

Snippet van Tom Koornwinder, 14 maart 2025: no. 4, Pi-dag

Vandaag, 14 maart is het [pi-dag](#), de dag waarop de wiskunde wereldwijd gevierd wordt. De keuze van deze dag is vanwege de Amerikaanse schrijfwijze 3-14 i.p.v. onze 14-3. En, zoals iedereen op school heeft geleerd, begint de decimaalontwikkeling van het getal π met 3,14.

Het getal π is gedefinieerd als het quotiënt van de omtrek met de diameter van een cirkel. [William Oughtred was in 1647 de eerste](#) die dit quotiënt schreef als π / δ . waarbij π van het Griekse periphēraia (omtrek) komt en δ van diameter. In 1737 ging de grote wiskundige Euler dat quotiënt, dus niet alleen zijn teller, met π aanduiden (of anders gezegd, hij stelde de diameter gelijk aan 1) en door zijn griote gezag in de internationale wiskundewereld werd dat al spoedig algemeen gebruikelijk. Het getal π verschijnt ook als quotiënt van oppervlakte met straal van een cirkel. Dat is in verband met het voorgaande geen toeval, want (iets technischer) de afgeleide van πr^2 naar r is gelijk aan $2 \pi r$. Direct in verband met de definitie van π wordt in de wiskunde een hoek niet in graden uitgedrukt maar in radialen: de grootte van een hoek is het quotiënt van beschrevene cirkelbooglengte met de straal. Radiaal kan net zo goed worden weggelaten want het quotiënt van twee lengtes is dimensieloos. Een rechte hoek is dus $\pi/2$ en de som van de hoeken van een driehoek is π .

Twee natuurlijke vragen over π betreffen zijn irrationaliteit en zijn transcendentie. [Lambert bewees in 1761](#) dat π niet als een breuk (zoals $22/7$) geschreven kan worden. Zo'n getal noemen we *irrationaal*. Dat betekent ook dat de decimaalontwikkeling van π oneindig lang doorloopt en dat daarin geen rijtje decimalen is dat steeds direct herhaald wordt. Dat nodigt dus uit tot het berekenen van steeds meer decimalen. Dat werd ook voor 1761 al gedaan, bijv. in 1596 door de [Leidse professor en schermgrootmeester Ludoph van Ceulen](#), die π tot op 35 decimalen berekende. Na zijn dood heeft zijn vrouw de decimalen in zijn grafsteen in de Leidse Pieterskerk laten beitelen. Die grafsteen is verloren gegaan, maar het Wiskundig Genootschap heeft een kopie laten maken, die in 2006 door (toen kroonprins) Willem Alexander in de Pieterskerk is onthuld. Momenteel schijnt de vrouwelijke Japanse computer-wetenschapper [Emma Haruka Iwao](#) recordhouder te zijn met honderdbiljoen (10^{14}) decimalen. Veel interessanter dan die decimalen is overigens het wiskundig algoritme dat voor zo'n berekening gebruikt wordt. De gigantische rij decimalen kan ook gebruikt worden om naar mogelijke regelmatigheden te zoeken. [Maar tot nu toe wijst alles er op dat de decimalen random verdeeld zijn](#), sterker nog dat elke willekeurig eindige deelrij oneindig vaak voorkomt (zo'n getal heet *normaal*). Er is hier echter (nog) geen bewijs voor. Normaliteit zal zeker niet verhinderen dat, zoals bekend, de zes decimalen van π beginnend op de 762ste plaats gelijk aan 9 zijn.

Transcendentie van een getal wil zeggen dat het getal niet kan worden verkregen als oplossing van een vergelijking van zekere graad met gehele coëfficiënten, bijvoorbeeld van een derdegraadsvergelijking $ax^3 + bx^2 + cx + d = 0$, waarbij a, b, c en d gehele getallen zijn. [Die transcendentie is voor \$\pi\$ bewezen](#) door Lindemann in 1882. Dat resultaat toonde ook definitief aan dat de [kwadratuur van de cirkel](#), waar de oude Grieken al naar zochten, onmogelijk is. Met andere woorden, het is onmogelijk om met passer en lineaal een vierkant te construeren dat dezelfde oppervlakte heeft als een gegeven cirkel.

Het zoeken naar de kwadratuur van de cirkel is spreekwoordelijk geworden. Ook in [De Toverberg](#) van Thomas Mann is er in het sanatorium in Davos een zekere Paravant, officier van justitie met ziekteverlof, bij wie het probleem van de kwadratuur van de cirkel al zijn gedachten dag en nacht in beslag neemt. "Overal en altijd stond of zat hij te rekenen en cirkels te trekken, onvoorstelbare massa's papieren met figuren, letters, getallen, algebraïsche symbolen te overdekken," (p.791 in [Nederlandse vertaling door Hans Driessen](#)) Die enorme

papiermassa's die wiskundigen ook bij hun echte problemen verbruiken zijn voor mij wel herkenbaar. In dit verband is het grappig dat Thomas Mann op het Gymnasium in Lübeck wiskunde haatte (zowel het vak als de leraar), en dat hij later met de [dochter Katia van de wiskunde professor Alfred Pringsheim](#) in München trouwde.

Men zou door de definitie van π kunnen denken dat dit getal vooral meetkundige betekenis heeft. Niets is minder waar. Het is alomtegenwoordig in de wiskunde. Op 13 februari 2004, de dag voor Valentijnsdag, liep ik mee met een demonstratie over het Rokin van UvA-hoogleraren in toga om op te komen voor *Liefde voor de Wetenschap*, dus geen bezuiniging op wetenschap (er is niets nieuws onder de zon). Ik droeg op mijn toga een rood hart met een formule erop die er zeer simpel uitziet, maar een van de mooiste formules in de wiskunde is. Hier is e het [getal van Euler](#) en i is de wortel uit -1 (de [imaginaire eenheid](#), maar verre van denkbeeldig). Ik ben er van overtuigd dat deze formule universeel is, in de zin dat elke intelligente beschaving ergens in het heelal deze formule op een gegeven moment zal ontdekken (zie ook mijn [oratie in 1993](#)).

