

Dirk van Dalen

Subfaculteit Wijsbegeerte

Universiteit Utrecht

Postbus 80.126

3508 TC Utrecht

Dirk.vanDalen@phil.uu.nl

Boekbespreking Heinz-Dieter Ebbinghaus: Ernst Zermelo – An Approach to His Life and Work

Zermelo: een tragische held in het mathematisch theater

Vrijwel alle grondleggers van de moderne wiskunde krijgen in diverse biografieën de aandacht die ze verdienen. Toch werd lange tijd een belangrijke bijdrage genegeerd. Volgens Dirk van Dalen, emeritus hoogleraar geschiedenis van de logica en filosofie van de wiskunde, heeft Heinz-Dieter Ebbinghaus met zijn indrukwekkende biografie een ereschuld van de wiskundige gemeenschap aan Ernst Zermelo ingelost.

Zermelo's gift aan de moderne wiskunde kan wellicht alleen vergeleken worden met Hilberts *Grundlagen der Geometrie*; waar Hilbert de axiomatische methode glashelder demonstreerde aan de hand van de meetkunde, gaf Zermelo een basis aan de wat kwakkelende verzamelingenleer, zodat na zijn elegante axiomatisering de wiskunde opgezet kon worden op het fundament van de verzamelingenleer. Niettemin is de persoon Zermelo al snel van het toneel afgevoerd, zodat zijn naam alleen nog onder het hoofd "Zermelo-Fraenkel" (of zelfs onder **ZF**) voortleefde. Zo langzamerhand hebben alle grondleggers de erkenning geogst, en de biografie gekregen, waar ze recht op hadden, alleen Zermelo bleef in de schaduwen van het gebouw der grondslagen.

De biografie van Ebbinghaus doet einde-

lijk recht aan het curieuze genie van de opvolger van Cantor. Ebbinghaus laat zien dat de combinatie van persoonlijkheid en externe omstandigheden zoals het politieke noodlot van Duitsland en de economische crisis, hem zo goed als geheel uit de wiskunde en de maatschappij deden verdwijnen.

Jeugd en opleiding

Zermelo kwam op de wereld in Berlijn in 1871, toen zijn grote voorganger, Cantor, op het punt stond de geheime wereld der verzamelingen te verkennen. De naam 'Zermelo' had en heeft een enigszins mysterieuze klank. Zermelo zelf placht nieuwsgierigen uit te leggen dat de naam ontstaan was uit 'Walzermelodie' door de eerste en laatste lettergreep weg te laten. In een wat serieuzere stemming

suggereerde hij dat het een afleiding was van 'Termeulen' via 'Zurmühlen'. Veel Zermelo's kunnen er niet geweest zijn; de biograaf vermeldt dat na de dood van Zermelo's weduwe, de naam Zermelo uit de Duitse telefoonboeken verdwenen is.

Zermelo kreeg, naar traditioneel Duits patroon, een veelzijdige opleiding, hij begon zijn studie aan de Friedrich Wilhelm Universität in Berlijn (1889), volgde later colleges in Halle en Freiburg, en eindigde in Göttingen. Hij volgde colleges van Cantor in Halle (over elliptische functies en getaltheorie), van Husserl over de wijsbegeerte der wiskunde, van Bruno Erdmann over logica (als tak van de psychologie), in Freiburg volgde hij onder meer een college van Lüroth, en terug in Berlijn (1891) liep hij college bij Max Planck, Wien, Frobenius, Knoblauch en Schwarz. Bij de laatste bestudeerde hij variatierekening, het gebied van zijn dissertatie (1894). Onder de drie stellingen die het onderwerp van de mondelinge verdediging van de aanstaande doctor vormden, bevond zich een provocerende

Zermelo's axioma's

Hier volgt een informele weergave van Zermelo's axioma's uit 1908.

- I. *Extensionaliteit*. Verzamelingen die precies dezelfde elementen hebben, zijn gelijk (populair: een verzameling wordt bepaald door zijn elementen).
- II. *Elementaire verzamelingen*. Er is een lege verzameling, \emptyset ; bij iedere a en b is er een verzameling $\{a, b\}$ die precies uit a en b bestaat (*ongeordend paar*, idem *singleton* $\{a\}$).
- III. *Separatie*. Bij iedere formule $A(x)$ en

verzameling a is er een verzameling $\{c \in a \mid A(c)\}$ die precies alle elementen c van a bevat die aan $A(x)$ voldoen.

- IV. *Machtsverzameling*. Bij iedere verzameling a is er een verzameling $\mathcal{P}(a)$ die precies alle deelverzamelingen van a bevat.
- V. *Vereniging*. Bij iedere verzameling a is er een verzameling $\bigcup(a)$ die precies alle elementen bevat die in een der verzamelingen uit a zitten.
- VI. *Keuzeaxioma*. Als a een verzameling is van niet lege disjuncte verzamelingen,

dan is er een verzameling k die van iedere verzameling uit a precies één element bevat.

Een prettiger moderne formulering: iedere verzameling van niet-lege verzamelingen u heeft een keuzefunctie f met $f(u) \in u$.

- VII. *Oneindigheid*. Er is tenminste één verzameling die \emptyset bevat, en die bij ieder element a ook de verzameling $\{a\}$ bevat.

Zie hoofdstuk *Zermelo 1908a* in [1], in het bijzonder de inleiding van Ulrich Felgner.



Illustratie: Ryu Tajiri

bewering: “Ten onrechte wordt in de fysica de taak gesteld, alle natuurverschijnselen op de mechanica van de atomen te herleiden.” Dit standpunt leidde in 1895 tot een conflict met Boltzmann over de rol van de kinetische gastheorie in de thermodynamica, beschreven in hoofdstuk 1. Afgezien van de wetenschappelijke merites getuigde de aanval van Zermelo op de gevestigde orde van een grote dosis zelfvertrouwen, door anderen ook wel lichtzinnigheid genoemd.

Tenslotte besloot Zermelo in 1897 in Göttingen zijn studie voort te zetten; hij volgde daar colleges van Hilbert (irrationale getallen), en het seminarium over differentiaalvergelijkingen in de mechanica van Hilbert en Klein. Hij habilliteerde in 1899 op een onderwerp uit de toegepaste wiskunde (wervelingen op een bol), zie hoofdstuk 2.

Assistent van Hilbert

De aanvankelijke belangstelling voor toegepaste wiskunde verschoof vanaf 1900 naar

de achtergrond. Ebbinghaus schetst hoe Hilbert tegen het eind van de negentiende eeuw naar de grondslagen getrokken werd, voornamelijk onder invloed van Cantors verzamelingenleer. De paradoxen (Hilbert was zelf de bedenker van de paradox van alle cardinaalgetallen) zetten hem aan om consistentieproblemen te gaan bestuderen. Op dat punt kwam de aanwezigheid van een slimme, eigenwijze assistent als Zermelo van pas. Zermelo had al eerder over paradoxen nagedacht, en hij vond vóór Russell de paradox van de verzamelingen die zichzelf niet als element bevatten. Ebbinghaus voert Hilbert en Huserl aan als getuigen, hij spreekt zelfs van de Zermelo-Russell paradox; een nobel streven, maar een algemeen geaccepteerde naamgeving veranderen is zo ongeveer het moeilijkste wat men kan bedenken. Zermelo schreef op latere leeftijd aan Scholz dat hij de paradox omstreeks 1900 had ontdekt.

In de standaard presentaties van verzamelingenleer komt het axiomastelsel van

Zermelo (1908), samen met zijn keuze-axioma en welorderingsstelling (1904), min of meer uit de lucht vallen. En in zekere zin is dat ook zo: wie onvoorbereid met de axioma's van Zermelo wordt geconfronteerd, kan volstrekt niet inzien waarom dit stelsel voldoende zou zijn voor ‘de hele wiskunde’. Het mag dus wel verbazend genoemd worden dat een nieuwkomer aan het begin van zijn carrière zo precies scoort.

Ebbinghaus geeft in zijn tweede hoofdstuk een kijkje in de voorgeschiedenis van de genoemde feiten, maar van een langdurige verkenning is nauwelijks sprake. Zermelo gaf in 1900 al een college verzamelingenleer en in de volgende jaren bewees hij enkele stellingen over cardinaal arithmetiek, maar niets wees op de komende uitbarsting van ideeën. In 1904 slaagde Zermelo erin de welorderingsstelling volkomen algemeen te bewijzen, met behulp van een nieuw principe: het keuze-axioma. Voor dit laatste gaf hij de eer aan Erhard Schmidt (de man die volgens



De belangrijkste spelers in het toneelstuk *Verzamelingen* — van links naar rechts, van boven naar beneden: Georg Cantor, David Hilbert, Bertrand Russell, Edmund Husserl, Adolf Fraenkel, Luitzen Brouwer, Thoralf Skolem, Kurt Gödel

André Weil net zo snel kon denken als Hadamard). Hiermee had Zermelo één van Cantor's belangrijkste vermoedens bevestigd, iets dat hem onmiddellijk een grote status gaf.

Het is boeiend om te lezen dat het keuze-axioma al direct krachtig aangevallen werd (onder meer door Borel, Julius König, Bernstein, Schoenflies). Borel sprak in zeker zin voor de Franse pre-intuitionisten; Brouwer noemt in zijn proefschrift het axioma in het voorbijgaan en merkt op dat het continuüm niet welgeordend kan worden — “ook deze kwestie blijkt dus illusoir”. Zermelo nam de oppositie zo serieus op dat hij in 1908 een tweede bewijs gaf, vergezeld van uitvoerig en bijtend commentaar op zijn tegenstanders. Fraenkel sprak zelfs van “een verhandeling die wat sarcasme betreft, zijn gelijke niet vindt in de wiskundige literatuur”. Gaande-



Figuur 1 Zermelo in Zürich, 1913

weg werd het keuze-axioma (AC) echter door de wiskundige gemeenschap aanvaard, hoewel een zekere mate van voorbehoud geconstateerd kon worden bij auteurs die elk gebruik van AC expliciet vermeldden.

In hetzelfde jaar publiceerde Zermelo zijn axiomatisering van de verzamelingenleer. De achtergrond van dit artikel wordt door Ebbinghaus van commentaar voorzien. Het lijkt plausibel dat Zermelo met deze axioma's de paradoxen wilde uitschakelen — een verheven grondslagen project. Er zijn echter aanwijzingen dat Zermelo voorgoed de twijfels over het keuze-axioma wilde uitbannen. Beide artikelen waren geschreven in 1907 toen Zermelo in Zwitserland herstellend was van tuberculose.

Hoogleraar in Zürich

Ondanks zijn grote roep als topwiskundige had Zermelo geen geluk bij het vinden van een leerstoel, zelfs een klinkende aanbeveling van Hilbert voldeed niet om hem aan één van de Duitse universiteiten een aanstelling te verschaffen. Uiteindelijk werd hij full professor in Zürich (1910–1916), een periode die weinig wiskundige wapenfeiten opleverde. Zijn gezondheid liet te wensen over, hij stond alleen voor het wiskunde onderwijs, en zijn contacten waren stroef. Na lang aandringen kreeg hij een assistent, en niet de eerste de beste: Paul Bernays. In die tijd begon Zermelo serieus aan speltheorie te werken, voornamelijk in de context van verzamelingenleer.

Er bestaat een merkwaardige anekdote over de beëindiging van Zermelo's aanstelling in Zürich, overgeleverd door Fraenkel. Kort voor de eerste wereldoorlog was Zermelo in de Beierse Alpen, waar hij in een hotel over-

nachte. In het registratieformulier schreef hij toen achter Nationaliteit: “God zij dank geen Zwitser”. Op zichzelf geen ernstige zonde, ware het niet dat kort daarna het hoofd van het onderwijs in Zürich in hetzelfde hotel verbleef, en Zermelo's registratieformulier zag. Fraenkel concludeerde dat hierna Zermelo de hoop op verlenging wel kon laten varen. Ebbinghaus heeft in Zürich geen documenten kunnen vinden om de anekdote te bevestigen. Het lag meer voor de hand dat Zermelo's zwakke gezondheid en langdurige ziekteverloven een voortzetting van zijn aanstelling onwaarschijnlijk maakte.

Pensioen in Freiburg

Na het Zwitserse intermezzo volgt de Freiburg periode; het laatste hoofdstuk is geheel gewijd aan Zermelo's ervaringen in dit charmante Schwarzwald stadje. Aanvankelijk was de eerste zorg het herstel van zijn gezondheid. Zijn Zwitsers pensioen stelde hem in staat een sober maar tamelijk onbezorgd leven te leiden. Ongeveer in 1924 begon hij contact op te nemen met de plaatselijke wiskundigen. De Freiburgse wiskunde staf bestond uit de hoogleraren Lothar Heffter en Alfred Loewy; er waren goede studenten zoals Reinhold Baer, Wolfgang Krull, Bernhard Neumann en Ernst Witt. Baer was een vermaard algebraïcus, maar hij werd tevens aangetrokken door Zermelo's verzamelingenleer. Gedurende lange tijd was hij Zermelo's voornaamste volgeling en persoonlijke vriend. De financiële situatie van Zermelo verslechterde in 1922 door een verlaging van zijn pensioen — de Zwitserse autoriteiten merkten op dat de (in onze terminologie) arbeidsongeschikte hoogleraar Zermelo in Duitsland een pensioen ontving dat vier maal zo hoog was als het honorarium van een Duitse professor. Overigens werd het pensioen weer opgetrokken (na lang aandringen van Zermelo) toen de Duitse inflatie op hol geslagen was. In 1926 bepleitten Heffter en Loewy een (onbezoldigd) honorair professoraat voor Zermelo — met succes.

De Freiburg periode neemt ongeveer een derde van de biografie in beslag; wanneer we bedenken dat Zermelo zich op zijn vijftigste als gepensioneerd in het Zwarte Woud vestigde, een leeftijd waarop een wiskundige zijn volle geestkracht kan geven aan de verzamelde inzichten en ervaringen, dan zou dit tijd van oogsten moeten zijn. Helaas, het hele hoofdstuk staat vol met conflicten en wetenschappelijke achterhoede gevechten, om maar te zwijgen van zijn politieke lotgevallen.

Wat de grondslagen betreft had hij genoeg te doen; er was van alles gebeurd in de lo-

gica en verzamelingenleer, Skolem had een rigoureuze axiomatisering van de verzamelingenleer in de taal van de eerste-orde logica ondernomen, en hij had zijn stelling over het bestaan van aftelbare modellen bewezen; Von Neumann had zich op de verzamelingenleer geworpen en Skolem en Fraenkel hadden Zermelo's axiomastelsel aangevuld met een ontbrekend axioma (het replacement axioma). Bovendien had Fraenkel, om zo te zeggen, de markt voor verzamelingenleer gepopulariseerd, om niet te zeggen gemonopoliseerd, met zijn *Einleitung in die Mengenlehre*, 1919. De verzamelingenleer was bezig zijn schepper in te halen, en de schepper was niet blij met wat hij zag. Ebbinghaus heeft in dit hoofdstuk de teugels strak gehouden. Hij had de zware opgave de draad van de vele onderwerpen, plannen, conflicten tot hun essentie terug te brengen. Om te beginnen was daar de ontwikkeling van de filosofie in Freiburg. Toen Zermelo aankwam was Husserl nog in functie, maar hij verloor al snel zijn interesse in de fenomenologie, en dat werd er niet beter op toen de invloed van Heidegger groeide; "Er is hier niemand met wie ik over logica kan praten. Professor Becker is evenmin geïnteresseerd: de 'intuitionisten' verachten logica! En nog erger wanneer Heidegger zal komen: [...] zo'n filosofie van 'leven' en 'dood' heeft niets met logica en wiskunde gemeen."

Freiburg bracht onder meer een terugkeer tot de toegepaste wiskunde, in het bijzonder de variatierekening. Zermelo onderzocht het *navigatieprobleem*, geïnspireerd door de wereldreis van de Graf Zeppelin. En in de speltheorie ontwierp hij een methode voor de berekening van toernooiresultaten (later herontdekt door Bradley en Terry). Tenslotte publiceerde hij een artikel over het spijten van gecentreerde ovals, met als ondertitel "Hoe

breekt men een suikerklont?", als bijdrage aan een Festschrift voor de vijftigste verjaardag van Von Mises.

Zermelo versus Skolem en Gödel

Het zwaartepunt van Zermelo's onderzoek lag echter bij de grondslagen van de wiskunde. Twee zaken hadden volgens Zermelo de voorrang: logica en verzamelingenleer. In beide gevallen nam hij een afwijkende positie in, dat wil zeggen, in zijn 'afwezigheid' was de logica voortgegaan op het pad van de eerste-orde logica, met alle gevolgen van dien. De verzamelingenleer was eveneens gemonopoliseerd door de eerste-orde logica, en daar werd men geconfronteerd met wat in de wandeling *Skolems paradox* heette. De eerste-orde logica kent behalve eigenschappen, relaties en functies, alleen elementen. In het bijzonder kan alleen over elementen gekwantificeerd worden ('alle x ' slaat alleen op elementen). Voor deze logica geldt een enigszins verbazende stelling van Löwenheim en Skolem: als een theorie consistent is heeft zij (onder geschikte voorwaarden) een aftelbaar model. Nu past Zermelo's axiomatisering van de verzamelingenleer binnen de eerste-orde logica: de theorie spreekt alleen over verzamelingen en er zijn geen andere dingen. Een verzameling is een object dat door de relatie \in met andere verzamelingen te maken kan hebben. ergo: als **ZF** consistent is, heeft zij een aftelbaar model. Dat laatste levert 'Skolems paradox': volgens Cantor is de machtsverzameling (de verzameling van alle deelverzamelingen) van de natuurlijke getallen overaftelbaar en volgens Skolem is er een model waarin ze aftelbaar is.

Zermelo wees de relativiteit van begrippen als 'aftelbaar' met kracht van de hand. In zijn opvatting van verzamelingenleer moest recht gedaan worden aan de 'intuïtieve' betekenis van de grondbegrippen (inclusief 'machtsverzameling'). Hij zag twee mogelijkheden: de verruiming van de logische taal met oneindige formules (de infinitaire logica) en de tweede-orde logica: een logica die kwantificatie over elementen *en* verzamelingen toelaat. Beide logica's vermijden de Skolem-Löwenheim stelling, en dus de Skolem paradox.

Ebbinghaus geeft in hoofdstuk 4 een voortreffelijke uiteenzetting over Zermelo's werk, waarbij hij opmerkt dat, gezien Zermelo's mening, geen enkele finitaire taal volstaat voor de verzamelingenleer (laat staan voor de hele wiskunde). Aangezien de tweede-orde logica een finitaire syntax en bewijsstructuur heeft, komt dus in feite alleen de infinitaire taal in aanmerking.

In 1930 publiceerde Zermelo zijn nieuwe fundering van de verzamelingenleer, gebaseerd op een infinitaire taal, en leunend op zijn cumulatieve hiërarchie die volgde op die van Von Neumann. De laatste was geformuleerd in een taal van functies, terwijl Zermelo een modernere formulering met verzamelingen verkoos. De cumulatieve domeinen V_α die als model voor de verzamelingenleer dienden, bezaten een ordinaalgetal α dat door Zermelo een *Grenzzahl* genoemd werd, en waarvan hij aantoonde dat het sterk onbereikbaar is. Het artikel trok nauwelijks aandacht, de markt was — bij wijze van spreken — al geheel in beslag genomen door het jonge genie, Kurt Gödel. Ebbinghaus ruimt een speciale paragraaf in voor de Zermelo-Gödel discussie, zoals die had moeten plaatsvinden op het congres in Bad Elster in 1931. Gödel had in 1930 op de Königsberg conferentie zijn onvolledigheidsstelling bijna terloops ter sprake gebracht, en hoewel slechts enkele van de toehoorders, onder wie in ieder geval Von Neumann, de portee zagen, ging er toch een schok door de wiskunde wereld. Baer bracht Zermelo op de hoogte; die zag twee mogelijke reacties: ofwel capitulatie voor de 'klassieke logica' en amputatie van de wiskunde, ofwel "verklaar, zoals u doet, de klassieke logica voor onvoldoende". Het spreekt bijna vanzelf dat Zermelo de tweede optie koos, en in de aanval ging. Hij bereidde zich grondig voor op een discussie op het congres in Bad Elster in September, een discussie die niet tot stand kwam. In een daarop volgende briefwisseling (zie Gödels *Collected Works*, deel 5) legde Gödel helder uit waar Zermelo hem verkeerd begrepen had. Zoals Ebbinghaus terecht opmerkt hadden Gödel en Zermelo ook de overeenkomst van hun benadering kunnen onderstrepen: Gödel liet zien dat de klassieke finitaire logica niet voldeed om de volledige rijkdom van de wiskunde te vangen, terwijl Zermelo hetzelfde betoogde door de onderliggende filosofie van de infinitaire logica te benadrukken. Het was Zermelo niet gelukt om tegen de stroom van de heersende logica op te roeien. De logische gemeenschap was geheel aan de zijde van Gödel — en niet ten onrechte. Hetgeen niet wegneemt dat Zermelo's poging om de wiskunde een passende logica te verschaffen wel wat meer aandacht verdiend had. Zermelo was in deze aangelegenheid te emotioneel om zijn positie te verdedigen, hij had al voor het Bad Elster congres een nerveuze inzinking gehad.

De erkenning die als balsem voor een gepijnigde ziel kon dienen kreeg Zermelo in Polen; de logici in Warschau nodigden hem uit



Figuur 2 Zermelo in Freiburg, 1934

om in 1929 een reeks voordrachten te geven. De nagelaten papieren laten zien dat hij een vrij omvattende expositie van zijn nieuwe grondslagen ideeën en resultaten gaf. Door een misverstand kwam zijn Poolse reis hem op een scherp standje van Heffter te staan – de decaan Loewy had vergeten de vervanging voor Zermelo's college differentiaal meetkunde te regelen, en Zermelo kreeg de rekening gepresenteerd.

Derde Rijk en levenseinde

Alsof Zermelo niet genoeg problemen had, kwam hij vervolgens in botsing met de volgingen van het Derde Rijk. Bij de officiële viering van de aansluiting van het Saarland (1935) werd door een assistent van Doetsch, SS-Oberscharführer Schlotter, opgemerkt dat Zermelo bij het zingen van het Horst Wessel-lied niet naar behoren de Hitlergroet bracht. Voorts had Zermelo volgens Schlotter herhaaldelijk de Führer en de instellingen van het Derde Rijk beledigd. Die aanklacht eindigde met het verzoek aan de docenten corps van de universiteit Freiburg om na te gaan of "Professor Zermelo (nog) waardig is om honorair professor aan de Universiteit van Freiburg te zijn, en of het hem toegestaan zou worden de reputatie van het Duitse docentencorps ergens anders gedurende het volgende semester of het daaropvolgende nog verdere schade toe te brengen." De studentenvereniging drong in gelijkkluidende termen eveneens aan op maatregelen tegen de dissidente geleerde, die "alleen nog in Freiburg kan bestaan omdat hij tot dusver getolereerd was als zijnde onschadelijk, en die alleen in wetenschappelijke zaken serieus genomen wordt." Ook zijn collega Doetsch signaleerde de ernstige tekortkomingen van Zermelo, die hem de Hitlergroet weigerde te brengen, "zelfs een luid 'Heil Hitler, Herr Zermelo' uitsluitend tot hem gericht als hij de gebruikelijke begroeting weer had genegeerd, werd door hem slechts door een onderdrukt 'Heil' beantwoord." De denunciaties leidden tot een onderzoek.

Een dag na zijn verhoor legde Zermelo in een brief aan de rector zijn ereprofessoraat neer. Op vierenzestigjarige leeftijd was hij plotseling ambteloos burger, verstoken van zijn zo nodige universitaire contacten. Waar een geestrijk man als Zermelo ongetwijfeld na zijn emeritaat nog veel had kunnen ondernemen, volgde nu een periode van isolatie, financiële zorgen en huisvestingsproblemen. Hij onderhield contact met zijn vroegere leerling Arnold Scholz, overwoog de publicatie van een boek over verzamelingenleer, bedacht argumenten tegen het 'Skolemisme',

adviseerde Heinrich Scholz over de publicatie van Frege's verzamelde werken, maar niets wierp eigenlijk vrucht af. Het was een leven in limbo, dat ondanks alle tegenslagen één lichtpunt bevatte: in 1944 trad Zermelo in het huwelijk met Gertrud Seekamp, een charmante en vastberaden dame die een gelukkig tegenwicht was voor Zermelo's zwaarmoedigheid en in zichzelfgekeerdheid.

Na de oorlog verzocht Zermelo de rector van de Universteit van Freiburg om herstel van zijn positie als honorair professor; na een aantal formaliteiten (ook de Franse bezettingsautoriteiten moesten instemmen) werd hij in maart 1947, nog juist voor zijn vijfenzeventigste verjaardag, in functie hersteld. In 1953 overleed hij en werd begraven in het kerkhof van het klooster in Günterstal.

Tot slot

De biograaf verdient dank en bewondering van de wiskundige wereld voor het corrigeren van ons beeld van een man die van 1904 tot 1908 als een meteor door het wiskundig firmament schoot.

Zermelo was in elk opzicht een volstrekt autonoom geleerde en mens; hij was zich terdege bewust van de invloed van zijn tijdgenoten en voorgangers, maar hij bepaalde zijn eigen positie in het speelveld van de twintigste eeuwse grondslagen discussies. Het intuïtionisme, bijvoorbeeld, was volgens hem niet serieus te nemen – "het ideaal van het intuïtionisme, het weggooien van het oneindige uit de wiskunde". In zijn rapport aan de *Notgemeinschaft der Deutsche Wissenschaft* (1930) geeft Zermelo aan dat "de vraag naar de 'grondslagen' weer op gang was gekomen door het ietwat luidruchtige optreden van de intuïtionisten, die in temperamentvolle tijdschriften een 'grondslagen-crisis' in de wiskunde verkondigden, en zo ongeveer de hele moderne wetenschap de oorlog verklaarden – zonder er zelf iets beters voor in de plaats te kunnen stellen." Zijn afkeer richtte zich overigens voornamelijk tegen Weyl; in een (ongepubliceerd pamflet met een handleiding 'hoe word ik een bovenbaas' raadde hij aan om "een charlatan [...] als Weyl, obstinaat als Hilbert, gek als Brouwer..." te zijn. Hierbij moet opgemerkt worden dat Zermelo met Brouwer het onvermogen tot het sluiten van compromissen deelde.

Het formalisme kwam er niet veel beter af: Zermelo's waardering voor Hilbert weerhield hem er niet van om de doctrine van het formalisme te verwerpen. Logica en verzamelingenleer waren de basis van de hele wiskunde, waarbij aangetekend dient te worden dat

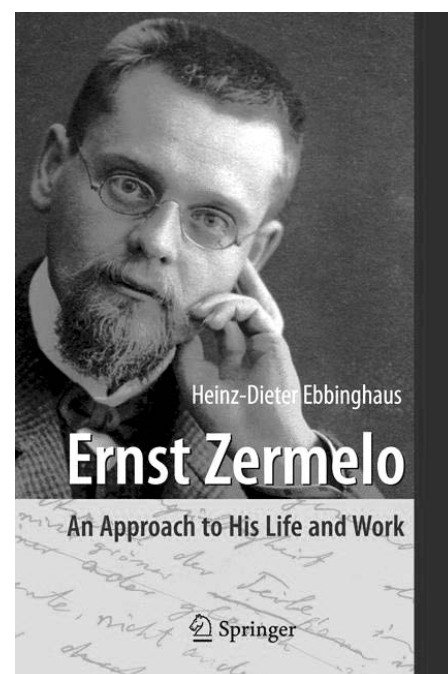
Zermelo de logica ruimer nam dan zijn tijdgenoten.

De biografie is niet alleen een schatkamer van persoonlijke details en van een consciëntieuze historische inbedding, maar ook een diepgaande analyse van de opvattingen en conflicten die nooit de tijdschriften haalden. Zijn meningsverschil met Gödel en vooral de strijd tegen Skolems opvattingen, het modeltheoretische relativisme, zijn grondig geanalyseerd en van achtergrond-informatie voorzien. Voor iedere logicus is deze stof verhelderend, juist omdat door de technische perfectionering van de mathematische logica, men gemakkelijk de filosofische motiveringen en problemen zou kunnen vergeten.

Samenvattend: de Zermelo biografie is een aanrader, omdat onverwachte gezichtspunten worden belicht, en omdat recht wordt gedaan aan een tragische held, die als eenling buiten de bestaande netwerken viel, en die het ongeluk had het Derde Rijk op zijn pad te vinden. Ebbinghaus heeft overigens ook het eerste deel van Zermelo's verzameld werk [1] gepubliceerd; bij een grondiger bestudering van de biografie is het aan te raden om dit deel bij de hand te hebben. ←

Referenties

- 1 *Ernst Zermelo*, Collected Works, Volume 1, Set Theory, Miscellanea (Eds. H-D. Ebbinghaus, A. Kanamori). Springer, Heidelberg, 2010.



Heinz-Dieter Ebbinghaus, *Ernst Zermelo – An Approach to His Life and Work*, Springer, Berlijn, 2007, xiv+356 p., hardcover, ISBN-10: 3540495517, ISBN-13: 9783540495512, € 58