

Het opstellen van betrouwbare weersverwachtingen zit vol met wiskundige uitdagingen. Chaos temmen is daarvan de meest fundamentele.

Hoeveel beter kan de weers- verwachting nog worden?

Een vlinder die in Brazilië met zijn vleugels klapwiekt, kan maanden later een tornado in Texas veroorzaken. Dat was de krachtige metafoer die de Amerikaanse wiskundige en meteoroloog Edward Lorenz in 1961 gebruikte voor een fundamentele eigenschap van weersmodellen: een kleine verandering in de beginvoorwaarden kan na verloop van tijd tot een totaal andere uitkomst leiden. Soms duurt dat een maand, soms een week en soms zelfs maar een dag. Dit effect heet het 'vlindereffect'. Meer in het algemeen staat het vlindereffect model voor het verschijnsel chaos: een systeem dat wiskundig exact bepaald is volgens een algoritme, kan toch een schijnbare wanorde of chaos opleveren.

Lorenz was ook de eerste die onderzocht wat de voorspelbaarheidshorizon van het weer is: de termijn waarop de weersverwachting zo onzeker is geworden dat hij onbruikbaar is. Lorenz schatte de voorspelbaarheidshorizon op twee weken. "Die schatting is vrij goed gebleken", zegt wiskundige Jan Barkmeijer,

clusterleider modellen bij het weeronderzoek van het KNMI. "Door het fenomeen chaos zal het moeilijk worden om voorbij die twee weken te komen."

Toch is de weersverwachting in de afgelopen decennia sterk verbeterd. Barkmeijer: "In de afgelopen twee decennia is de weersverwachting met een dag per decennium verbeterd. Twintig jaar geleden konden we het weer gemiddeld gesproken vijf dagen vooruit goed voorspellen. Nu zitten we op zeven dagen vooruit."

Kansmodellen

Wereldwijde weersmodellen doen berekeningen op een blokjesrooster dat denkbeeldig over de aarde wordt gelegd. Horizontaal meten die blokjes zestien bij zestien kilometer; in de

hoogte tussen tientallen en honderden meters. Lokale weermodellen voor Nederland rekenen met nog kleinere blokjes, want hoe kleiner de blokjes, hoe gedetailleerder de modellering het weer. “Voor een tweedaagse weersverwachting laten we ons model achttmaal per dag draaien op onze eigen supercomputer”, zegt Barkmeijer. “De weersverwachting kunnen we dan telkens up-to-date brengen met nieuwe meetgegevens. Het optimaal combineren van onze modellen met nieuwe meetgegevens is een wiskundige kunst op zich.”

Nu zijn de beginwaarden van bijvoorbeeld temperatuur, druk en windsnelheid natuurlijk nooit perfect bekend. Daarnaast is een weermodel nog steeds een vereenvoudiging van het echte weer. Om te kijken hoe de weersverwachting verandert wanneer de beginwaarden en de modellen een beetje worden verstoord, laten sommige instituten weermodellen vijftig maal met iets andere beginvoorwaarden en iets andere modellen rekenen. “Typisch zien we dan dat die vijftig modelvoorspellingen in de loop van dagen steeds meer uit elkaar gaan lopen totdat de verschillen op een termijn van twee weken niet meer groter worden”, zegt Barkmeijer. Het KNMI ontvangt tweemaal per dag dit soort ensemble- of kansmodellen van het Europees Centrum voor Weersverwachtingen op Middellange Termijn (ECMWF), gevestigd in Engeland.

Toen in oktober 2012 op de Caribische Zee een orkaan ontstond, was de grote vraag natuurlijk welke route de orkaan zou volgen. De Amerikanen vroegen zich af of de orkaan na Jamaica en de

Bahama's ook over de VS zou trekken. Een deel van de ensemblemodellen zei van wel, een ander deel zei van niet. “Dat was al acht dagen van tevoren”, zegt Barkmeijer. “Maar elke dag gaf een groter deel van het ensemble aan dat de orkaan ook bij de VS aan land zou komen. Die informatie is cruciaal om zo vroeg mogelijk evacuatieplannen aan te kondigen. Hierin zien we de grote rol van ensemblemodellen.”

Elfstedentocht voorspellen

Zowel de weersobservaties, als de natuurkundige en wiskundige kanten van de weermodellen bieden nog voldoende ruimte voor verbetering. Daarnaast neemt de computerrekenkracht nog steeds toe, waardoor de weermodellen op een steeds gedetailleerder rooster kunnen rekenen. Maar dat we een Elfstedentocht drie maanden van te voren kunnen voorspellen, zoals sommige elk jaar wel weer beweren, is echt onzin, zegt Barkmeijer. “Qua weer is Europa een vrij instabiel gebied, waardoor seizoensverwachtingen hier niet bruikbaar zijn.”

In Europa lijkt een voorspelbaarheidshorizon van twee weken de limiet te zijn, maar ook binnen die periode van veertien dagen valt nog heel wat winst te boeken. Barkmeijer: “Als ik kijk welke wetenschappelijke ontwikkelingen nog in de pijplijn zitten, dan verwacht ik dat we de weersverwachting nog wel met een dag kunnen verbeteren. Een kwalitatief goede verwachting voor over acht dagen moet mogelijk zijn.”

Pluimmodel: verschillende weersvoorspellingen binnen een ensemble gaan in de loop van de tijd steeds meer uit elkaar lopen totdat de verschillen op een termijn van twee weken niet meer groter worden. Op de verticale as staat de temperatuur in graden Celsius. Bron: ECMWF

