

PROEFNEMINGEN MET DE RÖNTGEN'SCHE STRALEN IN HET LABORATORIUM DER HOOGERE BURGERSCHOOL TE MAASTRICHT

BESCHREVEN

door

Dr. H. J. HOFFMANS

Het hier volgende artikel is een overdruk van een in 1896 te Maastricht verschenen brochure van den toenmaligen directeur der Gem. H.B.S. Dr. H. J. Hoffmans. De beschreven proeven hebben er mede toe geleid dat het Maastrichtsche Ziekenhuis als het eerste in ons land een röntgenologische afdeling kreeg.

In de tweede helft der maand Januari en in de eerste dagen van Februari werd in het laboratorium der Hoogere Burgerschool te Maastricht door Dr. L. Th. van Kleef, Directeur-geneesheer van het gesticht Calvariënberg en den ondergeteekende met de Röntgen'sche stralen eene reeks van fotografische proefnemingen verricht. *)

Met het oog op de gunstige resultaten van schier alle en den voortreffelijken uitslag van enkele dier proeven, heeft de ondergeteekende gemeend, geen nutteloos werk te verrichten, door van die proefnemingen eene korte beschrijving te geven en ze op die wijze in wijder kring bekend te maken. Hij zou er zich zeer in verheugen, als vrienden der natuurwetenschappen en collega's aan Hoogere Burgerschoolen, die slechts over bescheiden hulpmiddelen beschikken, daarin iets nuttigs vinden, dat geschikt was, om hen, bij het doen van dergelijke proeven, voor grootere of kleinere teleurstellingen te behoeden.

De 1e proef werd gedaan op 17 Januari 1896. Het object bestond in 2 rijksdaalders, liggende op eene gepraepareerde plaat in het chassis van een fotografischen toestel. Het chassis werd gevat tusschen twee plankjes, ter dikte van ongeveer 7 millimeter, en de randen van dit praeparaat werden met donker papier zorgvuldig beplakt. Als bestralingsbronnen dienden buis No. 1 en buis No. 9 (peer met kruis) der Crookes'sche verzameling **); het kruis van den laatsten toestel was neergeslagen. Deze buizen werden respectievelijk tegenover de twee bovengenoemde muntstukken opgesteld. Voor den Ruhmkorff werden 4 vrij groote bekers van Bunsen gebruikt, tot op ruim de helft gevuld, en achter elkander geplaatst; de vonkenlengte bedroeg in de lucht 7 centimeter. De proef duurde 1 uur en slaagde goed.

*) De Heer J. van den Eerembeemt, kundig fotograaf te dezer stede, heeft de ontwikkeling en reproductie der fotografische platen op welwillende wijze op zich genomen.

***) De nummers der buizen richten zich naar het werkje: „Strahlende Materie“, Vortrag von William Crookes, F. R. S., deutsch herausgegeben von Dr. Heinrich Gretschel; Leipzig, Verlag von Quandt & Händel.



Directeur Hoffmans
naar het schilderij van Henri Goovaerts
in de directeurskamer

2e proef (22 Januari 1896): Het object was nu een in het gesticht Calvariënberg geamputeerde voet van een achtjarigen jongen, waardoor na de amputatie op twee plaatsen ijzeren spijkers waren geslagen. Als bestralingsbron diende uitsluitend de Crookes'sche buis No. 9, die tegenover de teenen van den voet geplaatst werd. De verbindingslijn der kathode met de anode maakte met de lengterichting van het object een hoek van 75° à 80° . De geprepareerde plaat lag in het chassis; de voet was aan de voorzijde op het hout gebonden, en het geheel in een linnen doek gewikkeld. Aan den Ruhmkorff stonden 6 bekers, nl. 3 elementen à 2 cellen, van dezelfde grootte en tot op dezelfde hoogte gevuld als bij de 1e proef. De vonkenlengte in de lucht bedroeg thans ongeveer 10 centimeter. De duur der proef bedroeg bijna 4 uren. Op het verkregen beeld kwamen de teenen en de spijkers vrij goed uit.

3e proef (22 Januari 1896): Het object bestond in een koperen ornament, dat vroeger aan eene petroleumlamp als lampenglashouder had gediend en plat geklopt was. De dikte van het koper varieerde van 0,42 tot 0,47 millimeter. Het object was ingepakt evenals de rijksdaalders bij de 1e proef, terwijl de sterkte van den stroom dezelfde was, als bij de 2e proef. Ook hier was, evenals bij de 2e proef, buis No. 9 de bestralingsbron, die voortdurend op dezelfde plaats bleef staan, onmiddellijk in aanraking met het hout van het object. De geslaagde proef duurde 1 uur 55 minuten.

4e proef (24 Januari 1896): Ditmaal werden eenige „schablonen”, die vroeger als kinderspeelgoed hadden gediend, — de dikte der koperen plaatjes was $\frac{1}{40}$ millimeter — op de geprepareerde plaat in het chassis gedaan. Vóór de sluiting van het chassis werden de plaatjes, ter voorkoming van verschuivingen, met een glazen plaat van behoorlijke dikte bedekt. De bestralingsbron en de stroomsterkte waren dezelfde als bij de 2e en 3e proef. De duur der proef was ditmaal 45 minuten. Bij deze proef werd het chassis zorgvuldig op isoleerbankjes geplaatst, en zooveel mogelijke elke geleidende verbinding van het chassis en de omgeving daarvan met den grond vermeden.

De Röntgen'sche stralen zijn bij deze proef gedeeltelijk door het dunne koper heen gedrongen, alhoewel natuurlijk niet in die mate als door die plaatsen, waar men, ter

verkrijging der figuren, het koper had uitgesneden. De fotografische beelden maken hierom vooral een eigenaardig liefelijken indruk, wijl nergens een groot contrast tusschen licht en donker bestaat.

Bij alle proeven was de verbindingslijn der kathode met de anode naar het object gericht, de anode aan de zijde van het object. Van de Crookes'sche buis No. 1 werd de centrale pool als kathode en van de twee polen aan de uiteinden slechts een enkel pool als anode gebruikt.

De proeven gaven aanleiding tot de volgende opmerkingen:

1. De geheele omgeving van de Crookes'sche buis was gevuld met Röntgen'sche stralen, die ook nog achter de objecten duidelijk konden opgemerkt worden. De ruimte, waarin zich die werking deed gevoelen, zal in dit stuk worden aangeduid onder den naam van: „Röntgen'sche veld”.

Dat Röntgen'sche veld omvat, zooals de onderzoekingen aantoonde, in de eerste plaats de verbindingslijn van kathode met anode en haar verlengde, en strekt zich verder in alle richtingen zijdelings tot op eenigen afstand uit.

Bij de 2e proef (met den voet) kon men de aanwezigheid der stralen nog op een afstand van 12 centimeters en bij de 3e proef zelfs op een afstand van 20 centimeters achter de voorwerpen waarnemen.

Als middel voor het waarnemen der Röntgen'sche stralen bewees één der bollen van No. 2 der Crookes'sche verzameling, nl. de bol van Engelsch glas, die in blauw licht phosphoresceert, uitstekende diensten; overal, waar hij werd gehouden in het Röntgen'sche veld, zag men het blauw licht flikkeren. Van de overige Crookes'sche buizen, die in het bezit der Hoogere Burgerschool zijn, — deze zijn No. 1, 2, 4 (in duplo met twee verschillende vullingen), 5, 7, 9, 11 en 21, — zijn voor dit doel goed te gebruiken No. 4 en No. 11, vooral No. 4.

Nog verdient opmerking, dat ook kleinere Geissler'sche buizen, voornamelijk de met bromium en chloroform gevulde, in het Röntgen'sche veld geplaatst, haar eigenaardig licht begonnen te verspreiden.

Zonder twijfel zal men ook, naar het voorbeeld van Professor Röntgen, met behulp van een scherm met bariumplatinacyanuur kunnen vaststellen, hoe ver zich in ieder geval het Röntgen'sche veld uitstrekt. Deze methode werd niet toegepast, omdat het bariumplatinacyanuur nog niet onder de chemicaliën aanwezig was.

2. Zeer merkwaardig is het volgende verschijnsel: Wanneer men zijne hand brengt binnen het Röntgen'sche veld, dan is het niet meer mogelijk, de Crookes'sche buis No. 2 in de nabijheid der hand in phosphoresceerenden toestand te brengen; evenmin kan men alsdan eene kleinere Geissler'sche buis doen actief werken. Hieruit zou wellicht kunnen volgen, dat eene geleidende verbinding met den grond het Röntgen'sche veld eenigszins neutraliseert. Mogelijk is het echter ook, dat de vermelde apparaten, nl. de Crookes'sche buis No. 2 en de Geissler'sche buizen, onder den directen invloed stonden van een *electrisch* veld, hetwelk zich door de elektroden-draden van den *Ruhmkorff* had gevormd en dan natuurlijk door de geleidende verbinding met den grond inactief moest worden.

Nog verdient vermeld te worden, dat de onlaadtang, gewoonlijk dienende voor de ontlading van een electrischen condensator, tusschen de bestralingsbron en het object of achter het object in het Röntgen'sche werd gebracht. Werde de tang bij de glazen handvatsels aangevat, dan bleef de werking bij de Crookes'sche buis No. 2 en bij de Geissler'sche buizen in hare volle kracht bestaan. Werde echter de tang bij het koper vastgehouden, dan werd het veld achter het object neutraal, wanneer de tang zich eveneens daarachter bevond; daarentegen werd het veld zoowel vóór als achter het object neutraal, als de met den grond in verbinding staande tang vóór het object werd gehouden.

De werktafel der Hoogere Burgerschool te Maastricht is met glazen platen belegd; deze omstandigheid heeft wellicht niet weinig tot het spoedig gelukken der proeven bijgedragen. Bij twee proeven, die geen gunstig resultaat hadden, — deze behooren niet onder de in dit stuk beschrevene — waren vóór en achter de objecten, om aan deze een vasten stand te geven, zware ijzeren gewichten geplaatst. Het is niet onwaarschijnlijk, dat deze gewichten, die mogelijk zich te kort bij de electroden-draden van den Ruhmkorff bevonden, en wellicht met den grond in geleidende verbinding waren, de werking van den ontladingsstroom in de bestralingsbron hebben gestoord.

Aanvankelijk werd bij de proeven van de meening uitgegaan, dat Röntgen'sche stralen van matige sterkte slechts op goed geïsoleerde objecten een behoorlijken invloed konden uitoefenen. De laatste der op 4 Februari verrichte proefnemingen bewijst, dat die meening niet kan volgehouden worden, en dat eene behoorlijke isolatie waarschijnlijk slechts direct ten goede komt aan het behoud van eene flinke stroomsterkte in den secundairen draad van den Ruhmkorff. Op den 4 Februari werden immers twee vergelijkende proefnemingen gedaan, waarbij de objecten in 't algemeen onder dezelfde omstandigheden geplaatst worden, doch het eene geïsoleerd en het andere zoo goed mogelijk met den grond in verbinding gebracht. Hierbij bleek, dat het resultaat der laatste proefneming hoegenaamd niet behoefde onder te doen voor dat der eerste.

De proefnemingen werden voortgezet op 28 en 29 Januari 1896.

Bij de nieuwe proeven was de vonkenlengte in de lucht nog altijd circa 9 centimeter. In navolging van Hertz bij zijne beroemde proeven over electrische trillingen werden de uiteinden van den secundairen geleider van den Ruhmkorff, behalve met de electroden der Crookes'sche buizen, ook nog verbonden met zware metalen blokken. Op een isoleerbankje lag een looden kogel van 6,5 kilogram en een ijzeren blok van 12 kilogram, op een ander twee ijzeren blokken, elk van 12 kilogram. Dit geschiedde ter vergrooting van de capaciteit en tevens van den schommelingsduur bij de ontlading in de Crookes'sche buis. Voorloopig kan nog niet met beslistheid beweerd worden, dat deze maatregel een gunstigen invloed op het resultaat der proeven heeft uitgeoefend; het staat echter vast, dat hij niet nadeelig heeft gewerkt. Tot nu toe ontbrak de tijd, om het noodige aantal van proeven te doen voor de definitieve beantwoording der vraag aangaande het meer of minder wenschelijke van de genomen voorzorg.

Als bestralingsbronnen dienden bij eenige der volgende proeven de twee Crookes'sche buizen No. 1 en No. 9, beide achter elkander in den ontladingsstroom geplaatst. Zij stonden naast elkander op de tafel, zoo dicht mogelijk bij het te photografeeren voorwerp en waren naar verschillende punten van dit object gericht.

5e proef (28 Januari 1896): Het object bestond weder in vier „schablonen”, verdeeld over eene plaat, 16 centimeter lang en 11 centimeter breed. De duur der proef bedroeg 45 minuten. Het resultaat der proef is geweest, dat alle figuren vrij duidelijk uitkwamen.

6e proef (28 Januari 1896): Ditmaal werd eene meisjeshand gefotografeerd. De jonge dame was gezeten op een stoel, die ter isoleering op een glazen onderstel geplaatst was. De geprepareerde plaat werd bedekt met gutta-percha, in verschillende papieren gewikkeld en ten slotte met een touw kruiselings omwonden. De hand rustte in horizontalen stand op dit praeparaat, dat op de met een glazen blad bedekte werktafel van het laboratorium gelegd was. De pose duurde $\frac{3}{4}$ uur. De verkregen fotografie is een volledig en getrouw afbeeldsel eener hand, zooals die in een anatomischen atlas is voorgesteld; vooral geldt dit van de vingers. De structuur van beenderen en vleesch en de afscheiding der afzonderlijke beentjes komen duidelijk uit. De ringen, die aan de vingers waren, zijn zeer goed te herkennen. Over het beeld loopen twee loodrecht op elkander staande zwarte lijnen, die een kruis vormen; dat kruis is eene afbeelding van het bovenvermelde touw om het praeparaat.

7e proef (29 Januari 1896): Het object was hetzelfde als bij de 3e proef. De nieuwe proef werd verricht, om te onderzoeken, of door eene veranderde plaatsing der lichtbronnen nog gunstigere resultaten zouden te verkrijgen zijn. Door het verkregen beeld werd aangetoond, dat de twee gebezigde bestralingsbronnen een storenden invloed op elkander hadden uitgeoefend. Ook werd geconstateerd, dat de Crookes'sche buis No. 1 eene geschiktere bestralingsbron is dan de peer (buis No. 9). Misschien moet aan den grooteren omvang der kathode van de buis No. 1 hare sterkere werking toegeschreven worden.

Weder werden de proeven voortgezet op 31 Januari 1896. De *Ruhmkorff* was intusschen versterkt en werd in werking gesteld door 4 elementen à 2 cellen, zoodat de vonkenlengte in de lucht thans 11 à 12 centimeter bedroeg. De capaciteit van den secundairen geleider werd weder volgens de methode van *Hertz* vergroot. Naar aanleiding van de uitkomsten der 7e proef werd vóór elk object eene enkele bestralingsbron, en wel in den regel buis No. 1, geplaatst. Deze stond bij elke der volgende proeven op een afstand, varieerende tusschen $5\frac{1}{2}$ en 8 centimeter, van het te fotografeeren voorwerp.

8e proef (31 Januari 1896): Het object was, evenals bij de 6e proef, eene meisjeshand, de duur der pose $1\frac{1}{2}$ uur. De uitkomst overtrof de stoutste verwachtingen en stelde het reeds bevredigend resultaat der 6e proef geheel en al in de schaduw. De constructie van vingers, middelhand en handwortel is met alle kleine schakeeringen zichtbaar; het beeld is ruim 20 centimeter lang en 13 centimeter breed.

9e proef (31 Januari 1896): Het object was een platvisch, de duur der pose $1\frac{1}{2}$ uur. Het verkregen beeld staat verre achter bij dat der hand in de 8e proef. Dit is toe te schrijven aan de minder gunstige werking van de bestralingsbron, die in dit geval de peer (buis No. 9) geweest is, terwijl de hand bij de 8e proef door de *Cookes'sche* buis No. 1 beschenen werd.

10e proef (31 Januari 1896): Een ridderkruis („Nederlandsche Leeuw”), aan het

lint met metalen spelden opgehangen in het chassis, werd gedurende $\frac{3}{4}$ uur geëxposeerd aan de Crookes'sche buis No. 1, en werd met alle bijzonderheden op uitstekende wijze teruggegeven. Ook wordt de plaats van het lint door een matten schemer aangeduid, hetgeen bewijst, dat stoffen, zooals zijde, de Röntgen'sche stralen iets minder goed doorlaten.

De reeks der proeven werd gesloten op 4 Februari 1896. Op dezen dag werden, zooals reeds vroeger is aangeduid, twee gelijke objecten, nl. twee ridderkruizen, genomen. Het chassis, waarin het eene kruis (de „Nederlandsche Leeuw”) gelegen was, stond boven eene metalen plaat. Rondom stonden metalen voorwerpen, zooals blokken en draadnetten van ijzer, die door kettingen met den grond in geleidende verbinding waren gebracht. Op den directen weg van de Crookes'sche buis No. 1 tot aan de geheele voorzijde van het chassis bevond zich echter hoegenaamd niets, zoodat die weg geheel en al vrij was voor de Röntgen'sche stralen. De draden, die de electroden van den Ruhmkorff met de Crookes'sche buis verbonden, werden zorgvuldig geïsoleerd en zoo veel mogelijk van de metalen voorwerpen in de omgeving verwijderd gehouden. Op den anderen kant was het chassis, waarin het tweede kruis („de Kroonorde van Pruisen”) was opgehangen, in den geïsoleerden toestand opgesteld en werd weder door de Crookes'sche buis No. 1 beschonen. Bij beide proeven, waarvan elke slechts $\frac{1}{2}$ uur duurde, was de bestralingsbron circa 8 centimeter van het chassis verwijderd. De voor den Ruhmkorff gebruikte stroom was zwakker dan op 31 Januari, werd opgeleverd door 3 elementen à 2 cellen en gaf eene vonkenlengte in de lucht van ruim 8 centimeter.

Uit de proefneming, waarbij beide cliché's uitstekend gelukten, bleek:

- a) dat eene isolatie der objecten voor een behoorlijk resultaat niet absoluut vereischt is, zooals vroeger abusievelijk werd aangenomen,
- b) dat, tengevolge van de talrijke verbeteringen der methode, de duur der pose zeer verkort kon worden, niettegenstaande de stroomsterkte kleiner werd genomen, dan op de voorafgaande dagen,
- c) dat de witte strepen op het lint der „kroon” meer licht hadden doorgelaten dan de zwarte, hetgeen kan verklaard worden door de onderstelling, dat de zwarte banden met eene ijzerhoudende kleurstof geverfd zijn.

•

De slotsom der beschreven proeven komt in hoofdzaak op het volgende neer:

1. Als bestralingsbron is van de Crookes'sche buizen der verzameling, aan de Hoogere Burgerschool te Maastricht aanwezig, het best geschikt de buis No. 1, die op een afstand van 5 à 8 centimeter van het object dient geplaatst te worden. Bij die buis No. 1 dienen de centrale pool en één der polen aan de uiteinden respectievelijk als kathode en anode. Ligt het object horizontaal, dan moet de kathodenstroom verticaal naar het object gericht zijn; omgekeerd moet de stroom horizontaal zijn, wanneer het object, bijv. het chassis, verticaal staat. Twee lichtbronnen, te gelijker tijd inwerkende op een object, oefenen op elkander een storenden invloed uit.
2. De Ruhmkorff dient eene voldoende sterkte te hebben; de vonkenlengte in de

lucht bedrage ten minste 10 à 12 centimeter. Voor het fotografeeren van lichaamsdeelen in korten tijd zal die lengte vermoedelijk wel 15 centimeter hehooren te wezen.

3. Het is geen volstrekt vereischte, dat de objecten worden geïsoleerd gehouden van den grond, evenals zulks bij voorwerpen, met statische electriciteit geladen, het geval is. Evenwel is isolatie aan te raden, wijl daardoor het gevaar voor afleiding van den ontladingsstroom in de *Crookes'sche* buizen vermeden wordt.

4. Waarschijnlijk is de vermeerdering der capaciteit van den secundairen draad bij den *Ruhmkorff* volgens de methode van *Hertz* voor het welslagen der proeven van grooten invloed.

5. Het scherm met bariumplatinacyaanuur is een geschikt middel, om de aanwezigheid der *Röntgen'sche* stralen in de omgeving aan te toonen. Uit de verrichte proeven is echter gebleken, dat als betere photoscopen voor *Röntgen'sche* stralen zijn aan te bevelen de *Crookes'sche* buizen No. 2 (Engelsch glas), No. 4 en No. 11, en buitendien kleinere *Geissler'sche* buizen, van deze laatste voornamelijk de met bromium en chloroform gevulde buizen.

Maastricht, 6 Februari 1896.



Foto-opname met de *Röntgen'sche* straal in 1896 vervaardigd in het natuurkundig laboratorium der Gem. H.B.S. (Zie artikel van Dr. Hoffmans).