

Wiskunde en God

Een bijzondere relatie

De Academische Boekengids 65, november 2007, pp. 3-4.

Als God de wereld op wiskundige basis heeft geschapen, kan de wereld met wiskunde ook worden begrepen. Zonder goddelijke schepper blijft de 'onredelijke' effectiviteit van de wiskunde een intrigerend feit.

In *Equations From God. Pure Mathematics and Victorian Faith* beschrijft historicus Daniel Cohen een spectaculaire ontdekking. Op 23 september 1846 tuurde de Duitse astronoom Johann Gottfried Galle met zijn telescoop naar de nachtelijke hemel en vond hij wat hij zocht. Als eerste mens op aarde zag hij de planeet Neptunus, en wel precies waar hij die verwachtte te zien. Het was een bijzonder moment.

Zo'n anderhalve eeuw eerder had Isaac Newton zijn *Principia* geschreven, waarin hij een algemene theorie gaf over de wijze waarop massa's zich in de ruimte bewegen. Deze theorie, gebaseerd op de beroemde wet $F=m \cdot a$ en de gravitatiewet, impliceerde dat de baan van een planeet om de zon ellipsvormig is als men afziet van het effect van de aantrekkingskracht van andere planeten. Omdat er andere planeten zijn, vertoont de baan van elke planeet in werkelijkheid kleine afwijkingen van de zuivere ellipsvorm.

Nauwkeurige waarnemingen hadden geleerd dat de baan van de planeet Uranus echter afwijkingen vertoonde die onvoldoende verklaard konden worden uit de aanwezigheid van de overige planeten. Onafhankelijk van elkaar berekenden de Engelsman John Couch Adams en de Fransman Urbain Le Verrier dat die afwijkingen verklaard konden worden door de aannahme van het bestaan van een tot dan toe onbekende planeet. Op basis van Newtons theorie berekenden zij ook de massa en de baan van die mysterieuze planeet. Galles waarneming van 23 september 1846 bevestigde hun gelijk. Neptunus was het eerste hemellichaam dat werd waargenomen nadat eerst met een wiskundig bewijs het bestaan ervan was voorspeld.

'MET HUN GEESTESOOG ZIEN WISKUNDIGEN DE WAARHEID, NIET GEHINDERD DOOR EEN BEWOLKTE HEMEL OF HET ONTBREKEN VAN EEN TELESCOOP.'

De reacties waren opmerkelijk. Vooral in de Angelsaksische wereld werd de ontdekking gezien als een bewijs dat wiskundigen méér dan gewone stervelingen in contact staan met het wezen van de werkelijkheid. Velen uitten zich in lyrische bewoordingen. Met hun geestesoog zien wiskundigen de waarheid, niet gehinderd door een bewolkte hemel of het ontbreken van een telescoop. Door niets belemmerd dringen zij met hun geest door in de verste uithoeken van de kosmos. Voor de beroemde wiskundige William Rowan Hamilton was de voorspelling van het bestaan van Neptunus alleen maar te vergelijken met de goddelijke blik van de maagd Minerva die na bevrijd te zijn uit de schedel van Zeus haar heldere ogen ter hemel richtte. De euforie was groot.

De bijzondere relatie tussen wiskunde en God en diens schepping heeft een lange geschiedenis. Nobelprijswinnaar Eugene Wigner schreef ooit een beroemd artikel over de 'onredelijke effectiviteit' van de wiskunde. Eeuwenlang heeft men echter niets onredelijks gezien in het feit dat de wiskunde zeer bruikbaar is bij het begrijpen van de werkelijkheid, integendeel.

In het werk van Plato vinden we een thema, dat teruggaat op Pythagoras, waarop inmiddels bijna 2500 jaar is gevarieerd. Het idee is dat wiskundige kennis eeuwig en onveranderlijk is, en daarom goddelijk. Dat heeft twee aspecten bij Plato. Enerzijds vormt wiskundige kennis een weg naar inzicht in het Goede, zeg maar een weg naar God. De toekomstige leiders van de ideale staat, zoals door Plato beschreven in de *Republiek*, moeten dan ook jarenlang wiskunde studeren. Anderzijds heeft God ook de wereld op basis van wiskundige principes geschapen. Plato beschrijft dit in de *Timaeus*. Deze platonische gedachten duiken in de loop van de geschiedenis telkens weer op. Als God de wereld op wiskundige basis heeft geschapen, is er niets onredelijks aan het feit dat met wiskunde de wereld kan worden begrepen.

Ook voorafgaand aan en tijdens de wetenschappelijke revolutie speelden deze ideeën een belangrijke rol. De gedachte dat God de wereld op wiskundige basis heeft geschapen, was het uitgangspunt van Kepler. Aan de stelling van Galilei dat het boek der natuur is geschreven in de taal der wiskunde, ligt eenzelfde idee ten grondslag. De mechanica van Newton vormde een hoogtepunt in die ontwikkeling. In *Newton. A Very Short Introduction*, een boek van toch nog 141 bladzijden, laat Rob Liffie op bijzonder aardige wijze zien dat Newton met dezelfde hartstocht en intelligentie als waarmee hij wiskunde en mechanica bedreef aan alchemie en theologie deed. In zijn theologie was hij unitariër - hij verwierp de drie-eenheid - en legde hij intrigerende verbanden tussen het bijbelboek *Openbaringen* en de feitelijke loop van de geschiedenis.

Newton, op zijn sterfbed nog maagd, zette zijn totale libido om in sublieme wetenschap. God speelde

daarbij voor hem een centrale rol. Zijn theologie en alchemie hebben de tand des tijds niet doorstaan. Heel anders is het met zijn wiskundig werk. Zijn calculus, op zich al genoeg om hem eeuwige roem te verschaffen, is gelijkwaardig aan de differentiaal- en integraalrekening van Leibniz.

Bovendien is er, zoals gezegd, zijn mechanica. Vóór Newton formuleerde Kepler de beroemde wetten die aangeven op welke wijze de planeten hun elliptische banen beschrijven en leidde Galilei af dat een afgeschoten kogel een parabolische baan beschrijft. Het mooie van het werk van Newton is nu dat de resultaten van Kepler en Galilei bijzondere gevallen blijken te zijn van één algemene theorie. Tot aan Einsteins twintigste-eeuwse relativiteitstheorie had, afgezien van allerlei technische verbeteringen, Newtons theorie het laatste woord. En ook nu nog worden zij op grote schaal gebruikt, tenzij de snelheden extreem hoog zijn. Zelfs de NASA gaat bij al zijn berekeningen vrijwel altijd gewoon uit van Newtons mechanica.

Zelden heeft een natuurwetenschapper zoveel invloed gehad als Newton. Liffes boekje is een aardige, geheel verantwoorde introductie tot de man en zijn werk. We wisten al dat het een wonderlijke man was; hij blijkt echter nog vreemder dan we dachten.

'NEWTON, OP ZIJN STERFBED NOG MAAGD, ZETTE ZIJN TOTALE LIBIDO OM IN
SUBLIEME WETENSCHAP.'

Equations From God van Cohen leest als een trein. Het begint met de waarneming van Neptunus door Galle in Berlijn. De reacties op die waarneming waren echter geen geïsoleerd incident. In het begin van de negentiende eeuw verenigde zich in de Angelsaksische wereld een oude Engelse platonische traditie, teruggaand op zestiende- en zeventiende-eeuwse filosofen als John Dee, John Norris, Henry More en Ralph Cudworth, met het religieuze idealisme van romantische denkers als Samuel T. Coleridge en William Wordsworth. Dichters en wiskundigen, over één ding waren ze het allemaal eens: de waarheid is goddelijk en bestaat in de vorm van goddelijke symbolen en wetten.

Cohen behandelt de rol die deze ideeën hebben gespeeld in het denken van Benjamin Peirce (1809-1880) in Harvard en in dat van George Boole (1815-1864) en Augustus de Morgan (1806-1871). Peirce wordt in Amerika wel de vader van de zuivere wiskunde genoemd. Boole en De Morgan hebben in het Verenigd Koninkrijk belangrijk werk op het gebied van de logica geleverd. Historici van de wiskunde weten dit. Veel minder bekend is de platonische achtergrond waaruit het allemaal voortkwam.

Peirce had nauwe banden met unitariërs. Een groot deel van hen was van mening dat de mens met wiskunde in staat is tot grote dingen. God heeft de mens echter ook met zuivere wiskunde begiftigd opdat hij zich zou kunnen losmaken uit de onwetendheid en zou kunnen opstijgen tot contact met God. De verhalen van Boole en De Morgan zijn anders dan dat van Peirce, maar de overeenkomsten zijn frappant. Op zeventienjarige leeftijd had de jonge Boole een mystieke ervaring. Plotseling zag hij in dat als je het getal 1 gebruikt om het hele gedachtenuniversum aan te duiden, en je gebruikt variabelen om deelverzamelingen van dat universum aan te geven, je in principe een op de manipulatie van symbolen gebaseerde universele logica kunt ontwikkelen die de logica van Aristoteles voor altijd overbodig zou maken. Die logica zou een oecumenische vorm van religiositeit mogelijk moeten maken. Werkend in een tijd van ernstige conflicten tussen protestanten en katholieken - Boole leefde vanaf het midden van de negentiende eeuw in Ierland - zag hij een grote behoefte aan een alle denominaties overstijgende religie.

Booles logica is een interessante stap in de richting van de moderne logica geweest. Voor Boole was het echter veel meer. In *The Laws of Thought* (1854) gaat hij dan ook verder dan een behandeling van zijn nieuwe formele logica. Aardig is dat hij een formele weerlegging geeft van de opvatting van Spinoza dat God, die per definitie oneindig is, overal in de ruimte aanwezig is. Vóór Boole ontkende Spinoza het transcendent karakter van God met deze opvatting.

Het wiskundig werk van De Morgan verschilt van dat van Boole, maar in hun religiositeit waren er grote overeenkomsten. Bij de oprichting van de London Mathematical Society (LMS) ontwierp De Morgan een veelzeggend symbool: een meetkundige figuur met daarop de getallen 1865, 5625, 1281, die corresponderen met de drie manieren waarop christenen, joden en moslims het jaar van de oprichting van de LMS aangeven. De Morgan was van mening dat wiskundigen problemen vreedzaam kunnen bespreken, terwijl religieuze sekten permanent met elkaar overhoop liggen. De Morgans logisch werk werd dan ook gemotiveerd vanuit de gedachte dat door zijn nieuwe formele logische systeem redelijke discussie in de plaats van hoogoplaaiende emoties zou kunnen komen.

Peirce, Boole en De Morgan zijn representatief voor de Angelsaksische wereld in de eerste helft van de negentiende eeuw. Het is opmerkelijk dat zich in de tweede helft van die eeuw een verandering voordoet. De generatie die hen opvolgde, ontdeed langzamerhand de wiskunde van haar transcendent dimensie. Cohen betoogt dat daarvoor verscheidene redenen waren. De jongere generatie had een imagoprobleem. In de publieke opinie werden wiskundigen vaak als een soort veredelde puzzelaars gezien. Bovendien waren wiskundigen meer en meer genoodzaakt zich nadrukkelijk te gaan onderscheiden van de niet geringe aantallen amateurs die zich ook met wiskunde bezighielden. Zo was er de welgestelde zakenman Briton James Smith die tot aan zijn dood de wiskundige wereld uitdaagde om aan te tonen dat het getal n niet gelijk is aan drie en een achtste. Hij was er namelijk van overtuigd dat dat wel zo was. Soortgelijke figuren liepen ook in de Verenigde Staten rond. Verbazingwekkend genoeg werden ze niet genegeerd

maar ging de wiskundige wereld er vaak serieus op in.

Op het Europese vasteland was al een eeuw eerder een einde gekomen aan de periode van amateurwetenschap. In het Verenigd Koninkrijk duurde het wat langer, maar ook daar was de professionalisering onvermijdelijk. Tevens lieten velen overbodige ideeën over de transcendentie betekenis van de wiskunde varen. Illustratief is Bertrand Russell, auteur van belangrijk logisch en wiskundig werk. Hoewel hij als jongeman nog sympathie koesterde voor de gedachten van de idealist F.H. Bradley en mystieke aspecten in de filosofie, scheidde hij aan het einde van de jaren negentig van de negentiende eeuw religie en wetenschap compleet van elkaar. Het Verenigd Koninkrijk ging dan ook met een grotendeels geseclariseerde wiskunde de twintigste eeuw in.

'DICTERS EN WISKUNDIGEN, OVER ÉÉN DING WAREN ZE HET ALLEMAAL EENS: DE WAARHEID IS GODDELIJK EN BESTAAT IN DE VORM VAN GODDELIJKE SYMBOLEN EN WETTEN.'

Na de wetenschappelijke revolutie gebeurde er iets interessants. Het idee dat God de wereld op wiskundige wijze heeft geschapen, was extreem vruchtbaar geweest. Toch verklaarde de Franse wiskundige Pierre-Simon Laplace aan het einde van de achttiende eeuw - volgens het verhaal naar aanleiding van een vraag van Napoleon - dat de wetenschap geen behoefte had aan de hypothese van het bestaan van God. De verlichtingsfilosofen geloofden over het algemeen heilig in de centrale rol van de wiskunde in de wetenschap, maar velen zagen voor God in de wetenschap geen plaats meer. Laplace en consorten hadden gelijk; de introductie van God in een wetenschappelijke discussie leidt meestal tot ellende. Je zou het de ironie van de geschiedenis kunnen noemen. De hypothese van een wiskundige schepper had zoveel vruchten afgeworpen dat ze opgedoekt kon worden.

Maar het platonisme, waarin wiskunde en God worden gekoppeld, geeft zich niet gemakkelijk gewonnen. Het boek van Cohen zou de indruk kunnen wekken dat de wiskunde en het transcendentie inmiddels definitief afscheid van elkaar hebben genomen. Dat is waar in de zin dat God niet in een wiskundig betoog kan voorkomen. Als het echter gaat om datgene wat wiskundigen over hun vak denken, is het niet waar. Hoewel de filosofen van de wiskunde grote moeite hebben met het platonisme, gelooft een aantal wiskundigen dat het absolute karakter van veel wiskundige kennis impliceert dat zij een los van de menselijke geest bestaand aspect van de werkelijkheid bestuderen.

Yurii Manin, een Rus, Alain Connes, een Fransman, en Roger Penrose, een Engelsman, om maar drie bekende levende wiskundigen te noemen, zijn verklaarde platonisten. Ook de link met God wordt nog gelegd. Kurt Gödel, een van de beroemdste wiskundigen uit de twintigste eeuw, zei ooit: 'Men moet alle zintuigen afsluiten. Men moet actief met de geest zoeken. De geest kan direct oneindige verzamelingen waarnemen. Het ultieme doel van zulke gedachten en van alle filosofie is het vinden van contact met het Absolute. Toen Plato God had gezien, eindigde zijn filosofie.' Met andere woorden: als je oneindige verzamelingen bestudeert, ben je dicht bij God, althans volgens Gödel.

Op 2 september 2007, op het moment dat deze tekst wordt geschreven, verscheen op de website van ABC een kritisch commentaar van John Allen Paulos, wiskundige en tamelijk bekend auteur van populariserend werk. Daarin citeert hij uit de website van een school in Texas: 'Studenten zullen Gods aard onderzoeken naarmate zij een beter begrip krijgen van de wiskunde.' Paulos betoogt dat wiskunde niets met God te maken heeft, het is gewoon mensenwerk. Met Google was de site snel gevonden en het klopte: elk onderdeel van de wiskunde blijkt op deze school weer nieuwe aspecten van God te onthullen. Het is alleen zo dat dat ook voor andere vakken geldt; alles wat ze op die school doen, wordt in goddelijk perspectief gezien. Paulos moet eigenlijk in de toekomst iets langer een website bekijken. In Texas hebben ze gewoon gelijk: als God bestaat en alles heeft geschapen, dan manifesteert hij zich ook in alles. Gödel had er misschien oneindige verzamelingen bij nodig, maar anderen komen op de hei of in de kerk tot mystieke momenten. Voor de heidenen onder ons resteert dan alleen nog de vraag: hoe onredelijk is nou eigenlijk die perfecte toepasbaarheid van de wiskunde?

Teun Koetsier is universitair hoofddocent geschiedenis van de wiskunde aan de Vrije Universiteit. Samen met Luc Bergmans redigeerde hij *Mathematics and the Divine. A Historical Study* (Elsevier Science Publishers, 2005).

Besproken boeken:

Equations From God. Pure Mathematics and Victorian Faith
door **Daniel J. Cohen**
The Johns Hopkins University Press. Baltimore 2007.
256 pag., € 55,95

Newton. A Very Short Introduction
door **Rob Liffé**
Oxford University Press. Oxford 2007.
141 pag., € 13,80