

Dynamische wiskunde voor de dynamiek in de oceaan

In september naar Cambridge, in oktober naar China, in november langs een aantal instituten in Amerika en in december naar New Orleans, de agenda van Henk Dijkstra is goed gevuld. Als klimaatexpert onderhoudt hij intensieve contacten met collega's over de hele wereld. En eens per jaar gaat hij met een meetschip de oceaan op; genoeg avontuur?



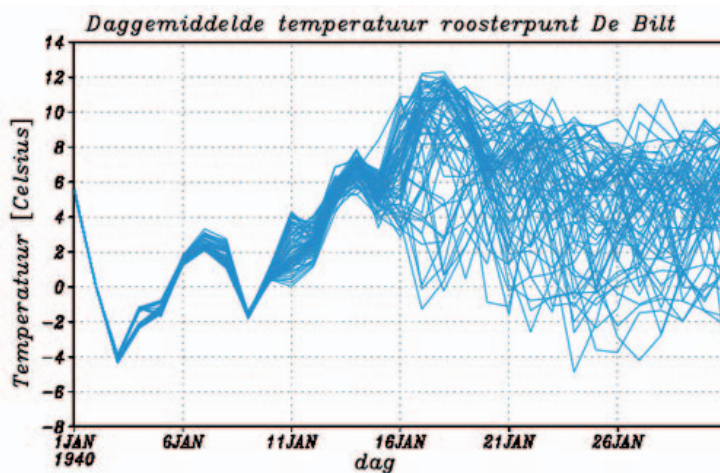
Henk Dijkstra is hoogleraar Dynamische Oceanografie aan het IMAU, het Instituut voor Marien en Atmosferisch Onderzoek, onderdeel van de Universiteit Utrecht. "Ik heb wiskunde gestudeerd in Groningen," vertelt Dijkstra. "Mijn beslissing om van zuivere wiskunde over te stappen op toegepaste wiskunde en in het bijzonder stromingsleer, was een gouden greep. Stromingsleer kom je namelijk overal tegen." Dat 'overal' blijkt een zeer ruim begrip.

Onderzoek in Spacelab

Al met zijn promotieonderzoek ging Dijkstra (figuurlijk) de ruimte in. "Ik werkte mee aan de wiskundige modellen voor een experiment dat door Wubbo Ockels in het Spacelab is uitgevoerd. Dat ging over de stroming van vloeistoffen nabij gas-vloeistof-grensvlakken. In een glas drank zoals port of jenever kun je zien hoe de vloeistof aan de rand eerst omhoog stroomt en zich daarna in een soort druppelvorm aan de wand hecht. Deze eigenschap kun je gebruiken om tijdens overdrachtsprocessen het vloeistofoppervlak zo groot mogelijk te maken. Een experiment in de ruimte was een ideale gelegenheid om de effecten van oppervlaktespanning op deze stromingen te onderzoeken."

Na nog twee jaar onderzoek aan vloeistoffen in de ruimte aan de Cornell University in de staat New York (VS), werd het tijd voor iets anders vond Dijkstra. Hij solliciteerde op een vacature voor fysisch oceanograaf aan de Universiteit Utrecht. "Ik wist niets van oceanen af," vertelt Dijkstra, "maar mijn achtergrond in stromingsleer en wiskunde gaven de doorslag." Die oceanen zijn inmiddels bekend terrein. Op het IMAU bestudeert Dijkstra hoe de circulatie in oceanen bijdraagt aan veranderingen in ons klimaat. Om dit te beschrijven, heeft hij een koppeling gemaakt tussen oceanografie en wiskundige dynamische systemen. Veel klimaatfenomenen hebben namelijk een dynamisch gedrag. "De temperatuur van het zeewater in de Noord-Atlantische Oceaan bijvoorbeeld, vertoont een oscillatie van ongeveer vijftig jaar," aldus Dijkstra. "Op het ogenblik zitten we in een warme periode. Dit interfereert met de temperatuurverandering door de toenemende hoeveelheid CO₂ in onze atmosfeer. Om het effect daarvan in te kunnen schatten, proberen we de fysische mechanismen van de natuurlijke oscillatie te doorgronden: waarom een periode van vijftig jaar, hoe groot is de amplitude?"

Voor precieze voorspellingen van dit soort fenomenen moet er nog heel wat werk worden verzet. Dijkstra: "Je hebt kennis nodig van het totale systeem en dat gaat nu nog te ver. Niemand weet wat er precies gaat gebeuren. Een kleine verandering kan zich op meerdere manieren ontwikkelen en grote gevolgen hebben, zoiets als de spreekwoordelijke vlinder die zijn vleugels uitslaat op een berg in Japan en uiteindelijk een orkaan veroorzaakt ver over de oceaan."



De temperatuurontwikkeling in Nederland in januari 1940 zoals 64x gesimuleerd met een klimaatmodel. Bij iedere simulatie is de beginconditie een heel klein beetje gevarieerd.

*"It is not just butterflies,
even talking about the weather will change the weather..."*
C. Leith.

► Lees verder op volgende pagina.

De huidige klimaatmodellen kunnen al veel aan. De klimaat-effecten van de uitbarsting van de Pinatubo – in juni 1991 op de Filippijnen – worden door de meeste modellen goed gerepresenteerd. “Zoals de atmosfeer is ook de oceaan een chaotisch systeem dat gerelateerd is aan fractale eigenschappen van de natuur”, vertelt Dijkstra. “De resultaten van klimaatmodellen hangen af van de lengte van de ‘meetlat’ die je gebruikt. Voor nauwkeuriger berekeningen moet je het maatbegrip steeds veranderen.” Fractals worden steeds vaker gebruikt voor het beschrijven van de natuur. Bekende voorbeelden van fractals zijn de Mandelbrot- en de Juliaverzameling.

Rollend schip

Hoewel Dijkstra expert is op klimaatgebied, draait hij ook mee in andere projecten. “De theorie voor dynamische systemen is een algemeen raamwerk waarmee je zo van onderwerp kunt switchen”, licht hij toe.

Hot topic bij Dijkstra en zijn collega's is op dit moment de verandering van de hoeveelheid plankton in de oceaan. Door de opwarming van de aarde verandert de verticale dichtheidsstructuur van het oceaanwater. Dit verandert de turbulente bewegingen in het water en vormt mogelijk een bedreiging voor het fytoplankton, een belangrijke zuurstofproducent die tot vijftig meter onder het zeeoppervlak leeft. Wetenschappers willen weten hoe de turbulente menging zich op langere termijn zal ontwikkelen. Om gegevens te verzamelen vertrekt Dijkstra een keer per jaar met een team naar de Atlantische Oceaan om op een aantal strategische plaatsen fytoplankton te verzamelen en turbulentie te meten. “Het zijn leuke expedities, maar lastige metingen,” vertelt Dijkstra. “Vanaf een rollend schip moet je een apparaat (van ongeveer een meter doorsnede) te water laten en op de gewenste diepte zien te krijgen. Ergens tussen de tien en honderd meter is mooi maar daarboven is te ondiep. Bovendien mag het touw aan de meetsonde niet in de schroeven komen, want anders heb je een boze kapitein.”



De tewaterlating van een meetsonde vanaf het meetschip de Pelagia van het Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ).

Daarna volgt een hoop ‘datagedoe’ zoals Dijkstra het noemt. Je moet tussen alle metingen die signalen eruit halen die iets zeggen over effecten en gevolgen, zoals welke turbulente beweging verantwoordelijk is voor het transport van de voor fytoplankton noodzakelijke nutriënten.

Compliment

Het leukste aspect aan zijn werk echter vindt Dijkstra het omgaan met studenten. Hij begeleidt afstudeerders en promovendi en verzorgde bijvoorbeeld van 2005-2008 het college mechanica voor alle 2e-jaar fysicastudenten, zo'n honderd per jaar. “Mijn ervaring met deze studenten is heel positief”, vertelt Dijkstra. “Ze hebben weliswaar minder wiskundebagage, maar pakken het wel snel op. Wat mij opvalt, is dat vooral hun werkhouding enorm is verbeterd ten opzichte van een jaar of vijf geleden. Het werkt om tijdens het college beurten te geven en er ontstaan interessante discussies. En zo te zien zet deze trend zich nog voort.” Kunt u zich een mooier compliment wensen?

Op www.scholieren.com/werkstukken/20785 vindt u een aardige praktische opdracht over fractals in de natuur.