

*Citation:*

H. Freudenthal, Levensbericht H. Weyl, in:  
Jaarboek, 1955-1956, Amsterdam, pp. 231-238

LEVENSBERICHT  
VAN  
HERMANN WEYL  
(9 november 1885—9 december 1955)

Hermann Weyl werd op 9 november 1885 te Elmshorn (Schleswig) geboren als zoon van Ludwig Weyl en Anna, geb. Dieck. Hij behoorde tot de evangelisch-lutherse kerk. Van 1895 tot 1904 bezocht hij het (humanistische) Gymnasium Christianeum te Altona. Hij studeerde van 1904 tot 1908 aan de universiteiten te Göttingen en München, vooral wiskunde en natuurkunde. De mathematici, tot wie hij zich het meest voelde aangetrokken, waren Hilbert en Minkowski. Hij promoveerde in 1908 tot Doctor philosophiae aan de universiteit Göttingen op een proefschrift over singuliere differentiaalvergelijkingen. In 1910 habileerde hij zich als privaatdocent aan dezelfde universiteit. Van 1913 tot 1930 bekleedde hij een leerstoel voor meetkunde aan de Eidgenössische Technische Hochschule te Zürich. Gedurende de cursus 1928/29 was hij Research Professor for Mathematical Physics aan de universiteit Princeton N.J. 1930 volgde hij Hilbert op zijn leerstoel te Göttingen op. In 1933, toen de nationaalsocialisten in Duitsland naar de macht grepen, emigreerde hij naar U.S.A., waar hem reeds in 1932 een leerstoel was aangeboden aan het — toen nog in staat van oprichting verkerende — Institute for Advanced Study. Aan dit centrum van mathematisch onderzoek is hij tot 1951 werkzaam geweest. Na zijn emeritaat in 1951 bleef hij nog elk jaar enige maanden in Princeton werken; de rest van het jaar bracht hij in Zürich door. Zijn 70e verjaardag is een grootse manifestatie van vrienden, medewerkers en leerlingen geweest. Kort daarna, op 9 december 1955 is hij overleden.

Uit zijn huwelijk met Helene Joseph uit Ribnitz (Mecklenburg) had Weyl twee zoons, Fritz Joachim en Michael; de eerste heeft,

wat zijn belangstelling aangaat, de voetstappen van zijn vader gedrukt. Na het overlijden van zijn eerste vrouw in 1948 is hij getrouwd met Ellen Bär geb. Lohnstein.

Hermann Weyl was drager van de Lobačevski-prijs 1926 der universiteit Kasan, eredoctor van zes universiteiten, erelid, correspondent of lid van 17 wiskundige genootschappen en akademies. Van de onze was hij buitenlands lid sinds 1935.

Van een mathematicus, aan wie zoveel onderscheidingen te beurt zijn gevallen, mag worden verondersteld, dat zijn werk ook de belangstelling getrokken heeft van anderen dan alleen zijn vakgenoten, en onder deze „anderen” zullen het dan meestal physici zijn, die hem als een geestverwant wensen te beschouwen. Weyl is vanaf zijn studiejaren de ontwikkeling der theoretische natuurkunde blijven volgen. Hij verstond de taal der physici, begreep hun problemen, wist ze in nieuwe mathematische vormen te gieten, hij kwam tot synthetische visies, die door beiden — mathematici en physici — werden gewaardeerd en nieuw onderzoek stimuleerden. Reeds in zijn dissertatie bewoog hij zich op een gebied, dat zich uit natuurkundige problemen had ontwikkeld, en dat twintig jaar later opnieuw de natuurkundigen zou gaan interesseren.

Toen Weyl eerstejaars was, verscheen de eerste in Hilberts reeks verhandelingen „Grundzüge einer allgemeinen Theorie der linearen Integralgleichungen”. Vier jaar later, voordat de zesde en laatste naar de drukpers was, promoveerde Weyl met een dissertatie, die Hilberts theorie voortzette en toepaste op de theorie der singuliere differentiaalvergelijkingen. Het is de klassieke methode waarvan Weyl zich bedient: de zelfgeadjungeerde differentiaaloperator te inverteren met behulp van de functie van Green als kern van een integraalvergelijking. Maar het nieuwe is, dat bij een singulier probleem de inverse operator niet meer volcontinu behoeft te zijn — hier is men dan aangewezen op Hilberts theorie of op nog algemenere theorieën, die inmiddels ontwikkeld zijn. Singuliere differentiaalvergelijkingen, zoals Weyl in zijn dissertatie behandelde, hebben de physici sinds de Schrödingervergelijking telkens weer beziggehouden. Van Weyls pionierswerk heeft men toen mogen

profiteren. Het is inmiddels veelvuldig voortgezet en leeft in groter verband voort.

Eveneens klassiek geworden is Weyls andere onderzoeking uit dezelfde tijd: het verband tussen het frequentiespectrum en de grootte van een trillende membraan of van een in ethertrillingen verkerende „Hohlraum”, in het bijzonder de voor de quantumtheorie interessante asymptotische wet  $\nu^3 \cdot \text{volumen} / 3\pi^2 c^3$  voor het aantal eigentrillingen met een frequentie  $< \nu$ .

In 1913 verscheen Weyls eerste boek „Die Idee der Riemannschen Fläche”. In het jaar van Weyls promotie was na een tachtigjarige ontwikkeling de theorie der uniformisering van algebraïsche functies en Riemannse oppervlakten tot een zekere afsluiting gebracht. Van deze nieuwe verworvenheid legt Weyls boek, de vrucht van colleges uit het jaar 1911-12, rekenschap af. Dit boek is het werk niet zo zeer van de scheppende mathematicus als van de kunstenaar, die aan het geschapene de definitieve vorm weet te geven. Veertig jaar lang is dit boek, dat men een mathematisch essay zou kunnen noemen, de mathematici blijven bekoren en tot nieuw onderzoek blijven stimuleren.

In deze periode van Weyls wetenschappelijk leven behoren nog twee verhandelingen, één, waarin hij tracht te bewijzen, dat isometrische convexe oppervlakken congruent zijn (het bewijs werd tien jaar later door een ander gegeven) en een andere, waarin hij het begrip „gelijkverdeeldheid mod 1” invoert. Er zijn er zeker, die dit onderzoek als Weyls grootste prestatie zullen beschouwen. Het heeft een vloed van onderzoekingen van anderen doen ontstaan, maar Weyl zelf is er later nauwelijks op terug gekomen. Weyl beschouwt de rij der gehele veelvoudigen  $n\vartheta$  van een irrationaal getal  $\vartheta$ , gereduceerd mod 1, en hij toont aan, dat zij zich gelijkmatig over het interval  $(0,1)$  verdeelt: het aantal onder de  $n\vartheta$  ( $n = 1, \dots, N$ ), die in een interval der lengte  $s$  vallen, staat tot  $N$  asymptotisch in de verhouding  $s$ . Deze „gelijkverdeeldheid” is ook een eigenschap van de rij  $n^2\vartheta$  en van tal van andere rijen, die inmiddels zijn onderzocht. Van essentiële betekenis is hier de meesterlijke hantering van zekere trigonometrische sommen („sommen

van Weyl"), die hem later tot opmerkelijke resultaten zouden voeren in de analytische getallenleer onder meer betreffende de zeta-functie van Riemann.

Van 1917 tot 1923 loopt een tweede periode in Weyls wetenschappelijke werkzaamheid. Weyl is in deze jaren een prominent medewerker aan het relativiteitstheoretisch onderzoek, maar tevens de tolk tussen mathematici en physici en tussen de vakwetenschap en het wetenschappelijk belangstellende publiek. Zijn „Raum, Zeit, Materie", ontstaan uit colleges aan de T. H. Zürich en telkens weer herdrukt, draagt even als zijn eerste boek de kenmerken van een essay, ten dele van filosofische strekking. Het is voor velen het leerboek der relativiteitstheorie geweest. Weyls tweede periode sluit met een ander essay: *Mathematische Analyse des Raumproblems* (1923). Van het oude ruimte-probleem van Helmholtz-Lie, dat de homogene ruimte der klassieke Euclidische en niet-Euclidische meetkunde vraagt te karakteriseren, schrijft Weyl voort naar een dieper probleem: te verklaren, waarom we de metriek in het oneindig kleine pythagorees veronderstellen. Het blijkt, dat dit de enige mogelijkheid is, om de affiene samenhang met metrische middelen eenduidig vast te leggen.

Weyls derde periode, die in 1924 begint, kan men niet in een even strict verband als de tweede met de natuurkunde brengen en dus niet met de titel „quantenmechanica" omschrijven (zoals de eerste met de titel „relativiteitstheorie"). De zuivere wiskunde speelt een grotere rol in deze periode, die trouwens ook, als een opmaat, reeds vóór de omwenteling in de natuurkunde begint.

Onder Weyls prestaties ken ik zonder aarzelen de prijs toe aan zijn voorstellingstheorie der halfkelvoudige en der compacte groepen, die hij in 1925-26 in „*Mathematische Zeitschrift*" en „*Mathematische Annalen*" (ten dele samen met F. Peter) heeft gepubliceerd — ook hij beschouwde, naar hij mij kort voor zijn overlijden schreef, dit werk als zijn hoogtepunt. Grote delen van de moderne wiskunde zijn zonder dit werk ondenkbaar. Haast alles, wat Weyl nadien heeft gepubliceerd, is een uitwerking van de ideeën van toen.

Weyl knoopt aan bij onderzoekingen van E. Cartan over de classificatie en voorstelling van halfenkelvoudige groepen, die gedurende een derde eeuw niet naar waarde waren geschat. Hij is wellicht de eerste geweest, die Cartans methode geheel heeft doorzien, en waar Cartan nog met stof en vorm had geworsteld, vorderde hij met lichte tred. Hij betreft de voorstellingstheorie der eindige groepen in zijn gezichtskring en slaat een brug van de groepkarakters, waarmee men de eindige groepen placht te behandelen, naar Cartans methode der gewichten. Hij doorziet de diepere zin der tensoren, die in zijn differentiaalmeetkundige periode nooit meer dan werktuig waren geweest. Met een geniale greep brengt hij de halfenkelvoudige tot de compacte groepen terug; de volledige reducibiliteit der voorstellingen wordt door integratie over de groep verzekerd. De integratie draagt nog verder: hij verkrijgt de voorstellingen en hun karakters ook als oplossingen van integraalvergelijkingen, en hij beproeft dit middel opnieuw op de optelgroep der reële getallen, om zich een nieuwe toegang tot de theorie der bijnaperiodieke functies te verschaffen.

Het einde van de jaren twintig bracht de wiskundigen een grote verrassing. Op de voorstellingstheorie der groepen, een hunner meest abstracte liefhebberijen, legden ineens de natuurkundigen beslag. Toen was Weyl weer de aangewezen tolk. In 1928 verscheen als neerslag van colleges, in Zürich gehouden, zijn „Gruppentheorie und Quantenmechanik”, waaruit physici groepentheorie en mathematici quantummechanica gingen leren. In „The classical groups” (1938), weer een essay, vatte hij later zijn zuiver mathematische groepentheoretische onderzoekingen samen en blies hij de oude invariantentheorie nieuwe levensgeesten in.

De voorstellingstheorie bleef Weyl van nu af aan bezighouden. Maar veel zijsprongen getuigen van zijn receptieve en productieve veelzijdigheid. Straalvorming, aantallen van Riemannse oppervlakken, Riemannse matrices, convexe polyeders, variatierekening, middelbare beweging, meromorfe functies, arithmetische equivalentie, grenslaag, schokgolven — dat zijn maar enkele grepen uit zijn werk. Een bijzonder merkwaardig boek noem ik nog apart:

zijn „Algebraic Number Theory”, een essay, dat de mathematische wereld, naar me voorkomt, nog moet leren waarderen, een boek waarin beroep wordt aangetekend tegen een zestig jaar oud vonnis, dat de arithmetici in de strijd tussen Dedekind en Kronecker om de opbouw van de theorie der deelbaarheid velden. En nog iets: de theorie der harmonische differentiaalvormen, waarin Weyl nauwelijks iets heeft gepubliceerd, maar waarin jongeren onder zijn wijze leiding tot ontdekkingen kwamen, die hem wellicht de schoonste verrassing op zijn levensavond brachten.

In de voorrede op zijn „Classical groups” karakteriseerde Weyl zijn stijl als volgt:

The stringent precision attainable for mathematical thought has led many authors to a mode of writing which must give the reader an impression of being shut up in a brightly illuminated cell where every detail sticks out with the same dazzling clarity, but without relief. I prefer the open landscape under a clear sky with its depth of perspective, where the wealth of sharply defined nearby details gradually fades away towards the horizon.

Is het wonder dat deze grote mathematicus geen leer- of handboek heeft gepubliceerd? Voor lezers, die woorden en formules spellen, heeft Weyl niet geschreven, en wie wiskunde als een roman leest, komt hij hem in de verzoeking, te vroeg te geloven, dat hij alles heeft begrepen. Hij zocht de helderheid niet in verre gaande abstractie. Hij hield van grote, maar speciale problemen, zonder ooit in het pietepeuterige af te dalen. Hij verdronk zich niet in de zee van algemene begrippen, die de moderne wiskunde rijk is. Als ik me niet vergis, heeft hij er geen van geschapen, al heeft hij het niet versmaad, zich ervan te bedienen.

Ik ben nog niet op Weyls filosofie en grondslagenleer ingegaan. De strijd om de grondslagen der wiskunde heeft hem jarenlang intens beziggehouden. Hilberts formalisme schokte hem; zijn wiskunde moest zinvol zijn. „Das Kontinuum” (1918) was een poging tot grondvesting van de wiskunde, die hij spoedig verwierp (maar

die thans zonder beroep op Weyl weer actueel is). Hij koos Brouwers intuïtionisme, maar, afkerig van systeem en systematiek, versmaadde hij Brouwers op het algemene doelende methode. In „Die Stufen des Unendlichen” (1931) nam hij afscheid van een problematiek, die niet bij de stijl van zijn mathematische activiteit paste.

Zijn bijdrage tot het „Handbuch der Philosophie” (1927) is klassiek geworden en in 1949 apart vertaald en herdrukt (Philosophy of Mathematics and Natural Science). Maar ook hier is hij niet logicus, methodoloog en systematicus. Het historische en de ontologie boeien hem het meest. En in de inleiding van de herdruk bekennt hij:

With the years I have grown more hesitant about the metaphysical implications of science: „as we grow older, the world becomes stranger, the pattern more complicated”. And yet science would perish without a supporting transcendental faith in truth and reality, and without the continuous interplay between its facts and constructions on the one hand and the imagery of ideas on the other.

Het lijkt resignatie. Maar dat is het niet. Bladerend in zijn populaire boekje „Symmetry” (1952), dat hij zijn zwanenzang noemde, vindt men gebundeld alles wat Weyl dierbaar was: facts, constructions, and the imagery of ideas.

Het heengaan van een mens betekent voor zijn vrienden altijd een verlies. Als een groot geleerde overlijdt, zijn we ras geneigd te betuigen, dat ook de wetenschap, die hij diende, een groot verlies heeft geleden. Het besef, dat zijn scheppend levenswerk voltooid was, is bij Weyl in zijn laatste levensjaren heel sterk geweest. Weyl heeft gedurende zijn productieve periode geen „school” gevormd; op een groot aantal promovendi kon hij niet bogen. Maar juist in de laatste jaren is zijn belangstelling voor de meest begaafden in de jonge generatie der wiskundigen en voor hun werk bijzonder intens geweest. Het leek, of hij een tweede, veelbelovende, jeugd



was ingegaan, thans als leidsman van veelbelovende jongeren. Het is daarom meer dan blote plichtpleging bij het overlijden van deze grote wiskundige te spreken van een onverwacht en ontijdig verlies, dat onze Akademie heeft geleden.

HANS FREUDENTHAL

De auteur heeft gebruik gemaakt van zijn bijdrage „Hermann Weyl” in „Forscher und Wissenschaftler im heutigen Europa” (G. Stalling, Oldenburg 1955).