

175 jaar TU Delft

Erfgoed in 33 verhalen



Histechnica
Vereniging voor Geschiedenis der Techniek en Erfgoed TUD

175 jaar TU Delft – Erfgoed in 33 verhalen

Uitgegeven door Histechnica, vereniging van Vrienden van het Akademisch Erfgoed van de TU Delft, ter gelegenheid van het 175-jarig bestaan van de opleiding van de Technische Universiteit Delft (1842 – 2017).

Website van Histechnica: www.histechnica.nl

Website van de TU Delft: www.tudelft.nl

Redactie:

W. Ankersmit

R. Hagman en H.G. Heijmans (namens de TU Delft Library)

G.J. Olsder

G. van de Schootbrugge

P.Th.L.M. van Woerkom (Hoofdredacteur)

Met dank aan de auteurs, aan de TUD Library, en aan de vereniging Histechnica.

Met bijzondere dank aan dr. H.G. Heijmans van de TUD Library voor nimmer aflatende initiatieven, begeleiding en ondersteuning. Alsmede aan de heer S.G. van Dam van de TUD Library voor de professionele fotografie van een groot aantal van de getoonde TUD erfgoed objecten.

Copyright van artikelen en illustraties behoort bij de rechthebbenden.

Verantwoording beeldmateriaal: TU Delft en auteurs.

Vormgeving: Legatron Electronic Publishing, Rotterdam

Drukwerk verzorgd door: Ipskamp Printing, Enschede

ISBN 978-94-028-0652-6

Trefwoorden: erfgoed, historie, maatschappij, opstellen, techniek, universiteit, wetenschap.

De Philips EM300 Elektronenmicroscop

P. Kruit

De werking van de EM300

Een elektronenmicroscop is een apparaat waarin met behulp van een elektronenbundel een klein voorwerp vergroot kan worden afgebeeld. Zoals een lichtbundel gefocuseerd kan worden door lenzen van glas, kan een elektronenbundel gefocuseerd worden door elektrostatische of magnetische velden. Elektronen worden uit een materiaal in het vacuüm gebracht door een gloeidraadje zo warm te maken dat de elektronen “er uit koken”, of een zodanig sterk elektrisch veld op een scherpe naald te zetten dat de elektronen uit het materiaal “getrokken” worden. Door deze elektronenbron op een negatieve hoogspanning ten opzichte van aarde te zetten, versnellen de elektronen tot bijna de snelheid van het licht en vormen een bundel. Een magneetlens bestaat in essentie uit een grote spoel koperdraad en een magneet-ijzercircuit, dat het magneetveld op de as van de microscop concentreert. De vergrote afbeelding van een preparaat wordt op een fluorescentiescherm zichtbaar gemaakt. Al in 1878 was aangetoond dat het scheidend vermogen van een microscop wordt bepaald door de golflengte van de gebruikte straling. Rond 1920-1925 ontstond het inzicht dat elektronen zich ook als golven kunnen gedragen. Aangezien de golflengte van elektronen aanzienlijk korter is dan die van licht, kunnen in een elektronenmicroscop veel kleinere details zichtbaar gemaakt worden dan in een lichtmicroscop.

De toepassingen van de EM300

De kennis die wij hebben van de structuur van cellen en bacteriën is voornamelijk afkomstig van elektronenmicroscopiestudies. Pas in de laatste paar decennia lukt het om met lichtmicroscopen sub-cellulaire details waar te nemen. In de materiaalkunde is het begrip van de microscopische oorzaken van sterkte en stijfheid gebaseerd op structuurinzichten verkregen met de elektronenmicroscop. Controle van productieprocessen is vaak alleen mogelijk door gebruik van de elektronenmicroscop. De miniaturisering van de transistortechnologie was niet mogelijk geweest zonder elektronenmicroscopische controle van het fabricageproces.

Wat er aan de EM300 voorafging

De eerste transmissie-elektronenmicroscop met magnetische lenzen werd in 1931 gebouwd door Ernst Ruska (de latere Nobelprijs winnaar) en Max Knoll aan de Technische Hochschule Berlin. Bij het Philips Natuurkundig Laboratorium werd in 1935 een emissiemicroscop ontworpen. De Delftse hoogleraar natuurkunde Dorgelo was er snel bij: hij had al in 1932, samen met Casimir van het Philips Natlab, een bezoek gebracht aan Ruska en in juli 1939, samen met Waller van de Delftse Gist

en Spiritus Fabriek en prof. Kluyver van het Laboratorium voor Microbiologie van de TH Delft, een bezoek aan Siemens, om de eerste commerciële transmissie-elektronenmicroscop te bekijken. De Technische Hogeschool Delft kon zich deze echter niet veroorloven.

Toen de student technische natuurkunde Jan Bart Le Poole in 1939 aan prof. Dorgelo vroeg of hij als afstudeerproject een transmissie-elektronenmicroscop (TEM) mocht ontwerpen en bouwen, kreeg hij dan ook onmiddellijk toestemming. Een symposium in februari 1940, georganiseerd door de Stichting Biofysica, was een grote stimulans voor het werk: prof. Kronig sprak over de analogie tussen licht- en elektronenoptica, prof. Dorgelo sprak over elektronenlenzen, Helmut Ruska, een broer van Ernst Ruska, sprak over de Siemens microscop en prof. W.G. Burgers sprak over toepassingen in de metaalkunde!

Door de invasie van de Duitsers in mei 1940 en het begin van de Tweede Wereldoorlog werd het onderzoek in Nederland ernstig bemoeilijkt. Toch slaagde Le Poole erin zijn eerste foto van een preparaat in de elektronenmicroscop te ontwikkelen op 8 april 1941. Deze microscop staat nu in het Boerhave museum in Leiden. De TH Delft heropende haar deuren voor studenten in mei 1941 en Le Poole behaalde zijn ingenieursgraad op 26 juli 1941.

De Delftse Gisten Spiritus Fabriek had een direct belang bij het verbeteren van de elektronenmicroscop voor het bekijken van gistcellen: een van de centrale vragen was of de gistcel ook een celkern had. Een dergelijke vraag kunnen wij ons tegenwoordig nauwelijks meer voorstellen, maar het wijst op het enorme belang van de elektronenmicroscop voor de biologie. In 1942 begon Le Poole bij de Technisch Fysische Dienst (TPD) TNO-TH Delft aan een project voor de bouw van een 150 kV TEM. A.C. van Dorsten bij het Philips Natlab ontwierp de vereiste hoogspanningsvoeding. Financiële ondersteuning werd gegeven door het Delfts Universiteitsfonds en een aantal Nederlandse bedrijven. Door de onmogelijkheid van internationale contacten in oorlogstijd was Le Poole geheel aangewezen op zijn eigen inventiviteit. Na de oorlog werd het publiek uitgenodigd om met eigen ogen te kunnen zien met welke inventiviteit men aan de TH Delft aan het werk was geweest. Vele beroemdheden kwamen demonstraties bijwonen, waaronder koningin Juliana en prins Bernhard en verschillende (latere) Nobelprijswinnaars.

Al tijdens de oorlog had Le Poole aan de N.V. Philips gesuggereerd dat zijn TEM wel eens commercieel interessant zou kunnen zijn. De reactie was een snelle inschatting van hoeveel microscopen er in Nederland of zelfs heel Europa verkocht zouden kunnen worden: misschien een stuk of tien, en dus niet interessant voor Philips. Maar nu bleek dat ook in een internationale vergelijking het ontwerp van Le Poole er bijzonder goed uitkwam, probeerde Le Poole het opnieuw. Nu, na interventies van Van Dorsten en van de directeur van Staatsmijnen prof. F.K.Th. van Iterson bij Anton Philips persoonlijk, was hij wel succesvol. In 1947 kwam het prototype al gereed. Tot 1967 heeft Philips de EM100 verkocht, in totaal bijna 400 stuks. Toen kwam bovengenoemde EM300 op de markt.

PHILIPS



EM 300
Electron
Microscope



Figuur 1 | Philips brochure voor de EM 300 elektronenmicroscop.

Delftse bijdragen aan de EM300

Vanaf de oprichting van Philips Electron Optics was Le Poole, inmiddels hoogleraar Elektronen Optica aan de TU Delft, adviseur. Het is dan ook niet verwonderlijk dat twee belangrijke uitvindingen van Le Poole hun weg vonden naar de EM300. De eerste is de “wobbler”, reeds beschreven in zijn proefschrift in 1954: een combinatie van elektronenbundel afbuigers die het mogelijk maakt om de bundel snel afwisselend onder twee verschillende hoeken door het preparaat te sturen. Als de afbeelding niet in-focus is, ziet de gebruiker een dubbel beeld. Precies focuseren werd hierdoor kinderspel. De tweede is een mogelijkheid om diffractiepatronen van een beperkt gebied op het preparaat te maken.

Hoewel achteraf bleek dat dit in 1936 al een keer was aangetoond, zat deze optie nog in geen enkele commerciële microscoop. De diffractietechniek maakte het mogelijk de structuur te bepalen van microkristallen, zeer wezenlijk voor de metaalkunde.

Ontwikkelingen sinds de EM300

De resolutie van moderne transmissie-elektronenmicroscopen is intussen verbeterd tot 0,5 Å en daarmee werd de mijlpaal van atomaire resolutie gepasseerd. Individuele atomen zijn waarneembaar geworden, en met behulp van energiespectroscopie op de transmissiebundel kan zelfs bepaald worden welk individueel atoom men ziet. In Delft is er afwisselend aandacht geweest voor elektronenlithografie en dan ook weer microscopie waarbij de banden met de erfopvolgers van Philips Electron Optics nog steeds bestaan. Philips Electron Optics groeide uit tot een van 's werelds drie grootste fabrikanten van elektronenmicroscopen. Het staat nu onder de naam FEI genoteerd op de Nasdaq en op het moment van schrijven (2016) is sprake van doorverkoop aan Thermo Fischer.



Figuur 2 | Opengewerkte elektronenmicroscoop.

Het erfstuk in Delft

In Delft beschikten wij over twee EM300 microscopen. Toen de transistoren het één voor één opgaven, werden ze aan de kant gezet en transformeerden als vanzelf tot erfstuk door ze niet weg te gooien. Van één kolom is een sector van 90° verwijderd om te kunnen tonen wat een prachtige techniek dit nu 50 jaar oude apparaat bevat.