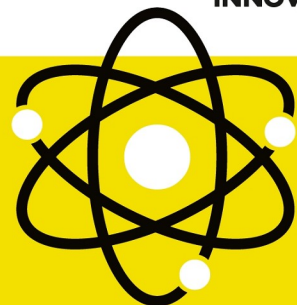


INNOVATIE & STRATEGIE



**SUPER
SCIENCE**

BERT ZWART

DE MEESTE MENSEN KUNNEN MAAR MOEILIK OMGAAN MET ONZEKERHEDEN IN WETENSCHAPPELIJKE ANALYSES, ZOALS DIE WORDEN GEBRUIKT OM VIRUSVERSPREIDING IN TE DAMMEN. "DE TOEKOMST KUN JE NIET VOORSPELLEN", ZEGT BERT ZWART, GROEPSLEIDER STOCHASTICS AAN HET CENTRUM WISKUNDE & INFORMATICA EN HOOGLERAAR AAN DE TU EINDHOVEN. "MAAR JE KUNT DIE ANALYSES WEL INZETTEN OM ROBUUSTERE SYSTEMEN TE BOUWEN."

door Thijs Doorenbosch beeld Marike van Pagée

DE PANDEMIE TE LIJF MET WISKUNDE

Toekomst voor resultaten uit het verleden

Beluister ook de podcast met **Bert Zwart**



<https://bit.ly/3FZZsTh>

ZINVOLLE UITSPRAKEN DOEN OVER HOE DE TOEKOMST GAAT VERLOPEN IS HEEL LASTIG, maar wel een veel gekoesterde wens. Gegevens en ervaringen uit het verleden bieden in veel gevallen best een aardig beeld van de nabije toekomst. Maar het gaat fout bij onverwachte gebeurtenissen -denk aan een coronacrisis- of bij ontwikkelingen op lange termijn - denk aan de stijging van de zeespiegel of aan extreme regenval.

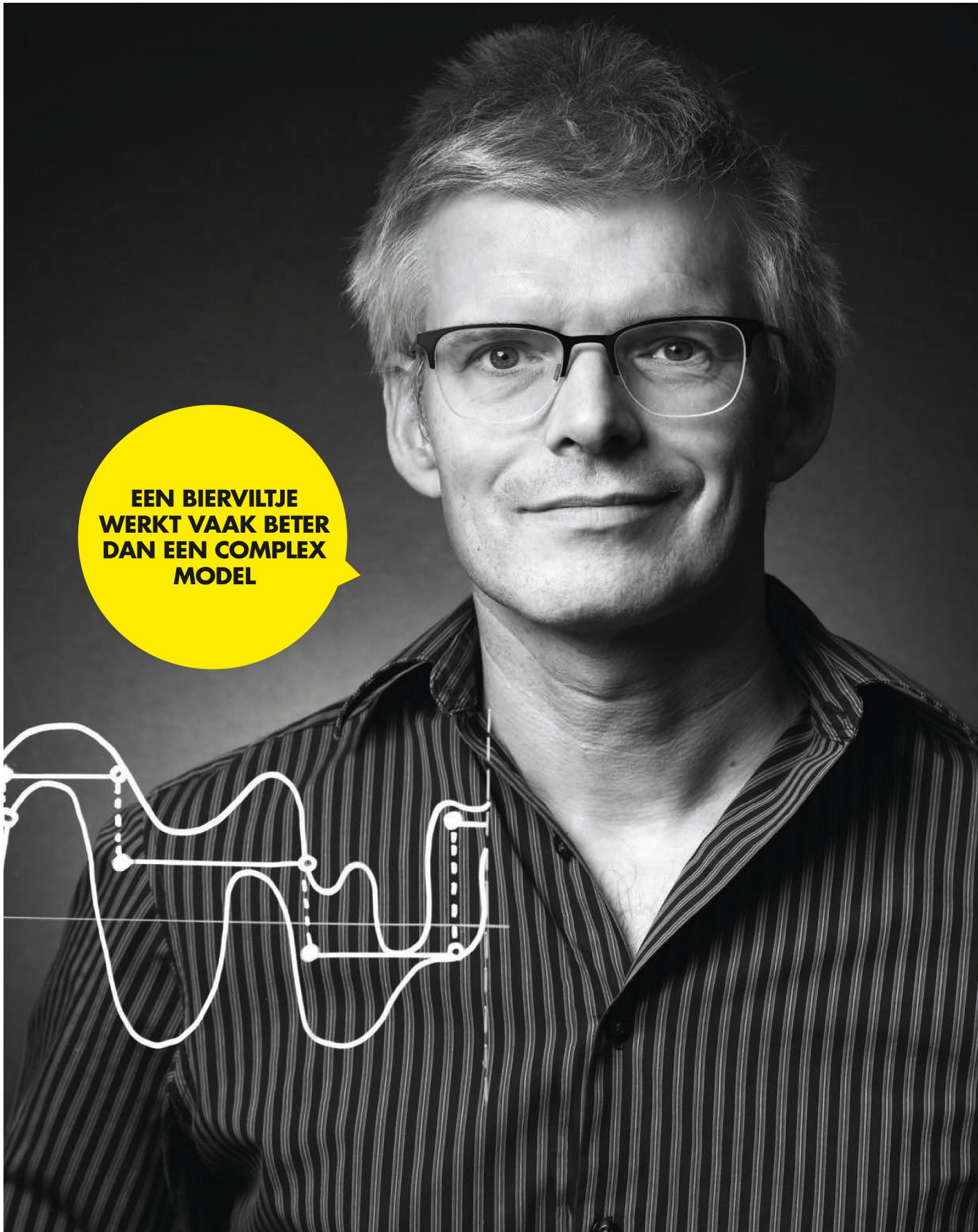


VERLEDEN

Bert Zwart heeft voldoende voorbeelden uit het recente verleden waarbij hij zich flink druk maakte over de interpretatie van onzekerheden. "In het begin van de coronapandemie heb ik me echt

verbaasd over hoe politici over prognoses communiceren. Ik weet hoe onbetrouwbaar sommige modellen zijn. Je moet in dat soort situaties snel kunnen reageren als het mis gaat. Bij de coronapandemie lukt dat niet. Het is een niet te controleren proces, omdat er vertraging in zit. Tussen besmet raken en een opname op de intensive care gaan drie weken voorbij. Bovendien is hier sprake van een combinatie van veel onzekerheden én exponentiële groei. Je krijgt dan gigantische betrouwbaarheidsintervallen. In het algemeen begrijpen politici, op een uitzondering als Pieter Omtzigt na, niet hoe je met modelonzekerheid om moet gaan."

Een ander voorbeeld waarover Zwart zich verbaasde, was kritiek van een oud-Kamerlid dat de verbouw van het Binnenhof veel duurder uitviel dan geraamd op basis van modellen.



**EEN BIERVILTJE
WERKT VAAK BETER
DAN EEN COMPLEX
MODEL**

INNOVATIE & STRATEGIE

“Hadden we maar voor die andere optie gekozen, was zijn opvatting. Maar de projectkosten lopen op door een onverwachte stijging van de materiaalkosten. Dat was ook bij de andere optie gebeurd. Je moet er bij onzekerheden altijd rekening mee houden dat schattingen onbetrouwbaar zijn. Het gaat erom dat je modellen zo robuust zijn, dat je achteraf toch kan zeggen dat je de juiste beslissingen hebt genomen.”

HEDEN

Om onverwachte gebeurtenissen beter het hoofd te kunnen bieden, zijn back-upplannen bedacht. Hoe die eruit zien, hangt sterk af van de dynamiek van het betreffende systeem. Neem de energiemarkt. Nu er meer elektriciteit wordt opgewekt met wind en zon, is er meer dynamiek en onzekerheid in het systeem. In Nederland kunnen energiebedrijven bijspringen met conventionele centrales. Heel soms lukt dat niet. Dan kan er aan Frankrijk worden gevraagd om meer kernenergie te leveren. Bij sommige systemen moet de back-up al zijn ingeregeld, zodat die in een reflex kan worden geactiveerd. “Bij een blikseminslag kun je niet eerst een outbreak management team bij elkaar roepen”, grapt Zwart. Dan moet automatisch de stroom onderbroken worden, waarna herstelplannen in werking treden. “Maar bijvoorbeeld voor de hoogte van dijken heb je geen back-upplan. Gaat het mis, dan krijg je echt overstromingen. Om die te voorkomen zijn strategische beslissingen nodig.” Als voorbeeld noemt Zwart de problemen in de jaren negentig met wateroverlast in de Betuwe. “Daar zijn allerlei maatregelen uit voortgekomen. Onlangs waren er weer grote problemen in België en Duitsland. In Nederland ging het wel net goed, afgezien van Valkenburg” Met modellen op basis van historische gegevens is het best mogelijk iets zeggen

Je moet snel kunnen reageren als het misgaat

over de kans op wateroverlast bij bepaalde dijkhoogten, of buffering in watersystemen. Maar Zwart stelt dat dit soort theorieën inherent onbetrouwbaar zijn. De kracht van die analyses zit volgens hem in het feit dat ze laten zien waar de zwakke plekken in het systeem zitten. “Die ga je dan als eerste aanpakken. Overigens kun je met simpel model soms betere beslissingen nemen dan met een complex model. Bierviltjes zijn vaak heel nuttig om uit te vinden of iets haalbaar is. Ik zie zelf de theorie over extreme waarden als een aanvullende analyse om meer robuuste systemen te ontwikkelen.”

TOEKOMST

Bij het onderzoek naar extreme waarden bestuderen wetenschappers de mogelijke verdeling van de uiterste waarden in een verzameling. Doorgaans is een verzameling waarden weer te geven als een klokvormige curve. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen klokvormen met ‘dunne’ staarten en die met ‘dikke staarten’. Een voorbeeld van een ‘dunne staart’ is een histogram van de lengte van mensen. “Een groot deel van de mensen valt in de categorie tussen de 1,65 - 1,90 meter. Daarbuiten daalt de curve heel hard.” Een ‘dikke staart’ zie je bij de verdeling van inkomens: “Stel een willekeurig persoon verdient salaris van meer dan 100.000 euro. De kans dat zo iemand 2 ton verdient, is dan bijvoorbeeld 10

procent. Kijk je naar een willekeurig persoon die meer dan een miljoen verdient dan is de kans dat diegene 2 miljoen per jaar verdient nog steeds ongeveer zo groot.”

De theorie van de dunne staarten bestaat al sinds het einde van 19e eeuw, want die was belangrijk voor begrip van moleculaire natuurkundige systemen. De wiskunde voor dikke staarten bestaat echter veel minder lang. Zwart: “Een van mijn missies is om de theorie van de dikke staarten op eenzelfde niveau van volwassenheid te brengen. De afgelopen vijf jaar hebben we er behoorlijke stappen mee gemaakt, waar ik een Vici-prijs voor heb gekregen.” De Vici-prijs van 1,5 miljoen euro wordt jaarlijks door NWO uitgereikt aan 33 vooraanstaande wetenschappers om hun eigen onderzoekslijn te ontwikkelen.

Zwart gebruikt vooral energienetwerken als model. “Als de vraag naar elektriciteit in Amsterdam A is en in Rotterdam B, en de ene centrale wekt X megawatt op en een centrale elders Y megawatt. Wat zijn dan de stromen over de energienetwerken en de bijbehorende voltages? Die wiskundige vergelijkingen zijn ontzettend moeilijk te beschrijven. Ze zijn niet lineair en er zijn veilige en niet-veilige oplossingen. Voor onderzoek moet je dan uitwijken naar hogere dimensies. Ik vergelijk het maar met een lichaams-scan. Bij een doorsnede op 50 cm hoogte zie je twee rondjes [de benen, -red.] die moeilijk met elkaar in verband te brengen zijn. Op 1,2 meter ziet de doorsnede er heel anders uit. Maar ga je van de doorsnede naar het gehele beeld, is het verband wel duidelijk.”

Zwart: “Er zijn nog veel nog veel zaken in die theorie voor dikke staarten die wel intuïtief zijn in te vullen, maar wiskundig nog niet netjes bewezen zijn. Soms kost dat een paar jaar. En dan blijkt ook wel eens dat je met je intuïtie toch fout zat! Dat vind ik interessant. Het levert wel artikelen op die heel lastig te lezen zijn voor de meeste mensen.” 