

University of Groningen

De wetenschappelijke ontwikkelingen in de radiologie en radiotherapie binnen de geneeskunde in Nederland 1896-1922

Simon, Kees

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2015

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Simon, K. (2015). *De wetenschappelijke ontwikkelingen in de radiologie en radiotherapie binnen de geneeskunde in Nederland 1896-1922*. [, Rijksuniversiteit Groningen]. [S.n.].

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvattende conclusies

This simple inability to remember not the true sequence of events but a reconstructed one will make history appear in hindsight to be far more explainable than it actually was – or is.¹

Algemeen

Mijn keuze om de disciplinespecifieke wetenschappelijke literatuur en het wetenschappelijk discours tot richtlijn te nemen van deze historische studie hangt samen met de aard en de opzet van het onderzoek. Evenals natuurwetenschappers volgen medici de ontwikkeling van de wetenschap van hun vakgebieden gewoonlijk in hun leerboeken. Maar leerboeken hebben volgens de wetenschapshistoricus Kuhn de neiging om de geschiedenis achterwaarts weer te geven, gezien vanuit het gezichtspunt van de wetenschap in de tijd waarin ze geschreven zijn ('normal science'). Ze geven de suggestie dat wetenschappers van vroeger zich met dezelfde problemen en theorieën bezighielden als die van nu. Kuhn beweert dat door het lezen van de oorspronkelijke literatuur als primaire bron 'onzichtbare revoluties' aan het licht kunnen komen.² Dat wordt bevestigd in deze studie, waar een keerpunt in de radiologie wordt geconstateerd dat nog niet eerder de aandacht heeft gekregen. Het lezen van deze primaire bronnen geeft ook een unieke gelegenheid om inzicht te verwerven in rivaliteit, ambities, na-ijver en andere karaktereigenschappen van de betrokken onderzoekers.³ Deze menselijke eigenschappen worden

1 Taleb, *The black swan* (2008) 70.

2 Kuhn, *Structure* (1970) Chapter 11.

3 Inspiratie hiervoor werd opgedaan in Aldersey-Williams, *Findings* (2005); Waller, *Fabulous science* (2002).

gewoonlijk niet in verband gebracht met wetenschap. In de beschrijving van de ontwikkeling van de radiologie worden meerdere voorbeelden aangetroffen, zoals de twisten tussen Kuipers en Tendeloo over de oorzaak van recidieftumor, Walter en Dessauer over het rendement van inductoren, Voorhoeve (met Driessen) en Kouwer over röntgencastratie, Nolen en Wenckebach, maar ook Schut en Polak Daniels over tuberculosedagnostiek. Daarnaast wordt een indruk verkregen van de identiteit van diverse personen. Zo komt het flamboyante, creatieve karakter van Eijkman naar voren en de weinig inspirerende, bedachtzame aard van de technisch begaafde ('zoo kwam het, dat hij eenzaam bleef en niet als Winkler [...] jongeren om zich heen zag om zijn werk voort te zetten', aldus een oud-assistent⁴), maar veelgeprezen en bescheiden Wertheim Salomonson. En niet te vergeten de nauwgezetheid en ijver van Stenvers en Voorhoeve, de eruditie van Wenckebach, de intelligentie van Schut, de berekenende diplomatie van Winkler en het tegendraadse karakter van Bles. Bij heroverweging van traditionele onderzoeks- en behandelingsmethoden spelen charismatische eigenschappen van onderzoekers en hun maatschappelijke positie een belangrijke rol, soms meer dan evidentie van het wetenschappelijk bewijs. Goede voorbeelden hiervan zijn de strijd tussen Dessauer en Walter en de ingenomen standpunten ten aanzien van de diagnostiek van longtuberculose bij Nolen, Wenckebach, Schut en Polak Daniels. Soms vinden nieuwe inzichten pas toepassing als de tegenstanders uitsterven: 'a new scientific truth does not triumph by convincing its opponents and making them see the light, but rather because its opponents eventually die, and a new generation grows up that is familiar with it', aldus Max Planck (1858-1947).⁵ Of omgekeerd blijven oude standpunten gehandhaafd bij overlijden of vertrek van voorstanders van nieuwe inzichten. Door het overlijden van Eijkman kwamen belangrijke ontwikkelingen in 3-D technieken tot stilstand en bij het vertrek van Wenckebach en Schut stagneerde de heroverweging van de tuberculosedagnostiek.

De geneeskunde had zich in Nederland eind 19^e eeuw min of meer losgemaakt van de speculatieve ziekteleer uit het begin van de eeuw ('bedside medicine') om met de natuurwetenschappelijke benadering zo objectief mogelijk, op mechanische wijze, ziekteprocessen te registreren. Zelfregistrerende instrumenten waren het objectiviteitscriterium van de 19^e eeuw ('mechanical objectivity'). De in vele toonaarden bezongen ontdekking van de röntgenbuis kwam dan ook goed van pas bij deze nieuwe benadering. Bij wie was deze buis binnen de geneeskunde in Neder-

4 Telegraaf, 19 sept. 1922.

5 Aangehaald bij Kuhn, *Structure* (1970) 151.

land in betere handen dan bij de medicus Wertheim Salomonson? Hij had zijn leven in dienst had gesteld van twee, met de röntgenbuis samenhangende technieken die ontwikkeld waren in de eeuw waarin hij opgroeide: elektriciteit en fotografie. Als privaatdocent had hij zich een wetenschappelijke status verworven aan de universiteit en als autodidact had hij zich ontwikkeld tot een ‘instrumentmaker van superieure aanleg’.⁶ Hij was tot de fysica geïnspireerd door zijn leraar van de middelbare school in Zutphen, de bekende schrijver van populair wetenschappelijke boeken Goudsmit, bij wie hij toen ook inwoonde. Niemand ‘die hem ooit bezig zag in zijn *laboratorium, ten deele uit eigen middelen bekostigd* (curs. kjs) kon twifelen aan zijn begaafdheid’, aldus diezelfde oud-assistent.⁷ Zo leek hij meer een amateur- dan beroeps onderzoeker. Maar afgezien van een publicatie in 1896 met eerste indrukken van de röntgenbuis en het nut ervan voor de geneeskunde bleven oorspronkelijke publicaties op het gebied van de röntgenologie uit. Pas in 1900 kwamen de eerste publicaties, vlak na zijn aanstelling tot buitengewoon hoogleraar. Dat hoogleraarschap kreeg hij op voorspraak van de neuroloog Winkler. Maar Winkler had een dubbele agenda. Hij onderkende de bijzondere gave van Wertheim Salomonson voor de fysica, een gebied waar hij zelf geen enkele voeling mee had. Maar hij betrok de privaatdocent en hoofd van de polikliniek elektrotherapie bij zijn plan om de psychiatrie en neurologie onder één noemer te brengen. Wertheim Salomonson had voor de neurologie gekozen door de geweldige hervorming die dat vakgebied had ondergaan door de leer der elektriciteit. Daarover gingen de meeste publicaties. Alles wat zich tussen de polen van een elektriciteitsbron afspeelde had zijn aandacht, ook op radiologisch gebied. De kennis op dat gebied onderhield hij door contacten met zijn vriend Hoorweg die als fysisch in 1893 een leerboek over medische elektrotechniek had geschreven en zijn vriend en buurman de Nobelprijswinnaar Zeeman met wie hij de uitkomsten van zijn wetenschappelijke arbeid deelde.⁸ Zij vonden in Wertheim Salomonson een warm pleitbezorger voor een erelidmaatschap van de NVvER. Die NVvER had hij samen met Bollaan, wiens belangrijke rol in deze altijd is onderschat, in 1901 opgericht naar aanleiding van hun bezoek aan het eerste internationale congres in Parijs van de Société Française d’Electrothérapie. Zijn contacten lagen binnen dit netwerk van elektrotherapeuten en daar voelde hij zich thuis. Op dat internationale congres kwamen voor het eerst ook officieel radiologische onderwerpen aan de orde. De NVvER nam dezelfde naam aan als haar zustervereniging in

6 Meijers, In memoriam (1922); Went, “Wertheim Salomonson” (1922)

7 Telegraaf, 19 sept. 1922.

8 In 1910 schreef Hoorweg nog een handboek voor de radiologie. Zeeman vermeldde in zijn grafrede dat hij dikwijls de uitkomsten van het werk van Wertheim Salomonson vernam, zodra het klaargekomen was.

Frankrijk en hield de volgende twintig jaar tot aan dood van Wertheim Salomonson haar wetenschappelijke bijeenkomsten in zijn polikliniek. Eigenlijk had hij met zijn capaciteit en gaven een instituut verdiend, zoals de oogarts Donders en de KNO-arts Zwaardemaker. Maar daarvoor was de universiteit te klein of zijn persoon te bescheiden. Op de kennisuitwisseling tijdens de wetenschappelijke bijeenkomsten drukte Wertheim Salomonson een groot stempel met zijn uitvoerige, technische en mathematisch-fysische betogen. Met zijn dood in 1922 eindigde dan ook een tijdperk.

In Nederland volgde men de ontwikkelingen in het buitenland op gepaste afstand, ook wat betreft de academische belangstelling voor de toepassing van de röntgenstralen. Pas drie jaar na de ontdekking van de röntgenstralen werd in een academisch ziekenhuis een röntgenlaboratorium ingericht. Het werd een laboratorium, want de ziekenzaal was ongeschikt geworden voor dit soort onderzoek en het onderzoek vereiste ook speciale expertise.⁹ Uit deze aparte ruimtelijke en functionele positie ontstond een nieuw specialisme dat in feite zijn bekrachtiging vond met de invoering van gedragsregels in de omgang met straling op het Duitse Röntgencongres van 1910.

De opening van het eerste academische röntgenlaboratorium in het Binnengasthuis ging gepaard met een groot artikel in het NTvG van de internist-directeur Stumpff over zijn eerste ervaringen met het onderzoek van de longen.¹⁰ Maar de man die voorbestemd was om de grondlegger van de radiologie in Nederland te worden, Wertheim Salomonson, kreeg het beheer over het laboratorium. De andere academische ziekenhuizen volgden later, vertraagd door ruimte- en geldgebrek.

Het bezoek aan het eerste Congrès International d'Électrologie et de Radiologie médicales in Parijs was weliswaar de aanleiding om een wetenschappelijke vereniging, de NVvER, op te richten, maar er waren ook andere motieven. Zo werd apparatuur voor elektrotherapie en röntgenonderzoek ook door niet-medici gebruikt en in soms groots opgezette commerciële instituten ondergebracht. Deze als kwakzalvers aangeduide personen wilde men het werken onmogelijk maken door de wet op de uitoefening van de geneeskunst op hen te laten toepassen. Vooral toen de Rijksverzekeringsbank als uitvoerder van de Ongevallenwet van 1901 de tarieven ging vaststellen, konden deze niet-medici onder hun duiven gaan schieten.

De wetenschappelijke vergaderingen van de NVvER werden tweemaal per jaar gehouden en toonden een langzaam groeiend aantal belangstellenden van meer

⁹ Zie ook Rotgans, *Het kankervraagstuk* (1907) 4.

¹⁰ Tien jaar later was zijn enthousiasme verdwenen. Stumpff, *Referaat* (1908).

dan tien personen in 1901 naar meer dan veertig in 1922. Het was een bont gezelschap, vogels van diverse pluimage: neurologen, chirurgen, huisartsen, dermatologen, gynaecologen, fysisch therapeuten, officier-artsen, internisten, tuberculoseartsen, maag-darmartsen, elektrotherapeuten, fysici en soms een chemicus. De laatste twee beroepen waren meestal uitgenodigd of aanwezig als buitengewoon lid. Uit dit gezelschap kwamen langzaamaan de specialist-röntgenologen voort.

In hoofdstuk 3 zijn de onderwerpen en sprekers op de wetenschappelijke vergaderingen in kaart gebracht. Wertheim Salomonson was het meest aan het woord. Zijn aandacht ging hoofdzakelijk uit naar de techniek en de fysica. Hij bleef zijn oorspronkelijk vakgebied, de elektrotherapie, aanvankelijk trouw, maar zijn belangstelling nam in het tweede decennium af. Een directe oorzaak daarvoor is niet aan te wijzen, maar het hangt waarschijnlijk samen met al langer bestaande, algemeen geuite scepsis ten aanzien van het nut ervan. Hij ging zich meer op elektrodiagnostiek concentreren. Befamd was hij om zijn registratieapparatuur, zoals een verbeterde electrocardiograaf. Het eerste proefschrift onder zijn leiding kwam er pas in 1914 en ging over de electrocardiografie. Hoewel het proefschrift als handboek voor het ECG gold, hield hij zich minder bezig met klinische onderwerpen. Ook hier is het weer de oud-assistent die hiervan een treffende beschrijving geeft: 'Maar een zekere tragiek blijft in het leven van den man die te veel medicus zich voelde om zich geheel te wijden aan de physica en wiskunde, maar aan den anderen kant door die belangstelling naar andere richting op klinisch gebied niet dat heeft kunnen praesteeren, wat anderen met minder begaving en intelligentie door sterker concentratie konden verrichten, temeer daar Wertheim zelf het als een gemis voelde, zich in zijn arbeid niet op enger gebied te hebben geconcentreerd'. Zijn oriëntatie was 'tool-driven', maar dat is een karakteristiek die kenmerkend is voor de ontwikkeling van de wetenschap der radiologie, zoals uit dit onderzoek blijkt. Er moest nog veel gesleuteld worden aan het röntgenapparaat. Daarbij moest het aangepast worden aan twee heel verschillende functies of concepten: diagnostiek en therapie. Aan beide ontwikkelingen is een hoofdstuk gewijd.

Radiodiagnostiek

Wat de radiodiagnostiek betreft vroegen drie componenten die van invloed waren op de beeldvorming om een oplossing: strooistraling, bewegingsonscherpte en overprojectie. Voor het beheersen van strooistraling was in 1901 met de 'Kompressionsblende' van Albers-Schönberg een passende oplossing gevonden. De overprojectie van 3-D structuren in het platte vlak van een fotografische opname

werd al in de eerste maand na de ontdekking der röntgenstralen ondervangen door stereoradiografie. De zwakste schakel bleef de tijdsopname. De opnametijd van een röntgenfoto was lang, soms minuten. Veel langer dan de tijd waarin de meeste lichaamsprocessen zich afspelen. Pas toen momentopnamen beschikbaar kwamen, steeg het aantal klinische onderwerpen op de wetenschappelijke vergaderingen van de NVvER boven het aantal technische onderwerpen uit. Deze accentverandering naar de kliniek lag rond 1910 en kan als een keerpunt in de ontwikkeling van de radiologie worden gezien. De man die daarvoor de aanzet gaf, was de hoogleraar interne geneeskunde uit Groningen Wenckebach. Hij concentreerde zich op de cognitief-analytische aspecten van de radiologie. Door gebruik te maken van momentopnamen en stereoradiografie kon hij door ruimtelijke oriëntatie een andere betekenis geven aan de ‘mechanisch’ vastgelegde beelden. Hij ontdekte patronen in de beelden, waardoor de aandacht van de onderzoeker werd verlegd van het vastleggen met ‘mechanical objectivity’ naar ‘trained judgment’ (Daston en Galison). Hij bracht zijn visie op het 4^e Congrès International d’Electrologie et de Radiologie dat door de inspanningen van Wertheim Salomonson in 1908 in Amsterdam werd gehouden. De momentopnamen die samen met de stereoradiografie ten grondslag lagen aan het keerpunt, waren mogelijk gemaakt door ontwikkelingen in de inductorteknik. Daar had Wertheim Salomonson indirect aan bijgedragen met zijn sublieme registratie-instrumenten. De stereoradiografie was al langer in gebruik, maar werd door Wenckebach systematisch toegepast voor longdiagnostiek, ondanks de extra inspanningen en kosten die ermee gemoeid waren. Het leverde een diagnostische winst die in principe vergelijkbaar is met moderne doorsnedentechnieken (planigrafie en CT). Het gaf Eijkman de inspiratie tot experimenten met de eerste toepassingen van virtuele radiologie, het ideaal van de Duitse fysicus Ernst Mach. Diezelfde Eijkman buitte in die tijd ook, samen met Dessauer, de mogelijkheden van de nieuwe inductortekniken uit door met momentopnamen de bewegingen van het hart te filmen. Aan de grote creativiteit van Eijkman kwam een einde door zijn vroege dood in 1914. Bewegingsonscherpte was geen groot probleem meer, vooral door de op het Amsterdamse congres geïntroduceerde transformator van de Amerikaanse fysicus Snook. Al deze vernieuwingen gaven een impuls aan heroverweging van klassieke klinische onderzoekstechnieken ten gunste van de radiodiagnostiek. Maar dat ging niet zonder slag of stoot.

Want Wenckebach kon zijn collega Nolen uit Leiden niet overtuigen van de grote waarde van de röntgendiagnostiek voor de longtuberculose. Ook niet na een groots opgezet klinisch onderzoek (meer dan 1200 foto’s!) dat hij had laten uitvoeren door de sanatoriumarts Schut. Het was een van de eerste, groot opgezette, klinische ob-

servatiestudies. Deze scherpzinnige onderzoeker had een nieuw classificatiesysteem voor longtuberculose voorgesteld, waarin de longfoto een belangrijke rol speelde. Het establishment wees het af. Schut en Wenckebach verdwenen van het toneel: Schut vertrok na een faillissement van zijn privé sanatorium als gevolg van de Eerste Wereldoorlog naar Indonesië, Wenckebach werd in 1911 in Straatsburg benoemd. Pas na de oorlog werden hun inzichten nieuw leven ingeblazen, nu gedragen door de nieuwste bevindingen van de Duitsers Gräff en Küpferle. Dit gebeurde onder de bezielende leiding van de pas benoemde sanatoriumarts Bronkhorst. Diens bijdrage aan de radiologie is van onschatbare waarde geweest. Zijn onderzoek stelde enkele fundamentele kwesties aan de orde over contrasten op een röntgenfoto. Hij stelde als een van de eersten kwaliteitscriteria op voor röntgenopnamen. Opnamen in vervolgseries werden zodoende vergelijkbaar. Hij promoveerde daarop in 1926 bij de eerder genoemde Zwaardemaker.

Ook de maagdarmsartsen konden zich niet losmaken van hun klassieke diagnostiek, ondanks dat het ulcus en de maligniteit van de maag door de momentopnamen direct in beeld konden worden gebracht. Zij richtten zelfs een vereniging op om zich te verweren. Het werd een onaangename territoriumstrijd, waarbij de radioloog neergezet werd als handlanger of meeloper van de industrie. Het debat werd langzamerhand milder, maar de strijd bleef.

De 'Kompressionsblende' had intussen haar waarde bewezen bij het onderzoek van buik en schedel. Het ging wat de buik betreft vooral om nierdiagnostiek (nierstenen). Hoewel de toepassing van de 'Blende' in Nederland traag op gang kwam en sommigen in hun calvinistische soberheid spraken van een 'zucht tot overdrijving' werd men toch overtuigd van het nut. Men beweerde zelfs dat men nu met zekerheid nierstenen kon aantonen. Die bewering moest al snel bijgesteld worden. Daar waar onzekerheid bleef, breidde men het onderzoek uit met ureterkatheters en retrograde pyelografie met alle gevaren van deze toch invasieve technieken. Het was Voorhoeve die het gebruik van de 'Blende' ten behoeve van de nierdiagnostiek volledig wist uit te buiten. Zijn diagnostiek van de hoefijzernier was een wereldprimeur. De uroloog Brongersma geloofde hem niet. De verbetering waarmee Voorhoeve volhield en het bewijs leverde, karakteriseerde hem. Hij was voortdurend bezig de status van de röntgenoloog op te poetsen tegenover de kleinere houding van de dominante disciplines.

Het onderzoek van de schedel kwam pas in het tweede decennium goed op gang, vooral door het werk van de zenuwartsen Heilbronner, Schnitzler, Stenvers en Winkler uit Utrecht. Schnitzler publiceerde in 1911/12 over de sella. In datzelfde jaar 1912 kwam ook het nieuwe handboek van Schüller uit over pathologische processen in de schedel en het boek van Cushing over de hypofyse. Kort daar

voor was tevens de nieuwe transspheenoïdale chirurgische benadering van de hypofyse geïntroduceerd. De diagnostiek van de sella hing sterk af van de kwaliteit van de opname. Om die reden had de oogarts Weve uit Rotterdam een voorloper van het lichtvizier geconstrueerd, een vinding die in het vergeetboek is geraakt. Hij demonstreerde het op het 16^e NNGCongres in 1917. Dat congres werd beheerst door het werk van Stenvers over de radiologie van de neusbijholten en het rotsbeen. Stenvers werkte in Utrecht onder de bezielende leiding van Winkler. Winkler had Amsterdam in 1915 verlaten en was naar zijn oude stek in Utrecht teruggekeerd. Zijn vertrek uit Amsterdam was een dieptepunt in de carrière van Wertheim Salomonson. De curatoren hadden hem voorgedragen als opvolger van Winkler, maar er kwam verzet uit de gemeenteraad, voornamelijk van de kant van de huisartsen onder de gemeenteraadsleden. Ze vonden, dat Wertheim Salomonson teveel elektrotherapeut was en geen zenuwarts, zich alleen met röntgenologie bezighield, zich weinig met de kliniek bemoeide, geen jonge professor naast zich dulde, ooit maar één promovendus begeleid had en nooit iets origineels vond, maar alleen bekende zaken verbeterde. De huisartsen hadden liever een psychiater, vanwege de grote noodzaak voor psychiatrische hulp in de stad. Wat de achterliggende reden ook geweest is, het hele gebeuren deed afbreuk aan het prestige van Wertheim Salomonson. Uiteindelijk werd hij in 1915 benoemd, maar in de woorden die Winkler sprak op het congres klonk versluierde kritiek door op het functioneren van Wertheim Salomonson: theoretisch voortreffelijk, maar weinig praktijkgericht. Praktijkgericht was Winkler wel. In Stenvers had hij de man gevonden die hem de mogelijkheden liet zien van de schedeldiagnostiek in de pas opgerichte, nieuwe röntgenafdeling van de overleden Heilbronner. In de twintig jaar die Winkler met Wertheim Salomonson had samengewerkt, was nauwelijks sprake geweest van enige samenwerking op radiologisch gebied. Nu kwam hij samen met Stenvers, Van der Hoeve en De Kleyn met een uitgebreide röntgenpresentatie op het NNGCongres. Stenvers corrigeerde de Rhese projectie van de oogkas en maakte een uitvoerige studie van het rotsbeen, waarbij hij de 'Blende' aanpaste en een eigen standaardprojectie ontwierp. Die projectie was o.a. bedoeld om de meatus acusticus internus in beeld te brengen. De Zweed Henschen was hem hiermee voorgegaan. Ook de Utrechtse oorarts Quix had zich ermee ingelaten, maar de twee, Stenvers en Quix, waren het niet eens en raakten in heftig debat. In 1917 kwam ook Cushing met zijn studie over de nervus acusticus. Deze hield een pleidooi voor het gebruik van stereopopnamen voor de acusticusdiagnostiek in overeenstemming met de opvatting van Stenvers. Deze promoveerde in 1920 bij Winkler op de toepassing van de door hem uitgedachte technieken bij tumoren in de achterste schedelgroeve. De studie van (Heukensfeldt) Jansen die in 1917 bij Wertheim Salomonson promoveerde op de diagnostiek van de schedel, werd enigszins onderge-

sneeuwd door de activiteiten van de Utrechtse school. Jansen was zijn tweede promovendus, maar de eerste met een röntgenologisch onderwerp.

Behalve aan het schedelskelet begon men ook aandacht te besteden aan de weke delen ervan. Zo bracht Van der Hoeve de traanwegen in beeld en deed Keijser in Groningen de eerste pogingen tot luchtencefalografie op een lijk, hiertoe geïnspireerd door de Amerikaanse neurochirurg Dandy. In 1922 publiceerden Dietz en Peutz uit Den Haag over luchtencefalografie in vivo, een onderzoek dat de röntgenologische hersendiagnostiek zou blijven beheersen tot aan de uitvinding van de CT scan. Op deze luchtencefalografie promoveerde de internist en medisch historicus Lindeboom in 1930. De heroverweging van klinische diagnostiek ten gunste van het radiologisch onderzoek van buik en schedel verliep zonder veel problemen.

De gasbuis, het al eeuwen in gebruik zijnde 'speeltje' van de experimenteel natuurkundigen, kreeg door de vinding van Röntgen een andere functie, een nieuwe betekenis. De vorm ervan paste zich aan de nieuwe omgeving van de geneeskundige kliniek aan. De buis veranderde in een bol met uitlopers en werd zo het icoon van een nieuwe beroepsgroep. De ratio van deze vormverandering is hier beschreven, maar de werking van die röntgenbuis bleef een mysterie. De omgang met de gasbuis berustte op ervaring, op 'tacit knowledge'. De gebruiker ging af op akoestische en visuele signalen. Dit was een goede reden om de buis niet af te dekken, maar goed in het zicht te houden. De toestand van de buis, 'week' of 'hard', was afhankelijk van vele factoren, zoals de elektrische geladenheid van de glaswand en de metaalneerslag op de wand. Het risico was, dat de buis defect raakte. Allerlei theoretische overwegingen en 'trucs' werden aangewend om dit te beheersen. Wat de beeldvorming betreft was alles gericht op verkorting van de belichtingstijden en scherpte van de afbeelding. Verder moest de buis beschermd worden tegen oververhitting. Dat laatste gold vooral voor de therapiebuis. De oververhitting werd ondervangen door metaal te gebruiken met hoge warmtecapaciteit, door waterkoeling en andere methoden. De gebruiker hield zoveel mogelijk rekening met deze factoren, de fysisch/ingenieur vond technische verbeteringen uit. Zo paste deze het wolfram toe als metaal voor de *anode* (antikathode), vanwege het hoge smeltpunt. En de Amerikaanse fysisch Coolidge ontdekte in 1913, bij toeval, het belang van het wolfram voor de *kathode*, waar door verhitting elektronen uit vrijkwamen (thermo-ionen). Zo was er een buis ontstaan, waarvan spanning en stroom zich onafhankelijk van elkaar lieten regelen. De introductie van deze nieuwe buis verliep niet zonder problemen. Men kon zich moeilijk losmaken van de oude situatie, waar de zintuiglijke signalen nog de leidraad voor het handelen waren. Ook waren er nog wat technische problemen op te lossen. Maar in principe was

het mogelijk geworden om de bediening van de röntgenbuis te delegeren aan lager personeel met instructies over de gewenste spanning en stroom. Dit had gevolgen voor de habitus van de röntgenoloog, wiens expertise zo duidelijk verbonden was met de tacit knowledge van de gasbuis.

Aan de ontwikkeling van röntgenbuizen is in deze periode door Nederland overigens nauwelijks iets bijgedragen. Maar er waren veel buitenlandse aanbieders van röntgenbuizen. Deze werden in Nederland vertegenwoordigd door de opkomende instrumentenhandel en ingenieursbureaus. Het was moeilijk om uit deze aanbiedingen een juiste keuze te maken. De NVvER richtte daarom in 1909 een 'Technisch Bureau' op voor het geven van advies. Dit bureau stond onder gezag van Wertheim Salomonson. Van de oorlogsomstandigheden had men aanvankelijk weinig last tot in 1917 de import schaarser werd. Waarschijnlijk door toedoen van persoonlijke contacten met het NKI ging de firma Philips, naast reparatie van bestaande röntgenbuizen, ook zelf röntgenbuizen ontwikkelen. De ontwikkeling van deze buizen gebeurde in het researchlaboratorium dat in 1913, min of meer door de omstandigheden gedwongen, was opgericht. Met het researchlaboratorium volgde Philips een trend die meer dan tien jaar eerder bij industrieën in het buitenland was ingezet. De eerste buizen die geleverd werden, voldeden niet helemaal. Pas in de jaren twintig kwam Philips met een eigen 'Coolidgebuis', ontwikkeld door de fysicus Bouwers. Intussen was in 1925 ook de Eerste Nederlandsche Röntgen Apparaten Fabriek (ENRAF) opgericht, voortgekomen uit het ingenieursbureau Doorman te Rotterdam. De vertegenwoordiging van de Duitse industrie van röntgenapparatuur, waar tijdens en na de oorlog uitgebreide en soms heimelijke fusies tot stand waren gekomen, werd uiteindelijk gedaan door de N.V. Almara te Amsterdam.

De film is altijd het ondergeschoven kindje geweest in de radiologie. De allereerste films waren daglichtgevoelige films. Al snel kwamen er films met dikkere emulsie, speciaal gefabriceerd voor röntgenstralen. Als filmdrager ging de voorkeur aanvankelijk uit naar de breekbare glasplaat. Er waren vele fabrikanten, maar in de annalen van de NVvER werd alleen de Schleussnerplaat genoemd. Het maken van een emulsie was een kunst. In de wetenschappelijke benadering ervan speelde een Nederlander, de chemicus Trivelli, een belangrijke rol. Hij publiceerde er samen met Eijkman over en hield voordrachten op de vergadering van de NVvER en op het in 1908 gehouden internationale congres in Amsterdam. Tevens werden zijn bijdragen opgenomen in de *Proceedings* van de KNAW. In Nederland vond hij echter weinig erkenning. Zo kan men zich er over verwonderen, dat Wertheim Salomonson bij zijn onderzoek naar de werking van emulsies zijn hulp niet inriep. Hij noemde zelfs zijn naam niet. In Amerika, waarheen Trivelli in 1917 vertrokken

was, vond hij die erkenning wel bij de firma Eastman Kodak. De erkenning van zijn verdiensten voor deze firma werd nog in 2002 uitgedrukt in een Trivelli-Shepard Award. Bij Eastman Kodak ontwikkelde men in 1918 de dubbelzijdig gecoate flexibele, niet breekbare film met dubbelzijdige versterkingsschermen. De dunne cellulosebasis voorkwam de hinderlijke parallax, die men bij de dikke, dubbelzijdig gecoate, glasplaten zag. Het al uit 1897 stammende patent hierop van de Duitse fysicus Max Levy kon omzeild worden met de 'Trading with the enemy act', een Amerikaanse wet die was opgesteld naar aanleiding van de Eerste Wereldoorlog. Het logistieke proces rond de ontwikkeling van films was daardoor sterk verbeterd, zowel in tijd (sneller) als in benodigde ruimte. Het ontwikkelen en fixeren nam hooguit 7 à 8 minuten in beslag en het spoelen 15 à 20 min. De films werden in staande bakken ontwikkeld, waardoor 3-6 films gelijktijdig ontwikkeld konden worden. Dit was het begin van rationalisatie op de röntgenafdeling.

Versterkingsschermen waren om verschillende redenen (onscherpte, artefacten en nabeelden) niet geliefd, totdat het de Duitse fotograaf Gehler gelukt was om hier fijnkorrelige kristallen voor te gebruiken. Deze schermen waren een succes. Ze werden in het tweede decennium routinematig gebruikt daar waar ze nodig waren.

Op de praktische toepassing van het Bucky rooster, dat in 1913 ontdekt was en in de rest van de eeuw zo'n belangrijke rol zou spelen, moest langer worden gewacht. Hoewel de grote voordelen snel onderkend werden (groter afbeeldingsgebied zonder strooistralen) bleef verdere ontwikkeling uit door de Eerste Wereldoorlog. De Amerikanen konden het patent van Bucky overnemen door de 'Trading with the enemy act' en verbeterden het apparaat, waarna het onder de naam Potter-Bucky rooster door GE via de Victor X-ray Corporation op de markt werd gebracht. Het kwam pas in 1921 ter beschikking in Nederland.

Radiotherapie

Aan radiotherapie werd binnen de NVvER relatief weinig aandacht besteed. Maar wat eigenlijk nooit genoemd wordt, is dat Bollaan, de oprichter van de NVvER, de eerste radiotherapeutische behandeling van kanker uitvoerde in Nederland. Hij deed dat vlak voor de oprichting in 1901. En Eijkman wist al in 1902 internationaal de aandacht op zich te vestigen met radiotherapie van dieper liggende kankers. Maar de problemen die men ondervond bij de behandeling waren nog erg groot. In de nog jonge vereniging ontstond daardoor in 1903 een discussie, waaraan enige vooringenomenheid met eigen handelen niet ontzegd kan worden. Een collega die geen lid was, werd ervan beschuldigd in een voordracht voor

de NNGC verkeerde informatie verstrekt te hebben over de effecten van bestraling. Dat bleef niet binnenkamers. De aangevallen persoon, de patholoog Tendeloo, verdedigde zich, had gelijk, maar kreeg het niet. Tendeloo had er in diezelfde voordracht voor de NNGC op aangedrongen om te komen tot samenwerking op het gebied van kanker door registratie en centralisatie van onderzoek. Hij had het tegendeel bereikt. De radiotherapie was in die tijd meer in de belangstelling komen te staan door de ontdekking van Becquerel en Curie in 1901 van de fysiologische werking van radium. Maar radium was schaars en duur en diffundeerde daardoor traag in geneeskundige kringen vergeleken met de röntgenbuis vijf jaar eerder. Pas eind 1903 bracht de dermatoloog Van Dugteren als eerste de behandeling met radium onder de aandacht van zijn vereniging. Enkele maanden later volgden de vereniging van KNO-artsen en de NVvER. Op die laatste vergadering werd uitvoerig op de theorie en de techniek van de toepassing van radium ingegaan met voorbeelden uit de praktijk, maar daar bleef het voorlopig bij. Het zou tot 1918 duren voor er weer een voordracht over werd gehouden, toen door het lid Lammers.

In de tussentijd worstelde men met het probleem van de dosering van röntgenstraling en de werking ervan op dieperliggende processen in het lichaam. Het radiotherapeutisch handelen geschiedde nog grotendeels casuïstisch, zonder uniforme richtlijnen. Men wist aanvankelijk zelfs niet precies uit te maken of de effecten van bestraling nu veroorzaakt werden door de elektrische ontladingen van de buis of door de röntgenstralen. De Weense röntgenoloog Kienböck stelde in 1900 vast dat het röntgenstraling moest zijn. Verder vond hij dat röntgenstralen niet gelijk waren, maar een verschillend doordringingsvermogen (harde en weke stralen) hadden en dat de huidveranderingen afhankelijk waren van de intensiteit van de straling en met een zekere latentietijd tot stand kwamen. De Franse fysicus Benoist had de heterogeniteit van de straling ook al opgemerkt en construeerde een instrument dat als maat kon dienen voor de absorptie van de verschillende stralen, de *radiochromometer*. Hij kon daardoor de hardheid van de buis, de aard van straling dus, karakteriseren. Daarnaast speelde de bepaling van de intensiteit (de hoeveelheid) van de straling een rol. Daarvoor ontwikkelde de Weense röntgenoloog Holzknicht, op aanwijzing van de fysicus Goldstein, in 1902 een zoutkristal, waarvan de verkleuring afhing van de totaal geabsorbeerde straling. De kleur werd vergeleken op een colorimetrische schaal, waarvan de eenheden overeenkwamen met een bepaalde dosis. Dit instrument werd *chromoradiometer* genoemd. Er werden op deze methode nog enkele variaties toegepast, zoals de pastille van Sabouraud, maar Wertheim Salomonson was van mening dat deze methoden voor de intensiteitsmeting onbetrouwbaar waren. Hij gebruikte voor het meten van de intensiteit de milliampèremeter in de secundaire stroom in

combinatie met het instrument van Benoist. Eenstemmigheid was er niet. Dat werd ook opgemerkt op de eerste bijeenkomst van het Deutsche Röntgengesellschaft (DRG) in 1905. Daar kwam de vraag aan de orde hoe diep in het lichaam straling effect kon hebben zonder de huid te beschadigen. De Duitse chirurg Perthes had zich daarin al uitvoerig verdiept.

De indruk bestaat dat in Nederland de dosismeting in de praktijk een ondergeschikte rol speelde. Men gebruikte hier nog lange tijd de zogenaamde 'Primitiv methode'. Maar Wertheim Salomonson was er in theoretische en experimentele zin wel uitvoerig mee bezig. Niet alleen vanwege zijn grote belangstelling voor de fysica, maar ook omdat het DRG congres hem tot (plaatsvervangend) voorzitter had benoemd van een commissie die hier helderheid over moest geven. Maar hij wist deze commissie niet tot activiteit te bewegen, laat staan tot eenstemmigheid te brengen. Men vond dat elke methode bruikbaar was, als deze maar reproduceerbaar was. Het onderwerp bleef Wertheim Salomonson wel bezighouden, maar opmerkelijk is dat hij geen waardering uitsprak voor het werk van de Zwitserse wis- en natuurkundige en arts Christen. Deze bracht in 1913 orde op zaken, waarbij voor het eerst een exacte definitie werd gegeven van het begrip dosis en een onderscheid werd gemaakt tussen een fysische en een biologische dosis. Deze Christen stelde in 1914, als lid van een tweede commissie van het DRG over dosismeting, voor om een internationale commissie te formeren. Die kwam er pas in 1925 op het Eerste Internationale Congres voor Radiologie in Londen toen de boycot van de vijanden uit de Eerste Wereldoorlog werd opgeheven. In de tussentijd waren wel grote vorderingen gemaakt, onder andere door het werk van de Duitse fysicus Friedrich die onder andere het concept isodosen introduceerde. In Nederland had het onderwerp de aandacht gekregen van de fysicus Bouwers die in 1924 promoveerde op de fotografische intensiteitsmetingen van röntgenstralen.

Dezelfde Friedrich heeft ook een grote bijdrage geleverd aan de dieptetherapie, het bestralen van tumoren die dieper onder de huid gelegen zijn. Zijn concept isodosen wijst daar al op. Maar voor het zover was, moesten vele wegen bewandeld worden. De grondbeginselen waren in 1904 door de bovengenoemde Duitse chirurg Perthes gedefinieerd en Dessauer was erover in heftige discussie geraakt met Holznecht, maar in Nederland kwam de belangstelling slechts langzaam op gang. Men twijfelde daar aan de waarde ervan. De kruisvuurbestraling, een techniek uit 1907, werd slechts voor kennisgeving aangenomen. Maar in 1909 deed Gohl in de vereniging verslag van het werk van Albers-Schönberg. Op de jaarlijkse bijeenkomst van de Duitse radiologen had deze melding gemaakt van behandeling van vleesbomen met dieptetherapie. Dit kreeg grote navolging

onder Duitse gynaecologen, niet alleen voor de therapie van vleesbomen, maar ook voor de behandeling van maligniteiten van de vrouwelijke genitaliën. De gynaecologen lieten het mes liggen. Het bracht een ‘Paradigmawechsel vom Stahl zum Strahl’ teweeg. De apotheose vond plaats in de meimaand van 1913 op de 15e Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie, gehouden in Halle, waar de radiotherapie het centrale thema was. Dit proces werd opvallend intensief ondersteund door de röntgenindustrie in Duitsland en ging gepaard met de oprichting daar van diverse bestralingsinstituten, waaruit de moderne radiotherapie zou ontstaan.

Het ontstaan van deze bestralingsinstituten in Duitsland was in Nederland niet onopgemerkt gebleven, ook niet bij het grote publiek. Patiënten zochten hun heil in Duitsland. Hoewel de hoogleraar chirurgie Rotgans indertijd een dergelijk instituut hier in Nederland niet nodig vond, omdat hij de radicaalgenezende kracht van radium- en röntgenstralen overdreven vond, zag hij het als zijn ‘morele verplichting in verband met zijn positie’ daar thans wel mee in te stemmen, nu zich een geldschietter aanbood. Zo werd in oktober 1913 het initiatief genomen tot oprichting van het Antoni van Leeuwenhoekhuis. Zijn eerste daad was een reisstipendium voor één van zijn assistenten, Gaarenstroom. Deze kreeg als opdracht kennis te nemen van de stralingsbehandelingen in de diverse instituten in Europa, maakte een reisverslag en werd verantwoordelijk voor de bestralingen in het nieuwe instituut. Tegelijkertijd ontstonden ook op andere plaatsen in Nederland dergelijke instituten, ofwel onder invloed van deze actie in Amsterdam dan wel door de ontwikkelingen in Duitsland. Of hier de industrie ook een rol bij speelde, zoals in Duitsland, wordt niet helemaal duidelijk. Het was de onderlinge concurrentie die de prikkel gaf. Zelfs de academische ziekenhuizen roerden zich, zij het niet onmiddellijk en zonder wetenschappelijke drijfveer.

Er was in Nederland nog enige schroom in de toepassing van straling bij kanker. De toepassing stond steeds onder strikt toezicht van chirurgen. Het liefst opereerde men, alleen waar het inoperabele gevallen betrof werd bestraling toegestaan. Dit in tegenstelling tot de indicatiestelling in meerdere Duitse klinieken. De opzet van bestralingsactiviteiten in de academische ziekenhuizen in Nederland was niet gestructureerd, meer gebaseerd, zoals gezegd, op politieke overwegingen dan op wetenschappelijke interesse. Als er al publicaties verschenen, waren deze van laag niveau. Opvallend is dat de meesten van hen die aangesteld waren om de bestralingen te begeleiden hun expertise nog moesten opbouwen. Dat gold voor Gaarenstroom, maar ook voor Keijser uit Groningen. De laatste werd zelfs onmiddellijk tot lector benoemd, nog voor hij zich verdiept had in de materie. De enige uitzondering was de benoeming van het NVvER-lid Lammers bij het

RRTI in Rotterdam. Deze was al jaren werkzaam geweest als radioloog. Maar de taak van de radiotherapeut was en bleef ondergeschikt aan de chirurg.

De ‘Paradigmawechsel vom Stahl zum Strahl’ bracht onder de Nederlandse gynaecologen en stralingsartsen een heftige discussie teweeg. De grote tegenstander was de Utrechtse hoogleraar gynaecologie Kouwer, ooit directeur van het Haarlemsche Röntgeninstituut. Vooral het behandelen van menstruatiestoornissen en vleesbomen met stralen was hem een gruwel. Hij vergeleek het met de droevige geschiedenis van het operatief verwijderen van de eierstokken, dat zo veel ellende bij patiënten had veroorzaakt. Een fervent protagonist van de stralenbehandeling voor deze indicaties volgens Duits model was de gynaecoloog Driessen. In heftige bewoordingen over en weer werd stelling genomen. In deze discussie mengde zich ook de röntgenoloog Voorhoeve, in wie Driessen, intussen ook NVvER lid, een medestander vond. Het waren niet alleen wetenschappelijke argumenten, die opgevoerd werden, ook emotionele overwegingen en groepsbelangen speelden een grote rol. Schoorvoetend kwam er ook binnen de gynaecologische vereniging minder verzet en werd de stralenbehandeling in het diagnostisch arsenaal opgenomen.

Epiloog

Uit de bevindingen van dit historisch onderzoek kan geconstateerd worden dat de wetenschappelijke ontwikkeling van de radiologie in Nederland rond 1910 een keerpunt beleefde. De radiodiagnostiek was er klaar voor om haar plaats in de kliniek op te eisen. Belangrijkste factor in technische zin was de momentopname door verbeterde inductortechnieken. In cognitieve zin speelde de stereoradiografie een essentiële rol. De ontwikkeling en het keerpunt waren ‘tool-driven’. Het establishment had soms moeite met heroverweging van bestaande klinische onderzoekstechnieken. Hierbij speelden persoonlijke belangen een overheersende rol. Er was al duidelijk een grensstrijd gaande tussen zich vormende specialismen. Hoewel door sommige historici de indruk wordt gewekt, dat de radiodiagnostiek zich bezig hield met ‘creating likeness’,¹¹ het zich aanpassen aan bestaande klinische methoden, kan hier gesteld worden dat de radiodiagnostiek al vroeg een eigen visie ontwikkelde op bestaande inzichten in de anatomie en sommige ziekteprocessen. De maagdarms- en tuberculosedagnostiek zijn hiervan treffende voorbeelden. Al vóór de Eerste Wereldoorlog was de radiodiagnostiek op een niveau zoals zij zich erna zou presenteren. Uit dit historisch onderzoek blijkt dat die oorlog

¹¹ Pasveer, *Shadows* (1992) VII.

de ontwikkeling van de radiologie afremde, daar waar anderen juist wijzen op een stimulerende invloed.¹² Zij oriënteren zich daarbij op de gang van zaken bij de strijdende partijen en noemen de grote instroom in het vakgebied van artsen die aan het front vertrouwd waren geraakt met röntgentechniek als belangrijke factor. Nederland was echter neutraal in die strijd. Misschien belangrijker voor de ontwikkeling was de braindrain naar Amerika en de invloed daar van de invoering van de ‘Trading with the enemy act’ met confiscatie van het intellectuele eigendom van Duitsland. Deze wet gaf vooral de chemische industrie een enorme impuls in Amerika, maar ook andere industrieën konden er hun voordeel mee doen.¹³ Zo werd het Bucky rooster, waarvoor de Duitser Bucky het patent had, uitgebracht door de Victor X-ray Company (opgekocht door General Electric) en konden de patenten van de Duitser Liliensfeld op de hoge vacuüm röntgenbuis genegeerd worden.¹⁴ De hegemonie van Duitsland was overgenomen door Amerika. In 1920 waren alle elementen aanwezig voor het goed en efficiënt functioneren van een röntgenafdeling. De pioniersjaren waren voorbij, zodat een tijd aanbrak van consolidatie en het leren omgaan met de nieuw verworven apparatuur.¹⁵ In 1921 waren röntgenstralen even onontbeerlijk geworden als de thermometer of percussiehamer.¹⁶ In Engeland hield de bekende geneeskundige Thomas Horder (1871-1955), Extra Physician to the Queen, de Mackenzie Davidson Memorial Lecture van 1924 met een lofrede op de radiologie en haar invloed op het ziekteconcept.¹⁷

De ontwikkeling van de radiotherapie verliep in deze periode niet zo voortvarend in Nederland als de radiodiagnostiek. Er was geen grote vernieuwer. De ontwikkeling van de dieptetherapie stond sterk onder de invloed van de chirurg. Die bepaalde de indicatie voor bestraling. Alleen gevallen waar hij geen raad mee wist, kwamen in aanmerking voor radiotherapeutische behandeling. Pas toen patiënten hun heil zochten in Duitsland werden in 1913 ook hier bestralingscentra opgericht. Maar de bestralingen werden niet altijd overgelaten aan diegenen die er ervaring mee hadden, maar vaak aan assistent-chirurgen. Zij volgden op afstand de ontwikkelingen in Duitsland, waar gynaecologen er steeds meer toe overgingen het mes te vervangen door bestraling. Deze gynaecologen richtten in 1912 zelfs het eerste wetenschappelijke tijdschrift op dat speciaal aan radiotherapie gewijd was (*Strahlentherapie*). De ontwikkeling daar stond sterk onder invloed

12 Fokkema, *Schade* (1993) Hoofdstuk IV 3.

13 Moser en Voena, *Compulsory Licensing* (2009).

14 Arns, *X-Ray Tube* (1997).

15 Krohmer, *1920 to the present* (1989) 1129-1131.

16 Pel, *Rede* (1915); Wertheim Salomonson, *Röntgenstralen* (1921).

17 Horder, *The Influence* (1924).

van de industrie en werd op hoogstaand niveau begeleid door fysici die enkele nieuwe begrippen (o.a. isodosen) invoerden. Deze vorm van technoscience in een academisch-medisch-industrieel-gouvernementeel complex, werd nog nauwelijks in Nederland aangetroffen.¹⁸ De NVvER stond in mindere of meerdere mate afwerend tegenover deze contacten. Het heeft er alle schijn van dat haar ‘Technisch Bureau’ daarbij als afscherming diende, tot ongenoegen van de industrie. Pas aan het einde van het tweede decennium werden contacten gelegd met Philips. Maar dat was door de nood gedwongen vanwege de omstandigheden van de Eerste Wereldoorlog. Van de overheid kwam ook niet veel steun. Bij de oprichting van het Kankerinstituut werd de beloofde subsidie door de overheid niet nagekomen. Voor de radiotherapie waren de pioniersjaren nog niet voorbij.

Wat begon als een historische beschrijving van de wetenschappelijke ontwikkeling van een specialisme, werd een ontdekkingsreis in een wereld van vergeten technieken. De klinische waardering voor deze radiologische technieken was nog gering in de onderzochte periode, maar de basis was gelegd voor de grote waardering van de visualiserings- en bestralingstechnieken aan het eind van de twintigste eeuw. Hoe, wanneer en door wie dat tot stand kwam, zal verder wetenschapshistorisch onderzoek van de tussenliggende periode moeten uitwijzen.

¹⁸ In de radiodiagnostiek werkten Wenckebach en Eijkman wel samen met de industrie (o.a. met Dessauer als vertegenwoordiger van VEIFA) in de ontwikkeling van apparatuur. Die samenwerking was een onderdeel van hun succes.

Summary and conclusions

This simple inability to remember not the true sequence of events but a reconstructed one will make history appear in hindsight to be far more explainable than it actually was – or is.¹

General review

My decision to take discipline-specific scientific literature and scientific discourse as guideline for this historical research was guided by the nature and design of the study. Medical scientists, like those in the (other) natural sciences, as a rule learn about the historical development of their science from textbooks. But, according to historian Thomas Kuhn, textbooks tend to write history backward, adapted to the ‘normal science’ of their time. They give the impression that the scientists in those days concerned themselves with the same problems and theories as nowadays. Kuhn proposes that by use of original literature as the primary source, ‘invisible revolutions’ can be discovered.² The study presented here confirms this contention, because it has uncovered a turning point in the development of the radiological field in the Netherlands that had not been recognized previously. At the same time, the original scientific literature also offers a unique opportunity to understand rivalry, ambition, jealousy and other characteristics of the researchers in question.³ These human characteristics are not usually associated with science. Multiple relevant examples are found in the development of radiology in those days, such as the quarrels between Kuipers and

1 Taleb, *The black swan* (2008) 70.

2 Kuhn, *Structure* (1970) Chapter 11.

3 Inspiration was gained in: Aldersey-Williams, *Findings* (2005) Waller, *Fabulous science* (2002).

Tendeloo about the cause of tumour recurrence, between Walter and Dessauer on the efficiency of inductors, between Voorhoeve (with Driessen) and Kouwer about X-ray castration and between Nolen and Wenckebach, but also between Schut and Polak Daniels on the diagnosis of tuberculosis. In addition, it yields an insight into the personality of several individuals. Such as the flamboyant, creative character of Eijkman and the uninspiring, thoughtful nature of Wertheim Salomonson, technically gifted ('that was the reason why he remained isolated, with no young people around him to continue his work, unlike Winkler', said a former assistant⁴), but much praised and modest. Not to mention the meticulousness and diligence of Stenvers and Voorhoeve, the erudition of Wenckebach, the intelligence of Schut, the calculated diplomacy of Winkler and the awkward nature of Bles. On re-evaluation of traditional procedures and treatment methods, the charismatic characteristics of scientists and their social position play an important role, sometimes more than scientific evidence. Good examples of this are the battle between Dessauer and Walter and the positions taken with regard to the diagnosis of pulmonary tuberculosis by Nolen, Wenckebach, Schut and Polak Daniels. Sometimes new insights only receive recognition after opponents literally die out: 'a new scientific truth does not triumph by convincing its opponents and making them see the light, but rather because its opponents eventually die, and a new generation grows up that is familiar with it', said Max Planck (1858-1947).⁵ Or the other way around, old opinions may be maintained when advocates of new insights pass away or leave. The death of Eijkman halted important developments in 3-D techniques and the departure of Wenckebach and Schut caused stagnation of the re-evaluation of the diagnosis of tuberculosis of the lung.

In the late 19th century, the medical discipline in the Netherlands had become more or less detached from the speculative pathology at the beginning of the century ('bedside medicine') to invoke the scientific approach by mechanical means, recording disease processes as objectively as possible. Recording instruments were the criterion for objectivity in the 19th century ('mechanical objectivity'). The glorified discovery of the x-ray tube appeared at the right moment for this new approach. And none better within the medical science in the Netherlands to adopt this new tube than the physician Wertheim Salomonson. He had devoted his life to two techniques related to X-rays that were developed in the century in which he grew up: electricity and photography. As an unsalaried lecturer (privaat-docent) he had acquired a scientific position at the University and he had trained

⁴ Telegraaf, 19 sept 1922

⁵ Cited by Kuhn, *Structure* (1970) 151.

himself as a 'superior instrument maker'.⁶ He was inspired with a love for physics by his high school teacher in Zutphen, Goudsmit, the well-known writer of popular science books, who also gave him board and lodging. 'Nobody, who ever saw him working in his *laboratory, partly funded from his own resources* (curs.kjs) could doubt his ability', said the same former assistant.⁷ Thus, he resembled more an amateur than professional scientist. But apart from one publication in 1896, containing first impressions of the X-ray tube and its usefulness for medicine, at first he did not write any original publication in the field of radiology. His first original publications on radiology appeared in 1900, just after his appointment as associate professor (extraordinarius). He received the professorship through intercession of the neurologist Winkler. But Winkler had his own agenda. He recognized the special gift of Wertheim Salomonson for physics, an area which was unfamiliar to him. But he used him, in his function as lecturer and head of the outpatient clinic for electrotherapy, in his plan to bring Psychiatry and Neurology under one umbrella. Wertheim Salomonson had chosen for Neurology because of the great advances in that field brought about by the theory of electricity. This was the subject of most of his publications. Everything that was going on between the poles of a power source had his attention, including the X-ray tube. He kept himself informed in that area through his contacts with his friend Hoorweg, a physicist, who had written a textbook on medical electrical engineering in 1893 and through his friend and neighbour the Nobel Laureate Zeeman, with whom he shared the results of his scientific work.⁸ These men found Wertheim Salomonson to be a warm defender for their honorary membership of the NVvER. He had founded the NVvER in 1901, together with Bollaan, whose important role has always been underestimated, as a result of their visit to the first international congress in Paris of the 'Société Française d'Electrothérapie'. He had his contacts within this network of electrical therapists and there he felt at home. That international congress was also the first to officially include radiological topics.

The NVvER adopted the same name as her sister organization in France and the next twenty years, until his death, nearly all scientific meetings were held in Wertheim Salomonson's clinic. In truth, with his gifts and ability he should have merited an institution like the ophthalmologist Donders or the otolaryngologist Zwaardemaker. But the university was too petty or he himself was too modest. With his detailed, technical and mathematical-physical arguments Wertheim Salo-

6 Meijers, In memoriam (1922); Went, "Wertheim Salomonson" (1922)

7 Telegraaf, 19 sept 1922

8 In 1910, Hoorweg also wrote a handbook of radiology. Zeeman mentioned the contacts with Wertheim Salomonson in his funeral oration.

monson left his mark on the interchange of knowledge and experiences in the scientific meetings. His death in 1922 marked the end of an era.

The Dutch medical and scientific community followed the developments abroad, including the application of X-rays, but not synchronous. It took three years after the discovery of X-rays before the first academic hospital was equipped with an X-ray laboratory. It was built as a separate laboratory, because the infirmary was not suited for this type of examination and it also required special expertise.⁹ This separation, both physical and functional, encouraged the development of a new medical specialty, which became ratified at the German Roentgen Congress in 1910 with the introduction of a code of conduct in dealing with radiation.

The opening of the first academic X-ray laboratory at the Binnengasthuis in Amsterdam was accompanied by a publication in the *NTvG*, in which the medical superintendent Stumpff, not Wertheim Salomonson, reported about his first experiences with the X-ray examination of the lungs.¹⁰ But Wertheim Salomonson, the man who was destined to be the founder of radiology in the Netherlands, became head of the laboratory. The other university teaching hospitals followed later, delayed by lack of money and space.

As said, the visit to the first Congrès International d' Electrologie et Radiologie médicales in Paris gave rise to the formation of the scientific society NVvER, but there were also other motives. Devices for electrotherapy and X-ray examination were also used by non-medical professionals and sometimes housed in large-scale commercial institutes. The new society wanted that these people would be identified as quacks to hold them back from practicing medicine by applying the law. Particularly, when the *Rijksverzekeringsbank* as executor of the *Ongevalwet* (Industrial Injuries) of 1901 began to specify the rates. So non-physicians could encroach upon the work of the legitimate physicians.

The scientific meetings of the NVvER were held twice a year and showed a slow growth from more than ten people in 1901 to more than forty in 1922. It was a varied group of people, birds of different feathers: neurologists, surgeons, general practitioners, dermatologists, gynaecologists, physical therapists, medical officers, internists, tuberculosis doctors, gastrointestinal physicians, electro-therapists, physicists and sometimes a chemist. The last two professions were usually invited or present as associate members. From these gatherings the radiologist slowly arose.

⁹ See also Rotgans, *Het kankervraagstuk* (1907) 4.

¹⁰ Ten years later his enthusiasm was gone. Stumpff, *Referaat* (1908)

In chapter 3, the topics and speakers at the scientific meetings have been mapped. Wertheim Salomonson was the most prolific speaker. He was mainly interested in engineering and physics. Initially, he kept allegiance to his original profession, electrotherapy, but his interest decreased in the second decade of the 20th century. A direct cause for this could not be pinpointed, but it was probably due to a long-standing, generally expressed scepticism about the usefulness of electrotherapy. He began to focus more on electro-diagnostics. He was reputed for his recording instruments, such as an improved electrocardiograph. The first thesis under his direction did not appear until 1914 and dealt with electrocardiography. Although this thesis could be regarded as a standard textbook for ECG, he himself focused less on clinical topics. Again, the former assistant gave an apt description of this: 'He considered himself too much of a clinician to devote himself exclusively to physics and mathematics, but at the same time he considered it a failing not to have focused his work on a more narrow area to achieve as much in the clinical field as others with less talent and intelligence'. His orientation was 'tool-driven', but that is a typical characteristic of the development of the science of radiology, as evidenced by the present study. Much needed to be developed on the X-ray machine. In addition, it had to be adjusted for two different functions or concepts: diagnosis and therapy. A chapter is devoted to each of these developments.

Diagnostic Radiology

Three components associated with imaging asked for a solution: scattered radiation, superposition of shadows and motion blur. In 1901, Albers-Schönberg introduced the 'Kompressionsblende' as a solution for the control of scattered radiation. The problem of superimposed shadows of 3-D structures in the plane of a photographic plate was already solved by stereo-radiography in the first month after the discovery of X-rays. The recording time continued to be the weakest link in the making of a roentgen picture. The recording time of a radiograph was long, too long to compensate the movements of the body and the organs. Clinical use of the roentgen picture increased when instantaneous radiography (snapshots) became available. This happened at the end of the first decade of the 20th century. It was accompanied by an increasing number of clinical lectures during the scientific meetings of the NVvER. This change in emphasis towards patient care occurred around 1910 and may be seen as a turning point in the development of radiology. In the Netherlands, the impetus to this change was given by Wenckebach, professor of internal medicine in Groningen. He focused on the cognitive-analytic aspects of radiology. He was able to give meaning to some aspects

of the mechanically captured images by using snapshots and with the help of spatial orientation through stereo-radiography. He discovered patterns in the images, shifting the attention of the researcher from recording with 'mechanical objectivity' to 'trained judgment' (Daston and Galison). He presented his views on the 4th Congrès International d' Electrologie et Radiology that was held in 1908 in Amsterdam through the efforts of Wertheim Salomonson.

The instantaneous radiography at the root of this turning point was made possible by advances in the development of the inductor. Wertheim Salomonson had indirectly contributed to this through his sublime recording instruments. Stereo-radiography was already in use, but was systematically applied by Wenckebach to pulmonary diagnostics, despite the additional effort and costs that were involved. It provided a diagnostic gain that was basically similar to modern cross-sectional imaging (tomo- or planigraphy and CT). It gave Eijkman the inspiration to experiment with the first applications of virtual radiology, the ideal of the German physicist Ernst Mach. At that time Eijkman also used the capabilities of the new inductor techniques to film the movements of the heart with snapshots, along with Dessauer. The great creativity of Eijkman was cut short by his early death in 1914.

Motion blur was not a big problem anymore due to instantaneous radiography. The transformer of the American physicist Snook, which he had introduced at the congress in Amsterdam, was the best option for an electric power source at that time. All these innovations had given an impulse to the reconsideration of classical clinical examination techniques in favour of diagnostic radiology- but not without struggle. Wenckebach was not able to convince Nolen, his colleague from Leiden, of the great value of X-ray diagnostics for pulmonary tuberculosis, not even after a large-scale clinical study of over 1200 pictures. That study was carried out by sanatorium doctor Schut. It was one of the first large-scale, clinical observation studies. This astute researcher had proposed a new classification system for pulmonary tuberculosis, in which roentgen photos of the lung played an important role. The established order turned it down. Schut and Wenckebach disappeared from the scene: Schut left the country and emigrated to Indonesia after bankruptcy of his private sanatorium as a result of the First World War and Wenckebach was appointed in Strasbourg in 1911. Only after the war, their insights were revived, now supported by the latest findings of the Germans Gräff and K pferle. This happened under the inspiring leadership of the newly appointed sanatorium doctor Bronkhorst. His contribution to radiology has been invaluable. His research highlighted some fundamental issues about contrast on a radiograph. He was one of the first to formulate quality standards for roentgen photos. This made it possible to compare sequential X-ray pictures over time. His thesis was

devoted to this subject. He obtained his doctorate in 1926, supervised by the above mentioned Zwaardemaker.

The gastroenterologists could not detach themselves from their traditional diagnostic methods, although the stomach ulcer and gastric malignancy could be identified directly on the X-ray image by snapshots. They even founded a professional association to defend their views. It was a nasty turf war in which the radiologist was put down as a henchman or follower of the industry. The debate gradually became milder, but the struggle continued.

The 'Kompressions Blende' proved her value in the examination of abdomen and skull in the beginning of the 20th century, initially mainly for the purpose of the detection of kidney stones. Although the application of the 'Blende' in the Netherlands started slowly and some in their Calvinist austerity spoke of 'an urge to exaggeration' everybody became convinced of the utility. They even claimed that one could demonstrate kidney stones with certainty. That claim had to be quickly adjusted. They expanded their examinations by the use of ureter catheters and retrograde pyelography notwithstanding the dangers of these very invasive techniques. Voorhoeve used the 'Blende' elaborately for the diagnostics of the kidney. His diagnosis of a horseshoe kidney was a world first. The urologist Brongersma did not believe him. The doggedness with which Voorhoeve persisted and provided proof, characterized him. He was constantly trying to defend the status of the radiologist against the disparaging attitude of the dominant disciplines.

The radiological examination of the skull only started to show real progress in the second decade, especially through the work of neurologists from Utrecht, Heilbronner, Schnitzler, Stenvers en Winkler. Schnitzler published about the sella in 1911/12. Schüller's new handbook about pathological processes within the skull was announced in the same year 1912, as well as Cushing's book about the pituitary gland. Also a new, transsphenoidal surgical approach to the pituitary had been introduced recently. The examination of the sella strongly depended on the quality of the recording. For that purpose, Weve, ophthalmologist in Rotterdam, constructed a precursor of the light visor, a discovery that has since passed into oblivion. He demonstrated his construction on the 16th NNGC conference in 1917. This conference was marked by Stenvers' work on the radiology of the paranasal sinuses and petrous bone. Stenvers was working in Utrecht under the inspiring leadership of Winkler. Winkler had left Amsterdam in 1915 and had returned as professor to his old spot in Utrecht. His departure from Amsterdam was a low point in the career of Wertheim Salomonson. The curators of Amsterdam University had nominated him as successor of Winkler, but this had been opposed

by the City Council, mainly due to the general physicians under the councillors. They considered Wertheim Salomonson to be 'too much an electro-therapist and not a neurologist; he was only concerned with radiography, and was not interested in patient care; he endured no young professor beside him; he had supervised only one PhD student, and never discovered anything original, only well-known things'. The doctors would have preferred a psychiatrist, because of the great need for psychiatric care in the city. The underlying reason is not exactly clear, but the whole issue detracted from Wertheim Salomonson's prestige. Eventually he was appointed in 1915, but Winkler's speech at the 16th NNGC conference contained veiled criticism of Wertheim Salomonson's abilities: excellent in theoretical matters, but not really in practical application. Practical application was Winkler's forte. In Stenvers he had found the man, who showed him the possibilities of X-ray diagnostics of the skull in the newly established X-ray department of the deceased Heilbronner. In the twenty years that Winkler had worked with Wertheim Salomonson hardly any cooperation in the radiological field had occurred. Now Winkler and Stenvers, together with Van der Hoeve and De Kleyn, delivered a detailed presentation of the X-ray diagnostics of the skull at the conference of the NNGC. Stenvers corrected the Rhese projection of the orbita and made a detailed study of the temporal bone, which he examined with an adapted 'Blende' and with a new standard projection designed by him. That projection was intended to show the internal auditory canal. The Swede Henschen was the first with this idea. Quix, ear doctor in Utrecht, was also involved in the radiography of the inner ear, but the two men, Stenvers and Quix, disagreed and were in fierce debate. Cushing had elaborately investigated the acoustic nerve and had published also about that subject in 1917. He made a plea for the use of stereo-radiography of the inner ear, in consonance with Stenvers. Stenvers wrote his thesis in 1920 about the application of his X-ray techniques for the detection of tumours in the posterior fossa with Winkler as supervisor. The thesis of (Heukensfeldt) Jansen about the roentgen diagnosis of the skull was somewhat overshadowed by the activities of the Utrecht school. Jansen received a doctoral degree in 1917 with Wertheim Salomonson as supervisor and was Wertheim's second candidate, but the first on a radiographic topic.

In addition to the cranial skeleton, medical scientists also began to pay attention to soft parts of the head. For example, Van der Hoeve had imaged the lacrimal glands and Keijser from Groningen made the first attempts to introduce air into the ventricles of the brain (air-encephalography) during autopsy, inspired by the American neurosurgeon Dandy. In 1922, Dietz and Peutz from The Hague had published a study of the radiographic diagnosis of the brain by air-encephalo-

graphy in vivo. This technique would continue to control the roentgen diagnostics of the brain until the invention of the CT scan in the Seventies. The internist and medical historian Lindeboom received his PhD on the subject of air-encephalography in 1930. The re-evaluation of clinical diagnosis in favour of the radiological examination in the area of the abdomen and the skull did not meet much opposition.

The discovery of X-rays gave the gas tube, for centuries the 'toy' of experimental physicists, another function, a new meaning. Its shape was adapted to the medical environment. The tube was changed into a sphere with 'tails' and this became the symbol of a new profession. The rationale for this transformation is described in this work, but the daily operation of the tube remained a mystery. Handling the gas tube was based on experience, on 'tacit knowledge'. The user relied on acoustic and visual signals. That was the reason the tube was not covered up but kept well in sight. The condition of the tube, 'soft' or 'hard', depended on many factors, such as the electrical charge of the glass wall and metal deposit on the inner wall, with the risk of a broken tube. Numerous theoretical considerations and 'tricks' were used to control this. As regards imaging, the aim was to reduce exposure times and obtain sharp images. Also, the tube had to be protected against overheating, especially the therapeutic tube. Overheating of the anticathode was suppressed by using metal with high heat capacity, water cooling and other methods. Radiologists took these factors into account in daily practice; technical improvements were introduced by physicists and engineers. They introduced tungsten as metal for the *anode* (anti-cathode), because of its high melting point. And in 1913 the American physicist Coolidge by chance discovered the importance of tungsten as metal for the cathode. Electrons, essential in the making of X-rays, are released from tungsten by heating (thermo-ions). Thus a tube was born of which voltage and current could be controlled independently of each other. But the introduction of this new tube was not without its problems. Most of the radiologists had difficulty detaching themselves from the old situation, in which they were guided by sensory signals. Also, some technical problems remained to be solved. But in principal it had become possible to delegate the operation of the X-ray tube to lower-educated employees, who could be instructed to provide the desired voltage and current. This affected the standing of the radiologist, whose expertise hitherto had so clearly been associated with the 'tacit knowledge' of the gas tube.

Scientist from the Netherlands did not have a significant impact on the development of X-ray tubes in this period. But there were many foreign suppliers of X-ray tubes. These were represented in the Netherlands by emerging instrument makers

and engineering firms. It was difficult to make the right choice of offered tubes. Therefore in 1909 the NVvER founded a 'Technical Bureau' to give advice. This office was headed by Wertheim Salomonson. Initially World War I had little effect but the import became scarce in 1917. At this time, the company Philips started the repair of existing X-ray tubes, but also construction of their own X-ray tubes, probably influenced by personal contacts with the NKI (Cancer Institute). These tubes were developed in the research laboratory of the company that had been founded in 1913, more or less forced by circumstances. With this research laboratory, Philips followed a trend of industries that had been started abroad more than ten years earlier. The first tubes delivered by Philips did not fully meet the expectations. It was not until the twenties that Philips introduced its own hot-cathode (Coolidge) tube, developed by the physicist Bouwers. Meanwhile, in 1925, the first Dutch X-ray Equipment Factory (ENRAF) was founded, a continuation of the engineering firm Doorman at Rotterdam. The German X-ray equipment companies, which had undergone extensive and sometimes covert mergers during and after the war were in the end represented by Almara NV in Amsterdam.

In general, roentgen films never received much attention in the field of radiology. The first films were light sensitive films. Soon, films appeared with thicker emulsion, manufactured specifically for X-rays. Initially the preferred (film) carrier was the fragile glass plate. Numerous manufacturers existed, but only Schleussner plates were mentioned in the annals of NVvER. The making of an emulsion was an art form. A Dutchman, the chemist Trivelli, played an important role in the scientific development of the film. He published about this subject in collaboration with Eijkman and gave lectures at meetings of the NVvER and at the 4th Congrès International d' Electrologie et Radiology that was held in 1908 in Amsterdam. His contributions were also included in the Proceedings of the Academy (KNAW). In the Netherlands however, he received little recognition. One may wonder, for example, why Wertheim Salomonson did not ask him for help in his research on the light effects on emulsions. He did not even mention Trivelli's name in his publications. Trivelli emigrated to America in 1917, where he was more appreciated at Eastman Kodak Company. This appreciation of his contribution to the firm was a.o. expressed in 2002 by the presentation of a Trivelli-Sheppard Award. In 1918, Eastman Kodak has developed flexible, non-fragile films, coated on both sides with emulsion, and held in double intensifying screens. These thin films did not have the interfering parallax of the thick glass plates. A patent for this sort of film, dating from 1897 and owned by the German physicist Max Levy, could be circumvented by the 'Trading with the Enemy Act', a law written in

response to the First World War. The logistics process around the development of films was thus greatly improved, both in time (faster) and space requirements. The development and fixing of films took no more time than 7 or 8 minutes and rinsing only 15 to 20 min. The films were developed in standing containers which could contain 3-6 films. This was the beginning of rationalization of the X-ray department.

Intensifying screens were disliked for various reasons (blur, artefacts and after-image), until the German photographer Gehler managed to develop fine grained crystals for these screens. These new screens were a success and were routinely used in the second decade, when needed.

The development of the practical application of the Bucky grid took longer, although it had already been described in 1913, and would play an important role in the rest of century. But though the major advantages were quickly recognized (bigger image area without scattered radiation), further development was slowed down by the First World War. The Americans could exploit Bucky's patent by the "Trading with the Enemy Act". They improved the device, and subsequently it was marketed by GE through the Victor X-ray Corporation, under the name of Potter-Bucky grid. In the Netherlands, it did not become available until 1921.

Radiotherapy

Relatively little attention was paid to radiotherapy by the NVvER during the years examined in this study. The fact that Bollaan, co-founder of the NVvER, had conducted the first radio-therapeutic treatment of cancer in the Netherlands has never really received much attention. The first radio-therapeutic treatment occurred just before the founding of the NVvER in 1901. And in 1902, Eijkman got internationally acclaim for X-ray therapy of less superficial cancers. But the problems complicating the treatment of these cancers were great. In 1903, a discussion arose in the young association (NVvER), which was clearly biased by personal preference of the discussants. A colleague, who was not a member of the NVvER, was accused of providing incorrect information about the effects of radiation in a lecture at the NNGC. This accusation did not remain behind closed doors. The subject of the accusation, the pathologist Tendeloo, defended himself. He had the right on his side, but this was ignored. In the same lecture, Tendeloo had urged for cooperation in the field of cancer through registration and centralization of research. He had accomplished the opposite.

There was increasing interest in radiotherapy since the discovery of the physiological action of radium by Becquerel and Curie in 1901. But radium was scarce

and expensive, which hampered the diffusion of the application of radium into clinical practice, in contrast to the introduction of the X-ray tube five years earlier. It was not until December 1903 that the dermatologist Van Dugteren brought the first treatment with radium to the attention of members of the Association of Dermatologists. The Association of Otolaryngologists and the NVvER introduced this subject a few months later. The NVvER hosted an extensive discussion about the theory and technical aspects of the application of radium, illustrated by examples from clinical practice, but subsequently the subject was dropped for a number of years. It was only reintroduced at the NVvER in 1918, in a lecture delivered by Lammers. In the intervening years, doctors struggled with the problem of dosing of X-ray radiation and its effects on the underlying processes in the body. Radio-therapeutic treatment was still largely applied on a case-by-case basis, without uniform guidelines.

Initially, the cause of the beneficial effects of irradiation was still unknown: was it the electrical discharge of the tube or the X-rays themselves? In 1900, the Viennese radiologist Kienböck proposed that it were the X-rays. He discovered that X-rays have varying powers of penetration (hard and soft rays), that skin changes were dependent on the intensity of the radiation and that the changes appeared after a certain period (latency).

The French physicist Benoist had already noticed the heterogeneity of radiation. He had constructed an instrument for measuring the absorption of the various rays. He called it a 'radiochromometer'. With the help of this instrument, he could characterize the hardness of the tube, and therefore the characteristics of the radiation.

The determination of the intensity (the amount) of radiation was important as well. In 1902, the Viennese radiologist Holz knecht developed a salt crystal to measure the intensity of radiation. The discoloration of the crystal was dependent on the total absorbed radiation. He was inspired by the physicist Goldstein. The colour was compared on a colorimetric scale, whose units corresponded to a particular dose. This instrument was called a chromoradiometer. Some variations to this method were developed, such as the Sabouraud pastille, but Wertheim Salomonson considered these methods for measurements of intensity to be unreliable. He used the milliampère-meter in the secondary circuit for the measurement of the intensity, in combination with the instrument of Benoist. There was no unanimity. This was also noted at the first meeting of the Deutsche Röntgen-gesellschaft (DRG) in 1905. The question was raised of how deep in the body radiation could be applied without damaging the skin. The German surgeon Perthes had examined this problem extensively.

Generally, dose measurement was only little applied in clinical practice in the Netherlands. Dutch radiologists for a long time stuck to the so-called 'Primitiv method'. But Wertheim Salomonson was extensively working on this aspect in theory and in experimental setting. Not only because of his great interest in physics, but also because the DRG congress had appointed him deputy chairman of a committee assigned to advice on dose measurements. But he could not bring the committee to action, let alone to a unanimous decision. They were of the opinion that each method was useful, as long as it was reproducible. Wertheim Salomonson remained involved in the subject, but it is remarkable that he had no appreciation for the work of the Swiss mathematician, physicist and physician Christen. This man was the first, in 1913, to bring order to chaos by giving a precise definition of the concept of dose, and making a distinction between physical and biological dose. As member of the second committee of the DRG about dose measurement in 1914, Christen has proposed to establish an international committee. This only came into being in 1925, at the First International Congress of Radiology in London, when the boycott of the enemies of the First World War was lifted. In the meantime, significant progress had been made through the work of the German physicist Friedrich, who introduced a.o. the concept of isodose. In the Netherlands, the subject received the attention of the physicist Bouwers, who in 1924 has written his thesis about photographic measurement of the intensity of X-rays. Friedrich also made a major contribution to depth therapy, i.e. irradiation of tumours that are located deeper under the skin. His concept 'isodose' already points in that direction.

But many problems remained to be solved. The principles of depth therapy had been defined by the above mentioned German surgeon Perthes in 1904, and shortly afterwards Dessauer and Holz knecht had gotten into a heated dispute about this subject. However, in the Netherlands, the interest in depth therapy started only slowly. There were doubts about its value and e.g. the theory of crossfire irradiation, an important epoch-making technique from 1907, was presented but not applied.

But in 1909 Gohl made reference to the work of Albers-Schönberg in the meeting of the NVvER. Albers-Schönberg had spoken about the treatment of fibroids with depth therapy at the annual meeting of the German radiologists. German gynaecologists had been very impressed by this therapy and very interested, not only for the treatment of fibroids, but also for the treatment of malignancies of the female genitalia. More and more gynaecologists were abandoning the knife. It induced a 'Paradigmawechsel vom Stahl zum Strahl' ('paradigm shift from steel to rays'). The apotheosis occurred in the month of May 1913 on the 15th Versammlung der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie, held in Halle, which had radiotherapy

as its central theme. This process was extensively supported by the X-ray industry in Germany and was accompanied by the establishment of various radio-therapeutic institutes, which formed the basis of modern radiotherapy.

The rise of these radio-therapeutic institutes in Germany has not gone unnoticed by physicians in the Netherlands, nor by the general public. Patients had sought cure in Germany. Although the Dutch professor of surgery Rotgans had previously been of the opinion that such an institution would be unnecessary in the Netherlands, because he considered the radical healing power of radium and x-rays to be exaggerated, he now saw it as his 'moral obligation in connection with his position' to agree to such an initiative, when a sponsor offered financial support. Thus in October 1913 the initiative was taken to establish the Antoni van Leeuwenhoekhuis (AvL). Rotgans' first act in this project was to award a travel stipend to one of his assistants, Gaarenstroom. Gaarenstroom was instructed to examine radiation treatments at various institutes in Europe and to make a report. He was made responsible for the radiation in the new institute. Simultaneously, other places in the Netherlands also erected such institutions, either as a result of this action in Amsterdam or by the developments in Germany. It was the mutual competition that gave the stimulus. Whether the X-ray industry also played a role, as in Germany, is not entirely clear. Even the university hospitals became active, though not immediately and without scientific motive.

There was still some trepidation in the Netherlands about the use of radiation in cancer. The application was still under strict supervision of surgeons. They preferred surgery: radiation was only allowed in inoperable cases, in contrast to the situation in several German hospitals. The radiation activities in academic hospitals in the Netherlands were not undertaken in a systematic fashion; as said, they were based more on political considerations than on scientific interest. The sporadic publications were not of high quality. It is striking that the majority of those who were appointed to guide the radiation procedures, still had to build up their expertise. That was true for Gaarenstroom, but also for Keijser in Groningen. The latter was even appointed as lecturer before he gained any expertise. The only exception was the appointment of the member of the NVvER Lammers at RTTI in Rotterdam. He had worked as a radiologist for years. But the role of the radiation doctor was and remained subordinate to the surgeon.

The 'Paradigmawechsel vom Strahl zum Stahl' induced a heated debate among Dutch gynaecologists and radiation doctors. The big opponent was Utrecht professor of gynaecology Kouwer, who had at one time been director of the Haarlemsche Röntgen Institute. Especially the treatment of menstrual disorders and fibroids with rays was an abomination to him. He likened it to the sad history of surgical removal of the ovaries, which had given so much misery to

patients. An ardent protagonist of the X-ray treatment of these disorders according to the German model was the gynaecologist Driessen. They, Driessen and Kouwer, violently defended their own standpoints. Driessen found an ally in the radiologist Voorhoeve. Apart from mere scientific arguments, emotional considerations and group interests also played a major role. Reluctantly, resistance eventually decreased within the gynaecological association and radiation treatment was included in the diagnostic arsenal.

Epilogue

This historical research has shown that the scientific development of radiology in the Netherlands experienced a turning point around 1910. At that moment diagnostic radiology was ready to claim her position in clinical practice. An important factor in technical sense was the snapshot (instantaneous radiography), made possible through better inductors. In cognitive sense stereo-radiography had played an essential role. The developments were 'tool-driven'. The established order sometimes struggled with re-evaluation of existing clinical examination techniques. Personal interests were predominant in this. There was clearly a turf battle between the emerging specialists. Although some historians give the impression, that diagnostic radiology was engaged in 'creating likeness' by adapting herself to existing clinical methods,¹¹ it can be stated here that diagnostic radiology early on developed a vision of its own about existing knowledge of anatomy and of some disease processes. Gastrointestinal and tuberculosis diagnostics are prime examples. Even before the First World War, radio-diagnostics was at the same level as years later in the twenties. This historical study shows that the war slowed down the development of radiology, in contrast to others who have indicated a stimulating effect of the war.¹² These others focus on the parties at war and point to the large influx of physicians, who had become familiar with X-ray technology during the war. But the Netherlands remained neutral in the First World War. Perhaps of more importance for the development of radiology was the brain drain to America and the impact of the introduction of the "Trading with the Enemy Act", which led to confiscation of the German intellectual property. This law was not only a huge boost for the chemical industry in America, but also for other industries.¹³ E.g., the German Bucky's patent of the Bucky grid was released

11 Pasveer, *Shadows* (1992) VII.

12 Fokkema, *Schade* (1993) Hoofdstuk IV 3.

13 Moser en Voena, *Compulsory Licensing* (2009).

to the Victor X-Ray Company (bought by General Electric) and the patents of the German physicist Lilienfeld on the high vacuum X-ray tube could be ignored.¹⁴ The hegemony of Germany was taken over by the United States of America. In 1920, all the elements had been developed for the proper and efficient functioning of an x-ray department. The pioneering years were over. The time had come to consolidate and to learn how to handle the newly acquired equipment.¹⁵ X-rays had become as indispensable as the thermometer or percussion hammer.¹⁶ In England, the famous physician Thomas Horder (1871-1955), ‘Extra Physician to the Queen’, delivered a eulogy on radiology and her influence on the disease concept, as the Mackenzie Davidson Memorial Lecture of 1924.¹⁷

The development of radiotherapy did not progress as dynamically in this period in the Netherlands in comparison with diagnostic radiology. No great innovator emerged. The development of depth therapy was strongly controlled by surgeons. These decided about indications for radiotherapy, and only cases, in which they did not know what to do, became eligible to receive radiotherapy. It was only in 1913, when patients started to seek refuge in Germany that radio-therapeutic centres were established in the Netherlands. But radiation treatments were not always executed by those who had experience in the field; often, they were assistant-surgeons. They followed the developments in Germany, where the knife was substituted by radiation by most of the gynaecologists, only from a distance. These German gynaecologists in 1912 even issued the first scientific journal that was especially dedicated to radiotherapy (*Strahlentherapie*).

In Germany, developments were strongly influenced by German X-ray industry and were supported by physicists. These physicists introduced various new concepts (e.g. isodose). This form of technoscience in an academic-medical-industrial-governmental complex was barely present in the Netherlands.¹⁸ The NVvER was more or less opposed to these contacts. It appeared that the ‘Technical Bureau’ of the NVvER served as a shield; this to the dissatisfaction of the X-ray industry. It was not until the end of the second decade that contacts were made with Philips. But that was forced by circumstances during the First World War. The government did not give much support either. E.g. the government had promised a subsidy to the NKI at its start, but this was not effectuated.

14 Arns, X-Ray Tube (1997).

15 Krohmer, 1920 to the present (1989) 1129-1131.

16 Pel, Rede (1915); Wertheim Salomonson, Röntgenstralen (1921).

17 Horder, The Influence (1924).

18 In radio-diagnostics, only Wenckebach en Eijkman cooperated with the industry (Veifa, Dessauer) in the development of equipment. That cooperation was part of their success.

What started as a historical description of the scientific development of a specialty became a journey of discovery through a world of forgotten techniques. The appreciation of these radiological techniques in clinical practice was still limited in the period examined in this thesis, but over the course of the subsequent decades this gradually developed into the great appreciation of the visualization and radiation techniques at the end of the twentieth century. To determine how, when and by whom this development took place, scientific historical research of the intervening period is needed.