



Tijd voor een dagelijks klimaatbericht

Klimaatdiensten voor een warmere wereld

Prof.dr Albert M.G. Klein Tank

Inaugurele rede bij de aanvaarding van het ambt van
Buitengewoon hoogleraar in klimaatdiensten
aan Wageningen University & Research op 19 januari 2017



Tijd voor een dagelijks klimaatbericht

Klimaatdiensten voor een warmere wereld

Prof.dr Albert M.G. Klein Tank

Inaugurele rede bij de aanvaarding van het ambt
van Buitengewoon hoogleraar in klimaatdiensten aan
Wageningen University & Research op 19 januari 2017



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

DOI 10.18174/406323

ISBN 978-94-6343-104-0

Tijd voor een dagelijks klimaatbericht

Klimaatdiensten voor een warmere wereld

Inleiding

Meneer de Rector Magnificus, collega's, studenten, familie en vrienden. Voor ons is het dagelijks weerbericht net zo gewoon als een boterham met kaas. Vandaag zal ik betogen dat naast het dagelijks weerbericht ook een dagelijks klimaatbericht hoort. Op 4 oktober 2004 stelde ik bij de verdediging van mijn proefschrift aan de Universiteit Utrecht dat: "een dagelijks klimaatbericht meer nieuwsaarde heeft dan het dagelijks weerbericht"¹. Ruim 10 jaar later bestaat zo'n dagelijks klimaatbericht nog niet hoewel de urgentie nu groter is dan toen. Waren we er op 1 januari mee begonnen dan zou het klimaatbericht van die dag vrijwel zeker zijn gegaan over het afgelopen jaar 2016.

Van dat jaar is namelijk vastgesteld dat het wereldwijd het warmste jaar was in de meetreeks vanaf 1850². Daarmee is 2016 het 3e record-warme jaar op rij. Deels komt dat door de El Nino, het natuurverschijnsel in de Grote Oceaan. Want zoals u ziet in Figuur 1 is het in jaren met een El Nino warmer en in jaren met een La Nina of na een grote vulkaanuitbarsting koeler. Maar ook als je alleen naar El Nino jaren kijkt zie je duidelijk de opwarming van de aarde. Bijna overal was het in 2016 warmer dan normaal en vooral rond de Noordpool was het veel warmer dan normaal (Figuur 2). Ook Nederland was warmer dan normaal, maar ons temperatuurrecord van 2014 werd niet gebroken. Voor de kenners: voor 2016 zijn dit de ERA-INTERIM cijfers van het ECMWF, maar zoals verwacht stemmen die goed overeen met de gisteren officieel gepubliceerde cijfers van NASA, NOAA en de Met Office.



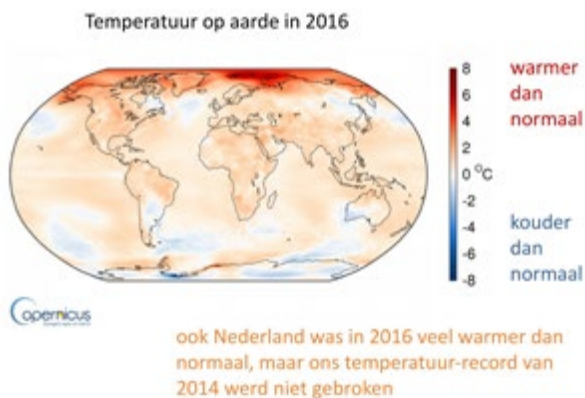
Figuur 1: Jaargemiddelde temperatuur (in °C) op aarde sinds 1950 ten opzichte van het gemiddelde in het tijdvak 1961-1990.

De metingen laten dus zien dat de aarde is opgewarmd. Volgens het laatste rapport van het VN-klimaatpanel IPCC ligt de temperatuur gemiddeld over de aarde nu ongeveer één graad hoger dan 150 jaar geleden⁴. Dat was aan het begin van het industriële tijdperk in de westerse wereld. In Nederland steeg de temperatuur na 1950 zelfs twee keer zo snel. En de temperatuur op aarde blijft stijgen in de toekomst. De conclusie van het IPCC is met ieder rapport overtuigender geworden: klimaatverandering is gaande en wordt mede veroorzaakt door de mens. Maar klimaatverandering omvat meer dan temperatuurstijging alleen. Wereldwijd nemen eveneens de risico's van weer- en klimaatextremen toe, zoals hittegolven en hevige regenbuien. Dat komt deels doordat steeds meer mensen op kwetsbare plekken wonen, zoals dicht aan de kust bij een stijgende zeespiegel.

Om iets tegen klimaatverandering te doen is eind 2015 in Parijs een internationaal klimaatakkoord gesloten. Dat trad afgelopen 4 november officieel in werking. Doel van het akkoord is de uitstoot van broeikasgassen zo ver terug te dringen, dat de opwarming van de aarde beperkt blijft tot beneden de twee graden Celsius. Dat is ten opzichte van pre-industrieel, dus van die twee graden hebben we er al een gehad. Twee graden temperatuurstijging wordt nog veilig geacht omdat we onze samenleving erop kunnen aanpassen. Maar voor twee graden moet wereldwijd de uitstoot van broeikasgassen in 2050 met ten minste 80% worden teruggedrongen. Dat wordt nog lastig want het klimaatakkoord van Parijs kent geen verplichtingen. Het vertrouwt op vrijwillige bijdragen en nationale actieplannen. En die zijn er op dit moment onvoldoende. Volgens het VN-milieuagentschap stijgt de temperatuur bij de huidige plannen nog steeds met meer dan drie graden Celsius⁵. Voor Parijs is dus veel meer nodig dan bestaand klimaatbeleid.

Ook Nederland zal meer moeten doen dan wat is vastgelegd in het bestaande nationale Energieakkoord, want dat loopt maar tot 2023. Heel welkom dus dat het Nederlandse bedrijfsleven een pleidooi hield voor beperking van fossiele brandstoffen, want die dragen in belangrijke mate bij aan de uitstoot van broeikasgassen. Zij deed dit op de nationale klimaatop die eind oktober in Rotterdam werd gehouden. Het bedrijfsleven wil een versnelling van de energietransitie oftewel de overgang van fossiele brandstoffen naar duurzame energie. Want het bedrijfsleven ziet kansen voor een nieuwe economie met groene welvaart. Grote internationale beleggers gingen het bedrijfsleven al voor met hun roep om ambitieuzer klimaatbeleid. En wat was het antwoord van het kabinet? Dat heeft in december de zogenaamde “Energieagenda” naar de Tweede Kamer gestuurd. Daarin wordt de route beschreven naar een bijna-klimaatneutraal Nederland in 2050.

Is klimaatbeleid in Nederland dan een gelopen race? Je zou denken van wel als zowel het bedrijfsleven als de politiek overtuigd zijn. Bovendien lijkt de rol van klimaatsceptici hier grotendeels uitgespeeld. Maar toch ben ik bang dat klimaatbeleid in Nederland geen gelopen race is. De transitie naar een klimaatneutraal Nederland is ingewikkeld, ingrijpend en lange termijn werk. Dat gaat slecht samen met de verkiezingen die eraan komen. KNMI-hoofddirecteur Professor Van der Steenhoven was een van de mensen die onlangs pleitten voor een klimaatminister in het nieuwe kabinet⁶. Want de energietransitie gaat merkbaar ingrijpen op alle sectoren van de samenleving. Het gaat ons dagelijks leven beïnvloeden. Denk aan de manier waarop we wonen, werken, consumeren en ons verplaatsen. Of die klimaatminister er ook komt is maar de vraag. Het meest recente burgerperspectieven onderzoek van het



Figuur 2: Temperatuurkaart voor het jaar 2016 (in °C) ten opzichte van het gemiddelde in het tijdvak 1981-2010³.

Sociaal en Cultureel Planbureau laat zien dat maar weinig Nederlanders het klimaat als een urgent probleem zien waar ze veel mee bezig zijn⁷. Worden de risico's van klimaatverandering dan onderschat en de kansen verwaarloosd? En komt dat omdat de berichtgeving over die risico's en kansen niet adequaat is?

Vlak voor de Klimaattop in Parijs gaf het KNMI een code oranje uit voor het klimaat. Dat was symbolisch om de urgentie van het klimaatprobleem te onderstrepen. Het KNMI ziet klimaatverandering bevestigd in de metingen en waarschuwt op die basis zoals dat ook gebeurt als er extreem weer op ons af komt. Zo kan de samenleving tijdig maatregelen nemen om de risico's te verminderen. Heel waardevol, maar persoonlijk denk ik dat zo'n ad hoc klimaatbericht aan kracht zou winnen als het is ingebed in een routinematige serie berichten. Een serie berichten die niet alleen waarschuwt maar ook duiding geeft aan de onzekerheden en een schets geeft van het handelingsperspectief. Met andere woorden: wat weten we wel en wat weten we niet? En wie doet wat op welk moment en waarom?

Een dagelijks klimaatbericht maakt de verbinding tussen klimaatverandering en ons dagelijks leven. Het brengt de veelzijdigheid van het probleem voor het voetlicht. En het biedt uitzicht op de oplossingen en de kansen. Voor veel mensen is klimaatverandering beangstigend en overweldigend want ongrijpbaar. Ze haken af als er geen handelingsperspectief wordt geboden. En oplossingen vragen veel creativiteit en verbeelding. Een dagelijks bericht zet mensen aan het denken over een huis zonder gasaansluiting, over zonnepanelen en een elektrische auto. Een dagelijks bericht geeft uitleg bij de waterpleinen die gemeentes aanleggen in de stad, bij de ruimte die Rijkswaterstaat creëert voor de rivieren en bij nieuwe groene banen in het bedrijfsleven. En het bevat wetenschappelijke nieuwtjes zoals over hoe je regen kunt meten met gsm-masten doordat de verstoring van het signaal van de ene gsm-mast naar de andere mast een maat is voor de regenintensiteit. Of over hoe het Amazonebos in droge perioden zelf ook bijdraagt aan een warmer klimaat. Een dagelijks bericht maakt het mogelijk om de berichtgeving rond een actueel klimaatthema van dag tot dag te volgen zoals de langzame ijsgroei op de Noordpool van de afgelopen tijd.

Allemaal kennis die een inhoudelijk debat faciliteert op basis van gezamenlijke feiten. De nuance die nodig is voor zo'n complex thema als klimaatverandering krijgt zo een vaste plek. Zo'n ankerpunt is meer dan ooit nodig nu morgen een nieuwe president van de Verenigde Staten wordt geïnaugureerd die lak lijkt te hebben aan de feiten van klimaatverandering. Hij wil zo snel mogelijk uit onder het klimaatakkoord van Parijs. Bovendien wil de heer Trump geen bemoeienis met zijn beleid door mensen die zich in het verleden met het thema klimaatverandering hebben beziggehouden. Dit voorspelt niet veel goeds. Van collega's in de V.S. hoor ik zelfs dat ze

voortuitlopend op wat mogelijk komen gaat in de afgelopen weken Amerikaanse klimaatarchieven in veiligheid hebben gebracht in Canada. Hoe gek kan het gaan?

Maar terug naar Nederland. Het dagelijks klimaatbericht waar ik voor pleit omvat dus veel meer dan een dagelijkse update van de toestand van het klimaat. Het bericht staat symbool voor een breed pallet aan klimaatdiensten met direct nut voor de maatschappij. **Dat pallet aan klimaatdiensten voor een warmere wereld zal ik samen met studenten en collega's van de Wageningen Universiteit onderzoeken en ontwikkelen. En ik zal er onderwijs in geven in het kader van mijn aanstelling bij de leerstoelgroep Meteorologie en Luchtkwaliteit (MAQ).**

In het vervolg van deze rede bespreek ik achtereenvolgens: wat die klimaatdiensten precies zijn, hoe onzekerheid als kennisbron kan fungeren en hoe indices en indicatoren de communicatie over klimaatverandering eenvoudiger maken. Tot slot belicht ik de mogelijke rol van het "Internet of Things" en "Big Data".

Maar dit is ook het verhaal van Bernard Gomez uit Gambia. Ja, dat land in West-Afrika waar momenteel weer politieke onrust heerst, zoals zo vaak in Afrikaanse landen in ontwikkeling. Bernard leerde ik zes jaar geleden kennen toen hij namens het Gambiaanse KNMI de gastheer was van een workshop over indices en indicatoren voor weer- en klimaatextremen in de regio. Die workshop werd door ons samen georganiseerd in een serie van de Wereld Meteorologische Organisatie WMO en het wereldklimaat onderzoeksprogramma WCRP. Bernard heeft binnen zijn weerdienst weinig kennis en expertise, terwijl hij net als het KNMI de samenleving tijdig moet waarschuwen voor extreem weer en moet adviseren over klimaatverandering. Gegeven de grotere kwetsbaarheid zijn adequate klimaatdiensten voor Afrikaanse landen zoals Gambia nog belangrijker dan voor Westerse landen zoals Nederland. Ik kom daar straks op terug.

Wat zijn klimaatdiensten?

Klimaatdiensten zijn niet nieuw. Al vanaf de eerste wereldklimaatconferentie in 1979 bestaat er interesse voor klimaatdiensten in de context van klimaatverandering. Wel is de aandacht voor klimaatdiensten in de afgelopen jaren sterk gegroeid. Een aantal internationale programma's is opgestart om klimaatdiensten operationeel te leveren, zoals het Global Framework for Climate Services van de WMO en de Copernicus Climate Change Service van de Europese Commissie en de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. **Op de ins en outs van deze programma's voor klimaatdiensten zal ik in mijn onderwijs verder ingaan.** Belangrijk om hier te melden is dat er volgens de Europese Commissie een groot potentieel voor marktontwikkeling bestaat rondom klimaatdiensten⁸. Dat is in mijn ogen een overschatting, want private partijen zijn nog maar heel beperkt actief op deze markt. Zeker bij de ontwikkeling van nieuwe klimaatdiensten lijkt voorlopig een belangrijke taak weggelegd voor de overheid.

Tijdschalen in klimaatdiensten



Figuur 3: Naadloze overgang tussen tijdschalen in klimaatdiensten.

Maar wat verstaan we nu onder klimaatdiensten? Klimaatdiensten omvatten alle routinematig beschikbaar gestelde bronnen van informatie over klimaatverandering die bruikbaar zijn in praktische toepassingen. Die toepassingen variëren van het beperken van klimaatverandering (aangeduid met mitigatie) tot het aanpassen aan onvermijdelijke klimaatverandering (aangeduid met adaptatie). Maar ook het reduceren van risico's op rampen (aangeduid met disaster risk reduction) en het tijdig waarschuwen voor extreem weer (aangeduid met early warning) vallen eronder. Klimaatdiensten sluiten direct aan op weerdiensten, zoals de weersverwachting voor morgen.

Qua tijdschalen omvatten klimaatdiensten alles van de klimatologische referenties, trends in het huidige weer, event attributie, via weersverwachtingen en de pluim, die de afgelopen week vaak in het nieuws was in verband met de mogelijkheid tot schaatsen op natuurijs, tot de seizoenverwachtingen en klimaatscenario's voor decennia vooruit. Het meest effectief zijn de diensten waarin deze tijdschalen naadloos zijn geïntegreerd (Figuur 3).

De Wereld Meteorologische Organisatie legt bij klimaatdiensten de nadruk op het aanbod van data en kennis⁹. Die data en kennis moeten volgens de WMO beschikbaar worden gemaakt met het juiste detail- en abstractieniveau voor de toepassing. Met andere woorden: ze moeten handelingsperspectief bieden of "actionable" zijn¹⁰. Ik leg zelf meer nadruk op de context van de gebruiker. Klimaatdiensten moeten samen met de gebruiker worden ontwikkeld. En ze moeten vervolgens worden geïntegreerd in de bestaande sectorspecifieke systemen en netwerken van die gebruiker¹¹. Dat lijkt op "vraagsturing" maar is meer dan dat. Want zoals Henry Ford aan het begin van de vorige eeuw al zei: "Als ik de mensen had gevraagd wat ze

wilden hadden ze alleen voor een sneller paard gekozen". Waar in het verleden bij klimaatdiensten de aanbodkant domineerde wordt tegenwoordig het accent vaak te eenzijdig op de vraagkant gelegd. **In ons onderzoek gaan we na wat nodig is om vraag en aanbod beter in balans te brengen. Wat maakt klimaatdiensten succesvol en bij welke wetenschappelijke inbreng zijn ze het meest effectief? We letten daarbij specifiek op de rol van data als basis voor succesvolle klimaatdiensten.**

Ter illustratie een concreet voorbeeld van een nieuwe klimaatdienst die we zouden kunnen ontwikkelen naar aanleiding van de extreme hagelbuien in zuid Nederland van afgelopen zomer. In samenwerking met verzekeraars kan een stroom aan informatie op gang komen. Dat begint met data over de bui zelf. Wanneer is waar, hoeveel gevallen? En komt dit vaker voor of is het uitzonderlijk? Daaraan gerelateerd gaat het om data over de kans op zo'n bui in het komende zomerseizoen en de zomers daarna. En data over hoe die kans in een opwarmend klimaat zich verhoudt tot de kans in het verleden. Is er sprake van een trend en zien we die al terug in de metingen? De crux is om al deze data te integreren in het risk management systeem van de verzekeraar. Vanuit zijn context komt daar dan informatie bij over vragen als: Waar in Nederland zijn de risico's van zware buien het grootst? Zijn we voldoende voorbereid op dergelijke weerextremen? Wat kunnen we doen om schade te voorkomen, bijvoorbeeld door tijdig te waarschuwen of verkeersstromen om te leiden? En als het dan toch mis gaat: is de schade verzekeraar? Voor het bepalen van die verzekeraarheid kan een klimaatstress-test worden ontwikkeld aan de hand van het concept van "toekomstig weer". Dit concept is in de afgelopen jaren door KNMI-collega's Professor Hazeleger en Professor Van den Hurk op de kaart gezet¹². Het achterliggende idee is dat de ervaring die is opgedaan met weerextremen uit het verleden goed van pas komt als inspiratiebron bij de voorbereiding op klimaatverandering in de toekomst. Zeker als we die opgetreden weerextremen modelmatig kunnen vertalen naar een toekomstig klimaat. Met andere woorden: hoe ziet zo'n hagelbui eruit in een twee graden warmer Nederland in pakweg 2053?

In Gambia is Bernard nog niet zo bezig met klimaatdiensten. Althans hij noemt ze niet zo. Zijn weerdienst brengt periodiek seizoensoverwachtingen uit. De informatie en kennis daarvoor krijgt hij van Europese weerdiensten uit Frankrijk en Engeland. Samen met collega's uit de buurlanden in west Afrika bespreekt hij die met gebruikers uit de landbouw in zogenaamde regional outlook fora. Met die seizoensoverwachtingen maken boeren plannen voor de teelt van gewassen zoals in Gambia de teelt van pinda's, het belangrijkste exportproduct van het land. Door de invloed van het fenomeen El Nino op het weer hebben seizoensoverwachtingen meer waarde of skill voor west Afrika dan voor Europa. Seizoensoverwachtingen zijn de meest concrete klimaatdiensten vanuit Bernard's instituut. Andere klimaatdiensten heeft hij op dit moment nog niet.

KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland



Figuur 4: Vier KNMI'14 scenario's voor klimaatverandering in Nederland.

Omgaan met onzekerheid

Nederland kent vooral klimaatdiensten op het gebied van adaptatie. Want zelfs als we al het mogelijke doen om de uitstoot van broeikasgassen verder te beperken, blijft het nodig om ons aan te passen aan onvermijdbare klimaatverandering. Primair gaat het dan om rekening houden met een veranderend aantal extremen in een opwarmend klimaat. Behalve voorbereiden hebben we het dan ook over robuuster en minder kwetsbaar maken. De overheid heeft hiervoor het Deltaprogramma in het leven geroepen. Dat gaat over waterveiligheid, zoetwaterproblematiek en de ruimtelijke inrichting van Nederland. Met het Deltaprogramma zijn alleen nog niet alle risico's van klimaatverandering geadresseerd. Ruim een maand geleden is daarom de Nationale Adaptatie Strategie uitgebracht. Die benoemt ook andere risico's zoals hittestress bij ouderen, toename van infecties en allergieën, oogstschade en uitval van energie-, telecom- en IT-voorzieningen.

Als uit het Deltaprogramma een ding duidelijk wordt dan is het dat effectieve adaptatiestrategieën betrouwbare maar vooral ook gedetailleerde klimaatinformatie vereisen. Maar hoe houden die strategieën rekening met wetenschappelijke onzekerheid? Als de IPCC-projecties van de wereldwijde opwarming voor het midden van de eeuw al meer dan een factor 5 uiteenlopen tussen $0,4^{\circ}\text{C}$ en $2,6^{\circ}\text{C}$ ¹³, hoe zeker zijn we dan van de lokale veranderingen in extreem weer die daarbij horen?

Een beproefde manier om met die onzekerheid om te gaan is door het ontwikkelen van scenario's of storylines. Dat is ook de oplossing die we in 2014 hebben gekozen voor de KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland¹⁴. **Over deze klimaatscenario's zal ik onderwijzen in Wageningen, zoals ik dat vorige week nog heb gedaan voor een groep studenten die als het goed is hier aanwezig is.**

De analyse van de berekeningen met klimaatmodellen heeft opgeleverd dat voor onze omgeving klimaatverandering vooral afhangt van twee grootheden: ten eerste de klimaatgevoeligheid voor veranderingen in broeikasgasconcentraties oftewel hoeveel warmt de aarde op bij een verdubbeling van de CO₂ concentratie? En ten tweede de grootschalige veranderingen in overheersende circulatiepatronen oftewel gaat de wind meer uit een andere richting waaien? De KNMI'14-klimaatscenario's kiezen voor twee waarden van de globale opwarming "gematigd" en "warm" en voor twee waarden voor de verandering in circulatie "laag" en "hoog". De combinatie geeft vier scenario's voor toekomstige klimaatverandering in Nederland aangegeven met de 4 bollen (Figuur 4). Samen kunnen ze worden gezien als vier mogelijke toekomsten van hoe het klimaat zich kan ontwikkelen in de komende decennia volgens de huidige inzichten. Het is verstandig om in adaptatievraagstukken met deze scenario's rekening te houden. En dat is zelfs wettelijk vastgelegd.

De gebruikers willen vooral weten hoe bij elk scenario de kans op extreem weer verandert. Daarvoor hebben we eerst per sector gekeken naar de meest relevante klimaatvariabele (Figuur 5). Vervolgens zijn in overleg met de gebruikers indices en indicatoren gekozen die het meest relevant zijn voor de belangrijkste toepassingen in de betreffende sector. Bijvoorbeeld voor de energiesector is gekozen voor een index als maat voor de stookkosten in de winter gebaseerd op de temperatuur (Figuur 6). De 4 scenario's voor het midden en het einde van de eeuw zijn aangegeven met de kleuren. Je ziet dat we in het huidige klimaat al duidelijk minder hoeven te stoken dan in het verleden en dat dit in de toekomst nog beduidend minder wordt. Als we



Figuur 5: Klimaatvariabelen (pictogrammen) die het meest relevant zijn voor genoemde sectoren.



Figuur 6: Index voor het gebruik van gas en energie, deels gebaseerd op waarnemingen in De Bilt, deels gebaseerd op berekeningen volgens de vier KNMI'14-scenario's voor 2050 en 2085. Som van de afwijkingen ten opzichte van 17° C voor alle dagen met een gemiddelde temperatuur van minder dan 17° C; bijvoorbeeld, een daggemiddelde temperatuur van 14° C voegt 3 graaddagen toe; een daggemiddelde temperatuur van -2° C voegt 19 graaddagen toe.

nu een individuele winter in dezelfde figuur plotten, dan blijkt dat een extreem zachte winter met weinig stookkosten die we in 2013/14 hebben gekend heel normaal zal zijn aan het eind van deze eeuw volgens het scenario met de grootste opwarming.

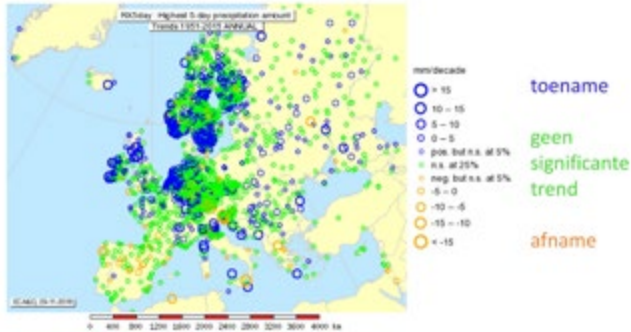
De model hiërarchie die in gebruik is bij Wageningen Universiteit omvat modellen met fijnere resolutie dan de globale en regionale klimaatmodellen die zijn gebruikt voor de KNMI'14-klimaatscenario's. Dat is essentieel voor lokale extremen van het weer. Bovendien is in Wageningen kennis over lokale processen en fenomenen aanwezig, bijvoorbeeld over stedelijke hitte-eiland-effecten en hevige regenbuien. Kennis die relevant is voor hittegolven en wateroverlast in bebouwde gebieden. **Ons onderzoek gebruikt de hoge resolutie informatie en kennis van Wageningen Universiteit om de KNMI-klimaatscenario's landelijk te verfijnen naar onzekerheidsinformatie die relevant is voor praktische maatregelen op lokale schaal.** Dit ondersteunt bijvoorbeeld de maatregelen op het gebied van klimaatrobuuste inrichting van de stad met meer verkoelend groen en ruimte voor tijdelijke opvang van overtollig regenwater.

De Nederlandse samenleving blijft tegenwoordig extreme weersverschijnselen de baas door een goede voorbereiding op basis van klimaatscenario's en andere klimaatdiensten en natuurlijk ook door de significante vooruitgang in de kwaliteit van de weersverwachtingen. Er is soms schade en overlast, maar alleen in uitzonderlijke gevallen gevaar voor leven. Dat geldt zeker niet voor Gambia. Bernard kampt daar regelmatig met overstromingen van het kustgebied en rond de belangrijkste rivier van het land of met droogte die de oogst bedreigt. Nederland is een internationale koploper op het gebied van klimaatadaptatie, mede door de investeringen die de laatste jaren zijn gedaan in de kennisbasis, zoals via het Deltaprogramma. In Gambia maakt Bernard graag gebruik van deze kennis. Alleen heeft hij zelf de middelen niet om die kennis te adopteren en te verwerken in operationele klimaatdiensten. Dat geldt meer algemeen voor landen in ontwikkeling¹⁵. Als onderdeel van het akkoord van Parijs is voor die landen een wereldklimaatfonds opgericht om hulp te bieden bij klimaatadaptatie. Ook heeft Nederland vanuit het VN-milieuagentschap het verzoek gekregen om een internationaal Centre of Excellence Climate Adaptation op te zetten met de mooie slogan "creating action". Volop kansen voor Nederland dus, maar die zullen in mijn ogen alleen slagen als ze duurzame samenwerkingsrelaties tot stand weten te brengen om operationele klimaatdiensten te ontwikkelen.

Toepassingsgerichte indices en indicatoren

In het hierboven gegeven voorbeeld voor de energiesector zagen we dat indices en indicatoren een attractieve manier vormen om informatie over klimaatverandering te communiceren naar de gebruikers. Met behulp van die indices en indicatoren vertalen we ruwe weer- en klimaatdata naar kentallen die beter aansluiten bij de toepassing. Daarmee ondersteunen we de besluitvorming over het managen van de risico's. Nu hoor ik weleens zeggen dat de KNMI-scenario's alleen de gemiddelde veranderingen in het klimaat aangeven en niet de extremen. Dat is onjuist, want de meeste indices gaan over de extremen. De KNMI' 14 indices zijn gebaseerd op een lijst van indices voor weer- en klimaatextremen opgesteld door een WMO-expert team. Naast graaddagen voor koude als proxy voor de energiebehoefte voor verwarming staan er op deze lijst ook indices voor hevige regenbuien relevant voor de riolering in de stad, gezondheids- en mortaliteitsindices, droogtekentallen voor de landbouw, en indices van zon en wind voor duurzame energie. Om de indices voor wereldwijde monitoring van weer- en klimaatextremen te kunnen gebruiken zijn de precieze berekeningen wereldwijd op elkaar afgestemd. KNMI is daarbij verantwoordelijk voor de berekeningen in Europa, bijvoorbeeld voor de index voor langdurige-zware regenval op de kaart in Figuur 7. De kaart laat zien dat een toename overheerst in midden en noord Europa; en een afname in zuid Europa. Het resultaat van dit indices-werk is terug te vinden in de achtereenvolgende rapporten van het IPCC. De potentie van deze indices voor klimaatdiensten in verschillende sectoren hebben we aangetoond in recente EU-projecten¹⁶.

Trends (1951-2015) in de index voor langdurig zware regenval voor weerstations in Europa



Figuur 7: Trends in de index voor extreme neerslag berekend uit het 5-daags neerslagmaximum per jaar gemeten op weerstations vanaf 1951¹⁷.

Over het wereldwijde onderzoek naar indices en indicatoren voor weer- en klimaatextremen en over mijn ervaring met de assessment daarvan in de IPCC rapporten zal ik onderwijs geven. En gebruik makend van de brede kennis van Wageningen Universiteit op het gebied van landbouw en waterbeheer zullen we in ons onderzoek de komende tijd meer indices en indicatoren ontwikkelen voor deze toepassingsgebieden. Dat draagt bij aan klimaat-slimme landbouw en klimaatbestendig waterbeheer, beide speerpunten van de universiteit. We gaan ook na of de koppeling met abrupte omslagen in complexe systemen kan worden gemaakt waarover veel kennis bestaat in Wageningen.

Naast het monitoren van klimaatverandering met behulp van indices en indicatoren, benadrukt het laatste IPCC-rapport uit 2014 het belang van het beter begrijpen van de veranderingen in weer- en klimaatextremen. Er is niet alleen sprake van een opschuiven van de statistische verdeling, maar vaak ook van verandering in de variabiliteit van het klimaat. Dat kan de extremen op een onverwachte manier beïnvloeden. Zo heeft de opwarming wereldwijd geleid tot een grotere verandering in extreem warme nachten dan in extreme temperaturen overdag. Verder is sprake van een relatief grote toename van hevige regenbuien ten opzichte van de gemiddelde neerslagverandering. **Ons onderzoek richt zich op het begrijpen van deze veranderingen in de extremen van het klimaat en op het effect van de vegetatie, bodem en verstedelijking daarbij.** De kennis over grenslaagmeteorologie van de leerstoelgroep in Wageningen komt daarbij goed van pas.

De workshop in Gambia in 2011 was de eerste keer dat Bernard en zijn collega's uit de buurlanden van west Afrika hun eigen meetreeksen analyseerden op zoek naar signalen van klimaatverandering in extremen. Voor dit doel is zelfs een aantal reeksen gedigitaliseerd die in de archieven van de weerdienst lagen opgeslagen, verre van duurzaam overigens. Het onderzoek naar de indices leerde veel over de kwaliteit van de meetreeksen. Meten is weten; was dat maar waar. Door veranderende meetomstandigheden en meetapparatuur zijn de vastgelegde meetwaarden niet zondermeer bruikbaar voor de studie van klimaatverandering of voor klimaatdiensten. Om ze te kunnen gebruiken is het nodig om de reeksen te homogeniseren. Daarbij worden de signalen die niks met klimaatverandering te maken hebben verwijderd.

In het kader van een EU-project doen we onderzoek hoe de datareeksen het best gehomogeniseerd kunnen worden.

Internet of Things en Big Data

Het berekenen van toepassingsgerichte indices en indicatoren voor klimaatverandering vereist datareeken met een hoge tijdsresolutie. Voor het toekomstige klimaat kunnen die worden afgeleid uit de klimaatmodellen maar voor het huidige en verleden klimaat moeten die komen uit de waarnemingen. In het bijzonder voor de extremen is toegang tot de data vaak een beperkende factor. Voor wereldwijd onderzoek naar weer- en klimaatextremen zijn datasets nodig met meer detailniveau dan traditioneel beschikbaar in de zogenaamde werelddatacentra zoals bij NOAA in de Verenigde Staten. Dat bracht ons er 25 jaar geleden op het KNMI toe om te beginnen met verzamelen van een collectie hoge resolutie waarneemreeksen voor heel Europa en om deze vervolgens te analyseren. Deze activiteit wordt nog steeds voortgezet en heeft geleid tot de Europese klimaatdatabase ECA&D¹⁸. Het concept is ondertussen gekopieerd naar andere werelddelen. In Indonesië bestaat een regionale database voor zuidoost Azië en in Ecuador een regionale database voor zuid Amerika. **Over mijn ervaringen met het opzetten van klimaatdatabases in deze regio's van de wereld zal ik onderwijzen aan Wageningen Universiteit. Momenteel richt ons onderzoek zich op het ontwikkelen van een hoge resolutie database van weer- en klimaatextremen voor west Afrika.** Dat gebeurt in samenwerking met een regionaal instituut van de WMO in Niger en natuurlijk met mijn contact in Gambia.

Daarmee zijn we er nog niet. Want om het ruimtelijk detailniveau te halen waar veel toepassingen behoefte aan hebben wordt crowd-sourcing een steeds belangrijker bron van data en informatie over klimaatverandering. In het tijdperk van voortgaande digitalisering en Internet of Things zit de samenleving vol met sensoren die weer- en klimaatvariabelen meten. Steeds sneller komen enorme hoeveelheden zeer gevarieerde data beschikbaar. Laatst las ik ergens dat volgens IBM 90% van alle informatie op aarde niet ouder is dan twee jaar. Soms komen weer- en klimaatdata

uit onverwachte bron, zoals de eerder genoemde gsm-masten. De regenmetingen met die masten vormen een belangrijke aanvulling op de bestaande metingen met regenmeters vooral in ontwikkelingslanden met weinig regenmeters of geen radardekking. Aanvullend komen meer of minder gestructureerde data beschikbaar via social media zoals Twitter en Facebook of via toegesneden applicaties zoals de “Weather on the Web” dienst voor weerstations bij particulieren thuis van de Met Office en het KNMI¹⁹.

Het is bijna onmogelijk om al die data met conventionele technieken te rubriceren en te analyseren. Data science technieken zijn dan noodzakelijk. **Ons onderzoek is erop gericht om de data verkregen via crowd-sourcing en Internet of Things te beoordelen op kwaliteit en geschiktheid voor integratie met meer traditionele bronnen van informatie om zo een completer en gedetailleerder beeld van extremen te verkrijgen.** Als referentie dienen de data van de traditionele weerstations en de onderzoekmast in Cabauw of satellietwaarnemingen waarvoor ondertussen ook al klimaatreeksen bestaan.

Steeds vaker blijkt de meerwaarde van combineren van weer- en klimaatdata met data uit andere sectoren van de samenleving in zogenaamde Big Data analyses. De ontwikkelingen op dit gebied gaan snel, maar de juiste methoden en technieken komen niet vanzelf aanwaaien. Willekeurig bij elkaar vegen van data levert weinig op, alle romantische ideeën over data science en in het verleden data mining ten spijt. Voor blijvende vooruitgang en beter begrip is domeinkennis nodig, zowel over de data als over zinvolle analyses met die data. **In het onderzoek en in het onderwijs maak ik een verbinding tussen de data science ervaring van het DataLab op het KNMI en de domein kennis van de Wageningen Universiteit.** Machine learning wordt daarbij toegepast, maar verdergaand dan de multiple regressietechnieken waaruit de meeste commerciële Big Data systemen en platforms momenteel bestaan. Zo onderzoeken we hoe een detailhoogtekaart helpt bij het vaststellen van de meest vorstgevoelige segmenten van het wegennet en bij het maken van een gedetailleerde zonne-energie aanbodkaart. Ook onderzoeken we hoe verschillende vormen van criminaliteit samenhangen met het weer, hoe mistgegevens kunnen worden afgeleid uit camerabeelden langs de weg en hoe de luchtkwaliteit grote variaties vertoont in de stad. Proceskennis bijvoorbeeld over de interactie tussen de bodem en de atmosferische grenslaag zoals aanwezig bij Wageningen Universiteit is daarvoor cruciale input.

Zoals in veel landen in ontwikkeling zijn de gedetailleerde klimaatreeksen van Gambia alleen maar beschikbaar in het land zelf. Volgens Bernard is een groot deel daarvan zelfs nog nooit gedigitaliseerd. De data die dat wel is moet duur worden verkocht want anders is het niet mogelijk om de waarneeminfrastructuur in stand te houden. Toevoegen van deze reeksen aan

internationale databases die volledig open zijn is een van de doelstellingen van het eerder genoemde WMO-expert team over indices en indicatoren waarvan ik voorzitter ben. Bernard profiteert daarvan mee doordat hij in ruil de kennis krijgt om risicokaarten en scenario's voor lokale klimaatverandering in Gambia te ontwikkelen.

Dagelijks klimaatbericht

Maar nu terug naar het dagelijks klimaatbericht. Zoals ik in voorgaande heb toegelicht zullen we in ons onderzoek en in het onderwijs de nadruk leggen op de data en kennis die de ruggegraat vormen van de zogenaamde klimaatdiensten. We behandelen een continue tijdschaal van huidige trends, via weersverwachtingen en seizoensverwachtingen tot klimaatscenario's voor decennia vooruit. Het onderzoek en het onderwijs verschaft de wetenschappelijke onderbouwing van de klimaatdiensten die operationeel zullen worden verstrekt bijvoorbeeld door het KNMI of door private partijen al dan niet in publiek-private samenwerking. Het KNMI kan dat doen vanuit het nieuwe Early Warning Centre waar straks alle waarnemingen en wetenschappelijke inzichten samenkomen om de risico's van weer- en klimaatextremen tijdig te kunnen signaleren.

Het is tijd voor een dagelijks ritme in de operationele klimaatdienstverlening. Zoals het dagelijks weerbericht niet meer weg te denken is uit onze samenleving, zo moet dat ook gaan gelden voor het dagelijks klimaatbericht. Alleen met een dagelijks bericht wordt de urgentie voldoende gevoeld. Alleen dan beseffen we hoe nauw klimaatverandering verbonden is met ons dagelijks leven en met dat van de generaties na ons.

Kortom: een dagelijks klimaatbericht, dat het dagelijkse weerbericht aanvult met onmisbare achtergronden bij extreem-weer situaties, dat de vinger aan de pols houdt met klimaatindices en -indicatoren, dat informatie geeft over de klimaatrisico's en succesvolle aanpassingsmogelijkheden, dat concrete maatregelen bespreekt om verdergaande klimaatverandering te voorkomen en dat duidelijk maakt wat wel zeker is en wat niet.

Bij leken leidt onzekerheid al snel tot twijfel en inactief blijven. Maar onzekerheid speelt overal, bijvoorbeeld in het verkeer, de gezondheid en de loopbaan. Goed kunnen omgaan met onzekerheid over klimaatverandering vereist terdege kennis van de veranderingen die we zien in de metingen en de veranderingen die we verwachten voor de toekomst. Maar omgaan met onzekerheid is niet gemakkelijk in een tijd waarin nuance niet wordt gewaardeerd en het vertrouwen in de wetenschap steeds verder lijkt te worden uitgehold. Aan het begin van deze maand trok de president van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen KNAW

hierover nog aan de bel. Ze noemde als eerste voorbeeld klimaatverandering waarvoor wetenschappelijke bevindingen steeds vaker onterecht worden weggezet als meningen²⁰. Zelf denk ik dat we zullen moeten leren leven met een ander imago van de wetenschap en met selectief winkelen op zoek naar bewijs dat past bij de eigen opvatting. Dat neemt niet weg dat ik vind dat het aan wetenschappers is om te helpen bij de uitleg en interpretatie van al die kennis in onze open internet-samenleving. Ook daarom moet zo'n dagelijks klimaatbericht er snel komen. Het is er de tijd voor en ik vraag er de tijd voor.

...en dat dan niet alleen voor Nederland maar in samenwerking met Bernard Gomez ook in een zusteruitgave voor Gambia.

Dankwoord

Zowel het leiden van een vakgroep op het KNMI als het doen van onderzoek en het geven van onderwijs aan een universiteit gaat beter met teamwork. Daarom bedank ik de mensen met wie ik mag samenwerken en met wie ik in het verleden heb mogen samenwerken. Ook dank ik iedereen die het mogelijk heeft gemaakt dat ik hier vandaag sta. Om te beginnen Bert Holtslag voor zijn hulp bij het realiseren van mijn leerstoel. KNMI-hoofddirecteur Gerard van der Steenhoven voor zijn vertrouwen en stimulans in deze richting. Alle andere collega's, studenten en promovendi in Wageningen en op het KNMI voor de prettige samenwerking, maar vooral ook voor het plezier dat ik altijd heb gehad in mijn werk en hopelijk nog vele jaren mag hebben. De koffietafel bij MAQ in Wageningen ziet er duidelijk anders uit dan de huiskamer van mijn vakgroep in De Bilt, maar de passie voor het vak tref je bij beide. De brugfunctie die ik beoog tussen universiteit en KNMI lijkt al te werken, want verschillende Wageningse studenten en promovendi verblijven voor korte of langere tijd op het KNMI. Ook dank ik mijn promotor en co-promotor Gerbrand Komen en Günther Können voor het wetenschappelijke traject waarop ze mij een kleine 20 jaar geleden hebben gezet. Wat vliegt de tijd.

De meeste dank ben ik tot slot verschuldigd aan mijn vader, moeder, broers, familie en vrienden voor hun vertrouwen, gezelligheid, liefde en steun.

Ik heb gezegd.

Referenties

¹ www.nrc.nl/nieuws/2005/01/20/stellingen-7717836-a1174290

² public.wmo.int/en/media/press-release/provisional-wmo-statement-status-of-global-climate-2016

³ ECMWF, Copernicus Climate Change Service, climate.copernicus.eu/resources/data-analysis/average-surface-air-temperature-analysis/monthly-maps/december-2016

⁴ Hartmann, D.L., A.M.G. Klein Tank, M. Rusticucci, L.V. Alexander, S. Brönnimann, Y. Charabi, F.J. Dentener, E.J. Dlugokencky, D.R. Easterling, A. Kaplan, B.J. Soden, P.W. Thorne, M. Wild and P.M. Zhai, 2013: Observations: Atmosphere and Surface. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge Universiteit Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

⁵ UNEP Emissions Gap Report 2016, web.unep.org/emissionsgap/

⁶ Oratie Gerard van der Steenhoven “Klimaatverandering. Waar wetenschap de samenleving raakt” op 13 oktober 2016 als deeltijdhoogleraar Meteorological and Climatological Disaster Risk Reduction aan de Universiteit Twente

⁷ SCP-studie Burgerperspectieven 2016 | 4, Kwartaalbericht van het Continu Onderzoek Burgerperspectieven, www.scp.nl/Publicaties/Alle_publicaties/Publicaties_2016/Burgerperspectieven_2016_4

⁸ EC-publication: A European Roadmap for Climate Services, Street et al. (Eds.), 2015

⁹ Global Framework for Climate Services, GFCS, www.wmo.int/gfcs/

¹⁰ Asrar et al., 2012, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, doi:10.1175/BAMS-D-12-00011.1.

¹¹ Vaughan en Dessai, 2014, *WIREs Clim Change*, doi: 10.1002/wcc.290

¹² Hazeleger et al., 2015, *Nature Climate Change*, doi:10.1038/nclimate2450;
Van den Hurk et al., 2016, *Climate Services*, doi:10.1016/j.cliser.2016.01.001

¹³ IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

¹⁴ www.klimaatscenarios.nl

¹⁵ UNEP 2016, The Adaptation Finance Gap Report 2016, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, Kenya, web.unep.org/adaptationgapreport/2016

¹⁶ CLIPC, IS-ENES, EUPORIAS portals: clipc.eu en climate4impact.eu

¹⁷ www.ecad.eu/utills/mapserver/trend.php

¹⁸ www.ecad.eu

¹⁹ wow.knmi.nl

²⁰ “Wetenschap is niet ‘maar een mening’, opiniestuk Jose van Dijck en Wim van Saarloos, president en vice-president KNAW, NRC, 3 januari 2017 www.nrc.nl/nieuws/2017/01/02/wetenschap-is-niet-maar-een-mening-5996029-a1539373



Prof.dr Albert M.G. Klein Tank

Voor ons is het dagelijks weerbericht net zo gewoon als een boterham met kaas. Ik pleit in mijn oratie voor een dagelijks klimaatbericht dat het weerbericht aanvult. Zo'n klimaatbericht houdt de vinger aan de pols van het klimaatsysteem en biedt perspectief om te handelen. Het staat symbool voor een breed pallet aan klimaatdiensten voor een warmere wereld. Dat pallet zal ik vanuit het KNMI samen met studenten en collega's van de Wageningen Universiteit onderzoeken en ontwikkelen.