonen weergegeven, zijn daartoe alle als figuur 15 bewerkt.

Onder het % aluminium contrast zijn twee rijen getallen gezet.

t.w. de aluminiumdikte, welke met dit contrast overeenkomt en de dikte, welke men noodig zou hebben, indien men in plaats van aluminium, philite gebruiken zou (hiervan is een 10-maal zoo groote dikte noodig). Op de ordinaat zijn, naast de gezichtsscherpte in minuten, de aluminiumbreedten, waaraan deze beantwoorden, uitgezet. We kunnen nu een punt *b* opzoeken, dat een kubus met een ribbe van 6 m.m. aangeeft. Het punt *a* geeft een kubus met een ribbe van 0 m.m. aan. De lijn *a—b* verbindt dus alle punten, welke philite voorwerpen voorstellen, die den kubusvorm hebben. Men kan nagaan welken kubus philite men bij elke gegeven stroomsterkte nog juist kan zien. In de gegeven curve ziet men bijv., dat men bij een stroomsterkte van 3,75 m.A. een philite kubus met een dikte van ruim 5 m.m. kan waarnemen; bij 6 m.A. bedraagt dit ongeveer 4,5 m.m.

Zet men deze nog juist zichtbare philite dikten met het daarbij behorende m.A. door een achttal onderzochte personen in een curve uit, dan krijgt men, hetgeen in figuur 16 is weergegeven.

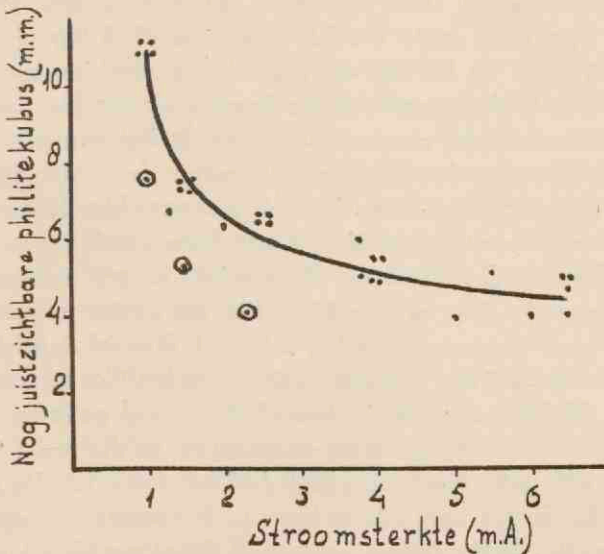


Fig. 16. Resultaat van de verhooging der stroomsterkte op den nog juist zichtbaren philitekubus bij een 8-tal proefpersonen. Afstand 50 c.m., 54 K.V. (max.), Levy-Westscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis. De met een O omhaalde punten zijn afkomstig van een proefpersoon met een eenigszins afwijkend adaptatieverloop.

Men kan hieruit berekenen hoeveel effect elke m.A. verhooging van den doorlichtingstroom geeft. Verhooging van 1 op 2 m.A. maakt, dat men in plaats van een kubus van 10,4 m.m. er een van 6,5 m.m. kan zien, dit geeft dus een verbetering van 3,9 m.m. phillite. Dit is dus $\pm 40\%$.

Verhooging van 2 op 3 m.A. geeft, op dezelfde wijze berekend, een verbetering van $\pm 14\%$, van 3 op 4 m.A. van $\pm 9\%$, van 4 op 5 en van 5 op 6 m.A. van ongeveer 6%.

Dit wil dus zeggen, dat, als men onder de gegeven omstandigheden met minder dan 2 m.A. doorlicht, dit een enorme verslechtering van het doorlichtingsbeeld geeft.

Er moet echter naar een compromis tusschen techniek en economie en tusschen hetgeen men met de doorlichting kan bereiken, gezocht worden.

Uit een onderzoek van BURGER en VAN WEEL⁹, waarbij de resultaten van de doorlichting en de X-foto worden vergeleken, zijn deze onderzoekers tot de conclusie gekomen, dat men van de actieve en dubieus actieve processen, die met de foto in de long zijn vast te stellen er 70 tot 80% met doorlichting vindt. Daar de overblijvende 20 tot 30% juist de fijnvlekkige uitzaaiingen zijn, waaraan in de tegenwoordige beschouwingen hoe langer hoe meer beteekenis moet worden toegekend, is het van groot belang deze te kunnen vinden. Bovendien komen deze uitzaaiingen bij kinderen veel meer voor dan bij volwassenen; hier is dan ook de fout, die men, door uitsluitend te doorlichten, maakt, zeker grooter.

Verondersteld dat de 20 tot 30% mislukkingen ontstaan, doordat deze haardjes juist even te klein zijn, om gezien te worden, dan zou door een kleine verbetering van het doorlichtingsbeeld veel worden bereikt. Bij het fotomateriaal dat op het Consultatie Bureau der N.V. Philips aanwezig is, heeft het ons wel getroffen, dat die vlekjes, die aan de waarneming ontsnappen en die wel op de foto zichtbaar zijn, juist voor een groot deel behooren tot die gevallen, waarvan de vlekjes juist iets te klein of te contrastarm zijn, om te worden gezien. Natuurlijk is het aantal dezer gevallen klein, doch het geeft toch een aanwijzing, om hier op zijn minst voorzichtig te zijn.

De factoren, die aan de verhooging van het m.A. een grens stellen, zijn:

1. De buis heeft een bepaalde grensbelasting.

2. De patient mag slechts een bepaalde maximum hoeveelheid stralen hebben.

Van diagnostisch standpunt moet men eischen dat het doorlichtingsbeeld zoo helder mogelijk zij en den patient niet schaadt. Verder heeft men met het technisch en economisch mogelijke rekening te houden.

Wat de voor den patient toelaatbare röntgenstralenhoeveelheid betreft, zijn in de literatuur betrekkelijk weinig gegevens te vinden.

MUTSCHELLER komt op grond van eenige waarnemingen tot de conclusie, dat $\frac{1}{100}$ H.E.D. per maand onschadelijk is.

SOLOMON beschouwt 1 H.E.D. gedurende een periode langer dan een jaar als gevaarloos.

Rekent men deze dosis in de tegenwoordig gebruikelijke eenheid r om ¹⁾, dan kan men zeggen, dat 1 H.E.D. = 600 r. Bovenstaande opgaven komen overeen met 2 r tot 0,2 r per dag.

BOUWERS en VAN DER TUUK³⁴ komen tot de slotsom dat de tolerantiedosis van MUTSCHELLER, gelijk 0,2 r per dag, voorzichtigheidshalve als juist is aan te nemen. BURGER³³ meent, dat men bij het vaststellen van de tolerantiedosis nog teveel aan den beschadigenden invloed van de röntgenstralen op de huid denkt. Echter kan, volgens hem, de hardheid een zoodanige zijn, dat de huid practisch onbeschadigd blijft, maar dat het beenmerg intensief wordt gelaedeerd. Veel beter zou het daarom zijn, om, naast de stralenquantiteit, ook de hardheid der straling bij de besprekingen over de tolereerbare stralendosis in aanmerking te nemen.

Het blootstellen van grootere lichaamsdeelen heeft vooral betekenis voor de uitgebreidheid der huidverandering, echter niet voor de intensiteit van de anatomische laesie.

De hardere stralen, welke therapeutisch nut hebben, gebruikt men niet voor diagnostische doeleinden, waardoor men bij de longdiagnostiek zeker niet met de schadelijkste stralen te doen heeft.

De wetgever eischt in het „Röntgenbesluit”, dat een apparaat

1) Een r = 1 Röntgen wordt als volgt gedefiniëerd: de absolute hoeveelheid van de röntgenstralendosis wordt door die röntgenenergie geleverd, die bij een bestraling van 1 c.m.³ lucht van 0° en 760 m.m. luchtdruk bij volledig gebruik maken van de in de lucht gevormde electronen en bij uitschakeling van wandwerkingen, een zoodanige geleiding veroorzaakt, dat de bij den verzadigingsstroom gemeten electriciteitshoeveelheid één electrostatistische eenheid bedraagt.

buiten de directe stralenbundel niet meer dan 0,2 r per 24 uur geeft, d.w.z. dat men aan de dosis van MUTSCHELLER heeft vastgehouden.

Bij sommige lijdens aan longtuberculose, die wegens den aard van het bij hen aanwezige proces voor zeer frequente doorlichting gedurende langer dan 1 jaar in aanmerking komen; moet, zoolang men niet over verdere gegevens beschikt, voorzichtigheidshalve de dosis, welke voor menschen, die gedurende langeren tijd met stralen in aanraking komen, geldt, als de juiste worden aangenomen. Voor hen moet men eveneens over 1 jaar *verdeeld*, niet meer dan 0,2 r per dag aannemen.

Voor de op het door ons gebruikte Rotalix longstatief gemonteerde $1\frac{1}{2}$ K.W. doorlichtingsbuis is bij de gebruikelijke voorfiltering, de stralendosis bij diverse spanningen en stroomsterkten bepaald. Bij de gewoonlijk door ons voor longdoorlichting gebruikte stroomsterkte van 3,5 m.A. en spanning van 54 K.V. (maximaal) is de dosis 3,98 r per minuut, op 50 c.m. afstand van het focus van de buis (de afstand focus-scherm is 75 c.m.).

Neemt men een patient met een diameter van 20 c.m., dan bedraagt onder deze omstandigheden aan de rugzijde de dosis 4,78 r per minuut (met geheel geopend diafragma). Dat deze dosis grooter is, komt, doordat een gedeelte van de stroostralen die aan de rugzijde van den patient ontstaan, uittreden (zgn. „Rückstreuung”).

Practisch mag men den tijd voor een longdoorlichting op 1 minuut stellen. Daar alleen in het begin van de doorlichting even het overzichtsbeeld (dus met geheel open diafragma) gekeken wordt en verder met een kleinen bundel van $\pm 10 \times 10$ c.m. waarbij de hoeveelheid stroostralen veel minder is, zal deze „Rückstreuung” bij een longdoorlichting minder bedragen dan in bovengenoemde proef. Een dosis van 4,5 r per minuut is aan den hoogen kant gerekend. Stelt men de tolereerbare dosis op 0,2 r per dag, dan beteekent dit, wil men veilig zijn, één doorlichting per drie weken. De doorlichtingsduur mag dan de 1 minuut niet te boven gaan.

Bij 4,5 m.A. en 54 K.V. vindt men *zonder* patient reeds een bedrag van 5,25 r; d.i. 30 % meer. Men komt dan aan één doorlichting in de vier weken, indien men aan de dosis van 0,2 r vasthoudt. Men vindt veel hoogere waarden, als men de spanning opvoert; b.v. bij 3,5 m.A. en 86 K.V. (max.) vindt men 9,08 r per

minuut, zonder patient; dit is bijna het drievoudige van 54 K.V. (max.), afgezien nog van het feit, dat met een patient bij deze spanning de „Rückstreuung” ook nog een veel grootere waarde dan bij 54 K.V. zal hebben.

Resumeerende kan men zeggen, dat men bij patienten, welke frequent worden doorlicht, de stroomsterkte heeft te beperken en hierbij niet langer dan één minuut doorlichten moet.

Aan den anderen kant kan men bij seriedoorlichting, waarbij de frequentie individueel veel minder is, gerust veel hooger gaan.

De stijging der kosten, tengevolge van de constructie van apparaten, die een doorlichting met hooger m.A. toelaten, kan de medicus niet beoordeelen. Van medisch standpunt uit bezien, mag echter de stijging van de kosten de ontwikkeling van de methode niet in den weg staan.

b. *Wijziging van de spanning.*

Aangezien aluminium objecten niet meer bruikbaar waren, is de toevlucht tot een phantoom van philite genomen. Dit is een soort kunstleng, om alle condities, waarmede men bij spanningsverandering te maken krijgt, objectief te beoordeelen. Bovendien krijgt men bij spanningsverhooging met de stroostralenwerking te maken. Vroeger speelde dit een geringe rol, nu een veel grootere. Wij hebben bij onze proeven van een 9-tal philite platen ter dikte van 8 m.m. en ter grootte van 40×65 c.m. gebruik gemaakt. Deze zijn op onderling gelijke afstanden in een rekje gezet, zoodat de afstand tusschen de voorste en achterste plaat met inbegrip van de tusschen liggende luchtlagen 25 c.m. bedraagt. Op de middelste plaat zijn de contrastobjecten gekleefd, welke een contrast hebben van: 100 %, 60 %, 40 %, 30 %, 20 %, 15 %, 10 %, 8 % en 5 %. (De dikte is 30, 20, 15, 10, 8, 6, 4, 3 en 2 m.m.)¹⁾

Van elk dezer contrasten zijn een 5-tal objecten gemaakt van den in figuur 17 aangegeven vorm, waarbij de grootte der opening, bij een bepaalden afstand van den proefpersoon, ten opzichte van het doorlichtingsscherm, maatgevend is voor den gezichtshoek en dus eveneens voor de gezichtsscherpte.

Kan men voorwerpen onder dezen gezichtshoek waarnemen, dan

¹⁾ Ter vergelijking met vorige proeven kan men bij benadering zeggen, dat bij 54 K.V. (max.) 1 m.m. aluminium hetzelfde contrast geeft als 10 m.m. philite.

wordt het geheele object gezien en kan men met name aangeven naar welke zijde de opening ligt. Men volgt hier dus hetzelfde principe als bij de optotypi van SNELLEN.

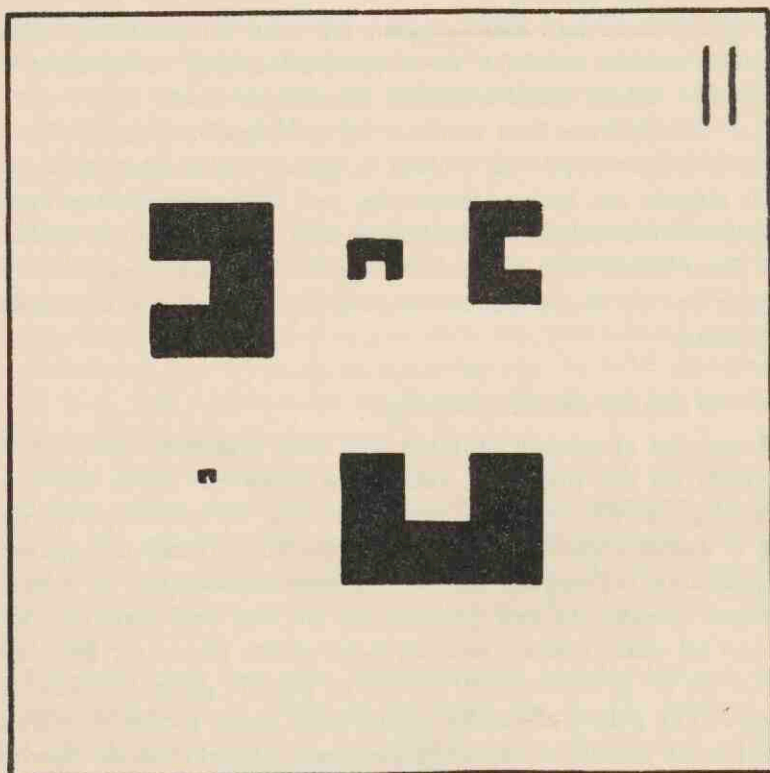


Fig. 17. Vorm der door ons gebruikte phillite-objecten ($\frac{1}{4}$ van de ware grootte).

De objecten zijn nu in verschillende standen op de plaat gekleefd; de proefpersonen geven aan of de opening links, rechts, boven of onder is. Aan alle zijden zijn de objecten ten minste 4 c.m. van den rand der plaat verwijderd, om bij alle objecten een gelijke stroostralenwerking te hebben. De lineaire afmetingen van de objectonderdeelen zijn 17,6; 13,2; 8,8; 4,4 en 2,2 m.m.

Aangezien bij de proeven over het K.V. zooveel mogelijk de condities bij de normale long worden nagebootst, zijn de objecten in het midden van de 9 phillite platen geplaatst. Echter ontstaat,

doordat de objecten zich op $12\frac{1}{2}$ c.m. van het scherm bevinden, een vergrooting van de objecten op het scherm. De vergrooting bedraagt $\frac{6}{5}$ (zie fig. 18). Het gevolg is, dat objecten die bij

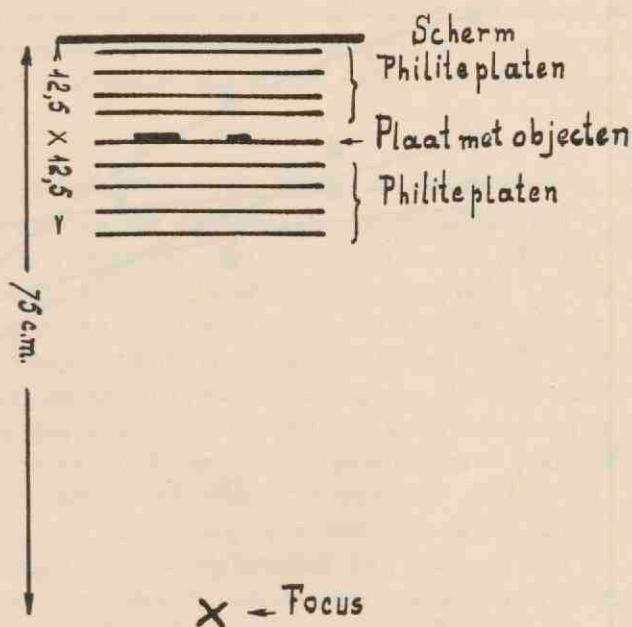


Fig. 18. Opstellingsschema van de philite-objecten.

normale plaatsing tegen het scherm aan, onder hoeken van $60'$, $45'$, $30'$, $15'$ en $7\frac{1}{2}'$ thans onder hoeken van $72'$, $54'$, $36'$, $18'$ en $9'$ worden gezien, terwijl de grootte bedraagt 21,1; 15,9; 10,5; 5,3 en 2,6 m.m.

Met deze proefopstelling is de invloed van spanningsverhoging, zoowel bij constant als bij wisselend m.A. nagegaan.

a) *Spanningsverhoging bij constant m.A. (fig. 19).*

Hiertoe is bij een voor elken proefpersoon vast m.A. (dat bij de verschillende proefpersonen varieerde tusschen 2,5 en 3,75 m.A.) het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte nagegaan. De spanning wisselde tusschen 54 en 86 K.V. (max.). Het toestel, scherm en buis waren dezelfde als bij de vorige proeven. Als diafragmawijdte werd steeds een diafragma-opening van $\pm 7 \times 7$

c.m. gekozen. Men kan nu op dezelfde wijze, als bij de proeven betreffende het m.A. is geschied, het verband tusschen contrast en

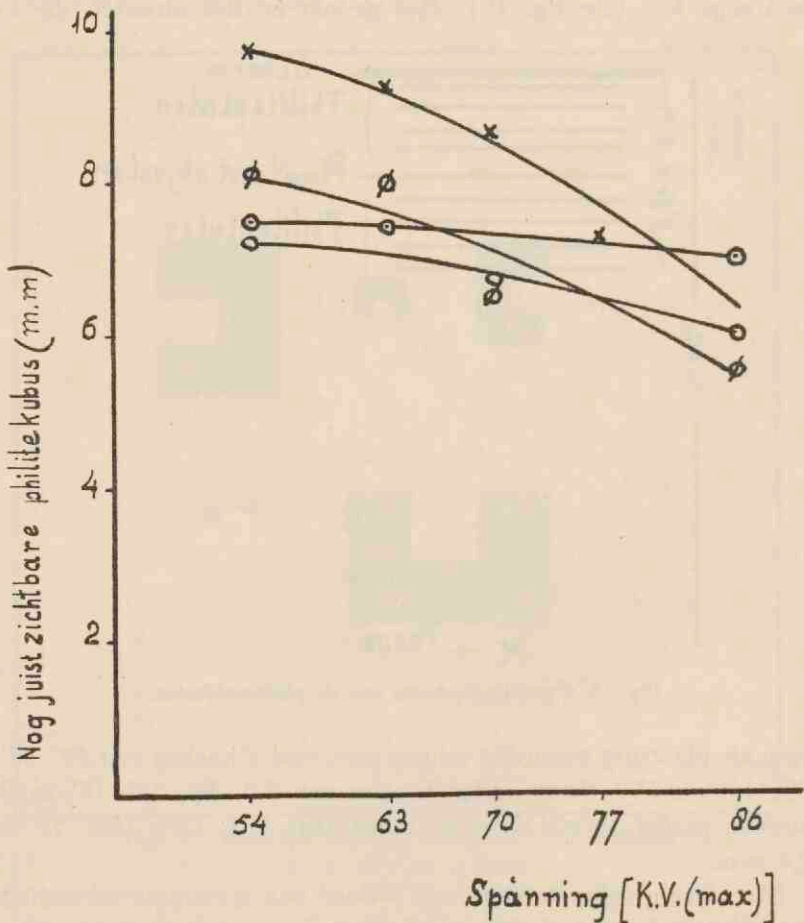


Fig. 19. Resultaat van spanningsverhooging op den nog juist zichtbaren philitekubus, bij een 4-tal proefpersonen. Afstand 100 c.m., 3,5 m.A., Levy-Westscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis, diafragma 7×7 c.m.

gezichtsscherpte voor elke spanning in een curve weergeven en hierdoor dan ook een lijn trekken welke de voorwerpen met den kubusvorm aangeeft. Er is dan in een tweede figuur de grootte van den nog juist zichtbaren philitekubus bij de diverse spanningen aangegeven. Terwille van de ruimte is alleen de laatste figuur, welke

dus in beknopten vorm het resultaat aangeeft, opgenomen. Men kan hieruit zien, dat er bij alle personen een toename van de zichtbaarheid van kubusvormige objecten bestaat, doch dat de waarde van deze toename vrij sterk bij de verschillende waarnemers wisselt; de uiterste waarden geven bij verhooging van de spanning van 54 K.V. tot 86 K.V. een verbetering te zien, welke uiteen loopt over ongeveer 10—30 %.

β) Spanningsverhoging bij diverse stroomsterkten.

Deze proeven zijn genomen, om aan te toonen, dat bij klein diafragma de verbetering door spanningstoename bij alle bij de longdoorlichting gebruikelijke stroomsterkten opgaat. Dit kan men uitdrukken in een curve waarbij de ordinaat de nog juist zichtbare philitekubusjes, en de absis de verschillende m.A. aanduidt. Men kan voor elke spanning een kromme geven, die het verband tusschen m.A. en nog juist zichtbare philitedikte bij die spanning aangeeft. Deze proeven zijn bij een viertal proefpersonen genomen, waarvan van een enkele de krommen zijn weergegeven (fig. 20). Voor de overigen was het verloop op soortgelijke wijze. Bij alle, bij ons, gebruikelijke m.A. is verbetering door toename van de spanning aanwezig. De krommen voor de diverse spanningen loopen (binnen de fouten van de methode) ongeveer parallel.

Als resultaat van deze proeven kan men zeggen, dat de afname van het contrast en het toenemen der strooistralen, door de hoogere spanning veroorzaakt, niet tegen de verbetering van de contrast-zichtbaarheid en van de gezichtsscherpte, door de grootere helderheid van het doorlichtingsscherm opweegt. Er is bij deze proeven steeds met een diafragma-opening van $\pm 7 \times 7$ c.m. gewerkt, omdat deze diafragmawijdte bij de longdoorlichting de bij ons meest gebruikelijke is.

Het resultaat dat men verkrijgt, is geheel anders dan bij de foto, waar altijd verslechtering door verhooging van de spanning optreedt.

Dit komt, doordat bij de foto niet wordt gediafragmeerd, waardoor er altijd veel meer strooistralen zijn.

Men vindt onder de bovenvermelde proefomstandigheden, dat de thans nog juist zichtbare philite kubusjes veel grooter zijn dan degene, die men vindt bij de proeven betreffende het m.A.

De volgende factoren spelen hierbij een rol:

1. de afstand van den proefpersoon tot het doorlichtingsscherm bedraagt niet 50 c.m., maar 100 c.m.
2. de stroostralen; deze maken de zichtbaarheid der contrasten ongunstiger.

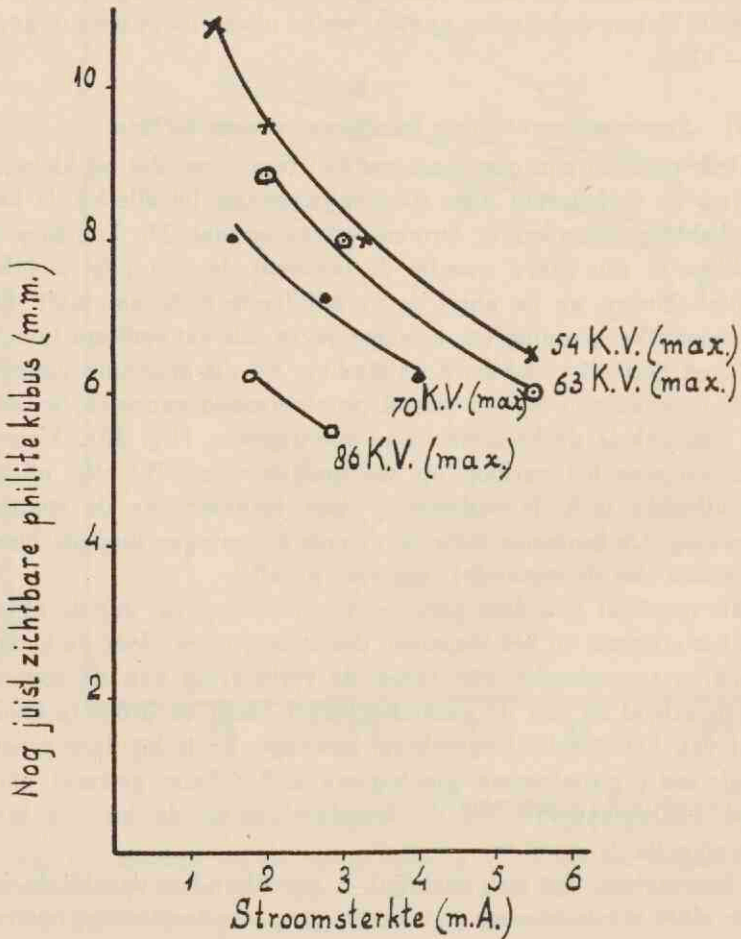


Fig. 20. Resultaat van spanningsverhooging op den nog juist zichtbaren phillitekubus, bij diverse stroomsterkten. De proefpersoon op een afstand 100 c.m., Levy-Westscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis, diafragma 7×7 c.m.

Deze beide factoren hebben tengevolge, dat in de proeven betreffende het m.A. de grootte de orde van 8 m.m. bereikt; in de proeven

met philliteobjecten wordt deze 5 m.m. bij gelijke spanning en gelijke stroomsterkte.

BRONKHORST o.a. geeft in zijn proefschrift contrastcurven, waarbij blijkt, dat dunne films een geringer contrast hebben dan die met grootere zwarting. Met grootere grondzwarting stijgt het contrast, terwijl dit boven een bepaalde grondzwarting weer gaat afnemen. Bij onze proeven, die niet met films genomen zijn, hebben we met de zwarting niet te maken. Een dergelijk verschijnsel doet zich echter toch gelden in verband met de helderheid van het doorlichtingsscherm. Men neme als voorbeeld een bepaalden onderzoeker die een contrast van 10 % nog juist kan waarnemen indien men doorlicht met een $1\frac{1}{2}$ K.W. buis, bij 54 K.V. (max.) en een stroomsterkte van 3,5 m.A. en bij het gebruik van een bepaald scherm, terwijl als contrastobject gebruikt wordt een aluminiumplaatje van 0,4 m.m. dikte, wat geplakt is op een aluminium grondplaatje van 6 mm. dik. Dit geeft 10 % contrast. D.w.z., dat bij de helderheid, welke in die gegeven omstandigheden bestaat, een absorptieverschil van 10 % (= 0,4 m.m. aluminium) nog juist wordt waargenomen. Neemt men nu in plaats van een aluminium grondplaatje van 6 m.m. dikte er bijvoorbeeld een van 7,5 m.m., dan geeft dit een gelijk contrast. Immers is bij deze straling de intensiteitsverzwakking van de röntgenstralen nog 10 % van het totaal. Bij 7,5 m.m. dikte van het grondplaatje is echter de helderheid van het doorlichtingsscherm minder: men neemt de contrasten minder goed waar. Het gevolg is, dat men een intensiteitsverschil, dat door 0,4 m.m. aluminium wordt veroorzaakt, niet meer waarneemt, maar dat een plaatje, dikker dan 0,4 m.m. bijv. van 0,6 m.m., noodig is. Bij deze straling komt dit overeen met 15 % contrast.

Gemakkelijk is in te zien, dat men een contrastverschil van twee plaatjes met 0 en 10 % contrast (d.z. aluminiumdikten van 6 en 6,4 m.m.) wel van elkaar onderscheidt, echter niet twee plaatjes met 40 en 50 % contrast (d.i. 7,5 en 7,9 m.m. aluminium).

Men kan in het algemeen zeggen, dat de contrastbreedte voor het zien van dunne objecten het grootst is bij de grootst mogelijke helderheid op het doorlichtingsscherm.

Dit komt overeen met hetgeen bij verandering van stroomsterkte en spanning wordt gevonden. Bij het eerste doen we niets anders

dan de helderheid van het doorlichtingsbeeld opvoeren bij gelijkblijvend contrast, bij het laatste is het gecompliceerder, zooals reeds is uiteengezet.

Voor de proeven, die wij hebben genomen, is de absorptie ongeveer dezelfde als bij middelmatig dikke patienten. Voor magere patienten hebben we, zooals uit het voorgaande duidelijk is, een grootere contrastbreedte, voor dikke een kleinere. Dit laatste kan men natuurlijk geheel of gedeeltelijk trachten te compenseeren, door de helderheid van het scherm, door stroomsterkte- of spanningsverhooging op te voeren.

c. *Wijziging van het röntgenscherf.*

Om na te gaan, of wijziging van het scherm verbetering van het doorlichtingsbeeld geeft, hebben wij een drietal ons ter beschikking staande schermen met elkaar vergeleken:

1. het door ons normaliter gebruikte Levy-Westscherf.
2. een geel oplichtend Degea „Akrophan” scherm.
3. een oud scherm van onbekende herkomst.

Het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte is (bij 54 K.V. spanning en een doorlichtstroom van 4 m.A. met een $1\frac{1}{2}$ K.W. buis in het Rotalix longstatief) voor deze drie schermen nagegaan. Een tweetal personen zijn op deze wijze onderzocht. Uit de in figuur 21 weergegeven krommen, van één der twee onderzochte personen, blijkt dat bij dezen proefpersoon voor het laatst genoemde scherm de nog juist zichtbare philite kubus onder deze omstandigheden een grootte van 10 m.m., voor het Degea „Akrophan” scherm van 8,3 m.m. en voor het Levy-Westscherf van 7,3 m.m. heeft.

Door een tweeden proefpersoon is het onbekende scherm en het Levy-Westscherf onder dezelfde proefomstandigheden vergeleken. Voor hem zijn de nog juist zichtbare philite kubusjes bij het eerste scherm 11 m.m., bij het tweede scherm 8 m.m.

Concludeerende, kan men zeggen, dat het onbekende scherm bij den eersten proefpersoon $\pm 37\%$ slechter dan het Levy Westscherf is, voor het Degea „Akrophan” scherm bedraagt dit getal $\pm 32\%$.

Bij den tweeden persoon blijkt het onbekende scherm eveneens 37% slechter dan het Levy-Westscherf te zijn. Deze twee geheel

van elkaar onafhankelijke proefuitkomsten komen dus zeer goed overeen.

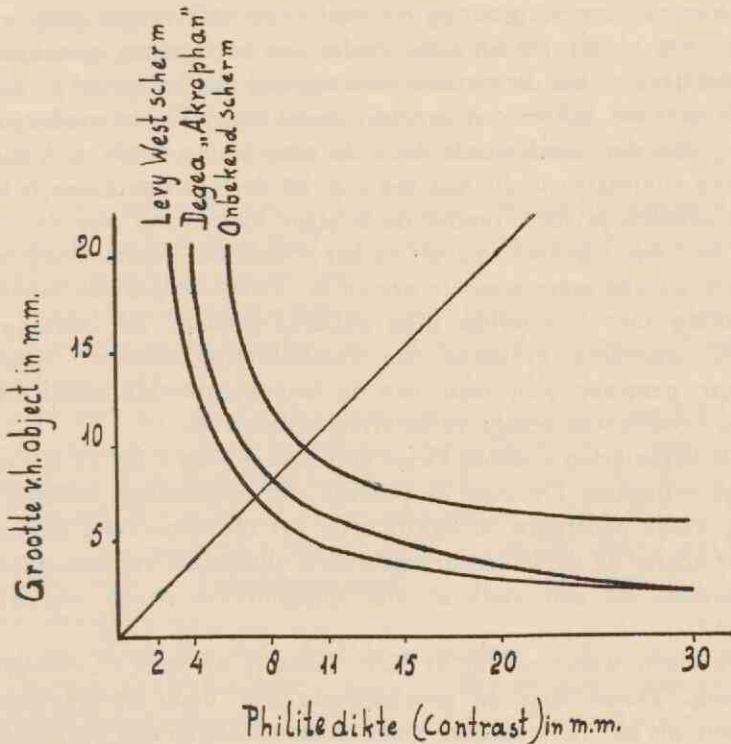


Fig. 21. Resultaat van schermverandering op het contrastzien en de gezichtsscherpte. Eén proefpersoon, afstand 100 c.m., 54 K.V. (max.), 3,5 m.A., $1\frac{1}{2}$ K.W. buis.

Het verschil in zichtbaarheid is in de eerste plaats te verklaren door een verschil in helderheid der diverse schermen. Waarschijnlijk zullen echter de korrelgrootte, benevens het verband tusschen focale onscherpte, bewegingsonscherpte en de door de korrelgrootte van het scherm veroorzaakte onscherpte, hier een rol bij spelen.

Hoe hier de verhoudingen liggen, zal door een nader onderzoek moeten worden vastgesteld.

2. HET OPVOEREN VAN DEN GEZICHTSHOEK, zooals reeds gezegd, is te bereiken, door loupewaarneming, of door een object grooter dan het focus van de buis in de richting van de buis te verplaatsen.

a. Loupewaarneming (brandpuntsafstand van de gebruikte loupe is 10 c.m.).

Door de loupevergrooting ontstaat eenerzijds vergrooting, waardoor het object eer en beter onder een zoodanigen gezichtshoek wordt gezien, dan dit met het ongewapend oog het geval is; anderzijds ontstaat echter een grootere onscherpte. De intensiteitsovergang aan den rand wordt door de vergrooting breeder. Voor de groote contrasten is dit niet zoo erg, bij de lage daarentegen is dit van grooten invloed, omdat de scherpe begrenzing aan den rand van het object geheel wegvalt en het object met de omgeving ineen vloeit, en niet meer waar te nemen is. Tenslotte gaat de loupevergrooting met lichtverlies door reflexie gepaard; dit bedraagt $\pm 10\%$, waardoor eveneens een verslechtering ontstaat. Alles bij elkaar genomen kan men van de loupevergrooting alleen bij de hooge contrasten eenige verbetering verwachten.

De verbetering voor de kleine contrasten (van 8 tot 15 %) is als volgt nagegaan. De voor de practijk der doorlichting volledig ge-adapteerde proefpersoon wordt voor het röntgenscherf geplaatst, waar achter de reeds vroeger gebruikte aluminium contrastobjecten, bestaande uit een vierkant met ingeschreven cirkel, zijn aangebracht.

Doorlicht wordt nu bij 54 K.V. (max.); 3,5 m.A.; Levy-West-scherf. Thans mag de proefpersoon zoo dicht bij het scherm komen, als hij wil, waardoor meer objecten binnen den gezichtshoek vallen en hij thans veel meer objecten waarneemt. Door middel van de loupe wordt getracht den proefpersoon meer objecten te laten waarnemen. Bij geen der vier onderzochte proefpersonen was ook zelfs maar een geringe verbetering aantoonbaar, terwijl een tweetal van hen aangaf, dat zelfs met de loupewaarneming objecten, die zij met het bloote oog goed waarnemen, veel mistiger en waziger werden.

Voor het nagaan van de verbetering bij de groote contrasten zijn de reeds vroeger gebruikte aluminium lijnenroosters met 40 % contrast en een breedte der strookjes van 1,5; 1,0 en 0,5 m.m. gebruikt. Ook hierbij staat de proefpersoon op den afstand, waarop hij de roosters het best telt. Van de 4 onderzochte personen zag geen enkele het rooster met strookjes van 0,5 m.m. breedte met het bloote oog, met de loupe namen zij het echter allen waar.

Hieruit blijkt dat wij inderdaad als resultaat bekwamen, hetgeen wij mochten verwachten. Practisch toch konden wij van de loupe-waarneming niet veel verwachten, daar het hier niet om de grootere contrasten gaat, maar om kleine vlekjes in de long met gering contrast. Het eenige nut zou het waarnemen van fijne verkalkingen in klieren of van corpora aliena (metaaldeelen) in het longveld kunnen zijn. Dit is echter voor de praktijk niet zoo belangrijk.

b. Verplaatsing van een object, grooter dan de focusgrootte, in de richting van het focus heeft ook vergrooting van het voorwerp op het röntgenschermbilde tengevolge.

De volgende proeven werden genomen: (alle bij 54 K. V. 3,5 m.A., Levy-Westerscherm, de proefpersoon staat op den afstand, waarop hij het beste ziet).

Zowel voor de lage als voor de hooge contrasten werden dezelfde contrastobjecten als bij de loupe-waarneming genomen; zij werden in de richting van de buis verschoven en wel zoodanig, dat de focus-objectafstand 25 c.m. en de object-schermafstand 50 c.m. wordt.

Bij deze proeven konden wij eveneens vaststellen, dat er wel een verbetering voor de hooge contrasten, echter geen verbetering voor de lage ontstaat.

Dat de verbetering voor de lage contrasten uitblijft, ligt waarschijnlijk aan de omstandigheid, dat door de toenemende onscherpte de geheele grens vervaagt, waardoor men geen contrast meer waarneemt.

DE VERDERE FACTOREN, die het doorlichtingsbeeld beïnvloeden, namelijk *pupilwijdte*, *focusgrootte* en *de afstand van den proefpersoon tot het scherm*, worden nu besproken.¹⁾

a. *Pupilwijdte*. Hierbij is nagegaan, in hoeverre een vermindering van de maximale wijdte van de pupil het bekijken van de kleinst zichtbare contrasten in het röntgenbeeld beïnvloedt. Hiertoe is een aantal kunstmatige pupillen (stenopaeische brillleglazen) uit een stukje gezwarte film met openingen van 1,75; 2,25; 5 en 6,5 m.m.

¹⁾ Al deze proeven en die, welke nog volgen zijn met een nieuwe proefopstelling genomen, n.l. met het in hoofdstuk VII te bespreken testapparaat. De uitkomsten blijven echter volkomen identiek met die van de proefopstelling, zooals deze bij de spanningswijziging gebruikt werd.

gemaakt. Deze zijn den proefpersoon met behulp van een pasbril opgezet.

Er is nu wederom nagegaan, welke van de philite objecten met elk van de kunstmatige pupillen bij doorlichting met het Rotalix

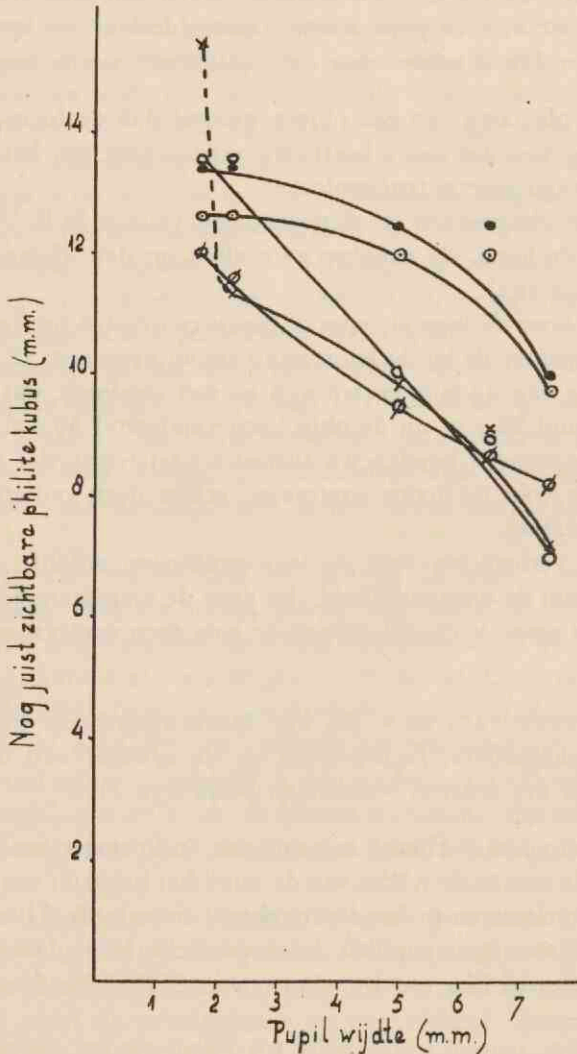


Fig. 22. Resultaat van pupilverandering op den nog juist zichtbaren philite-kubus, bij een 5-tal proefpersonen. Afstand: 100 c.m., 3—4 m.A., 54 K.V. (max.), Levy-Westerscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis.

longstatief ($1\frac{1}{2}$ K.W. buis, 54 K.V. max. spanning, 3,5 m.A. stroomsterkte en Levy-Westerscherm) zichtbaar waren. Als diafragma-grootte is bij alle proeven 7×7 c.m. genomen. Trekt men in een coördinatensysteem de krommen, die het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte voor elke pupilwijdte aangeven, dan kan men hieruit op dezelfde manier, als in de vorige hoofdstukken is aangegeven, de nog juist zichtbare philite kubussen uitrekenen. Deze laatste zijn in figuur 22 voor een vijftal onderzochte proefpersonen weergegeven.

Dat niet alle punten precies op een rechte lijn liggen, komt waarschijnlijk, doordat het aantal gebruikte testobjecten niet groot genoeg was, om nauwkeurig alle punten van dit coördinatensysteem weer te geven. Hierdoor werd nog al eens een iets grooter object gevonden. Een andere oorzaak zou kunnen zijn dat de maximale pupilwijdte, die op $7\frac{1}{2}$ m.m. geschat is, bij sommige proefpersonen wat grooter is. De kunstmatige pupillen welke ± 1 c.m. vóór het oog staan, oefenen een invloed uit met een werkelijke pupilwijdte in het oog overeenkomend, die iets kleiner is, dan het voor het oog aanwezige diafragma. Toch is hieruit wel vast te stellen, dat menschen met pupilafwijkingen, dus synechiën of pupilstijfheid voor het uitvoeren der doorlichting meer of minder ongeschikt zijn. Ook oudere menschen, die in het algemeen nauwere pupillen hebben dan jongeren, zullen bij de doorlichting de schaduwen in het longveld moeilijker waarnemen.

b. *Focusgrootte.* In het bijzonder hebben BURGER en VAN WEEL⁹,²⁵ den nadruk erop gelegd, om bij de doorlichting een zoo klein mogelijk focus te nemen. Om den invloed van de focusgrootte op het doorlichtingsbeeld in cijfers uit te drukken, zijn de volgende proeven genomen: bij een vijftal proefpersonen zijn met de gebruikelijke proefopstelling (philite objecten met strooistralen invloed, diafragma 7×7 c.m., focus-scherm afstand 75 c.m. en Levy-Westerscherm) proeven genomen over de zichtbaarheid van contrasten en de gezichtsscherpte bij doorlichting met 4 verschillende buizen, n.l. met een $1\frac{1}{2}$; $2\frac{1}{2}$; 6 en 10 K.W. buis, welke een focus met een lineaire afmeting van resp. 1,4; 1,7; 2,8 en 3,8 m.m. hebben. Bij elke proef zijn een tweetal doorlichtingsstroomsterkten gebruikt: n.l. een lage, varieerende tusschen 3 en 3,3 m.A. en een hooge, varieerende

tusschen 4,8 en 6 m.A. In figuren 23 en 24 zijn de grootten van de nog juist zichtbare philite kubusjes weergegeven, welke op dezelfde

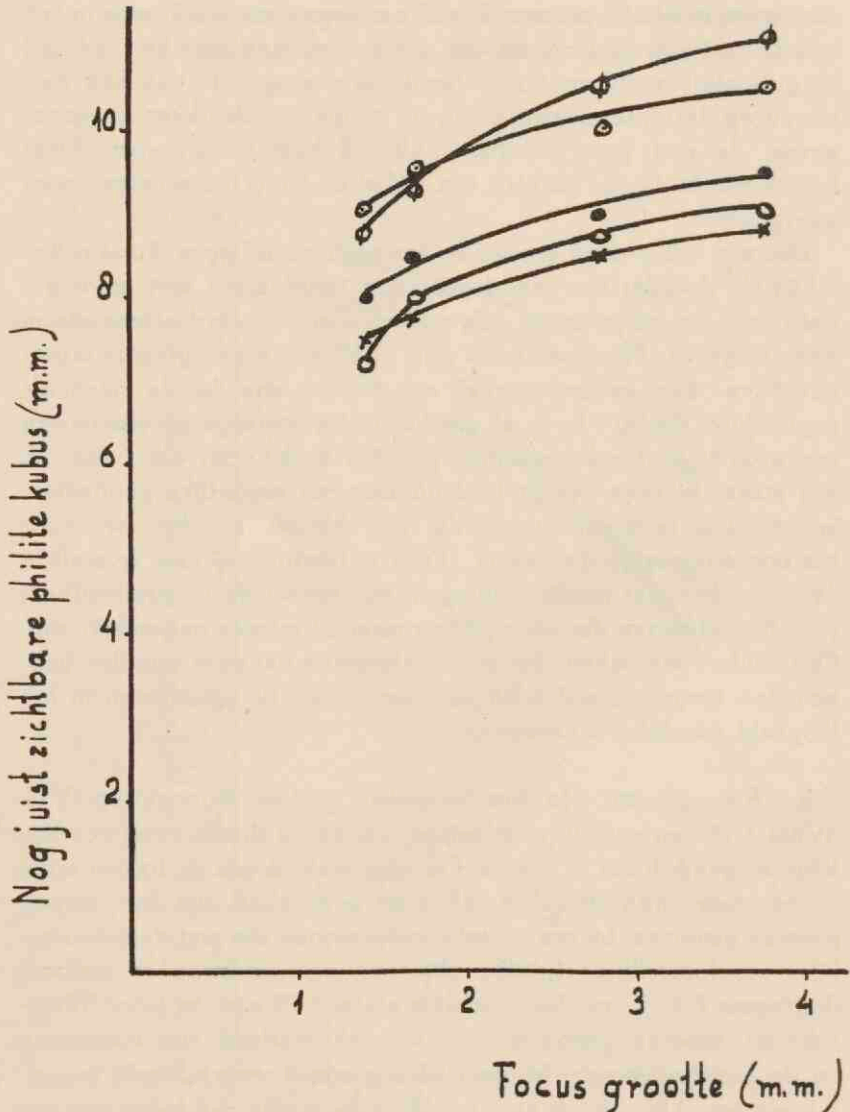


Fig. 23. Resultaat van verandering van het focus der röntgenbuis, op den nog juist zichtbaren philitekubus, bij een 5-tal proefpersonen. Afstand 100 c.m., 3—3,3 m.A., 54 K.V. (max.), Levy-Westscherm, diafragma 7×7 c.m.

wijze als in de vorige proeven zijn berekend. Uit deze krommen blijkt, dat bij afnemende focusgrootte de zichtbaarheid van objecten

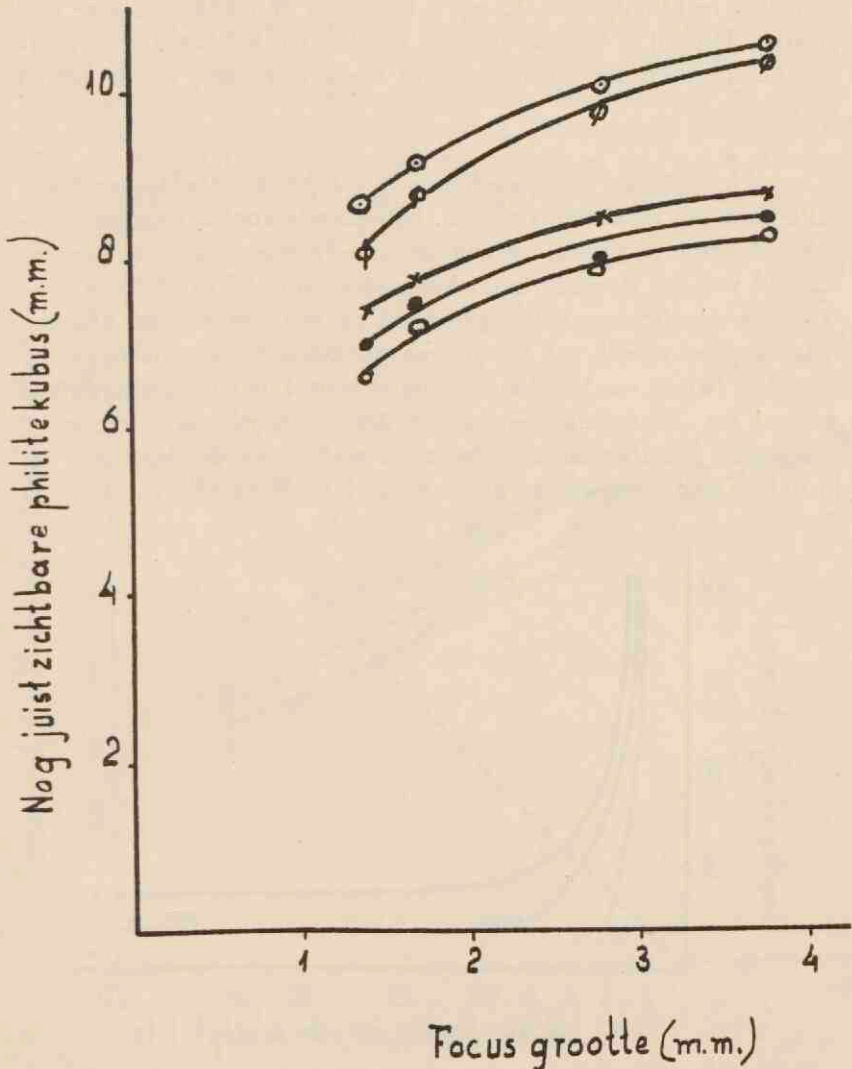


Fig. 24. Resultaat van verandering van het focus der röntgenbuis, op den nog juist zichtbaren philitekubus, bij een 5-tal proefpersonen. Afstand 100 c.m., 4,8—6 m.A., 54 K.V. (max.), Levy-Westerscherm. diafragma 7×7 c.m.

onder soortgelijke omstandigheden als bij de longdoorlichting, toeneemt, zowel bij een lageren als bij een hooger doorlichtingsstroom. Tot een focusgrootte van 1,7 m.m. gaat deze toename ongeveer rechtlijnig; van 1,7 op 1,4 m.m. is de toename echter veel grooter. Hieruit is te concluderen dat het streven, om bij de longdoorlichting een zoo klein mogelijk focus te kiezen, in dit gebied zeker juist is!

c. *Afstand van den proefpersoon tot het doorlichtingsscherm.* Alle door ons genomen proeven, betreffende contrast en gezichtscherpte zijn genomen, terwijl de proefpersoon op vrij grooten afstand van het doorlichtingsscherm staat, n.l.: 50 of 100 c.m.

Bij de doorlichting staat men nooit op een zoo grooten afstand, maar steeds, zooals wij bij diverse personen hebben gemeten, op ongeveer 16 c.m. van het doorlichtingsscherm. Om na te gaan, welken invloed het dichterbijkomen op het doorlichtingsbeeld heeft, is bij een vijftal proefpersonen onderzocht, welke van de door ons gebruikte testobjecten op een afstand van 100, 50 en 16 c.m. (fig. 25)

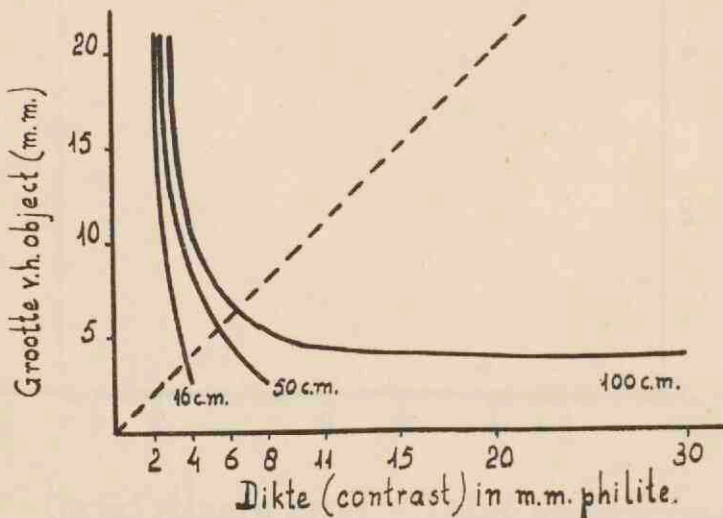


Fig. 25. Resultaat van verandering van den afstand van den proefpersoon tot het doorlichtingsscherm, op het contrastzien en de gezichtscherpte. Eén proefpersoon, 3,5 m.A., 54 K.V. (max.), Levy-Westscherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis.

worden gezien en welke grootte de nog juist zichtbare phillitekubus bij deze verschillende afstanden heeft.

Wederom is doorlicht met 54 K.V. (max.), 3,5 m.A., $1\frac{1}{2}$ K.W. buis en een Levy-West scherm.

Uit figuur 26 is te lezen, dat, behoudens geringe schommelingen, welke inhaerent aan de gebruikte onderzoek-methodiek zijn, de zichtbaarheid bij het naderen tot het punctum proximum ten naaste bij evenredig met den afstand toeneemt. Dit punctum proximum is, daar er thans bij blauw licht wordt gewerkt op ± 16 c.m. afstand gelegen. Neemt men het gemiddelde uit de gegevens van fig. 26,

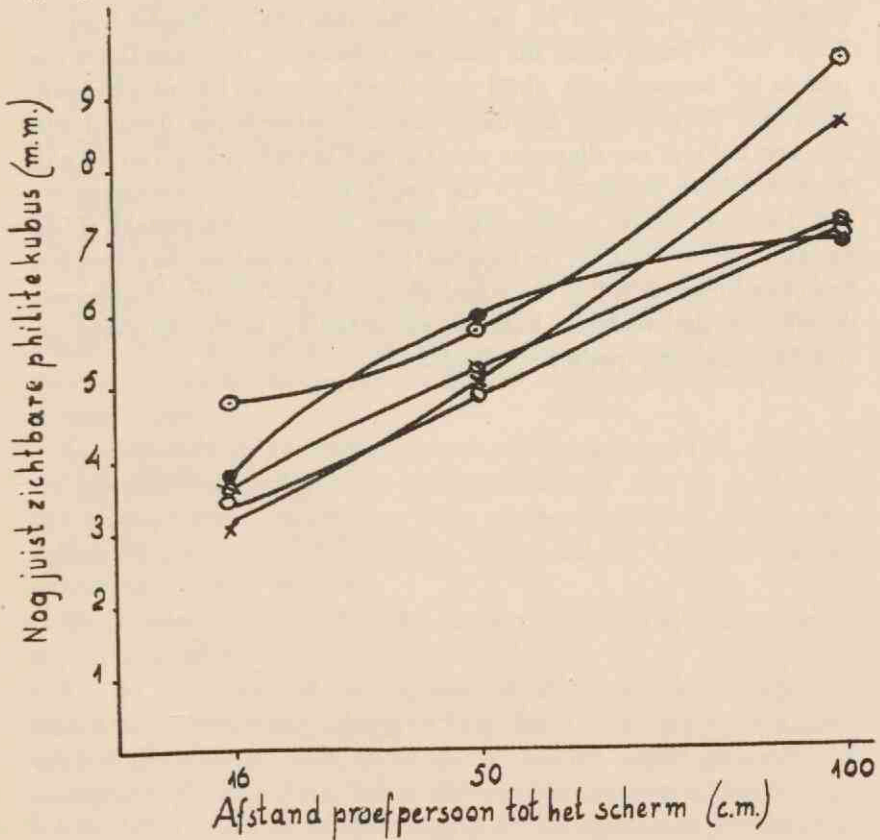


Fig. 26. Resultaat van verandering van den afstand van den proefpersoon tot het doorlichtingsscherm, op den nog juist zichtbaren phillitekubus, bij een 5-tal proefpersonen. 3—4 m.A., 54 K.V. (max.), Levy-West scherm, $1\frac{1}{2}$ K.W. buis.

dan is op 100 c.m. afstand de nog juist zichtbare philittekubus 7,9 m.m., op 50 c.m. bedraagt dit 5,4 m.m. Er is dus toename met $\pm 46\%$.

Als conclusie kan men zeggen, dat het dichterbij komen tot het punctum proximum niets dan voordeelen geeft.

Hieruit kan men afleiden, dat een philittekubus van 3 m.m. (overeenkomende met 3 m.m. water in kubusvorm) bij gebruik van een hoog K.V. en m.A. bij een Levy-Westscherm nog zichtbaar zal zijn. Het gaat hier om voorwaarden, welke met de omstandigheden overeenkomen, die men bij een middelmatig dikken patient (wat betreft de strooistralen) heeft en bij het gebruik van een diafragma van $\pm 7 \times 7$ c.m. Hierbij moet nu worden opgemerkt, dat exsudaten die men in het longveld ziet, altijd wel min of meer den bolvorm hebben, waardoor de nog juist zichtbare exsudaat-afmetingen grooter zijn dan een bol met een diameter van 3 m.m. De verhouding van de nog juist zichtbare bolgrootte tot de nog juist zichtbare kubusgrootte zal door een nader onderzoek moeten worden vastgesteld. Men bedenke echter, dat bij de longdoorlichting de patient kan worden bewogen, hetgeen een groot voordeel voor de zichtbaarheid oplevert, terwijl aan den anderen kant de nettekening in het longveld de zichtbaarheid ongunstig beïnvloedt.

VI. BEINVLOEDING VAN DE ZICHTBAARHEID VAN KLEINE CONTRASTVOORWERPEN DOOR LICHT UIT DE OMGEVING.

Wij hebben den invloed van een heldere omgeving op de contrastzichtbaarheid nagegaan, waaronder ook dat valt, wat de röntgenologen „verblinding” noemen.

Ter staving dezer verklaring wordt wel aangevoerd dat diafragmeeren het doorlichtingsbeeld zoo veel duidelijker maakt. Dat dit echter geen verblinding, maar strooistralenwerking is, zullen wij in het volgende zien.

Bij de verblinding kan men overgangsverblinding en stationnaire verblinding onderscheiden.

Brengt men een oog uit een helderheid B_0 in een helderheid B_1 , grooter dan B_0 , dan bestaat er voor deze helderheid B_1 onderadaptatie en treedt in meer of mindere mate verblinding op.

In dit geval bestaat er voor deze helderheid overgevoeligheid. Het oog gaat zich echter onmiddellijk aan de helderheid B_1 aanpassen, waardoor het minder geadapteerd is. Dit is de zoogenaamde overgangsverblinding, waarmede we bij de doorlichting uitsluitend te maken hebben.

De blijvende of stationnaire verblinding treedt pas op, wanneer de adaptatietoestand *niet* in overeenstemming met de helderheid der waargenomen voorwerpen kan worden gebracht; deze treedt echter bij zeer grooté helderheden te voorschijn. Dit speelt bij de doorlichting echter geen rol.

De invloed van de lichtsterkte van het scherm is op verschillende wijzen nagegaan:

1. de proefpersoon wordt, als hij de voor de practijk der doorlichting voldoende adaptatie heeft bereikt, achter het röntgenschermscherm geplaatst en hem wordt een aluminium object getoond. Dit aluminium object wordt, indien het op een aluminium plaatje van $0,6 \times 10 \times 10$ c.m. is geplakt, nog juist waargenomen bij een diafragmawijdte van 10×10 c.m. Thans wordt het hem echter ook in een veld van 20×20 c.m. getoond, waardoor er een breede, lichtsterke zône om het object ontstaat. De lichtsterkte hiervan is veel sterker dan die, welke ooit in het longbeeld voorkomt.

Bij een negental personen, bij wie dit is nagegaan, bleef het zien van het object volkomen hetzelfde, en werd even vlot de vorm van het voorwerp als het in verschillende standen geplaatst werd, aangegeven.

Daarna wordt het diafragma nog verder tot 35×35 c.m. geopend, doch ook nu kon geen invloed op het contrastzien van dit geheele lichtsterke veld worden aangetoond. Wel wordt het zien een oogenblik minder, doch dit is na enkele seconden verdwenen. Tegen deze methode van onderzoek is het volgende bezwaar aan te voeren:

het object is op een grondplaatje van 10×10 c.m. geplaatst, de grootte van het object is $\pm 3 \times 3$ c.m., zoodat overal om het contrastobject een rand van $\pm 3\frac{1}{2}$ c.m. overblijft. Zou hierdoor verblinding misschien worden voorkomen? Echter moet men in het oog houden, dat, zoo dit al theoretisch mogelijk is, het hier om de vergelijking met het longveld bij de doorlichting gaat. Bovendien is er om een schaduwteekening in het longveld en om de plaats, waar de röntgenstralen onverzwakt het scherm treffen, eveneens een afstand van ruim 3 c.m. aanwezig.

Deze proeven zijn echter bij een minimum diafragma van 10×10 c.m. gedaan; het is best mogelijk, dat men bij een kleiner diafragma de kleine contrasten beter waarneemt. Met het gewone diafragma aan de buis is dit echter niet te doen, daar men dan moeite met de randschaduw van het diafragma krijgt. Om dit na te gaan is een diafragma van 5×5 c.m. genomen, dat aan de voorzijde van het scherm is aangebracht. Er is dan geen randschaduw te zien; het gelukt echter niet hierdoor een verbetering van het contrastzien tot stand te brengen.

2. verder is bij een patiente, die een kettinkje om den hals droeg waarvan de schakels bij geheel geopend diafragma nauwelijks zichtbaar waren, getracht deze schakels met behulp van een stuk papier, beter zichtbaar te maken. Het stuk papier, voor het scherm gehouden, diende als diafragma. Dit gelukte niet. De details bleven even slecht zichtbaar. Wel werd het oogenblikkelijk beter, als men het diafragma aan de buis gedeeltelijk sloot.

Blijkbaar berust het geheele beter-zien met een klein diafragma op vermindering van strooistralenwerking en niet op het opheffen van storend licht.

3. hierboven is uiteengezet, dat bij de voorgaande reeks proef-

nemingen de objecten op een plaatje aluminium, dat aan alle kanten ruim 3 c.m. over het contrastobject heen reikt, geplakt waren, waardoor inductiewerking zou worden voorkomen. Om dezen factor uit te schakelen, hebben we een object met een lineaire afmeting van ruim $1\frac{1}{2}$ c.m., een onregelmatigen vierhoek met één scherpen hoek vormende, genomen en dit op een 6 m.m. dik aluminium plaatje van 3×3 c.m. geplakt. Om randwerking van het diafragma te vermijden is het diafragma iets grooter dan 3×3 c.m. genomen en wel $4\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$ c.m. Hierdoor komt echter een lichtende zône om het object heen. Het gekozen object bleek door vorm en grootte eerst zichtbaar, wanneer het een dikte, overeenkomende met 15 % contrast heeft; 10 % was onder deze omstandigheden niet voldoende. De proefpersoon geeft aan, waar de punt van het voorwerp ligt. Daarna wordt het object omgedraaid; bij geheel geopend diafragma wordt nogmaals aangegeven waar de punt gelegen is. Ondanks contrasuggestie hebben zelfs alle vier onderzochte proefpersonen dit goed aangegeven. Bij twee van de vier is met geheel geopend diafragma begonnen en daarna op een kleiner overgegaan. In alle vier de gevallen bleek, dat het bij beide diafragma-grootten goed wordt waargenomen. Hieruit volgt de conclusie, dat door de verblindingswerking van het lichtsterke scherm geen vermindering van het contrastzien is verkregen.

4. verder is nog nagegaan in hoeverre de verblinding van het scherm invloed heeft op de gezichtsscherpte. Op een aluminium plaatje van 3×3 c.m. is een 1 m.m. breed ringetje van een contrast van 40 % aangebracht, een onderbroken cirkel vormend. Deze opening is, door het ringetje dicht te knijpen, of open te buigen, grooter of kleiner te maken. De proefpersoon moet nu de kleinste opening, die zichtbaar is, aangeven. Deze opening is een maat voor de gezichtsscherpte. Allereerst wordt met een diafragma van 3×3 c.m. nagegaan, waar de opening te zien is. Langzamerhand wordt het ringetje dichtgeknepen, totdat de opening niet meer is te zien. Daarna wordt het weer iets opengemaakt, totdat de opening juist is waar te nemen. Het object wordt nu met behulp van de Rotalix buis op 150 c.m. afstand gefotografeerd, terwijl de film vlak tegen het ringetje ligt. De vergroting is dus practisch nihil. Daarna wordt hetzelfde nogmaals bij geheel geopend diafragma uitgevoerd. Dit is gedaan om niet door manipulaties het ringetje te verbuigen,

waarvoor groot gevaar bestaat, als men dit bij zwakke verlichting meet. Tevens heeft men het voordeel, dat men, door twee filmpjes, die men van elken proefpersoon krijgt, (één met een groot en één met een klein diafragma), op elkaar te leggen en voor de lichtkast te bekijken, onmiddellijk, zonder te meten, kan nagaan, welke opening het grootst is. Het is bij de proefpersonen gebleken, dat het ringetje bij geheel geopend diafragma zoowel als bij het kleine diafragma met een practisch gelijke opening, gezien wordt.

5. bovenstaande proeven zijn, voor zoover niet met den levenden mensch, alle met dunne aluminium objecten genomen, waarbij men ongeveer geen stroostralen heeft. Om nu den invloed van het diafragmeeren bij de gebruikte philliteobjecten aan te toonen (waarbij immers ongeveer dezelfde hoeveelheid stroostralen, als bij de

TABEL XII.

Proefpersoon: B.

Spanning 54 K.V. (max.), LEVY-WESTScherm, verschillende buizen.

m.A.	Diafragma	1½ K.W.	2½ K.W.	6 K.W.	10 K.W.
3.3	7 × 7 c.m.	8	8.5	9	9.5
	20 × 20 c.m.	8.7	9	10	10
5.5	7 × 7 c.m.	7	7.5	8	8.5
	20 × 20 c.m.	7.1	8.2	8.6	9

Proefpersoon: D.

Spanning 54 K.V. (max.), LEVY-WESTScherm, verschillende buizen.

m.A.	Diafragma	1½ K.W.	2½ K.W.	6 K.W.	10 K.W.
3.3	7 × 7 c.m.	7.2	8	8.7	9
	20 × 20 c.m.	7.8	8	9.1	9.7
5	7 × 7 c.m.	6.5	7.2	8	8.2
	20 × 20 c.m.	7	7.4	8.5	9.2

thoraxdoorlichting van een middelmatig dikken patient aanwezig), werd de verbetering bij een tweetal proefpersonen voor een diafragma van 7×7 c.m. ten opzichte van een diafragma van 20×20 c.m. nagegaan.

In tabel XII is de grootte van het nog juist zichtbare phillite kubusje in m.m. bij 54 K.V. bij de doorlichting met verschillende buizen aangegeven.

Hieruit is te zien, dat het diafragmeeren onder alle omstandigheden van buis en stroomsterkte, een verbetering van de zichtbaarheid geeft.

De nadruk moet er op worden gelegd, dat hier maximaal een diafragma ter grootte van 20×20 c.m. gebruikt is, maar dat de fout, die men maakt bij het doen van longdoorlichtingen met geheel geopend diafragma (dus grooter dan 30×30 c.m.), nog veel belangrijker is, dan men uit tabel XII zou kunnen afleiden. Immers bij een diafragma van 20×20 c.m. is de hoeveelheid stroostralen al vrij sterk verminderd.

VII. EEN EENVOUDIG APPARAAT VOOR HET ONDER- ZOEK NAAR DE QUALITEIT VAN HET RÖNTGEN- BEELD EN DE WAARNEMING DAARVAN ONDER VERSCHILLENDE OMSTANDIGHEDEN.

Bij de longdoorlichtingen met verschillende toestellen hebben we steeds de behoefte gevoeld, om de platen met objecten, waardoor we leerden kennen, de verschillende factoren die de zichtbaarheid van objecten in het doorlichtingsbeeld beïnvloeden, in een bruikbaren, makkelijk te hanteeren, vorm te bezitten. Hiermede zou men in de eerste plaats den adaptatietoestand van het oog moeten kunnen bepalen. Verder moet men kunnen zien, of verwisseling van scherm of buis verbetering geeft. Tenslotte moet men de wijziging in de kwaliteit van het doorlichtingsbeeld kunnen nagaan, die er door verandering van spanning of stroomsterkte in het doorlichtingsbeeld optreedt.

Omdat men bij deze proeven bij verschillende spanningen werkt, moet men een phantoom hebben, dat onder deze omstandigheden dezelfde eigenschappen als het longweefsel heeft. Om reeds vroeger uiteengezette redenen moeten we een stof gebruiken, die ongeveer dezelfde atomaire samenstelling als het longweefsel heeft. Daarom hebben wij weer van phillite gebruik gemaakt.

Het principe der gevolgde methode is hetzelfde, als bij de proeven betreffende de spanningsverandering.

Wij hebben n.l. een negental philliteplaatjes ter dikte van 8 m.m., in totaal dus 72 m.m. genomen. Deze zijn, om bij de proeven ook strooistralen te hebben, zooals bij de doorlichting op onderlinge afstanden van 1—2 c.m. geplaatst, zoodat de totale afstand van de voorzijde van het voorste plaatje tot aan de achterzijde van het achterste, met inbegrip van de tusschenliggende luchtlagen 25 c.m. bedraagt. De plaatjes worden in de in een houten rekje aanwezige sponningen geschoven op dezelfde wijze, als men fotografische platen in een kistje opbergt. Omdat we een transportabel apparaat wilden hebben, zijn de afmetingen van de plaatjes niet grooter dan 20×20 c.m. gekozen. Op het middelste plaatje zijn de contrast-objecten geplakt, welke U-vormig zijn. Er zijn wederom 9 verschil-

lende contrasten, n.l.: 5, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 60 en 100 %.

Eveneens hebben we de methode gevolgd, waarbij de waarnemer op 1 meter afstand van het fluorescentiescherm is geplaatst. Afwijkingen in de refractie zijn te voren gecorrigeerd.

Elk contrast komt in 5 verschillende grootten voor, welke zoodanig gekozen zijn, dat bij een afstand van 75 c.m. van focus tot scherm en bij plaatsing van het phantoom direct tegen het scherm (waarbij de plaatjes vergroot op het scherm worden geprojecteerd) de onderdeelen, waaruit de U-vorm is samengesteld op het scherm afmetingen van $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 3, $4\frac{1}{2}$ en 6 m.m. hebben.

Deze 45 objecten kunnen natuurlijk niet alle op een plaatje van 20×20 c.m. geplakt worden, temeer daar zij ten minste 4 c.m. van den rand moeten zitten, aangezien anders de meer naar het midden gelegen plaatjes sterker aan den invloed van de strooistralen onderhevig zijn dan degenen, die meer aan de buitenzijde van het phantoom zijn gelegen. Maximaal zijn er een zestal objecten op één plaatje geplakt. In den rechter bovenhoek wordt elk plaatje met een looden nummer aangegeven.

De objecten zijn, zoowel wat de afmeting als de grootte van het contrast betreft, door elkaar, dus niet in een regelmatige volgorde op de plaatjes bevestigd. Zij zijn echter zoodanig gekozen, dat men bij het testen van het bij ons voor de thoraxdoorlichtingen gebruikelijke röntgentoestel met behulp van een vijftal plaatjes met contrasten den geheelen samenhang van contrast en gezichtsscherpte onderzoekt en tevens kan nagaan, of de gebruikelijke adaptatietoestand is bereikt. De overige vier plaatjes worden gebruikt indien men het resultaat van spannings-, stroomsterkte-, buis- of schermwijziging nagaat, of indien men personen op afwijkingen in hun adaptatie onderzoekt.

Wat betreft het noteeren der proefresultaten hebben wij de objecten, die op één plaatje aanwezig zijn, altijd in rijen van links naar rechts en van boven naar beneden gesteld, bijvoorbeeld:

IX

1	2
3	4
5	

Er zijn formulieren gemaakt van bijgaand model om de resultaten

der verschillende onderzoeken vast te leggen (zie schema 1). Behalve de omstandigheden, waaronder de proef plaats vindt, streept men in de kolom waarboven „Aantal geziene objecten” staat,

SCHEMA 1.

NAAM:

DATUM:

K.V.:

Apparaat:

m.A.:

 Proefobjecten $\left\{ \begin{array}{l} \text{voor} \\ \text{midden} \\ \text{achter} \end{array} \right.$
Diafragma: \times c.m.
 Scherm $\left\{ \begin{array}{l} \text{LEVY WEST} \\ \text{HEYDEN} \\ \text{.....} \end{array} \right.$

 Stroostralen $\left\{ \begin{array}{l} \text{als in long} \\ \text{weinig} \end{array} \right.$

Buis:

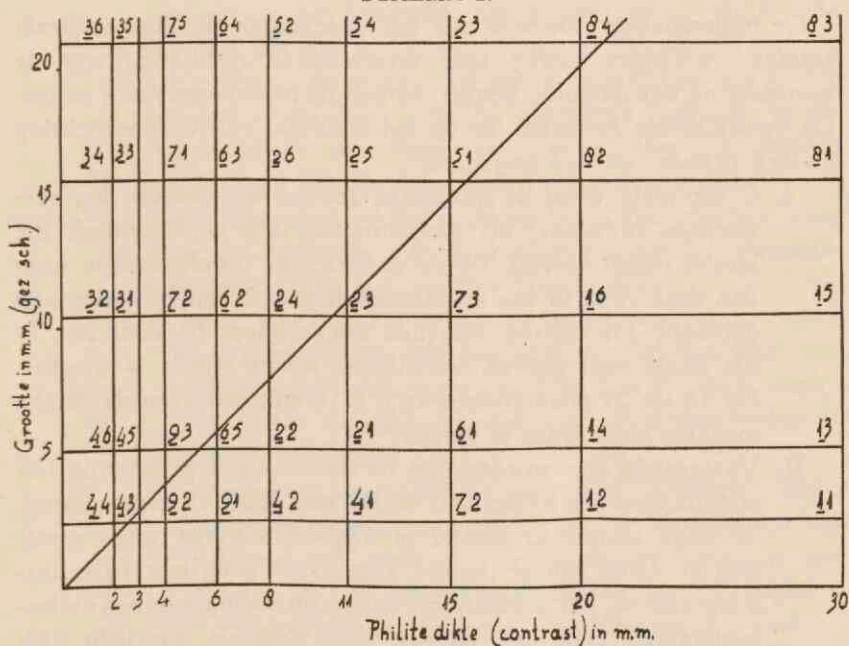
Focus m.m.

Testobject Nr.	Aantal geziene objecten
1	1 2 3 4 5 6
2	1 2 3 4 5 6
3	1 2 3 4 5 6
4	1 2 3 4 5 6
5	1 2 3 4 5 6
6	1 2 3 4 5 6
7	1 2 3 4 5 6
8	1 2 3 4 5 6
9	1 2 3 4 5 6

de nummers van de op een bepaald plaatje geziene objecten aan.

In een figuur (zie schema 2) zijn de grootten van de objectonderdeelen in m.m. tegen de object-dikte in m.m. uitgezet, terwijl ook

SCHEMA 2.



hier de lijn getrokken is welke de objecten aangeeft, die den kubusvorm hebben, zooals dit in de beschreven proefreeksen is geschied. Op elk punt van deze figuur, dat aan een bepaald object beantwoordt, is dit object door middel van een tweetal cijfers aangegeven. Het eerste (onderstreepte) cijfer geeft het plaatje aan, waarop het desbetreffende contrastobject voorkomt, terwijl het tweede cijfer de plaats van het object op het plaatje aangeeft. Men zoekt op het eerstgenoemde formulier de geziene plaatjes op en brengt deze op de graphische voorstelling over, waarna men direct een kromme kan trekken, die het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte aangeeft. Men kan tegelijk aflezen, welk kubusje nog zichtbaar is en hoeveel dit grooter of kleiner is, dan onder andere proefomstandigheden, op de zelfde wijze als dit reeds bij de vroeger genomen proeven is geschied.

SAMENVATTING.

De onderzoekers, die zich met het doorlichten der longen bezig houden, verkrijgen hierbij zeer verschillende resultaten; wat de waardeering der methode betreft, loopen de meeningen sterk uiteen. De verschillende factoren, die op het resultaat van de doorlichting invloed hebben, werden nagegaan.

- I. Onderzocht werd de adaptatie, zoowel wat betreft den vereischten tijdsduur, als wat aangaat den eindtoestand, die hierbij wordt bereikt. Bij de onderzochte proefpersonen werden deze eerst in een constanten toestand van lichtadaptatie gebracht. De daarop volgende donkeradaptatie doet zich in het begin snel gelden, vervolgens echter steeds langzamer. Na 16 tot 24 minuten is er in 6 à 10 minuten geen duidelijke toename meer waar te nemen.
- II. Vastgesteld kon worden, dat na desadaptatie gedurende $1\frac{1}{2}$ minuut voor een helderheid, welke met 800 Lux overeenkomt, de oude adaptatietoestand in $1\frac{1}{2}$ —3 minuten weer wordt bereikt. Door eenige tienden Lux treedt geen merkbare desadaptatie op. Dit is belangrijk bij de inrichting van een onderzoekkamer; men kan bij vrij sterk indirect wit licht zich gedurende eenige oogenblikken een algemeenen indruk van den patient verschaffen en hem dan bij zwakke verlichting verder nazien, terwijl men toch geadapteerd blijft.
- III. Emmetropen of volledig gecorrigeerden werden in geadapteerden toestand nader onderzocht. Hierbij is nagegaan, binnen welke grenzen het gezichtsvermogen zich beweegt voor helderheden, die met 10^{-3} Lux overeenkomen. Voor deze personen werd nagegaan:
 - 1^o. de contrastgevoeligheid. Bij de thans gebruikelijke intensiteiten van het doorlichtingsbeeld (spanning van 54 K.V. (max.), 3 à 3,5 m.A. en een Levy-West scherm) zien de meeste personen 8 à 10 % contrast, waarbij 100 % contrast als „Halbwertschicht” geldt; anderen zien slechts 15 % contrast (5 van de 23 personen). Dit beteekent, dat hardjes in het longweefsel, voor eerstgenoemde ongeveer

50 % grotere lineaire afmeting moeten hebben (omgekeerd in kubusvorm), dan voor de andere.

20. de gezichtsscherpte. Deze vordert, voor doorlichting onder bovengenoemde condities bij een helderheid gelijk aan die in het longveld, een gezichtshoek van 7 à 11 minuten, als men een contrast van 40 % gebruikt.
30. het verband tusschen contrast en gezichtsscherpte. Dit verband is zoodanig, dat bij afnemend contrast de gezichtsscherpte eerst langzaam afneemt (tot een contrast van 20 à 30 %) om daarna snel minder te worden.

IV. De verbetering van het doorlichtingsbeeld kan plaats vinden:

10. door het opvoeren van de helderheid van het doorlichtingsscherm. Dit kan worden bereikt door:
 - a. de verhooging van de stroomsterkte, waarbij als resultaat geboekt kan worden, dat de zichtbaarheid snel toeneemt bij verhooging van 1 op 2 m.A., doch daarna langzamer. Bij dit onderzoek werd de stroomsterkte tot 6 m.A. opgevoerd.
 - b. door het opvoeren van de spanning. Bij proeven onder omstandigheden genomen als bij het doorlichten van patienten van middelmatige doorsnede, verkrijgt men met het bij ons gebruikelijke diafragma van ongeveer 7×7 c.m. door verhooging van de spanning verbetering van de contrastgevoeligheid en de gezichtsscherpte, voor stroomsterkten die uiteenloopen van 2 tot 3,5 m.A.
 - c. door het gebruik van een lichtsterker scherm.
20. door versterking van het contrast op het scherm (door verhooging van de zoogenaamde gradatie van het scherm). Dit is thans technisch nog onmogelijk.
30. door vergrooten van den gezichtshoek waaronder men de voorwerpen waarneemt. Zulks zou men kunnen nastreven:
 - a. door middel van loupewaarneming. Het resultaat is verbetering bij de groote contrasten, bij de kleine wordt het slechter.
 - b. door verplaatsing van het object naar het focus. Ook hier is het resultaat een verbetering bij de groote contrasten en een slechter worden bij de kleine.

- V. De invloed van de volgende factoren werd nog bestudeerd:
10. de focusgrootte. Hoe kleiner het focus is, des te kleiner voorwerp neemt men waar. Bij verkleining van het focus van 1,7 op 1,4 m.m. treedt nog een zeer belangrijke verbetering op. Indien men met een 10 K.W. buis doorlicht, zal men zonder meer een ongeveer 25 % slechter resultaat hebben, dan bij doorlichting met een $1\frac{1}{2}$ K.W. buis, onder overigens gelijke condities.
 20. de pupilgrootte. Indien men direct voor het oog diafragma's van verschillende wijdden, die dus als een kunstmatige pupil te beschouwen zijn, plaatst, blijkt het, dat een diafragmawijde van iets minder dan de maximale pupilwijde, bij de gebruikte helderheden direct al een flinke vermindering voor de zichtbaarheid van objecten doet optreden. Zij, die om de een of andere reden een stoornis in hun pupilfunctie hebben, waardoor deze haar maximale wijde niet kan bereiken, zijn voor het uitvoeren der doorlichting dan ook meer of minder ongeschikt.
 30. de afstand van den proefpersoon tot het scherm. De proeven werden alle genomen, terwijl de proefpersoon op 50 of 100 c.m. afstand van het doorlichtingsscherm staat. Bij dichterbij komen neemt de zichtbaarheid ongeveer omgekeerd evenredig toe.
 40. het diafragmeeren van 20×20 c.m. op 7×7 c.m., hetgeen een verbetering geeft.
- VI. De vaak door röntgenologen aangehaalde verblindings, die er bij geheel geopend diafragma zou bestaan, hebben wij niet kunnen aantoonen; het bij geheel geopend diafragma optredende slechter worden van het doorlichtingsbeeld, moet ons inziens, aan de werking van de stroostralen worden toegeschreven.
- VII. Op 16 c.m. afstand is onder gunstige proefomstandigheden bij hooge stroomsterkte en vrij hooge spanning bij doorlichting met een nauw diafragma en bij beweging van den patient, in het longveld nog een voorwerp te zien, dat indien het den kubusvorm zou hebben, een afmeting heeft van enkele m.m. Op grond van deze waarneming is het begrijpelijk, dat

een haematogene uitzaaiing in de longen bij de huidige doorlichtingstechniek niet zichtbaar te maken is.

- VIII. Een apparaat en de daarbij vereischte methodiek werden beschreven, waarmede het ons mogelijk was bij de röntgen-doorlichting de gesteltenis van het oog en van de bij de doorlichting gebruikte apparatuur te leeren kennen onder tal van experimenteele voorwaarden.
-

ZUSAMMENFASSUNG.

Forscher, welche sich mit der Lungendurchleuchtung beschäftigen, erreichten sehr verschiedene Resultate mit dieser Methode, deren Schätzung sehr auseinandergeht. Die verschiedenen Faktoren, welche das Resultat der Durchleuchtung beeinflussen, werden in dieser Arbeit besprochen.

- I. Die Adaptation ist — nachdem die Versuchsperson bezüglich seiner Lichtadaptation zunächst in einen konstanten Zustand gebracht wurde — sowohl hinsichtlich der Zeitdauer in der sie stattfindet, als auch hinsichtlich des erreichten Endzustandes geprüft worden. Ergebnis: die Dunkeladaptation geht anfangs sehr schnell vor sich, dann immer langsamer. Nach 16—24 Minuten ist in weiteren 6—10 Minuten keine deutliche Zunahme mehr zu beobachten.
- II. Bezüglich der Desadaptation ist zu bemerken, dass nach einer Desadaptation von $1\frac{1}{2}$ Minuten mit einer, 800 Lux entsprechenden Helligkeit, der alte Adaptationszustand in $1\frac{1}{2}$ —3 Minuten wieder erreicht worden ist. Einige Zehntellux ergeben keine merkbare Desadaptation. Dieses ist wichtig für die Einrichtung eines Untersuchungszimmers; man kann sich während einiger Augenblicke bei ziemlich starkem, indirektem, weissem Licht ein allgemeines Bild des Patienten machen und ihn dann bei schwacher Beleuchtung weiter untersuchen, während man gleichzeitig adaptiert bleibt.
- III. Der adaptierte Zustand ist bei Emmetropen und vollständig Korrigierten untersucht worden, wobei nachgeprüft worden ist, welche Grenzen, bei den hier auftretenden Helligkeiten (welche $\pm 10^{-3}$ Lux entsprechen), dem Sehvermögen gestellt sind.
 - 1^o. Kontrastempfindlichkeit.

Bei den augenblicklich gebräuchlichen Intensitäten des Durchleuchtungsbildes (Spannung 54 K.V. (max.), 3 à 3,5 m.A., Levy-West Durchleuchtungsschirm), können die meisten Personen 8—10 % Kontrast sehen (100 % Kontrast ist die „Halbwertschicht“), andere können nur 15 % Kontrast sehen. (5 von 23 Personen). Dieses bedeutet,

dass, wenn es sich um kleine Lungenherde handelt, diese für die Erstgenannten eine um ungefähr 50 % grössere lineare Abmessung haben müssen (umgerechnet in Kubusform) als für die letzteren.

20. Die Sehschärfe wurde unter verschiedenen Umständen gemessen an dem kleinsten Gesichtswinkel, unter welchem ein Objekt noch gerade wahrzunehmen ist. Die Sehschärfe ist bei einer Helligkeit wie im Lungenfelde bei Durchleuchtung unter obengenannten Bedingungen und bei Verwendung eines Kontrastes von 40 % 7—11 Minuten.
30. Die Beziehung zwischen Kontrast und Sehschärfe ist so, dass bei Verringerung des Kontrastes, die Sehschärfe zunächst langsam abnimmt (bis zu einem Kontrast von 20—30 %) und dann schnell schlechter wird.

IV. Die Verbesserung des Durchleuchtungsbildes ist nachzustreben:

10. Durch Erhöhung der Helligkeit des Durchleuchtungsbildes.

Dieses kann geschehen durch:

- a. Steigerung der Stromstärke. Resultat: Kontrast und Sehschärfe nehmen von 1—2 m.A. schnell zu, danach langsamer (es ist bis 6 m.A. untersucht worden);
 - b. Steigerung der Spannung. Bei Versuchen unter den gleichen Umständen wie beim Durchleuchten mittelgrosser Patienten, werden durch Spannungssteigerung, bei Stromstärken von 2—3,5 m.A., bei dem bei uns gebräuchlichen Diaphragma von ungefähr 7×7 c.m. die Kontrastempfindlichkeit und die Sehschärfe grösser;
 - c. Gebrauch eines lichtstärkeren Schirmes, welche Methode unbedingt eine Verbesserung ergibt.
20. Durch Verschärfung des Kontrastes auf dem Schirm (mit anderen Worten Erhöhung der Gradation des Schirmes). Dieses ist zur Zeit noch technisch unmöglich.
 30. Durch Vergrösserung des Gesichtswinkels unter dem man die Gegenstände betrachtet:
 - a. Durch Betrachtung mittels einer Lupe. Resultat: Verbesserung bei den grossen Kontrasten, Verschlechterung bei den kleinen;

b. Durch Verlegung des Objektes zum Fokus. Auch hier ist das Resultat: Verbesserung bei den grossen Kontrasten, Verschlechterung bei den kleinen.

V. Geprüft wurde der Einfluss folgender Faktoren:

10. Fokusgrösse. Je kleiner der Fokus, desto kleiner der noch wahrnehmbare Gegenstand. Bei Verkleinerung des Fokus von 1,7 auf 1,4 m.m. tritt noch eine sehr bedeutende Verbesserung auf. Durchleuchtet man mit einer 10 K.W.-Röhre, so kann man ohne weiteres sagen, dass das Resultat unter übrigens gleichen Bedingungen, etwa 25 % schlechter ist als bei einer $1\frac{1}{2}$ K.W.-Röhre.

20. Pupillengrösse. Setzt man Diaphragmen verschiedener Oeffnung direkt vor das Auge, sodass diese also als künstliche Pupille anzusehen sind, so ergibt sich bei einer etwas geringeren Oeffnung als die maximale Pupillengrösse bei den verwendeten Lichtstärken schon gleich eine beträchtliche Herabminderung der Sichtbarkeit der Objekte. Personen, bei denen die Pupillenfunktion aus irgendwelchen Gründen gestört ist — wodurch die Pupille ihre maximale Grösse nicht erreichen kann — sind für das Durchleuchten mehr oder weniger ungeeignet.

30. Sämtliche Versuche sind bei einer Entfernung der Versuchspersonen vom Durchleuchtungsschirm von 50—100 c.m. gemacht worden. Beim Näherkommen nimmt die Sichtbarkeit ungefähr linear zu.

40. Diaphragmieren von 20×20 c.m. auf 7×7 c.m. ergibt eine Verbesserung von 10 %.

VI. Die von Röntgenologen oft behauptete Blendung, welche bei voll geöffnetem Diaphragma auftreten soll, haben wir nicht nachweisen können. Die bei voll geöffnetem Diaphragma auftretende Verschlechterung des Durchleuchtungsbildes muss u.E. vollkommen der Wirkung der Streustrahlen zugeschrieben werden.

VII. In einer Entfernung von 16 c.m. ist unter den günstigsten Versuchsbedingungen, bei grosser Stromstärke, ziemlich hoher Spannung, bei Durchleuchtung mit einem kleinen Diaphragma und bei Bewegung des Patienten im Lungenfelde noch ein Gegenstand sichtbar, der, wenn er kubisch

wäre, eine Grösse von wenigen Millimetern hätte. Auf Grund dieser Beobachtung ist es begreiflich, dass eine hämatogene Aussaat beim Durchleuchten nicht sichtbar zu machen ist mit den jetztigen technischen Hilfsmitteln.

VIII. Es wurde ein Apparat und eine Methodik beschrieben, zur Prüfung des Auges und der angewandten Apparatur während der Röntgendurchleuchtung unter verschiedenen experimentellen Bedingungen.

RÉSUMÉ.

Ceux qui se sont occupés de la radioscopie pulmonaire, ont obtenu avec cette méthode, des résultats bien différents, et conséquemment l'appréciation de la méthode est peu concordante.

Les divers éléments influençant le résultat de la radioscopie ont été traités dans ce qui précède:

- I. L'adaptation a été contrôlée non seulement quant à la durée de temps nécessaire pour obtenir l'adaptation, mais aussi, quant à la situation finale où l'on arrive dans ce laps de temps. Le sujet en expérimentation est mis avant toute intervention ultérieure dans une condition constante en ce qui concerne son adaptation à la lumière. L'adaptation à l'obscurité qui s'amène après se développe au début assez vite, mais plus tard de plus en plus lentement. Après 16—24 minutes il n'y a plus de progression de son adaptation.
- II. Quant à la désadaptation on peut dire, qu'après une désadaptation pendant $1\frac{1}{2}$ minutes, avec une clarté correspondante à 800 Lux, l'état initial d'adaptation est revenu après $1\frac{1}{2}$ —3 minutes. Quelques dixièmes de Lux n'exercent pas d'influence sur la désadaptation. Ceci est d'importance pour l'installation d'une chambre radiologique. En se servant de lumière blanche indirecte et assez claire, on pourrait pendant quelques moments obtenir une impression générale du malade; puis on peut continuer l'examen dans une clarté faible, sans que l'adaptation fût entravée sensiblement.
- III. Des emmetropes et ceux dont la vision est parfaitement corrigée ont été examinés dans un état comparable d'adaptation. Dans ces conditions on a contrôlé quelles sont les limites de vision pour des clartés données (correspondantes à $\pm 10^{-3}$ Lux).

L'examen s'étend sur:

10. la sensibilité de contraste. Pour les intensités de l'image radioscopique employées à présent (tension 54 k.v. (max.), 3—3,5 m. amp. et un écran Levy-West) la

plupart des personnes peut observer 8—10 % de contraste (100 % de contraste étant le „Halbwertschicht”); d'autres ne peuvent distinguer que 15 % de contraste (5 personnes sur 23). Ça veut dire, que pour les premiers observateurs, des foyers tuberculeux comme on les trouve dans le tissu pulmonaire, doivent avoir des dimensions linéaires de 50 % de plus grandes que pour les autres. Les dimensions linéaires sont exprimées en forme cubique.

20. quand on se sert d'un contraste de 40 % pour une clarté correspondente à celle de l'image pulmonaire, l'acuité visuelle correspond à un angle de 7—11 minutes en travaillant dans les circonstances susdites.
30. le rapport entre le contraste et l'acuité visuelle est tel que l'acuité visuelle sujette à un contraste diminuante, s'affaiblit d'abord lentement pour s'accroître plus tard sensiblement.

IV. On est à même d'améliorer l'image radioscopique:

10. en accentuant la clarté de l'écran. Cela peut se faire:
 - a. en faisant accroître l'intensité du courant d'où résulte une augmentation de la sensibilité pour des contrastes et de l'acuité visuelle. L'augmentation est la plus grande pour une augmentation du courant de 1 à 2 m. amp.
Nous avons étendu l'examen jusqu'à 6 m. amp.
 - b. en intensifiant la tension. Ces expériences ont été faites dans des conditions correspondentes à celles, lorsqu'on fait la radioscopie des malades de taille moyenne. Nous nous sommes servis du diaphragme de 7×7 c.m. Dans ces conditions une amélioration de la sensibilité de contraste et de l'acuité visuelle a été obtenue par l'augmentation de la tension avec des intensités du courant qui varient de 2—3,5 m. amp.
 - c. par l'emploi d'un écran d'une plus grande intensité lumineuse.
20. En intensifiant le contraste sur l'écran (la soi disante augmentation de la gradation de l'écran). Pour le moment la possibilité technique n'est pas encore donnée.

3^o. En faisant accroître l'angle visuel sous lequel les objets sont observés:

- a. en se servant d'une loupe au moyen de laquelle on obtient en effet une amélioration pour les grands contrastes tandis que pour les petits contrastes l'image se détériore.
- b. en plaçant l'objet plus près du focus. Dans ce cas une amélioration se fait valoir quant au grands contrastes, mais une détérioration s'amène pour les petits contrastes.

V. On a contrôlé l'influence des facteurs suivants:

- 1^o. grandeur du focus. Plus le focus est petit, plus les objets observables peuvent être petits. Une bien grande amélioration se fait valoir, lorsqu'on diminue le focus de 1,7 à 1,4 m.m. En faisant la radioscopie au moyen d'un tube de 10 K.W. on peut dire en général que le résultat sera de 25 % moins bien comparé avec celui obtenu au moyen d'un tube de 1½ K.W.
- 2^o. grandeur de la pupille. En mettant tout près devant l'oeil des diaphragmes d'ouvertures différentes servant de pupille artificielle on observe immédiatement une diminution de la visibilité des objets en rétrécissant même légèrement le diaphragme. Les personnes dont par une cause quelconque la fonction pupillaire est entravée, sont plus ou moins inaptés à la radioscopie.
- 3^o. toutes les expériences ont été faites pendant que le sujet soumis à l'expérience était à une distance de 50 à 100 c.m. de l'écran. Lorsque le sujet sousmit à l'expérience s'approche, la visibilité augmente proportionnellement à la distance nouvelle.
- 4^o. la réduction du diaphragme de 20 × 20 c.m. à 7 × 7 c.m. produit une amélioration de 10 %.

VI. Nous n'avons pu constater l'éblouissement souvent rapporté par des radiologistes qui s'amènerait lorsque le diaphragme serait largement ouvert. Le fait que l'image radioscopique devient moins net lorsque le diaphragme est largement ouvert, doit être attribué d'après notre avis à l'effet des rayonnements de diffusion.

- VII. Dans des circonstances favorables: une forte intensité du courant, une tension assez haute, un diaphragme étroit et une distance de 16 c.m. de l'écran; on parvient en déplaçant légèrement le malade, à distinguer dans l'image pulmonaire encore des objets, ayant des dimensions de quelques millimètres, les dimensions étant exprimées en valeurs cubiques. Il est donc évident, qu'à l'aide de la présente technique radioscopique on n'est pas à même de rendre visible une dissémination tuberculeuse s'évoluant par voie haematogène.
- VIII. On trouve ici la description d'un appareil et d'une méthode, permettant d'examiner l'oeil d'un observateur radioscopique et de l'appareil dans des conditions d'expérimentation les plus diverses.

SUMMARY.

Investigators, who have occupied themselves with the screening of the lungs, obtain very divergent results with this method and consequently the appreciation of the method differs by them very much. The different factors, which are of influence on the results of the screening have been treated above.

- I. The person to be tested is first brought into a constant condition as to his light-adaptation. The dark-adaptation has been controlled as regards the space of time required to obtain the adaptation, as well as regards the situation finally arrived at.

Result: the dark-adaptation is fast in the beginning, afterwards it becomes slower. After 16—24 minutes no definite increase can be observed in 6—10 minutes.

- II. The desadaptation. After desadaptation during $1\frac{1}{2}$ minute with a luminous intensity corresponding with 800 Lux, the old condition of adaptation is reached again in $1\frac{1}{2}$ —3 minutes. Some tenths of Lux do not cause a remarkable desadaptation. This is important in connection with the appointment of an examination room; in rather strong indirect white light a general impression about the patient may be obtained and then, in a soft light, keeping adapted at the same time, he should be further examined.

- III. The state of adaptation has been thoroughly examined for emmetropes and for completely corrected persons. Under these conditions the limits of visual acuity under the luminous intensity used here (corresponding with 10^{-3} Lux) has been controlled.

10. Sensibility for contrasts. With the intensity of the screening picture used at present (tension 54 K.V. (max.), 3 to 3,5 m.A., Levy-West screen) most persons can see a contrast of 8—10 % (100 % contrast is the so-called "Halbwertschicht"), others can only see 15 % (5 out of 23 persons). This means, that in the case of small tuber-

culous affections in the pulmonary tissue, their linear dimensions (converted into cubic measure) must be about 50 % larger for the former than for the latter.

20. Visual acuity. With a luminous intensity equal to that in the pulmonary field when screening under the above-mentioned conditions, and using a contrast of 40 %, the visual acuity amounts to an angle of 7—11 minutes.
 30. The connection between contrast and visual acuity is such, that in the case of diminishing contrast, the visual acuity diminishes at first slowly (unto a contrast of 20—30 %) and afterwards rather rapidly.
- IV. The means by which the screening picture can be improved.
10. By increasing the luminous intensity of the screen. This can be done by:
 - a. increasing the current intensity. Result: from 1—2 m.A. the visibility increases rapidly, over 2 m.A. slowly. We have made this experiment up to 6 m.A.
 - b. increasing the tension. In experiments made under the same conditions as those, when screening patients of normal proportions, we obtained an improvement of the sensibility for contrasts and of the visual acuity with current intensities from 2—3,5 m.A., with our usual diaphragm of about 7×7 c.m., and by increasing the tension.
 - c. the use of a fluorescent screen of higher luminous intensity certainly gives better results.
 20. By increasing the contrast on the screen (in other words raising of the gradation of the screen). At present this is technically impossible.
 30. By enlarging the visual angle under which the objects are observed:
 - a. by using a magnifying-glass. This results in an improvement for the big contrasts, whereas for the small contrasts the results are worse.
 - b. by placing the object nearer to the focus. In this case the big contrasts improve and the small ones get worse.
- V. We have controlled the influence of the following factors:
10. Size of focus. The smaller the focus, the smaller the object

which is still visible. Diminution of the focus from 1,7 to 1,4 m.m. results in a still very considerable improvement. When screening with a 10 K.W.-tube the result is sure to be 25 % worse than with a $1\frac{1}{2}$ K.W.-tube under the same conditions.

2^o. Size of pupil. In putting directly in front of the eye diaphragms of different sizes, which can thus be considered as artificial pupils, it turns out, that a diaphragm of a size a little less than the maximum size of the pupil already produces a rather considerable diminution of the visibility of objects. Those, whose function of the pupils is disturbed for some reason or another, so that the pupil cannot reach its maximum size, are therefore more or less unfit to carry out the screening.

3^o. All experiments have been made with the person to be tested standing at 50—100 c.m. from the screen. On approaching the screen, the perceptibility increases almost lineary.

4^o. Reducing the diaphragm from 20×20 c.m. to 7×7 c.m. results in an improvement of 10 %.

VI. We could not trace the dazzle so often mentioned by radiologists and which should exist when screening with fully opened diaphragm. The fact that the image becomes worse, when the diaphragm is fully opened, must in our opinion be put down to the influence of the diffused rays.

VII. At a distance of 16 c.m. and under favourable conditions: a high current intensity, a rather high tension the use of a small diaphragm and moving of the patient, an object is still visible in the pulmonary field, which, if it had cubic measure, would have a size of a few millimeters. On account of this observation it is evident, that a hematogenic dissemination in the lungs cannot be made visible by means of the present technic of screening.

VIII. We described an apparatus and a method for the examination of the human eye in radiosopic work as well as the screening apparatus used under all testing circumstances.

LITERATUURLIJST.

1. MATTHEWS, Adaptatie en verblinding. Polytechnisch Weekblad, 4, blz. 49 (1934).
2. STRAUB-ZEEMAN, Leerboek der Oogheelkunde, deel I (1921). Leiden.
3. AXENFELD, Lehrbuch der Augenheilk., 19, blz. 168 (1923). Jena.
4. ZWAARDEMAKER, Leerboek der Physiologie, deel II (1915). Haarlem.
5. JULIAN BLANCHARD, The Brightness Sensibility of the Retina. Phys. Rev. 11, II, 84 (1918).
6. HELMHOLZ, Physiol. Optik, deel II, 1911. Hamburg und Leipzig.
7. HELLER, Monochromatic Lighting. The Electrician, April 26 (1935).
8. TSCHERMAK, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie, Band I (1931).
9. BURGER en VAN WEEL, Over Röntgendoorlichting en Röntgenfotografie der Longen. Geneesk. Gids, 13e Jg., Afl. 44 en 45 (1935).
10. TROLAND, Transact. Ill. Eng. Soc., 107 (1931).
11. NUTTING, The fundamental principles of good Lighting. Journ. Frankl. Inst., 183, 287 (1917).
12. NAGEL, Handb. der Physiol. des Menschen, deel III, blz. 169 (1923).
13. STUMPF, Münch. Med. W.schr. 27, blz. 1114 (1926).
14. BRONKHORST, Kontrast und Schärfe im Röntgenbild. G. Thieme, Leipzig (1927).
15. VAN VLIET, Röntgendoorlichting van de longen. Ned. Tijdschr. v. Geneesk., blz. 840 (1935).
16. KLOPPER, Ueber ein einfaches Adaptationsverfahren für Röntgenzwecke. Röntgenpraxis 2, blz. 47 (1930).
17. GRASHEY, Ueber einäugige Dunkeladaptation. Röntgenpraxis 2, blz. 47 (1930).
18. BAYER, Ueber Adaptation für Röntgenzwecke. Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstr. 44, 783.
19. KOHLRAUSCH, Handb. der norm. und pathol. Physiol., Bd. II (1931). Berlin.
20. BOUMA, Gezichtscherpte en waarnemingsnelheid bij wit licht en bij natriumlicht. De Ingenieur, 49A, 31—34 (Jan. '34).
21. BOUMA, Gezichtscherptemetingen bij diverse lichtsoorten. De Ingenieur, 49A, 243—246 (Juni '34).
22. NAGEL, Zsch. f. Augenheilk. 17 (1906).
23. PIPER, Zsch. f. Psychol. und Physiol. des Menschen, 31, 174 (1903).
24. BRONKHORST, De contrasten in het röntgenbeeld. Diss. Utrecht (1924).
25. VAN WEEL, De röntgendoorlichting der borstorganen als methode van massaonderzoek. Diss. Utrecht (1935).
26. BETHE, Handbuch der Physiologie, XII-2, blz. 1499 (1931). Berlin.
27. PIPER, Klin. Monatsblätter Augenheilk. 45, blz. 357 (1907).

28. ROELOFS en ZEEMAN, Ned. Tijdschr. voor Geneesk. 64, blz. 1422 (1920).
 29. ENGELHARDT en SIELMANN, Zeitschrift f. Tbk. 64, blz. 267 (1932).
 30. DE FINE LICHT, Nordisk Medisinsk Tidskrift van 19. 10. '35.
 31. GRIJNS en NOYONS, Arch. f. Physiologie, IV (1905).
 32. BRAJLOWSKI, Russ. Opht. Journ., 7 (1924) (geciteerd in Klin. Monatsbl. Augenheilk., I (1925), blz. 242).
 33. BURGER, Zentralblatt f. Gewerbehygiene und Unfallverhütung, 17 Jahrg., Neue Folge, Bd. 7 (1930), Heft 12, blz. 340.
 34. BOUWERS en VAN DER TUUK, Fortschr. aus dem Geb. der Röntgenstrahlen. 41, Heft 5, blz. 767.
-

STELLINGEN.

I.

Het vergelijkend onderzoek naar de waarde van de röntgen-foto en de röntgen-doorlichting ter opsporing van afwijkingen in de longen is slechts dan van waarde, indien de onderzoeker nauwkeurig vaststelt, welke grootte en intensiteit van schaduwen met de beide gebruikte methoden nog juist zijn waar te nemen.

II.

De door JORDANS aangenomen oorzakelijke samenhang tusschen de door hem beschreven gevallen van loodvergiftiging en den beroepsarbeid van den sigarenmaker is nog onvoldoende bewezen.

III.

De Röntgen-doorlichting van schoolkinderen kan tot de op tuberculine positief reagerenden beperkt blijven, tenzij een recente besmetting heeft plaats gevonden.

IV.

De groote dispositie voor de ontwikkeling van longontsteking door het inademen van Thomasslakkenmeel wordt veroorzaakt door de alcalische reactie van de stof, welke het optreden van een commonsale infectie begunstigt.

V.

Alvorens te trachten bij een vrouw met herhaalde on- of vroegtijdige baringen den zwangerschapsduur door geneesmiddelen te verlengen, is het wenschelijk in het begin van de zwangerschap een quantitative hormoonbepaling uit de urine of zoo noodig uit het bloedserum te doen verrichten.

VI.

De opvatting, dat NO (stikstofoxyde) geen of slechts een ondergeschikte toxicologische beteekenis heeft, is onjuist.

VII.

Voor de diagnose van de bronchiaalklier-tuberculose is behalve een nauwkeurig klinisch en röntgenologisch onderzoek, een nader inzicht in de niet-specifieke hilusreacties onmisbaar.

VIII.

Het onderzoek omtrent het bestaan van een filtreerbaar tuberculose-virus kan alleen dan beslissende resultaten opleveren, indien het gelukt met het filtraat typische tuberculose te verkrijgen.

Ut
11