

# P

RATEN

(of schrijven) over wiskunde is een leuke en dankbare bezigheid. Hoewel weinig mensen warme herinneringen bewaren aan hun wiskundelessen op school, zijn velen, eenmaal van school af, toch wel geïnteresseerd in deze fascinerende wereld, die alleen maar bestaat in je hoofd. En er is heel veel mooie en interessante wiskunde waarover de meeste mensen normaal gesproken nooit iets horen.

Sinds het begin van mijn studie heb ik mensen op feestjes en in de trein bestookt met enthousiaste verhalen over alle leuke dingen die ik nu weer geleerd had. De laatste jaren moest ik echter tot mijn spijt constateren dat vruchtbare vragen als 'Wat is er in hemelsnaam leuk aan wiskunde?', 'Waar is wiskunde goed voor?' en 'Hoe kun je in wiskunde nog iets nieuws ontdekken?' meer en meer plaats begonnen te maken voor de veel moeilijker te beantwoorden vraag 'Waar gaat je proefschrift eigenlijk over?'. Weinig wiskundigen houden van de vraag naar hun eigen onderzoek.

In *Finding Moonshine* beschrijft Marcus du Sautoy hoe hij op een vlucht van dertien uur naar Japan tot zijn schrik bemerkt dat een van zijn medepassagiers een gesprek met hem wil aanknopen. Als wegduiken in zijn schrijfblok niet werkt en zelfs de mededeling dat hij wiskundige is zijn geïnteresseerde buurman niet afschrikt, geeft hij hem uiteindelijk een raadseltje op in de hoop dat dit zijn reisgenoot een paar uur zoet zal houden: vind het volgende getal in het rijtje 13, 1113, 3113, 132113, 1113122113, ...

## De schoonheid van de symmetrie

### *Over de fascinatie van wiskundigen voor hun eigen vakgebied*

Wiskundig onderzoek is soms zo abstract dat de onderzoekers zelf vaak niet kunnen uitleggen wat ze precies onderzoeken. En dat doen ze dus ook liever niet. Hun fascinatie voor de wiskunde delen ze echter maar al te graag.

door Vincent van der Noort

De reden dat wiskundigen niet graag over hun eigen onderzoek praten is niet (als het goed is) dat ze dat niet interessant vinden. Het probleem zit erin dat wiskunde al zo oud is. Pythagoras is al zo'n 2500 jaar dood, maar zijn beroemde stelling is nog steeds waar. Wie nu over wiskunde nadenkt, heeft concurrentie van vele tientallen generaties dode wiskundigen die hetzelfde probleem al eens eerder, en misschien zelfs eleganter, kunnen hebben opgelost. Het gevolg is dat moderne wiskundigen zich doorgaans niet bezighouden met tastbare zaken als rechthoekige driehoeken en rijtjes enen, tweeën en drieën, maar hun toevlucht nemen tot onderwerpen die zo abstract zijn en zo zeer voortbouwen op oudere wiskunde dat ze niet eerder heel intensief bestudeerd kunnen zijn.

---

**'Recente wiskundige hoogtepunten kunnen een kapstok zijn voor een reis door de geschiedenis van het vakgebied.'**

Het nadeel hiervan is dat deze wiskunde moeilijk is uit te leggen aan buitenstaanders en soms zelfs aan vakgenoten. De meeste wiskunde die je in de onderbouw van de middelbare school leert, was al bij de oude Grieken bekend. In de bovenbouw komen daar wat mooie zeventiende-eeuwse ideeën zoals kans-

rekening en differentiëren bij. In de eerste jaren van de studie wiskunde dring je wat verder door in de achttiende- en negentiende-eeuwse wiskunde, maar sommige van de mooiste ideeën uit de negentiende eeuw zijn pas in de masterfase te begrijpen, als je al heel wat oudere wiskunde gezien hebt.

Voor schrijvers van populaire boeken over wiskunde is het opeengestapelde karakter van de wiskunde zowel een vloek als een zegen. Een vloek omdat, zoals gezegd, moderne ontwikkelingen in de wiskunde vaak behoorlijk ontoegankelijk zijn. Maar ook een zegen, omdat recente wiskundige hoogtepunten een kapstok kunnen zijn voor een reis door de geschiedenis van het vakgebied. (En aan een geïnteresseerde lezer die tevreden is met het

gevoel te begrijpen waar het over gaat, zijn veel zaken makkelijker uit te leggen dan aan een student die vervolgens een tentamen over alle technische details van het onderwerp moet maken.)

Een beroemd voorbeeld is het boek *Fermat's Last Theorem* van Simon Singh. Begin jaren negentig van de vorige eeuw

FINDING MOONSHINE.

A MATHEMATICIAN'S JOURNEY THROUGH SYMMETRY

door Marcus du Sautoy.

HarperCollins Publishers. New York 2008. 400 pag. € 14,50

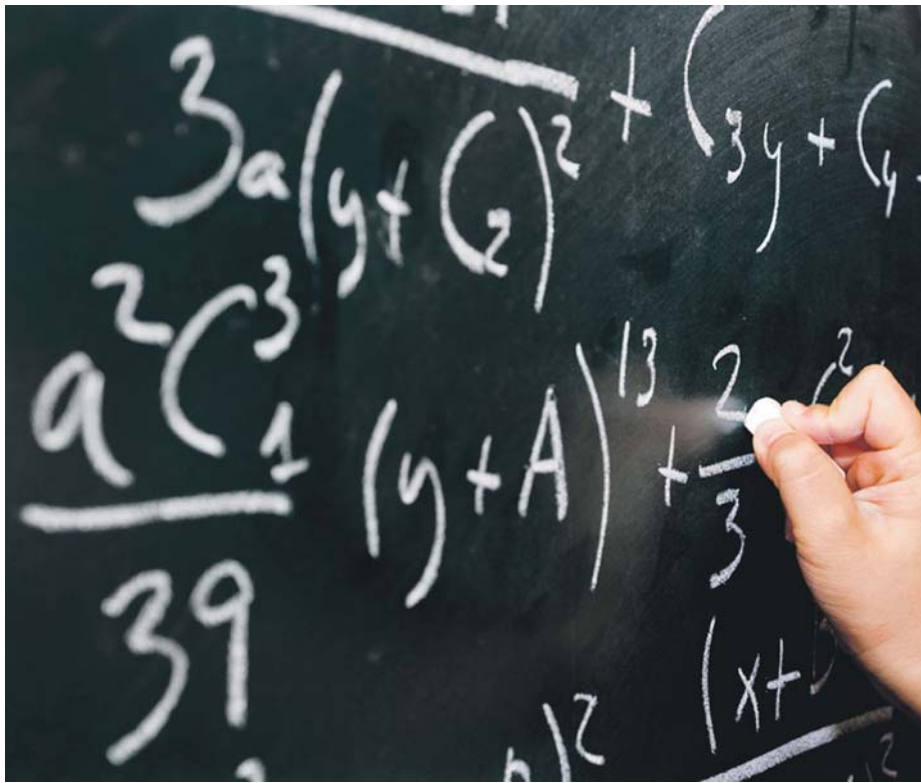
In het Nederlands verschenen als:

HET SYMMETRIEMONSTER. EEN WISKUNDIGE OP ZOEK NAAR HET GEHEIM VAN EEN VAN DE BELANGRIJKSTE NATUURVERSCHIJNSELEN

Uitgeverij Nieuwezijds. Amsterdam 2009. 360 pag. € 24,95

---

lostte de Britse wiskundige Andrew Wiles een wiskundig probleem op dat 358 jaar eerder geponeerd was door de Franse wiskundige Pierre de Fermat (1601-1665). De groten der aarde hadden er sindsdien hun tanden op stukgebeten. Wiles was erin geslaagd de oplossing te vinden nadat hij zichzelf zeven jaar lang dag in dag uit had opgesloten in zijn werkkamer en aan dit beroemde probleem had gewerkt zonder verder iemand te vertellen waar hij mee bezig was. Dit is op zich natuurlijk al een aansprekend gegeven, dat door Singh wordt ingebed in een meeslepend verhaal over de geschiedenis van het probleem en de kleurrijke stoet van mensen die er met meer of minder succes over nagedacht hebben.



'Wat is er in hemelsnaam leuk aan wiskunde?'

Ook het boek waarmee Du Sautoy doorbrak, *The Music of the Primes*, is van deze vorm. Het beschrijft de geschiedenis van een ander beroemd probleem, maar ditmaal een dat nog steeds niet is opgelost: de zoektocht naar het bewijs van de Riemann-hypothese. De Duitse wiskundige Bernhard Riemann (1826-1866) poneerde dit vermoeden, dat een onverwachte structuur suggereert achter de ogenschijnlijke willekeur waarmee de priemgetallen over de gehele getallen verdeeld zijn.

Lezen over de geschiedenis van de wiskunde is niet alleen interessant omdat het nu eenmaal altijd interessant is om over mensen te lezen. Voorstanders van het integreren van meer geschiedenis in het wiskundeonderwijs hameren er altijd op dat docenten en boeken onwillekeu-

door de schoonheid van de wet van de kwadratische reciprociteit. Maar ik kreeg het gevoel dat je alleen maar wiskunde kon doen als je een genie was. Ik wist dat ik niet zo briljant was als bijvoorbeeld Gauss en dacht dat ik niets te zoeken had bij wiskunde.'

Sinds de tijd van Bell is de toon van de boeken wel iets veranderd. Hoewel hij hun fascinatie deelt, portretteert Du Sautoy de zoekers naar de heilige graal van de wiskunde – een bewijs van de Riemann-hypothese – in *The Music of the Primes* behalve als genieën toch ook als een lange rij halvegaren. Hilarisch is de passage over David Hilbert (1862-1943), een van de grootste wiskundigen aller tijden, die instemt te spreken op de begrafenis van een jong gestorven student van

Sautoy wanneer hij samen met zijn iets minder onvermoeibare zootje op jacht gaat naar symmetrieën in de betegelingen van het Alhambra in Granada, wanneer hij collega-wiskundigen in Duitsland en Japan bezoekt, wanneer hij grote doorbraken beleeft in zijn onderzoek, maar ook wanneer een lange computerberekening opeens uitwijst dat een van zijn mooiere ideeën over symmetrie niet klopt en de prullenbak in kan.

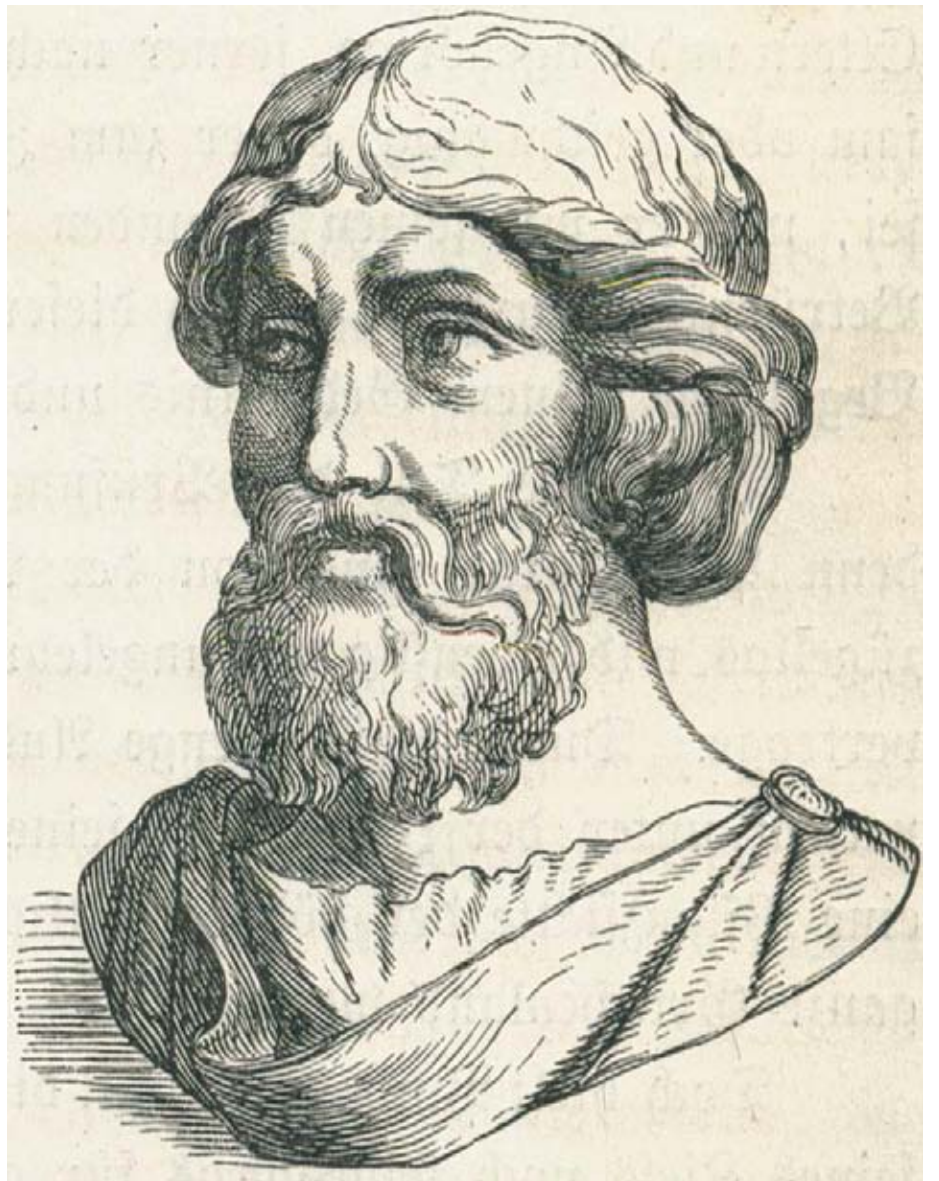
schien is Du Sautoy nog altijd op zijn best wanneer hij over geschiedenis vertelt. Met overtuiging weet hij de diverse hoofdrolspelers in zijn vakgebied tot leven te wekken. Maar de inzichtelijke uitleg over de – geleidelijk steeds abstracter wordende – wiskunde die door het boek heen is gevlochten, is zeker ook een grote aanwinst vergeleken met zijn vorige boek, dat zich vooral op geschiedenis concentreerde.

### 'De meeste wiskunde die je in de onderbouw van de middelbare school leert, was al bij de oude Grieken bekend.'

Met zijn openhartigheid weet Du Sautoy niet alleen de wiskunde maar ook zijn eigen leven begrijpelijk te maken. Hij windt er geen doekjes om: wiskunde, en in het bijzonder symmetrie, is het mooiste wat er is. En hoewel zijn vakgebied voornamelijk bevolkt wordt door contactgestoorde zonderlingen die meer van busdienstregelingen houden dan van mensen, heeft hij zijn collega's lief omdat hij ze ziet als een soort familie. Of, zoals hijzelf zegt: zijn 'stam'.

Stiekem zit er ook een heleboel geschiedenis én een heleboel wiskunde in het boek. Maar door de slimme opbouw lijkt het altijd volkomen natuurlijk dat de auteur deze dingen vertelt als achtergrond bij zijn 'eigenlijke' verhaal. Mis-

De belangrijkste puur wiskundige boodschap die Du Sautoy voor zijn lezers heeft, staat helemaal in het begin en is zo mooi dat ik u die niet wil onthouden. Het betreft de wiskundige definitie van wat symmetrie eigenlijk *is*. Hoewel iedereen een hoop rode objecten gezien heeft in zijn leven, is het moeilijk te formuleren wat het woord 'rood' precies betekent. Voor het woord 'symmetrisch' geldt iets soortgelijks, maar in de loop van de negentiende eeuw is het wiskundigen toch gelukt een goede betekenis aan dit begrip te geven. Gevoelsmatig is een object symmetrisch als het er van verschillende kanten bekeken, of op verschillende plekken, hetzelfde uitziet. Een goed voorbeeld van een object met redelijk veel symmetrie is



Pythagoras is al eeuwen geleden overleden, maar zijn stelling is nog steeds waar.

### 'Du Sautoy ontwaart overal symmetrie: in muziek en architectuur, in de vorm van virussen, of in een gewoon, saai bakstenen muurtje.'

rig de indruk wekken dat wiskundige waarheden in marmer gebeiteld en onder engelenzang uit de hemel zijn neergedaald. Door te leren over de personen die deze resultaten bedacht hebben, vaak na veel geploeter en frustratie of geholpen door vreemd toeval, wordt de wiskunde weer tot menselijke proporties teruggebracht.

Dat lezen over de geschiedenis van de wiskunde ook het omgekeerde effect kan hebben, bleek onlangs uit onverwachte hoek. De winnaar van de Abelprijs (het analogon van de Nobelprijs voor wiskunde) van 2010, John Tate, bekende in een interview met *de Volkskrant* dat hij aanvankelijk geen wiskunde had durven te studeren omdat hij dacht niet goed genoeg te zijn. Dit idee had bij hem postgevat nadat hij *Men of Mathematics* (1937) van E.T. Bell had gelezen. 'Ik vond het prachtig en werd bijvoorbeeld gegrepen

hem. De ouders voelen zich natuurlijk vereerd dat de beroemde professor dit wil doen, maar de sfeer wordt allengs ongemakkelijker als Hilbert de rond het graf geschaarde nabestaanden trakteert op een urenlang college over een foutief bewijs dat zijn student geproduceerd had, inclusief details over waar de fout precies zat en welke ideeën misschien toch ergens bruikbaar voor zijn.

In *Finding Moonshine* gooit Du Sautoy het over een andere boeg. In plaats van de geschiedenis van een beroemd probleem te beschrijven, beschrijft hij een jaar uit zijn eigen leven – beginnend op zijn veertigste verjaardag, het moment waarna, volgens een populaire legende, een wiskundige nooit meer iets écht briljants zal doen – en daarmee zijn fascinatie voor zijn vakgebied binnen de wiskunde: de studie van symmetrie. We volgen Du

een gelijkzijdige driehoek. Als u de kamer uitgaat en ik draai de driehoek een derde slag, dan kunt u, wanneer u terugkomt, niet zien dat ik dat gedaan heb. Hetzelfde geldt wanneer ik de driehoek zou spiegelen in een as die een van de zijden halverwege loodrecht doorsnijdt.

Wiskundigen zeggen nu dat deze dingen die ik kan doen met de driehoek (een derde, twee derde of een hele slag

twee draaiingen en 'niets doen'), een vierkant acht, een kubus achtenveertig en een Rubikskubus waarvan iemand uit pure frustratie alle vakjes zwart gekleurd heeft, heeft er vele triljoenen.

Du Sautoy ontwaart dan ook overall symmetrie: in muziek en architectuur, in de vorm van virussen, of in een gewoon, saai bakstenen muurtje. Wanneer we ons voorstellen dat het muurtje zich volgens

schillende aspecten van het verhaal en sleurt ons zo steeds dieper zijn wereld in. Uiteindelijk denk je als lezer niet alleen te begrijpen waar zijn onderzoek over gaat, maar ook waarom het interessant is.

Du Sautoy heeft (tegenwoordig, maar in het jaar dat hij beschrijft in zijn boek nog niet) een jaloersmakende baan: hij is hoogleraar in 'The Public Understanding of Science' in Oxford, een leerstoel eerder bekleed door, de iets bekendere, Richard Dawkins. Deel van zijn leeropdracht is het vergroten van deze *public understanding*, onder meer door middel van dit boek.

Op het eerste gezicht lijkt het vreemd om voor deze leerstoel iemand aan te trekken die zijn leven tot dan toe besteedde aan iets huiveringwekkend abstracts als zetafuncties geassocieerd met p-groepen. Du Sautoy lijkt zich hiervan bewust en laat geen gelegenheid voorbijgaan om de lezer erop te wijzen hoe symmetrie overall om ons heen aanwezig is en een belangrijke rol speelt. Zijn lijst van echte-wereld-voorbeelden is duizelingwekkend, van dieren die door middel van symmetrie laten zien over goede genen te beschikken tot muziekstukken waarin verschuivingen in tijd en toonhoogte als symmetrieën kunnen worden opgevat. Zelfs het probleem met de werkzame stof in Softenon weet hij uit te leggen in termen van de symmetrieën van een tetraeder (piramide bestaande uit vier gelijkzijdige driehoeken).

Meer echter dan zijn idee dat symmetrie 'de taal van de natuur' is, komt hier-

door het idee over dat symmetrieën een obsessie vormen voor Du Sautoy zelf. En dat is meteen ook de kracht van het boek. Door zijn persoonlijke fascinaties, vreugden en frustraties voor en over wiskunde met ons te delen, gaan wij lezers geleidelijk aan de wereld door zijn ogen bekijken. Aan het einde van het boek voelt het heel vanzelfsprekend om je leven aan symmetrie te wijden, niet zozeer omdat het overall mee te maken heeft, maar gewoon, omdat je wilt weten hoe het zit.

Vincent van der Noort is docent aan de Hogeschool Utrecht. Binnenkort verschijnt van hem bij uitgeverij Athenaeum-Polak & Van Gennep het boek *Getallen zijn je beste vrienden. Ontboezemingen van een nerd, over de mooie kanten van wiskunde.*

**'Moderne wiskundigen nemen hun toevlucht tot onderwerpen die zo abstract zijn en zozeer voortbouwen op oudere wiskunde dat ze niet eerder heel intensief bestudeerd kunnen zijn.'**

draaien, spiegelen in drie verschillende assen), zonder dat iemand kan zien dat er iets veranderd is, de *symmetrieën* van de driehoek zijn. Een symmetrie is dus niet zozeer een eigenschap van de driehoek als wel een *handeling*: iets wat we met de driehoek kunnen doen zonder dat iemand het doorheeft. Symmetrie wordt hiermee, in de woorden van Du Sautoy, 'van iets passiefs iets actiefs'. Een voordeel van deze definitie (naast haar vernuftige schoonheid) is dat symmetrie zich niet beperkt tot de bekende spiegel-symmetrie. Een gelijkzijdige driehoek heeft zes symmetrieën (drie spiegelingen,

hetzelfde patroon tot in het oneindige uitstrekt, kunnen we er op talloze manieren mee schuiven zonder dat een toevallige voorbijganger het verschil bemerkt.

Als je eenmaal weet wat symmetrie is, is het een kleine stap om je af te vragen of twee verschillende objecten wel of niet *dezelfde* symmetrie hebben. In de praktijk is dit niet altijd gemakkelijk vast te stellen, zoals Du Sautoy en zijn zoon in het Alhambra ontdekken. Vanuit wiskundig perspectief is de interessante vraag eerder wat het *betekent* dat twee objecten dezelfde symmetrie hebben. Du Sautoy jongleert behendig met deze ver-

#### Overige literatuur

- E.T. Bell. *Men of Mathematics*. Simon and Schuster. New York 1937.
- M. du Sautoy. *The Music of the Primes. Searching to Solve the Greatest Mystery in Mathematics*. HarperCollins. New York 2003.
- S. Singh. *Fermat's Last Theorem*. Fourth Estate. New York 1997.
- I. Smeets. interview met Abelprijswinnaar John Tate, terug te lezen op de onvolprezen website [www.wiskundemeisjes.nl](http://www.wiskundemeisjes.nl)



## Multatuli en de Minotaurus



Tegen dit monster, symbool voor de christelijke zeden en gewoonten van zijn tijd, nam Multatuli het hartstochtelijk op. Ten behoeve van vrouwen, want aan *De minotaurus onzer zeden* werden alleen vrouwen geofferd. En tot aansporing van vrouwen, want vrouwen moesten het monster vooral ook zelf te lijf gaan. Tijdens Multatuli's leven, maar ook nog lang nadien, zijn er vrouwen én mannen geweest die zijn ideeën daadwerkelijk als aansporing hebben gelezen. In de strijd van multatuliaanse feministen als Mina Kruseman, Jan Versluys, Titia van der Tuuk, Wilhelmina Drucker, Raden Adjeng Kartini en Carel Victor Gerritsen is menige statenbijbel en borduurnaald gesneuveld. Maar daar kwamen wel meer rechten voor en grotere autonomie van vrouwen voor in de plaats!

**DE MINOTAURUS ONZER ZEDEN.  
MULTATULI ALS HERAUT VAN HET FEMIMISME**  
*Myriam Everard, Ulla Jansz (red.)*

ISBN 978 90 5260 376 6 | € 22, 90 | 176 pagina's | reeds verschenen  
Uitgegeven door Aksant (onderdeel van Amsterdam University Press)

Meer informatie en online bestellen: [www.aup.nl](http://www.aup.nl)