



Carl Friedrich Gauss

Beschrijving

Toen ik me, jaren geleden, verdiepte in de geschiedenis van de natuurwetenschappen, haalde ik de prestaties van *Leibniz* en *Gauss* steeds door elkaar. Elders op deze site ben ik al ingegaan op die van Leibniz. Hier haal ik *Carl Friedrich Gauss* voor het voetlicht.

Hij is op 30 april 1777 in *Brunswick* geboren. In 1788 ging hij naar het gymnasium om Hochdeutsch en Latijn te leren. Met een toelage van de *Hertog van Brunswick-Wolfenbüttel* kon Gauss in 1792 aan het *Collegium Carolinum* in Brunswick (tegenwoordig: Braunschweig) zijn studie voortzetten (*zie hier de overeenkomst met Leibniz*). Tijdens zijn studie aan deze academie ontdekte hij op eigen kracht onder andere het *binomium van Newton*¹, het rekenkundig en het meetkundig gemiddelde² en de priemgetallenstelling (elk geheel getal is het product van priemgetallen).



Carl Friedrich Gauss (1777-1855)

In 1795 ging Gauss studeren aan de universiteit van *Göttingen*. Daar maakte hij kennis met *Farkas Bolyai*, een medestudent waarmee hij vele jaren bevriend bleef en brieven uitwisselde. Weliswaar verliet Gauss de universiteit zonder diploma, maar toen had hij al ∞ van zijn belangrijkste ontdekkingen gedaan: de constructie van een regelmatige 17-hoek met passer en liniaal. Dit was toentertijd de belangrijkste ontwikkeling in de vlakke meetkunde sinds de Oude Grieken. Gauss publiceerde het resultaat als deel VII van zijn beroemde werk *Disquisitiones Arithmeticae*.

Gauss bemoeide zich intussen ook met sterrenkunde. De planetoïde Ceres was in januari 1801 ontdekt door *Piazzi*, een Italiaans astronoom, die echter maar een klein gedeelte van de baan van Ceres had kunnen observeren. Gauss paste een speciale techniek toe (de methode van de kleinste kwadraten³) om die baan verder te berekenen en zijn voorspelling bleek op 7 december 1801 (toen een andere astronoom Ceres weer te zien kreeg) goed te kloppen. Verder raakte hij bevriend met de astronoom *Olbers*, die de planetoïde Pallas ontdekte.

Gauss trouwde in 1805 met *Johanna Ostoff*, waardoor hij (voor het eerst) een gelukkig familieleven kende. Echter in dat jaar werd zijn weldoener de Hertog van Brunswick, die in het Pruisische leger vocht tegen *Napoleon*, gedood. Gauss was nu gedwongen om werk te zoeken. In 1807 verliet hij dan ook Brunswick en werd directeur van het observatorium van *Göttingen*, dat nog in opbouw was. De jaren daarna verliepen echter moeizaam: in 1808 stierf Gauss  vader en een jaar later stierf zijn

vrouw in het kraambed bij de geboorte van zijn tweede zoon, die echter kort daarna ook overleed. Gauss was hierdoor erg aangeslagen en trok een tijdje bij Olbers in. Hij trouwde nog datzelfde jaar met Minna (een vriendin van zijn eerste vrouw) en bouwde daarmee een nieuw gezinsleven op.

Intussen werkte Gauss ogenschijnlijk gewoon door. Zijn tweede boek *“Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientium”* ging over de banen van hemellichamen. In het eerste deel beschreef hij de achterliggende differentiaalvergelijkingen en de elliptische banen die daar als oplossingskrommen uit ontstonden. In het tweede deel liet hij zien hoe deze banen konden worden aangepast de werkelijke banen. Gauss bleef doorwerken aan de theoretische sterrenkunde tot ongeveer 1817.

In 1816 was het observatorium in Göttingen, waar Gauss veel van zijn tijd in stopte, af. Intussen publiceerde hij ook boeken over andere wiskundige onderwerpen zoals: oneindige rijen en reeksen, de hypergeometrische kans functie, benaderingsmethoden van integralen, statistische schattingsmethoden, geodetische (landmeetkundige) berekeningen.

In 1818 werd Gauss gevraagd om een geodetisch onderzoek te doen van de Duitse staat *Hannover*, ten einde dit te kunnen aansluiten bij het landmeetkundig netwerk van *Denemarken* (waar toentertijd ook *Schleswig-Holstein* bij hoorde en dat dus tegen Hannover aan lag). Gauss accepteerde die klus, verrichtte overdag metingen die hij 's avonds verwerkte. Hij schreef regelmatig met Olbers en andere wiskundigen over zijn vorderingen en de problemen die hij tegenkwam. Als hulpmiddel vond Gauss de heliotroop uit, een apparaat dat werkte door weerkaatsing van zonnestralen met behulp van spiegels en een kleine telescoop. Met zijn theoretische beschouwingen over geodesie won Gauss in 1822 de prijs van de universiteit van *Kopenhagen*. Deze onderzoekingen leidden veel later tot het boek *“Untersuchungen über Gegenstände der Höheren Geodäsie”* (1843 en 1846).

Al vanaf 1800 was Gauss geïnteresseerd in het bestaan van een niet-Euclidische meetkunde. Zijn landmeetkundige bespiegelingen (waarbij het o.a. gaat over het gedrag van “rechte” lijnen op aarde) wakkerden deze interesse aan. Hij sprak er met diverse wiskundigen over, onder andere met Farkas Bolyai. Vooral Euclides vijfde postulaat (door een punt buiten een lijn kan maar één lijn getrokken worden evenwijdig aan de gegeven lijn) kwam onder vuur te liggen (op het aardoppervlak klopt dat namelijk niet!). Maar Gauss durfde nog niet echt met een niet-Euclidische meetkunde op de proppen te komen. In 1831 kreeg hij echter het werk van *Janos Bolyai* over niet-Euclidische meetkunde door diens vader (Farkas Bolyai) toegestuurd. Gauss antwoordde dat het prijzen van dit werk zoveel betekende als zichzelf prijzen. Een tiental jaren later kreeg hij het werk van *Lobachevsky* over ditzelfde onderwerp toegestuurd, waarop Gauss beweerde dat hij datzelfde al 54 jaar lang had gedacht.

Op persoonlijk vlak was de periode van 1817 – 1832 lastig voor Gauss. In 1817 nam hij zijn zieke moeder in huis, terwijl hij (zeer tegen de zin van zijn tweede vrouw Minna) besloot niet in te gaan op een aanbod om aan de universiteit van Berlijn te komen werken en naar Berlijn te verhuizen. Gauss hield niet van verandering! In 1831 stierf ook zijn tweede vrouw na een langdurige ziekte.

In 1831 werd *Wilhelm Weber* (een kennis van Gauss sinds 1828) benoemd als professor in de natuurkunde aan de universiteit van Göttingen. Gauss en Weber begonnen vanaf 1832 het aardmagnetisme te onderzoeken na een verzoek van *Alexander von Humboldt* aan Gauss om hem te helpen bij het maken van een netwerk van magnetische observatiepunten op de gehele aarde. Gauss werkte zo enthousiast aan dit project dat hij er tot 1840 drie belangrijke verhandelingen over schreef⁴. Daarin toonden Gauss en Weber o.a. aan dat er maar twee magnetische polen zijn en ze berekenden

de plaats van de magnetische Zuidpool. Verder beschreven ze manieren om de magnetische declinatie (de afwijking van het magnetische noorden/zuiden t.o.v. het geografische noorden/zuiden) te berekenen. Gauss besteedde veel tijd aan het opzetten van een wereldwijd net van magnetische observatiepunten. Dit leidde tot de oprichting van de *„Magnetischer Verein“* en het tijdschrift van die vereniging. Ook werd er een atlas over geomagnetisme gepubliceerd.



Friedrich Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt (1769–1859)

Gauss en Weber werkten zo’n zes jaar vruchtbaar samen, tot in 1837 Weber betrokken raakte bij politieke tegenstellingen en Göttingen moest verlaten. Daarna werd ook Gauss’ activiteit minder. Hij schreef nog wel met andere wetenschappers en liet weten blij te zijn met de ontdekkingen van wiskundigen als *Eisenstein* en *Lobachevsky*. Maar zelf hield hij zich vooral bezig met financiële zaken: het beheer van het weduwen pensioenfonds van de universiteit van Göttingen en eigen slimme investeringen in aandelen van bedrijven, waardoor hij er redelijk warmpjes bij zat. Zijn laatste twee doctoraal studenten waren *Moritz Cantor* en *Richard Dedekind*, beiden later bekende wiskundigen. Verder maakte hij nog kennis met het briljante werk van *Bernard Riemann* waarover hij vol lof was.

In 1849 hield Gauss een jubileum-toespraak vijftig jaar na het behalen van zijn diploma aan de *Hemstedt* universiteit. Het was een variatie op het thema van zijn dissertatie in 1799 bij het behalen van zijn bul. Vanaf 1850 deed Gauss nauwelijks nog wetenschappelijk werk. Langzaam ging ook zijn gezondheid achteruit. Op 23 februari 1855 stierf hij in zijn slaap.

Over de markante persoonlijkheid van Gauss zijn door de jaren heen verscheidene anekdotes bewaard gebleven. Dit zijn de bekendste:

- Op 3-jarige leeftijd zou hij een rekenfout van zijn vader hebben verbeterd, toen deze bezig was zijn financiën bij te werken.
- Een andere beroemde anekdote, die zich tijdens het vertellen steeds verder heeft ontwikkeld, stelt dat zijn leraar op de basisschool, *J.G. Büttner*, zijn leerlingen een tijdje bezig wilde houden door hen de gehele getallen van 1 tot en met 100 te laten optellen. De jonge Gauss zou het juiste antwoord echter binnen een paar seconden hebben gegeven, dit tot verbazing van zijn leraar en diens assistent *Martin Bartels*. Gauss beseftte, ervan uitgaand dat de op te tellen gehele getallen van 1 tot en met 100 liepen, dat paarsgewijze optelling van â??tegenoverliggendeâ?• termen identieke tussenresultaten oplevert: $1 + 100 = 101$, $2 + 99 = 101$, $3 + 98 = 101$, enzovoort, de totale som bedraagt dan $50 \cdot 101 = 5050$ (zie rekenkundige rij en sommatie). Hoewel deze methode zeker werkt, is het verhaal waarschijnlijk apocrief. Sommigen, zoals Joseph Rotman in zijn boek *A first course in Abstract Algebra*, betwijfelen of het echt zo gebeurd is. Wel kreeg deze oplossingsmethode voor het optellen van opeenvolgende gehele getallen de naam somformule van Gauss.
- Op het eerste tentamen dat hij organiseerde, slaagde maar één student: *August Ferdinand Möbius*. Gauss stond later ook in voor de opleiding van wiskundigen zoals *Riemann*.
- Gauss was een rekenwonder. Toen hem, naar verluidt, gevraagd werd hoe hij de baan van Ceres met een dergelijke nauwkeurigheid had kunnen voorspellen, antwoordde hij, â??ik gebruikte logaritmen.â?• De vraagsteller wilde vervolgens weten hoe hij zoveel getallen in de tabellen zo snel had kunnen opzoeken. â??Opzoeken?â?• antwoordde Gauss: â??Wie moet ze opzoeken? Ik bereken ze in mijn hoofd.â??

¹ Het **binomium van Newton** is een wiskundige formule waarmee de macht van de som van twee grootheden kan worden uitgedrukt in een som van termen waarin de machten van de grootheden afzonderlijk voorkomen.

Dit zijn de uitwerkingen voor $n = 2$, $n = 3$ en $n = 4$:

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

$$(x + y)^3 = x^3 + 3x^2y + 3xy^2 + y^3$$

$$(x + y)^4 = x^4 + 4x^3y + 6x^2y^2 + 4xy^3 + y^4$$

² Het **rekenkundig gemiddelde** of **aritmetisch gemiddelde** is de som van een aantal getallen gedeeld door het aantal getallen.

Het **meetkundig gemiddelde** of **geometrisch gemiddelde** van n getallen wordt verkregen door de getallen met elkaar te vermenigvuldigen en vervolgens van het product de n -de-machtswortel te nemen.

³ De **kleinstekwadratenmethode** is een rekenmethode om bij een gegeven verzameling punten in het vlak de best passende curve te bepalen. De methode dankt zijn naam kleinste kwadraten aan het daarbij gehanteerde criterium voor best passen, waarbij de mate van passen wordt afgemeten aan het totaal van de kwadratische afwijkingen (meestal in verticale zin) van de curve.

⁴ Hun samenwerking werd door Daniel Kehlmann verteld in zijn roman *Het meten van de wereld* (een vertaling uit het Duits (*Die Vermessung der Welt*, 1975)). Dit knap gecomponeerde boek moet het toch vooral hebben van de grote tegenstellingen tussen de beide, wat zonderlinge hoofdpersonen. Alexander von Humboldt, van adellijke afkomst, kosmopoliet en humanist, trok erop uit om in de wildernis van Zuid-Amerika en de oneindige steppen van Rusland de geheimen van de natuur te ontraadselen. Zijn grote passie was meten, met het doel de nog onbekende delen van de wereld zo nauwkeurig mogelijk in kaart te brengen.

Carl Friedrich Gauss kwam niet veel verder dan Braunschweig en Göttingen. Aan reizen had hij een hekel. Wetenschap was voor hem vooral nadenken, je hersens gebruiken. Gauss had voldoende aan een blad papier, een schrijftafel en een telescoop om de sterren te bekijken. De grote wijde wereld was hem vreemd. Toen hij in een krant een eerste reisverslag van Humboldt onder ogen kreeg, was volgens Kehlmann zijn reactie: «Wat een man, indrukwekkend! Maar onzinnig ook, alsof de waarheid ergens anders te vinden was en niet hier. Alsof je voor jezelf kon weglopen.»



Dat deze zeer verschillende geleerden elkaar in 1828 in Berlijn hebben ontmoet bij een congres van natuurkundigen is een feit. Wat Kehlmann van deze ontmoeting heeft gemaakt is ietwat fictief. De logeerpартij van Gauss bij Humboldt thuis behoort tot de meest geslaagde hoofdstukken. Twee wat knorrige heren, die elkaars wetenschappelijke ontdekkingen betwistten, maar die elkaar toch ook hielpen en op de een of andere manier waardeerden. Hun wetenschappelijke terreinen kwamen ook steeds nader tot elkaar. Beiden bestudeerden de sterren en het aardmagnetisme. Maar moest je daarvoor wel zo ver reizen?

Datum aangemaakt

2024/01/16

default watermark