

JAARGANG 32 - NR. 1 - MAART 2023

# METEOROLOGICA



**AFSCHEID  
GERARD VAN DER STEENHOVEN  
ALS HOOFDDIRECTEUR KNMI**



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Milieu

## Werken bij het KNMI: the best place to be voor onderzoekers!

Het weer is grillig, de bodem beweegt en het klimaat verandert. Voor onze veiligheid en welvaart moeten we weten welke risico's en kansen dit oplevert. En: hoe we ons het beste kunnen voorbereiden. Die kennis heeft het **Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)** in huis als het nationale kennis- en datacentrum voor weer, klimaat, oceanografie en seismologie. Betrouwbaar, onafhankelijk en gericht op wat Nederland nodig heeft. Voor een veilig Nederland dat voorbereid is op de invloed van weer, klimaat en aardbevingen.

### Voorbereiden, waarschuwen en adviseren

In ons dichtbevolkte land van water, wind en dijken leven we al eeuwenlang met de elementen. Nu de aarde opwarmt, de zeespiegel stijgt en extreem weer vaker voorkomt, groeit de kans dat het weer ons onaangenaam verrast. De weerkamer van het KNMI staat 24/7 paraat om Nederlanders te waarschuwen als er gevaarlijk of extreem weer dreigt. Tijdig, gericht en met oog voor de impact van het verwachte weer.

### Evalueren, onderzoek en wetenschap

Na elke gebeurtenis maken we de balans op. We plaatsen incidenten in een bredere context. We willen ervan leren en nieuwe kennis opdoen. Zodat we risico's preciezer kunnen bepalen en onze kwaliteit als kennisinstituut kunnen waarborgen. Uniek aan het KNMI is de koppeling tussen operationeel en wetenschap. Praktijkervaringen kunnen meteen wetenschappelijk onderzocht worden. Kennis kan direct ingezet worden ten behoeve van de operationele diensten van het KNMI.

### Uniek onderzoek bij het KNMI

In de R&D vakgroepen van het KNMI wordt gewerkt aan verbetering van het waarnemingsysteem en van de modellen. Unieke expertise ligt op het gebied van satellietmetingen van de atmosferische samenstelling. Het KNMI heeft de wetenschappelijke leiding over het TROPOMI satelliet-instrument dat in 2017 succesvol is gelanceerd. TROPOMI is de opvolger van OMI, en brengt de mondiale luchtkwaliteit in kaart. Ook wordt gewerkt aan innovatieve metingen met kleine sensoren op de grond. Op het gebied van modellering wordt gewerkt aan het HARMONIE hoge-resolutie model.

### Werken bij het KNMI?

Voor onze R&D vakgroepen zoeken we regelmatig onderzoekers, zowel OIO's als post-doc's, die een bijdrage willen leveren aan ons internationaal hoog gewaardeerde onderzoek.

Kijk voor onze actuele vacatures op  
[www.werkenvoornederland.nl/knmi](http://www.werkenvoornederland.nl/knmi).



10



14



28



## VAN DE HOOFDREDACTEUR

Dit nummer staat in het teken van afscheid. Helaas ontviel ons op 12 januari jongstleden em. prof. dr. Will de Ruijter (zie de bijdrage van Henk Dijkstra en Huib de Swart op pagina 26). Als hoogleraar oceanografie stond Will aan de wieg van het Instituut voor Marien en Atmosferisch onderzoek Utrecht (IMAU). Als jonge PhD-student en post-doc was ik jarenlang zijn 'buurman' in de zuidwestgang van de zesde verdieping van het Buys Ballot Laboratorium (inmiddels Buys Ballot Gebouw). Will was altijd joviaal en vriendelijk, maar kon ook doortastend optreden als dat nodig was. Twee grote ogen achter dikke brillenglazen, een rossige baard en snor, Will was als een olijke maar stoere Viking. Hij was ook erg sportief, én fanatiek. Ik herinner me menig potje tennis, samen met Hans Oerlemans (even fanatiek overigens). Wills kennis van de oceanografie in al z'n facetten was veelomvattend, getuige zijn grote wetenschappelijke output (artikelen, PhD-studenten, internationale samenwerkingen). Ik denk met heel veel genoegen terug aan 'buurman' Will.

Iets minder drastisch (gelukkig) betreft het afscheid van Gerard van der Steenhoven als KNMI-hoofddirecteur (zie het interview met Gerard op pagina 4). In zijn negen jaar als hoofddirecteur heeft Gerard het KNMI 'omgevormd' tot een organisatie met een duidelijke missie die samengevat kan worden met de term Early Warning Centre (EWC). Door zijn gedrevenheid en goede relaties met Den Haag en Europa heeft Gerard – uiteraard samen met anderen – het KNMI onder de EWC-vlag weten uit te breiden en als gerenommeerd kennisinstituut voor weer, klimaat en seismologie een stevigere positie in de samenleving weten te geven. In het interview geeft Gerard onder meer aan hoe dit alles in zijn werk ging, en hoe hij over (soms stekelige) maatschappelijke kwesties denkt. Gerard blijft gelukkig actief betrokken bij het klimaatonderzoek middels het KIN (Klimaatonderzoek Initiatief Nederland).

Ik wens u veel leesplezier toe.

## INHOUDSOPGAVE

- 4 Interview met Gerard van der Steenhoven, scheidend hoofddirecteur KNMI**  
Redactie Meteorologica
- 10 Klimaatverandering en de opvoeding van kinderen en jongeren**  
Tom van Yperen
- 14 Gaat het morgen regenen? Weermodellen en volksweerkunde in de regenaafhankelijke landbouw van het 'Globale Zuiden'**  
Janina Fraas, Spyros Paparrizos, Arnold Moene
- 17 De NVBM-scriptieprijs 2023**  
Bestuur NVBM
- 18 Column – Atmosfeer-rivier**  
Huug van den Dool
- 20 Weermuziek – Muzikale wetenschappers**  
Harry Geurts
- 22 Oproep: nominaties voor Buys Ballot Medaille 2023**  
KNAW/KNMI
- 22 Stevensonhut in Aviodrome**  
Jan Hemink
- 23 Aankondiging NVBM spring symposium 2023 – Geo-engineering the climate**  
Bestuur NVBM
- 24 Column – De eerste grijze dag**  
Thom Zwagers
- 26 In memoriam – Wilhelmus (Will) P. M. de Ruijter (1 juni 1951 – 12 januari 2023)**  
Henk Dijkstra, Huib de Swart
- 28 Een nieuwe generatie Meteosat**  
Jan Fokke Meirink, Jos de Laat
- 30 Column – O<sub>2</sub>**  
Leo Kroon
- 31 NVBM Sponsors en Colofon**
- Advertenties**
  - 2 KNMI**
  - 9 CaTeC**
  - 13 IMAU – Universiteit Utrecht**
  - 19 Wittich en Visser**
  - 25 Wageningen Universiteit**
  - 32 Infoplaza**

## Voorkant

Prof. dr. Gerard van der Steenhoven (voormalig hoofddirecteur KNMI) op het KNMI-terrein.

# Interview met Gerard van der Steenhoven, scheidend hoofddirecteur KNMI

Redactie Meteorologica

**Prof. dr. Gerard van der Steenhoven is negen jaar hoofddirecteur (HD) geweest van het KNMI, en is recentelijk (1 februari 2023) opgevolgd door Maarten van Aalst. In die negen jaar heeft Gerard vanuit zijn unieke positie als HD uiteraard een schat aan ervaringen opgedaan in het “reilen en zeilen” van ons vakgebied. In onderstaand interview deelt hij zijn inzichten in een breed palet van onderwerpen.**

## **Wat is jouw boodschap aan de NVBM; waar moet zij zich volgens jou meer of minder op richten?**

Ik hecht veel waarde aan het bestaan van een beroepsvereniging als de NVBM. Meteorologen die in verschillende hoeken van de samenleving werkzaam zijn, komen elkaar hier tegen, en dat is belangrijk. Elkaar ontmoeten met een kopje koffie in de hand versterkt het gevoel samen de maatschappij een beetje veiliger te maken. De uitdaging voor de NVBM is zich breed te blijven opstellen: ook meteorologen die werkzaam zijn in de klimaat-, energie-, onderwijs- of IT-sector (en vaak niet fulltime met weerkunde bezig zijn) zou je graag blijven bedienen. Toen ik voorzitter was van de Nederlandse Natuurkundige Vereniging (2007 – 2013) hadden we een vereniging die gedomineerd werd door fysici die op de universiteit werkzaam waren, en hebben we veel in het werk gesteld om dat te verbreden. Uiteindelijk vergroot deze verbreding de betekenis van zo'n vereniging, en wordt het leuker om naar bijeenkomsten te gaan. Vergeet daarom ook niet mijn opvolger uit te nodigen lid te worden!

## **Heb je tijdens je jaren op het KNMI veranderingen gezien in de meteorologische dienstverlening (overheid, private sector), en zo ja, denk je dat we daarmee op de goede weg zijn?**

Ja, inhoudelijk zie je stapje voor stapje de kwaliteit van de dienstverlening toenemen. Het gaat langzaam (één

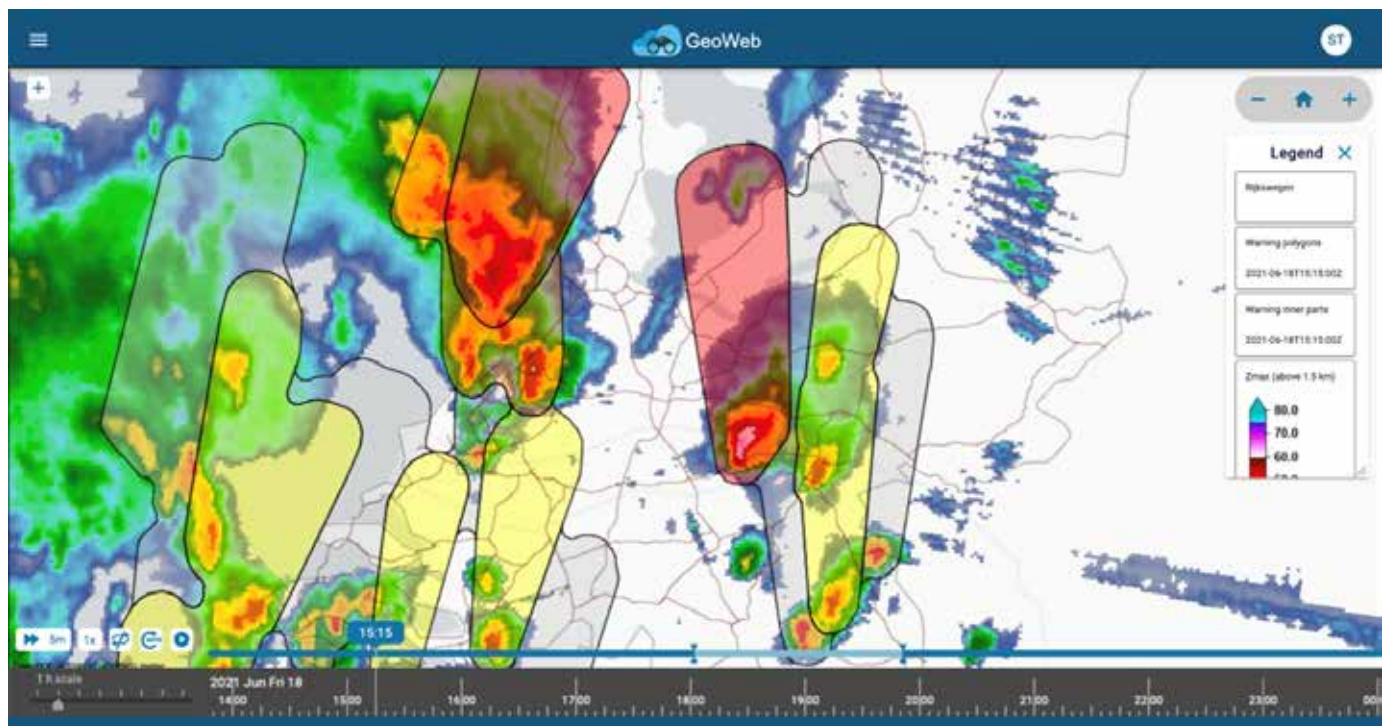
dag per decennium volgens het ECMWF), maar wel gestaag. De computers worden krachtiger, de satelliet-instrumenten nauwkeuriger en we weten beter hoe we met de samenleving moeten communiceren. Ik verwacht over een paar jaar, als al de huidige ontwikkelingen samenkomen, dat we – terugkijkend – een wezenlijke verbetering zullen zien ten opzichte van 10 jaar eerder. Denk daarbij alleen al aan het cell tracking concept dat in het kader van het Early Warning Centre (EWC) van het KNMI ontwikkeld wordt, waarmee we op sub-regionaal niveau waarschuwingen kunnen gaan afgeven.

Er is nog een tweede aspect aan deze vraag: de rol van de private sector. Ik hoop dat de private sector van al deze ontwikkelingen volledig kan gaan profiteren. Met de nieuwe modellen en data zullen ook zij in staat zijn om nieuwe producten en verbeterde verwachtingen te ontwikkelen. Eerlijk gezegd had ik negen jaar geleden meer verwacht van publiek-private samenwerking. Dat is slechts in een enkel geval gelukt, terwijl ik graag gezien zou hebben dat de grote R&D inspanningen van het KNMI de weerbedrijven meer ten goede zouden komen. Dat vereist echter een nauwere samenwerking dan nu gangbaar is.

**Kun je iets zeggen over het de rol van het KNMI in de maatschappij in de afgelopen jaren, en jouw rol daarin?**  
Vanaf het begin van mijn aanstelling heb ik er nadrukke-



Gerard op het KNMI-meetveld (foto: KNMI).



Het EWC maakt het mogelijk om middels cell tracking op het niveau van afzonderlijke buien het risico op gevaarlijk weer te signaleren. In de figuur is het radarcomposiet gecombineerd met polygonen die aangeven waar buien met gevaarlijk weer het komende uur naar toe trekken. Het voorbeeld toont de bui van 18 juni 2021 die korte tijd later de downburst in Leersum veroorzaakte (bron: Rob Sluiter, KNMI).

lijk voor gekozen de poorten van het KNMI open te zetten naar de samenleving. In de toen direct herschreven missie van het instituut staat de samenleving centraal: wij doen ons werk om de risico's die voortkomen uit weer, klimaat en andere geofysische verschijnselen te verkleinen. Al ons werk – of het nu om onderzoek, diensten of metingen gaat – moet daar op gericht zijn. Zo hebben we ook de focus van al ons onderzoek opnieuw gedefinieerd als missie-gedreven onderzoek. Ik denk dat het KNMI door deze keuzes zichtbaarder is geworden in de media, en dat we zo hebben bijgedragen aan de toename van het aantal mensen in de samenleving dat zich bewust is van het feit dat het klimaat verandert. Door deze maatschappelijke rol te pakken en ook uit te dragen, werd het voor het ministerie ook logisch om te investeren in de infrastructuur en diensten van het KNMI.

#### Hoe zie jij de rol van het KNMI binnen de discussie publieke versus private sector?

Ik denk dat het belangrijk is om duidelijk te maken dat het KNMI een heel andere rol heeft dan het bedrijfsleven in de weersector. De infrastructuur, de datareeksen, de internationale samenwerking, de weer- en klimaatmodelontwikkeling, het meerjarig onderzoek, enzovoorts, passen budgettair niet of nauwelijks in het business-model van een weerbedrijf. Daarnaast zijn er taken als het uitgeven van weerwaarschuwingen en het opstellen van klimaatscenario's die de overheid moet doen, vooral omdat daar een groot publiek belang mee gemoeid is. Dat zijn daarom allemaal taken van het KNMI. Omgekeerd kennen bedrijven de markt beter en kunnen zij voor die markt toegespitste producten ontwikkelen waarbij gebruik gemaakt kan worden van de open data die door ons en andere Europese weerinstituten ter beschik-

king worden gesteld. Helaas zijn er nog steeds bedrijven die ons als concurrent zien, en dat vind ik jammer. Het KNMI levert de basis voor de commerciële weersector: maak daarvan gebruik! Overigens hoop ik dat de veranderingen in de Wet taken Meteorologie en Seismologie (WtMS), die binnenkort voorzien zijn, deze situatie zullen verbeteren.

#### Wat zie jij als de optimale manier om klimaatverandering te communiceren?

Er is niet één manier om over de klimaatcrisis te communiceren. Het probleem is zo urgent dat het van groot belang is vele kanalen te gebruiken: van de succesvolle klimaatberichten op onze website, lezingen, interviews, scenario's voor beleidsmakers, tot gesprekken met topambtenaren en CEO's van bedrijven. Wij als KNMI doen dit allemaal, en tot mijn genoegen zie ik dat ook veel anderen zich daarmee bezighouden: docenten op scholen en universiteiten, Non-Governmental Organizations (NGO's), politieke partijen, en lokale werk- en actiegroepen. Hierdoor is het bewustzijn dat het klimaat werkelijk aan het veranderen is inmiddels op het 80%-niveau beland, zoals uit enquêtes herhaaldelijk is gebleken.

#### Hoe denk je over klimaatsceptici en 'psychopaten' en wat is de rol van het KNMI hierbij?

Laat ik vooropstellen dat ik het woord 'psychopaten' nooit zal gebruiken. Ja, er is een kleine – en redelijk vocale – groep mensen die een andere opvatting hebben over de mate waarin het klimaat verandert en de oorzaak daarvan. Wij hebben er steeds voor gekozen zoveel mogelijk met deze groep in contact te blijven. Ik heb niet de illusie dat het makkelijk is hen te overtuigen van de kennis die vele IPCC-rapporten en duizenden wetenschappers heb-

ben samengebracht, maar het is ook niet passend om je van hen af te wenden. Daarmee zouden we het terechte verwijt kunnen krijgen ons arrogant en weinig inclusief op te stellen. Dat doen we dus niet.

### Hoe denk je over klimaatactivisme en de rol van het KNMI daarin?

Het KNMI kan luid en duidelijk vertellen dat het klimaat verandert en dat daar grote risico's uit voortkomen. Dat doen we op allerlei manieren, maar ik zou de term activisme daar niet op willen plakken. Ik begrijp de drijfveren van mensen die zich vastplakken aan kunstwerken en op Schiphol-Oost rondjes fietsen bij stilstaande privéjets, maar het zou niet goed zijn als KNMI daaraan meedoet. Waarom niet? Omdat daarmee onze rol als onafhankelijke autoriteit in het geding kan komen, en dat moeten we voorkomen. Eén van de grootste waarden van het KNMI als instituut is dat het als gezaghebbend wordt ervaren. Als wij bijvoorbeeld code oranje afgeven dan neemt 80 – 90% van de bevolking dit serieus. Dat is een enorme kracht, en daar moeten we zeer zuinig op zijn. Om die reden moeten we ons niet laten verleiden tot activisme, maar moeten we alle andere mogelijke kanalen bewandelen om onze zorgen over de klimaatcrisis duidelijk te maken. En dat doen we ook.

### Wat is precies de rol van het door jou geïnitieerde EWC voor Nederland?

Eerst een correctie. Er leefde bij meer KNMI'ers in de jaren 2014 – 2016 het idee dat we onze weerkamer

moesten uitbouwen tot een Waarschuivingsadviescentrum (WAC), zoals we dat toen noemden. Ik heb om twee redenen de term EWC gekozen. Ten eerste omdat deze ook in het klimaatakkoord van Parijs als een vereiste voor elke publieke weerdienst werd genoemd en ook omdat ik zocht naar een herkenbare term waarmee we veel meer wilden bereiken dan alleen de verbetering van onze diensten. Wij realiseerden ons dat ook de hele IT-infrastructuur en de manier waarop applicaties gemaakt werden volledig herzien zou moeten worden, en dat ook de waarnemingsinfrastructuur (na 20 jaar) vernieuwd moest worden. Het label EWC stond en staat dus voor een enorm vernieuwingsprogramma van het KNMI, waarmee niet alleen onze waarschuwingen eerder, ruimtelijk nauwkeuriger en meer impact-based gemaakt kunnen worden, maar ook onze hele infrastructuur vernieuwd zou gaan worden. Daarmee sluiten we aan op internationale ontwikkelingen, maken we gebruik van de nieuwste technische ontwikkelingen (zie ook ECWMF en EUMETSAT) en wordt de dienstverlening veel robuuster (en beter gewapend tegen cybercriminaliteit). Dat is allemaal belangrijk, maar de essentiële drijfveer achter het EWC-programma is dat de klimaatcrisis leidt tot meer weerextremen en wij de samenleving daarvoor beter en eerder moeten kunnen waarschuwen. En dat is meteen het antwoord op de vraag: het EWC stelt ons in staat om Nederland veel beter te waarschuwen voor de gevolgen van klimaatverandering, inclusief – bijvoorbeeld – de attributie van weerextremen aan klimaatverandering.



Overzicht van de partners in het UWC-West consortium inclusief de gemeenschappelijke doelen van dit consortium (bron: KNMI.)

### **Waar gaat Nederland (en eventueel in bredere zin) met betrekking tot de klimaatproblematiek in al z'n facetten volgens jou naar toe?**

Nederland is vele jaren het slechtste jongetje van de klas geweest op het gebied van klimaatbeleid. Dat is de laatste jaren gelukkig flink aan het kantelen. Momenteel wordt – gemiddeld – al iets meer dan 40% van de elektriciteit in ons land duurzaam opgewekt. Het bewustzijn is ook veel hoger geworden. Er is een klimaatwet. Er is een klimaatminister. Ik ben daardoor optimistisch dat we in 2030 of iets daarna inderdaad een samenleving hebben die voor 50% (of ietsje meer zelfs) klimaatneutraal is. De grote uitdaging is hoe het ons gaat lukken om in de 10 jaar daarna naar een 100% klimaatneutrale samenleving te gaan. Dan zijn kleine stapjes niet meer voldoende maar moet je denken aan systeemveranderingen. In geen enkele productieketen mag dan nog CO<sub>2</sub> geproduceerd worden. Wat betekent dit bijvoorbeeld voor de zorg, voor de voedselketen, en voor de stedenbouw? Alleen door die systemen integraal te bekijken – waarbij je bijvoorbeeld dus ook naar het verlies aan biodiversiteit moet kijken – heb je een kans die 100% te halen. Om dit proces te ondersteunen is het KNMI samen met NWO, de KNAW en nog een aantal andere instellingen in 2022 het Klimaatinitiatief Nederland (KIN) gestart. In het KIN moeten wetenschappers, beleidsmakers en burgers samen optrekken om systeemtransities te ontwikkelen die het mogelijk maken de gewenste 100% duurzame samenleving te realiseren. Ik vind deze ontwikkeling buitengewoon spannend en uitdagend, omdat voor al deze partijen niet de excellentie van het onderzoek (het oude adagium van NWO en KNAW) maar de succesvolle systeemtransitie leidend zal moeten zijn.

### **Je sprak je als hoofddirecteur openlijk en activistisch uit over de gevolgen van klimaatverandering in Nederland en de nood tot actie ('code oranje'). Dit was een nieuwe koers voor een instituut dat zich voorheen vooral neutraal opstelde en afstand hield van de beleidskant. Heeft deze koers iets opgeleverd (en zo ja, wat?) en is dit een koers die volgens jou moet worden doorgezet?**

Ja, ik sta nog steeds achter mijn uitspraak uit 2015 waarin ik de situatie met betrekking tot de klimaatcrisis kwalificeerde als een "code oranje voor het klimaat". Misschien is het inmiddels wel een code rood, niet zozeer voor Nederland waar onze waarschuwingen (en die van vele andere organisaties) effectief lijken te zijn, maar wel mondiaal. De laatste COP-conferentie in Sharm-El-Sjeik (Egypte) is teleurstellend verlopen. Het lijkt daarom onwaarschijnlijk dat de mondiale temperatuurstijging tot anderhalve graad beperkt zal blijven. Daarom hebben we als management en directie van het KNMI in één van onze laatste strategiesessies vastgesteld dat we de koers (waarmee we blijvend aandacht vragen voor de klimaatcrisis) zullen voortzetten en mogelijk zullen intensiveren. Maar het is uiteraard aan mijn opvolger om hierin zijn eigen afweging te maken.

### **Sprekend over je opvolger, wat wordt volgens jou zijn de grootste uitdaging?**

De grootste uitdaging voor elke KNMI-directeur is om

de uitstekende naam van het instituut te handhaven of mogelijk zelfs te verbeteren. Want alleen als we gezaghebbend zijn en blijven, zullen onze berichten over weerextremen en de klimaatcrisis effect sorteren. De krappe arbeidsmarkt en de hoge inflatie zijn daarbij complicerende factoren. Daarnaast zie je dat klimaat zo'n groot issue aan het worden is dat wij als instituut alle daaruit voortvloeiende vragen niet meer aan zullen kunnen. Ik verwacht daarom dat samenwerkingsverbanden (zoals het KIN in Nederland, maar mogelijk ook in Europa) alleen maar belangrijker zullen worden. Ook verwacht ik verregaande veranderingen ten gevolge van de opkomst van Artificiële Intelligentie en Deep Learning algoritmen. Zulke ontwikkelingen kunnen een forse impact gaan krijgen op het werk in de weerkamer, onze diensten en onderzoek. Ik ben eigenlijk verrast hoe snel dat in de afgelopen jaren is gegaan, en nu zie ik onze onderzoekers daar al hele interessante eerste resultaten mee boeken. Fascinerend!

### **Waar ben je als KNMI'er trots op, en waarop (mogelijk) iets minder trots?**

Ik ben trots op de enorme maatschappelijke betrokkenheid van de KNMI-er. Zonder uitzondering wil iedereen bijdragen aan de missie van het KNMI en deze helpen realiseren. Door deze betrokkenheid te koppelen aan de wil tot innoveren, ontstaat een geweldig inspirerende omgeving die veel enthousiasme en werkplezier uitstraalt. Dat is echt heel mooi. Zo'n omgeving heeft als logisch gevolg dat iedereen graag over alles meepraat – en dat is niet altijd efficiënt. Maar dat is slechts een klein ongemak.

### **Wat is volgens jou de toekomstige en voornaamste taak van het KNMI?**

Die taak is beschreven in onze missie – kort samengevat: geofysische risico's voor de samenleving verkleinen. In wezen is al ons werk daarop gericht en ik ga ervanuit



Gerard voor het KNMI gebouw (bron: KNMI).

dat dat vooralsnog zo blijft.

### **Zijn er volgens jou aspecten waarin het KNMI binnen onze snel veranderende samenleving moet verbeteren?**

#### **Zo ja, welke, en hoe?**

Ik heb in de antwoorden op de eerdere vragen beschreven hoe het KNMI momenteel al een aantal grote veranderingen ondergaat. Ik ben van mening dat het instituut eigenlijk permanent bezig moet zijn met innovatie en vernieuwing. De techniek verandert, de uitdagingen worden soms anders ervaren, en daar zal het KNMI – middenin die samenleving staande – steeds in mee moeten gaan. Ik denk dat dat besef nu breed wordt gedragen. Een lastig aspect daarbij is wel diversiteit en inclusie. Een instituut dat midden in die samenleving staat, moet ook qua personeel een goede afspiegeling van die samenleving zijn. Dat is nu in onvoldoende mate het geval. Hierin een stap te maken is niet makkelijk gebleken.

### **Het KNMI heeft momenteel een sterke focus op Nederland en Nederlandse belangen. Is dit iets wat mogelijk in de nabije toekomst aanpassing behoeft, of niet?**

#### **Waarom wel/niet?**

Dat is een belangrijke vraag. De lezers van *Meteorologica* hoef ik niet uit te leggen dat weersystemen en het klimaat de schaal van Nederland ver te boven gaan. Voor wat betreft het weer is daarvoor de samenwerking met onze Europese zusterorganisaties in EUMETNET, ECMWF en EUMETSAT het goede antwoord. Deze Europese samenwerkingen worden steeds intenser, zoals geïllustreerd kan worden met het UWC-West consortium. Op Nederlands-Deens initiatief en in samenwerking met Ierland en IJsland wordt in Reykjavik momenteel een nieuwe supercomputer in gebruik genomen die 20 keer krachtiger is dan de huidige in De Bilt en 100% op duurzame stroom draait. Op klimaatgebied doet zich een heel andere uitdaging voor: de Parijsdoelen zullen we alleen kunnen halen als alle 192 landen een actief klimaatbeleid gaan voeren, en veel landen hebben vaak niet eens de infrastructuur om een goede weersverwachting te maken, laat staan goed klimaatbeleid te voeren. Het KNMI wil daarom in navolging van veel andere Europese weerdiensten ook actief worden in de Global South. We hebben daartoe het KNMI Global programma op gezet, en zijn bezig bilaterale samenwerking met een aantal landen te organiseren. Ik verwacht dat KNMI Global in de komende jaren nog flink zal kunnen (en moeten) groeien. Mijn opvolger, Maarten van Aalst (voormalig directeur van het Klimaatcentrum van het Rode Kruis) brengt hiervoor ervaringen mee die zeer waardevol kunnen zijn.

### **Hoe sta jij tegenover de huidige soms wat ambivalente positie van het KNMI (onderzoeks/kennisinstelling versus dienstverlenende instelling) en is dit iets wat in de toekomst in jouw ogen aanpassing behoeft?**

Ik denk – in alle eerlijkheid – dat dit een discussie uit het verleden is. Met de keus voor missie-gedreven onderzoek – die al een paar jaar terug is gemaakt – draagt in wezen al het onderzoek van het KNMI direct bij aan verbeterde dienstverlening. En omgekeerd worden collega's uit de operationele afdelingen steeds vaker betrokken bij onderzoek en ontwikkeling. Je ziet dat ook op IT-gebied,

bijvoorbeeld, waar we bezig zijn geweest met de vorming van een groot aantal Agile/DevOps teams, waarin beheer en ontwikkeling hand in hand gaan. Gezien het enthousiasme waarmee deze ontwikkeling ontvangen is door de KNMI-gemeenschap, ga ik er vast en zeker vanuit dat die vermeende ambivalentie iets uit het verleden is.

### **Hoe kijk je terug op je tijd bij het KNMI? Wat ga je het meest missen?**

Ik beschouw het als een enorm voorrecht dat ik negen jaar hoofddirecteur van het KNMI heb mogen zijn. Het is een unieke positie in Nederland, en het is een plek waar hoogwaardige wetenschap, dienstverlening en maatschappelijke relevantie bij elkaar komen. Mijn collega's zijn vrijwel zonder uitzondering zeer deskundig en bevologen, en alleen al op die manier is het mogelijk gebleken om de grote veranderingen die hierboven zijn genoemd zover te brengen als ze nu zijn (over de helft!). Ik zal vooral twee dingen missen: enerzijds de kleine informele ontmoetingen met meteorologen of klimaatonderzoekers die je meenemen in nieuwe inzichten en ideeën – altijd zeer inspirerend! Daarnaast zal ik het Europese circuit van collega-directeuren missen. We hebben met een aantal Europese collega's een reeks van initiatieven kunnen nemen (bijvoorbeeld het UWC, UWC-West, Accord, de NMHS-strategie) en moeilijke uitdagingen het hoofd moeten bieden (onder meer Brexit, de crisis in Oekraïne), en mede daardoor is een sterke band ontstaan – vriendschappen soms zelfs. Dat is moeilijk vervangbaar. Bovendien ben ik een 100% Europeaan die de ontmoetingen met al mijn mede-Europeanen op dit niveau zal gaan missen.

### **Wat zie je als je grootste prestatie als hoofddirecteur?**

Laat ik vooropstellen dat je niets in je ééntje doet. Elk succes vereist de inspanning van vele collega's, en bij de voortgang die we geboekt hebben waren ook zonder uitzondering veel mensen betrokken. Maar uiteindelijk is de belangrijkste prestatie van het KNMI in de afgelopen jaren dat we het EWC-programma in zijn volle breedte hebben kunnen uitrollen en daarvoor een flinke financiële injectie hebben gekregen. Daarmee is de innovatieve spirit van het KNMI ook helemaal teruggekomen, en zie je dat iedereen die verbeteringen en vernieuwingen ook echt wilde helpen realiseren. Het was en is fantastisch om te zien hoe iedereen zich daarachter schaarde.

### **Wat wordt de volgende stap in je carrière?**

Ik word adviseur van het Rijk. Dat wil zeggen dat ik beschikbaar ben voor allerlei raden en commissies. Zo zal ik mij onder andere bezig gaan houden met de verdere uitrol van het KIN-initiatief en het bevorderen van de ontwikkeling van nieuwe satellietinstrumenten voor de observatie van broeikasgassen. Ook zal ik mij bezighouden met internationale wetenschappelijke visitaties van een aantal instituten. Allemaal prachtige taken die goed in het verlengde van mijn werk bij het KNMI liggen. Maar de belangrijkste verandering is het feit dat ik recent grootvader ben geworden. Dat zal zeker ook nieuwe taken met zich meebrengen!



### Compacte Ultrasonische Windmeter 2D WP

Meetbereiken : WS 0... 75m/s - WR 0...360°  
 Temperatuurbereik : -40 - +70°C  
 Uitgangen : 0/4...20mA - 0/2...10V  
 Interface : ASCII, Modbus, RTU, NMEA WV



### Compacte Ultrasonische Windmeter 2D

Meetbereiken : WS 0... 60m/s  
 WR 0...360°  
 Temperatuurbereik : -50 - +70°C  
 Uitgangen : 4 - 20mA / 0-10V



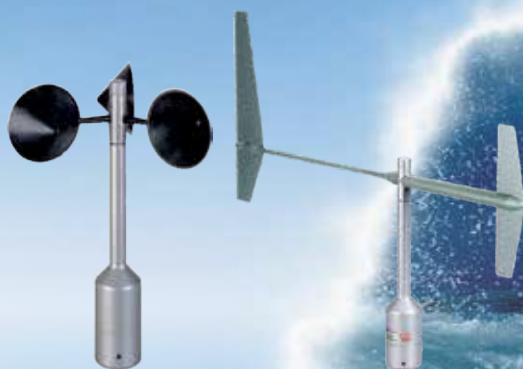
### Ultrasonen compleet GBS Meteo Station - USM serie

meetbereiken : 0... 60 m/s, 0 ... 360°, -30...+70°C, 0...100%RV,  
 300...1100 hPa, 0...150 kLux, 0...10mm/min neerslag  
 analoge uitgangen : 0 ... 10V, 2...10V  
 digitale uitgangen : RS485, RS422, ASCII, ModBus RTU



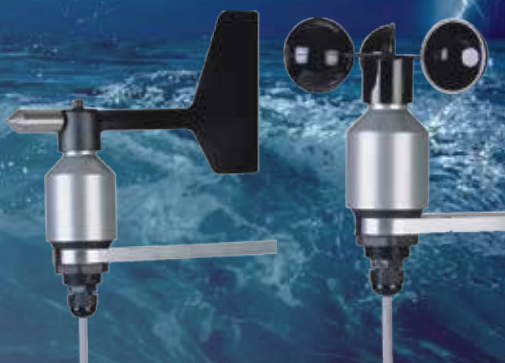
### Low Cost Meteo Station Compact - WSC11

meetbereiken : 0...40 m/s, 1...360°, -30...+60°C,  
 0...100%RV, 300...1100 hPa, 0...150 kLux  
 uitgang : RS485  
 protocol : MODBUS RTU



### First Class serie - conventionele windopnemers

meetbereiken : 0,3... 75 m/s, 0 ... 360°,  
 -30...+70°C, 0...100%RV  
 uitgangen : 0/4-20mA, 0-2/5/10V, 0-630Hz (ws)  
 2, 3, 4 bit Gray code (wr), 5 bit Gray code (wr)  
 voeding : 12 ... 24V (afhankelijk van type uitgang)



### Compact serie - robuuste conventionele windmeters

meetbereiken : 0,5 ... 50 m/s / 0 ... 360°  
 uitgangen : 0/4-20mA, 0-2/5/10V, 0-630Hz (ws)  
 2, 3, 4 bit Gray code (wr), 5 bit Gray code (wr)  
 voeding : 12 ... 24V (afhankelijk van type uitgang)

# Klimaatverandering en de opvoeding van kinderen en jongeren

Tom van Yperen (Nederlands Jeugdinstituut)

**Klimaatverandering blijkt een negatieve invloed te hebben op het mentaal welzijn van kinderen en jongeren. Dat brengt de vraag met zich mee hoe je hen in deze situatie opvoedt. Alleen kinderen en jongeren informeren over klimaatverandering en mogelijke acties blijkt niet genoeg; cruciaal is dat zij een hoopvolle toekomst tegemoet kunnen zien. Dat geeft opvoeders de verantwoordelijkheid om die hoopvolle toekomst te creëren.**

## Achtergrond

Kinderen en jongeren krijgen via hun ouders, de school, de media en in onderlinge contacten veel mee van klimaatverandering en de gevolgen daarvan. Dat geldt zeker nu de toenemende frequentie waarmee overstromingen, hitte en stormen optreden in het nieuws door weerkundigen vaak wordt gerelateerd aan de opwarming van de aarde. Het Nederlands Jeugdinstituut (NJI) voerde een verkennende literatuurstudie uit naar de invloed van klimaatverandering op de mentale gezondheid van kinderen en jongeren, en wat dit betekent voor het opvoeden van kinderen. De resultaten zijn beschreven in een essay (Van Yperen, 2022), en dit artikel is een verkorte weergave daarvan.

## Veel kinderen en jongeren maken zich zorgen

Als kinderen klimaatrampen meemaken, leidt dat tot ernstiger problemen dan bij volwassenen, zoals posttraumatische stressstoornissen en depressies; de gevolgen zijn vaak lang na een ramp aanwezig door aanhoudende rouw, onderbroken schooltijd en zich ontwikkelende gedragsproblemen (Cianconi et al., 2020). De gevolgen van geleidelijke klimaatverandering zijn minder duidelijk. Internationaal onderzoek laat zien dat rond de 75 procent van de volwassenen boven de 17 jaar bezorgd is over klimaatverandering. Datzelfde percentage zien we in veel studies onder kinderen en jongeren; de zorgen uiteten zich bij hen in angst en verdriet, een verlies aan

vertrouwen in overheden en bedrijfsleven, en het gevoel in de steek gelaten te zijn (zie het overzicht op [www.nji.nl/klimaatverandering/feiten-en-cijfers](http://www.nji.nl/klimaatverandering/feiten-en-cijfers)).

Onderzoekers waarschuwen ervoor om de emotionele reactie op klimaatverandering – ook wel ‘klimaatangst’ genoemd – niet te snel als een psychische stoornis te labelen en ervan uit te gaan dat professionele behandeling nodig is. De emotie is namelijk ook te zien als een gezonde reactie op een omgevingsstressor die kan motiveren om in actie te komen (World Health Organization, 2022). Bij kinderen kan de reactie echter minder gezond uitpakken dan bij volwassenen. Het gewone leven kan dan verstoord worden door bijvoorbeeld slaapproblemen, apathie en hevige angst. Dat kinderen hiervoor gevoeliger zijn, kan komen doordat zij in hun omgang met het probleem deels afhankelijk zijn van volwassenen. Het is onduidelijk hoeveel kinderen zo’n reactie tonen, omdat onderzoek hiernaar schaars is en cijfers nogal verschillen. In een van de weinige studies in Nederland (Kidsweek/Save the Children, 2019) zei 7 procent van een representatief onderzoekspanel met de leeftijd van 8 tot 14 jaar dat ze wel eens wakker liggen van klimaatverandering; in een open internet-enquête was dat 30 procent.

## Kader 1 – Algemene principes pedagogiek van de hoop

Volgens De Winter (2017) schept de opvoeder hoop bij bedreigende maatschappelijke kwesties:

- \* door jeugdigen een onderzoekende houding aan te leren, waarin ze met elkaar op zoek gaan naar achtergronden, bronnen, argumenten en mogelijke oplossingen van kwesties;
- \* door oordelen van jeugdigen (zoals ‘de wereld vergaat door klimaatverandering’ of ‘de overheid en het bedrijfsleven doen niks’) ter discussie te stellen, waarbij ze hun eigen argumenten op een rij zetten, naast die van iemand die anders tegen de materie aankijkt;
- \* door als opvoeder optimisme uit te dragen en samen te werken aan een duurzame toekomst;
- \* door actieve participatie van jeugdigen te bevorderen, als instrument omdat ze leren door mee te doen, en als doel omdat de democratische samenleving bestaat bij gratie van een actieve deelname van iedereen.



Figuur 1. Kinderen horen en zien in de media en op school veel over klimaatverandering (bron: Pixabay.com).

## Niet alleen slachtoffer, ook actor

In de literatuur is een verschuiving te zien van kinderen en jongeren als slachtoffer van klimaatverandering, naar de positionering van kinderen als belangrijke actoren in de benodigde veranderingen (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022). Hen oproepen om mee te denken en in actie te komen is daarin kenmerkend. Er zijn echter ook publicaties die wijzen op de schaduwzijde daarvan. Een veel aangehaald Zweeds onderzoek onder twaalfjarige kinderen laat bijvoorbeeld zien dat een sterke actiegerichtheid van jeugdigen niet zonder meer samenhangt met een beter mentaal welzijn (Ojala, 2012). Het ondernemen van actie kan een goed gevoel geven, maar ook ervaren worden als een druppel op een gloeiende plaat en daardoor stress aanwakken. Actieve betrokkenheid vragen bij kinderen en jongeren lijkt alleen goed voor hen uit te pakken als zij een hoopvol toekomstperspectief hebben (Sanson et al., 2019). Voor dat perspectief is het essentieel dat burgers, bedrijven en de politiek actie ondernemen en dat die actie verder toeneemt. Zowel internationaal als in Nederland is inderdaad een dergelijke ontwikkeling te zien (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2022; Thijssen et al., 2020).

## De pedagogiek van de hoop

In het licht van het bovenstaande duikt in de Nederlandse literatuur geregeld het interessante concept van 'de pedagogiek van de hoop' op. De bekende wetenschapper Micha de Winter vult dat als volgt in: 'dat we jonge mensen [...] stimuleren om recht te doen aan de sociale erfenis van hun voorouders, en aan het belang van volgende generaties.' (De Winter, 2017, p. 7). Het pleidooi van De Winter betreft niet specifiek klimaatverandering; hij formuleerde algemeen geldende principes voor het creëren van hoop bij bedreigende maatschappelijke kwesties, zoals onrust door oorlogen, uitholling van de democratie, en verruwing van omgangsvormen (Kader 1).

Een aantal jaren eerder ging een aantal pedagogen wel specifiek op klimaatverandering in, met globaal dezelfde denkrichting als De Winter (Stoutenburg Academie, 2014). Als toevoeging zetten zij kritische kanttekeningen bij het veelgehoorde uitgangspunt dat oplossingen een win-winsituatie moeten opleveren. Volgens hen is het pedagogisch verantwoord om eerlijk aan te geven dat de noodzakelijke veranderingen in leefstijl vragen om dingen in te leveren: stoppen met mooie verre reizen, vaker dat lekkere vlees laten staan, die leuke maar onnodige kleding niet kopen. Zij stelden dat volwassenen daarin modelgedrag moeten laten zien, maar dat is weinig realistisch. Kinderen zullen door alles wat ze horen en zien op school en in de media (Figuur 1) soms meer dan hun opvoeders weten over wat er op het gebied van klimaat en duurzaamheid gebeurt en nodig is ([www.nrdc.org/stories/your-guide-talking-kids-all-ages-about-climate-change](http://www.nrdc.org/stories/your-guide-talking-kids-all-ages-about-climate-change)). Het voorbeeldgedrag dat volwassenen het beste kunnen laten zien is dat zij zich bereid tonen om duurzamer te gaan leven, open staan voor suggesties van jeugdigen en samen proberen de leefstijl te veranderen. Hoe dan ook, de noodzaak om kinderen en jongeren een hoopvolle toekomst te bieden, maakt het tot een pedagogische opdracht om met elkaar een duurzamer leven te ontwikkelen.

## Wat betekent dit alles voor het opvoeden?

Op het internet staat veel informatie over wat ouders in hun opvoeding van hun kinderen kunnen doen in het licht van klimaatverandering. Zo vinden we veel tips in termen van goed voor de dieren en planten in de omgeving zorgen, korter douchen, het licht niet onnodig laten branden, vaker de auto laten staan, minder vlees eten, en minder vaak en ver op vakantie gaan. Het Nederlands Jeugdinstituut verzamelt die informatie in een klimaatdossier ([www.nji.nl/klimaatverandering](http://www.nji.nl/klimaatverandering)). Het voert te ver om hier op alle details in te gaan, maar drie hoofdlijnen zijn eruit te halen.

### *Bespreek het probleem, de oplossingen en een hoopvolle toekomst*

Stimuleer dat kinderen en jongeren zich uitspreken over wat ze van het probleem weten en dat ze hun gevoelens erover uiten. Geef aan dat deze gevoelens normaal zijn en dat veel mensen dit zo ervaren. Sluit daarbij aan bij de ontwikkelingsleeftijd: klein en gericht op de directe omgeving of beleving bij het jonge kind, maar meer op de samenleving gericht op oudere leeftijd. Ga met elkaar op zoek naar hoe ieders gedrag en het huishouden zijn te verduurzamen. Maar geef met elkaar ook aandacht aan de positieve ontwikkelingen buiten het gezin die hoopvol zijn en in een stroomversnelling komen.

### *Werk samen*

Werk in het gezin, de school en de buurt samen aan oplossingen. Waardeer het als het kind en de jongere zelf actief bijdraagt en met ideeën komt. Maak ruimte voor die inbreng, ook in de lokale, regionale en landelijke politiek en het bedrijfsleven.

### *Even niet is oké*

Het is goed om kinderen en jongeren te leren dat het gezond is om ontspanning te zoeken en niet voortdurend met de problemen van de wereld bezig te zijn. Het nieuws even minder volgen en leuke dingen gaan doen draagt bij

## Kader 2 – Voorbeelden van thema's in de ECO-schools

Hier volgen enkele voorbeelden van gebruikte thema's in ECO-schools (bron: <https://eco-schools.nl/aan-de-slag/thema-s>):

\* Klimaat: hoe kun je jouw school in beweging brengen om de schoolomgeving aan te passen aan het veranderende klimaat?

\* Vervoer: hoe kunnen we ervoor zorgen dat iedereen die kan op de fiets naar school gaat en er genoeg fietsenstallingen zijn en voldoende oplaadpunten voor elektrische scooters en auto's?

\* Spullen: hoe kunnen we elkaar stimuleren om minder spullen te kopen en om tweedehands en duurzame alternatieven te promoten?

\* Mensen: wat drijft mensen om duurzaam te leven, wat is de invloed van de omgeving, hoe kan ik mensen motiveren, hoe respecteren we keuzes?



Figuur 2. Naast kennisoverdracht is het creëren van een hoopvol toekomstperspectief nodig (bron: Pixabay.com).

aan de mentale gezondheid en de veerkracht.

Het onderwijs heeft in dit licht een speciale functie. Uiteenlopende studies laten zien dat een focus in het onderwijs op kennisoverdracht over het klimaat het mentaal welzijn van kinderen schaadt (Van Yperen, 2022). Beter gaat de kennisoverdracht gepaard met een oplossingsgerichte zoektocht van leerlingen en school. Bekende programma's die dit doen zijn de zogeheten Eco-Schools ([eco-schools.nl/over-eco-schools/hoe-het-werkt](http://eco-schools.nl/over-eco-schools/hoe-het-werkt)) en de Whole School Approach ([wholeschoolapproach.lerenvoormorgen.org/nl/](http://wholeschoolapproach.lerenvoormorgen.org/nl/)). Leerlingen en studenten leren daarin om individueel en gemeenschappelijk een duurzame leefstijl te ontwikkelen met een hoopvol toekomstperspectief (Figuur 2): een aanpak die spannend is, ondernemerschap en creativiteit vragend, iets wat uitnodigt tot samenwerking. Bij Eco-Schools vormen de leerlingen of studenten zogeheten Eco-teams, ondersteund door volwassenen. Na een duurzaamheidsscan maken ze een plan om de school te vergroenen. Ze kiezen daarbij een paar thema's die concreet worden uitgewerkt (Kader 2).

Veel Eco-Schools maken gebruik van de Whole School Approach (WSA). De WSA biedt een breed kader om de duurzaamheidsontwikkeling in de school vorm te geven. Leerlingen/studenten werken samen met ouders, docenten, directie, staf en ondersteunend personeel aan kwesties die alle facetten van het onderwijs raken:

#### *Visie: waarom en waartoe leren we?*

Wat wil de school bieden aan jongeren in hun ontwikkeling als mens, burger en professional? Welke verantwoordelijkheid wil de school nemen als gemeenschap voor elkaar en voor de aarde?

#### *Curriculum: wat leren we?*

Omdat het duurzaamheidsvraagstuk een integrale benadering nodig heeft, helpen docenten thema's en acties onder te brengen bij allerlei vakken in het curriculum.

#### *Pedagogiek en didactiek: hoe leren we?*

Hier gaat de aandacht onder meer uit naar de ontwikke-

ling van werkvormen die de motivatie en de nieuwsgierigheid van jongeren stimuleren.

#### *Gebouw en bedrijfsvoering: waar leren we?*

Doel is dat de school duurzaamheid ademt in de inrichting en het gebruik van het gebouw, het plein, de kantine en de lokalen.

#### *Professionele ontwikkeling: van wie leren we?*

Hoe zorgen we ervoor dat de leerlingen, de conciërge, docenten, beleidsmakers en directeur van de school van elkaar leren hoe duurzaamheid vorm krijgt?

#### *Omgeving: met wie leren we?*

Zaak is dat ouders, buurtbewoners, leden van maatschappelijke organisaties, ondernemers, en de gemeente bijdragen leveren aan de school, precies zoals de school gevraagd wordt om duurzaamheidsvraagstukken van anderen te helpen oplossen.

### **De grootste opdracht**

Er zijn in het gezin en het onderwijs veel manieren om aan de oplossing van het klimaatprobleem bij te dragen. De eerlijke boodschap aan kinderen en jongeren is dat dit niet snel tot afkoeling van de aarde zal leiden. Zij zien in de media berichten waaruit blijkt dat het doel van 1.5 graden opwarming hoogstwaarschijnlijk niet meer haalbaar is. De opwarming zal hoe dan ook voorlopig nog doorgaan, met alle merkbare gevolgen van dien. Vanuit pedagogisch perspectief betekent dit dat het wellicht de grootste opdracht is voor opvoeders om kinderen en jongeren te leren dat zij bijdragen aan een hoger doel, namelijk het scheppen van een hoopvolle toekomst, ook als die niet snel zichtbaar is. Wat wel snel zichtbaar kan worden is dat steeds meer kinderen, jongeren en volwassenen een bijdrage leveren. En dat geeft hoop.

### **Literatuur**

- Cianconi, P., Betrò, S. & Janiri, L. (2020). The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Frontiers in Psychiatry*, 11. doi: 10.3389/fpsyt.2020.00074.
- Intergovernmental Panel on Climate Change / IPCC (2022). Climate change 2022. Impacts, adaptation, and vulnerability. Geneva: World Health Organization, IPCC Working Group III.
- Kidsweek/Save the Children (2019). Nederlandse Kinderen: 'Over 50 jaar is er geen aarde meer'. Groningen/Haarlem: Kien Onderzoek.
- Ojala, M. (2012). How do children cope with global climate change? Coping strategies, engagement, and well-being. *Journal of Environmental Psychology*, 32, 225-233.
- Sanson, A.V., Van Hoorn, J. & Burke, S.E.L. (2019). Responding to the Impacts of the Climate Crisis on Children and Youth. *Child Development Perspectives*, 13 (4), 201-207.
- Stoutenburg Academie (2014). De klimaatcrisis en een pedagogiek van de hoop. Stoutenburg: Stoutenburgacademie.
- Thijssen, R., Duist, L. van, Bot, W., Werf, G van der & Verheggen, P.P. (2020). Vijf tinten groener: Nederlanders op weg naar een duurzamere samenleving. Amsterdam: Motivaction.
- Winter, M. de (2017). Pedagogiek Over Hoop. Het onmiskenbare belang van optimisme in opvoeding en onderwijs. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- World Health Organization / WHO (2022). Mental health and Climate Change: Policy Brief June 3rd 2022. Geneva: World Health Organization.
- Yperen, T. van (2022). Opvoeden in een opwarmend klimaat. Kinderen en jongeren een hoopvolle toekomst bieden. Utrecht: Nederlands Jeugdinstituut. (Ook beschikbaar in het Engels; zie [www.nji.nl/klimaatverandering](http://www.nji.nl/klimaatverandering)).

Contact: [t.vanypere@nji.nl](mailto:t.vanypere@nji.nl)



Universiteit Utrecht

# Climate Physics

## Master's Programme at Utrecht University, The Netherlands

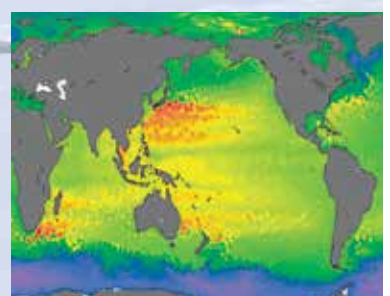
This Master's programme offers a unique combination of theoretical courses and practical training in all aspects of the climate system. Physics, dynamics and chemistry of the atmosphere, the oceans, the glaciers and ice sheets and their interaction are the core of this programme.

### Our research fields:

- Ocean Circulation and Climate
- Physical Oceanography of the Coastal Zone
- Atmospheric Dynamics and the Hydrological Cycle
- Atmospheric Physics and Chemistry
- Ice and Climate

### More information:

Utrecht University, The Netherlands  
Institute for Marine and Atmospheric Research  
[www.uu.nl/masters/climate](http://www.uu.nl/masters/climate)



# Gaat het morgen regenen? Weermodellen en volksweerkunde in de regenafhankelijke landbouw van het ‘Globale Zuiden’

Janina Fraas, Spyros Paparrizos, Arnold Moene (WUR)

In Nederland zijn we gewend aan vrij nauwkeurige neerslagverwachtingen waar we elk moment toegang toe hebben. Dergelijke geavanceerde producten zijn echter niet overal vanzelfsprekend. Kleine boeren in door regen gevoede landbouweconomieën in (economisch) minder welvarende landen – ook wel het ‘Globale Zuiden’ genoemd – hebben vaak geen toegang tot betrouwbare informatie vanwege financiële en technische belemmeringen of zijn niet voldoende opgeleid om de informatie te kunnen interpreteren. Afgezien daarvan ontbreken er weerstations op de grond (Figuur 1), waardoor vaak onvoldoende data beschikbaar zijn om weermodellen te initialiseren. Bovendien wordt het oplossen van fysische processen zoals convectie in de tropen beperkt door onder andere rekenkracht. Dit zijn factoren die uiteindelijk de skill van de neerslagverwachting beperken.

## De uitdaging van regenafhankelijke landbouweconomieën

De toegang tot nauwkeurige en tijdige weersverwachtingsinformatie voor kleinschalige boeren, die een belangrijke rol spelen in het voeden van Afrikaanse opkomende economieën en andere delen van de wereld, blijft een uitdaging. Volgens de VN Voedsel- en Landbouworganisatie (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2019) zijn boeren van mening dat in 60 – 80% van de gevallen de neerslagverwachting die ze ontvangen niet klopt. Bovendien versterkt ook nog de toename van de hydro-klimatologische variabiliteit als gevolg van klimaatverandering de kwetsbare sociaaleconomische situatie van boeren. Daarom is het van groot belang om hen uit te rusten met bruikbare weerinformatie. Dit betekent niet alleen dat de informatie nauwkeurig moet zijn, maar ook tijdig, toegankelijk, en betaalbaar. Alleen dan kan dit soort informatie boeren in hun besluitvorming in het veld ondersteunen.

## Wat vertellen mieren, kikkers en vogels ons over het weer?

We mogen er niet van uitgaan dat er zonder technologie geen manier is om het weer te ‘lezen’. In tegenstelling tot wetenschappelijke voorspellingen (WF), die gebaseerd zijn op numerieke weersverwachtingsmodellen, vertrouwen plattelandsgemeenschappen in het Globale Zuiden vaak op lokale voorspellingen (LF) (Gbangou et al., 2021), ook wel bekend als volksweerkunde. Men voorspelt het weer door de omgeving, bijvoorbeeld de fauna en flora, te observeren, en gebruik te maken van de eigen ervaring en die van vorige generaties.

Over het algemeen is er een enorme verscheidenheid aan LF-indicatoren die over de hele wereld worden gebruikt. Snoeren (2020) heeft meer dan 1400 verschillende indicatoren geïdentificeerd op 65 locaties over de hele wereld die boeren operationeel – dagelijks of seizoensgebonden – gebruiken om het weer te voorspellen. Vogelgeluiden, wolkenpatronen, bloei van planten en zelfs het aantal vrouwelijke baby’s dat in dat seizoen wordt geboren (Paparrizos et al., 2023) zijn indicatoren waarmee boeren rekening houden om het komende weer te voorspellen.

Concrete voorbeelden uit de wetenschappelijke lite-



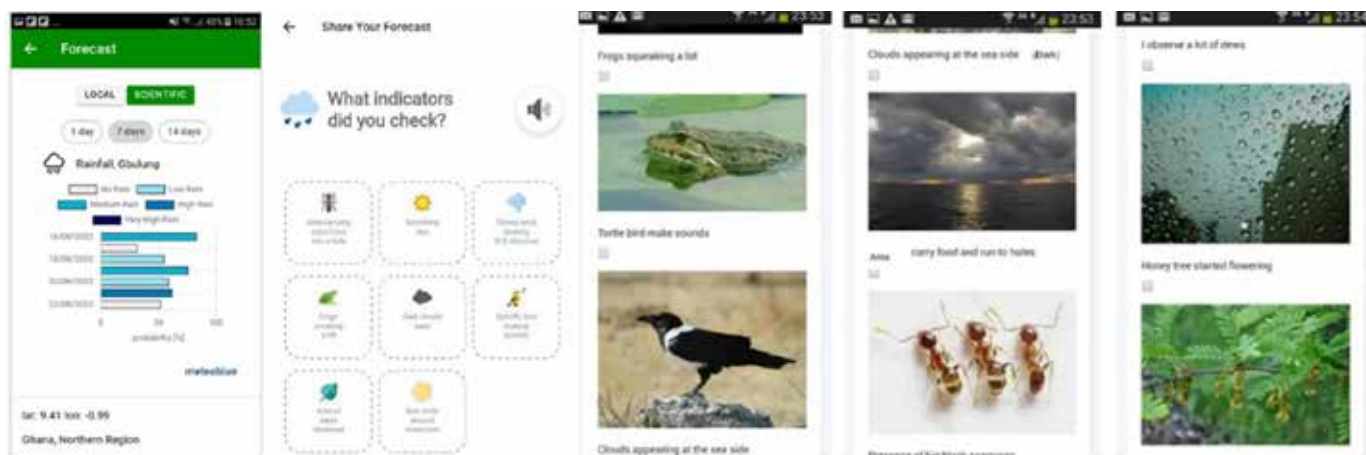
Figuur 1. Meteorologische stations erkend door de WMO (<https://www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html>).

ratuur zijn “een snelle toename van mierenhopen in de omgeving duidt op regen de volgende dag of tot drie dagen” (Nyadzi et al., 2020, p. 6) en “wanneer harde wind uit zee waait (meestal van west naar oost richting), wordt er regen verwacht binnen 1 – 3 dagen” (Gbangou et al., 2021, p. 29).

Over het algemeen wordt de vaardigheid van het lokaal voorspellen van het weer door boeren vaak gezien als een meer betrouwbare en betaalbare manier dan bijvoorbeeld nationale weerberichten, of weerapps om toegang te krijgen tot weersinformatie, voor besluitvorming in het veld. Toch staat dit voor veel uitdagingen. De LF gaat verloren doordat het mondeling wordt gecommuniceerd, niet wordt gedocumenteerd, wordt vervangen door de penetratie van WF of niet nuttig wordt geacht. Bovendien veroorzaakt toenemende klimaatvariabiliteit een verandering of verdwijning van LF-indicatoren, zoals bepaalde insectensoorten.

## Status van de wetenschap en real-world implementaties

Vanwege de nadelen van zowel WF als LF, hebben veel wetenschappers de noodzaak benadrukt om de twee voorspellingstechnieken te integreren, in plaats van LF volledig te negeren. Onderzoekers van de leerstoelgroep Water Systems and Global Change (WSG) van Wageningen University and Research (WUR) voerden binnen de projecten WATERAPPS en WAGRINNOVA veldonderzoeken in plattelandsgemeenschappen in kustgebieden en Noord-Ghana uit (Dogbey 2021; Gbangou et al., 2021). Ze gingen in gesprek met boeren om het gebruik van lokale ecologische indicatoren die zij gebruiken voor operationele



Figuur 2. Wijze van gegevensverzameling gebruikt in de twee veldstudies, waarbij links het DROP-app-prototype wordt weergegeven dat gebruikt wordt in Ghana.



Figuur 3. Kaart van de twee locaties van de veldstudies in Ghana en hun positionering binnen West-Afrika. De rode kruisjes geven de locatie aan van gemeenschappen die deel uitmaakten van de twee veldstudies in de buurt van Ada en Tamale. Aan de rechterkant de maandelijkse 1961 – 2010 regenregime klimatologie voor het Noord- en kustgebied van Ghana. Overgenomen van Manzanos et al. (2014).

weersverwachtingen te documenteren, en onderzochten de skill van LF (bijvoorbeeld: ‘zal het morgen regenen?’) en gerelateerde LF-indicatoren (welke indicatoren, zoals kikkers of mieren, werden geobserveerd?). Figuur 2 toont de smartphone apps die zijn gebruikt voor de verzameling van data in de periode van elk drie maanden in 2019 en 2020. In Figuur 3 zijn de locaties van de twee veldstudies en de maandelijkse regenregimes van de kust en het noorden van Ghana te zien. De DROP-app is een hydro-klimatologische informatiedienst die is ontwikkeld in samenwerking met en voor boeren om regeninformatie over 1 tot 14 dagen te tonen. Met de DROP-app kunnen

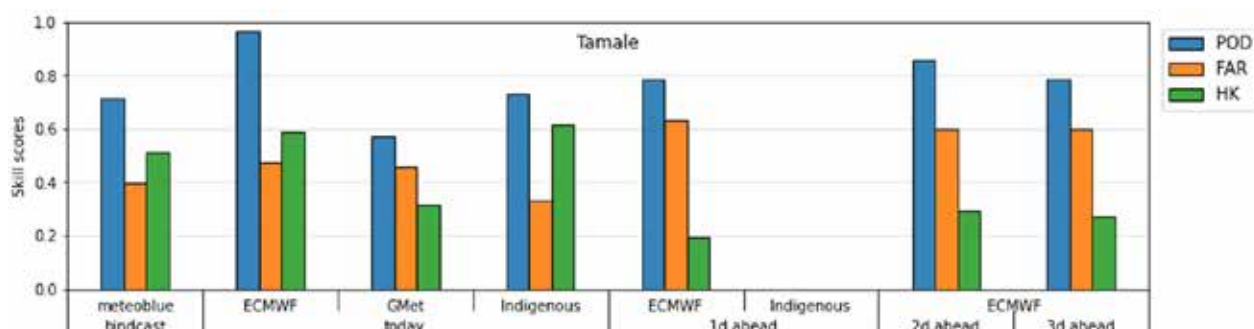
boeren hun eigen lokale voorspelling indienen en ook een wetenschappelijke weersverwachting ontvangen voor temperatuur en regenval (zie Figuur 2). Deze smartphone-app is bedoeld om de WF en LF te combineren in een hybride voorspelling om landbouwers bij hun beslissingen te helpen.

Over het algemeen zijn kwantitatieve studies van LF uiterst zeldzaam en de app geeft nog geen gecombineerde voorspelling. Bijgevolg leidde dit tot het onderwerp van de MSc-scriptie met de titel “Enhancing hydro-climate services for farmers in the Global South by combining scientific and indigenous weather forecasts”, een gezamenlijke inspanning van de WSG en de Meteorology and Air Quality (MAQ) leerstoelgroepen van de WUR.

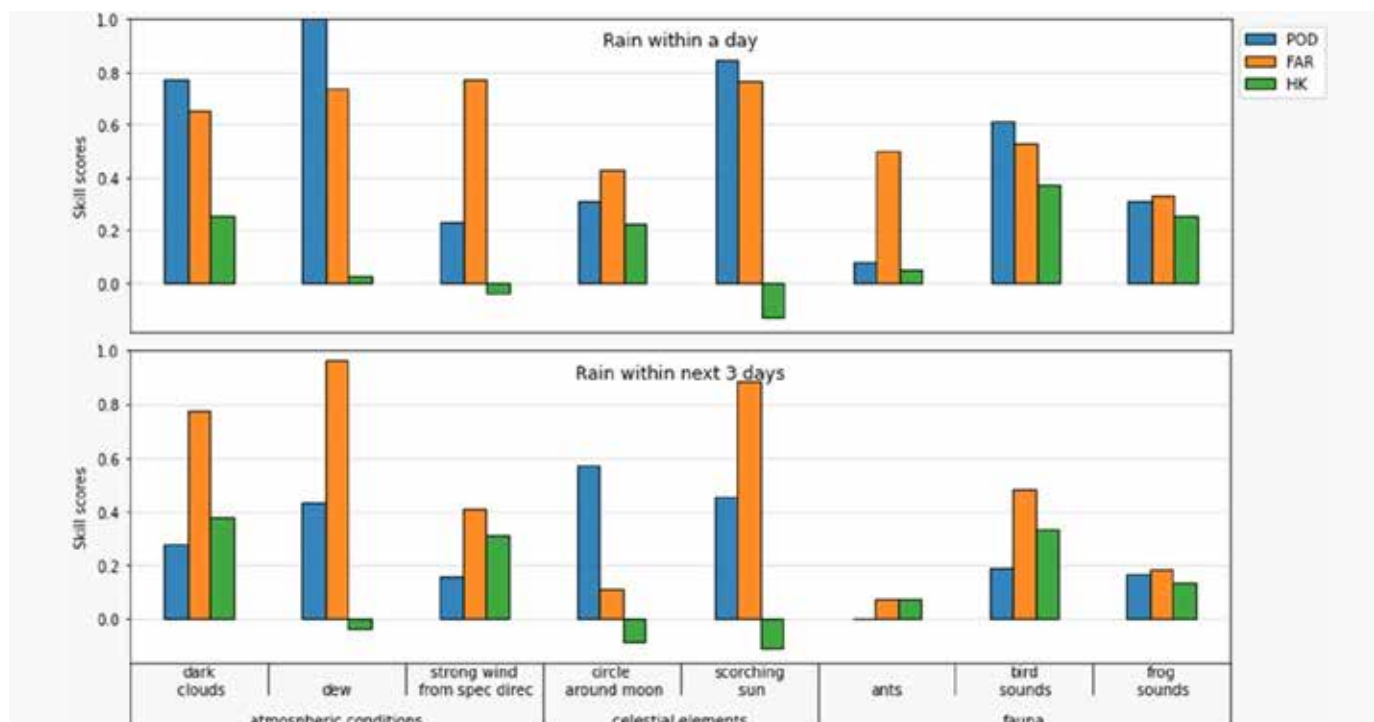
### Een skill analyse van wetenschappelijke en lokale voorspellingen in Ghana

Hoe goed presteren WF en LF om regen in Ghana te voorspellen? Welke LF-indicatoren zijn in verschillende regio's te vinden en hoe betrouwbaar zijn ze om opkomende regen te voorspellen? Hoe kunnen de bevindingen worden gecombineerd om een betrouwbare regenverwachting te verkrijgen?

Om deze vragen te beantwoorden hebben we een statistische analyse uitgevoerd op de verschillende soorten prognoses en lokale indicatoren om een raamwerk voor een hybride prognose te ontwikkelen. Over het algemeen werden WF-data van ECMWF gebruikt, evenals gegevens van meteoblue en het Ghana Met-office (GMet). Daarnaast hebben we bestaande datasets gebruikt die



Figuur 4. POD-, FAR- en HK-statistieken voor prognoses van verschillende providers voor vandaag, een dag vooruit, twee dagen vooruit en drie dagen vooruit voor de studieperiode in Tamale in 2020. Merk op dat de lokale/indigenous prognose voor 1 dag vooruit hier mist omdat die alleen voor Ada beschikbaar was. De volledige analyse is te vinden in de MSc scriptie en verkrijgbaar op aanvraag.



Figuur 5. Skill-scores van individuele indicatoren om regen te voorspellen voor dezelfde dag (boven) en de komende drie dagen (onder) in Tamale, Noord-Ghana.

systematisch voorspellingskennis van lokale gemeenschappen in Ghana documenteerden. Verder werd de skill van de WF- en LF-datasets ten aanzien van het optreden van neerslag te voorspellen berekend voor de tijdshorizon van vandaag tot maximaal drie dagen vooruit. De betrouwbaarheid werd ook gecontroleerd voor individuele LF-indicatoren en hun combinaties met behulp van verschillende categorische statistieken zoals de Probability of Detection ( $POD = \frac{\text{hits}}{\text{hits} + \text{misses}}$ ), de False Alarm Rate ( $FAR = \frac{\text{false alarms}}{\text{hits} + \text{false alarms}}$ ) en de Hanssen-Kuipers discriminant

$$HK = \left( \frac{\text{hits}}{\text{hits} + \text{misses}} \right) - \left( \frac{\text{false alarms}}{\text{false alarms} + \text{correct negatives}} \right).$$

De HK-score geeft aan hoe goed de voorspelling onderscheid maakt tussen 'geen regen' en 'wel regen' gebeurtenissen, wat vooral handig is in een nat klimaat. 1 is een perfecte score en 0 betekent geen skill.

Aangezien de datasets problemen aan het licht brachten bij het verzamelen van de gegevens in beide onderzoeken, moesten we voor de statistische analyse de veldstudie in Ada volledig buiten beschouwing laten en de dataset van Tamale tot 50 dagen inkorten. Figuur 4 toont de prestaties van de verschillende soorten prognoses voor de 50 dagen veldstudie voor twee plattelandsgemeenschappen in de wijdere regio van Tamale in het noorden van Ghana. De hoogste skill-scores werden verkregen door de lokale/indigenous ( $HK = 0.62$ ), ECMWF ( $HK = 0.59$ ) en meteoblue ( $HK = 0.51$ ) voorspellingen voor dezelfde dag. Het viel op dat het ECMWF-model altijd lichte neerslag toonde, zodat het verlagen van de 1 mm-drempel om een regenval te definiëren naar 0.1 mm resulteerde in een significante afname van de skill tot een HK-score van 0.30. Omdat meteoblue dit gedrag niet vertoonde, werd deze app geacht beter te presteren. Aangezien er alleen historische gegevens beschikbaar waren van deze weervoorspelling aanbieder, moet dit resultaat met de nodige voorzichtig-

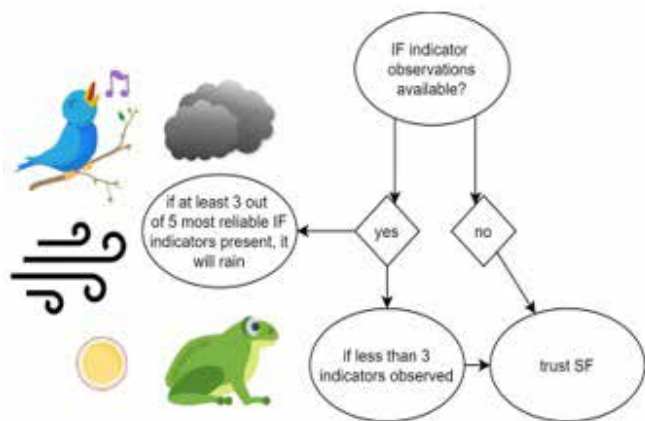
heid worden behandeld. GMet, de nationale aanbieder van weerberichten, toonde over het algemeen de laagste skill voor regenvoorspellingen voor dezelfde dag. Er moet worden vermeld dat GMet-voorspellingen worden gecommuniceerd voor twaalf verschillende regio's, zodat bijvoorbeeld de hele kustlijn van Ghana, die langer is dan 500 km, dezelfde voorspelling ontvangt.

Figuur 5 toont de individuele skill scores van de LF-indicatoren die in Tamale werden gebruikt. Omdat 'dauw' en 'mieren' maar maximaal twee keer werden geobserveerd, werden ze van de verdere analyse uitgesloten. 'Brandende zon' werd bijna elke dag geobserveerd en had dus ook geen skill ( $HK = -0.1$ ). Vervolgens zijn er vijf indicatoren overbleven voor het analyseren van de prestaties van indicatorcombinaties: 'donkere wolken', 'sterke wind uit specifieke richting', 'cirkel rond de maan', 'vogelklanken' en 'kikkergeruiden'.

Het uitsluiten van de slechtst presterende indicatoren leidde ertoe dat vaak twee indicatoren al voldoende waren om regen tot drie dagen vooruit te voorspellen voor een hogere gemiddelde HK-score. Verder bleek uit onze analyse dat, als drie van de vijf meest betrouwbare indicatoren worden waargenomen, de HK-score voor dezelfde dag het hoogst is met 0.52.

### Op weg naar een hybride weersverwachting

Een voorlopig conceptueel raamwerk voor een hybride voorspelling werd ontwikkeld op basis van de conclusies die konden worden getrokken uit de 50 dagen die in Tamale werden bestudeerd. De beslisboom in Figuur 6 laat zien dat de LF-voorspelling moet worden vertrouwd als er indicatorwaarnemingen beschikbaar zijn. Als er minimaal drie van de vijf indicatoren kunnen worden waargenomen, gaat het regenen. Zo niet, dan moet men de WF vertrouwen. Door deze beslissingsboom toe te passen op het geval van Tamale, werd de maximale HK-score van 0.62 voor LF



Figuur 6. Conceptuele beslisboom voor hybride regenvoorspelling die SF en LF combineert op korte termijn in het Globale Zuiden.

verhoogd tot 0.73. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de hybride aanpak in potentie een betere neerslagvoorspelling kan opleveren.

### De weg vooruit

Als gevolg van deze MSc-thesis worden nu meer van dergelijke studies van MSc-studenten aan de WUR binnen de WSG-vakgroep uitgevoerd. De resultaten zullen worden omgezet naar een Machine Learning algoritme. Deze lente wordt een eerste versie geïmplementeerd in de DROP app. Dit onderzoek, dat op lokaal niveau in Noord-Ghana werd uitgevoerd, benadrukt dat wetenschappelijke gegevensbeperkingen kleine boeren er niet van weerhouden om het weer relatief nauwkeurig te voorspellen. Het grote aantal boeren en lokale indicatoren over de hele wereld, de plaats van kennis en de kwaliteitssignalen van de voorspelling die worden geïdentificeerd, laten zien dat er in de toekomst meer onderzoek nodig is om wereldwijde indicatoren vast te stellen die als basis kunnen dienen voor

wereldwijde weersverwachtingsmodellen. Verder werd in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten waarom sommige indicatoren wel werkten. Zijn hiervoor biofysische verklaringen te bedenken? Kunnen sommige insecten het aankomende weer voelen door bijvoorbeeld een verandering in luchtdruk of luchtvochtigheid? Hoewel dit geen typische onderzoeksonderwerpen van meteorologen zijn, zouden antwoorden hierop wél tot betere weersverwachtingen kunnen leiden. Dit zou een groot voordeel zijn in regio's met een hoge klimaatvariabiliteit, zoals het geval is in kleine boerengemeenschappen in het Globale Zuiden.

### Referenties

- Dogbey, R. K. (2021). Hydro-climate information services in Ghana: Farmer Support App implementation and evaluation. (unpublished MSc thesis). Wageningen University & Research.
- FAO (2019). Handbook on climate information for farming communities - What farmers need and what is available. <https://www.fao.org/3/ca4059en/ca4059en.pdf>.
- Gbangou, T., Van Slobbe, E., Ludwig, F., Kranjac-Berisavljevic, G., & Paparrizos, S. (2021). Harnessing local forecasting knowledge on weather and climate in Ghana: Documentation, skills, and integration with scientific forecasting knowledge. *Weather, Climate, and Society*, 13(1), 23–37. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-20-0012.1>.
- Fraas, J. (2021). Enhancing hydro-climate services for small-scale farmers in the Global South by scientific and indigenous weather forecasts. (unpublished master's thesis). Wageningen University & Research.
- Manzanas, R., Amekudzi, L. K., Preko, K., Herrera, S., & Gutiérrez, J. M. (2014). Precipitation variability and trends in Ghana: An intercomparison of observational and reanalysis products. *Climatic Change*, 124(4), 805–819. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1100-9>.
- Nyadzi, E. (2020). Best of both worlds: Co-producing Climate Services that Integrate Scientific and Indigenous Weather and Seasonal Climate Forecast for Water Management and Food Production in Ghana. Wageningen University and Research.
- Paparrizos, S., Attah, E., Sutanto, S., Snoeren, N., Ludwig, F. (2023). Local weather forecast knowledge across the globe and implications for agricultural decision-making. *Science of the Total Environment*, under revision.
- Snoeren, N. (2020). Global Sources of Local Forecast Knowledge for Agricultural Decision-Making: An Identification of Agro-Meteorological Indicators. (unpublished master's thesis). Wageningen University & Research.
- Vogel, P., Knippertz, P., Fink, A. H., Schlueter, A., & Gneiting, T. (2020). Skill of global raw and postprocessed ensemble predictions of rainfall in the tropics. *Weather and Forecasting*, 35(6), 2367–2385. <https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0082.1>.

Contact: janina.fraas@weatherimpact.com,  
spyros.paparrizos@wur.nl, arnold.moene@wur.nl

## De NVBM-scriptieprijs 2023

Bestuur NVBM

De NVBM-scriptieprijs is een initiatief van de Nederlandse Vereniging ter Bevordering van de Meteorologie. Het doel van deze prijs is om bredere bekendheid te geven aan hoogwaardig atmosferisch (meteorologie en klimaat) onderzoek uitgevoerd door MSc-studenten in Nederland. Verder hopen we hiermee naamsbekendheid voor de NVBM te genereren onder studenten meteorologie en klimatologie.

De NVBM-scriptieprijs werd voor het eerst in 2022 uitgereikt. De jury was onder de indruk van het hoge niveau van de ingediende scripties, welke een zeer breed scala aan meteorologisch onderzoek beschreven, onder andere over voorspelbaarheid, waarnemingsmethoden en klimaatverandering. Vanwege dit succes is besloten ook in 2023 een scriptieprijs uit te reiken.

De wedstrijd staat open voor MSc-scripties voltooid aan een Nederlandse universiteit waarvan de afstudeerscriptie handelt over een onderwerp met een directe relatie tot de meteorologie of fysische klimaatwetenschappen. Een afstudeerscriptie kan slechts één

keer ingediend worden, namelijk in het academische jaar dat deze voltooid is. Op de NVBM-website staan de volledige aanmeldcriteria; belangrijk is dat alle documenten uiterlijk op 1 juni 2023 ontvangen zijn op het e-mailadres van de NVBM ([bestuur@nvbm.nl](mailto:bestuur@nvbm.nl)).

Een onafhankelijke jury bestaande uit NVBM-leden met verschillende professionele achtergronden zal de ingezonden scripties en motivatiebrieven beoordelen. De beoordelingscriteria zijn inhoudelijke kwaliteit (bijvoorbeeld originaliteit, wetenschappelijke vernieuwing), technische uitvoering, presentatie en taalgebruik, en maatschappelijke relevantie.

De winnende scriptie zal worden beloond met een oorkonde, één jaar lang gratis lidmaatschap van de NVBM, en de winnaar zal de gelegenheid worden geboden om een artikel over de scriptie in *Meteorologica* te publiceren. Verder is voor de winnaar een geldbedrag van €250,- beschikbaar. De scriptieprijs zal tijdens het NVBM-najaars-symposium uitgereikt worden.

# Atmosfeer-rivier

Huug van den Dool

De laatste 15 jaar is er ineens vaak sprake van “atmosferische rivieren”, en daarmee wordt dan bedoeld een dunne band (slang, koker, buis?) van zeer vochtige lucht die met redelijke snelheid voorwaarts schiet en veel neerslag brengt daar waar deze zogenaamde rivier bijvoorbeeld tegen het continent aanstroomt. Deze beeldspraak is ontstaan (vermoed ik) aan de westkust van Noord-Amerika waar hoge bergen vlak naast de Grote Oceaan liggen. Ik heb hier twee irritante vragen over. Ten eerste: spraken wij al niet over een atmosferische rivier als beeldspraak voor de straalstroom? En mogen we dat zomaar wegpoetsen uit ons collectief geheugen? En ten tweede: wat is eigenlijk een rivier?

Toen het bestaan van de straalstroom nabij de tropopauze duidelijk werd (in de jaren 1940) was er verbazing; vrijwel niemand had dit verwacht, alom prettige opwinding over zoiets merkwaardigs. Je hebt een grote 3D-atmosfeer waar lucht kan stromen waar die maar wil, zonder de land-zee begrenzing die de oceaan beperkingen oplegt, en zonder een voorgevormde bedding die vloeibaar water op het landoppervlak via natuurlijke goten afvoert. Lucht mag overal stromen, maar zie, zelfs dan krijg je lange dunne linten waarin de ‘fluid’ (in het Engels zowel gas als vloeistof) een heenkomen zoekt: rivieren van lucht in de atmosfeer (AR type 1). Ze vormen of ondervinden geen bedding en oevers, en op een andere dag kiezen ze voor een andere loop, zonder dat dat tot een overstroming leidt. Een rivier dus, het is een leuke beeldspraak, iets voor het onderwijs of een spraakmakend seminar, maar geen duidelijke definitie waaraan voldaan moet worden. Het is natuurlijk ook een rare rivier, een straalstroom, die helemaal rond kan lopen, en zichzelf als het ware bij de staart grijpt. Een bedenksel van Escher die met de zwaartekracht speelt. Ook in de oceaan werd de Golfstroom wel eens een rivier genoemd, mogelijk al door Benjamin Franklin; ook komisch, een rivier in het water.

Pakweg 50 jaar na de ontdekking van de straalstroom (AR type 1 dus) nabij de tropopauze ontstond hernieuwd spraakgebruik over atmosferische rivieren (AR type 2), nu als beschrijving van dunne lange linten van lucht met een zeer hoog vochtgehalte. De notie rivier wordt in dit verband gebruikt, denk ik, vooral omdat het over water gaat, overigens grotendeels als gas, nauwelijks als vloeistof. Het is hier niet zozeer het snelheidsprofiel dat aanleiding geeft tot de notie rivier. Sommige auteurs merken op dat er in zo’n AR2 evenveel water voortbeweegt als er door zeer grote rivieren (Amazone, Mississippi) wordt afgevoerd; dat maakt het potentieel voor overstromingen plausibel. Deze AR2 is uiteraard veel dichter bij het oppervlak dan de AR1, want absolute vochtigheid neemt altijd zeer sterk af met de hoogte, hoewel de veelgebruikte verticaal geïntegreerde vochtinhoud dat aspect enigszins verdoezelt. Oudere begrippen zoals conveyor belt of pineapple-express, ooit nieuwe kreten om de pers bezig te houden, worden ook een beetje weggemoffeld, al brachten die wel onder de aandacht dat er soms een geconcentreerde bron van vocht in de (sub)tropen is of lijkt te zijn, een band die gaande naar het noordoosten gevolgd kon worden. Dat het als een nauwe band wordt gezien is ook een beetje omdat het er

zo uitziet op satellietfoto’s: een concentraat (bewolking) als tracer in zichtbaar licht. Het meeste vocht, het gas, kan echter niet worden gezien in zichtbaar licht.

Mag je zomaar terminologie die al bestaat voor een nieuw doel gebruiken? Alles mag, als je maar brutaal genoeg bent. Met depressiebanen (cyclone tracks) werden vroeger de paden bedoeld van de kern van lagedrukgebieden. Daar zit systematiek in, zoals bleek uit het werk van Bill Klein in Noord-Amerika en van Van Bebber in Europa. Tot in de jaren 1970/80 de school van Mike Wallace een lokaal maximum op een kaart van ‘band-pass filtered’ variantie (meestal periodes tussen 2 en 6 dagen) de cyclone track begon te noemen. Bill Klein heeft nog lief geprotesteerd, maar het hielp niet. Als je één biels steelt ben je een dief, als je alle bielen steelt ben je de eigenaar (van de spoorlijn). Overigens zijn de cyclone tracks a la Bill Klein toch niet helemaal dood. Er is wel degelijk een industrietje om banen van depressies en vooral tropische cyclonen te bepalen uit een set van analyses (of verwachtingen) op een rooster. Een rekenrecept wordt losgelaten op de alles en iedereen overweldigende hoeveelheid model output, een probleem van eigen makelij dat met niet-zo-mythische kunstmatige intelligentie wordt overwonnen. Over de straalstroom als rivier hoor je weinig meer: het is nu allemaal AR type 2 wat de natte klok slaat.

Een rivier dus. Maar wat is nu eigenlijk een rivier? Dat het over vloeibaar water gaat maakt het geen rivier, want op sommige manen van onze buurplaneten stromen heel merkwaardige vloeistoffen in rivieren. Bij AR2 gaat het bovendien wel over water, maar niet (of nauwelijks) over vloeibaar water. Mij lijkt dat de voornaamste kenmerken van een rivier zijn dat a) breedte en diepte zijn klein ten opzichte van de lengte, b) de rivier is een voorgevormde goot die zich niet van dag tot dag verplaatst (zeer uitzonderlijke gevallen daargelaten), alleen de afvoer varieert van dag tot dag, en c) de stroomrichting wordt bepaald door de zwaartekracht en de helling van de bodem van de rivier ten opzichte van de geoïde. Zowel AR1 en AR2 voldoen slechts deels aan deze kenmerken van een rivier: ze zijn alleen dun en lang. En geen van allen stromen door een oneindig laagland.

Maar de notie AR is werkelijk heel populair geworden, en is regelmatig in het nieuws. We hebben zelfs een intensiteitsschaal (1 tot 5, naar Amerikaanse gewoonte) en een heuse verificatie van AR2 verwachtingen, ook niet geheel simpel. Het gevaar bestaat wel dat het, zoals vaker is gebeurd, een modeverschijnsel blijft, iets nieuws om over te praten, zoals ook de straalstroom, de polaire vortex of de NAO en PNA hun tijd van komen en gaan hebben gehad in de media. Zolang het beestje maar een naam heeft. Zelfs UFO geldt in dit verband als een naam. Dus wie bedenkt de opvolger van atmosferische rivier?

“Mamma, waarom is de hemel blauw?” “Vraag dat maar aan je vader jochie, die werkt voor NOAA.” “Mamma, er loopt een rivier langs de hemel.” “Welnee jochie, dat kan helemaal niet.” “Pappa zegt ‘t, en die werkt voor NOAA.” “Mamma, er rijdt door de wolken een boer op z’n fiets.” “Ja jochie, dat was een leuk liedje, zal ik het nog eens voor je zingen?”

# WEERSTATION ONLINE

## MetStream™

Gill introduceert de MetStream™. De volgende stap in het zichtbaar maken van meetgegevens. Via een browserinterface kunt u actuele – live – meetgegevens weergeven op uw pc, tablet of smartphone (via internet of draadloos) en opslaan op server of pc. Ontwikkeld voor de meteorologische instrumenten van Gill, maar geschikt voor alle sensoren met digitale en analoge uitgangen.

Vanaf het dashboard kunt u individuele instrumenten configureren en weergeven zoals u wilt. Gill sensoren zijn zelfs via de "pick and click" methode het dashboard te synchroniseren.



ingenieursbureau **wittich & visser** bv  
scientific and meteorological instruments



Handelskade 76  
2288 BG Rijswijk

Tel. 070 3070706  
Fax 070 3070938

[www.wittich.nl](http://www.wittich.nl)  
[info@wittich.nl](mailto:info@wittich.nl)

## Weermuziek – muzikale wetenschappers

Harry Geurts (KNMI, voormalig persvoorlichter)

### Albert Einstein kon niet tellen

*“Leven zonder muziek is voor mij onvoorstelbaar. Mijn dagdromen beleef ik in muziek; ik zie mijn leven in termen van muziek... Het grootste plezier in mijn leven is de muziek.”* Je raadt nooit van wie dat citaat is: Mozart, Beethoven, Brahms? Nee, het zijn de woorden van Albert Einstein (1879 – 1955), de vermaarde natuurkundige. We kwamen zijn naam eerder al tegen als lid van het comité dat voor De Bilt koos als vestigingsplaats voor het secretariaat van de Internationale Meteorologische Organisatie.

De Duits-Zwitsers-Amerikaanse fysicus, beroemd als de ontdekker van de relativiteitstheorie, kreeg de muziek in het Duitse Ulm met de paplepel ingegoten. Zijn moeder zat vaak achter de piano en de kleine Albert ging al op zesjarige leeftijd op vioolles. Hij was vooral onder de indruk van de sonates van Mozart en de *Regensonate* voor viool en piano van Brahms waar hij vele uren op studeerde. Deze sonate schreef Brahms toevallig in het geboortjaar van Einstein voor een verdrietige Clara Schumann na het overlijden van haar zoon. Het samenspel van viool en piano doet denken aan tranen van verdriet als regendruppels. Het ritme van de regen dat in de muziek doorklonk boeide hem, maar opmerkelijk genoeg had de vader van de relativiteitstheorie moeite om maat te houden. Dat schrijft Prof. Christian Maes van de KU Leuven in zijn artikel *Albert Einstein en de liefde voor muziek* in het kader van het Wereldjaar Fysica in 2005. *“Tel! Tel dan toch!”* zou pianist Arthur Rubenstein hebben geroepen tijdens zijn samenspel met Einstein, en ook pianist Artur



Figuur 1. Albert Einstein bespeelt de viool (bron: History Defined).

Schnabel, één van de belangrijkste pianisten uit de eerste helft van de vorige eeuw, zou gezegd hebben: *“Albert, je kan niet tellen.”* Het waren de grootste beroemdheden waarmee Einstein in de huiskamer musiceerde en soms ook optrad. Onder meer voor de zeer muzikale Belgische Koningin Elisabeth waarmee hij bevriend was en zijn liefde voor muziek deelde. *“Ik haal de mooiste dingen in het leven uit de muziek,”* was één van Alberts aanprijzingen van de muziek waaraan hij zijn *“wetenschappelijk inzicht en levensgenot”* te danken had.

In de muziekgeschiedenis wordt Albert Einstein soms verward met zijn neef en musicoloog Alfred Einstein (1880 – 1952). Zijn neef schreef tal van publicaties over muziek en was verbonden aan het toonaangevende *Zeitschrift für Musikwissenschaft*. Toch is het Albert Einstein wiens naam in muziek is vereeuwigd in de opera *Einstein on the Beach* van minimalist Philipp Glass. Dit werk uit 1976 duurt enkele uren en is opgebouwd uit vier traag verlopen- de bedrijven voor ensemble, koor en solisten. De titel is gebaseerd op een foto van Einstein op het strand. In drie thema's wordt Einsteins werk belicht: trainen, klokken en een raket verwijzen naar zijn theorieën over tijd, ruimte en relativiteit. De koorzang bestaat uit namen van noten en cijferreeksen die menig klimatoloog zal aanspreken.

### Stille, oude en muzikale weerprofeet Goethe

Als weergeïnteresseerde die graag in de boeken duikt, heb ik met stijgende verbazing de meteorologische beschouwingen van de Duitse dichter en natuuronderzoeker Johann Wolfgang van Goethe (1749 – 1832) gelezen. Hij had vooral belangstelling voor wolken en kleuren. Jaren achtereenvolgend hield hij een dagboek bij met prachtige beschrijvingen van zijn waarnemingen. Dat beaamt ook Goethe-kenner Henk de Bruin, die vorig jaar het Minnaert Symposium voor de NVBM organiseerde. Minnaert gebruikte citaten van Goethe en in het kader daarvan onderzocht Henk de controverse Newton-Goethe. Daarin wordt Newton als onderzoeker de hemel in geprezen, terwijl Goethe wordt weggezet als een dromerige dichter uit de Romantiek die broddelwerk leverde met zijn onderzoek naar kleur in de atmosfeer, de *Farbenlehre*. *“Dat beeld moet duidelijk worden herzien,”* aldus Henk de Bruin, die werkt aan een essay over dat onderwerp.

Multitalent Goethe genoot er vooral van om alles wat hij zag zo mooi mogelijk onder woorden te brengen. Zijn dichtregels zijn dan ook door tal van beroemde componisten op muziek gezet. *“Hij was één van de meest getoonzette dichters van de muziek,”* schrijft musicologe Dietlinde Küpper in haar boek *Musik in Goethes Leben: zum Sehen geboren, Weimarer Verlagsgesellschaft, 2011*.

Beroemd is *Meerrestille und glückliche Fahrt*, een gedicht van Goethe dat Felix Mendelssohn verwerkte in symfonische muziek. In de vioolklanken wordt de zwakke wind verbeeld die waait op een mistige zee. Als de mist is

opgelost en de zon doorbreekt kan de kapitein opgelucht verder varen. De fluitist en de strijkers spelen dan een melodie waarin dat gevoel van opluchting doorklinkt.

Ludwig van Beethoven schreef een cantate voor koor en orkest met dezelfde naam, gebaseerd op twee gedichten van Goethe. Beethoven heeft nooit op zee gevaren en des te verwonderlijker is zijn treffende verklanking van de zee. Je hoort een steeds verder aantrekkende wind waarmee Aeolis, de god van de wind, zijn gelukkige reis maakte. Hij droeg het werk ook op aan Goethe, die hij enorm bewonderde en voor wie muziek een onmisbaar onderdeel van zijn leven was. Dat zat in zijn genen: zijn vader speelde luit, zijn moeder piano en zijn zus zong teksten ongetwijfeld ook van haar broer. Op zevenjarige leeftijd heeft Goethe Mozart nog live horen spelen, wat diepe indruk op hem maakte.

Wie kent niet Erbkönig, de ballade van Goethe over een vader die 's nachts met zijn zieke en angstige zoon in zijn armen te paard naar huis rijdt. "Wer reitet so spät durch Nacht und Wind? Es ist der Vater mit seinem Kind." Franz Schubert schreef de muziek erbij en het werd één van zijn bekendste liederen.

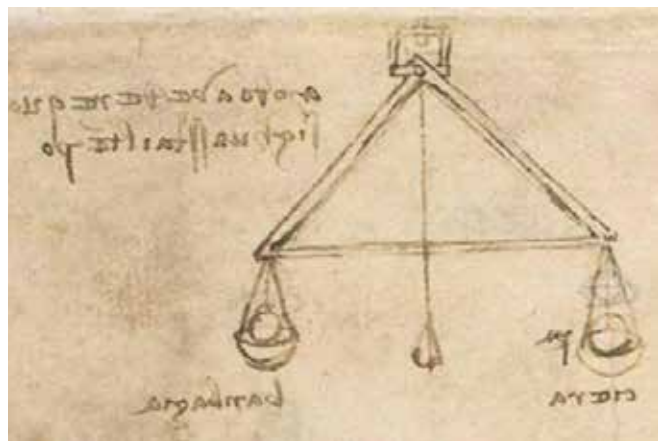
### Dem Manne, der Wolken unterschied

Toch staat een ander onderwerp voor Goethe op nummer één: de wolken en met name de man die de wolken een naam gaf: de Engelse scheikundige en apotheker Luke Howard (1772 – 1864). Naast zijn werk in de apotheek hield hij ook het weer nauwlettend in gaten en bedacht hij de bekende wolkennamen als cirrus, cumulus en stratus. Latijnse namen die Goethe als muziek in de oren klonken.

*De wereld, die is zo groot en weids,  
De lucht ook zo nobel en wijd,  
Ik moet er allemaal rekening mee houden  
Maar ik wil niet goed kunnen nadenken.*

*Om jou in het oneindige te vinden  
Moet onderscheiden en dan verbinden;  
Daarom dankt mijn gevleugelde lied  
De man die wolken onderscheidde.*

*Uit: Trilogie zu Howards Wolkenlehre (1820 – 1821)  
Johann Wolfgang Goethe  
(vertaald naar het Nederlands)*



Figuur 3. Leonardo da Vinci: a genius who contributed to meteorology (bron: Meteored, yourweather.co.uk).



Figuur 2. Goethe und die Musik. Compilatie van muziek op teksten van Goethe. Capriccio Records.

Howard, die tussen 1801 en 1841 het weer in Londen bijhield, schreef vooral over wolkenvormen en publiceerde een wolkenlijst die nog altijd de basis vormt van de wereldwijd gebruikte wolkenclassificatie. De Franse bioloog Jean Baptiste Lamarck (1744 – 1829) bedacht al een jaar eerder een vergelijkbaar wolkenstelsel, maar in zijn publicatie stonden geen tekeningen en ontbraken ook de Latijnse namen. Howard plaatste er wel schetsen bij, alsook een Latijnse namenlijst, waarmee hij internationaal bekendheid verwierf.

Toch heeft Howard de doorbraak van zijn wolkenclassificatie vooral te danken aan Goethe, die zijn essay in 1820 onder ogen kreeg. De wereldberoemde Duitse dichter richtte de schijnwerper op Howard en schreef tal van brieven aan de wolkenman met fotografische beschrijvingen van wolkenvormen.

### Alleskunner Leonardo da Vinci

Een natuurkundige die in deze bijdrage over muzikale wetenschappers zeker niet mag ontbreken is de excentrieke Italiaan Leonardo da Vinci (1452 – 1519). Hij was een zeer veelzijdig wetenschapper en bekend als architect, ingenieur, filosoof, natuurkundige, astronoom, scheikundige, beeldhouwer, schilder (Mona Lisa) en uitvinder. Zijn dagboeken bevatten studies van weersverschijnselen en schetsen van meetinstrumenten, zoals de thermometer en de barometer, een eeuw voor de uitvinding van deze instrumenten. Hij wordt wel beschouwd als de uitvinder van de hygrometer. Hij schetste een weegschaal met aan het ene uiteinde een steentje en aan de andere kant wol. Een knot wol weegt meer als de lucht vochtiger wordt en de balans verandert ook als het droger wordt. De wol werd later vervangen door een spons. De geniale Leonardo schetste ook een mechanisme waarop de werking van de windmeter (anemometer) is gebaseerd, een instrument dat pas veel later als meetinstrument werd gebruikt.

Naast al die uitvindingen ging zijn interesse ook uit naar muziek. Zijn hartewens was de ontwikkeling van een

algemeen muziekinstrument dat de ene keer naar een viool, de andere keer als een klavier en dan weer als een cello of houtblazer klonk. Dit ideaal heeft hij nooit kunnen realiseren want het bleef bij schetsen. Daarnaast was Da Vinci componist, bespeelde hij een groot aantal instrumenten waaronder de lier, en gaf hij muziekles. Geen van zijn werken is bewaard gebleven, maar wel zijn vaak raadselachtige muzieknotaties geschreven in spiegelreflectie. Achter die geheimzinnige aantekeningen gaan de prachtigste melodieën schuil. Luister maar eens naar het album *Leonardo da Vinci, la Musique secrète (geheimzinnig)* van Douce Memoire.

#### Hans Oerlemans op gitaar

Gelukkig is de muziek van Hans Oerlemans minder geheimzinnig. Ja, je leest het goed, ook de ons welbekende gletsjeronderzoeker mag zich rekenen tot de muzikale wetenschappers. Hans reageerde enthousiast op een eerdere aflevering van deze rubriek over klimaat-

verandering in de muziek en verwees naar zijn *Requiem voor de Zwitserse gletsjers, Tango Glacier* genaamd. Hans bespeelt hierin de gitaar samen met zijn collega glacioloog Felix Keller op viool. De prachtige maar ook trieste beelden bij de muziek laten niets aan duidelijkheid te wensen over. Je vindt het op YouTube met prachtige maar natuurlijk ook droevige beelden van smeltende gletsjers. Absoluut een aanrader, zie YouTube via onderstaande QR-code.

Contact: [harry.geurts@xs4all.nl](mailto:harry.geurts@xs4all.nl)



## Oproep: nominaties voor Buys Ballot Medaille 2023

KNAW / KNMI



KONINKLIJKE NEDERLANDSE  
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

De Buys Ballot Medaille is in 1888 door de KNAW ingesteld als eerbetoon aan de wetenschappelijke verdiensten van meteoroloog en KNAW-lid C.H.D. Buys Ballot (1817-1890) ter erkenning van opmerkelijke en stimulerende bijdragen aan de meteorologie, in het bijzonder op het gebied van klimaatverandering. De Buys Ballot Medaille werd vanaf 1893 eens in de tien jaar uitgereikt en wordt gefinancierd door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). Vanaf 2023 zal de Medaille elke vijf jaar worden toegekend. De laureaat ontvangt een zilveren vergulde medaille.

#### Nomineren

Het is mogelijk om nominaties aan te dragen voor de Buys Ballot Medaille tot maandag 15 mei 2023.

#### Wie mogen nomineren?

De nominaties mogen worden aangedragen door de colleges van bestuur en decanen van universiteiten in Nederland en daarbuiten, directeurs van onderzoeksinstituten in Nederland en daarbuiten, academies, meteorologische organisaties zoals EMS, EUMETSAT, ESA, EUMETNET en WMO, en andere kennisinstellingen in Nederland en daarbuiten.

Aanvullende informatie en het nominatieformulier zijn te vinden op de website van de KNAW:

<https://www.knaw.nl/buys-ballot-medaille>

## Stevensonhut in Aviodrome

Jan Hemink

Het luchtvaartmuseum Aviodrome heeft een Stevensons-hut gekregen. Nu ben ik op zoek naar een of twee oude stationsthermometers en/of een psychrometer. Heb je er één (over) en mogen we die gebruiken, heel graag.

Contact: [heminkjan@introweb.nl](mailto:heminkjan@introweb.nl)



# Geo-engineering the Climate

12:15 Inloop met koffie en thee

12:45 Algemene Ledenvergadering

## Symposium *(English spoken)*

14:00 *Herman Russchenberg, Delft University of Technology*

**Should we make clouds brighter to cool the Earth?**

14:30 *Claudia Wieners, Inst. for Marine & Atmospheric research Utrecht*

**Stratospheric Aerosol Injection – Can we do it, can we do without?**

15:00 Coffee and tea break

15:30 *Aarti Gupta, Wageningen University & Research*

**Solar Geo-engineering: A Dangerous Distraction?**

16:00 Drinks

Date: Friday 14 April 2023

Venue: Delft University of Technology, Civil Engineering and Geosciences,  
Stevinweg 1, Delft, Lecture hall E.

*Free for NVBM members and students, non-members: € 20,00 (register until 7 April 2023 via [www.nvbm.nl](http://www.nvbm.nl) or [bestuur@nvbm.nl](mailto:bestuur@nvbm.nl)).*



# De eerste grijze dag

Thom Zwagers

Ik heb er lang over nagedacht en besloten dat ik iets ga doen wat nog nooit iemand gedaan heeft in Meteorologica. Ik kom officieel uit de kast. Het zit namelijk zo: ik ben verliefd op stratuswolken.

Een aantal jaren geleden werd er bij de publieke omroep een documentaire uitgezonden over Kees Momma uit Wassenaar. Kees heeft autisme. In "Het beste voor Kees" werd hij gevolgd in zijn dagelijks leven en hoe hij omgaat met de vele prikkels die bij hem ongefilterd en ongelimiteerd binnenkomen. Voor Kees is de zomer verschrikkelijk. Het is heet. Het is het grootste gedeelte van de dag zonnig. Buiten is het druk met lawaaierige en te aanwezige mensen. Dit alles is veel te veel voor zijn brein, en zijn leven komt tot stilstand, of gaat in ieder geval een stuk langzamer.

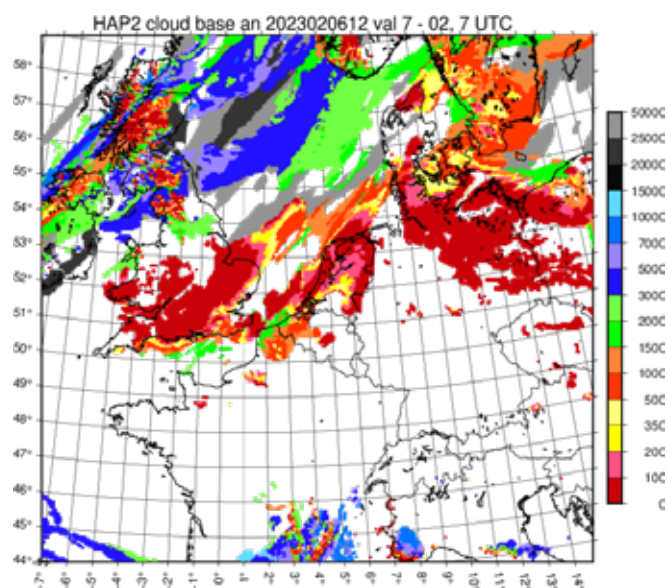
Kees volgt dagelijks de pluim, als een ware meteoroloog. Hij veert op als hij het mogelijke begin van de herfst spot in het ensemble van het ECMWF. Hij ziet dat de eerste grijze dag met aangename temperaturen in zicht is. Een dag waarop het KNMI nul zonuren noteert. Een dag waarop de temperatuur niet meer ver boven het langjarig gemiddelde ligt. Een dag met hardnekkige stratus. Kees komt bij dit vooruitzicht helemaal tot rust en leeft op.

Het overgrote deel van de bevolking is niet meteoroneutraal opgevoed en begrijpt Kees niet. Op de eerste herfstdag schieten de meeste mensen onmiddellijk in een depressie. Na de zoveelste zomer met een overdosis zon, talloze plaknachten en outdoor-bacchanalen zitten zij met een lange sik op hun trieste bankje op sociale media te klagen. Kees heeft geen medelijden met hen. Nul medelijden. Ik ook niet. Kees heeft gelijk. Hoe sipper de mensheid is over het weer, hoe blijer ik ben.

Die ene dag in september waarvan je weet dat hij komt. De verlossing. Geheel bewolkt. Beetje motregen. Zo'n dag waarop je zin hebt om van alles te ondernemen. Lekker overdag hardlopen. Ongestoord, want de massa zit binnen te mokken. Toch kleven er ook nadelen aan dit weertype: een weersverwachting maken is niet makkelijk in deze situatie.

In de weerkamer van het KNMI gebruiken we sinds jaar en dag plaatjes die voor elke plek aangeven hoeveel bewolking er is en hoe hoog/laag deze zit. In de volksmond worden ze ook wel de "vingerverfschilderijtjes" genoemd, en dat komt door de op het oog volledig willekeurig gekozen kleuren (zie Figuur). Er zit echter een idee achter. Bij dit kleurenschema kunnen ook kleurenblinden (we hebben er een paar, uiteraard allemaal mannen) de kleuren zien. Zo komt het in de zomer voor dat de kleur blauw soms hogere temperaturen aangeeft dan rood. Gek genoeg went dat.

Dit rustige herfstweer speelt zich af in de onderste laag van de atmosfeer, dichtbij het aardoppervlak. De modellen worden steeds beter, maar hebben hier nog steeds moeite mee. Elke run ligt de stratus net op een andere plek, op een ander moment, of op een andere hoogte. Om maar niet te spreken over mist. Dat er zoveel verschil is tussen opeenvolgende runs en tussen modelsmaken geeft overigens ook informatie: blijkbaar is het een onze-



kere situatie. Natuurlijk er zijn ensembles: per gridpunt, opgeschaald per gebied, met verschillende tijdsvensters. Machine Learning en Deep Learning worden erop losgelaten. Tot nu toe zijn het goedbedoelde pogingen waarvan ik nog niet heel bang ben dat ze mijn baan overnemen.

Je kunt het ouderwetse principe hanteren waarbij "het beste model" wordt gebruikt als basis voor de verwachting, of de methode "de meeste stemmen tellen". Drie uur later zijn modeluitvoer en de actualiteit weer veranderd en de frustratie bij overmoedige meteorologen toegenomen. Als ik geen dienst heb, kijk ik stiekem vanuit huis mee. Niet alleen houd ik erg van de eerste grijze dag, ik geniet ook van leed. Dat maakt mij een slecht mens, maar goede mensen kunnen geen meteoroloog worden, denk ik.

Het is de bedoeling dat dit jaar het Harmoniemodel gedraaid gaat worden op de nieuwe gezamenlijke supercomputer van het KNMI, MetÉireann, FMI en IMO, ofwel United Weather Centers West. Deze supercomputer staat op IJsland, vanwege de ruime aanwezigheid van duurzame energie. Dat betekent dat er elk uur een nieuwe run gaat komen, met ook elk uur een vers ensemble. De frustratie zal dan per uur gaan toenemen. Ik verheug me daar nu al op. Grijze dagen worden nog mooier. Gouden tijden zijn aanstaande voor mij en Kees.

Binnenkort zal ongetwijfeld iemand gaan uitzoeken dat de eerste grijze dag steeds later in het jaar plaatsvindt. Met grafieken en goede statistieken. Dat stemt mij somber. Planeet Aarde zou nooit zo'n succesvolle klimaatverandering gekend hebben als de uitstoot van broeikasgasen tot een afkoeling geleid zou hebben, dus de grijze dag komt vast ook in gevaar. Red de grijze dag.

Come and study *Meteorology and Air Quality* at  
Wageningen University



Bachelor of Science  
Soil, Water, Atmosphere



Master of Science  
Meteorology and Air Quality

Wageningen University  
Meteorology and Air Quality  
<http://www.maq.wur.nl>

Contact:  
Michiel van der Molen  
[Michiel.vanderMolen@wur.nl](mailto:Michiel.vanderMolen@wur.nl)

Information:  
BSc: <http://www.wur.nl/bbw>  
MSc: <http://www.wur.nl/mee>



# In memoriam – Wilhelmus (Will) P. M. de Ruijter (1 juni 1951 – 12 januari 2023)

Henk Dijkstra, Huib de Swart (IMAU/UU)

Op donderdag 12 januari 2023 overleed Professor Will de Ruijter. De laatste 10 jaar ondervond hij in toenemende mate de gevolgen van de ziekte van Parkinson. Will heeft gedurende zijn lange en eminente carrière belangrijke bijdragen geleverd aan een groot aantal onderwerpen in de fysische oceanografie, zoals aan de stromingen en fronten nabij de Nederlandse kust en in het bijzonder aan de Agulhas-stroming rond Zuid-Afrika.

Will promoveerde in 1979 in de toegepaste wiskunde aan de Universiteit Utrecht met Prof. W. Eckhaus als promotor. Zijn proefschrift met de titel: “On the asymptotic analysis of the large scale ocean circulation” was een nieuwe wiskundige analyse van de structuur van grenslaagstromingen in de mondiale oceaan, met name de Agulhas- en Brazilië-stromingen. In het belangrijkste artikel uit zijn proefschrift (De Ruijter, 1982) laat hij zien dat traagheids-effecten in de Agulhas stroming essentieel zijn voor het optreden van een retroreflectie ten zuiden van Afrika. Deze retroreflectie zorgt er onder andere voor dat wervels afsnoeren, die vervolgens (door hun ‘eigen’ dynamica) de Atlantische Oceaan op bewegen. Later onderzoek, met name ook van Will, heeft laten zien dat deze wervels voor een zeer effectieve warmte- en zoutuitwisseling tussen de Indische Oceaan en de Atlantische Oceaan zorgen, en daarmee een belangrijk onderdeel zijn van de mondiale oceaancirculatie. Daarnaast voorspelde Will in zijn proefschrift al het bestaan van een oceaan ‘supergyre’ (Figuur 2). Deze supergyre is pas tientallen jaren later aangetoond in observaties, met name in gegevens verkregen met Argo boeien.

Na zijn promotie was Will een jaar actief als leraar wiskunde aan een middelbare school. Daarna ging hij werken bij Rijkswaterstaat, waar hij eerst projectleider was bij de Dienst Informatieverwerking, en later hoofd van de toenmalige Dienst Getijdewateren. Daar gaf hij al op jonge leeftijd leiding aan ongeveer 30 mensen, en hij heeft daar een uniek meetprogramma in de Nederlandse kustzone geïnitieerd en uitgevoerd. In een interview in 2015 zegt Will hierover: “Men dacht dat men alles al wist. Maar er was eigenlijk niks bekend. Ze wisten bijvoorbeeld helemaal niet hoe gestratificeerd het water in het uitstroombied van de Rijn was.” Dit werk heeft geleid tot de eerste groot-schalige observationele dataset van de driedimensionale stromingen en dichtheidsverdelingen in de Noordzee, de zeegaten en de Wadden (Van der Giessen et al., 1990). Ook had Will een leidende rol in het ontwikkelen van een atlas van de Noordzee, waarin met behulp van numerieke modellen het transport van verontreinigingen afkomstig van verschillende rivieren in kaart werd gebracht (De Ruijter et al., 1987). Dit werk vormde een belangrijke pijler voor de later uitgegeven North Sea Atlas for Netherlands Policy and Management, Stadsuitgeverij Amsterdam (1992).

In deze periode verbleef Will ongeveer twee jaar aan de



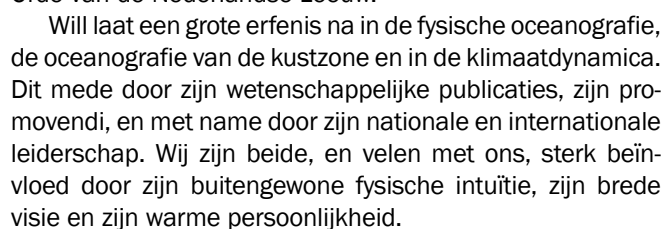
Figuur 1. Prof. dr. W(ill) P. M. de Ruijter in 2016.

Universiteit van Miami waar hij, naar hij zelf aangaf, ‘oceanograaf’ is geworden. Hier schreef hij artikelen over de verschillende Agulhas retroreflectie regimes samen met Douglas Boudra (Boudra & De Ruijter, 1986). In dit werk maakte hij gebruik van numerieke oceaanmodellen en hiermee bevestigde hij zijn resultaten uit zijn proefschrift (verkregen met analytische modellen) over de Agulhas retroreflectie en de supergyre. In november – december 1983 nam hij deel aan de “Agulhas Research Cruise” (PI Arnold Gordon, New York) in de Zuid-Atlantische Oceaan en Indische Oceaan.

In 1986 keerde Will terug naar Utrecht en werd hij hoogleraar Fysische Oceanografie aan de Universiteit Utrecht. Dit zou zijn academische thuisbasis zijn gedurende 30 jaar tot aan zijn emeritaat in 2016. Will was een motiverende docent en heeft diverse cursussen ontwikkeld en gegeven in de fysische oceanografie. Na de invoering van het masterprogramma Meteorologie, Fysische Oceanografie en Klimaat (in 2003) was hij tot 2014 programmaleider. Zijn onderzoek ontwikkelde zich langs twee hoofdlijnen waarop nieuwe medewerkers (onder andere beide auteurs) werden aangesteld: de processen in de (met name Nederlandse) kustzone en de rol van oceaancirculatie in het mondiale klimaatsysteem.

Wat betreft het kustonderzoek bleef Will actief werken aan de dynamica van stromingen en transport van sediment in de Nederlandse kustzone. Zo kwantificeerden hij en zijn medewerkers pulsaties in de Rijnafvoer die het gevolg zijn van het getij in de Noordzee (De Ruijter et al., 1997). Verder droeg Will in belangrijke mate bij aan het succesvol verklaren van het bestaan van een minimum in zwevend stof concentratie voor de Nederlandse kust (Visser et al., 1991). Tevens was hij drijvende kracht achter onder-

Hoewel Will er zelf altijd luchtig en bescheiden over was, hebben zijn leidinggevende en inhoudelijke kwaliteiten er sterk aan bijgedragen dat de klimaatwetenschap in Nederland nu van topniveau is. Samen met anderen richtte Will in 1989 het Nederlands Centrum voor Kustonderzoek (NCK) op, dat zeer succesvol was, en nog altijd is. En in 1992 was hij de oprichtend directeur van het Instituut voor Marien en Atmosferische onderzoek Utrecht (IMAU). Daarnaast heeft hij ervoor gezorgd dat het IMAU ingebed is in een onderzoeksschool (met de Universiteit Wageningen en partners NIOZ en KNMI), de Buys-Ballot Research School (BBOS). Nog elk najaar is er een meerdaagse BBOS-bijeenkomst waarin promovendi van de deelnemende instituten voordrachten geven en terugkoppeling krijgen over de inhoud en de kwaliteit van de presentatie. Ook was hij betrokken bij de oprichting van het Centrum voor Klimaatonderzoek en, naar aanleiding van de Nobelprijs van Paul Crutzen in 1995, de internationale onderzoeksschool COACH.



Beal, L. M., De Ruijter, W.P.M., Biastoch, A., Zahn R. et al. On the role of the Agulhas system in ocean circulation and climate, *Nature*, 472, 429-436 (2011).

Boudra, D. B. and De Ruijter, W.P.M. The wind-driven circulation of the South Atlantic-Indian Ocean—II. Experiments using a multi-layer numerical model, *Deep Sea Research Part A*, 33, 447-482 (1986).

De Ruijter, W.P.M. Asymptotic analysis of the Agulhas and Brazil Current systems. *Journal of Physical Oceanography*, 12, 361-373 (1982).

De Ruijter, W.P.M., Postma, L. and de Kok, J. *Transport Atlas of the Southern North Sea. RWS & Delft Hydraulics, The Hague/ Delft*, 33 pp. + floppy (1987).

De Ruijter, W.P.M., Visser, A.V. and Bos, W.G. The Rhine outflow: A prototypical pulsed discharge plume in a high energy shallow sea, *Journal of Marine Systems*, 12, 263-276, (1997)

Van der Giessen, De Ruijter, W.P.M. and Borst, J.C. Three-dimensional current structure in the Dutch coastal zone. *Netherlands Journal of Sea Research* 25: 45-55 (1990).

Visser, M. De Ruijter, W.P.M. and Postma, L. The distribution of suspended matter in the Dutch coastal zone, *Netherlands Journal of Sea Research* 27, 127-143 (1991).

# Een nieuwe generatie Meteosat

Jan Fokke Meirink, Jos de Laat (KNMI)

**Op 13 december 2022 is de eerste weersatelliet van de nieuwe Europese Meteosat Third Generation (MTG) gelanceerd. MTG maakt het mogelijk om het actuele weer nog beter in de gaten te houden, eerder te waarschuwen voor gevaarlijk weer en veranderingen in de luchtkwaliteit te volgen.**

## Meteosat

Toen in 1977 de eerste Europese weersatelliet, Meteosat 1, in bedrijf kwam, leverde dit een schat aan nieuwe informatie op. Vanuit een geostationaire baan, 36.000 km boven de evenaar en rond de 0°-meridiaan, kon in een oogopslag de ontwikkeling van weersystemen worden gevolgd. Door de jaren heen volgden nog tien satellieten, waarvan Meteosat 8, in 2002, de Meteosat Second Generation (MSG) inluidde met belangrijke verfijningen en verbeteringen met onder andere de Spinning Enhanced Visible and InfraRed Imager (SEVIRI). En nu is het dus tijd voor de derde generatie. Een technische verandering is dat de satelliet niet langer rondjes om zijn as draait, maar met zogenoemde drie-as-stabilisatie in dezelfde richting wordt gehouden. Verder omvat de derde generatie twee verschillende platformen: de MTG-I voor *imaging* (Figuur 1) en de MTG-S voor *sounding* (Holmlund et al., 2021). De satellieten worden gebouwd door de European Space Agency (ESA) in opdracht van de Europese Meteorologische Satellietorganisatie (EUMETSAT).

## Geavanceerdere foto's

Het belangrijkste instrument op MTG-I is de Flexible Combined Imager (FCI), die beelden van de aarde maakt bij een aantal golflengtes (ook kanalen genoemd) van zichtbaar licht tot thermisch infrarood. In vergelijking met zijn voorganger, SEVIRI op MSG, betekent FCI in allerlei opzichten een stap vooruit. Ten eerste worden de beelden scherper. SEVIRI heeft een ruimtelijke resolutie van 3 km, met uitzondering van een zichtbaar-lichtkanaal dat met een resolutie van 1 km een kleiner gebied bemeet. FCI verhoogt de resolutie naar 1 km voor teruggekaatst zonlicht en 2 km voor thermisch infrarode straling, met de mogelijkheid om dit in vier kanalen nog eens met een factor 2 te verbeteren. Deze getallen gelden overigens voor locaties recht onder de satelliet. Aangezien Nederland van boven de evenaar onder een hoek wordt bekeken, zijn de pixels hier ongeveer twee keer zo groot. Ten tweede gaat de frequentie van meten omhoog van eens per 15 minuten naar eens per 10 minuten. Ten derde gaat het aantal



Figuur 1. Impressie van MTG-I (bron: EUMETSAT).

kanalen van 12 naar 16. Zo meet FCI in tegenstelling tot SEVIRI zichtbaar licht in drie kanalen, wat 'echte' kleurenfoto's oplevert (Figuur 2) en meer informatie over de hoeveelheid en het type aerosolen in de atmosfeer. De overige nieuwe kanalen meten de totale hoeveelheid waterdamp in de atmosfeer, geven meer inzicht in de microfysica van wolken en verbeteren de detectie van dunne cirrus.

## Bliksem

Nieuw op MTG-I is een instrument om bliksem te meten, de Lightning Imager (LI). Dit instrument detecteert bliksemflitsen bij een golflengte die het menselijk oog net niet kan waarnemen (777.4 nm). Het is feitelijk een 'high speed camera' die met een frequentie van 1 milliseconde meet. Nieuw daarbij is dat de bliksemdata aan boord verzameld en verwerkt worden en elke 30 seconden beschikbaar komen. Op de Amerikaanse weersatelliet GOES is een vergelijkbaar blikseminstrument aanwezig, genaamd GLM (Figuur 3), waar het KNMI al ervaring mee heeft opgedaan.

## Stabiliteit en luchtkwaliteit

Het andere lid van de MTG-familie is het *sounding*-platform, MTG-S (lancering gepland in 2024), dat twee instrumenten aan boord zal hebben. De Infrared Sounder (IRS) meet verticale profielen van temperatuur en vocht. Het is voor het eerst dat zulke metingen vanuit een geostationaire satelliet zullen worden gedaan. Ze geven cruciale informatie over de stabiliteit van de atmosfeer en zijn ook met name van belang voor assimilatie in weersmodellen. De Ultraviolet-Visible-Near-infrared (UVN) spectrometer, ook Sentinel-4 genoemd, meet uurlijks de luchtkwaliteit boven Europa en de noordelijke Atlantische Oceaan in de vorm van aerosolen en sporengassen zoals ozon, NO<sub>2</sub> en SO<sub>2</sub>. Er is al flink wat ervaring opgedaan met vergelijkbare instrumenten op polaire satellieten: voor IRS met de IASI-instrumenten aan boord van de EUMETSAT Metop-satellieten (sinds 2007) en voor UVN al sinds 1995 met Europese satellietinstrumenten zoals GOME, SCIAMACHY, OMI, GOME-2, en TROPOMI (Sentinel-5p).

## Nowcasting

De waarde van MTG-I zit vooral in het in beeld brengen van de actuele toestand van de atmosfeer: ten eerste om vast te stellen hoe nauwkeurig de weersmodellen die toestand reproduceren; ten tweede voor het maken van verwachtingen op de (zeer) korte termijn, oftewel nowcasting; ten derde om via data-assimilatie de weersverwachting op de iets langere termijn te verbeteren. MTG-I maakt het bijvoorbeeld mogelijk om eerder aanwijzingen te krijgen waar onweersbuien ontstaan en om vervolgens de ontwikkeling van die buien in meer detail te volgen. Ook de karakterisering van mist en lage bewolking zal verbeteren,

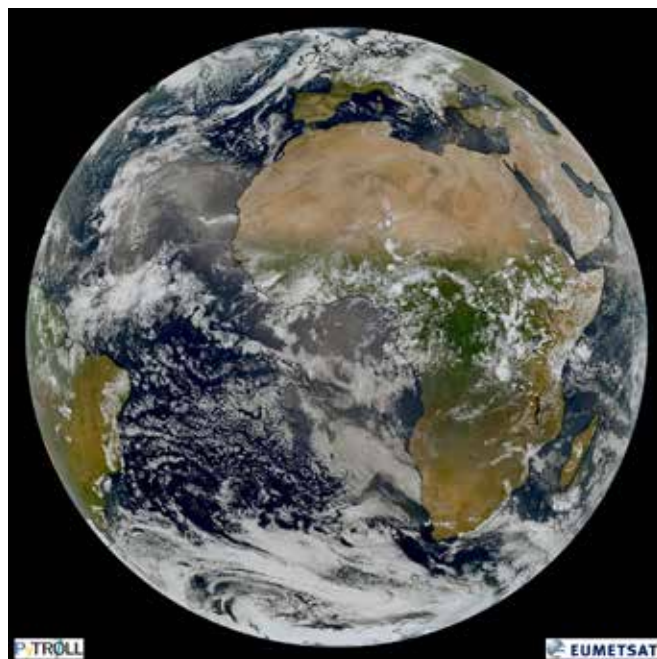
al blijft het ‘van bovenaf gezien’ lastig deze te onderscheiden. Aerosolen, zoals vulkaanas, woestijnstof en rook van branden, zijn straks beter te detecteren, wat onder andere van groot belang is voor de luchtvaart. Een grote stap vooruit is verder te verwachten voor de detectie van natuurbranden. In zijn algemeenheid komt er meer zicht op allerlei vormen van gevaarlijk weer.

### Activiteiten op het KNMI

Het KNMI is zich aan het voorbereiden op de komst van de grote hoeveelheden MTG-data. Als alles volgens plan verloopt, komt de eerste MTG-I data in de loop van het voorjaar van 2023 voor het KNMI beschikbaar voor analyses en begin 2024 moet de nieuwe satelliet operationeel worden. Het KNMI zal MTG-data gaan gebruiken om gericht en tijdiger te waarschuwen voor gevaarlijk weer en MTG zal daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan het momenteel in ontwikkeling zijnde KNMI Early Warning Centre. Ook wordt gewerkt aan nieuwe toepassingen van de metingen, zoals eerder geschetst. Daarbij wordt gekeken naar het gebruik van nieuwe technieken afkomstig uit de hoek van de artificiële intelligentie. EUMETSAT organiseert trainingen om de data beter te kunnen gebruiken en deze worden ook op het KNMI in het lesmateriaal voor meteorologen verwerkt. Ten slotte maakt het KNMI in Europees verband klimaatreeksen van bewolking en zonnestraling op basis van weersatellieten, en is het doel deze reeksen naadloos voort te zetten met behulp van de nieuwe MTG-satellieten.

### Metingen tot 2040

In totaal omvat het MTG-programma zes satellieten. Na de eerste MTG-I en MTG-S (2024) zal in 2025 een tweede MTG-I de lucht in gaan. Deze levert een zogenoemde *rapid scan service* met een meetfrequentie van elke 2.5 minuut, waarbij de ruimtelijke bedekking beperkt is tot Europa.



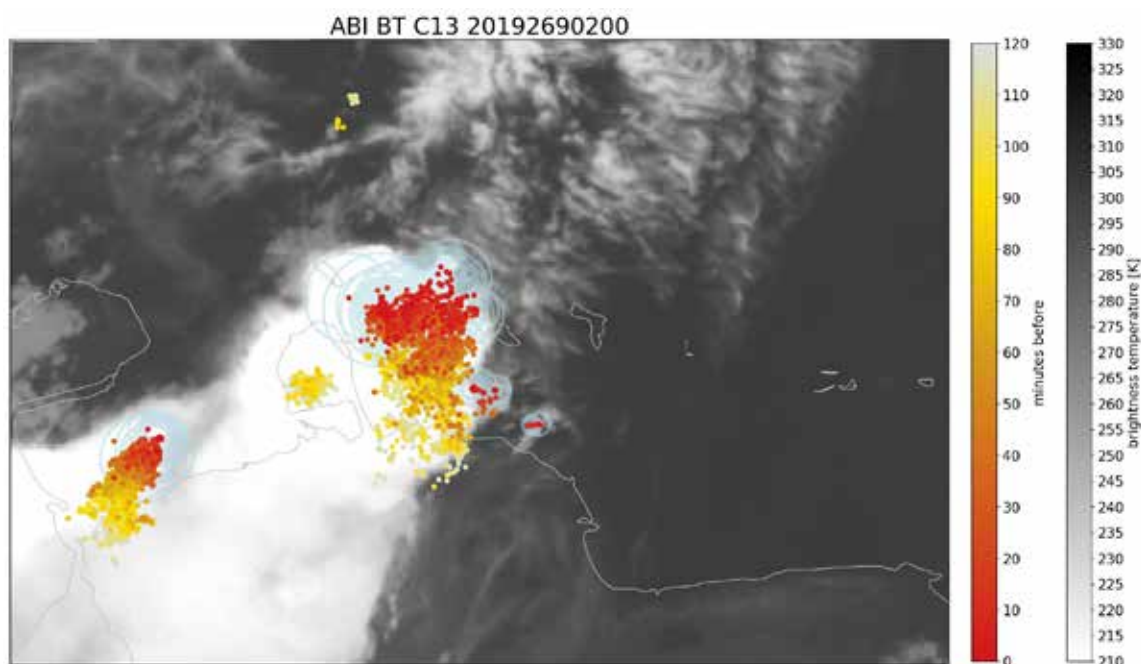
Figuur 2. Gesimuleerd FCI ‘true-color’ satellietbeeld voor 20 september 2017 om 12:00 UTC. Grijsige kleuren boven de Atlantische Oceaan worden van noord naar zuid respectievelijk veroorzaakt door stof afkomstig van de Sahara, zonneschittering rond de evenaar en rook van bosbranden in zuidelijk Afrika (bron: EUMETSAT).

In de daaropvolgende jaren wordt nogmaals zo’n set van drie satellieten gelanceerd, waarmee continuïteit tot ten minste 2040 is gewaarborgd.

### Referentie

Holmlund, K., et al. (2021), Meteosat Third Generation (MTG): Continuation and Innovation of Observations from Geostationary Orbit, Bulletin of the American Meteorological Society, 102(5), E990-E1015, doi:10.1175/BAMS-D-19-0304.1.

Contact: jan.fokke.meirink@knmi.nl



Figuur 3. GOES-ABI infrarood-satellietbeeld (grijs tinten) van een actief buiengebied nabij Aruba, Bonaire en Curaçao op 26 september 2019, 02:00 UTC. In rood en geel de locaties waar GOES-GLM gedurende twee uur bliksem heeft gedetecteerd: hoe geleter, hoe langer geleden. Rondom de locaties van de waargenomen bliksem in de laatste tien minuten zijn blauwe cirkels getekend waarvan het oppervlak representatief is voor de omvang van de flitsen. MTG-I zal vergelijkbare beelden opleveren (bron: NOAA/KNMI).



## column

Een van de gevaren van de intussen (hopelijk) achter ons liggende Covid pandemie is een te lage hoeveelheid zuurstof (O<sub>2</sub>) in het bloed van personen die de virusinfectie hebben opgelopen. In medische termen heet dit hypoxie. Hypoxie kan, naast Covid, ook op andere manieren ontstaan. Bijvoorbeeld door blootstelling aan koolmonoxide, door bloedarmoede (onvoldoende rode bloedlichaampjes), door alcoholmisbruik (!) of door een te lage partiële zuurstofdruk in de ingeademde lucht, zoals op grote hoogten (de *hypobare hypoxie*). De symptomen van hypoxie kunnen zijn hoofdpijn, vermoeidheid, versnelde hartslag, kortademigheid, misselijkheid, tintelende vingers, blauw aangelopen vingers en soms toevallen. De neutrale buitenstaander merkt, behalve deze fysieke verschijnselen, dat een persoon met hypoxie vaak euforisch en of verward is, een laag prestatieniveau heeft en minder zelfkritiek heeft of zelfs overmoedig wordt. Kortom, het kan nogal zorgwekkend zijn. Tegenwoordig zijn er zelfs ringen en horloges te koop die direct het zuurstofgehalte in het bloed kunnen meten, samen met de hartslag en vele andere fysiologische kenmerken.

Aan het bovenstaande moest ik destijds denken toen ik vele jaren geleden het boek *"The Last Gasp"* van Trevor Hoyle las. Hierin beschrijft hij wat er met de mensheid gebeurt als het zuurstof producerende plankton in de oceaan afsterft door milieuvervuiling. Als gevolg hiervan zou het zuurstofgehalte in de atmosfeer dramatisch afnemen waardoor zich wereldwijde oorlogen en andere rampen zouden gaan voordoen en de mensheid vrijwel uitsterft.

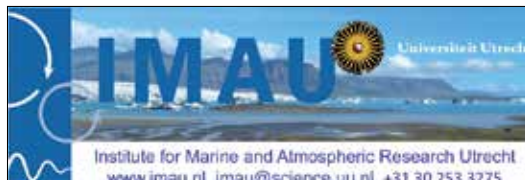
De vraag doet zich, onafhankelijk van gedramatiseerde scenario's zoals in het boek geschetst, wel voor hoe het nu eigenlijk staat met het zuurstofgehalte van de atmosfeer en wat we daarvan in de toekomst kunnen verwachten. Zeker nu zuurstof door grootschalige verbrandingsprocessen wordt omgezet in kooldioxide. De stijging van de concentratie van kooldioxide in de atmosfeer gaat, ondanks alle goede bedoelingen en initiatieven, onverminderd door en bevindt zich momenteel alweer op 420 ppmv. Welnu, het zuurstofbudget van de atmosfeer wordt voor meer dan 93% bepaald door de uitwisseling tussen atmosfeer en oceaan, voor bijna 7% door uitwisseling met het landoppervlak en voor minder dan 1% door het gebruik van fossiele brandstoffen (zie Keeling et al.,

2021, doi:10.3389/fphys.2021.571137). Inderdaad, deze Ralph Keeling is de zoon van Charles David Keeling, de man van de beroemde "Keeling curve" (zie de column in *Meteorologica* van september 2020). Het effect van fossiele brandstoffen vormt een put voor zuurstof in de atmosfeer (zuurstof wordt gebruikt bij verbranding) waardoor het budget net niet sluit en het atmosferische zuurstofgehalte langzaam afneemt.

Het zuurstofgehalte wordt op negen plaatsen op aarde, voornamelijk rondom de Stille Oceaan, gemeten door het Scripps Instituut voor Oceanografie in Californië onder leiding van de eerdergenoemde Ralph Keeling. Deze metingen worden pas sinds 1985 uitgevoerd en omvatten het op locatie verzamelen van de lucht in flessen die dan in het laboratorium in La Jolla, Californië worden geanalyseerd. Het blijkt dat de afname van het zuurstofgehalte van de atmosfeer weliswaar gestaag maar in een heel langzaam tempo verloopt. De waargenomen trend komt neer op een afname van 19 zuurstofmoleculen op 1 miljoen per jaar (op zeeniveau). Dit zijn voorlopig geen getallen om je zorgen over te maken, zeker gezien het enorme reservoir aan zuurstof dat in de atmosfeer aanwezig is.

De hamvraag is natuurlijk wat er in de toekomst gaat gebeuren. Klimaatmodellen wijzen uit dat, in overeenstemming met de verwachte veranderingen in emissies van kooldioxide, er na het jaar 2200 een stabilisatie zal plaatsvinden van het zuurstofgehalte met een waarde die op zeeniveau ongeveer 1% lager zal liggen dan het huidige. Dit komt overeen met een afname in zuurstofdruk die men ondervindt door ongeveer 70 m omhoog te gaan in de atmosfeer. Op grotere hoogte in de troposfeer zal er overigens een kleinere afname of zelfs een toename van de partiële druk van zuurstof zijn. Dit komt door de toename van de temperatuur waardoor de druk op elk niveau in de troposfeer zal toenemen en het effect van de zuurstofreductie kleiner of omgekeerd wordt. Het omslagpunt ligt op ongeveer 3 km hoogte. Al met al hoeven we ons dus geen zorgen te maken, zolang er in de oceaan geen gekke dingen gaan gebeuren. En dat is in deze kommervolle tijden weer eens een positief geluid.

# Sponsors van de Nederlandse Vereniging ter Bevordering van de Meteorologie



## Colofon

### Redactie

Hoofdredacteur: Richard Bintanja (e-mail: richard.bintanja@knmi.nl).

Redactieleden: Wim van den Berg, Aarnout van Delden, Robert Mureau, Rob Sluijter, Ben Lankamp en Lone Mokkenstorm.

### Artikelen en bijdragen

Deze dienen uitsluitend digitaal (bijvoorbeeld per e-mail) te worden aangeleverd, als Word document met figuren apart. Uiterste inleverdata hiervoor zijn: 1 februari, 1 mei, 1 augustus en 1 november voor respectievelijk nummer 1, 2, 3 en 4. Voor meer informatie over de procedure, zie [http://www.nvbm.nl/meteorologica/informatie\\_voor\\_auteurs/](http://www.nvbm.nl/meteorologica/informatie_voor_auteurs/).

Artikelen uit Meteorologica mogen uitsluitend worden overgenomen na voorafgaande schriftelijke toestemming van de redactie.

Meteorologica (ISSN 0929-1504) verschijnt vier maal per jaar en is een uitgave van de Nederlandse Vereniging ter Bevordering van de Meteorologie (NVBM).

Penningmeester en administratie: Mike Budde (penningmeester@nvbm.nl).

Vormgeving: Colorhouse, Almelo.

Vermenigvuldiging: Colorhouse, Almelo.

### Abonnementen

Alle leden van de NVBM zijn automatisch geabonneerd op Meteorologica. Ook niet-leden kunnen zich abonneren door 31,- euro voor vier nummers over te maken naar IBAN: NL66INGB0000626907, BIC: INGBNL2A, ten name van:

NVBM-Meteorologica  
Postbus 464  
6700 AL Wageningen

onder vermelding van:  
"Abonnement Meteorologica" en uw adres.

Abonnementen worden telkens aangegaan voor een heel kalenderjaar; bij tussentijdse betaling worden de reeds verschenen nummers van dat jaar toegestuurd. Voor abonnees in het buitenland zijn de kosten 38,- euro per jaar. Ook losse nummers kunnen op deze manier worden besteld (zolang de voorraad strekt) voor 10,- euro per stuk, onder vermelding van de gewenste jaargang en nummer(s). Instellingen betalen 65,- euro voor een abonnement. Een student-abonnement kost 16,- per jaar. Opzeggingen per email naar het bestuur (bestuur@nvbm.nl); hierbij geldt een opzegtermijn van drie maanden.

### Lid worden van de NVBM

Het lidmaatschap van de NVBM kost 55,- euro per jaar. Meer informatie hierover is te vinden op de NVBM website: [www.nvbm.nl](http://www.nvbm.nl). Opzeggingen per email naar het bestuur (bestuur@nvbm.nl); hierbij geldt een opzegtermijn van drie maanden.

### Advertenties

Adverteren in Meteorologica is mogelijk. Advertenties worden geplaatst op 3 formaten: A5, A4 of A3. Uiterste inleverdata voor advertenties zijn: 1 februari, 1 mei, 1 augustus en 1 november voor respectievelijk nummer 1, 2, 3 en 4. Tarieven zijn op te vragen bij Richard Bintanja (e-mail: richard.bintanja@knmi.nl).

### Sponsorschap NVBM

Men kan sponsor worden van de NVBM. Een sponsorschap wordt afgesloten voor minimaal 1 jaar. Een sponsor heeft diverse rechten, o.a.:

- Het plaatsen van advertenties in Meteorologica,
- Plaatsing van het firmalogo in het blad,
- Het bijwonen van congressen e.d. georganiseerd door de NVBM.

Voor meer informatie over het sponsorschap kunt u contact opnemen met Richard Bintanja of Mike Budde (zie boven).

# Werken, stage of afstuderen bij Infoplaza?

## Team van experts

Onze weer- en mobiliteitsexperts zoals redacteurs, technen, designers en meteorologen, maken 24/7 de meest optimale weerberichten en leveren unieke informatie over mobiliteit.

**AI, cloud computing en data sciences: pas de nieuwste kennis toe**



## Nieuwste technieken

API's, big data, machine learning en alle andere hippe termen: bij Infoplaza is het de dagelijkse werkelijkheid. Technische experts met ook nog liefde voor het weer; iets voor jou?

**Alles in huis voor de beste informatie over weer & mobiliteit**

## Samen met de klant

Iedereen heeft zijn klanten op nummer 1 staan. Maar bij Infoplaza is dat net wat anders dan elders. Wij willen de klant echt kennen en samen met hen de invloed van het weer optimaliseren.

## In alle media

Het weer is overal en onze weerberichten ook: radio, TV, krant, web en app, SMS, webinars, lezingen, trainingen. Menig journalist is er jaloers op!

## Laat wat van je horen

Pas jij bij Infoplaza en passen wij bij jou? Neem dan gerust contact met ons op via mail of telefoon.

## Sterke merken

Onze merken zijn bij iedereen bekend. Met Weeronline, Buienalarm en Weerplaza bereiken we op sommige dagen miljoenen mensen. Elk merk heeft zijn eigen publiek en zijn eigen meerwaarde. Ze maken alle drie gebruik van de kracht van Infoplaza. Diezelfde kracht die ook gebruikt wordt om duizenden bedrijven dagelijks te voorzien van noodzakelijke informatie. Zo profiteert iedereen van de kansen die het weer biedt: optimaal resultaat en alles zo veilig mogelijk.

