

XI

De ontwikkeling van röntgentechnologie in de beginjaren van het Philips' Natuurkundig Laboratorium¹

KEES BOERSMA

1. Inleiding

“In het nieuwe laboratorium der Philips fabrieken te Eindhoven zijn de knapste koppen dag-in, dag-uit ermede bezig, aan de natuur de geheimen van het licht te ontwringen, om de Philips-lamp op te stuwen tot de hoogste volmaking.” Deze leuze, vol van Philips-retoriek, was in 1925 te lezen in een advertentie ter gelegenheid van de opening van het nieuwe gebouw van het Natuurkundig Laboratorium (in het vervolg afgekort als Nat.Lab.) van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken in Eindhoven. In de advertentie worden wetenschappers als beloftevolle talenten gepresenteerd. Zij moesten ervoor zorgen dat de Philipsproducten, dankzij hun wetenschappelijke inbreng, tot een hoge mate van perfectie werden gebracht.

Het Nat.Lab. van Philips waar zij werkten, is een voorbeeld van een belangrijke innovatie van de twintigste eeuw: het industriële researchlaboratorium. Een researchlaboratorium is een bedrijfsonderdeel waarin wetenschappelijke en technische kennis wordt verworven ter ondersteuning en mogelijk ter uitbreiding van ondernemingsactiviteiten.² Sinds het midden van de 19e eeuw is de wederzijdse bevruchting van wetenschappelijke en technische kennis een niet meer weg te denken fenomeen bij de ontwikkeling van producten.³ Om dit te laten zien, komen de auteurs van ‘Het technisch labyrint’, een overzichtswerk van drie industriële revoluties, tot de volgende uitspraak: “De ondernemers konden de betekenis van de individuele uitvinder, het genie en het toeval terugdringen door grote laboratoria

1 Ik dank Ivo Blanken, Frederiek van der Kaaden, Peter van Overbeeke, Lamber Royakkers, Peter Staal, Geert Verbong en Marc de Vries voor hun commentaar op eerdere versies van dit artikel.

2 Lintsen, H., Kennisverwerving in de Nederlandse industrie in de 19e eeuw, in Visser, R.P.W., C. Hakfoort, *Werkplaatsen van Wetenschap en Techniek. Industriële en Academische Laboratoria in Nederland. 1860-1940*, (Amsterdam 1987) 175.

op te richten, waarin teams van wetenschappers en lager personeel aan systematisch onderzoek werden gezet.”⁴ Hier wordt de wetenschap als een aparte, beïnvloedbare en welhaast probleemloze productiefactor geïntroduceerd. Echter, in een industrieel researchlaboratorium komen de successen, maar juist ook de spanningen van de wisselwerking tussen wetenschap en techniek duidelijk naar voren.

De meeste grote industriële researchlaboratoria zijn opgericht in het begin van de twintigste eeuw. Grote industriële ondernemingen zoals General Electric en Bell uit de V.S. namen het initiatief om natuurwetenschappers in huis te halen om in goed geoutilleerde laboratoria onderzoek te doen.⁵ Ook in Nederland verscheen in de eerste decennia van de twintigste eeuw een aantal industriële laboratoria.⁶ Het Nat.Lab. van Philips was in Nederland het eerste natuurkundig laboratorium. Het Nat.Lab. heeft zich voor Nederlandse begrippen in de loop der jaren een unieke positie weten te verwerven. Het researchlaboratorium ontpopte zich in korte tijd als een belangrijke kennisbron. Voor het ontstaan van het Nat.Lab. moeten we terug naar 1914. In dat jaar namen Anton en Gerard Philips, de toenmalige directeurs van Philips, Gilles Holst, een fysicus afkomstig van de Leidse school van Kamerlingh Onnes, in dienst om het laboratorium gestalte te geven.⁷ In de beginjaren van het laboratorium werkten de onderzoekers, nog beperkt in aantal, vooral aan de verbetering van de gloeilamp, die toentertijd het hoofdproduct was van de Philips-onderneming. Al spoedig zou blijken dat de natuurwetenschappelijke onderzoekers in staat waren het productenarsenaal van Philips te verbreden. Dat wil overigens niet zeggen dat elk nieuw product dat Philips op de markt zette zijn wortels had in het Nat.Lab.

In dit artikel staat het onderzoek naar de ontwikkeling van röntgenbuizen en -apparaten door de onderzoekers van het Nat.Lab. centraal. Het artikel maakt deel

3 Verbong pleit voor de metafoor van de siamese tweeling om de relatie tussen wetenschap en techniek te beschrijven: ‘Techniek en wetenschap zijn met elkaar vergroeid en daardoor volstrekt van elkaar afhankelijk geworden zonder dat zij hun eigen identiteit volledig hebben verloren.’ Verbong, G., *Techniek en wetenschap: een siamese tweeling*, in: Jaarboek voor de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek, (Amsterdam 1990) 34.

4 Pieterse, M., (red.), *Het technisch labyrint. Een maatschappijgeschiedenis van drie industriële revoluties*, (Amsterdam 1981) 178.

5 Van een aantal van deze laboratoria heeft met name Reich de geschiedenis geschreven, zie bijvoorbeeld Reich, L.S., *The Making of American Industrial Research. Science and Business at GE and Bell, 1876-1926*, Cambridge: (Cambridge 1985) waarin hij de ontstaansgeschiedenis van de laboratoria van GE en Bell met elkaar vergelijkt.

6 Hutter, J.J., *Nederlandse Laboratoria 1860-1940, een Kwantitatief Overzicht*, in: Visser, R.P.W., C. Hakfoort, *Werkplaatsen van Wetenschap en Techniek. Industriële en Academische Laboratoria in Nederland 1860-1940*, (Amsterdam 1987).

7 Blanken, I.J., *Geschiedenis van Philips Electronics N.V. De Ontwikkeling van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken tot Electronisch Concern*, (Leiden 1992) 9.

uit van een onderzoek naar de ontstaansgeschiedenis van het Nat.Lab.⁸ De ontwikkeling van röntgentechnologie op het Nat.Lab. is een case uit dat onderzoek. Voor de Nat.Lab.-onderzoekers zelf was de röntgenbuis één van de eerste nieuwe producten waarin zij zich zouden vastbijten. Allereerst zal ik in dit artikel ingaan op de röntgenwetenschap en –techniek. Bij de ontwikkeling van röntgentechnologie was specifieke kennis en vaardigheid vereist die de Nat.Lab.-onderzoekers hadden ontwikkeld bij het onderzoek naar bijvoorbeeld materiaaleigenschappen en vacuümtechnieken. Het onderzoek naar röntgentechnologie opende een nieuwe markt voor Philips. Om een indruk te krijgen van de voor Philips nieuwe markt, zal ik het gebruik van röntgenapparatuur door Nederlandse artsen en de kennis over de schadelijkheid van röntgenstralen toelichten. De verrichtingen op het Nat.Lab. worden op deze wijze in een bredere, maatschappelijke context geplaatst.

In dit artikel zal blijken dat successen op wetenschappelijk en technologisch terrein niet zonder meer leiden tot een goed eindproduct zonder technische mankementen. Ook zal naar voren komen dat de introductie van nieuwe producten op de markt lang niet altijd direct omgezet kan worden in financiële successen. Van Lente heeft laten zien dat de introductie van nieuwe technologie meer dan eens gebaseerd is op verwachtingen van successen in de toekomst die lang niet allemaal en altijd worden waargemaakt.⁹

De hoofdvraag die in dit artikel aan de orde komt is hoe kennis die ontwikkeld werd in het Nat.Lab. is ingezet om tot succesvol nieuw product te komen. Concrete vragen die daarbij aan bod komen zijn: Hoe raakte Holst geïnteresseerd in röntgentechnologie? Welke producten kwamen voort uit de activiteiten van de Nat.Lab.-onderzoekers onder leiding van Holst en Albert Bouwers, de groepsleider van het röntgenonderzoek? Met welke problemen kregen zij te maken en hoe werden die opgelost?

Dit artikel is als volgt opgebouwd. In paragraaf twee worden de röntgenwetenschap en –techniek geïntroduceerd en kort toegelicht. Vervolgens laat ik in paragraaf drie zien hoe de röntgentechnologie in Nederland was ingeburgerd. In paragraaf vier wordt zichtbaar hoe de röntgentechnologie een plaats kreeg op het Nat.Lab. Dan wordt in paragraaf vijf uitgewerkt welke activiteiten Bouwers ontplooië in de jaren twintig. In paragraaf zes worden de inspanningen van Philips op de röntgenmarkt besproken. De rol van Bouwers is het onderwerp in paragraaf zeven. Paragraaf acht laat zien hoe de financiële situatie van de röntgenafdeling was. Tot slot volgt er een korte conclusie.

8 Mijn promotieonderzoek is onderdeel van het project 'Geschiedenis van het Philips Natuurkundig Laboratorium' uitgevoerd door dr. M.J. de Vries. Het onderzoek vindt plaats bij de sectie Algemene Wetenschappen van de faculteit Technologie Management van de Technische Universiteit Eindhoven en staat onder leiding van prof. dr. ir. H.W. Lintsen.

9 Lente, H. van, *Promising Technology. The Dynamics of Expectations in Technological Developments*, (Delft 1993).

Voor de reconstructie van de geschiedenis van de röntgenafdeling binnen het Nat.Lab. is, naast enkele theoretische en geschiedkundige verhandelingen, gebruik gemaakt van het Philips Concern Archief (het PCA, het archief van het Nat.Lab. maakt hier deel van uit)¹⁰, het Algemeen Rijks Archief te Den Haag (het ARA) en het archief van het Boerhaave Museum te Leiden.

2. De röntgenwetenschap en -techniek

Röntgenstralen zijn vernoemd naar haar ontdekker. Wilhelm Conrad Röntgen deed in 1895, tijdens onderzoek naar de werking van kathodestrallen, een ontdekking met verstrekende gevolgen. In zijn donker gemaakte kamer in het laboratorium van de universiteit van Würzburg in Duitsland, zag hij een scherm bedekt met bariumplatinacyanuur oplichten. Dit gebeurde onder invloed van straling afkomstig van een Crookes-buis, een bepaald type elektronenbuis, waaraan hij metingen deed. Het was een voor hem onbekende straling, die hij daarom X-straling noemde. Alhoewel hij niet direct het belang van zijn ontdekking kon inschatten, begreep hij wel meteen dat hij met een interessant verschijnsel werd geconfronteerd. In 1896 verscheen er van zijn hand een artikel waarin hij de ontdekking uit de doeken deed.¹¹

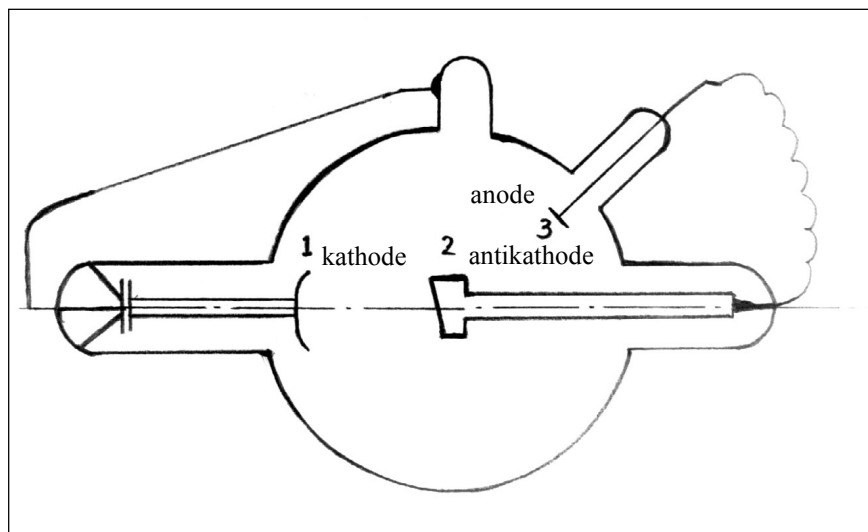
Dit verschijnsel, het oplichten van materiaal onder invloed van een elektronenbombardement, is in de jaren na de ontdekking van Röntgen onderzocht. Het werd al spoedig duidelijk dat de röntgenstralen werden opgewekt doordat elektronen met grote snelheid op een metaaloppervlak terechtkwamen. De röntgenstralen kregen een praktische toepassing in de röntgenbuis. In een röntgenbuis produceert een negatief geladen elektrode, de kathode, een elektronenbundel die een positief geladen elektrode, de antikathode, raakt.¹² Hierdoor begint deze onder andere röntgenstralen uit te zenden. De antikathode is onder een hoek opgesteld, zodat de röntgenstralen buiten de buis kunnen treden. Niet alle (bewegings)energie die de elektronen bezitten wordt daadwerkelijk omgezet in röntgenstraling. Verreweg het grootste deel van de energie wordt omgezet in warmte in de antikathode. Om te voorkomen dat de antikathode zal smelten, moet het materiaal van de anode hittebestendig zijn en worden gekoeld. Coolidge, een toponderzoeker en Nobelprijs-

10 Het Philips Concern Archief is gevestigd op de Emmasingel in Eindhoven. Ik wil met name Ben van Gansewinkel, medewerker op dit archief, bedanken voor zijn hulp tijdens mijn archiefwerk.

11 In het Nederlands vertaald: Röntgen, W.K., 1896, *Een nieuw soort van stralen* (Amsterdam 1896) A.M. van den Broecke.

12 De antikathode is een hulpelektrode voor de anode. Er bestaan ook uitvoeringen van buizen met alleen een kathode en een anode. Op het onderscheid tussen de twee buizen ga ik hier niet in.

Afbeelding 1. Röntgenbuis



winnaar van General Electric, heeft het beschreven principe van de röntgenbuis bedacht. Rond 1900 heeft hij zijn vinding geoptimaliseerd en vervolgens voortdurend verder ontwikkeld.

Röntgenstralen kunnen, doordat ze veel energie bezitten, gemakkelijk door stoffen heen dringen die uit lichte atomen zijn opgebouwd. Zwaardere atomen, zoals die van metalen, absorberen de straling. Wordt de straling die door een object is gezonden op een scherm geprojecteerd, dan zijn de delen van het object die de stralen hebben geabsorbeerd, zichtbaar als witte plekken. Op die manier kan bijvoorbeeld de botstructuur van een menselijk lichaam zichtbaar gemaakt worden, daar botten de röntgenstralen absorberen en de weke delen van het lichaam de stralen doorlaten. Door die stralen vervolgens op een fotografische plaat te projecteren, werden er opnames gemaakt. Zo heeft de ontdekking van de röntgenstralen praktische toepassingen gekregen in zowel de industriële als in de medische wereld. In de industrie hebben onderzoekers de buis gebruikt bij het onderzoek naar materiaalstructuren. Medici gebruikten de röntgenbuis voor bijvoorbeeld longonderzoek en het vaststellen van botbreuken.

Voor natuurwetenschappers en technici was de röntgenbuis een interessant object van onderzoek en ontwerp. De eerst genoemden analyseerden de verschijnselen die ten grondslag lagen aan de röntgenstraling. De metingen aan de intensiteit van de stralen die zij uitvoerden, leverden bijdragen aan de verbetering van de kwaliteit van de opnames. Voor technici lag er de uitdaging om verworven weten-

schappelijke en technische inzichten te gebruiken bij het ontwerp van röntgenbuizen. Twee specifieke wensen kregen daarbij veel aandacht: het ontwerpen van buizen waarmee scherpe opnames gemaakt konden worden en het bieden van voldoende stralingsbescherming aan de gebruiker en, in het geval van de medische toepassing, ook aan de patiënt. Die bescherming was nodig, want spoedig na de ontdekking van Röntgen werd duidelijk dat de röntgenstraling schadelijk was voor de gezondheid van mens. De gebruiker van röntgenapparatuur moest dan ook afdoende tegen de schadelijke werking van de straling worden beschermd. De twee wensen bleken elkaar in de praktijk nogal eens tegen te werken. Voor de ontwerpers lag hier de taak om de twee wensen toch zo goed mogelijk te verenigen in één ontwerp.

3. Röntgentechnologie in Nederland rond de eeuwwisseling

In zijn proefschrift uit 1966 beschrijft Wylick de opkomst van de röntgentechnologie in Nederland.¹³ De ontdekker van de röntgenstralen zelf had daarin een persoonlijke inbreng, zo blijkt uit Wylicks studie. Wilhelm Röntgen had een Nederlandse moeder en bracht zijn jeugd door in Apeldoorn en Utrecht. Röntgens wetenschappelijke carrière vond plaats in Duitsland. Zijn leven lang heeft hij contacten gehad in Nederland.

Enkele Nederlandse artsen en wetenschappers behoorden tot de eersten die zijn ontdekking op waarde hebben geschat: in november 1899 werd op de universiteit van Amsterdam een professoraat voor röntgenologie ingesteld, het eerste in Europa. Wertheim Salomonson, een neuroloog uit Amsterdam en één van de artsen waarmee Röntgen nauwe contacten onderhield, werd de eerste (buitengewoon) hoogleraar die deze leerstoel bezette. Wertheim Salomonson, van wiens hand vele artikelen verschenen over röntgentechniek en röntgenologie (de toepassing van röntgenstralen in de geneeskunde), wist vele Nederlandse artsen en wetenschappers te mobiliseren. Op zijn initiatief werd in april 1901 de Nederlandse Vereniging voor Electrologie en Röntgenologie opgericht¹⁴, waarvan hij zelf voorzitter werd.

De Nederlandse röntgenologen publiceerden hun ervaringen met het gebruik van röntgenapparatuur meestal in het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde. In dit tijdschrift verschenen ook de verenigingsverslagen (notulen van vergade-

13 Wylick, W.A.H. van, *Röntgen en Nederland. Röntgens betrekkingen tot Nederland en de opkomst der Röntgenologie hier te lande*, (Utrecht 1966). Uit deze dissertatie en uit die van Fokkema haal ik informatie over het gebruik van röntgenapparatuur door Nederlandse artsen. Het proefschrift van Fokkema behandelt de schade die ontstaat door röntgen- en radiumstraling: Fokkema, R.F., *Schade door Röntgen- en Radiumstraling. Een hoofdstuk uit de vroege geschiedenis van de radiologie, 1896-1939*, (Groningen 1993).

ringen) van de Nederlandse Vereniging voor Electrologie en Röntgenologie. Wertheim Salomonson had in dit blad een grote inbreng. Opvallend is dat hij in zijn artikelen niet alleen de radiologie, maar ook de röntgentechniek, met name de werking van de Coolidge-buis, behandelde.¹⁵ Uit de artikelen van de Nederlandse röntgenologen mag geconcludeerd worden dat het belang van de nieuwe techniek al vroeg na Röntgens ontdekking ook in Nederland werd ingezien.

De röntgentechnologie werd dan weliswaar al in een vroeg stadium breed toegepast, de fabricage van röntgenapparatuur in Nederland kwam pas veel later op gang. In de beginjaren van de twintigste eeuw was de röntgenapparatuur afkomstig van fabrikanten buiten Nederland. De Coolidge-buizen, bekend bij Wertheim Salomonson en zijn collegae, waren afkomstig van fabrikanten uit Duitsland. Philips hield zich pas vanaf 1917 bezig met röntgentechnologie. De onderzoekers van het Nat.Lab. hebben vervolgens bijdragen geleverd die het voor Philips mogelijk maakten met een nieuw product op de markt te komen. Hoe Philips met de röntgentechnologie in aanraking kwam en wat de bijdragen van de Nat.Lab.-ers waren, wordt hierna beschreven.

4. De introductie van röntgentechnologie op het Nat.Lab.

Duitse industriëlen, onder wie C.H.F. Müller uit Hamburg¹⁶, verwierven zich in het begin van de twintigste eeuw een toonaangevende positie op röntgengebied in Europa. Al in 1899 diende de firma C.H.F. Müller A.G. uit Hamburg een octrooi in op een röntgenbuis met een watergekoelde anti-kathode.¹⁷ Deze buis werd met succes op de markt gebracht. Voor de constructie van de röntgenbuis werd het Coolidge-principe toegepast. Met deze techniek, die nog volop in ontwikkeling was, werden de onderzoekers van het Nat.Lab. in 1917 geconfronteerd.

Binnen Philips had men ervaring opgebouwd met lampenfabricage. Het Nat.Lab. van Philips, dat in die tijd nog een klein laboratorium met een informele structuur was, had hierin onder leiding van Holst een eigen inbreng.¹⁸ Uit het Register Publicaties van het Nat.Lab. valt op te maken dat de eerste onderzoeken die uitgevoerd werden, betrekking hadden op de gloeilamp, elektronenbuizen en onderdelen daarvan.¹⁹ De Nat.Lab.-onderzoekers begonnen niet spontaan met de ontwikkeling van de voor hen nieuwe röntgentechnologie. Via een omweg kwam de technologie het

14 ARA 2.19.042.34 Ned. Ver. voor Electrologie en Röntgenologie. notulen vergadering 1901-1954.

15 Wertheim Salomonson, De Coolidge-buis, Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde 1915, 476-478.

16 C.H.F. Müller was aan het eind van de negentiende eeuw als glasblazer actief in de Duitse industrie. Hij richtte een eigen buizenfirma op, de C.H.F. Müller A.G.

17 Patentschrift Nr. 113430, *Röntgenröhre mit durch Wasser gekühlter Antikathode*, vom 21 Mai 1899.

Nat.Lab. binnen. De omweg liep via de Nederlandse artsen die de röntgentechnologie onder de aandacht van de Nat.Lab-ers brachten. Omdat Duitsland in 1917 in oorlog was, kwam de toeleverantie van röntgenbuizen en -apparaten naar Nederland in gevaar.²⁰ Toen de levering van röntgenapparatuur vanuit Duitsland uitbleef, klopten de artsen bij Philips aan voor reparatie en onderhoud van hun apparatuur. Hun keus om de defecte röntgenapparatuur ter reparatie aan Philips aan te bieden, is verklaarbaar. De Nat.Lab.-medewerkers konden hun specifieke kennis en ervaring die zij hadden opgedaan bij hun onderzoek naar materiaaleigenschappen en vacuümtechnieken inzetten bij de reparatie van de defecte röntgenbuizen.

In 1917 was er binnen Philips nog geen sprake van een eigen produktie van of onderzoeksprogramma naar röntgentechnologie. Van de kant van de Nederlandse röntgenologen bleek er zelfs enige onrust te hebben bestaan over het uitblijven van een Nederlandse röntgenindustrie. In de 32ste Algemene Vergadering van de Nederlandsche Vereeniging voor Electrologie en Röntgenologie liet Wertheim Salomonson weten dat "...pogingen zijnerzijds, om fabricatie van inductoria en röntgenbuizen hier te lande te doen plaats vinden, jammerlijk hebben gefaald."²¹ De technici van Philips waren dan wel in staat om de apparatuur te repareren, nieuwe apparatuur konden ze niet aanbieden. Het zou echter niet bij reparatie blijven. De onderzoekers van het Nat.Lab. raakten zo geïnteresseerd in het verschijnsel van röntgenstralen, dat ze besloten een eigen onderzoek op dit gebied op te starten.²² Wertheim Salomonson concludeerde in 1918 met genoegen: "...dat de firma Philips de vervaardiging van Röntgenbuizen ter hand genomen heeft ..."²³

Om inzicht in de stand van de röntgentechnologie in Nederland, legde Holst in december 1917 een bezoek af aan het Antoni van Leeuwenhoekhuis te Amsterdam waar artsen zich met behulp van röntgenapparatuur specialiseerden in het bestrijden van kanker. Uit één van zijn aantekeningenboeken waarin hij ver-

18 In 1914 zijn de volgende personen in dienst van het Nat.Lab.: dr. G. Holst als directeur, dr. E. Oosterhuis en dr. S. Weber en een assistent R.K. Kloppers. In 1916 vertrekt Weber en komen er twee assistenten en een ingenieur bij. In 1917 komt dr. P.G. Cath de wetenschappelijke staf versterken en komen er twee assistenten bij. In 1918 vertrekt er een assistent en komt er een bij. In 1919 wordt er een ingenieur aangenomen. In het jaar 1920 worden vijf gepromoveerde wetenschappers aangenomen, waaronder dr. A. Bouwers. Zie: Gansewinkel, B. van, 1989, *Beschrijvingen van publicaties en verslagen van het Natuurkundig Laboratorium 1914-1926*, intern verslag, PCA.

19 Zie Gansewinkel, B. van, *Beschrijvingen van publicaties en verslagen van het Natuurkundig Laboratorium 1914-1926*, intern verslag 1989, PCA.

20 PCA 815.1 Röntgen, Blanken, I.J., 1992, 246, 246 en Bouwers, A, 1946, *Natuurwetenschappelijk Onderzoek in de Industrie*, in: *De Ingenieur* 26-7-1946, No. 29, A284.

21 *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 1917, 342.

slag deed van dat bezoek, blijkt dat hij daar gesproken heeft met de heer G.F. Gaarenstroom.²⁴ Deze Gaarenstroom, die regelmatig te vinden was op de vergaderingen van de Nederlandse Vereeniging voor Electrologie en Röntgenologie²⁵, was een broer van J.H. Gaarenstroom, een procuratiehouder en latere onderdirecteur van Philips.²⁶ Holst noteerde in zijn boek de aantallen buizen die deze Gaarenstroom betrok en ging na welke leveranciers er toentertijd in Nederland aanwezig waren. Hij ontdekte tijdens zijn bezoek dat de artsen Coolidge-buizen gebruikten die afkomstig waren van de Duitse firma C.H.F. Müller A.G. Naast de gegevens over leveranciers en het aantal gebruikte buizen, die hem een indruk konden geven van de grootte van de afzetmarkt, noteerde Holst enkele wetenschappelijke en technische aandachtspunten die hem de moeite van onderzoek waard leken, zoals de hardheid van de buis, de vorm van de kathode en de gasvulling van de buis. Al in hetzelfde aantekeningenboek werkte Holst enkele formules uit die hij later kon gebruiken bij de berekening aan röntgenstralen. Het is interessant om te zien hoe Holst, als directeur van het Nat.Lab. niet alleen geïnteresseerd was in de wetenschappelijke en technische kant van de röntgenbuis, maar met zijn verkenning van de afzetmarkt ook lette op het bedrijfsbelang. Deze constatering past bij hetgeen Holst zelf altijd heeft uitgedragen, namelijk dat de Nat.Lab.-onderzoekers zich voortdurend af moesten vragen: welke praktische bijdrage heeft mijn onderzoek voor Philips.²⁷

Holst en zijn collega Oosterhuis startten het eerste onderzoek naar de voor Philips onbekende technologie. Hun bevindingen mondden uit in een octrooi, andermaal passend in de strategie van Holst, die het verwerven van octrooien in het algemeen nodig achtte.²⁸ In het octrooi uit 1919 beschreven Holst en Oosterhuis een automatische regeneratie-inrichting voor röntgenbuizen.²⁹ De inrichting bete-

22 PCA/S 657 Röntgen diversen.

23 Zie het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, 1918, 1733. In de door mij geraadpleegde archieven heb ik niet vast kunnen stellen dat hij persoonlijk contact heeft gehad met Anton Philips. Van Wylick concludeert aan de hand van de twee citaten van Wertheim Salomonson wel dat hij dit contact heeft gehad. Wylick, W.A.H. van, 1966, 211: 'Met zijn gezag als hoogleraar in de röntgenologie heeft Wertheim Salomonson op de hem blijkbaar welwillend gezinde heer Philips telkens weer opnieuw aandrang uitgeoefend, ook 'röntgenlampen' te gaan vervaardigen...'.
24 PCA 726 NL Collectie Aantekeningenboeken Gilles Holst, boek 5.

25 ARA 2.19.042.34 Ned. Ver. voor Electrologie en Röntgenologie. notulen vergadering 1901-1954.

26 Verdere gegevens: J.H. Gaarenstroom was al sinds 1908 in dienst van Philips, hij zou tot 1940 bij Philips werkzaam blijven (PCA 6 A t/m Z), G.F. Gaarenstroom was zijn broer, die tot 1922 werkzaam was bij het Antoni van Leeuwenhoekhuis in Amsterdam als chirurg en radiotherapeut (PCA 9 UDC A t/m Z). Holst maakte dankbaar gebruik van dit familienetwerk. We kunnen hier overigens nog een andere broer aan toevoegen: een zekere P.

kende de oplossing voor een praktisch probleem, namelijk het verdwijnen van de gasvulling van de buis onder invloed van de elektrische ontlading. Als gevolg van dit verdwijnen werd de buis 'harder', dat wil zeggen dat de weerstand van de buis groter werd.³⁰ Met andere woorden: voor een gegeven aantal (mili) ampères was een hogere spanning nodig. Een buis kon zo hard worden, dat de stroomdoorgang onmogelijk werd, de kathode verdampte en de glaswand met metaaldeeltjes werd bedekt. Het was daarom zaak de gasdruk zo constant mogelijk te houden door het voortdurend inbrengen van een nieuwe hoeveelheid gas. Dit proces werd regenereren genoemd. De uitvinding van Holst en Oosterhuis zorgde ervoor dat de gasvulling voortaan automatisch kon plaats vinden. Holst deed in die periode nog een vinding die later toegepast zou worden bij het ontwerp van röntgenbuizen. Hij ontwikkelde een elektrode voor ontladingsbuizen met aangesmolten glaswand. Een octrooiaanvraag voor deze vinding werd in 1922 door Holst ingediend.³¹ De uitvinding van Holst was de oplossing voor een probleem waar de technici voortdurend mee te maken kregen bij de constructie van ontladingsbuizen. Ontladingsbuizen toonden zich kwetsbaar vanwege de spanningen die ontstonden in de constructie juist op de plaatsen waar verschillende materialen, namelijk het glas van de wand en het metaal van de elektroden, met elkaar in aanraking kwamen. De spanning werd veroorzaakt door het feit dat de materialen niet gelijkmatig uitzetten ten opzichte van elkaar. De ontwerper van de buis moest ervoor zorgen dat de uitzettingscoëfficiënt van het glas overeen kwam met die van het gebruikte materiaal van de elektroden. Daarbij moest nog rekening worden gehouden met de specifieke afkoelsnelheden van de materialen. Er werden met andere woorden specifieke eisen gesteld aan fysische constanten van gebruikte materialen, omdat die de begrenzing van de mechanische belasting van de buis bepaalden.³² Holst paste een elektrode met een plaatvormig deel van chroomijzer toe dat aan het glas werd gesmolten. Het bleek dat deze combinatie van materialen voldeed aan de specifieke eisen die aan de buis waren gesteld. Het idee van Holst was overigens te danken aan een toevalsbevinding. Bij een bezoek aan de glasfabriek van Philips was het hem opgevallen dat de blaaspijp van de glasblazers, gemaakt van een chroom-

Gaarenstroom, die als arts in 1921 in dienst kwam bij de Geneeskundige Dienst van Philips (PCA 6 A t/m Z).

27 Deze opvatting uitte Holst in diverse toespraken en artikelen, zoals bijvoorbeeld in: Holst, G., *Industrielaboratoria*, ('s Gravenhage 1930) (zijn intrede) en Holst, G., *Over het Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken*, in: *Polytechnisch Weekblad* 1925, 847-851.

28 Holst, G. 1930, 3.

29 Octrooi No. 4122, *Inrichting voor het vernieuwen of aanvullen van de gasvulling in ontladingsbuizen*, dagtekening 23 juli 1919.

30 Dit probleem is later door Bouwers beschreven in: Bouwers, A., *Physica en techniek der Röntgenstralen*, (Deventer 1927) 113 e.v.

ijzerlegering, gemakkelijk vastsmolt aan het glas. Voor de glasblazers zelf was dit lastig, daar de glasballon zich moeilijk van de blaaspijp liet verwijderen. Voor Holst opende het verschijnsel echter de weg tot het belangrijke octrooi.

Vanaf 1918 werden op het Nat.Lab. op kleine schaal röntgenbuizen gefabriceerd. Het motief voor de start van de productie was tweeledig. Enerzijds wilde Philips op dat moment voldoen aan de vraag van de Nederlandse röntgenologen, geuit bij monde van Wertheim Salomonson. Anderzijds paste de start van de nieuwe onderzoeks- en productielijn in de bedrijfsstrategie van Anton Philips. Blanken beschrijft in deel drie van de geschiedenis van de N.V. Philips de gedachten achter “de ontplooiing van nieuwe, buiten het terrein van de gloeilampenindustrie gelegen initiatieven”.³³ Voor de op diversificatie van zijn productieprogramma gerichte Philips, was de markt voor röntgen- en meer nog die van radiobuizen een veelbelovende. Holst en zijn medewerkers durfden onderzoek naar de nieuwe technologie aan, aangezien zij de resultaten van hun onderzoek naar de gloeilampentechnologie konden inzetten. Niet alleen de kennis van vacuüm- en glastechnieken en de metallurgie van met name wolfram, maar ook de fysische kennis, zoals de studie naar het gedrag van elektronen in gassen die zij hadden opgedaan, konden door de Nat.Lab.-onderzoekers worden ingezet.³⁴

De fabricage van de buizen was vooralsnog direct aan het onderzoek gekoppeld en vond plaats in het Nat.Lab. zelf, in het Philipsgebouw op de Emmasingel in Eindhoven. Tot 1923 zouden de röntgenbuizen op die plaats worden gefabriceerd. Aan het begin van de jaren twintig stonden er overigens voor het Nat.Lab. belangrijke veranderingen op stapel. In 1922 werd vanwege ruimtegebrek in het Nat.Lab. op de Emmasingel begonnen met de bouw van een nieuw laboratorium aan de Kastanjelaan, toen nog aan de rand van Eindhoven. Vlak bij de nieuwe vestiging werd een proeffabriek gebouwd. In deze fabriek werden producten die ontworpen waren door de Nat.Lab.-onderzoekers op kleine schaal geproduceerd. Zodoende werden de ‘kinderziektes’ van nieuwe producten zichtbaar. De Proeffabriek was bedoeld als een intermediair tussen het laboratorium en de fabrieken van Philips.³⁵ Daar de röntgenbuizen van Philips in die jaren nog op kleine schaal werden geproduceerd, werd er geen aparte fabriek opgericht, maar vond de productie plaats in de Proeffabriek.

Welke typen röntgenbuizen door Holst en zijn medewerkers rond het begin van de jaren twintig werden geproduceerd, komen we te weten uit een folder uit 1919.³⁶ Naast formulieren voor reparatie en onderhoud (de artsen kwamen immers met

31 Octrooi No. 12876, *Electrode voor ontladingsbuizen met aangesmolten glaswand*, dagtekening 15 oktober 1924.

32 Oosterkamp, medewerker van de röntgenafdeling van het Nat.Lab., beschrijft in zijn proefschrift de problemen die ontstaan onder invloed van temperatuurverschillen tijdens het gebruik van buizen. Zie: Oosterkamp, W.J., *Problemen bij de constructie van technische röntgenbuizen*, (Delft 1939) H. 2.

defecte apparatuur bij Philips) plaatste men in de folder onder andere de afbeeldingen van twee soorten röntgenbuizen: een opnamebuis zonder waterkoeling met wolframantikathode en een buis voor dieptetherapie met waterkoeling. In 1920 was Holst zo ver dat hij namens Philips met deze röntgenbuizen van eigen fabrikaat deel kon nemen aan een tentoonstelling in Utrecht voor het 18e Nederlandse Natuur- en Geneeskunde Congres. Nog in datzelfde jaar kwam Albert Bouwers als 27-jarige, natuurkundig onderzoeker van het universitair laboratorium van Ornstein in Utrecht naar het Nat.Lab. om zich primair met de ontwikkeling van röntgentechnologie bezig te houden. Zowel als wetenschapper en als persoon heeft Bouwers een stempel op het röntgenonderzoek gedrukt.

5. De eerste jaren onder Bouwers

De eerste uitvinding die Bouwers deed op het Nat.Lab. was een röntgenbuis met stalen omhulsel. Het omhulsel diende ter bescherming tegen de schadelijke röntgenstraling. Er was in die tijd al het nodige bekend over de schade die straling kon veroorzaken.³⁷ In de eerste plaats was de röntgenstraling zelf schadelijk voor de huid en de organen van de mens en moesten de gebruikers van de apparatuur afdoende tegen de straling worden beschermd. Daar bovendien met zeer hoge spanningen werd gewerkt, moesten de gebruikers van röntgenapparatuur tevens beschermd worden tegen overslaggevaar. De nieuwe buis van Bouwers bood bescherming tegen beide gevaren. Op deze buis, die al snel de 'Metalix' werd genoemd, vroeg Bouwers octrooi aan.³⁸

Bouwers maakte bij zijn ontwerp van de wand van de Metalix-buis dankbaar gebruik van het eerder genoemde octrooi van Holst uit 1922. Want wat de buis zo bijzonder maakte, was de constructie van de wand. Door het grootste deel van de wand uit metaal te maken, kon onmiddellijk om deze metalen wand een loodlaag aangebracht worden, die de in de buis opgewekte straling in ongewenste richtingen (strooi-straling) kon tegenhouden. Holsts vinding was hierbij onmisbaar, daar de metalen wand dankzij de ontdekte techniek rechtstreeks op het glazen gedeelte van de buis kon worden gesmolten. De straling trad dankzij de constructie slechts naar buiten door het daarvoor bestemde venster. Tot aan die tijd moesten afzonderlijke beschermkappen van lood worden toegepast die voor gebruiker en patiënt

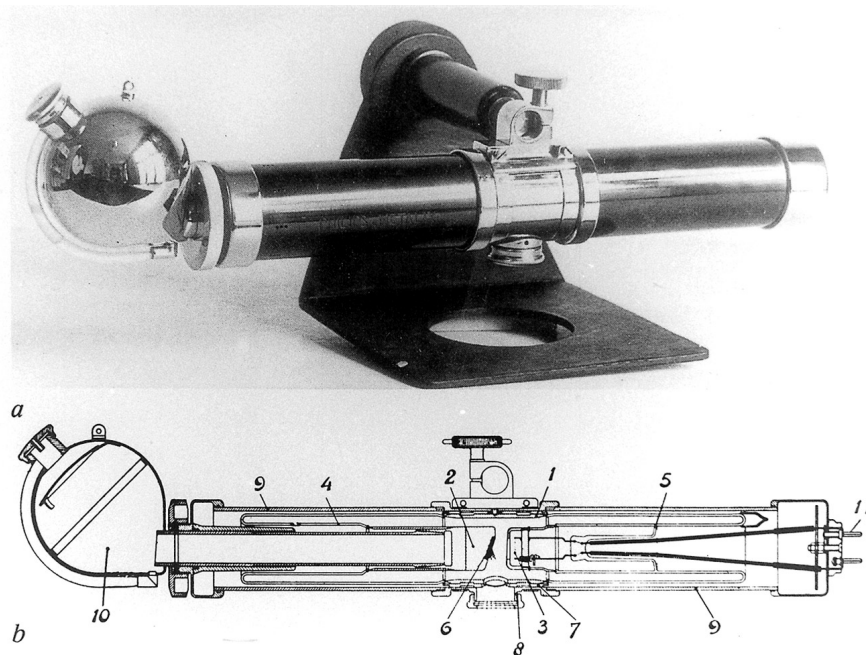
33 Blanken, I.J., 1992, 147 en verder hoofdstuk 4 en 5.

34 Blanken, I.J., 1992, 148.

35 PCA/NL 726 Proeffabriek.

36 PCA 815.1 Röntgen.

37 Zie: Fokkema, R.F., Overigens kwam er in Nederland pas in 1933 een röntgenstralenwet, gegeven in het staatsblad 130 en 299, zie: Archief Boerhaave Museum, 10.4.0.2.1.a.

Afbeelding 2. *Metalix-buis*

De Philips Metalix, de eerste röntgenbuis met stralenbescherming (1924). *a*) De Metalix buis, gemonteerd aan een Philite houder. *b*) Doorsnede van de buis. 1 chroomijzeren omhulling. 2 anode. 3 kathode. 4 glazen verbinding van de anode met de omhulling. 5 glazen verbinding van de kathode met de omhulling. 6 wolframpastille met lijnfocus. 7 loodmantel voor stralenbescherming. 8 venster. 9 Philite cylinders. 10 waterkoeler. 11 stekker voor de aansluiting van de gloeispanning.

zelden afdoende bescherming boden. Met de nieuwe constructie van Bouwers werd het stralingsgevaar voor de gebruiker van de buis sterk gereduceerd.

Het nieuwe van deze buis ten opzichte van de bestaande Coolidge-buizen was dat de ontladingsruimte werd omgeven door een geaarde metalen wand. De werking van de buis was echter nog steeds gebaseerd op het octrooi van Coolidge van General Electric uit 1913. Dit octrooi van Coolidge is echter door Bouwers handig omzeild, door de buis te vullen met heliumgas tot een druk niet lager dan 1/1000 mm Hg. Coolidge had zijn vinding namelijk geïmplementeerd voor een hoogvacuüm röntgenbuis. De heliumvulling bleek onverwachte positieve neveneffecten te hebben.³⁹ Door de aanwezigheid van helium werd namelijk de elektrische oplading aan de binnenzijde van de gasballon verminderd.

De constructie van de wand bood nog een ander belangrijk voordeel. Het midde gedeelte van de Metalix kon goed worden geaard en geïsoleerd, waardoor de

buis bescherming bood tegen overslag van spanning. Als isolatiemateriaal werd 'Philite' gebruikt, een binnen Philips ontworpen isolatiemateriaal dat in vele vormen geperst kon worden. Nadat het gevaar van de stralen tot een minimum was gereduceerd, werd nu ook het tweede gevaar, namelijk dat van de overslag, het hoofd geboden.

In de jaren na de vinding hield Bouwers regelmatig voordrachten op congressen om de werking en de eigenschappen van de buis toe te lichten. Dit deed hij voor het eerst op de vergadering der Nederlandse Natuurkundige Vereeniging in 1924.⁴⁰ De Metalix-buis werd door de internationale wetenschappelijke en industriële wereld met enthousiasme ontvangen.⁴¹ Op grote, internationale tentoonstellingen, zoals die te Stockholm in 1928, werd de buis getoond aan belangstellenden uit de industrie. De Metalix-buis werd daar door de aanwezige pers als het enig werkelijk nieuwe aangemerkt.⁴² Niet alleen de vertegenwoordigers van de industrie, maar ook artsen, reageerden positief op de eigenschappen van de buis. Een in die jaren bekend röntgenoloog uit Utrecht, dr. B.J. Van der Plaats, reageerde enthousiast op de nieuwe buis. In een brief aan Bouwers beschreef hij zijn ervaringen met het gebruik van de Metalix. In maart 1927 had deze arts acht Metalix-buizen in gebruik, met hulp waarvan hij ongeveer 2000 opnamen maakte voor diagnose. Van der Plaats was met name zeer te spreken over de bescherming van de buizen tegen ongewenste uittredende straling. Hij gaf ten overvloede nog te kennen alle onbeschermde glazen Coolidge-buizen ingeruild te hebben voor Metalix-buizen.⁴³

De prestaties van enkele typen Metalix-buizen zijn vastgelegd nadat deze door onafhankelijke experts waren getest op de technische werking en veiligheid.⁴⁴ Met name op het punt van de stralingsbescherming gooiden de buizen hoge ogen. Dat blijkt uit rapporten van de onderzoekers die de Metalix hadden vergeleken met concurrerende röntgenbuizen met stralingsbeschermers, waarbij de Metalix als beste uit de bus kwam.⁴⁵

Ondanks alle positieve geluiden die Bouwers te horen kreeg, moest hij twee problemen zien te overwinnen. In de eerste plaats kwamen er klachten binnen van praktische aard. Een aantal artsen berichtte hem over hun bevindingen en klachten

38 Octrooi No. 16507, *Röntgenbuis*, dagtekening 10 mei 1927. Dit octrooi was later voor Philips een wapen tijdens onderhandelingen met concurrenten.

39 PCA/NL 560 Röntgen. In een brief aan C.H.F. Müller van 28 mei 1925 zette Holst de eigenschappen van de buis met heliumvulling uiteen. Overigens had Siemens uit Duitsland, die de rechten van het Coolidge octrooi voor Europa in handen had, kritiek op de handelswijze van Bouwers. In een 'Streng Vertraulich' verslag van 4 oktober 1927 maakte Siemens melding van de klachten. Uiteindelijk werd dit meningsverschil langs diplomatieke weg opgelost, om dure proceskosten te vermijden.

40 Naar aanleiding van deze voordracht verscheen er een publicatie: Bouwers, A., *Een nieuwe röntgenbuis*, in: Het Tijdschrift voor Natuurkunde, 1924 173-179.

41 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G.

met betrekking tot de nieuwe buis. In een brief uit 1925 beschreven twee bekende Zweedse röntgenologen, dr. Forsell en dr. Akerlund, hun bevindingen met de Metalix-buis.⁴⁶ Weliswaar waren de eerste prestaties van de buis indrukwekkend; de opnamen gemaakt met de Metalix-buis waren van een hoge kwaliteit, en de buis bood voldoende bescherming tegen ongewenste straling. Hun klacht betrof echter de technische kwaliteit van de buizen bij frequent gebruik. De buizen gingen erg snel stuk, zo bleek uit de praktijk. Een soortgelijke klacht kwam van dhr. Haver Droeze uit Bandoeng.⁴⁷ Hij gaf in een brief te kennen dat de buizen als gevolg van een veel te hoge spanningspiek snel defect raken. Zo ontstond er een reeks van klachten die Bouwers moest overwinnen. De meeste technische mankementen hadden te maken met breuken in de aansluiting van het chroomijzer van de beschermkap op de glaswand van de buis en met het lekken van de buis waardoor het heliumgas ontsnapte.⁴⁸

Een geheel ander probleem was het feit dat de röntgenbuis werd gezien als een klant-specifiek product. Bij Philips was men tot die tijd gewend aan een groot-schalige afzet van gloeilampen zonder specifieke klanteneisen.⁴⁹ Röntgenbuizen werden echter op kleine schaal geproduceerd en afgezet door Philips. De Nat.Lab.-onderzoekers moesten dan ook om leren gaan met de specifieke wensen van de klant. Zo richtte bijvoorbeeld de heer Koningsbergen van het Botanisch Laboratorium te Utrecht zich met een speciaal verzoek tot Holst.⁵⁰ Hij vroeg hem of hij in staat was een röntgenapparaat te leveren om daarmee opnamen te kunnen maken van celwanden van planten. Koningsbergen had als directeur van het Suikerproefstation te Pasoeroean goede ervaringen opgedaan met de Metalix-buis. Holst verwees hem met zijn verzoek door naar Bouwers, die de specifieke aanvraag vervolgens moest afhandelen. De onderzoekers van het Nat.Lab. kregen op deze wijze te maken met specifieke klantenwensen. Lang niet altijd kon Bouwers een passende oplossing geven voor de wensen waarmee hij werd geconfronteerd.

Om vragen op medisch gebied te kunnen beantwoorden, werden artsen in dienst genomen. Met hun specifieke kennis leverden zij belangrijke bijdragen aan Bouwers' onderzoek. Dr. Daan, een gespecialiseerd röntgenoloog, kwam in 1928 op het Nat.Lab. Hij hield zich vooral bezig met longonderzoek.⁵¹ Deze arts zou slechts voor een korte tijd werkzaam zijn op de röntgenafdeling. Al in 1930 werd hij opgevolgd door dr. G.J. Van der Plaats. Hij was de jongere broer van de eerder genoemde röntgenoloog B.J. van der Plaats uit Utrecht. G.J. Van der Plaats voerde

42 PCA/NL 560 Röntgen, map1.

43 PCA/NL 560 Röntgen en PCA 6 A t/m Z G.J. van der Plaats.

44 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G. en PCA/NL 560 Röntgen.

45 PCA/NL 560 Röntgen, map 1.

46 PCA/NL 560 Röntgen.

47 PCA/NL 560 Röntgen.

48 PCA/S 546.

49 Blanken, I.J., 1992, H 1.

onderzoek uit op het Nat.Lab. en promoveerde uiteindelijk in 1938 op een verhandeling “Over de behandelingen van huidcarcinomen met röntgenbestraling volgens de Röntgenkaustiekmethode”.⁵² In zijn woord vooraf aan dit proefschrift bedankte hij Anton Philips en Bouwers voor de mogelijkheid om in het röntgenlaboratorium van Philips onderzoek te doen.

De start van het röntgenonderzoek was spannend. Onduidelijk waren de overlevingskansen voor Philips op dit nieuwe terrein. Het jaar 1926 is voor de röntgenafdeling van het Nat.Lab. een overgangsjaar geweest.⁵³ In de jaren kort ervoor hadden Bouwers en zijn assistenten te kampen met vele klachten die te wijten waren aan de eerder genoemde technische mankementen aan de buizen. De behandeling van die klachten kostte veel tijd en geld. Het waren echter niet alleen technische problemen die overwonnen moesten worden. Ook de afzet van Metalix-buizen viel tegen, waarvoor twee oorzaken zijn aan te wijzen. In de eerste plaats probeerde de firma Müller gebruik te maken van de fabricagemethoden van de N.V. Philips om eigen ‘Selbsschuttröhre’ (met bescherming tegen ongewenste straling) te maken en op de markt te brengen.⁵⁴ De firma voerde daarvoor een vrij agressieve campagne. De buizen van Müller waren overigens van veel mindere kwaliteit dan de Metalix-buizen van Philips, zo bleek uit onderzoek.⁵⁵ Toch hadden de verkopers van Philips moeite met de afzet van de Metalix-buizen. Want naast een goed wapen tegen de harde concurrentie, ontbrak het Philips aan een goede organisatie voor de verkoop van röntgenbuizen. Müller daarentegen bezat wel een degelijke verkooporganisatie. En zo’n goede verkooporganisatie was hard nodig om de al bestaande gebruikers van röntgenapparatuur te overtuigen van het nut van de nieuwe buis. Daar de Metalix-buis niet compatibel was met de bestaande apparatuur, moest de in gebruik zijnde apparatuur aan de kant gedaan worden.

De eerste toepassing van de Metalix-buis in een apparaat kreeg in 1928 gestalte. Het nieuwe, draagbare röntgentoestel werd met bijbehorende kabels geleverd in een koffer samen met een losse transformator. Het kon door artsen op locatie,

50 PCA/NL 560 Röntgen.

51 Daan, A., *Over de beteekenis van de Röntgenbuis met draaiende anode voor de Longröntgenographie*, in: het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde, jaargang 74 1930 No. 15.

52 Van der Plaats, die volgens eigen zeggen veel van zijn broer heeft opgestoken, zou tot 1936 op het Nat.Lab. blijven werken. Hij bleef in de jaren daarna wel verbonden aan de geneeskundige dienst van Philips. Van 1955 tot 1958 was hij hoogleraar in de radiologie aan de Universiteit van Groningen. In de jaren vijftig verschenen er diverse leerboeken over medische röntgentechniek van zijn hand. Zie PCA 6 A t/m Z G.J. van der Plaats.

53 PCA/NL 560 Röntgen Rapporten, Overzicht Metalix Situatie 1926.

54 De spanningen tussen de twee bedrijven komen uit de archiefstukken naar voren. Zie PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G.

55 Dat de Metalixbuis beter was dan de buis van Müller blijkt uit testen die zijn uitgevoerd. Zie: Vliet, van, *De Geschiedenis van Philips' Röntgen deel 3*, (Eindhoven 1975) PCA Intern Manuscript en PCA/NL 560 Röntgen Rapporten.

letterlijk in het veld, worden gebruikt voor het vaststellen van botbreuken.⁵⁶ Met behulp van het principe van de Metalix, is in de jaren twintig nog een aantal typen ontwikkeld voor specifiek gebruik, bijvoorbeeld voor tandartsen.⁵⁷ Uit de reeks van nieuwe buis-typen bleek Bouwers creativiteit. Aan één bijdrage van Bouwers aan de röntgentechniek mogen we niet voorbij gaan. Want zijn creativiteit kwam eens te meer naar voren toen hij in 1927 met een nieuwe vinding kwam. Hij vroeg in dat jaar een octrooi aan voor een röntgenbuis met een metalen ontladingsruimte gebaseerd op het Metalix-principe, maar met een roterende anode met behulp van lagers: de Rotalix. De methode van de draaiende anode was al in 1898 op schrift gesteld door de onderzoeker Breton, maar nog nooit met succes toegepast.⁵⁸ De combinatie van de principes van de Metalix-buis en de draaiende anode betekende een belangrijke stap voorwaarts. De roterende anode loste namelijk een moeilijk probleem op: de aantasting van de anode door overmatige hitte. Door de anode tijdens de opnametijd te laten roteren, kon de specifieke belastbaarheid (gemeten in Watt per vierkante mm.) worden vergroot.⁵⁹ Als gevolg van de rotatie kwamen steeds nieuwe, afgekoelde gedeelten van de anode onder de elektrodestraal. De draaiende anode zorgde ervoor dat de specifieke belastbaarheid kon worden vergroot, waardoor er scherpere opnames gemaakt konden worden.⁶⁰ De Rotalix werd door klanten, zoals artsen die de buis gebruikten voor longopnames, goed ontvangen. Er deed zich wel weer een aantal technische problemen voor, met name de warmte-afvoer bij de lagers was problematisch.⁶¹

6. Philips inspanningen op de röntgenmarkt

Daar de technische en afzetproblemen langzamerhand meer zichtbaar werden, was het niet zonder reden dat Philips met de Duitse firma Müller al sinds het begin van de jaren twintig in onderhandeling was over kennisuitwisseling. Deze firma bezat immers een veelheid aan kennis in de röntgentechnologie, en beschikte bovendien

56 Uit: *X-Ray Research and Development. A selection of the publications of the Philips X-ray Research Laboratories from 1923-1937*, London: Waterlow & Sons Limited, 107. Deze combinatie werd vanaf 1928 geleverd.

57 Bouldingh, H., *De Geschiedenis van Philips' Röntgen*, (Eindhoven 1975) PCA Intern Manuscript.

58 Tuuk, J.H., van der, *De Rotalix-buis voor Röntgendiagnostiek*, in: Philips Technisch Tijdschrift, jaargang 3 1938 No. 10, 297.

59 Tuuk, J.H., van der, *Röntgenbuizen met draaiende anode*, in: Philips Technisch Tijdschrift, jaargang 8 1946 No. 2.

60 A. Daan, enige jaren als arts verbonden aan het Nat.Lab. lichtte dat toe in een artikel uit 1929 *Over de betekenis van de röntgenbuis met draaiende anode voor de longröntgenographie*, een voordracht gehouden voor de Nederlandse Vereniging van Tuberculose-artsen.

over een goede verkooporganisatie voor röntgenapparatuur.⁶² Het contact leidde tot een financieel aandeel van de Philips in de firma Müller, waardoor Philips haar mogelijkheden op de röntgenmarkt vergrootte. Daar Müller ondanks de goede verkooporganisatie in financiële moeilijkheden verkeerde, nam Philips de Duitse firma in 1927 uiteindelijk in zijn geheel over.⁶³ In de jaren na de overname kwam er een intensieve kennisuitwisseling tussen de twee bedrijven op gang. Hoe de verkooporganisatie van Müller vervolgens in Philips werd geïntegreerd, is moeilijk uit het archiefmateriaal te reconstrueren. Blanken stelt dat de samenwerking tussen Hamburg en Eindhoven vanwege de botsende bedrijfsculturen vrij stroef verliep. Wel werd er hard gewerkt aan de kennisuitwisseling tussen de twee bedrijven. In een bespreking op 28 juni 1928 tussen vertegenwoordigers van Philips en Müller werd voorgesteld om maandelijks een vergadering te beleggen waarop lopende technische en wetenschappelijke vragen besproken konden worden. Namens de firma Philips zou Bouwers zoveel mogelijk deelnemen aan dergelijke 'Erfahrungsaustausch-Konferenzen'.⁶⁴ Op deze vergaderingen trachtten de onderzoekers van beide bedrijven meningsverschillen op technologisch en wetenschappelijk gebied op te lossen. Met grote regelmaat verschenen protocollen voor deze bijeenkomsten, waarin te bespreken problemen werden toegelicht. Een opmerkelijk besluit was dat beide firma's geen grote technische veranderingen mochten doorvoeren tussen twee kennisuitwisselingsconferenties door. Met andere woorden: de stand van de technologie in de twee bedrijven werd zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

Het was aanvankelijk, kort na de overname van Müller, de bedoeling dat het onderzoek naar röntgenbuizen en -apparaten in Eindhoven op het Nat.Lab. plaats zou vinden en de fabricage ervan in de fabrieken van Müller in Hamburg. De splitsing van fabricage en onderzoek werd in een bespreking van de röntgenafdeling wenselijk geacht.⁶⁵ Op de bespreking, waar onder andere Anton Philips, Holst en Bouwers aanwezig waren, werd tevens geconstateerd dat door het succes van Philips op röntgencongressen de behoefte bestond om een afzonderlijke laboratoriumruimte, een constructie- en demonstratieafdeling in te richten. In de praktijk

61 Voor de smering van de lagers werd fijn loodpoeder gebruikt, doch daarmee was het probleem niet geheel verholpen. Al vrij snel werden er constructies met kogellagers op tekening ontworpen, maar pas vanaf 1937 werden er daadwerkelijk kogellagers toegepast.

62 Blanken noemt nog een reden voor Philips om met Müller in onderhandeling te gaan. Via Müller kon toegang verkregen worden tot de Duitse radiomarkt, daar Müller een dochteronderneming bezat die radiobuizen fabriceerde. Zie Blanken, I.J., 1992, 253.

63 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G. Overigens speelde bij de overname nog een ander bedrijfsbelang. Philips trachtte zich op deze wijze een positie te verwerven op de Duitse radiomarkt. Müller bezat namelijk een grote radiobuizen fabriek. Zie: Blanken, I.J., 1992, 253.

64 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G., directie-beleidsbesprekingen 1925-1929.

bleek er echter van een strikte scheiding tussen fabricage en onderzoek geen sprake te zijn. Uit overzichten van gefabriceerde buizen blijkt dat Philips zowel in Eindhoven als in Hamburg röntgenbuizen vervaardigde.⁶⁶ Wel werd vastgelegd dat de verkoop van buizen zoveel mogelijk plaats vond vanuit Hamburg, terwijl de apparaten zo veel mogelijk vanuit Eindhoven werden geleverd.⁶⁷ Tussen de fabricage-afdelingen in Eindhoven en Hamburg bestonden nauwe contacten. Enkele medewerkers uit Eindhoven, zoals Van Vliet, gingen een aantal malen per jaar naar Hamburg om daar ervaringen uit te wisselen.

De fabricage van röntgenapparatuur in Eindhoven vond sinds 1930 plaats in de Apparatenfabriek. In deze fabriek, die meerdere gebouwen omvatte, waren diverse fabricageafdelingen van Philips gevestigd, zoals een afdeling voor ontvangapparaten, een chemische groep en dan de röntgengroep.⁶⁸ De röntgengroep stond onder leiding van ir. Roeterink en dr. Bouwers. Vanwege de technische problemen tijdens fabricage en gebruik, werd eind jaren dertig besloten weer gebruik te maken van de kennis en ervaring uit de Proeffabriek. De leider van de proeffabricage Roeterink gaf ambitieus te kennen dat deze afdeling er zorg voor zou dragen dat geen product in fabricage zou worden gegeven, waarvan niet voor 100% was onderzocht, of het fabricage-rijp was.⁶⁹

De blik van Philips op de röntgenmarkt bleef overigens niet beperkt tot Europa. Regelmatig kwam de te voeren politiek voor Amerika ter sprake op de Oriëntatie Commissies, ook wel Orco genoemd.⁷⁰ Bouwers had tijdens een bezoek aan Amerika in 1928 grote indruk gemaakt. Eind december van dat jaar bracht Bouwers verslag uit van zijn reis naar de Verenigde Staten, waar hij een congres, een tentoonstelling en enkele laboratoria had bezocht.⁷¹ Op het "Congres der Radiological Society of North America" te Chicago werd hem, samen met de fysicus prof. Compton, een medaille verleend, voor bewezen verdiensten op röntgengebied.⁷² Bouwers bezocht op zijn reis de laboratoria van ondernemingen zoals Western Electric, Westinghouse Electric, het Bureau of Standards te Washington, General Electric, de Chicago-University en diverse ziekenhuizen. Uit zijn reisverslag blijkt dat er veel belangstelling bestond voor de Metalixbuis van Philips. In 1933 werd de 'Philips Metalix Corporation, New York' opgericht. Philips produceerde vanaf dat moment ook röntgenbuizen in Amerika. De omzet viel echter tegen. Philips

65 PCA/NL 560 Röntgen Besprekingen map 1.

66 PCA/S 657 Röntgen diversen. Overzicht over het röntgengebied door mr H.P. Linthorst Homan van het Secretariaat van 24 januari 1937.

67 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G. een Sitzungsprotokoll der 4. Komm. E.A. Konferenz, Eindhoven: 3 december 1929.

68 PCA/NL 322 Apparaten.

69 PCA 726 Proeffabriek, een verslag van een bespreking van 20 en 22 juli 1937.

70 De Orco was in 1931 opgestart om vraagstukken en belangen van laboratoria en fabrieken van Philips op elkaar af te stemmen. De Orco-vergaderingen werden bijgewoond

kreeg in Amerika te maken met felle concurrentie van met name General Electric die belangrijke octrooien, zoals die van Coolidge, in handen had. Op 1 november 1938 reorganiseerde Philips haar Amerikaanse vestiging, maar ook na deze ingreep waren de resultaten nog steeds niet veelbelovend.⁷³

Ondanks de tegenvallende commerciële resultaten werden er door Bouwers en zijn directe medewerkers volop nieuwe onderzoeken verricht. Ook na het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog ging de productie van röntgenbuizen en –apparaten zo veel mogelijk gewoon door. Het Nat.Lab. kwam wel onder toezicht te staan van een Duitse directeur, een ‘Verwalter’. Van Duitse zijde werd besloten dat de export van röntgenbuizen via Hamburg moest lopen, de plaats waar Müller was gevestigd. Na het bombardement van de Philipsfabrieken te Eindhoven door de Engelsen op 6 december 1942, stakte de productie en ontwikkeling van röntgenbuizen en –apparaten, daar het grootste deel van de röntgenafdeling werd verwoest.⁷⁴ Na de Tweede Wereldoorlog veranderde de bedrijfsstructuur van Philips drastisch. De organisaties van de verschillende productgroepen werden opgenomen in de zogenaamde Hoofd Industrie Groepen, de HIG’s. De röntgenfabricage maakte vanaf die tijd onderdeel uit van de HIG Röntgen en Medische Apparaten. Voor het eerst sinds de start van het röntgenonderzoek binnen Philips werden er kleine winsten gemaakt.⁷⁵

7. De rol van Bouwers

Bouwers was één van de onderzoekers die het Nat.Lab. in het interbellum kleur hebben gegeven. Samen met vooraanstaande onderzoekers als Van der Pol (radio-onderzoek), Snoek (onderzoek naar magnetische materialen), Elenbaas en Bol (ontwikkeling van gasontladingslampen) en Van Arkel, De Boer en Verweij (chemisch onderzoek) beschikte hij over een grote mate van vrijheid onder Holst. Toch

door vertegenwoordigers van de directie zoals ir. Otten en ir. F. Philips, leden van de commerciële afdeling, met name dhr. Loupart, ir. Hijmans vertegenwoordigde de octrooi-afdeling en dr. Holst en/of één van zijn medewerkers zoals dr. Bouwers was aanwezig namens het Nat.Lab. Zie PCA 75: 8 Orco.

71 PCA/NL 560 Röntgen.

72 PCA/NL 560 Röntgen. Edwin C. Ernst, M.D., President of the Radiological SOC, bericht hierover in een brief van 22 december 1929.

73 PCA 75:8 Orco. Op de Orco-vergadering van 4 september 1939 kwam de productie van röntgenapparatuur van Philips in Amerika ter sprake.

74 Boulding, H., *De Geschiedenis van Philips' Röntgen*, (Eindhoven 1975) PCA Intern Manuscript.

is Bouwers positie ten opzichte van de anderen bijzonder te noemen. Met name hij had zich een vrijgevochten positie verworven.

Albert Bouwers, een boerenzoon uit Drente, geboren op 23 mei 1893, kwam in 1920 als jong, nog niet gepromoveerd onderzoeker van het universitair laboratorium van Ornstein uit Utrecht naar Eindhoven. Hij promoveerde in 1924 alsnog met lof bij professor Ornstein 'Over het meten der Intensiteit van Röntgenstralen'. In zijn proefschrift bedankte hij Philips: "Aan de Directie der N.V. Philips" Gloeilampenfabrieken betuig ik mede mijn dank, dat zij heeft goedgevonden, deze onderzoeken, in hare laboratoria verricht, tot mijn proefschrift samen te vatten.⁷⁶ Bouwers richtte zich na zijn promotie niet slechts op wetenschappelijk onderzoek, maar zette ook zijn praktische vaardigheden in om tot het ontwerp van de Metalix- en de Rotalix-buis te komen. Vanwege die verdiensten kreeg hij in 1961 de Nederlandse Speurwerkmedaille op het gebied der Technische Fysica uitgereikt.⁷⁷ Tot aan zijn vertrek in 1941 naar de N.V. Optische Industrie de Oude Delft, waar hij tot 1968 zou blijven werken, zou hij de belangrijkste persoon blijven op de röntgenafdeling van het Nat.Lab.⁷⁸

Bouwers, de 'grand seigneur', zoals hij door een van zijn medewerkers werd genoemd⁷⁹, heeft door zijn creativiteit, en ook door zijn eigenzinnig optreden, een stempel op de röntgenafdeling gezet. De röntgenafdeling was een vrij grote groep binnen het Nat.Lab. van Holst. Cijfermatige gegevens over aantallen personeel en gefabriceerde buizen uit de beginperiode van de röntgenafdeling zijn slechts mondjesmaat terug te vinden in het Philips Concern Archief. Een paar cijfers geven een indruk van de grootte van het Nat.Lab. en de röntgenafdeling: in 1931 telde het Nat.Lab. 55 doctoren en ingenieurs, 124 assistenten en waren 135 mannen werkzaam in diverse werkplaatsen. Onder leiding van Bouwers werkten 5 doctoren en ingenieurs, 18 assistenten en waren 24 medewerkers actief in de werkplaats.⁸⁰ In 1933 werd Bouwers, als één van de weinige Nat.Lab.-onderzoekers naast Holst, procuratiehouder van de N.V. Philips.⁸¹

Diverse medewerkers van Holst en Bouwers hebben zich in interviews over Bouwers en zijn positie uitgelaten. Uit de woorden van Van der Urk, een onderzoeker die op het röntgenlaboratorium werkte, blijkt dat Bouwers zich een bijzondere positie had verworven: "...hij was de enige in het laboratorium die een secretaresse had. Want die wou Holst niet. Holst had twee meisjes bij Drijver zitten en die

75 PCA 729 HIG Röntgen en Medische Apparaten.

76 Bouwers, A., *Over het meten der Intensiteit van Röntgenstralen*, (Eindhoven 1924).

77 Casimir, H.B.G., *De technische natuurkunde in Nederland en het aandeel daarin van dr. A. Bouwers*, in: *De Ingenieur* 1961 A427-A431.

78 Bouwers, A., *Selected Scientific Papers*, (Amsterdam 1969).

79 PCA 181.2 A t/m Z, interview met Burgers, 20 april 1973.

Afbeelding 3. *Albert Bouwers (1893 – 1972)*



moesten alle administratie doen en hij was als de dood van secretaresses. Van der Pol had ook geen secretaresse, maar Bouwers wel en Bouwers heeft zich schijnt helemaal via Anton Philips denk ik ook helemaal vrijgevochten.”⁸² In zijn periode bij Philips kwam Bouwers nog met vele nieuwe producten op de proppen. Dat zijn

inventiviteit ook vaak tegen hem werkte, blijkt wel uit de reacties van oud-medewerkers van Philips en het Nat.Lab. Frits Philips liet zich in een interview ontvallen: "...Bouwers was natuurlijk een merkwaardige figuur, die een geweldige visie had en snel iets maakte, maar altijd de moeilijkheid had, hij had dan weer een nieuw buisje en dat was dan vrijwel niet te reproduceren, maar hij goochelde het wel uit zijn zak wanneer er weer een of ander röntgencongres was."⁸³ Uit een interview met Hondius Boldingh, een medewerker van de röntgenafdeling van Bouwers, blijkt dat onder Bouwers de techniek nogal eens voorrang had: "Het merkwaardige van die tijd was, dat de commerciële afdeling een betrekkelijk ondergeschikte rol speelde. De hele zaak werd eigenlijk gedictieerd van de kant van de techniek", zo stelt Boldingh vast.⁸⁴ Ofschoon Bouwers nauw met andere onderzoekers samenwerkte, was hij soms behoorlijk eigenwijs.⁸⁵ Zo zag hij bijvoorbeeld niets in het toepassen van olie als isolatie-middel voor röntgenbuizen. Op de Orco-vergadering van 4 juli 1938 komt naar voren dat hierover irritatie bestond binnen Philips. "Het beginsel, dat steeds overheerst heeft, t.w. geen toepassing van olie, heeft geleid tot een eenzijdige richting in de ontwikkeling, welke technisch, wegens de eischen, die de fabriek nu eenmaal stelt, niet geheel verantwoordelijk lijkt. De markt vraagt veel meer naar apparaten, c.q. buizen, die vóór alles bedrijfszeker zijn, dan dat aan het uiterlijk van de apparaten vóór de bedrijfszekerheid in de allereerste plaats belang wordt toegekend."⁸⁶

Op basis van de citaten uit de interviews en de notulen alleen valt Bouwers vanzelf niet in zijn geheel karakteriseren. Wat in elk geval zichtbaar wordt, is dat hij een bijzondere positie innam op het Nat.Lab. Ondanks zijn wetenschappelijk inzicht en technische creativiteit werd hij met tal van problemen geconfronteerd. Uit het bovenstaande wordt eens te meer duidelijk dat het onderzoek uitgevoerd

80 PCA/NL 608 Overzicht personeel Nat.Lab., 1 juni 1931.

81 PCA 147 Procuratie Houders. Holst werd in 1922 procuratiehouder. In 1935 waren naast Holst de Nat.Lab.-ers Bouwers, Oosterhuis en Van der Pol officieel procuratiehouders. Holst had overigens wel een hogere volmacht.

82 PCA 181.2 A t/m Z, interview met Van der Urk, november 1973. De opmerking van Van der Urk dat Bouwers een aparte positie had op het Nat.Lab. en zich had vrijgevochten via Anton Philips wordt door diverse andere oud-medewerkers van het Nat.Lab. bevestigd in diverse interviews. Zie: PCA 181.2 A t/m Z, interview met Oosterkamp, 8 oktober 1973; PCA 181.2 A t/m Z, interview met Burgers, 20 april 1973; PCA 181.2 A t/m Z, interview met Rinia, 23 mei 1973; PCA 181.2 A t/m Z, interview met Jansen Gratton.

83 PCA 181.2 A t/m Z, interview met Frits Philips, 20 november 1973. Dit beeld wordt bevestigd in een interview met Boldingh, PCA 181.2 A t/m Z, interview met Hondius Boldingh, 4 december 1962.

84 PCA 181.2 A t/m Z, interview met Hondius Boldingh, 4 december 1962.

85 PCA 181.2 A t/m Z, interview met Oosterkamp, 8 oktober 1973.

op het Nat.Lab. en de markt goed op elkaar moesten worden afgestemd om een technisch en commercieel succesvol product op de markt te kunnen brengen.

8. De financiële situatie

Het is duidelijk geworden dat Bouwers de man was met de nieuwe ideeën en uitvindingen, maar doordat hij voortdurend met iets nieuws kwam, werd de fabricage en verkoop van de röntgenapparatuur ernstig belemmerd. Harde cijfers tonen aan dat de röntgenafdeling van Philips voortdurend in financiële problemen verkeerde. Diverse overzichten van de investeringen over de eerste jaren van de röntgenafdeling laten een niets verhullend beeld zien van de financiële situatie.⁸⁷

Het totale geïnvesteerde bedrag in de röntgenafdeling van 1923 tot en met 1930 bedroeg f 3.800.000,- gulden. Dit bedrag liet zich als volgt specificeren:

gebouwen en inrichting laboratorium:	f	404.970,-
gebouwen en inrichting fabriek:	f	243.069,-
laboratorium kosten:	f	1.212.000,-
verlies röntgen business ⁸⁸ :	f	340.000,-
voorraden per 31.12.1930:	f	1.600.000,-
totaal (afgerond):	f	3.800.000,-

Uit deze cijfers blijkt dat er behoorlijk in de röntgenafdeling is geïnvesteerd, terwijl de afdeling jarenlang met verlies heeft gedraaid. Onderstaand overzicht bevestigt het beeld van de penibele financiële situatie⁸⁹:

Tabel 1. Financieel overzicht

jaar	röntgen- buizen [aantal]	röntgen- buizen [waarde in guldens]	röntgen- apparaten [aantal]	totale omzet röntgen [waarde in guldens]	verlies (opbrengst – kosten) [waarde]

86 PCA 75:8 Orco, map 6.
87 PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G. Investerings Röntgen Eindhoven 1923-1930.
88 Voor de jaren 1923 tot en met 1927 waren geen exacte cijfers bekend. Het geschatte verlies bedroeg echter: f 240000,-. De verliesberekening over 1928 tot en met 1930 liet een verlies zien van f 100000,-. Dit zijn bedragen zonder de laboratorium kosten die elders zijn opgevoerd. PCA 882 Duitsland C.H.F. Müller A.G.

in gulden]

1925	425				
1926	784				
1927	967				
1928	11.280	2.357.853	161	3.963.599	
1929	12.280	3.009.487	589	5.357.459	
1930	12.966	3.214.284	999	6.668.691	
1931	11.103	2.799.480	870	6.172.663	
1932	7.850	1.955.703	793	4.824.672	540.000
1933	6.847	1.684.641	900	4.771.460	991.119
1934	6.367	1.728.013	785	4.722.758	876.999
1935	6.102	1.666.522	940	4.909.889	892.184
1935/36 ⁹⁰					891.034
1936/37					660.104

1937/38

1.253048

Het is lastig de relatieve waarden van deze cijfers vast te stellen, daar er geen volledige kosten- en omzetcijfers van het Nat.Lab. gedurende deze periode zijn overgebleven. Uit een overzicht van de kosten van het Nat.Lab. van 1931 tot en met 1941 blijkt dat de röntgenafdeling gemiddeld zo'n 10% van de kosten van het Nat.Lab. voor haar rekening nam.⁹¹ Dit percentage geeft aan dat de kosten van de röntgenafdeling een substantieel aandeel vormden van de totale kosten van het Nat.Lab. Holst en Anton Philips konden vanzelf niet om deze cijfers heen.

Het is moeilijk om na te gaan wat voor motieven een rol hebben gespeeld om toch door te gaan met het onderzoek naar röntgenbuizen en –apparaten. De start van het röntgenonderzoek viel in een periode waarin Anton Philips besloot tot diversificatie van zijn productarsenaal. Daarvoor was investering nodig van mankracht en geld. Zeker in de opbouwfase van de röntgenafdeling was het voor Bouwers, Holst en Anton Philips moeilijk in te schatten wat de toekomstmogelijkheden van de voor Philips nieuwe technologie waren. In een vergadering gehouden in het jaar 1928 van de röntgenafdeling waren de drie genoemde heren aanwezig. Midden in de periode waarin de afdeling alleen geld kostte en financieel niets

89 De tabel werd opgenomen in een overzicht van de röntgenafdeling van 14 januari 1937, opgesteld door mr. H.P. Linthorst Homan van het Secretariaat van Philips, PCA/S 657 Röntgen Diversen. De omzetcijfers vanaf 1928 zijn inclusief de omzetten van de firma Müller die in 1927 door Philips werd overgenomen.

90 De laatste drie verliescijfers zijn afkomstig uit een ander overzicht van 8 september 1938, PCA 815.1 Röntgen. Ze zijn door de auteur van dit artikel toegevoegd zichtbaar te maken dat het probleem ook in de jaren waarin de röntgenafdeling een gevestigde plaats binnen het Nat.Lab. had gekregen, niet was opgelost.

91 PCA/NL 608.

opleverde, werd "...de noodzakelijkheid erkend om de röntgenafdeling in staat te stellen zich te blijven ontwikkelen op een wijze, die in overeenstemming is met onze hedendaagse positie op röntgentechnisch gebied."⁹² Deze uitspraak maakt zichtbaar dat de heren sterk geïnteresseerd waren in de technologie en veel minder in de financiële positie van de afdeling. De interesse werd gedeeld door Anton Philips zelf. Uit eerdere publicaties is naar voren gekomen dat Anton Philips belang hechtte aan de röntgentechnologie vanwege de betekenis ervan bij longonderzoek.⁹³ Zijn eigen personeel liet hij doorlichten met behulp van röntgenapparatuur.⁹⁴ Dat de onderzoekers van de röntgenafdeling ondanks de slechte financiële situatie de kans kregen door te gaan met onderzoek, zou, zo valt te concluderen, te maken hebben met de persoonlijke voorkeur van Anton Philips. Terecht merkt Blanken op dat Antons motief waarschijnlijk pas vanaf het begin van de jaren dertig van de twintigste eeuw een rol zal hebben gespeeld. Tot die tijd heeft Anton Philips zijn belangstelling voor de röntgentechnologie niet verwoord.⁹⁵

9. Conclusie

Uit de beschrijving is duidelijk geworden dat de vraag of de röntgenafdeling succes had in de jaren onder Bouwers genuanceerd beantwoord moet worden. Bouwers kwam weliswaar tot wetenschappelijke en technische successen, maar na verloop van tijd moesten technische, maar ook organisatorische en financiële problemen door hem worden opgelost. De vraag hoe Holst geïnteresseerd raakte in röntgentechnologie kan na de beschrijving van de röntgengeschiedenis van het Nat.Lab. wel eenvoudig worden beantwoord. De belangstelling naar röntgentechnologie kwam in eerste instantie niet van Holst zelf, maar zijn interesse werd gewekt door de Nederlandse röntgenologen, de gebruikers van röntgentechnologie. Vervolgens nam Holst zelf het initiatief om een eigen onderzoek op te starten. Het

92 PCA/NL Röntgenbesprekingen.

93 Zie de sterk geromantiseerde biografie van Anton Philips: Bouman, P.J., 1966, *Anton Philips. De mens de ondernemer*, Utrecht: Prisma Boeken en Blanken, I.J., 1992, 259-260.

94 De belangstelling van Anton blijkt onder meer uit een brief van 27 november 1934: 'In verband met het verzamelen van statistisch materiaal over de resultaten van het medisch onderzoek met röntgenstralen, waarvoor dr. A.F. Philips de medewerking van alle leden van het personeel heeft verzocht, verzoekt dr. G.C.E. Burger, leider van den Gezondheidsdienst, de wetenschappelijke staf van het Natuurkundig Laboratorium hem in staat te stellen ook van elk van hen een doorlichting te maken.', PCA/NL 560 Röntgen.

95 Wennekes, die Anton in zijn publikatie over de grondleggers van het Nederlandse bedrijfsleven een koel rekenende rationalist noemt, is blijkens het volgende citaat niet overtuigd van Antons humanitaire beweegredenen: 'Om propaganda voor röntgenonderzoek te maken gebruikte A.F. Philips zijn eigen bedrijf als *showcase*. Het hele personeel liet hij doorlichten en als resultaat maakte hij bekend dat alle tuberculouzen uit de organi-

belangrijkste röntgenproduct dat het Nat.Lab. na verloop van tijd kon leveren, was de Metalix-buis, een vinding van Bouwers. Het octrooi op deze buis was voor Philips belangrijk bij de onderhandelingen tijdens de overname van de Duitse firma Müller.

Bouwers heeft een belangrijke rol gehad in het röntgenonderzoek. De uitkomsten van dit onderzoek onder zijn leiding leidden niet zonder meer tot financiële successen. Uit interviews met oud-Nat.Lab. medewerkers valt op te maken dat Bouwers steun probeerde te zoeken bij Anton Philips, zijn hoogste baas, om de onderzoeksactiviteiten door te kunnen zetten. Met succes, daar Anton volop bereid was de hem gevraagde steun te geven, Bouwers wist zich bovendien, meer dan enig ander onderzoeker onder Holst, een relatief onafhankelijke positie te verwerven op het Nat.Lab.

Anton Philips drukte de verliesgevende activiteit door. Hij baseerde zich daarbij op persoonlijke verwachtingen met betrekking tot de markt van de röntgentechnologie. Los van Antons persoonlijke voorkeur voor de röntgentechnologie, moet vastgesteld worden dat het doorzetten van de röntgenactiviteit niet los gezien mag worden van de bedrijfsstrategie van Philips, die op diversificatie.

In dit artikel is het samengaan van wetenschappelijk onderzoek en productontwikkeling expliciet aan de orde gekomen. Uit het feit dat de wetenschappelijke kennis van Bouwers uitmondde in concrete producten, lijkt de wisselwerking van wetenschap en techniek zoals die plaats vond op röntgenafdeling succesvol te zijn geweest. Vooral onder leiding van Bouwers leverde het Nat.Lab. bijdragen aan de röntgentechnologie die door internationale wetenschappers en door individuele gebruikers werden geroemd. De geschiedenis van de röntgenafdeling laat echter tevens zien dat Bouwers met technische problemen te kampen had bij de implementatie van zijn ideeën in concrete producten. De problemen ging hij niet alleen met behulp van de wetenschap te lijf, maar hij maakte bij de ontwikkeling van de Metalix ook gebruik van zijn praktische constructiekennis. Ook de kennis van Holst, vastgelegd in een octrooi, heeft Bouwers goed kunnen benutten.

Dat een wetenschappelijke afdeling in een bedrijf met een commercieel doel zo lang kon doorgaan met onderzoek, ondanks de slechte financiële resultaten is opmerkelijk te noemen. Immers pas na de oorlog zou de röntgentechnologie voor de N.V. Philips positieve financiële resultaten opleveren. Op beslissende momenten konden Philips, Holst en Bouwers zich slechts baseren op ontwikkelingen die plaats vonden op het Nat.Lab. en daarbuiten. Die ontwikkelingen waren niet altijd even

satie waren gelicht; dat het besmettingsgevaar tot een minimum was gereduceerd en dat het aantal verloren werkdagen drastisch was verminderd. De publieke opinie, de regering en de strijdkrachten werden op die manier met succes warm gemaakt voor de instelling van nationaal röntgenonderzoek.', in: Wennekes, W., *De aartsvaders. Grondleggers van het Nederlandse Bedrijfsleven*, (Amsterdam 1993) 319. Daar de laatst genoemde auteur in

helder. Uit de smeltkroes van wetenschap, techniek en markt⁹⁶, trachtten zij producten te filteren, waarvan het succes voor Philips op dat moment onzeker was.

het geheel niet verwijst naar primaire bronnen, is het onduidelijk waar hij deze uitspraak op heeft gebaseerd.

96 Sarlemijn gebruikt deze metafoor om aan te tonen dat verschillende factoren van invloed zijn op het productontwerp. Sarlemijn, A., Designs are cultural alloys, 'STeMPJE' in design methodology, in: Vries, M.J. de, N. Cross, D.P. Grant, ed., *Design Methodology and Relationships with Science* (Dordrecht 1992).