

# De symmetrie van de oceaancirculatie

(bij het afscheidssymposium voor Sjef Zimmerman, door Wim Verkley, KNMI)

Het was waarschijnlijk in de zomer van 1981 dat ik voor het eerst de naam ‘Sjef Zimmerman’ hoorde. Ik was student natuurkunde aan de Vrije Universiteit in Amsterdam en bezig met meteorologisch veldwerk op Texel. Met mijn begeleiders Hans Vugts en Fred Cannemeijer bewoonde ik tijdelijk een bungalow in logeercomplex ‘De Potvis’ vlakbij het NIOZ. De naam viel in een gesprek tussen de heren Vugts en Cannemeijer over hun aanstaande bezoek aan professor Zimmerman.

Ik heb me nog lang afgevraagd hoe professor Zimmerman eruit zou zien. Daar kwam ik achter toen ik op het KNMI promotieonderzoek deed. Ik deelde een kamer met Theo Opsteegh en was getuige van verschillende gesprekken tussen Sjef en Theo, vaak over het promotiewerk van Huib de Swart. Eén zo’n gesprek had een licht absurdistisch karakter. Onwillekeurig meeluisterend vroeg ik me af waarom dit gesprek zo moeizaam verliep, maar realiseerde me plotseling dat Sjef en Theo ieder een andere persoon in gedachten hadden terwijl ze meenden over dezelfde persoon te spreken. Het feit dat het tamelijk lang duurde voordat dit tot de gesprekspartners doordrong, verleende Sjef, en met terugwerkende kracht ook Theo, het aureool van echte professoren. Sjef en Theo zijn beide overigens voortreffelijke sprekers en wat Sjef betreft werd me dat duidelijk tijdens de promotieplechtigheid van Huib de Swart. In zijn hoedanigheid als promotor en afstudeerbegeleider sprak Sjef bij die gelegenheid de laudatio uit. Zo te zien uit het hoofd, want ik zag geen papier, gaf hij een zeer fraai overzicht van Huib’s leven en werk tot dan toe, zonder een enkele hapering. Ik was zeer onder de indruk.

In de loop van de tijd leerde ik Sjef beter kennen. Hij toonde interesse in mijn werk en gaf er blijk van goed te begrijpen waarmee ik bezig was. Tegen het einde van mijn werk op het KNMI nodigde Sjef mij uit om eens langs te komen op het NIOZ om te praten over een onderzoeksvorstel voor een postdoc. Samen met Leo Maas en Huib de Swart had hij onderzoek gedaan naar de symmetrie-eigenschappen van de wind-gedreven oceaancirculatie. Vooral de limiet waarbij de aandrijving en de dissipatie tegelijk naar nul gaan, had zijn interesse en dit sloot mooi aan bij het werk dat ik had gedaan op het KNMI. Het voorstel werd goedgekeurd door NWO en tegen de tijd dat ik naar een andere baan moest uitzien, zou ik op basis van dit voorstel bij het NIOZ verder kunnen gaan. Dit zou ik zonder meer hebben gedaan als er daarnaast niet de mogelijkheid was om voor een aantal jaren naar Imperial College in Londen te gaan en daar met John Marshall te werken aan vergelijkbare onderwerpen. De keuze was moeilijk omdat Sjef veel tijd had gestoken in de formulering van het voorstel en het ook op mijn persoon was geschreven. Anderzijds zou ik in Londen buitenlandse ervaring opdoen en die overweging telde ook zwaar. Het werd tenslotte Londen. Na daar ongeveer twee jaar te hebben gewerkt en ik opnieuw moest uitkijken naar een passend vervolg, bleek Sjef’s postdocpositie nog beschikbaar te zijn.

Er volgde, vanaf begin 1991, een bijzondere tijd op het door Sjef enigszins verontschuldigd omschreven ‘excentrisch gelegen’ NIOZ op het eiland Texel, mij nog wel bekend van het veldwerk. Ik kon wonen in eenzelfde soort bungalow als waar ik tijdens mijn veldwerk in logeerde. Niet veel eerder waren Theo Gerkema en Ramses van der Toorn op het NIOZ aan hun promotiewerk begonnen, samen met nog enkele andere jonge onderzoekers. Theo en Ramses werkten in een kamer die grensde aan mijn werkvertrek en mede daardoor had ik veel contact met hen tijdens de koffie, lunch en andere gelegenheden. In onze gesprekken, waar ook Sjef en Leo aan deelnamen, werden fundamentele problemen niet geschuwd en wetenschappelijke autoriteiten niet gespaard. Ik kon het allemaal zeer waarderen. Het postdocvoorstel liet ondertussen veel mogelijkheden voor eigen inbreng en Sjef gaf me alle ruimte om het probleem op mijn eigen manier aan te pakken. Na ongeveer een jaar (helaas onderbroken door een paar maanden ziekte) had zich een aanpak uitgekristalliseerd. Tegen die tijd diende zich echter ook een meer bestendige positie op het KNMI aan. Dit was opnieuw een moeilijk moment want het werk was nog niet af. Ik waardeer het van Sjef dat hij begrip had voor mijn beslissing om hierop in te gaan en prijs me gelukkig met het feit dat ik, dankzij Theo Opsteegh, op het KNMI met dit werk kon verdergaan. Er brak een tijd aan van intensieve correspondentie met Sjef, via brieven, e-mails en de telefoon. En ook bezoeken over en weer, met als resultaat een artikel in het *Journal of Fluid Mechanics*, verschenen in 1995.

Het aspect van de windgedreven oceaancirculatie waar we ons op concentreerden was de symmetrie van het stromingspatroon en we gebruikten daarom een cirkelvormig stromingsdomein, een wat ongebruikelijke keuze. De windaandrijving was ruimtelijk constant zodat de enige factor die de symmetrie kon verbreken het beta-effect is, de variatie van de Coriolisparameter met de breedtegraad. De mate waarin de symmetrie uiteindelijk wordt verbroken is afhankelijk van de sterkte van de aandrijving en de dissipatie; met de methode die Sjef had geïntroduceerd, kon dit allemaal heel precies worden geanalyseerd. Hoewel niet zonder kritische ondertoon werd dit door de referees van het artikel erkend. Eén van hen verwoordde het aldus: ‘The authors are very thorough in their treatment and have perhaps squeezed out all of the content that remained in the barotropic model of wind driven ocean circulation. It’s an admirable mathematical *tour de force* based on two power series expansions with results given for low-order approximations and for fifty or more terms in the series’. Aan die vijftig orden in de reeksontwikkeling denk ik nog wel eens terug, met name aan het moment dat ik Sjef opbelde om hem te vertellen dat ik tot vijftig orden was gegaan. Sjef deed tot dusverre alles met de hand en het schrijfwerk is dan bij drie of vier orden in de reeksontwikkeling al bijna niet meer te overzien. Mijn mededeling dat ik tot vijftig was gegaan, kwam dus als een grote schok, waar Sjef pas van herstelde toen ik er aan toevoegde dat het computerberekeningen waren met een Fortran programma. Later heeft Sjef zich ook flink van de computer bediend door Mathematica in te zetten bij zijn analytische berekeningen.

Ik denk met veel plezier aan dit onderzoek terug. Vanuit wiskundig perspectief vind ik het erg mooi dat de reeksontwikkeling van Sjef op natuurlijke wijze leidt tot functies waarmee ieder veld in een cirkelvormig domein kan worden gerepresen-

teerd. Door de betreffende functies te orthogonaliseren, krijg je een verzameling basisfuncties waarmee je zelfs een numeriek spectraal model van vloeistofstroming in een cirkelvormig domein kunt construeren. Een dergelijk model kwam van pas bij het onderzoek van Rubén Pasmarter en Hanna Brands op het KNMI. Ik heb over de formulering van dit model een artikel geschreven dat in 1997 verscheen in het *Journal of Computational Physics*. Door een publicatie in 2011 van Boyd en Yu in hetzelfde tijdschrift realiseerde ik mij dat de betreffende basisfuncties ook bekend staan als Zernike polynomen, ontwikkeld door Frits Zernike bij het beschrijven van afwijkingen van lenzen in optische systemen. In de nieuwste versie (editie 31) van Zwillinger's handboek *Standard Mathematical Tables and Formulae* worden ze expliciet vermeld. Boyd en Yu buigen zich over de vraag welke basisfuncties het meest geschikt zijn voor het numeriek oplossen van allerlei problemen in een cirkeldomein; de Zernike polynomen blijken in veel gevallen een optimale keuze.

Symmetrie is een fundamenteel begrip in de natuurkunde en Sjef heeft eraan bijgedragen dat het zijn weg heeft gevonden in de geofysische stromingsleer. Niet alleen in de misschien wat abstracte context van het door ons bestudeerde wind-gedreven oceancirculatieprobleem, maar ook in de algemene circulatie van oceaan en atmosfeer. Zo hanteerde hij het begrip symmetrie en symmetriebreking in zijn college klimaatfysica op het IMAU, welk college ik heb gevolgd in 2001. Sjef bouwde een beeld op van de algemene atmosferische circulatie door stap voor stap symmetrie-verbrekende factoren te introduceren. Ik vond dit heel verhelderend en heb het later gebruikt in enkele voordrachten over de algemene circulatie van de atmosfeer in het kader van de Introductie cursus Klimaat op het KNMI.

Van een geheimzinnige, mij onbekende, naam is Sjef Zimmerman in de loop van de tijd een zeer gewaardeerde collega geworden. Sjef heeft veel voor mij betekend, niet alleen door zijn voorbeeld als gedreven en kritisch wetenschapper maar ook door zijn begrip en hulp bij het nemen van belangrijke beslissingen in mijn loopbaan. Ik ben Sjef ook erkentelijk voor zijn betrokkenheid bij de promoties van Eduard Neven in 1993 en van Maarten Ambaum in 1997 waarbij ik, in mijn rol als begeleider, zijn adviezen zeer heb gewaardeerd. Ik hoop dat Sjef in de meteorologie, de oceanografie en de klimaatfysica op zijn eigen wijze werkzaam zal blijven en dat hij, ook in deze nieuwe levensfase, over de belangrijke problemen in deze vakgebieden zal blijven nadenken.