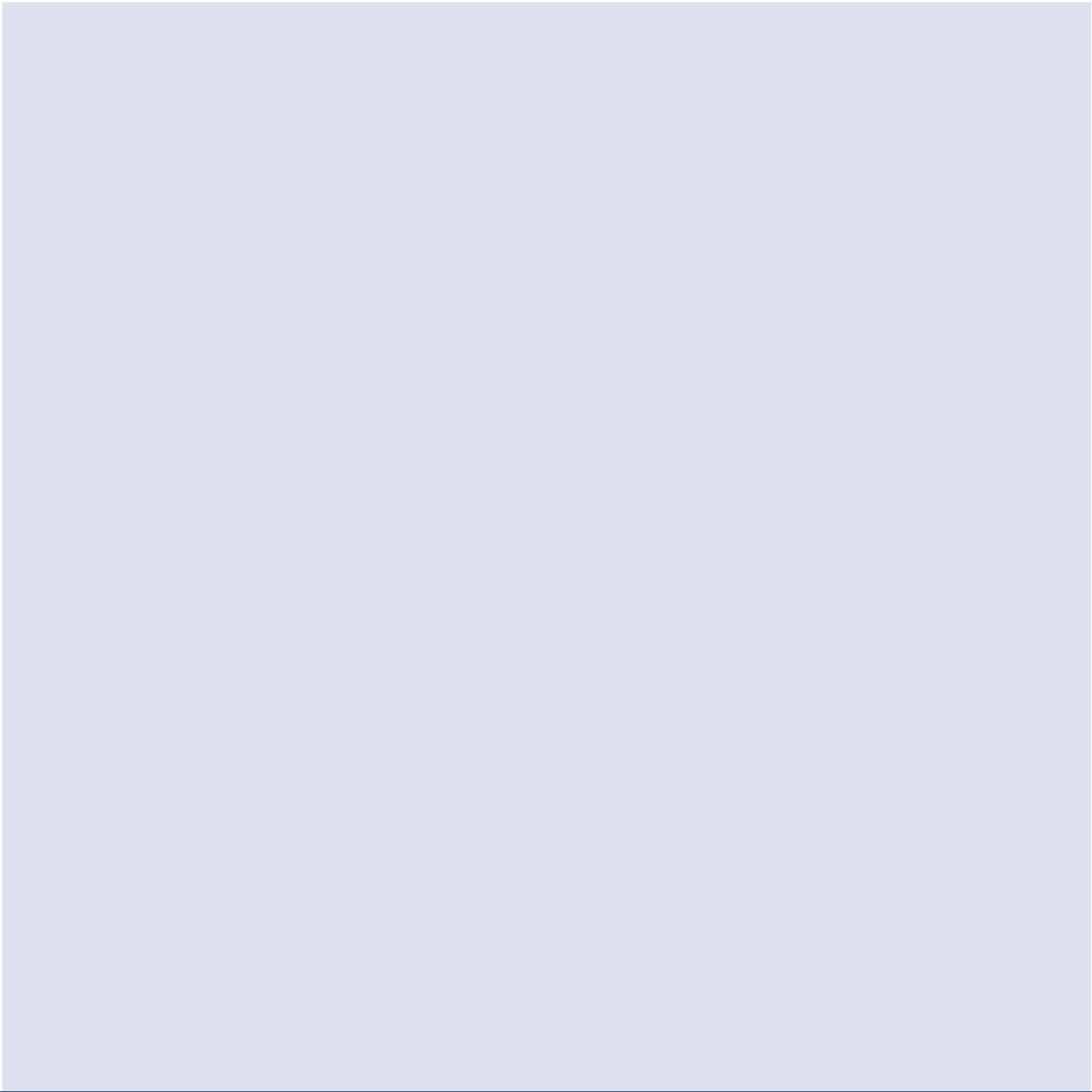


Prof.dr. Dirk van Delft

Blingbling, sleutelwaarde en het miskende instrument



Universiteit Leiden



Blingbling, sleutelwaarde en het miskende instrument

Oratie uitgesproken door

Prof.dr. Dirk van Delft

bij de aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar op het gebied van het
materieel erfgoed van de Natuurwetenschappen
aan de Universiteit Leiden
vanwege de Stichting Museum Boerhaave
op vrijdag 16 januari 2009.



Universiteit Leiden

*Mijnheer de Rector Magnificus, leden van het Curatorium,
zeer gewaardeerde toehoorders,*

Vandaag ga ik u eerst vertellen over de belevenissen van een instrument uit de collectie van Museum Boerhaave. Het gaat om een elektrometer van het type Kolhörster, gebouwd in de jaren twintig van de vorige eeuw. Ik kan hem hier niet laten zien maar geloof me, hij biedt een robuuste aanblik. Een zwarte zinken pot zo groot als een fors conservenblik van vier liter, gevuld met argongas, stevig afgesloten met een deksel waaruit een kijker en een drukmeter steken en een aansluiting om de elektrometer op te laden. Het verhaal van dit instrument is uitgezocht door conservator Ad Maas, en in het januari-nummer van *De Gids* doet hij verslag.¹ Ik maak dankbaar gebruik van zijn arbeid, voeg hier en daar iets toe, en dat alles om er straks het een en ander mee te illustreren.

Die elektrometer van Kolhörster had eens een plaats in het museum - toen nog gelegen aan de Steenstraat - als materieel pronkstuk waarmee een belangrijke natuurkundige ontdekking was gedaan. Aan die status kwam in 1972 een abrupt einde toen nieuwe informatie het instrument in diskrediet bracht. De toenmalige directie verwijderde de elektrometer van Kolhörster uit de vaste opstelling en stopte hem weg in het depot. Daar staat hij nog. Is dat terecht? Andere tijden, andere directeuren, andere opvattingen. Zelf zou ik het instrument graag terug zien op zaal, maar dan wel met een ander verhaal dan dat van veertig jaar geleden. Maar laat ik niet te veel op de zaken vooruit lopen.

Een elektrometer herinnert u zich vast nog van de middelbare school. Het is een apparaat om lading aan te tonen. In zijn simpelste vorm bestaat het uit een metalen staafje, bijvoorbeeld

een stukje koperdraad dat door een kurk heen in een erlenmeyer steekt, met aan het uiteinde twee velletjes rijstpapier. Zodra er lading op de elektrometer komt, bijvoorbeeld door een met een kattenvel opgewreven pvc-buis er tegenaan te houden, slaan de blaadjes uit: gelijke ladingen (in dit geval negatief) stoten elkaar af. Is het droog vriesweer, dan houdt de meter zijn uitslag enige tijd vast. Maar bij een wat hogere luchtvochtigheid loopt de lading al snel weg en zakken de blaadjes weer omlaag.

Een elektrometer van Kolhörster is een geëvolueerde nazaat van die grondvorm. In plaats van papieren of metalen blaadjes is hij uitgerust met (geleidende) kwartsdraden die de constructie stevigheid geven. Dus kun je met een elektrometer van Kolhörster ook buiten het laboratorium meten. Bijvoorbeeld in een luchtballon, of op een stampend schip.

Elektrometers van Kolhörster zijn ingezet bij onderzoek aan kosmische straling - de term dateert van de jaren dertig. Kosmische straling ioniseert de lucht - net als radioactiviteit dat doet - zodat elektrometers ook in droge omstandigheden zich ontladen. Aan het begin van de eeuw was door pioniers als Theodor Wulf, Victor Hess en Werner Kolhörster (inderdaad, de man van onze elektroscop) geëxperimenteerd met elektroscopen in mergelgroeven, op de Eiffeltoren en op ballonvaarten - *never a dull moment* in dit jonge vakgebied. Ze ontdekten dat op grote hoogte elektrometers sneller hun lading verloren, en dus dat lucht op grote hoogte elektriciteit beter geleidt dan op de grond. Dag en nacht maakte geen verschil. Hess sprak van *Höhenstrahlung*, anderen hielden het op 'doordringende straling' - een term waar je nog alle kanten mee op kon. Als mogelijke oorzaak werd radioactiviteit in de atmosfeer genoemd, maar ook een buitenaardse oorsprong leek mogelijk.

In 1936 werd Hess' onderzoek bekroond met de Nobelprijs.

Dat was voor Nederland een teleurstelling. Immers, ook getipt in verband met een Nobelprijs voor kosmische straling was Jacob Clay. Arthur Compton (zelf Nobelprijswinnaar in 1927), de Amerikaanse fysicus die op het gebied van kosmische straling aan de top stond, had Clay in 1936 bij het Nobelcomité voorgedragen, samen met Victor Hess en Carl Anderson. Anderson had dankzij kosmische straling het positron ontdekt, het positieve broertje van het elektron.² Alleen Clay stond in december bij de uitreiking in Stockholm met lege handen. Maar vandaag is hij na de elektrometer van Kolhörster de tweede hoofdpersoon.

Jacob Clay (1882-1955), zoon van een welgestelde landbouwer uit Berkhout (bij Hoorn), studeerde natuurkunde in Leiden en was assistent van Kamerlingh Onnes.³ In 1908, een maand voor de overwinning op het helium, promoveerde hij op 'door meten tot weten'-onderzoek naar goud- en platinathermometers voor lage temperaturen.⁴ Hetzelfde jaar trouwde hij met Teddy Jolles, die net als hij bij Kamerlingh Onnes had gestudeerd. Clay was ook wijsgerig actief en stond als hegeliaan onder sterke invloed van het bulderkanon Bolland. Hij werd leraar in Delft, waarna in 1920 een benoeming tot hoogleraar natuurkunde volgde aan de pas opgerichte Technische Hogeschool in Bandung. Het laboratorium op Java werd ingericht naar Leids model, inclusief instrumentmakerschool. Als onderwerp van onderzoek op Java kozen Clay en zijn vrouw 'atmosferische elektriciteit' - dat was uitdagend en vergde beperkte investeringen. Beide in 1927 aangeschafte elektrometers van Kolhörster kwamen daarbij goed van pas.

Op Java bestudeerde Clay de 'doordringende straling' of

'ultragammastraling', zoals hij het verschijnsel aanduidde, in zijn laboratorium, op een berg en in een vliegtuig. Om te bepalen hoeveel straling de elektrometers zelf uitzonden, door de aanwezigheid van radioactiviteit in het materiaal waarvan ze gemaakt waren, nam hij ze juli 1927 mee naar Nederland. Aan boord van stoomschip Slamet, op het sloependek 14 meter boven zee, werd van de Rode Zee tot de Middellandse Zee op twintig locaties de intensiteit van de kosmische straling bepaald. 'Het merkwaardige is', zo noteerde Clay in de *Verslagen* van de Akademie van Wetenschappen, 'dat een steeds hogere waarde van de straling werd geconstateerd'.⁵ Kosmische straling werd sterker op hogere breedtes: het breedte-effect.

In 1928 publiceerde Clay metingen voor de omgekeerde route - op de *Prins der Nederlanden* - en vond nu een afname van de stralingsintensiteit.⁶ In 1930 - inmiddels was Clay benoemd aan de Universiteit van Amsterdam - volgde nog zo'n bootsessie, nu met de resultaten van heen- én terugreis.⁷ En in 1932, toen Clay eindelijk in de gaten had dat zijn experimenten licht wierpen op de aard van 'ultrastraling', zoals hij kosmische straling veiligheidshalve noemde, organiseerde hij een expeditie naar Batavia met als expliciet doel het buiten iedere twijfel vaststellen van het breedte-effect.⁸ Op die laatste reis, aan boord van de *Christiaan Huygens*, werden de metingen (verricht door een assistent van Clay) overigens niet met de elektrometer van Kolhörster uitgevoerd, maar met een verbeterde nazaat.

Maar wat was kosmische straling nu eigenlijk? Tot 1932 was de wetenschappelijke wereld verdeeld. Er waren twee mogelijkheden. Of het ging om een elektromagnetisch verschijnsel, en dan mocht het niet uitmaken of je op Java zat of in Amsterdam. Maar waren het geladen deeltjes, dan stuurde het aardmagnetisch veld deze richting magnetische polen en was het te

verwachten dat kosmische straling op grotere breedtes, dus op weg van evenaar naar pool, in intensiteit toenam: het breedte-effect. In 1932 kwam aan alle onzekerheid een einde toen het breedte-effect echt bleek.

In de jaren dertig riepen de Nederlandse media Clay eendrachtig uit tot de ontdekker van het breedte-effect.⁹ De publiciteit werd vooral gegenereerd door internationale expedities die hij op touw zette om twijfel aan de realiteit van 'zijn' breedte-effect weg te nemen. Het zal dan ook niet verbazen dat de elektrometer van Kolhörster een plekje kreeg in het Rijksmuseum voor de Geschiedenis van de Natuurwetenschappen, zoals Museum Boerhaave tot 1976 heette. Hollands glorie.

6

Clay zelf had weinig behoefte die status in gevaar te brengen. In zijn populariserend boekje *Kosmische stralen* uit 1948 schrijft hij dat hij tot 1932 de enige was die een breedte-effect zag. Dat is op zich waar, maar in hoeverre mag iemand zich de ontdekker noemen als hem de betekenis van de getallen ontgaat? Een interessante vraag! Maar laat ik, alvorens me aan een wetenschapshistorische demystificatie te wagen, de camera richten op de brief die in 1972 de elektrometer van Kolhörster van zijn voetstuk deed tuimelen - de derde hoofdfiguur in ons drama.

Op 6 mei van dat jaar ontving museumconservator Pieter van der Star een brief van de Amsterdamse wiskundige en historicus van de wiskunde Evert Marie Bruins.¹⁰ De inhoud was onthutsend. Bruins uitte zware kritiek op de zogenaamd baanbrekende metingen die Clay veertig jaar eerder, rond 1930, had uitgevoerd. De elektrometer van Kolhörster, het instrument in kwestie, zou ernstig tekort hebben geschoten en ook werd Clay ethisch laakbaar handelen verweten. Bruins kon het

weten want hij was van 1932 tot 1943 Clay's assistent geweest. Een geschrokken museumdirectie haalde de gewraakte elektrometer uit zijn vitrine en verhuisde het instrument stilletjes naar het depot. Daar bevindt het zich nog steeds, in gezelschap van de brief.

Wie was Bruins, wat schreef hij en wat moeten we daar van vinden? Evert Marie Bruins (1909-1990), zoon van een belastingambtenaar uit Woudrichem, studeerde wiskunde in Amsterdam en werd Clay's assistent en huistheoreticus.¹¹ Daarnaast ontwikkelde hij zich tot expert op het gebied van de Babylonische wiskunde zoals die in spijkerschrift op kleitabletten bewaard is gebleven. In 1943 nam hij de dubieuze beslissing de joodse wiskundige Hans Freudenthal, door de Duitsers ontslagen, als lector in de mathematische analyse op te volgen. Bruins was een erudiet en veelzijdig geleerde die vanaf de jaren vijftig regelmatig in Irak vertoefde. In 1969 werd hij buitengewoon hoogleraar in de geschiedenis van de wiskunde. Een lastige man met een hoge eigendunk, 'vermaard en gevreesd tegelijkertijd', aldus een necrologie.

In zijn brief aan Museum Boerhaave stelt Bruins dat de elektrometer van Kolhörster 'het instrument [is], waarmee het breedte-effect zeker niet is ontdekt'. Ter onderbouwing voert hij aan dat de ionisatiestroom, een maat voor de intensiteit van de kosmische straling, niet alleen richting evenaar afnam, maar ook op de terugreis, terwijl die dan natuurlijk weer had moeten oplopen. Alleen de eerste metingen zouden in 1929 door Clay gepubliceerd zijn, met als argument dat het apparaat op de terugreis in het ongereede was geraakt. In feite suggereert Bruins dat het meetvat van de elektrometer van Kolhörster, die argon onder druk zou bevatten, lek is geweest. Clay zou geweigerd hebben de gasdruk te laten controleren.

Jarenlang gaf de drukmeter onveranderd 40 atmosfeer aan en toen een nieuwsgierige Bruins het instrument liet controleren, bleek ‘dat het vat zelfs geen zuchtje gas meer bevatte’. Kortom: ‘De wijzer zat vast!!’ Met de elektrometer van Kolhörster, zo wilde Bruins maar zeggen, was het breedte-effect zeker weten *niet* ontdekt. Een conclusie die hij in 1982 in zijn afscheidscollage nog eens herhaalde.¹²

Tot zover de beschuldiging van Bruins. De vraag die ons nu op de lippen brandt: wat is er van waar? Onduidelijk is of conservator Pieter van der Star contact heeft gezocht met Bruins en of hij nader onderzoek heeft uitgevoerd. Dat laatste kan overigens nooit veel om het lijf hebben gehad, gezien het problematische karakter van Bruins’ brief in het licht van Clay’s publicaties. In de jaren 1927-1932, waarin de ontdekking van het breedte-effect gestalte kreeg, heeft Clay welgeteld vier keer een artikel in de *Verslagen en Proceedings* van de Akademie van Wetenschappen gepubliceerd waarin hij over de variatie van kosmische straling met de geografische breedte voor het traject Indië-Nederland rapporteert. In geen van die publicaties is de combinatie van een ontbrekende terugreis en een ionisatiekamer onder 40 atmosfeer terug te vinden.

Over de eerste publicatie, die van 1927, heeft Clay later zelf gezegd dat de metingen onbetrouwbaar waren¹³, de derde publicatie bevat wel degelijk metingen van heen- én terugreis, en in de vierde zijn de elektrometers van Kolhörster vervangen door instrumenten met grotere ionisatiekamers van 22 liter gevuld met kooldioxide onder 11 atmosfeer. Blijft over de tweede publicatie, die van december 1928. Die rapporteert inderdaad over metingen op weg naar Indië, zoals Bruins in zijn brief aangeeft. Maar dat de terugreis zou zijn verdonkeremaand is onjuist: het wás de terugreis, en wel die van de trip naar

Nederland van juli 1927, waarover de eerste publicatie handelt. Clay had de elektrometer van Kolhörster naar Europa meegenomen voor nader onderzoek. In Brunswijk, waar het instrument door Günther & Tegetmeyer was gemaakt, werd opnieuw de elektrische capaciteit bepaald, waarna een en ander nog eens werd overgedaan op het Philips NatLab in Eindhoven en op de Physikalisch Technische Reichsanstalt in Berlijn, onder toezien oog van Kolhörster zelf. Laten we Clay zelf aan het woord over het vervolg: ‘Na een serie metingen van enkele weken in Leiden werd toestel A [zoals Clay de meegenomen elektrometer had gedoopt, DvD] gevuld met argon van de Philipsfabrieken afkomstig, dat daar reeds een tiental jaren was bewaard en dat voldoende zuiver was’. Volgt de cruciale zin: ‘Er werd nagegaan, dat het toestel bij een overdruk van 20 cm kwik nog volkomen dicht was’.¹⁴ Hoezo veertig atmosfeer? Hooguit één en een kwart!

Over het waarom van Bruins’ actie wil ik het hier niet hebben - ergens moet in de onderlinge verhouding met Clay iets grondig mis zijn gegaan en het ligt voor de hand naar de oorlog te wijzen. Overigens heeft Clay later ionisatiekamers van 28 en 40 liter gebruikt, gevuld met argon onder 45 atmosfeer; misschien dat Bruins een en ander door elkaar heeft gehaald. Hoe dan ook, de brief van Bruins laat zich karakteriseren als een poging tot beschadiging van een vroegere collega, al dan niet ingegeven door een falend geheugen. Het is bijzonder spijtig dat hij door Van der Star zo serieus is genomen.

Maar dit alles betekent niet dat Clay’s metingen van het breedte-effect onproblematisch zijn. Dat zijn ze wel, zoals iedereen die de oorspronkelijke publicaties erbij pakt, kan constateren. Om te beginnen waren ze niet bijster nauwkeurig. Het verschil in kosmische straling tussen Batavia en Genua

bedraagt in werkelijkheid 15 procent. Op zijn reis van 1927 vond Clay 40 procent en op die van 1928 was het verschil 43 procent. Had in juni 1928 op weg naar Batavia de straling in Port-Said een kracht van 1,43 eenheden, ruim een jaar later wees de meter op de terugreis 1,00 aan. Bowen, een medewerker van Robert Millikan, had zeker een punt toen hij Clay in 1938 schreef dat zijn ‘discovery was to quite [an] extent more due to good fortune than to accurate measurement’.

Vertoonden Clay’s metingen dus mankementen, daar komt bij dat hij tot 1932 de implicaties voor de aard van kosmische straling niet onderkende. Clay verstond niet wat hij zag, en hield vast aan een elektromagnetische oorsprong. Zo spreekt hij in zijn Akademie-artikel van 1927 van ‘doordringende (ultragamma) straling’, en in dat van 1928 van ‘gammastraling’. In Clay’s oratie van 1929, *Het kortgolfige einde van de reeks der electromagnetische trillingen*, spreekt de titel voor zich. De Akademie-publicatie van 1930 heeft het over het neutrale ‘ultrastraling’, een term ‘die in het midden laat of de primaire straling β -straling is [geladen deeltjes] of γ -straling’. Pas in het vierde artikel van 1932 ziet Clay het licht: ‘Het aardmagnetisch effect en de corpusculaire aard van (kosmische) ultrastraling’, luidt nu de titel.

Probleem was alleen dat Clay met die conclusie niet de eerste was. In datzelfde artikel uit 1932 vermeldt hij de gegevens die de Amerikaanse fysicus Arthur Compton eerder dat jaar had gepubliceerd in *Physical Review*.¹⁵ Compton beslechtte de slepende discussie over de aard van kosmische straling met negen grootscheepse expedities naar alle windstreken, waaronder de Jungfrau in Zwitserland, Mount Haleakala op Hawaï en diverse bergtoppen op Antarctica, Spitsbergen en in Peru, Alaska en Zuid-Afrika. In 1932 waren die nog niet

afgerond maar dat er sprake was van een breedte-effect was inmiddels zonneklaar en waarom zou je je prioriteit in de waagschaal stellen?

Compton’s resultaten betekenden de doodsteek voor de kosmische stralingstheorie van Robert Millikan. Millikan, Nobelprijswinnaar in 1923 vanwege zijn bepaling van de elementaire lading, beweerde dat kosmische straling een elektromagnetisch verschijnsel was. De stralingsenergie zou vier niveaus kennen, corresponderend met de aanmaak ergens tussen de sterren van de elementen helium, silicium, zuurstof en stikstof. Kosmische straling als ‘birth cries of atoms’, zoals Millikan het poëtisch uitdrukte. ‘Millikan finds creation still goes on while Creator directs the Universe’, kopte de *New York Times* op zijn voorpagina. In dit Darwinjaar, met veel discussie over geloof en wetenschap voor de boeg, een interessante positie. Zoveel geloof hechtte Millikan aan zijn creatie-idee dat hij in 1926 aanwijzingen in zijn eigen experimenten voor het bestaan van een breedte-effect weg masseerde. Toen rivaal Compton in 1932 dat breedte-effect onomstotelijk vaststelde, besefte Millikan zijn blunder, herinterpreteerde de metingen van 1926 en riep zich alsnog uit tot ontdekker van het breedte-effect.

In de vakliteratuur over kosmische straling wordt Jacob Clay veelvuldig genegeerd.¹⁶ Millikan hield koppig vast aan zijn elektromagnetische ‘birth cries’ en deed zijn uiterste best collega’s met andere opvattingen te kleineren. Compton kenschetste in 1933 in een overzichtsartikel Clay’s metingen als ‘dubieus’, maar in 1935 draaide hij bij en nomineerde de Nederlander voor de Nobelprijs - wellicht omdat hij Clay goed kon gebruiken in zijn oorlog met Millikan. Clay van zijn kant ging in Nederlandse kranten in de tegenaanval en in een

conceptbespreking van Millikans boek *Evolution in Science and Religion* uit 1928 verweet hij de Amerikaan waardeeloos onderzoek, vooringenomenheid en het beschadigen van collega's. En laat nu de term 'kosmische straling' door Millikan zijn gemunt...

Tot zover het verhaal van de elektrometer van Kolhörster. Naar aanleiding daarvan wil ik een aantal opmerkingen plaatsen.

Eén. De wetenschapsgeschiedenis is de afgelopen decennia sterk van karakter veranderd. E.J. Dijksterhuis, de belangrijkste wetenschapshistoricus die ons land heeft voortgebracht, schreef zijn doorwrochte artikelen en boeken - met als magnum opus *De mechanisering van het wereldbeeld*; in 1952 bekroond met de P.C. Hooftprijs - op zijn zolderkamer in Tilburg, en dat naast een betrekking als leraar wiskunde aan het Koning Willem II College. Dijksterhuis liet karrenvrachten met bibliotheekboeken komen en ging aan de slag.¹⁷ Ideeëngeschiedenis *pur sang* was het, het ging Dijksterhuis om een logische reconstructie van de ontwikkeling van het wetenschappelijk denken. Tussentadia die voor het begrip geen rol spelen deden er in die visie nauwelijks toe.

Tegenwoordig ziet de praktijk van het wetenschapshistorische onderzoek er heel anders uit. Behalve om technische inhoud gaat het nu ook om sociaal-culturele en economische context. De Amerikaanse wetenschapshistoricus Peter Galison (Harvard) bestudeert de geschiedenis van de deeltjesfysica niet alleen aan de hand van publicaties en correspondenties, maar kijkt ook naar materiële zaken.¹⁸ Het gaat dan om ondergrondse constructies van deeltjesversnellers, om kranenvet en vloeibaar helium, om soldeer en bedrading en glasvezels. In die wereld lopen niet alleen fysici en wiskundigen rond, maar ook ict-ers,

technici, ingenieurs, managers en niet te vergeten, politici. Overigens is het goed erop te wijzen dat Galison een doctoraat heeft in de wetenschapsgeschiedenis én de natuurkunde. Niet iedere wetenschapshistoricus die zich met Einstein bezighoudt hoeft met de veldvergelijkingen van de Algemene Relativiteitstheorie uit de voeten te kunnen maar het is goed dat ook professioneel opgeleide fysici zich met historie bemoeien.

Twee. De geschiedenis van het breedte-effect van Jacob Clay is een prachtig voorbeeld van de complexiteit van het begrip 'ontdekking' - wetenschapsfilosofen raken er niet over uitgepraat. Dat een vallende appel Newton in 1666 op het idee van de universele zwaartekracht bracht, is net zo simplistisch als de ontdekking van het deeltjeskarakter van kosmische straling één op één verbinden met metingen op het sloependeck van stoomschip Slamet in 1927. Vaak zijn ontdekkingen niet simpel vast te pinnen in ruimte en tijd. Wie ontdekte het elektron? Vroeger was dat de Britse fysicus J.J. Thomson, die ze in zijn Cavendish Laboratorium in Cambridge onderkende en die ontdekking op vrijdagavond 30 april 1897 in de Londense Royal Institution openbaarde. Tegenwoordig zien wetenschapshistorici de ontdekking van het elektron als een proces waarin ook plaats is voor de Duitse bijdrage van Emil Wiechert en de Nederlandse van Pieter Zeeman en H.A. Lorentz. Ook de ontdekking van de corpusculaire aard van kosmische straling is zo'n proces, waarbij een veelheid aan experimenten, uitgevoerd door onderzoekers in alle windstreken, na jaren van verwarring ten langen leste in 1932 tot een ondubbelzinnig beeld leidt.

Kom ik nog even terug op de vraag wanneer iemand zich 'de ontdekker' mag noemen. Jacob Clay kwam met krakkemikkige metingen en besepte niet welke implicatie ze hadden. Pas in

1932 drong de betekenis tot hem door, nadat Arthur Compton via grootschalige expedities het breedte-effect onontkoombaar had aangetoond en er de juiste conclusie - kosmische straling bestaat uit geladen deeltjes - aan had verbonden. Clay kan in feite alleen maar bogen op een serie kale meetresultaten waarop van alles viel aan te merken. Pluto is op 18 februari 1930 ontdekt toen Clyde Tombaugh op het Lowell Observatory in Arizona fotografische platen, gemaakt op verschillende tijdstippen, met elkaar vergeleek. De astronoom die vervolgens een foto van vóór die datum uit zijn la trekt, Pluto aanwijst en zich met droge ogen de werkelijke ontdekker noemt, is niet goed bij zijn hoofd. Millikan's studenten, moe van het gedraai van hun baas ten aanzien van het breedte-effect en de aard van kosmische straling, kwamen met de volgende persiflage: 'In the first place I don't believe that there is a latitude effect but if there is I discovered it'.

Drie. Wat voor voorwerpen zet je in je museum en hoe toon je ze? Naar aanleiding van de brief van 1972 is de elektrometer van Kolhörster uit de permanente expositie van Museum Boerhaave verwijderd en naar het depot afgevoerd. Die handelwijze is ingegeven door een visie op waar een instrument voor staat. In 1972 exposeerde het museum het liefst topstukken, instrumenten waarmee belangrijke ontdekkingen waren gedaan en die er als het even kon ook nog eens fraai uitzagen. Topstukken van Museum Boerhaave zijn de Leeuwenhoekmicroscopen, het slingeruurwerk van Huygens, het kwadrant van Snellius, de medische instrumenten van Solingen, de meridiaankijker van Kaiser, de heliumliquefactor van Kamerlingh Onnes, de electrocardiograaf van Einthoven, de kunstnier van Kolff – de verleiding is groot nog een tijdje door te gaan maar laat ik me beheersen. Al die stukken zijn gekoppeld aan mijlpalen in de vaderlandse wetenschapsgeschiedenis. Fraai kun je

de electrocardiograaf van Einthoven niet noemen, en het kwadrant van Snellius is evenmin een lust voor het oog, maar het wetenschappelijk belang van die instrumenten weegt daar ruimschoots tegenop. Dat gold ook voor de elektrometer van Kolhörster: niet moeders mooiste, wel ingezet bij toponderzoek en dus stond hij in een vitrine te pronken.

Tegenover die pronkstukkenideologie zou ik de ideologie van de voorwerpen-met-een-verhaal willen stellen. Barbara Allart, wetenschapshistoricus en conservator natuurwetenschappelijke instrumenten van het Utrechts Universiteitsmuseum, spreekt in dit verband van sleutelstukken: het voorwerp is een sleutel om een episode in de wetenschapsgeschiedenis te begrijpen. In het tijdschrift *Gewina* zegt ze:

Vanuit de sleutelstukkenfilosofie gaat het dus niet om de intrinsieke waarde van het object of een fraai uiterlijk, maar om het achterliggende verhaal. Een wetenschappelijk instrument vertelt iets over de vragen die een wetenschapper zich stelde en de manier waarop hij op zoek ging naar een antwoord. Het zegt iets over de stand van de techniek in zijn tijd, over samenwerkingsprocessen en over keuzes die gemaakt worden. Objecten staan niet langer op zichzelf als fraaie relictten uit een bepaalde periode maar vormen sleutels tot de geschiedenis van onderwijs en onderzoek.¹⁹

Esthetiek of blingbling is dus ondergeschikt, het gaat om het achterliggende verhaal, om de context. Natuurlijk is een mooi uiterlijk geen bezwaar, maar het staat niet voorop. Dat brengt ons ertoe de voorwerpen uit de collectie onder te brengen in een handzaam diagram. Langs de verticale as geven we de pracht en praal aan, oftewel de hoeveelheid blingbling.²⁰ En langs de horizontale as zetten we de hoeveelheid verhaal

oftewel de sleutelwaarde-index. Wie weet kan het Instituut Collectie Nederland nog eens te hulp schieten bij het toekennen van getalswaarden. Een voorwerp kan zijn plek in de collectie en, nog mooier, in de expositie van het museum veiligstellen - of afdwingen - met een hoog blingblinggehalte, een hoog sleutelgehalte, of, nog mooier, allebei. In een simpel model stellen we de museale waarde van een object vast door de oppervlakte van de rechthoek in het blingbling-sleutelwaardediagram te bepalen.

De objecten die je in je museum een plaats geeft moeten een verhaal vertellen. Wat mij betreft geen vitrines als altaren voor het instrument, hoogdrempelig gepresenteerd zonder context, maar een presentatie waarin de originele objecten nog altijd voorop staan - er gaat niets boven *the real thing* - maar die ingebed zijn in een sociaal-culturele context. Meer vlees en bloed, meer verhaal, meer beleving, meer interactie met de toeschouwer. Museum Boerhaave maakt zich op die slag te gaan maken en zo een breder publiek aan te spreken. Aan de elektrometer van Kolhörster kleeft een prachtig verhaal over hoe natuurwetenschap werkt: problematische meetmethoden, waden in de mist, moedwil en misverstand, ruzies over prioriteit - het hoort er allemaal bij, wetenschap is mensenwerk. De elektrometer van Kolhörster, wil ik maar zeggen, hoort bij uitstek thuis in de vaste opstelling.

Vier. Wetenschappelijk onderzoek doen aan je collectie verrijkt die collectie. Onderzoek geeft weerbarstige objecten een context en maakt ze deel van een verhaal. Dat onderzoek kan heel divers zijn, zeker bij moderne objecten, die vaak van zichzelf weinig blingbling hebben. *Oral history* en archiefonderzoek kunnen elkaar mooi aanvullen. Een voorbeeld is de collectie camera's van de etholoog Niko Tinbergen die de familie

onlangs aan Museum Boerhaave heeft geschonken. De Leidse bètafaculteit herbergt archiefmateriaal dat nauw aansluit bij onze museumcollecties. Ook materiaaltechnisch onderzoek kan extra context bieden en het inzicht verruimen. Wanneer je de optische kwaliteiten van originele lenzen van Huygens doormeet, geeft dat zicht op zijn experimentele speelveld. Vorig jaar heeft Museum Boerhaave een mengkoelmachine van Giorgio Frossati in de collectie opgenomen, een grofstoffelijk apparaat waarmee in het Kamerlingh Onnes Laboratorium kouderecords zijn gehaald en waarmee mooi onderzoek is gedaan. Een conservator van het museum heeft Frossati een interview afgenomen, een animatie van de werking van de machine bemachtigd, waarnemingsfilmpjes van het groeien van helium-3 kristallen op de kop getikt en het gevaarte - een soort maanlander - in zijn oorspronkelijke setting gefotografeerd. Op die manier maak je de blingbling-sleutelwaarderechthoek breed en de museale waarde groot.

Vijf. De wetenschapsgeschiedenis heeft steeds meer oog gekregen voor materiële aspecten en de verschillen tussen de beoefening van het vak in de academische wereld en in musea als Museum Boerhaave zijn kleiner geworden. Samenwerking met universiteiten ligt dus voor de hand en mijn leeropdracht 'Materieel erfgoed van de natuurwetenschappen' biedt daartoe alle ruimte. We zijn een nationaal museum maar een goede buur is veel waard en de band tussen Museum Boerhaave en de Universiteit Leiden is zo oud als het museum zelf. Eind jaren twintig was het August Crommelin, adjunct-directeur van het Natuurkundig Laboratorium (in 1932 omgedoopt tot Kamerlingh Onnes Laboratorium en nu zetel van de rechtenfaculteit) die het museum oprichtte. Niet vanuit een verheffingsideaal maar om kwetsbare instrumenten voor de ondergang te behoeden. Bezoekers waren welkom, maar met mate. Als het echt niet anders kon werd de verdwaalde toerist

die op een regenachtige dag aanbelde binnen gelaten.²¹

Tijden veranderen.

Wat stel ik me bij samenwerking met de academische wereld voor? Wetenschapsgeschiedenis maakt geen onderscheid tussen alfa en bèta; niet voor niets wierp E.J. Dijksterhuis zich op als veerman tussen twee culturen. In de werkgroep ‘Materiële cultuur van wetenschap’, een Leids initiatief, zijn beide vertegenwoordigd. Als ideaal zie ik projecten als de *Latin Therapy Group* in Cambridge. Dat is een research seminar waarin conservatoren van het Whipple Museum of the History of Science samenwerken met paleografen (handschriftonderzoekers) en latinisten van de universiteit van Cambridge.²² Een zeventiende-eeuwse zonnewijzer met een missend onderdeel en contemporaine begeleidende teksten met onduidelijke vaktermen blijken, eenmaal samengebracht, licht op elkaar te werpen. Heerlijk, zo’n kruisbestuiving. ’t Zou prachtig zijn als zo iets hier samen met het Scaliger Instituut zou lukken.

Voorwaarde is wel dat er over en weer contacten zijn - Salon Boerhaave, vorige maand van start gegaan, kan daarbij helpen. Leiden heeft in alle hoeken en gaten wetenschapshistorici, en de medische wereld hoort daar zeker bij. En aan bijzondere collecties geen gebrek. Op bèta-vlak hebben de universiteitsbibliotheek, Naturalis, de Hortus Botanicus, Museum Boerhaave en het Anatomisch Museum van het LUMC enkele maanden geleden een memorandum of understanding getekend. Het gaat om digitalisering, ontsluiting en conservering van collecties, om tentoonstellingen (reëel en virtueel) en publieksprogramma’s, om het leggen van digitale verbindingen tussen collecties, om wetenschappelijk onderzoek en onderwijs. Wat belet alfa’s zich aan te sluiten?

Musea hebben het academisch onderwijs veel te bieden. Colleges, werkgroepen, studenten hands-on in het depot practicum laten doen met oude instrumenten: materiële cultuur is op allerlei manieren in te passen. Een gloednieuw initiatief vanuit de letterenfaculteit is MCCP, een Oostblokachtig acroniem dat staat voor Museums, Collections and Cultural Politics. Deze internationale tweejarige masteropleiding op het gebied van museumstudies, waarvoor op dit moment een aansprekend curriculum wordt ontwikkeld en die in 2010 van start moet gaan, wordt gedragen door de Leidse universiteit en de Leidse musea samen, als volwaardige partners. Uniek, nergens anders vertoond! Ongetwijfeld zijn daar uitdagende onderwijs- en onderzoeksprojecten aan te koppelen en daar wil ik me graag voor inzetten.

Zes. Wat zou er gebeuren als zich vandaag een E.M. Bruins bij Museum Boerhaave meldt? Dan zou hij te maken krijgen met een van de conservatoren van het museum, in dit geval Ad Maas, gepromoveerd op de Amsterdamse natuurkunde tussen 1877 en 1940 - aan het begin van mijn rede noemde ik hem al. Met claims moet je altijd uitkijken, ook dat leert het verhaal van de elektrometer, maar ik maak me sterk dat Bruins’ brief door het museum serieus was genomen, dat de inhoud zou zijn getoetst aan de originele bronnen - instrumenten, publicaties, brieven en verder archiefmateriaal; voor een aanzienlijk deel aanwezig in Museum Boerhaave - en dat de uitkomst een andere zou zijn geweest dan die in 1972.

Dat brengt me op het punt van de rol van wetenschap binnen een museum. In *De Volkskrant* van 31 december 2008 blikte de kunstbijlage onder de kop ‘Edelsteen in het luchtledige’ - een verwijzing naar de schedel van Damien Hirst - terug op het

voorbij museumjaar.²³ ‘Nederlandse musea tonen steeds minder historisch besef’, is het verwijt, het zijn ‘tentoonstellings-fabrieken’ die een ‘volstrekt inwisselbaar’ aanbod bieden. Dat komt niet uit de lucht vallen. Maatschappelijk draagvlak, cultureel ondernemerschap, strategische marketing: het zijn thema’s die in januari 2008, een jaar geleden, aan bod kwamen in het advies ‘Meer draagvlak voor cultuur’ van de commissie Sanders. Tot de aanbevelingen behoorde een norm voor eigen inkomsten waaraan musea moesten voldoen.

In zo’n klimaat bestaat het risico dat musea hun prioriteiten verschuiven richting ‘publiek en presentatie’. Het wekt huiver voor experimenteren in de hand, economisch redeneren staat voorop: Wat leveren museale activiteiten per uur, per vierkante meter, per geïnvesteerde euro en per werknemer op? Begrijp me goed: ik juich het toe dat musea geprikkeld worden om eigen inkomsten te vergaren, ik ben dringend op zoek naar nieuw publiek en in 2008 is dat bij Museum Boerhaave goed gelukt, samenwerking en internationalisering liggen me na aan het hart en ik hecht aan verankering van het museum in de maatschappij. Maar een museum is meer dan een tentoonstellingsfabriek. Nog altijd is de eigen collectie de ruggengraat en het culturele kapitaal en heeft het museum de plicht dat te koesteren. Dat betekent verzamelen, afstoten, bewaren, beschrijven, conserveren, restaureren, tentoonstellen, in bruikleen geven en onderzoeken. Werk van conservatoren.

In dit verband wil ik u een recente overweging van de Raad voor Cultuur niet onthouden. Uit het *Advies instrumentarium specifiek museumbeleid* (april 2008):

‘Vanuit het streven een zo groot mogelijk publiek te trekken en meer eigen inkomsten te genereren, zijn de museum-

organisaties sterk aan het veranderen. Conservatoren maken plaats voor tentoonstellingsmakers, museumdirecteuren worden ook entrepreneurs. Als daarmee kennis over collecties en aandachtsgebied verdwijnt dan is oplettendheid geboden. [...] Steeds meer musea hebben de kennis over hun collecties niet meer onder handbereik. [...] Dat is een proces dat wel eens onomkeerbaar zou kunnen zijn en dient daarom uiterst zorgvuldig te worden begeleid. Zeker als een museum nog de enige plek is waar bepaalde kennis wetenschappelijk geborgd is, dan is grote voorzichtigheid geboden.’²⁴

Woorden die mij uit het hart gegrepen zijn. Flexibiliteit is nodig en we moeten zichtbaar zijn, ik herhaal het nog maar eens, maar wees wijs met je conservatoren. Zonder conservatoren van niveau verslonst de collectie.

Dames en heren, ik rond af. Ik hoop u met mijn verhaal overtuigd te hebben dat wetenschap en onderzoek musea goede diensten kunnen bewijzen. Graag wil ik me inzetten om Museum Boerhaave een plekje in de internationale wetenschapshistorische gemeenschap te geven, wil ik onderzoekers van buiten en binnen de ruimte bieden om onze collectie te benutten en wil ik me sterk maken voor samenwerkingsprojecten. Een maand geleden was ik in Sint Petersburg en heb daar aandacht gevraagd voor archieven van Boerhaave die in de Medische Militaire Academie aanwezig zijn die pas sinds kort voor onderzoekers fatsoenlijk toegankelijk zijn. Hier ligt een prachtkans en de eerste stappen zijn gezet. Het Kunstkamera Museum wil graag, het Nederlands Instituut in Sint-Petersburg wil graag, Museum Boerhaave wil graag. Aan de slag!

Maar de grootste uitdaging bestaat erin de rijke collecties van

Museum Boerhaave en de kennis daarover te integreren in onderwijs en onderzoek aan de universiteit.

Aan het einde van mijn rede gekomen wil ik mijn dank betuigen aan de Raad van Toezicht van Museum Boerhaave, die mij heeft willen benoemen, en ook aan alle anderen die aan de totstandkoming van deze benoeming hebben bijgedragen.

Hooggeleerde Dik, Beste Wim,

Als voorzitter van de Raad van Toezicht van Museum Boerhaave ben je bij mijn aantreden als directeur niet alleen akkoord gegaan met een 0,2 detachering bij de Universiteit Leiden, maar heb je het instellen van de bijzondere leerstoel Materieel erfgoed van de natuurwetenschappen van harte gesteund. Voor mijn benoeming ben ik de Raad van Toezicht bijzonder erkentelijk. Ik zie het als een eer en ben bijzonder dankbaar dat mij deze kans wordt geboden.

Collega's uit de faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen, Ogen dicht en ik ben terug in het Kamerlingh Onnes Laboratorium, het oude in de binnenstad wel te verstaan. Na mijn afstuderen ben ik een andere richting opgegaan, maar ik beschouw me nog steeds een van jullie. Sterrewachters, dank voor de gastvrijheid en de goede zorgen. Het afgelopen jaar heb ik met jullie, en met de fysici, vruchtbaar en prettig samengewerkt. Wetenschapsgeschiedenis zit in Leiden in de lift. Het clubje rond Teylerhoogleraar Frans van Lunteren dijt gestaag uit, het project 'Zorgen voor de archieven' is op stoom en ik zie de toekomst opgewekt tegemoet.

Hooggeleerde Saris, beste Frans,

Als toenmalig decaan van de faculteit heb je mijn wetenschaps-historische activiteiten altijd met grote betrokkenheid gevolgd.

Jij was het die het initiatief nam mij na mijn promotie een dag in de week aan de faculteit te verbinden om met die mooie archieven verder te gaan. Ik heb die kans met beide handen aangegrepen.

Collega's van *NRC Handelsblad*, vrienden wetenschaps-journalisten!

Aan mijn jaren bij de krant, de wetenschapsredactie in het bijzonder, bewaar ik bijzonder goede herinneringen. Schrijven is ademen en ook in mijn huidige functie neem ik de pen uit innerlijke noodzaak, maar ook om de goede zaak te dienen, frequent ter hand. En niet alleen voor vakgenoten. Wat wetenschapsjournalistiek en de museale wereld gemeen hebben is het vertalen van specialistische kennis naar een groot publiek. Daar mag ik graag aan meedoen en de journalistieke kneepjes die jullie me in de Alexanderpolder hebben bijgebracht komen ook in Leiden goed van pas. Jullie zijn niet van me af.

Collega's van Museum Boerhaave, beste Boerhaavianen, Ruim twee jaar ben ik jullie directeur. Het is een pracht-museum met een vrolijk team dat voor de uitdaging staat een collectie van wereldnaam hoog te houden en op zoek te blijven naar nieuw publiek en verankering in de samenleving. Ik heb de samenwerking tot nu toe als zeer prettig ervaren. Laten we met zijn allen over de vitaliteit van het museum waken. 2008 was een opwindend jaar met veel extra activiteiten en 30 procent meer bezoekers, dat hebben we samen mooi voor elkaar gekregen, met steun van buiten. Ik heb het volste vertrouwen in de toekomst.

Dames en heren studenten,

Ik hoop jullie nieuwsgierigheid te hebben geprikkeld.

Op college hebben velen van jullie in meer of mindere mate

met de collecties van Museum Boerhaave kennisgemaakt. Graag wil ik me blijven inzetten voor wetenschapshistorisch onderwijs, aan alfa's en bèta's. Intussen zou het mooi zijn als studenten zich vaker in het museum lieten zien. Om tentoonstellingen te bekijken, om gebruik te maken van ons rijke bibliotheekbezit, om specifieke delen van onze collectie te bestuderen, of om gewoon in het museumcafé af te spreken. Het spreekt vanzelf dat drempels die dit streven in de weg staan weg moeten. Daarom: met ingang van heden is de toegang tot Museum Boerhaave op vertoon van een collegekaart gratis!

Ik heb gezegd.

Noten

- 1 Het onderzoek naar de elektrometer van Kolhörster in de collectie van Museum Boerhaave is uitgevoerd door Ad Maas, conservator van het museum. Zie Ad Maas, 'Kroniek van een onvolkomen ontdekking', *De Gids*, januari 2009, 46-62. In voorbereiding: A. Maas, 'Machinations, Manipulations and Cosmic Ray Measurements: Jacob Clay's Electrometer and the Discovery of the Latitude-Effect'.
- 2 Brief Arthur Compton aan Jacob Clay, 6 maart 1937. Museum Boerhaave, archief Jacob Clay. Zie ook Lewis Pyenson, *Empire of Reason; Exact Sciences in Indonesia 1840-1940* (Leiden 1989), 151.
- 3 Over Jacob Clay: H.F. Jongen, 'Clay, Jacob', in *Biografisch Woordenboek van Nederland* (Den Haag 1979-2008), deel 1, 111-113. Ad Maas, *Atomisme en Individualisme: de Amsterdamse natuurkunde tussen 1877 en 1940* (Hilversum 2001), 175-178 en 235-254.
- 4 Dirk van Delft, *Heike Kamerlingh Onnes. Een biografie* (Leiden 2005) 399-401.
- 5 Jacob Clay, 'Doordringende Straling', *Verslag van de vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (Amsterdam 1927) 36, 1265-1277.
- 6 Jacob Clay, 'Doordringende Stralen II', *Verslag van de vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeling der Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (Amsterdam 1928) 37, 976-983.
- 7 Jacob Clay, 'Ultra Radiation (Penetrating Radiation) III', *Proceedings of the Section of Sciences, Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (Amsterdam 1930) 33, 711-718.
- 8 Jacob Clay, 'The Earthmagnetic effect and the Corpuscular Nature of (Cosmic) Ultraradiation', *Proceedings of the Section of Sciences, Koninklijke Akademie van Wetenschappen* (Amsterdam 1932) 35, 1282-1290.
- 9 Lewis Pyenson, *Empire of Reason; Exact Sciences in Indonesia 1840-1940* (Leiden 1989) 151-152.
- 10 Brief E.M. Bruins aan het Rijksmuseum voor de Geschiedenis der Wetenschappen, 6 mei 1972. Museum Boerhaave, Voorwerpsarchief V11935.
- 11 Over E.M. Bruins: J. van Maanen, 'In memoriam prof. dr. E.M. Bruins (1909-1990)', *Gewina*, 1991, 14, 116-118.
- 12 E.M. Bruins, *ANAGKE. Tekst van het college van den 15-den October 1982, ter afsluiting van regulier onderwijs aan de Universiteit van Amsterdam* (Amsterdam 1982).
- 13 Opmerkelijk genoeg maakte Clay pas publiekelijk gewag van het mankement in zijn derde artikel, zie noot 7.
- 14 Zie noot 6, p. 977.
- 15 Arthur H. Compton, 'Variation of the Cosmic Rays with Latitude', *Physical Review* 41 (1932) 111-113.
- 16 Lewis Pyenson, *Empire of Reason; Exact Sciences in Indonesia 1840-1940* (Leiden 1989) 149-154.
- 17 Klaas van Berkel, *E.J. Dijksterhuis. Een biografie* (Amsterdam 1996).
- 18 Peter Galison, *Image and Logic. A Material Culture of Microphysics* (Chicago 1997).
- 19 Barbara Allart, 'Utrechtse universitaire historische collecties in onderwijs en onderzoek. Een pilot van gebruik van collecties in de praktijk', *Gewina* 30 (2007) 182-193.
- 20 Over dit onderwerp heeft Ad Maas in het kader van het Max Planck Research Network 'The History of Scientific Objects' een voordracht gehouden. 'The altar and the story-teller. A new view of displaying scientific instruments in Museum Boerhaave', Conference 'The Exhibition as Product and Generator of Scholarship', Deutsches Museum, 27-28 november 2008.
- 21 A. Maas, 'Crommelins elitaire instrumenten', *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde* 73 (2007) 184-187.
- 22 Lisa Taub; Frances Willmoth (Eds.), *The Whipple Museum of the History of Science* (Cambridge 2006) 255-282.
- 23 Rutger Pontzen, 'Edelsteen in het luchtledige', *De Volkskrant*, kunstbijlage 31 december 2008, 6-8.
- 24 Raad voor Cultuur, *Instrumentarium specifiek museumbeleid*, advies 7 april 2008, p. 11.

In deze reeks verschijnen teksten van oraties en afscheidscolleges.

Meer informatie over Leidse hoogleraren:
Leidsewetenschappers.Leidenuniv.nl

PROF.DR. DIRK VAN DELFT



- 1969-1974 studie natuurkunde Universiteit Leiden
- 1974-1975 doctoraal assistent anorganische chemie
- 1975-1977 studie psychologie
- 1975-1994 docent College Leeuwenhorst, Noordwijkerhout
- 1994-2006 (chef-)redacteur wetenschappen *NRC Handelsblad*
- 2002 Journalist in Residence, NIAS Wassenaar
- 2005 proefschrift 'Heike Kamerlingh Onnes; een biografie'
- 2005 universitair hoofddocent wetenschapsgeschiedenis (0,2)
- 2005 NWO-Eurekapijs voor oeuvre populariseren van wetenschap
- 2006 directeur Museum Boerhaave
- 2008 bijzonder hoogleraar Materieel erfgoed van de natuurwetenschappen

Zonder conservatoren van niveau verslonst de museumcollectie. Onderzoek doen aan een collectie verrijkt die collectie. Een wetenschappelijk instrument heeft op meer niveaus iets te vertellen. Het is de museumconservator die via onderzoek dat totale verhaal reconstrueert. Dus dient hij het wetenschapshistorische handwerk te beheersen, wil hij tenminste geen bokken schieten. In een klimaat dat cultureel ondernemerschap sterk aanmoedigt, bestaat het risico dat marketing en presentatie groeien ten koste van de zorg voor de eigen collectie. Een schijntegenstelling. 'Begrijp me goed: ik juich het toe dat musea geprikkeld worden om eigen inkomsten te verwerven', stelt Dirk van Delft. 'Net als andere musea is Museum Boerhaave op zoek naar nieuw publiek, samenwerking en internationalisering liggen me na aan het hart en ik hecht aan verankering van het museum in de maatschappij. Onderzoek doen aan je collectie past daarbij. Het gaat om evenwicht. Een museum is meer dan een tentoonstellingsfabriek. Verlies je eigen collectie nooit uit het oog, die vormt je ruggengraat en je culturele kapitaal.'

Foto links: Astrid Koppers, © 2008 Universiteit Leiden.

Foto rechts: Museum Boerhaave, Vincent Scheerman:

De elektrometer van Kollhörster, zoals gebruikt door Jacob Clay.



Universiteit Leiden