

Cor Kraaikamp

Faculteit ITS (CROSS), Technische Universiteit Delft
Mekelweg 4, 2628 CD Delft
c.kraaikamp@its.tudelft.nl

Irene Driessen

Transvaalkade 28-1
1092 JL Amsterdam
irene.driessen@capgemini.nl

WG-publieksevenement

Pi in de Pieterskerk

Op woensdag 5 juli 2000 werd in het kader van het Wereld Wiskundig Jaar 2000 (MY2K) het evenement 'Pi in de Pieterskerk' gehouden. Hoogtepunt van het programma was de onthulling door prins Willem-Alexander van een gedenksteen voor Ludolph van Ceulen. Als verslaggevers voor het Nieuw Archief waren Cor Kraaikamp en Irene Driessen in Leiden aanwezig. Zij doen verslag van respectievelijk het middagen het avondprogramma.

In de afgelopen jaren heeft de wiskunde in Nederland onder grote druk gestaan. Denk hierbij aan het inkrimpen of zelfs geheel verdwijnen van wiskundeafdelingen en aan het teruglopen van de studentenaantallen. Langzamerhand lijkt er een kentering tot stand te komen. De teruglopende studentenaantallen, zo kenmerkend voor de bètavakken, zijn tijdelijk tot staan gebracht¹. Wiskundigen met een ir. of drs. titel op zak kunnen op veel plaatsen direct aan de slag. Een tekort aan wiskundigen ligt zelfs op de loer. De tijd lijkt rijp voor een nieuw elan, en het herplaatsen van de in de 19e eeuw verdwenen grafsteen van Ludolph van Ceulen was een mooie gelegenheid om dit elan te etaleren.

De middag

'Pi in de Pieterskerk' begon 's middags om half drie op de Gorlaeus Laboratoria van de Universiteit Leiden. Dit deel van het evenement was onderdeel van de getaltheorieconferentie ANTS 4. Door de duidelijke bewegwijzering waren de Gorlaeus Laboratoria eenvoudig te vinden. Het bleek, net als de Pieterskerk waar het avondprogramma plaatsvond, een kolossaal gebouw te zijn. De belangstellenden waren in grote getale toegestroomd: ongeveer 250 mensen, onder wie een groot aantal ANTS-deelnemers, maar ook studenten en zelfs middelbare-

schoolleerlingen die aan de Leidse universiteit een Pi-masterclass volgden.

Na koffie en thee werd het 'Pi in de Pieterskerk' evenement geopend door WG-voorzitter Jan Karel Lenstra. Deze bedankte de ANTS-organisatoren voor het invoegen van de 'Pi-dag' in hun programma, en spendeerde ook enkele woorden aan de Beeger lectures, die later die middag en 's avonds door Peter Borwein gegeven zouden worden.

Frits Beukers

De 'sessie-voorzitter' Herman te Riele, die zelf 314 aanwezigen telde, leidde de sprekers in. Frits Beukers (Utrecht) beet in een voor dit soort conferenties kenmerkende ontspannen sfeer het spits af. In een mooie, voor een breed publiek soms wat technische voordracht waarin de hoofdlijnen steeds duidelijk bleven, praatte Beukers over dat wat volgens hem in alle boeken over π nog steeds ontbreekt: *A rational approach to π* .

Al bij Archimedes was bekend dat π door $22/7$ goed benaderd kan worden, en in de 5e eeuw wist men in China al dat $355/113$ een zo mogelijk nog betere benadering geeft. In 1761 bewees Lambert dat π irrationaal is. Beukers gaf een schets van het bewijs met behulp van de kettingbreuk-ontwikkeling van $\cot 1/x$, een ontwikkeling die te mooi is om hem hier niet te vermelden:

$$\cot \frac{1}{x} = x - \frac{1}{3x - \frac{1}{5x - \dots}}$$

Na deze schets noemt Beukers Niven's irrationaliteitsbewijs uit 1947 dat in essentie al in Hilbert's transcendentiebewijs van π aanwezig was. Hij vervolgde met de 'folklore-stelling' dat een getal x irrationaal is als er een rij rationale getallen p_n/q_n , $n \geq 1$, en een rij positieve

¹ Zie ook <http://www.tudelft.nl/statistiek/nieuws-vamuniek.htm>

getallen ϵ_n , $n \geq 1$ bestaat met $\lim_{n \rightarrow \infty} \epsilon_n = 0$ en $0 < |x - \frac{p_n}{q_n}| < \frac{\epsilon_n}{q_n}$.

De vraag is of deze ‘folklore-stelling’ ook gebruikt kan worden om de irrationaliteit van π te bewijzen. Het antwoord hierop blijkt bevestigend te zijn. Beukers schetst het idee achter het bewijs, waarbij werk van Mahler, Roth, Masayoshi Hata en anderen de revue passeren.



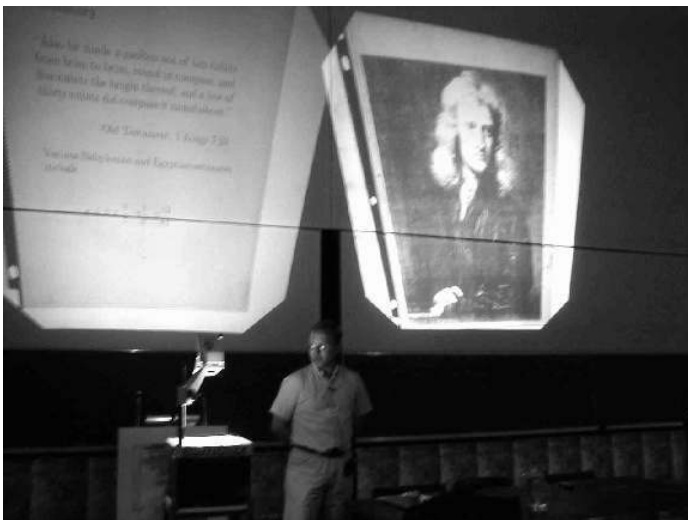
In de Gorlaeus laboratoria geeft Frits Beukers de eerste middaglesing.

Peter Borwein

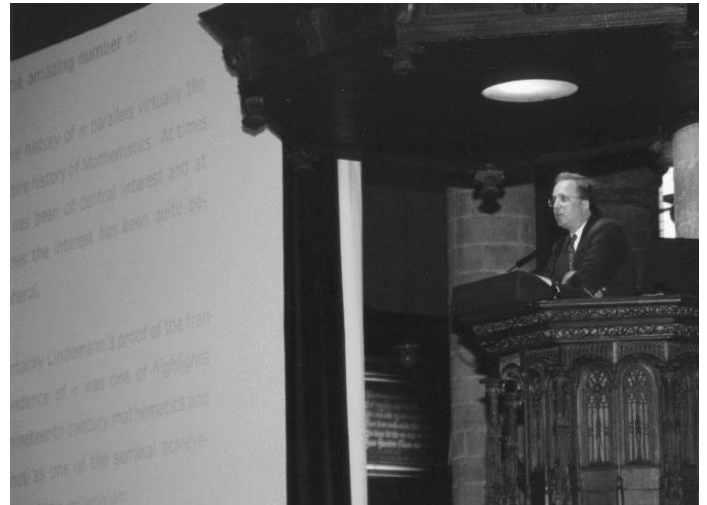
Na een korte koffie- en theepauze gaf Peter Borwein (Burnaby, Canada) de eerste van zijn twee Beeger lectures van die dag. In een levendige voordracht, vol met kwinkslagen en grappige cartoons over π , kwam een veelvoud van onderwerpen aan de orde. Hierbij werd steeds het verband gelegd met het centrale thema van deze ‘Pi-dag’: de eerste 35 decimalen van π , die ooit op de grafsteen van Ludolph van Ceulen stonden.

Borwein begon met een benadering van Newton (15 decimalen correct), maar merkt dan op dat de eerste benadering van π veel ouder is. In de bijbel kan men immers lezen dat π gelijk is aan 3 (dus God had maar 1 decimaal correct). Via de Babyloniërs, Egyptenaren en Archimedes (3 tot 6 decimalen correct) komt hij uit bij Ludolph van Ceulen.

Na Van Ceulen werden met behulp van calculus snel veel decimalen gevonden. Borwein geeft een rij recordhouders: Machin (1706, 100 decimalen), Dase (1844, 205 decimalen), Shanks (1853, 707 decimalen, waarvan 527 correct), von Neumann en vele anderen.



Peter Borwein tijdens het middagedeelte van zijn Beegerlesing.



Peter Borwein spreekt vanaf de kansel van de Pieterskerk de 800 aanwezigen toe tijdens het avondgedeelte van zijn Beegerlesing.

Hoewel we inmiddels veel decimalen van π kennen, is er ook veel wat we nog niet weten. Zoals de vraag of π normaal is (of zelfs maar oneindig veel decimalen 2 heeft), of de wijzergetallen in de reguliere kettingbreuk-ontwikkeling van π begrensd zijn, en of $\pi + e$ irrationaal (of zelfs transcendent) is.

Naast alle hoogtepunten in de bepaling van de decimalen van π die in Borwein’s voordracht aan de orde kwamen, werd er ook een ‘fraai’ dieptepunt vermeld: de pogingen van de wetgevers in Indiana om in 1879 de waarde van π per wet vast te leggen — een waarde die ook nog eens compleet fout was!

Aan het eind van zijn voordracht gaat Borwein in op de vraag hoe men snel heel veel decimalen van π kan bepalen. Een methode van Gauss ligt ten grondslag aan algoritmen die dit doen, maar ook andere grote namen komen voorbij, zoals die van Ramanujan. Tenslotte laat Borwein zien dat het eenvoudig is — helaas alleen in basis 2 — om een ‘individuele decimaal’ te bepalen zonder eerst alle voorafgaande decimalen te moeten uitrekenen. *The 40 trillionth binary digit of π is 0.* Al met al een zeer geslaagde middag.

Cor Kraaikamp

De avond

Onderweg naar Leiden denk ik na over wiskunde. De laatste keer dat ik actief bezig was met wiskunde was op de middelbare school. Daarna, gedurende een studie Kunstgeschiedenis, ben ik niet dichter bij de wiskunde gekomen dan een college over de Gulden Snede. Zelfs de ‘Kies Exact’-campagnes, waarvan ik tot de doelgroep behoorde, hebben maar weinig sporen nagelaten. Ik vraag me af hoeveel ik ga begrijpen van wat er vanavond plaats zal vinden. Voor iemand die het begrip cirkel vooral taalkundig begrijpt is π een raadsel. Hoe zat het ook alweer met π ? Daarover moet ik diep nadenken.

Even voor zeven

Ik loop om de kerk heen. In een rondje of een cirkel? Hoe groot zou de doorsnede van de Pieterskerk zijn? Hoeveel π -meters heb ik gelopen? Bij het Zuidportaal van de Pieterskerk scholen wiskundigen samen. Ze dragen congresbadges of linnen tassen met de opdruk ‘mathematica’. Sommigen dragen twee- en driedelige pakken met kleine oranje strikjes op de revers. De niet-wiskundigen zijn te herkennen aan het feit dat ze niet iedere nieuw aangekomene bij naam of van gezicht ken-

nen. Camera's worden uit hun tassen gehaald. Er valt nog niet zoveel te fotograferen, afgezien van het Pieterskerkplein op een grijze woensdagavond. Geen grafstenen, geen prinsen, geen cirkels. De deur gaat open. Zomer of winter, de Pieterskerk is 's avonds warm verlicht door honderden waxinelichtjes op de randen van de pilaren.

Tot mijn tevredenheid legt het programmaboekje niet alleen precies uit wat er zal gebeuren, maar vertelt het bovendien over de geschiedenis van π en wat π eigenlijk is. Zó zat het dus met de omtrek van een cirkel. Ik speur om me heen naar cirkels. Het vinden van vormen in de eigen omgeving is iets wat kinderen van de Sesamstraatgeneratie al op hun tweede van de TV leren. Pas veel later begrijpen ze dat dat een van de meest tastbare weerslagen van wiskunde is. Wat is de omtrek van mijn chocoladekoekje? Maakt het feit dat je die omtrek kunt berekenen iets uit voor mij? Ik geloof het niet. Maar, toegegeven: π is blijkbaar overal.

Bijna acht uur

Ik moet denken aan de wiskundemethode 'Getal en Ruimte'. Groot aantal aanwezigen in nog meer ruimte. Honderden mensen. We wachten op de binnenkomst van de voorste rij, sprekers, commissaris der koningin, burgemeester en kroonprins. Als iedereen zit, komt een zwermje fotografen in beeld, dat gedurende vijf seconden foto's neemt van de voorste rij. De toestellen klikken eensgezind als een horde boze muisenvalletjes. Dan trekt het wolkje zich simultaan zijwaarts terug. De verplichtingen zijn afgerond, we kunnen eindelijk beginnen.

Na inleidende woorden van de heren Lenstra en van Duinen begint de lezing 'The amazing number pi', door Peter Borwein. Hij vertelt over de manier waarop π zovelen door de eeuwen heen gefascineerd heeft. Het aangename van wiskunde is, dat de waarde ervan zo weinig verandert in de tijd. Dit in tegenstelling tot andere wetenschappen, want: "wie zou zich laten behandelen door een Griekse arts uit de oudheid, of een reis maken met een vliegtuig dat ontworpen is op basis van antieke natuurkundige inzichten?"

Over de vele formules die voorbijkomen zegt Borwein: "Don't be intimidated. Treat them like works of art." Ha, daar kan ik mee uit de voeten. Ik bestudeer het projectiescherm. Na een aantal jaren samenleven met een wiskundige heb ik geleerd dat de gedrevenheid voor wiskunde niet anders is dan de gedrevenheid voor taal, kunst of muziek. Dat mensen wiskunde mooi kunnen vinden, of genieten van een bewijs, kan ik inmiddels begrijpen. Plezier en schoonheid gaan vaak vergezeld van humor. Humor is zeker voldoende vertegenwoordigd in de lezing van een spreker die elke sheet met formules begeleidt met minstens een cartoon van 'Dilbert' of 'Calvin and Hobbes'. De geschiedenis van π en π -decimalen toont aan dat er nog genoeg te doen valt voor de hedendaagse wiskundigen. Wat is bijvoorbeeld, vraagt Borwein zich af, het patroon in de decimalen? Is er wel een patroon, en zo ja: wat betekent het?

Half negen, halverwege

De geest van Sweelinck danst door de kerk. Intussen denk ik aan cirkels. Wanneer heb je π nodig, en hoeveel π -decimalen zijn voldoende om gelukkig te worden? Moet er altijd aantoonbare noodzaak zijn voordat je iets doet? Als dat zo zou zijn, zou kunst niet bestaan. Muziek waarschijnlijk ook niet. Dat is een geruststellende gedachte. De muziek bestaat namelijk wel, en komt nadrukkelijk uit het Hagerbeerorgel boven onze hoofden, dat door Jozef Steenbrink bespeeld wordt.

De tweede lezing door Henk Bos is gedeeltelijk historisch van aard. Dat is prettig voor de aanwezige niet-wiskundigen. Het maakt de wiskundige onderdelen van de avond ook tastbaarder. Waarom houdt ie-



Henk Bos spreekt over de 'grootschalig rekenaar' Van Ceulen.

mand zich bezig met grootschalig rekenen? Omdat daarin de grondslag van de maatschappij opgeborgen zit. Uit nieuwsgierigheid. Uit gedrevenheid, door fascinatie met vorm en beweging. Hoewel men aan Van Ceulen denkt als 'de man van π -decimalen', blijkt dit eigenlijk maar een heel klein aspect te zijn van zijn wiskundig oeuvre. Wat Ludolph blijkbaar hevig interesseerde, waren de irrationale getallen, waarvan sommigen wilden beweren dat ze helemaal niet bestonden! Irrationaal is een prettig woord. Het klinkt als iets dat je niet hoeft te begrijpen, omdat je het niet kunt begrijpen. Het maakt dat ik me minder bezorgd maak over de 'mentale ongrijpbaarheid van een 158-hoek'. Het ligt dus niet aan mij. Over aantoonbare noodzaak en zingeving maakt Van Ceulen zich niet druk. Hij beleeft veel plezier aan zijn werk, en schrijft daarbij de eer voor zijn resultaten natuurlijk aan God toe.

De typografische esthetiek van formules, bijvoorbeeld die van eideloze openvolgingen van worteltekens, is te begrijpen zonder de



Het gordijn zakt. Onder toezien oog van voorzitter Jan Karel Lenstra onthult de Prins van Oranje de gedenksteen.

wiskunde te begrijpen, zegt Bos. Dat een in vorm mooi of indrukwekkend uitzijnde formule misschien wel een fantastisch mooi bewijs reflecteert, kan ik, alweer, alleen maar aannemen. Ik ben benieuwd naar de typografie van Van Ceulens grafchrift. Als het moment van de eigenlijke onthulling is aangebroken, zakt het witte doek geruisloos naar beneden en wordt de steen erachter eindelijk zichtbaar. Er wordt champagne aangedragen. Het publiek staat op en applaudisseert, voor de steen, voor de avond, voor Van Ceulen.

Na negenen

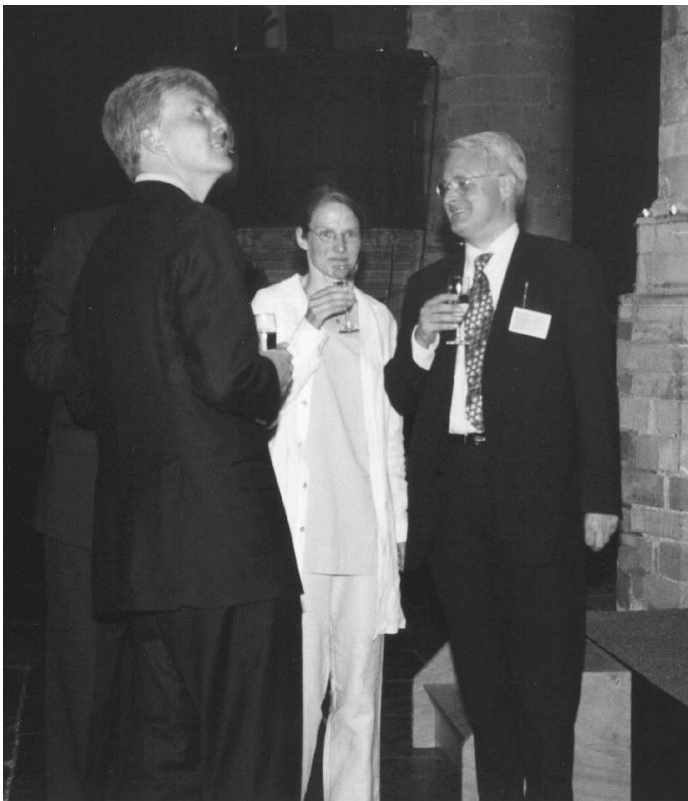
Als de zwerm fotografen achter de prins is aangewandeld, kan ik de steen rustig bekijken. Het is een dikke plak kalk die netjes om de zuil heen sluit waaraan hij is bevestigd. De ronde vorm maakt dat de steen zachter en plooibaarder lijkt dan hij in werkelijkheid is. De onderste helft valt door de cirkel met de π -decimalen eromheen het meest op. Maar ook de tekst erboven, die verhaalt van de Arbeys van Mr. Ludolph van Ceulen, is bijzonder fraai. Dubbele OO's, voor altijd aan elkaar verbonden. De kleine e's, ingeschreven in hun voorgangers; op schoot bij de L of omarmd door de C. De gouden ring die steen en kerk bij elkaar houdt, die middellijn is van de cirkel waar het allemaal om begonnen was, en die nu zelf een cirkel is, vormt het centrum van het opnieuw aangebrachte verbond tussen π en Pieterskerk.

Een opmerkelijk grafmonument, en zeker zo waardig geplaatst als de originele grafsteen nummer 106, die dicht bij de bewuste pilaar in de vloer ligt. Tijdens de pi-avond was deze grafplaats afgezet met touwen en gemarkeerd door een krans van rozen, de rest van het jaar is het een anoniem stuk vloer met een steen als alle andere. De nieuwe steen vervult echter nu al zijn functie, niet alleen als monument voor Van Ceulen, maar ook als symbool voor de gedrevenheid van wiskundigen en de fascinatie met de wiskunde.

Irene Driessen



De gedenksteen, ontworpen door Cornelia Bakkum en door haar vervaardigd uit een blok Portugese kalksteen. De steen weegt 600 kilogram en rust op twee bronzen haken; twee kleinere haken aan de zijkant houden de steen op zijn plaats. Voor de tekst en hoe die tot stand gekomen is, zie het juninummer van het *Nieuw Archief*. De letters zijn ingekleurd met een oranje-roze tint. Onderaan de WG-steen, met de tekst "Geplaatst door het Wiskundig Genootschap 5 juli 2000 / Een onvermoeide arbeid komt alles te boven". Niet zichtbaar: op de linkerkant het beeldmerk van NWO, de hoofdsponsor, en op de rechterkant het monogram van Cornelia Bakkum.



Champagne. Initiatiefnemer Hendrik Lenstra en ontwerpster en letterhakster Cornelia Bakkum toosten met prins Willem-Alexander.

Illustraties

De foto's van het middagprogramma zijn gemaakt door Rob Smit (Vice Versa Communications), de foto's van het avondprogramma door Karen Aardal.