

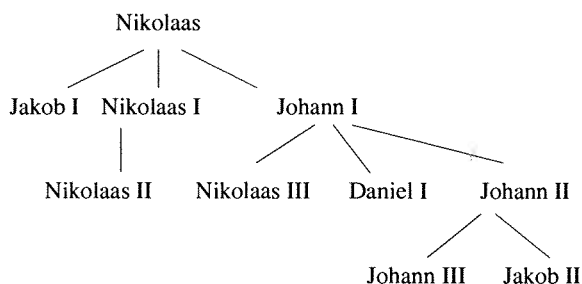
1995 – Johann Bernoulli jaar

D.L. de Haan

Freudenthal instituut, Universiteit Utrecht

Vanwaar deze titel? Wie in april jl. het 31ste Nederlands Mathematisch Congres in Groningen bezocht heeft is hier inmiddels van op de hoogte: het is precies 300 jaar geleden dat Johann Bernoulli benoemd werd tot hoogleraar in de Wiskunde aan de Rijksuniversiteit Groningen. Ter gelegenheid van dit Bernoulli jaar wordt er op 15 juli 1995 ook een boek¹ uitgebracht. Wat was er boeiend aan deze man, wat maakte hem belangrijk voor de wiskunde? In dit artikel wordt een tipje van de sluier opgelicht, aan de hand van passages uit het bovengenoemde boek. Daarnaast wordt aangegeven hoe u Bernoulli in uw onderwijs kunt gebruiken.

De familie Bernoulli



Ongetwijfeld bent u de naam Bernoulli wel eens tegengekomen in uw vakliteratuur.

Om u maar direct weer op het goede been te zetten: Johann is *niet* de Bernoulli van de *Wet van Bernoulli*², die wordt toegepast bij allerlei stromingsverschijnselen, zoals de stroming van lucht langs een vliegtuigvleugel. Deze wet is toegeschreven aan zijn zoon Daniël.

Hij is ook *niet* de Bernoulli van het *Bernoulli-experiment*³, waarmee u kunt uitrekenen hoe groot de kans is dat u precies 25 keer een 6 gooit, als u 100 keer met een zuivere dobbelsteen gooit. Dit experiment staat op naam van zijn broer Jakob. Johann is wel verantwoordelijk voor o.a. de *Reeks van Bernoulli*⁴, de *Bernoulli barometer* en de *Regel van l'Hôpital*. Afkomstig uit Antwerpen, vestigde een tak van de Bernoulli's zich in 1622 in Bazel. Op dat moment kruidenhandelaars, maar bin-

nen een paar generaties omgevormd tot een wetenschapsfamilie, voornamelijk op het gebied van de wiskunde, natuurkunde en astrologie.

De eersten en belangrijkste onder hen waren ongetwijfeld de broers Jakob en Johann.

De start

1667. D. 17. iuly st. v. Samstags $\frac{1}{4}$ nach 11 uhren vor mittag in dem zeichen der Fischen, bin ich Johannes Bernoulli allhier zu Basel an das liecht dieser welt gebohren und also die zahl der sündler, denen Gott gnädig seyn wolle, vermehrt.

Mein vatter ist gewesen herr Nicolaus Bernoulli deß großen rahts und stattgerichts wie auch beysitzer an der rechenkammer; ein sohn herrn Jacobi Bernoulli und fraw Mariae Freyin.

Meine mutter war Fraw Margaretha Schönawerin, eine tochter herrn Emanuels Schönawers und Fraw Gertrud Herwagins.

17 juli, c.q. 6 augustus 1667 als men de Gregoriaanse kalender⁵ hanteert, wordt Johann Bernoulli geboren, als tiende kind, als derde die in leven blijft.

Zijn vader bestemt hem voor voor de handel. Hij stuurt hem op z'n vijftiende in opleiding in Neuchâtel, maar Johann is liever wetenschappelijk bezig. Tegen wil en dank laat zijn vader hem op zijn zestiende naar de universiteit gaan. Na zijn propedeuse gaat hij op zijn achttiende medicijnen studeren; ondertussen krijgt hij privé-les in de wiskunde van zijn twaalf jaar oudere broer Jakob, die autodidact is op dit gebied:

In minder dan twee jaar had ik me niet alleen vertrouwd gemaakt met bijna alle klassieke auteurs die over de Wiskunde geschreven hebben, maar ook met de moderne, zoals de *Géométrie* van Descartes en zijn Algebra met de commentaren daarop.

Leibniz artikel

In 1687, Johann is dan twintig jaar oud, ontdekken beide broers in de *Acta Eruditorum* van 1684 een zeer obscuur artikel van Leibniz: *Nova methodus de maximis et minimis*. Deze nieuwe methode was de differentiaalrekening.

Het artikel was zo duister en onbegrijpelijk, dat Jakob in december 1687 een brief aan Leibniz stuurt, waarin hij hem om opheldering vraagt omtrent de betekenis van dit stuk. Deze brief wordt in september 1690 door Leibniz gelezen (hij was lang op reis geweest naar Italië), en hij schrijft terug. Inmiddels hadden de broers echter op eigen kracht de betekenis van het artikel al doorgrond. Johann verwoordt het zo:

Na deze inleidende stappen stuitte mijn broer en ik door een onvoorzien toeval samen op een klein geschrift van de Heer Leibniz, opgenomen in de Leipziger Acta van 1684. Daarin geeft hij in niet meer dan 5 of 6 bladzijden een zeer oppervlakkig idee van de Differentiaalrekening, hetgeen eerder een raadsel dan een uiteenzetting inhield. Maar wij hadden er voldoende aan om in enkele dagen het geheim te doorgronden, getuige het aantal stukken dat we vervolgens op het terrein van de oneindig kleine grootheden publiceerden.

...in enkele dagen... is dus ietwat overtrokken. De beide broers hadden zich niet alleen de inhoud van dit artikel eigen gemaakt; ook Leibniz publicatie in de *Acta Eruditorum* van 1686, waarin hij de integraalrekening introduceerde, hadden ze inmiddels bestudeerd. De naam integraal is bedacht door Johann en werd voor het eerst wereldkundig gemaakt in de *Acta Eruditorum* van 1690.

Verspreider van de nieuwe leer

Eind 1690 heeft Johann de *Nova Methodus* onder de knie. Zelf schreef hij hierover in 1735:

1690, d. 19 7bris

Intussen heb ik mij op de *wiskunde* toegelegd, waartoe ik een vreemde hartstocht bij mezelf bespeur. Dit ging me niet slecht af, vooral omdat ik daarin door goddelijke bijstand grondige *fundamenten* heb gelegd, zoals ik dat in later tijd door verscheidene uitvindingen en proeven van bekwaamheid aan de dag heb gelegd. Deze zijn destijds door de geleerde *mathematici* (misschien meer dan ik verdiende) gewaardeerd. De eerste daarvan was in de *Acta Eruditorum* van juni 1691 te zien en bevatte mijn oplossing tot het openbaar gestelde probleem over de kettinglijn, dat toen behalve door mij door niemand anders was opgelost dan door de heren Leibniz en Huygens, nadat eerder Jacobus Bernoulli, mijn broer zaliger, zich lange tijd tevergeefs met het vinden van de oplossing had gekweld en vermoeid. Wat weliswaar niet betekent dat ik van zijn wetenschappelijke kwaliteiten iets wil afdoen, of dat ik mezelf wil ophemelen, want ik ken mijn zwakheid en de gave van God, die de *talenten* uitdeelt, aan wie en in welke mate hij wil.

Deze oplossing van het probleem van de kettinglijn (de vorm van een aan twee uiteinden opgehangen ketting, die door zijn eigen gewicht gekromd wordt)⁶, plaatst Johann Bernoulli in één klap op gelijke hoogte met Huygens en Leibniz. En tegelijkertijd bóven zijn broer, vindt Johann, getuige een brief aan zijn vriend Pierre de Montmort, 28 jaar later, in 1718:

De pogingen van mijn broer waren zonder succes. Wat mij betreft, ik had meer geluk, want ik had de slimheid (ik zeg het zonder erover op te scheppen, waarom zou ik de waar-

heid verzwijgen?) om het compleet op te lossen en het te herleiden tot de rectificatie van de parabool. Weliswaar kostte het denkwerk me een hele nacht rust, en dat was toen nogal wat, gezien mijn geringe aantal jaren en de weinige training die ik erin had. Maar de volgende dag haastte ik me vol vreugde naar mijn broer, die nog op ellendige wijze worstelde met die Gordiaanse knoop zonder een stap vooruit te komen. Hij vermoedde, net als Galilei, dat de kettinglijn een parabool was. Stop, stop, zei ik hem, kwel jezelf niet langer met de pogingen de overeenkomst tussen de kettinglijn en de parabool aan te tonen, daar waar die er niet is. De ene komt van pas bij het construeren van de andere, maar het zijn twee krommen die even verschillend zijn als een algebraïsche en een transcendente kromme maar kunnen zijn.

Door de kettinglijn gaat de broederlijke vriendschap langzamerhand over in rivaliteit.

Nu Johann de *Nova Methodus* onder de knie heeft, wil hij ook graag anderen in de leer inwijden. In Bazel kan hij op het gebied van de wiskunde geen werk vinden. Daarom vertrekt hij in december 1690 naar Genève. Hij maakt daar veel contacten.

In deze periode correspondeert hij veel met Jakob. De broers schrijven voornamelijk over wetenschappelijke onderwerpen. Dit betreft vooral problemen op het raakvlak van wis- en natuurkunde: het berekenen van slingermiddelpunten, reeksen, ballistiek en de vorm van een zeil waar de wind in staat (de 'zeilkromme').

Jakob stelt op een gegeven moment zijn broer voor het probleem van de differentiaalvergelijking van de zeilkromme. Johann ontdekt begin 1692 dat de zeilkromme en de kettinglijn identiek zijn en deelt dit per brief aan Jakob mee. Tegelijkertijd zendt hij een artikel van twee pagina's naar het *Journal des Sçavans*, met de titel 'Solution du Problème de la Courbe que fait une Voile', waarin hij over Jakob zegt dat deze het probleem gesteld had, maar het zelf niet kon oplossen. Jakob had echter een oplossing naar de *Acta Eruditorum* gestuurd, die vlak na Johanns artikel gepubliceerd werd. Dit artikel was grondiger en algemener. Johann dacht echter dat zijn brief de basis was geweest voor dat laatste artikel, zonder dat Jakob daar melding van maakte.

Van rivalen worden de broers langzamerhand vijanden.

Eind 1691 laat Johann merken belangstelling te hebben voor de vacante leerstoel wiskunde in Groningen, getuige zijn brief van 9 oktober 1691 aan Jakob:

Ik zou dolblij zijn om de baan in Groningen te krijgen, ik verzoek u niet op te houden er aan te werken, ik zal u er duizend maal voor danken, u kunt zeker beloven dat ze met mij niet slecht af zullen zijn, en dat ik me er even goed van zal kwijten als een ander.

Blijkbaar werd Jakob, die Groningen in 1681 bezocht had, geraadpleegd over de bezetting van de betreffende leerstoel.



Johann Bernoulli 1667-1748

Johann Bernoulli in Parijs

November 1691 vetrekt Johann via Lyon naar Parijs. Hij beschrijft dit in zijn autobiografie van 1735 als volgt:

Nadat ik me iets minder dan een jaar in Genève opgehouden had, ben ik in de maand november van 1691 in Godsnaam met de trekschuit naar Lyon en van daar deels over water, deels over land naar Parijs gereisd en daar goed aangekomen.

In deze wereldberoemde stad heb ik me bij veel beroemde en geleerde lieden, maar vooral bij de filosofen en wiskundigen een niet geringe reputatie verworven, in het bijzonder bij de alom hooggeachte en voortreffelijke Heer Markies de l'Hospital (die stamt uit een zeer oud en doorluchtig geslacht). Hoewel hij in de gewone meetkunde met zeer grote kennis begiftigd was en daarin destijds van alle Franse wiskundigen het best thuis was, had hij toch zo'n hoge dunk van mij, dat hij zich er niet voor geschaamd heeft om les van mij te krijgen en zich te onderwerpen aan mijn onderwijs in de diepere wiskunde, zowel in onze differentiaalrekening als in de integraalrekening (die op dat moment in Frankrijk nog totaal onbekend was, tot ik die als eerste daarheen gevoerd en *en vogue* gebracht heb).

Direct na zijn aankomst had hij Pater Malebranche opgezocht, die wekelijkse bijeenkomsten hield met de Geleerde Kring van Parijs. Bernoulli liet hem zijn constructie van de kettinglijn zien, Malebranche was erg onder de indruk en nodigde hem uit voor zijn salon. L'Hospital was een trouw bezoeker van de salon en raakte in gesprek met

Bernoulli over de kettinglijn. Bernoulli liet hem een staaltje zien van de kracht van de differentiaalrekening door een probleem binnen luttele seconden op te lossen waarover L'Hospital veel langer deed (doordat hij werkte op een veel omslachtiger manier, die gebaseerd was op de methode voor maxima en minima van Fermat). Vervolgens nodigde L'Hospital hem uit om vier keer per week hem thuis te onderwijzen in de nieuwe analyse. Zo geschiedde. Johann gaf hem les en overhandigde daarbij een tekst op schrift, waarvan hij een kopie voor zichzelf hield. Deze kopieën zijn voor een deel (namelijk het stuk over integraalrekening) bewaard gebleven.

Als L'Hospital eind juli 1692 naar zijn buiten in Ouques vertrekt, neemt hij Bernoulli mee en het onderwijs gaat door. Eind oktober gaan ze weer terug naar Parijs. Bernoulli blijft dan nog enige weken in de stad, alwaar hij vriendschap sluit met de wis- en natuurkundige Varignon. In november 1692 keert Johann naar Bazel terug. Het contact met L'Hospital gaat in een lange serie brieven verder en is van groot belang geweest voor het verdere leven van Bernoulli.

L'Hospital

Guillaume-François-Antoine de l'Hospital werd geboren in 1661. Zijn vader had een hoge rang in het leger en ook voor de jonge markies was een militaire carrière voorbestemd. Maar op zeer jonge leeftijd krijgt hij een meetkundeboek in handen en is vanaf dat moment voor de charme van de wetenschap gevallen. Op vijftienjarige leeftijd lost hij al een door Pascal gesteld vraagstuk over de cycloïde op. Als militaire bezigheden een beroep doen op zijn tijd, zet hij in het geheim zijn studie voort. Hij brengt het in het leger tot de rang van ritmeester, maar dan dwingt ernstige bijziendheid hem om de dienst te verlaten. Vanaf dat moment wijdt hij een deel van het familievermogen en bijna al zijn tijd aan zijn liefhebberij. Hij leest *Recherche de la Verité* en zoekt vervolgens de auteur ervan op: Pater Malebranche. Al spoedig behoort hij tot de vriendenkring van de beroemde filosoof en mathematicus, die de jonge edelman raad geeft bij zijn studies. L'Hospital ontwikkelt zijn wiskundige kennis door zelfstudie en weet zich, door de lessen van Johann, de nieuwe calculus eigen te maken. Hij schrijft een aantal artikelen waarin hij problemen met de nieuwe methode te lijf gaat en hij publiceert in 1696 een boek, *Analyse des infiniments petits*. Dit is het eerste leerboek over differentiaalrekening: hiermee heeft L'Hospital zich een plaats in de geschiedenis van de wiskunde verworven. In 1704 overlijdt de Markies.

Bernoulli beweert in vertrouwelijke brieven aan Leibniz en andere vrienden dat een groot deel van L'Hospital's roem hem toebehoort. Hij zegt dat het hele boek *Analyse des infiniments petits*, op drie of vier bladzijden na, hem toekomt. Het zijn allemaal lessen die hij L'Hospital gegeven heeft en die deze in het Frans vertaald heeft, vanuit het Latijn.

Het bewijsmateriaal waarop hij zich beroept, namelijk de kopieën van de lessen en de brieven van L'Hospital, worden echter niet openbaar gemaakt. Dat is ook niet zo verwonderlijk als we kijken in welk kader Bernoulli deze regel heeft medegedeeld aan L'Hospital: Bernoulli krijgt een jaarlijks salaris van 300 livres van L'Hospital; in ruil daarvoor verlangt de Markies:

1. dat Bernoulli aan alle wiskundige onderwerpen werkt, die hij hem voorlegt
2. dat Bernoulli al zijn ontdekkingen aan hem en alleen aan hem meedeelt
3. dat Bernoulli noch aan Varignon, noch aan iemand anders een kopie van de aan de markies verschaft geschriften geeft.

Bernoulli stemt met deze voorwaarden in. Hij is sinds een paar maanden verloofd met de Bazelse burgemeestersdochter Dorothea Falkner, maar hij heeft helemaal geen geld. Contracten waarin het eerste en laatste punt genoemd stonden, kwamen wel vaker voor; met punt 2. verkoopt Johann zijn ziel.

Pas in 1922 is vast komen te staan dat grote delen van de *Analyse* inderdaad van Bernoulli stammen. In de universiteitsbibliotheek van Basel werden toen kopieën gevonden van Bernoulli's aantekeningen over differentiaalrekening. In deze aantekeningen is heel duidelijk de opbouw van de *Analyse* te herkennen.

Bernoulli's aantekeningen zijn beknopter en enkele fouten die er in staan zijn in de *Analyse* verbeterd, maar het raamwerk van de *Analyse* is bij Bernoulli al heel duidelijk aanwezig.

Bernoulli naar Groningen

In het voorjaar van 1694 trouwt Johann met Dorothea. Op 6 februari 1695 wordt hun eerste kind geboren: Nicolaas.

Zoals al eerder genoemd wist Johann al in 1691 dat er in Groningen aan de universiteit geen wiskunde meer gegeven werd. In 1695 wordt Bernoulli door tussenkomst van Huygens en L'Hospital gepolst. Op 10 juni 1695 geeft L'Hospital in een brief aan Johann een overzicht van de ontwikkelingen die door Christiaan Huygens in gang waren gezet: 'Voici l'histoire de la chaire de mathematique d'Hollande'. Hij beweert aan Huygens geschreven te hebben dat het alweer lang geleden is dat er een of andere leerstoel in de wiskunde beschikbaar kwam, en of Huygens hem in dat geval wil waarschuwen, zodat hij voor Johann bestemd kan worden. Huygens reageert inderdaad positief, volgens de Markies, en vraagt of Bernoulli nog steeds wil, waarop de Markies hem vraagt hoeveel het verdient en in welke stad het is. Huygens antwoordt dan dat het salaris 1200 gulden is en dat de stad Groningen is. Sindsdien heeft de Markies niets meer van Huygens vernomen, maar deze zal het waarschijnlijk doorgegeven hebben aan de Curatoren van de Groningse Universiteit, omdat Johann dan inmiddels zelf brieven uit Groningen heeft ontvangen.

Aldus het overzicht van de ontwikkelingen volgens L'Hospital.

Waarschijnlijk stelt hij zijn eigen rol wat mooier voor dan hij was, omdat het lijkt dat Huygens zelf het initiatief genomen heeft om, via L'Hospital, Bernoulli voor de vacature in Groningen te polsen.

Dit speelde zich allemaal af toen Huygens al zeer ziek was (hij overleed op 8 juli 1695). Een aantal brieven in die periode is vermoedelijk verloren gegaan.

Bernoulli had nog wel wat opmerkingen en vragen bij de aangeboden leerstoel in een brief aan L'Hospital:

U zult dus wel de goedheid hebben om mij de omstandigheden en de bijzonderheden rond die leerstoel mede te delen, en om mij te laten weten in welke stad in Holland het is, waarover u in uw eerste brief heeft gesproken, (...), en vooral of men in mij persoonlijk geïnteresseerd is. (...) Ik verzoek u mij als vriend te zeggen of het jaarsalaris voldoende zal zijn om fatsoenlijk van rond te kunnen komen, want men zegt mij: het leven in Holland is zeer duur, vooral in deze tijd van oorlog.

Al spoedig neemt de theoloog Braun, de Rector Magnificus van de universiteit van Groningen, contact op met Johann. Hij polst Johann op 13 april 1695 in een brief waarin hij het jaarsalaris noemt (1000 tot 1200 gulden, afgezien van mogelijke neveninkomsten uit promoties en privé-colleges), en waarin hij schrijft:

Ik kan het niet achterwege laten om nog toe te voegen dat deze stad wegens haar omvang, Adel en rijkdom zeer vermaard is. (...) De levensmiddelen zijn hier niet zo duur als in andere plaatsen in de Verenigde Provinciën en misschien niet eens duurder dan in Zwitserland zelf.

Na dit eerste contact volgen onderhandelingen, waarna uiteindelijk op 16 juli een officiële uitnodiging volgt. Het salaris wordt 1250 gulden; verder biedt hij Bernoulli aan dat hij bij hem kan logeren zolang hij zelf geen woonruimte heeft. 'En als uw vrouw eens wist', aldus Braun, 'hoe oprecht en gelukkig het leven in Groningen is, dan zou zij zonder aarzelen met u de reis aanvaarden'. Dat doet ze inderdaad, 'na honderd keer haar woord gegeven te hebben en honderd keer weer teruggenomen te hebben, geheel volgens de gebruikelijke onstandvastigheid van deze sekse', aldus Bernoulli aan Braun, halverwege juli 1695.

Bernoulli aanvaardt de benoeming en gaat op reis:

De 1ste september 1695 [11 september n.s.] ben ik met vrouw en kind samen met een dienstmeisje onder Gods hoede op reis gegaan. We zijn met een Zwitsers, een Frans en een Duits (...) paspoort per koets in Frankfurt aangekomen, en onderweg midden door het Duitse leger heenge trokken. Vanuit Frankfurt zijn we over water tot Amsterdam gereisd, behalve het stuk van Nijmegen naar Utrecht dat we per koets gedaan hebben. Van Amsterdam verder over de Zuiderzee tot Wonnen [Zwolle] en van daar via de kanalen uiteindelijk in goede welstand in Groningen aangekomen. Deze lastige reis met zijn diverse gevaren hebben we dus door Gods genadige bijstand goed doorstaan.

Al met al heeft de reis van Zwitserland naar Nederland een dikke vijftig dagen geduurd!

Bernoulli logeert met zijn gezin een paar weken bij Braun en betreft op 24 november 1695 een huurhuis aan de Oude Boteringstraat 16. Twee weken hierna houdt Johann in de Academiekerk zijn inaugurele rede over de *Lof der Wiskunde*. Het eerste college vindt plaats op 22 december 1695.

De tien Groningse jaren zijn begonnen.

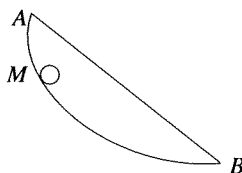
Bernoulli in Groningen

In Groningen kreeg Bernoulli ruzie met theologen. Tijdens een disputatie beweerde hij terloops 'dat je niet hetzelfde lichaam hebt als een jaar geleden': volgens de Italiaanse geleerde Sanctorius (1561-1636) at een mens per dag ongeveer acht pond; veel hiervan verliet op natuurlijke wijze het lichaam, maar een klein gedeelte werd omgezet in nieuwe lichaamsdeeltjes die de oude vervingen. Bernoulli had vervolgens uitgerekend dat na ongeveer tien jaar slechts 2% van het oorspronkelijke lichaam over was. Dit was natuurlijk in forse tegenspraak met het idee van de Wederopstanding, volgens welke alle mensen voorafgaand aan het Laatste Oordeel uit de dood zouden verrijzen in de toestand waarin God ze ooit geschapen had.

Deze terloopse opmerking van Bernoulli had tot gevolg dat hij van ketterij werd beschuldigd. Hij voelde zich zwaar beledigd en deed op hoge toon zijn beklag bij de curatoren. De vete duurde vervolgens nog vier jaar.

In dezelfde tijd lanceerde Johann het brachystochroonprobleem in de wetenschappelijke wereld, in juni 1696, in de *Acta Eruditorum*:

Als in een verticaal vlak twee punten *A* en *B* gegeven zijn, moet men voor het beweegbare punt *M* een baan *AMB* aanwijzen, waarlangs het, van *A* komend, door zijn eigen gewicht in zo kort mogelijke tijd (= brachystochroon) bij *B* aankomt.



Hierbij merkt hij nog op dat de rechte lijn *AB* wel de kortste weg is tussen *A* en *B*, maar niet in de kortste tijd doorlopen wordt.

De oplossing van dit probleem is de cycloïde, de curve die het ventiel van een fietswiel beschrijft als je aan het fietsen bent. Dat betekent dat als punt *B* ver van *A* verwijderd is in vergelijking met de hoogte, dat het beweegbare punt *M* dus eerst omlaag en vervolgens weer omhoog moet gaan om op de snelste manier bij *B* te komen.

Het brachystochroonprobleem is erg belangrijk geweest voor de ontwikkeling van de analyse en is alleen opgelost door Johann, Jakob, Leibniz en Newton, ieder op zijn eigen manier.

Het heeft tevens voer geleverd voor het conflict tussen Jakob en Johann, dat in die tijd tot een hoogtepunt kwam.

Het einde

Na tien jaar Groningen gaat Bernoulli in 1705, onder druk van zijn schoonfamilie die kleinkinderen en dochter misten, terug naar Bazel. Net voor hun vertrek overlijdt Jakob. Johann volgt Jakob op als professor in de wiskunde in Bazel. Hij krijgt Euler als leerling, die hem later zal overstijgen. Hij ruziet nog (flink!) wat met verschillende wiskundigen (zo raakt hij onder andere betrokken bij het geschil tussen Newton en Leibniz over de vraag wie het eerst de infinitesimaalrekening ontdekt had). Hij wordt benoemd tot lid van Royal Academy in Londen, het Instituut van Bologna en de Keizerlijke Academie van St. Petersburg (hij was al lid van de Koninklijke Academies van Parijs en Berlijn). Na de dood van Leibniz (1716) en Newton (1727) is Johann Bernoulli de leidende wiskundige in Europa.

Hij overlijdt op Nieuwjaarsdag 1748, op 81-jarige leeftijd.

Tentoonstelling

Een klein tipje van de sluier is opgelicht, dankzij het boek dat ter gelegenheid van het Bernoulli jaar uitkomt. Voor een ieder die in de geschiedenis van de wiskunde geïnteresseerd is, voor een ieder die in Bernoulli geïnteresseerd is, voor een ieder die in Groningen geïnteresseerd is en voor een ieder die van een goed verhaal houdt, is dit boek echt een aanrader.

Daarnaast wordt het onderwijs bij de Bernoulli-herdenking niet vergeten. Het Universiteitsmuseum in Groningen heeft namelijk, in samenwerking met de vakgroep Wiskunde van de Rijksuniversiteit Groningen, een tentoonstelling aan de familie Bernoulli gewijd, onder de titel

Een complexe familie

Bernoulli & Zn.

In wiskunde en natuurkunde sinds 1695

Er is voor leerlingen (en voor iedereen die 'nooit te oud is om te leren') van alles te zien en te doen. In de rubriek 'te zien' vallen boeken en tijdschriften (onder meer de eerste publikatie over differentiaalrekening uit 1684, met daarin de allereerste gedrukte dx uit de geschiedenis van de wiskunde), voorwerpen (bijvoorbeeld de vacuümpomp, die Bernoulli in 1698 in Leiden kocht, en waarmee hij in Groningen opschudding veroorzaakte door er in de Academiekerk mee te experimenteren); verder een houten model uit de achttiende eeuw om te demonstreren dat de cycloïde een snellere glijbaan tussen twee punten oplevert dan de rechte lijn, portretten (met als topstuk een olieverfportret van Johann B.), archiefstukken (zoals een schriftelijke berisping van een aantal studenten die met elkaar op de vuist waren gegaan omdat een van hen Bernoulli een 'schelm' genoemd had, maar ook het Groningse collegerooster voor de cursus 1697-1698) en nog

veel meer. Te doen zijn allerlei experimenten die aansluiten bij het werk van Johann, Jakob en Daniel Bernoulli. Er staat een enorme cycloïde met elektronische tijdwaarneming, er zijn (aansluitend bij Daniels *Hydrodynamica* uit 1738) proefjes over stromingsverschijnselen: het douchegordijn, de schoorsteen met slechte trek, de vliegtuigvleugel, en er zijn verschillende opstellingen over weddenschappen rond de vraag of een weddenschap nu wel of niet iets zou opleveren ontstond, mede dankzij Jakob B., de kansrekening. Dit alles is gericht op leerlingen vanaf 4 HAVO/VWO, individueel of klassikaal, hoewel bij de opening bleek dat ook kleuters en gepensioneerden zeer door de proefjes gefascineerd werden. Bij de tentoonstelling stelt het Universiteitsmuseum tegen betaling van de verzendkosten een lesbrief ter beschikking. Deze heeft A2-formaat, met aan de ene kant het affiche van de tentoonstelling en aan de andere kant informatie over de Bernoulli's en een serie opgaven waarmee een bezoek aan de tentoonstelling voorbereid kan worden.

Plaats: Universiteitsmuseum, Zwanestraat 33, 9712 CK Groningen

Periode: 3 juni t/m 29 oktober 1995

Open: di t/m za 12-16 uur, zo 13-16 uur

Toegang: f 2,50, gratis voor MJK en kinderen tot 12 jr.

Informatie, afspraken voor rondleidingen, aanvragen lesbrief: 050-635562 (Brigitte Hekker)

Met dank aan Jan van Maanen.

Noten

[1] Maanen, J.A. van (red.) (1995). *Een complexe grootheid. Leven en werk van Johann Bernoulli (1667-*

1748). Utrecht, Epsilon Uitgaven, 39.

ISBN 90 50410 405.

[2] Deze wet uit de stromingsleer luidt als volgt:

$$\left(p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 \right) + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

waarbij p_i de druk en v_i de snelheid in de i -de doorsnede van een horizontaal liggende buis is, waardoor een vloeistof met dichtheid ρ stationair stroomt.

[3] Kansexperiment met kans p op succes en kans $1-p$ op mislukking. Bij n maal herhalen van het experiment is de kans op k successen, $P(X=k)$, gegeven door de binomiale verdeling:

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

$$[4] \int_0^x y dx = xy - \frac{x^2}{2!} y' + \frac{x^3}{3!} y'' - \dots$$

publiceerde Johann Bernoulli in de *Acta Eruditorum* van 1694. In het gebruik bleek de Taylor-reeks, die met de bovenstaande reeks equivalent is, praktischer. Daarom is de reeks van Bernoulli altijd in de schaduw van de Taylor-reeks gebleven.

[5] Op last van paus Gregorius XIII was in 1582 een kalenderhervorming ingevoerd, zodat een kalenderjaar beter overeenkwam met de tijd dat de aarde om de zon draait. Hierbij werden tien dagen overgeslagen.

[6] Als het eigen gewicht van de ketting verwaarloosd kan worden, ontstaat een parabool; omdat echter met het eigen gewicht rekening gehouden moet worden, luidt de vergelijking van de kettinglijn $y = a \cosh(x/a)$. Zie ook Hans Steur, *Levende wiskunde*. Educa-boek, 1980.

Vakantiecursus 1995 - Kegelsneden en Kwadratische vormen

Het Centrum voor Wiskunde en Informatica organiseert weer de jaarlijkse vakantiecursus. Het thema is *Kegelsneden en Kwadratische vormen*. De cursus wordt gehouden te Eindhoven op 17 en 18 augustus en Amsterdam op 1 en 2 september. Het programma is:

Eerste dag

- J.P. Hogendijk: De 'Kegelsneden' van Apollonius van Perga
- A.W. Grotendorst: De 'Kegelsneden' bij Johan de Witt
- J.M. Aarts: Kwadrieken, van dimensie twee en hoger
- A.G. van Asch: Kwadratische vormen en metriek

Tweede dag

- P. Steenhage: Roosters en Kwadratische vormen
- C.W.A.M. van Overveld: 'Gedeelde Vreugde is dubbele Vreugde', of: krommen voortgebracht door recursieve procedures

Computerdemonstraties

- F. van der Blij: Sommen van Kwadraten

Deelnamekosten f 75,- exclusief maaltijden.

Voor nadere inlichtingen en toezending van de uitgebreide brochure kunt u contact opnemen met:

Mw. M. Bruné, Centrum voor Wiskunde en Informatica, Postbus 94079, 1090 GB Amsterdam, tel. 020-5924058.