

Kinderlezing: **Wat is het grootste getal?**

Verlag lezing zondag 22 januari 2017

Wat is een miljoen? Hoe zien een miljard zandkorrels eruit en uit hoeveel cijfers bestaat een biljard? Wiskundige Lenny Taelman duikt in de wereld van grote getallen en gaat met de kinderen van de Kinderlezing bij NEMO Science Museum op zoek naar het allergrootste getal.

Om te kunnen tellen, hebben we cijfers nodig. In onze wereld maken we gebruik van tien cijfers: 0 tot en met 9. Als we een getal groter dan 9 nodig hebben, worden de cijfers gecombineerd. 'Weet iemand waar cijfers vandaan komen,' vraagt Taelman. 'Bij de Romeinen!' 'Griekenland!' De kinderen zitten ernaast: cijfers komen uit Arabië. Taelman laat een plaatje zien van de cijfers die Arabieren al een jaar of duizend gebruiken. Ze zien er iets anders uit dan de huidige cijfers, maar er zitten herkenbare elementen in. Zo is een stip duidelijk een 0 en in een krabbeltje zit een 3 verborgen. Taelman verklapt waarom we eigenlijk met tien getallen tellen en niet met zeven of twaalf: 'Deze getallen zijn met je tien vingers te tellen!'



Foto's: DigiDaan

Oude gebouwen

De Arabische cijfers worden pas zo'n vijfhonderd jaar gebruikt in de Westerse wereld. 'Daarvóór gebruikten we Romeinse cijfers.' De kinderen weten wel hoe die eruit zien: 'Het zijn die kruisjes, M's en C's die je op oude gebouwen ziet staan,' klinkt het uit de zaal. En dat is precies goed: Romeinen bedachten meer dan tweeduizend jaar geleden de getallen I, V, X, L, C, D en M. Dan ziet 3 er zo uit: III. En 256 is: CCLVI. Het grootste getal bij de Romeinen was M: 1.000. Taelman: 'Als je dan honderdduizend wilt opschrijven, moet je heel veel M's achter elkaar opschrijven.'

De kinderen worden opgedeeld in Arabieren en Romeinen. Ze krijgen allemaal een papier met een cijfer erop. Taelman daagt ze uit: wie kan met één cijfer het grootste getal maken? De Romeinen steken een M de lucht in, de Arabieren een 9. De Romeinen winnen deze slag: M is 1.000. Ook bij het gebruik van drie blaadjes, winnen de Romeinen. Maar dan vraagt Taelman om met vijf blaadjes het grootste getal te maken. Er wordt druk overlegd. De Romeinen komen met MMMDD (4.000), maar de Arabieren gaan daar met gemak overheen: 99.987.

Domme Romeinen

Dus: 'De Romeinen waren heel slim, met hun legers, geldsysteem en het maken van grote gebouwen en aquaducten die nu nog steeds bestaan, maar ze hadden een heel dom getallensysteem,' zegt Taelman, terwijl het digibord achter hem vol staat met M's. 'Zo schrijf je dan bijvoorbeeld 1 miljoen,' vertelt hij. 'En zo 1 miljard.' Er komen nog meer M's bij. 'Onze Arabische getallen zijn heel slim om grote getallen mee te maken.'

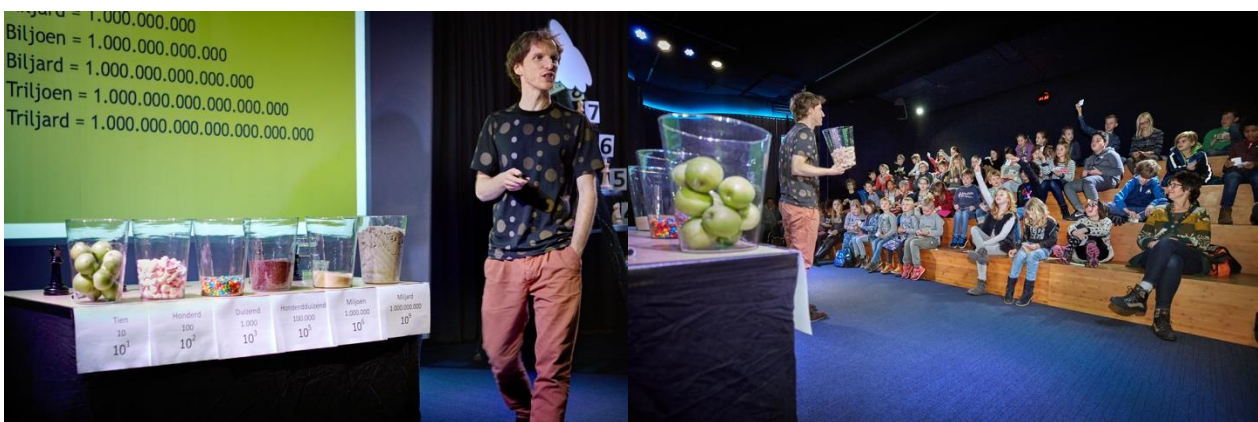
Miljoentallen zijn dus makkelijk om op te schrijven, maar het duurt ontzettend lang om van 0 tot 1 miljoen te tellen. 'Dan ben je wel dágen bezig,' lacht Taelman. Wiskundigen hebben een slimme manier bedacht om snel tot grote getallen te kunnen komen: schatten. Taelman laat een foto zien, vol met mensen. 'Het zijn er duizend,' roept een jongen. 'Nee, dertigduizend,' roept een ander. 'Je kunt het alleen zeker weten door koppen te tellen, maar dat duurt heel lang,' zegt de wiskundige. 'Het is slimmer om de foto in gelijke vakjes op te delen, één stuk te tellen en dat aantal dan te vermenigvuldigen met het aantal vakjes. De kinderen tellen en tellen en komen tot de conclusie: 'Het zijn er ongeveer zevenhonderd!'



Spekkies en appels

Nu gaan de kinderen schatten hoeveel er in een kom past. Aan de tafel hangen papiertjes met getallen: 10, 100, 100.000. Taelman tovert verschillende glazen bokaalen tevoorschijn. 'Hoeveel spekkies schatten jullie dat hierin zitten?' De kinderen zijn het erover eens: 100. Taelman zet de bokaal op tafel bij het betreffende getal. Een bokaal met appels (10) gaat al net zo makkelijk. Als hij een bak met suiker pakt, wordt het al wat lastiger en er wordt flink gediscussieerd over de hoeveelheid zand dat in een bokaal zit. 'Van zandkorrels passen er wel een miljard in de schaal. En waarvan zouden er wel 100.000 in een schaal passen,' vraagt Taelman. 'Smarties,' roept iemand. 'M&M's!' Maar ze hebben het mis: 'Hagelslag!'

Grote getallen bestaan uit veel cijfers. Een miljoen is een 1 met 6 nullen. Een miljard bestaat uit wel tien cijfers. Maar de getallen waar wiskundigen soms mee werken, zijn wel vele malen groter dan dat. Zo bestaat een biljard uit een 1 met 15 nullen en heeft een triljard wel 22 cijfers: 1.000.000.000.000.000.000. 'En al die nullen zijn best onhandig,' vertelt Taelman. 'Wiskundigen bedachten een andere manier van opschrijven van deze getallen: machten.' Door het gebruik van machten ziet 1 miljoen er dan niet zo uit: 1.000.000, maar zo: 10^6 . En een triljoen is niet zo: 1.000.000.000.000.000.000, maar zo 10^{18} . 'We kunnen nu dus zeggen dat er 10^9 - tien tot de negende macht - zandkorrels in de bokaal zitten.'



Bergen zandkorrels

Het leuke aan wiskunde is volgens Taelman dat je kunt nadenken over dingen die helemaal niet kunnen. 'Hoeveel zandkorrels zouden er in NEMO Science Museum passen,' vraagt hij zich af. 'Tien tot de honderdduizend,' zegt een jongen. 'Ontelbaar,' zegt een ander. 'Nee, tien tot de honderd triljard!' De kinderen kijken raar op als Taelman

zegt dat er 'maar' 10^{15} zandkorrels in het wetenschapsmuseum passen. En in de hele aarde gaan volgens de wiskundige 'slechts' 10^{31} zandkorrels. 'Vergeet niet, dit is echt heel, heel, heel, heel veel,' zegt hij lachend. Om het af te leren, vraagt hij: 'Hoeveel zandkorrels passen er in de hele Melkweg?' De Melkweg bestaat uit miljarden sterren, onze zon is daar één van. 'Als we al die ruimte opvullen met zand, hoeveel korrels zijn er dan nodig?' ' 10^{200} ,' zegt een kind voorzichtig. Maar ook dat is al veel te veel. 'Het is 10^{71} maar,' zegt Taelman spijtig. En dat is ook het mooie, denkt de wiskundige: 'Met machten kun je getallen maken die zó groot zijn, dat je ze nooit nodig hebt.'

We weten nu hoe je makkelijk grote aantallen kunt opschrijven, maar wat is nou het grootste getal? 'Een googol?' oppert een jongen. Een googol is een 1 met honderd nullen, of 10^{100} . Dat is heel groot, maar volgens Taelman niet het grootste getal. '1 googol plus 1 is méér,' zegt hij. Oneindig dan? Oneindig wordt geschreven als een liggende $8 : \infty$. Maar ook dat is niet het grootste getal, of wel? 'Is oneindig plus 1 niet groter? Nee, het blijft oneindig,' zegt Taelman.

Hij legt dat uit aan de hand van de Hilberttrap. Dat is een trap die tot in het oneindige doorloopt. De trap verdwijnt in de wolken. 'Deze trap staat helemaal vol,' vertelt Taelman. Op elke trede staat iemand. Dan komt er iemand aan die zegt: 'Ik wil erbij.' Maar de trap is vol, dus waar moet hij bij? 'Hij zegt tegen de persoon op de onderste tree dat hij eentje omhoog moet schuiven. En die persoon moet ook een tree hoger gaan staan, enzovoorts. Zo schuiven ze allemaal door.'



Geheimschrift

Taelman sluit de lezing af met een heel belangrijke cijfersoort in de wereld van de wiskundigen: priemgetallen. 'Dat zijn getallen die alleen deelbaar zijn door zichzelf of door 1,' legt Taelman uit. 2, 3, 5, 7, 11, 29: het zijn allemaal priemgetallen. 'Er zijn zelfs priemgetallen groter dan een googol, dit priemgetal heeft wel tweehonderd cijfers!'

De kinderen hebben geleerd dat je getallen die groter dan een googol zijn, helemaal niet nodig hebt. Toch worden deze grote getallen dagelijks gebruikt voor praktische dingen. 'Googol-priemgetallen worden gebruikt om bijvoorbeeld je whatsapp-berichten naar geheimschrift te versleutelen, zodat ze beveiligd worden.' Dit soort grote priemgetallen wordt dus de hele tijd gebruikt door je computer en telefoon.

'Vorig jaar werd het grootste priemgetal ontdekt door een Amerikaan,' zegt Taelman enthousiast. Dat is een getal met wel 30 miljoen cijfers. Is dat het grootste priemgetal dat er bestaat? 'Het grootste priemgetal bestaat nog niet, er is altijd wel een grotere,' zegt Taelman. 'Alleen hebben we die nog niet gevonden.'

Wil je ook een keer naar een Kinderlezing?

Kijk voor meer informatie over de Kinderlezingen op de website van NEMO:
www.nemosciencemuseum.nl/kinderlezing.