

***Klimaatverandering,  
migratiestromen, gewelddadige  
conflicten en politieke instabiliteit***

Gerbrand Komen  
Walter Hoogland

*Maart 2018*

Studiekring Emeriti, AUV, Amsterdam

## Inhoud

0. Synopsis .....	3
1. Inleiding .....	3
2. Klimaatverandering: oorzaken, gevolgen, maatregelen .....	3
• Veranderingen in het klimaatsysteem .....	3
• Waargenomen invloed op mens en natuur .....	8
• Toekomstige risico's .....	9
• Maatregelen .....	10
3. Migratiestromen, gewelddadige conflicten en politieke instabiliteit .....	11
• Migratie .....	12
• Gewelddadige conflicten - Syrië en Darfur .....	15
• Politieke instabiliteit .....	20
4. Is het erg? Wat moeten we doen? .....	21
5. Appendix .....	25
• IPCC .....	25
• Spraakverwarring .....	26
• Systeem aarde - een complex systeem .....	26
• Waarnemingen .....	27
• Modellen .....	28
• Karakterisering van onzekerheden .....	29
• Klimaatactie .....	31
6. Referenties .....	32

## 0. Synopsis

Na een beknopt overzicht van de stand van zaken in het klimaatonderzoek (met details in een aantal appendices) bespreken we toekomstige risico's (hoofdstuk 2). Daarna besteden we speciaal aandacht aan mogelijke geopolitieke gevolgen (hoofdstuk 3), in het bijzonder aan de gewelddadige conflicten in Syrië en Darfur. Migratie, gewelddadige conflicten en politieke instabiliteit blijken in de praktijk het gevolg van een groot aantal factoren. In historische analyses wordt klimaatverandering door de meeste auteurs niet als dominante factor gezien. Er bestaat echter een serieus risico dat dit in de toekomst anders zal zijn, en dat rechtvaardigt acties die beogen klimaatverandering en/of de gevolgen te beperken. In hoofdstuk 4 gaan we nader in op het handelingsperspectief. We doen dit in de vorm van een aantal stellingen die we ter discussie stellen.

## 1. Inleiding

Deze notitie gaat over klimaatverandering en de gevolgen voor natuur en samenleving. We maken daarbij dankbaar gebruik van sleutelparagrafen uit het meest recente rapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (zie de Appendix voor meer info over het IPCC). In het tweede deel zoomen we in op de relatie tussen klimaatverandering en geopolitieke kwesties zoals migratie, gewelddadige conflicten en politieke instabiliteit.

Klimaatverandering is een van de vele veranderingen die in het mondiale aardsysteem optreden, veranderingen die men wel met de term 'global change' aanduidt. De wikipedia<sup>1</sup> geeft een aantal voorbeelden: veranderingen in de bevolkingsomvang, 'total real GDP', 'foreign direct investment', afdamming van rivieren, watergebruik, gebruik van papier, aantal motorvoertuigen, telefoons, omvang internationaal toerisme, gebruik van kunstmest, toename van atmosferisch CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, afname troposferisch ozon, overbevissing, overbemesting van kustwateren, verlies van tropisch en extratropisch bos, toename van gedomesticeerd land en uitsterven van soorten. En zo zijn er natuurlijk nog wel meer veranderingen te benoemen. Ofschoon we het in deze notitie primair over klimaatveranderingen hebben, zijn andere aspecten van 'global change' ook belangrijk, zoals zal blijken bij de bespreking van geopolitieke kwesties.

## 2. Klimaatverandering: oorzaken, gevolgen, maatregelen

### Veranderingen in het klimaatsysteem

De feiten zijn bekend. De aarde warmt op. Dit komt mede door de mens. Wetenschappers verwachten dat de opwarming door zal zetten als de emissies van broeikasgassen voortduren, waarbij de kans toeneemt op ingrijpende gevolgen voor mens en natuur. De toekomstige snelheid van opwarming is niet precies bekend. Het kan meevallen of tegenvallen. Maatregelen kunnen de opwarming beperken. In het kader van het klimaatverdrag van de VN hebben landen afgesproken gevaarlijke opwarming te willen voorkomen<sup>2</sup>. In Parijs is besloten om te trachten de opwarming

---

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Global\\_change](https://en.wikipedia.org/wiki/Global_change)

<sup>2</sup> "The ultimate objective of this Convention . . . is to achieve . . . stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system. Such a level should be achieved within a time frame sufficient to allow ecosystems to adapt naturally to climate change, to ensure that food production is not threatened and to enable economic development to proceed in a sustainable manner." (United Nations, 1992)

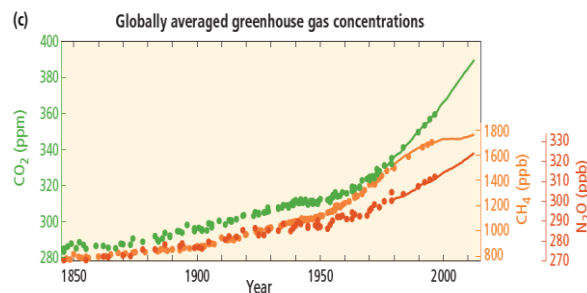
onder de 2 graden Celsius te houden (en liefst onder de 1 ½ graad)<sup>3</sup>, o.a. door een stringente beperking van de emissie van broeikasgassen en een transitie naar (bijna) fossielvrije energieproductie.

Natuurlijke klimaatvariaties en klimaatveranderingen zijn van alle tijden. Zo hebben onder meer grote vulkaanuitbarstingen, El Niño's en variaties in zonneactiviteit invloed op de gemiddelde temperatuur op aarde. Tegenwoordig is het menselijk handelen een factor van toenemend belang<sup>4</sup>. Daarbij gaat het niet alleen om verandering van de samenstelling van de atmosfeer, maar bijvoorbeeld ook over veranderend landgebruik. Het meest recente Synthesis Report van het IPCC zet de bevindingen netjes op een rij (IPCC, 2014, p. 2):

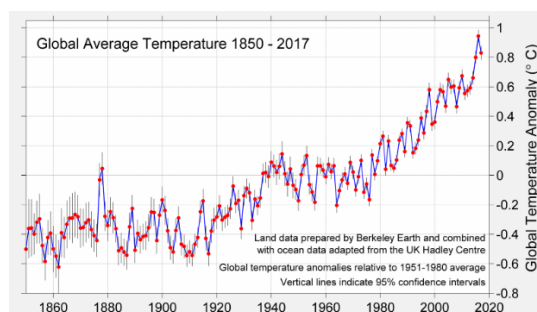
Human influence on the climate system is clear, and recent anthropogenic emissions of greenhouse gases are the highest in history. Recent climate changes have had widespread impacts on human and natural systems.

Warming of the climate system is unequivocal, and since the 1950s, many of the observed changes are unprecedented over decades to millennia. The atmosphere and ocean have warmed, the amounts of snow and ice have diminished, and sea level has risen.

Onderstaande figuur (IPCC, 2014, p. 3) toont de waargenomen toename van de atmosferische concentratie van kooldioxide, methaan en stikstofdioxide.



En dit is een recente plot van de toename van de wereldgemiddelde oppervlaktetemperatuur-anomalie<sup>5</sup>:



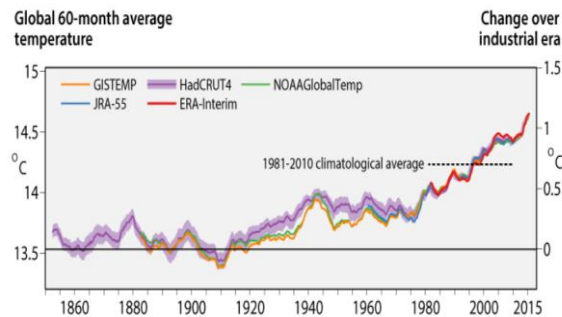
<sup>3</sup> "The Paris Agreement's central aim is to strengthen the global response to the threat of climate change by keeping a global temperature rise this century well below 2 degrees Celsius above pre-industrial levels and to pursue efforts to limit the temperature increase even further to 1.5 degrees Celsius." (United Nations, 2015)

<sup>4</sup> De voorgaande drie zinnen komen uit Geurts en Komen, 1999. Daar ook meer informatie over natuurlijke schommelingen en de beschikbaarheid van waarnemingen en modellen.

<sup>5</sup> <http://berkeleyearth.org/global-temperatures-2017>

De laatste drie jaar werden record wereldgemiddelde temperaturen gemeten. Het jaar 2017 kwam op de tweede plaats sinds het begin van betrouwbare metingen rond 1880<sup>6</sup>.

Onderstaande grafiek van het lopende 60-maands gemiddelde laat zien dat verschillende analyses tot vergelijkbare resultaten leiden<sup>7</sup>:



Trend in globale opwarming (lucht op 2 m hoogte) in datasets van verschillende researchgroepen.  
Rood: ECMWF (Europees), geel en groen: NASA en NOAA (Amerikaans),  
paars: Met Office (Engeland), blauw: JMA (Japans).

De waargenomen veranderingen beperken zich niet tot de gemiddelde temperatuur. Ook de hoeveelheid neerslag is veranderd, de ijsbedekking van de Poolzee is afgenomen, ijskappen smelten, de zeespiegel is gestegen, en de oceaan is minder basisch geworden (“verzuurd”). Sinds ongeveer 1950 zijn er ook veranderingen in extreme weer- en klimaatomstandigheden waargenomen, zoals een afname van extreme koude en een toename van hitte-extremen. Voor details, zie IPCC (2014, pp. 2-4 en 7).

### Attributie

In het klimaatonderzoek wordt de term attributie gebruikt voor het zoeken naar de meest waarschijnlijke oorzaak van een waargenomen verandering. Numerieke klimaatmodellen kunnen de waargenomen opwarming wèl verklaren als de toename van broeikasgassen in rekening wordt gebracht, maar niet als alleen maar naar natuurlijke oorzaken wordt gekeken. Daarmee is de attributie van klimaatverandering aan menselijk handelen een feit. Het IPCC (2014, p. 4) schrijft:

Anthropogenic greenhouse gas emissions have increased since the pre-industrial era, driven largely by economic and population growth, and are now higher than ever. This has led to atmospheric concentrations of carbon dioxide, methane and nitrous oxide that are unprecedented in at least the last 800,000 years. Their effects, together with those of other anthropogenic drivers, have been detected throughout the climate system and are *extremely likely* to have been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century.

Zeker is het niet, omdat zowel de data als de gebruikte modellen niet perfect zijn. Het IPCC heeft de onzekerheden zo goed mogelijk in kaart gebracht, en het vertrouwen in modellen en waarnemingen tot uitdrukking gebracht in de kwalificatie *extremely likely*.

<sup>6</sup> <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/wereldtemperatuur-2017-op-een-na-hoogste>

<sup>7</sup> <https://www.ecmwf.int/en/about/media-centre/news/2018/2017-extends-exceptionally-warm-period-first-complete-datasets-show>

Het is lastig om veranderingen in extremen te detecteren, omdat ze per definitie maar weinig voorkomen, en nòg lastiger om een causaal verband te leggen met de menselijke invloed op het klimaat. Toch is er de laatste jaren vooruitgang gemaakt. Daarbij wordt zwaar geleund op modelsimulaties. Soms lukt het dan om aan te geven dat de kans op een bepaalde extreme gebeurtenis met een bepaalde waarde is toe- of afgenomen. Het Bulletin van de American Meteorological Society (BAMS) wijdde een heel nummer aan extreme gebeurtenissen in 2016<sup>8</sup>.

In een recente analyse<sup>9</sup> werd berekend dat er door de menselijke invloed op het klimaat drie keer zo veel kans is op een extreme hoeveel neerslag zoals die viel tijdens orkaan Harvey in Houston in augustus 2017. Volgens een andere analyse<sup>10</sup> is de recente koude periode in het noordoosten van de Verenigde Staten en het zuidoosten van Canada (december 2017 - januari 2018) 15 keer zo zeldzaam als een eeuw geleden.

### **Verwachte veranderingen in de toekomst**

Met behulp van modellen heeft men de toekomstige ontwikkelingen verkend. Omdat antropogene (= door de mens veroorzaakte) emissies niet goed te voorspellen zijn heeft men dit gedaan voor verschillende emissiescenario's. Het IPCC (2014, p. 2) vat het zo samen:

Continued emission of greenhouse gases will cause further warming and long-lasting changes in all components of the climate system. ( . . . ) Cumulative emissions of CO<sub>2</sub> largely determine global mean surface warming by the late 21st century and beyond. Projections of greenhouse gas emissions vary over a wide range, depending on both socio-economic development and climate policy.

Surface temperature is projected to rise over the 21st century under all assessed emission scenarios. It is very likely that heat waves will occur more often and last longer, and that extreme precipitation events will become more intense and frequent in many regions. The ocean will continue to warm and acidify, and global mean sea level to rise.

Voor ieder emissiescenario (hoog, laag en tussenliggend) heeft men een schatting gemaakt van hoe de bijbehorende concentraties van broeikasgassen in de atmosfeer zich ontwikkelen in de tijd, dus 'langs welk pad' de ontwikkeling plaats zou kunnen vinden. Men noemt die schattingen daarom representatieve concentratiepaden (Representative Concentrations Pathways, RCPs). Voor ieder RCP is met modellen berekend wat de consequenties zijn voor het klimaat. Het resultaat staat in onderstaande figuur. De kleurenband is een schatting van de modelonzekerheid. Bij ieder scenario kan het dus nog meevallen of tegenvallen. Om de figuur overzichtelijk te houden is het verloop van

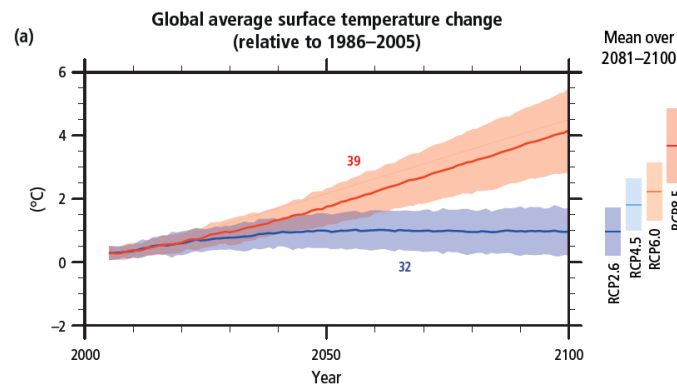
---

<sup>8</sup> <https://www.ametsoc.org/ams/index.cfm/publications/bulletin-of-the-american-meteorological-society-bams/explaining-extreme-events-from-a-climate-perspective>; zie ook <https://www.nytimes.com/2017/12/14/climate/climate-extreme-weather-attribution.html> en <https://www.climatecentral.org>.

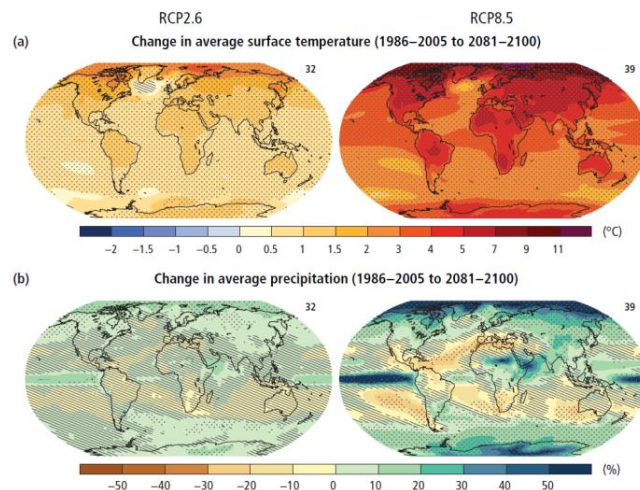
<sup>9</sup> <https://www.climatecentral.org/analyses/hurricane-harvey-august-2017>

<sup>10</sup> <https://www.climatecentral.org/analyses/north-american-cold-winter-2017-2018>

twee scenario's (het meest optimistische en het meest pessimistische) expliciet weergegeven. De resultaten voor 2100 van de tussenliggende scenario's staat er aan de rechterzijde naast.



De wereld zal natuurlijk niet uniform opwarmen. Zo warmen polaire gebieden sneller op door allerlei terugkoppelingen. Ook de zo belangrijke neerslagveranderingen zijn niet uniform, zoals weergegeven in dit resultaat van modelberekeningen (figuur SPM.7 in IPCC, 2014):



SYR Figure SPM.7 | Change in average surface temperature (a) and change in average precipitation (b) based on multi-model mean projections for 2081–2100 relative to 1986–2005 under the RCP2.6 (left) and RCP8.5 (right) scenarios. The number of models used to calculate the multi-model mean is indicated in the upper right corner of each panel. Stippling (i.e., dots) shows regions where the projected change is large compared to natural internal variability and where at least 90% of models agree on the sign of change. Hatching (i.e., diagonal lines) shows regions where the projected change is less than one standard deviation of the natural internal variability.

Door het trage smelten van de ijskappen en de trage opwarming van de oceaan worden op langere termijn verdere veranderingen verwacht, zelfs als de samenstelling van de atmosfeer vanaf 2100 niet meer zou veranderen. Daardoor zou de zeespiegelstijging uiteindelijk nog met vele meters kunnen stijgen. Het IPCC schrijft dit:

For sustained warming above some threshold greater than  $\sim 0.5^{\circ}\text{C}$  additional warming (low confidence) but less than  $\sim 3.5^{\circ}\text{C}$  (medium confidence), near-complete loss of the Greenland ice sheet would occur over a millennium or more, eventually contributing up to 7 m to global mean sea level rise.

De ongestoorde Groenlandse ijskap is stabiel omdat er een balans is tussen groei (door neerslag) en krimp (door smelten). Daarbij is de hoogte (gemiddeld meer dan 2 km) van de ijskap van cruciaal belang omdat het in de bovenlucht veel kouder is dan op zeeniveau. Stijgende temperaturen leiden tot verschuivingen in de balans en een netto massaverlies, waardoor ook de hoogte van de ijskap afneemt. Wanneer die dan beneden een bepaalde kritische waarde zou komen zou de balans onomkeerbaar verstoord raken, met totale afsmelting tot gevolg. In zo'n situatie, waarbij een grens wordt overschreden die terugkeer verhindert, spreekt men van een kantelpunt ('tipping point'). Er zijn vermoedelijk meerdere kantelpunten in het klimaatsysteem, zowel in het klimaat zelf als ook in natuurlijke systemen die gevoelig zijn voor klimaatverandering. Het KNMI maakte een nuttige inventaris (Kattenberg en Verver, 2009).

### **Waargenomen invloed op mens en natuur**

Veranderingen in het klimaat hebben nu al invloed op mens en natuur. IPCC (2014, p. 6):

In recent decades, changes in climate have caused impacts on natural and human systems on all continents and across the oceans. Impacts are due to observed climate change, ***irrespective of its cause***, indicating the sensitivity of natural and human systems to changing climate.

Evidence of observed climate change impacts is strongest and most comprehensive for natural systems. In many regions, changing precipitation or melting snow and ice are altering hydrological systems, affecting water resources in terms of quantity and quality (medium confidence). Many terrestrial, freshwater and marine species have shifted their geographic ranges, seasonal activities, migration patterns, abundances and species interactions in response to ongoing climate change (high confidence).

Genoemd worden bijvoorbeeld waargenomen veranderingen in marine ecosystemen, waarbij het dan onder meer over het afsterven van koraal gaat. Dit blijkt echter minder onomstreden dan de meeste publicaties suggereren. Zie bv het opiniestuk<sup>11</sup> van Peter Ridd, geofysicus aan het Marine Geophysics Laboratory, Townsville, Australië over de toestand van het Great Barrier Riff:

The reef is supposedly almost dead from the combined effects of a warming climate, nutrient pollution from Australian farms, and smothering sediment from offshore dredging.  
( . . . )

The only problem is that it isn't so. The Great Barrier Reef is in fact in excellent condition. It certainly goes through periods of destruction where huge areas of coral are killed from hurricanes, starfish plagues and coral bleaching. However, it largely regrows within a decade to its former glory. Some parts of the southern reef, for example, have seen a tripling of coral in six years after they were devastated by a particularly severe cyclone.

Het is daarom verstandig om kritisch te blijven over de interpretatie en duiding van opgetreden veranderingen. Dat mag echter niet het zicht benemen op *toekomstige* risico's.

---

<sup>11</sup> <http://www.foxnews.com/opinion/2018/02/08/science-or-silence-my-battle-to-question-doomsayers-about-great-barrier-reef.html>



## Toekomstige risico's

Weer en klimaat hebben grote invloed, zowel op de natuur als op de menselijke samenleving. Klimaatverandering dus ook.

Een toename van de zeespiegelstijging, een intensivering van neerslagpieken en een toenemende kans op droge periodes kunnen de bestaande risico's<sup>12</sup> als gevolg van klimaatverandering vergroten. Zo zal het overstromingsrisico toenemen. In tropische gebieden, vooral in Afrika, zal de voedselvoorziening verder onder druk komen te staan. De oceanen zullen verder opwarmen en verzuren<sup>13</sup> met negatieve gevolgen voor biodiversiteit, koraalriffen en de visserijsector. Op veel plekken in de wereld zal de vraag naar water voor irrigatie groter worden dan de hoeveelheid water die daarvoor beschikbaar is. Klimaatverandering vormt bovendien een extra bedreiging voor het voortbestaan van planten- en diersoorten.<sup>14</sup>

Het IPCC (2014) illustreert met onderstaande figuur, per regio, wat de verwachte gevolgen zijn voor ecosystemen, gezondheid en welzijn, voedselvoorziening en levensonderhoud, bosbranden, overstromingen, watertekorten, visserij, koraalrif, etc.

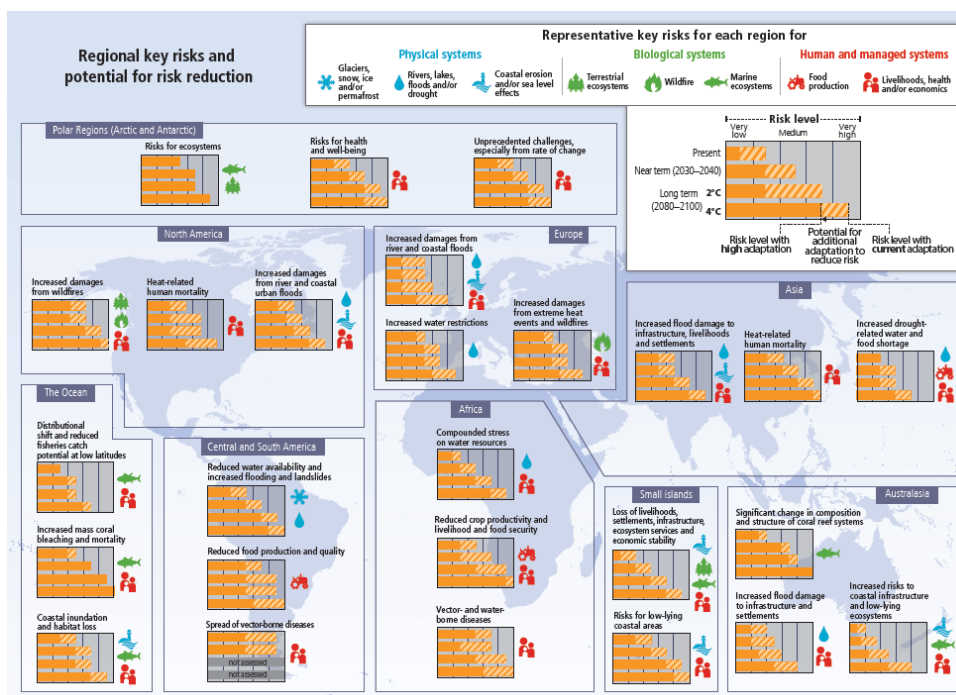


Figure SPM.8 | Representative key risks for each region, including the potential for risk reduction through adaptation and mitigation, as well as limits to adaptation. Each key risk is assessed as very low, low, medium, high or very high. Risk levels are presented for three time frames: present, near term (here, for 2030–2040) and long term (here, for 2080–2100). In the near term, projected levels of global mean temperature increase do not diverge substantially across different emission scenarios. For the long term, risk levels are presented for two possible futures (2°C and 4°C global mean temperature increase above pre-industrial levels). For each timeframe, risk levels are indicated for a continuation of current adaptation and assuming high levels of current or future adaptation. Risk levels are not necessarily comparable, especially across regions.

<sup>12</sup> Denk aan stormschade door orkanen, de effecten van overvloedige neerslag of droogte, overstroming door stormvloed, etc.

<sup>13</sup> Lees: minder basisch worden.

<sup>14</sup> Deze alinea is overgenomen uit KNMI & PBL (2015) (pp. 51-52)

en schrijft hierover:

Climate change will amplify existing risks and create new risks for natural and human systems. Risks are unevenly distributed and are generally greater for disadvantaged people and communities in countries at all levels of development.

Naast deze directe dreigingen zijn er ook allerlei indirecte dreigingen. Denk aan het effect van de productie van biobrandstoffen op de voedselproductie, en de mogelijk negatieve effecten van de energietransitie op de economische groei en daardoor op armoedereductie en implementatie van de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen van de VN ('UN Sustainable Development Goals', afgekort: SDG's)<sup>15</sup>. Natuurlijk vormt klimaatverandering zelf ook een bedreiging voor armoedereductie.

Het IPCC waarschuwt ook voor mogelijk onomkeerbare gevolgen (kantelpunten) op de langere termijn in arctische en tropische ecologische systemen. IPCC (2014, p. 72):

With increasing warming, some physical and ecological systems are at risk of abrupt and/or irreversible changes (see Section 2.4). Risks associated with such tipping points are moderate between 0 and 1°C additional warming, since there are signs that both warm-water coral reefs and Arctic ecosystems are already experiencing irreversible regime shifts (medium confidence). Risks increase at a steepening rate under an additional warming of 1 to 2°C and become high above 3°C ( . . . )

Bij de bespreking van de gevolgen van klimaatverandering hanteert IPCC-werkgroep 2 een drietal sleutelbegrippen: *hazard* (de kans op een bepaald ongewenst weer- of klimaatfenomeen), *blootstelling* en *kwetsbaarheid*. De kans op gevaarlijke gevolgen wordt dan bepaald door die drie factoren. Voorbeeld: hazard = orkaan. De blootstelling hangt af van de baan van de orkaan en van de plaats van aan land komen, en de kwetsbaarheid hangt weer af van de bestendigheid van de voorzieningen, zoals dijken, huizen, energienet, etc. Dat samen bepaalt uiteindelijk de kans op schade. Door alle onzekerheden is het moeilijk om zulke risico's te kwantificeren. Vaak komt men niet verder dan "de kans zal waarschijnlijk toenemen".

## Maatregelen

Het is mogelijk om de risico's te beperken door emissiebeperkingen en aanpassingen van de leefomgeving. Het IPCC (2014, p. 17) formuleert het zo:

### **Future Pathways for Adaptation, Mitigation and Sustainable Development**

Adaptation and mitigation are complementary strategies for reducing and managing the risks of climate change. Substantial emissions reductions over the next few decades can reduce climate risks in the 21st century and beyond, increase prospects for effective adaptation, reduce the costs and challenges of mitigation in the longer term and contribute to climate-resilient pathways for sustainable development.

---

<sup>15</sup> Zie bv [https://nl.wikipedia.org/wiki/Duurzame\\_Ontwikkelingsdoelstellingen](https://nl.wikipedia.org/wiki/Duurzame_Ontwikkelingsdoelstellingen), en Nilsson, Griggs en Visbeck (2016).

Naast de beperking van emissies is er in principe ook de optie van geo-engineering. IPCC (2014):

Geoengineering refers to a broad set of methods and technologies operating on a large scale that aim to deliberately alter the climate system in order to alleviate the impacts of climate change. Most methods seek to either reduce the amount of absorbed solar energy in the climate system (Solar Radiation Management, SRM) or increase the removal of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) from the atmosphere by sinks to alter climate (Carbon Dioxide Removal, CDR).

Er is echter nog onvoldoende kennis van de kosten en de mogelijke risico's van deze technieken. Een recente discussie is te vinden in Boettcher en Schäfer (2017) en in het speciale nummer van Earth's Future waarnaar verwezen wordt.

Door alle onzekerheden is het lastig om kwantitatieve analyses te maken, en is het vrijwel onmogelijk om een optimale mix van adaptatie en mitigatie te bepalen. Daarvoor zou men de verwachte klimaatschade, de kosten van adaptatie en de kosten van mitigatie moeten kennen. Het IPCC schrijft hierover (IPCC, 2014, pp. 16, 24, 31; met onze cursivering):

- ***Global economic impacts from climate change are currently difficult to estimate.***
- Estimates of the ***aggregate economic costs of mitigation also vary widely***, depending on methodologies and assumptions.
- There is a ***need for better assessment of global adaptation costs***, funding and investment.

Er zijn natuurlijk veel studies gepubliceerd (zie bijvoorbeeld: Stern, 2007; OECD, 2015; en recentelijk discussies naar aanleiding van Tol, 2018), maar die studies leunen zwaar op modelberekeningen, waarbij nogal wat aannames gemaakt moeten worden. Bovendien zijn de resultaten maar beperkt nuttig vanwege 'discounting issues' (hoe je kosten nu en later wilt vergelijken). Dus er is veel onzekerheid, en uiteindelijk gaat het om een afweging van kansen en ethische overwegingen: ***welke risico's wil je nemen, wat mag het kosten, wat is haalbaar, hoe waardeer je de natuur, hoe wil je de aarde nalaten voor het nageslacht.***

### **3. Migratiestromen, gewelddadige conflicten en politieke instabiliteit**

In een recente beleidsnotitie van Instituut Clingendael (Schaik en Bakker, 2017) wordt de relatie besproken tussen klimaatverandering, migratie en veiligheid<sup>16</sup>. Het rapport stelt dat de wetenschappelijke onderbouwing van die relatie nog zwak is, en dat onderzoeksresultaten voor sleutelonderwerpen niet eenduidig zijn. Voorbeeld: het is niet goed mogelijk om te schatten hoe groot de toekomstige migrantenstroom naar Europa kan worden. Tegelijk wordt gesteld dat de politieke urgentie en de mogelijke schaal van het probleem zo groot zijn dat we ons niet kunnen permitteren te wachten tot er een academische consensus ontstaat. In hun woorden:

The relationship between youth unemployment, irregular migration and instability in the context of climate change is politically recognized as a likely risk with high impact, even though contemporary policies still focus primarily on responses to forced or irregular

---

<sup>16</sup> Ook de wikipedia heeft de nodige informatie over dit onderwerp [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_security](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_security)

migration. Currently an opportunity exists to make the most of available insights and invest wisely in countries of origin. Several no-regret policy options could be envisaged that boost (youth) employment opportunities, restore degraded lands and ecosystems, strengthen food, water and energy security and reduce inequalities between groups in society. These problems are at the core of many conflicts and contribute to instability, especially in cases of poor governance. Addressing them in an integrated way is therefore of the utmost importance to securing a sustainable future.

Dus: ook al is het moeilijk om harde wetenschappelijke uitspraken te doen over de rol van klimaatverandering, dan nog dient het risico van ongeregelde migratie en instabiliteit serieus genomen te worden, en daarom pleiten de auteurs voor een integrale aanpak van de factoren die ten grondslag liggen aan ongeregelde migratie en instabiliteit. Daarbij gaat het om de aanpak van (jeugd)werkloosheid, land-, water- en energiebeheer, en het reduceren van ongelijkheid.

In het kader van dit essay zullen we wat nader ingaan op de rol van de factor klimaatverandering. Eerst, in dit hoofdstuk, zullen we de wetenschappelijke kennis bespreken. In hoofdstuk 4 gaan we in op de vraag wat dit betekent voor ons handelen.

## **Migratie**

Het Clingendael-rapport benadrukt dat er historisch flink wat aanwijzingen zijn voor een verband tussen klimaatverandering en migratie, met een kanttekening, namelijk dat de effecten vooral indirect zijn en context-afhankelijk. De precieze relatie is dus op zijn minst onduidelijk. Tegelijkertijd stelt het rapport dat het ontkennen van toekomstige risico's een ernstige fout zou zijn.

De onduidelijkheid wordt als volgt benoemd:

There is little consensus regarding which climate (policy) impacts (e.g. drought, floods, food and water scarcity) contribute most, whether climate change is a significant reason for people to migrate outside their own region and how many additional migrants would come to Europe because of climate change.

en

Above all, the relationship between climate change and migration is generally found to be blurred with other factors, many of them having to do with governance and the resilience of societies to climate change. It is difficult to single out climate change from other factors that influence peoples' decision to migrate, such as conflict, repression and the (perceived) opportunity for a better life in another country.

De conclusie van het rapport is echter dat het risico niet ontkend mag worden:

Despite the lack of precise knowledge on causalities in the relationship between climate change and migration, its potential impact and population growth expectations in countries of origin makes the topic politically too important to ignore. Estimates of the number of people that are (expected to become) displaced because of climate change vary widely due to the methodological difficulties mentioned above and the choice of variables used (e.g. sea

level rise, desertification, population growth etc.). Over 200 million people live in vulnerable coastal regions, and between 0.7 billion and 4.4 billion people will suffer from water shortages according to projections. The NGO Christian Aid has estimated that by 2050 around 1 billion people could be displaced because of climate change. Norman Myers calculated<sup>17</sup> the most frequently cited figure of around 200 million climate migrants by 2050. However, as Myers himself admitted, he made extensive use of extrapolation and the research was done over twenty years ago. It is also unclear what proportion of these climate migrants would try to reach Europe.

Het vijfde 'Assessment Report' van IPCC wg2 besteedt ook uitgebreid aandacht aan de relatie tussen klimaatverandering en migratie. Daarom ook nog enkele citaten uit hoofdstuk 12.4 *Migration and Mobility Dimensions of Human Security* (Adger et al, 2014).

Climate change over the 21st century is projected to increase displacement of people (medium evidence, high agreement). Displacement risk increases when populations that lack the resources for planned migration experience higher exposure to extreme weather events, in both rural and urban areas, particularly in developing countries with low income. Expanding opportunities for mobility can reduce vulnerability for such populations. Changes in migration patterns can be responses to both extreme weather events and longer-term climate variability and change, and migration can also be an effective adaptation strategy. There is low confidence in quantitative projections of changes in mobility, due to its complex, multi-causal nature.

Climate change will have significant impacts on forms of migration that compromise human security (medium evidence, high agreement). Some migration flows are sensitive to changes in resource availability and ecosystem services. Major extreme weather events have in the past led to significant population displacement, and changes in the incidence of extreme events will amplify the challenges and risks of such displacement. Many vulnerable groups do not have the resources to be able to migrate to avoid the impacts of floods, storms, and droughts. Models, scenarios, and observations suggest that coastal inundation and loss of permafrost can lead to migration and resettlement. Migrants themselves may be vulnerable to climate change impacts in destination areas, particularly in urban centres in developing countries.

De kennis over het te verwachten aantal klimaatmigranten wordt als volgt samengevat (Adger et al, 2014, FAQ 12.3):

**How many people could be displaced as a result of climate change?**

Displacement is the movement of people from their place of residence, and can occur when extreme weather events, such as flood and drought, make areas temporarily uninhabitable. Major extreme weather events have in the past led to significant temporary population displacement, and changes in the incidence of extreme events will amplify the challenges and

---

<sup>17</sup> Myers, N. and J. Kent. 1995. "Environmental Exodus, An Emerging Crisis in the Global Arena". Climate Institute, Washington DC. Voor een recenter artikel van deze auteur, zie Myers, 2002.

risks of such displacement. However, many vulnerable groups do not have the resources to be able to migrate from areas exposed to the risks from extreme events. There are no robust global estimates of future displacement, but there is significant evidence that planning and increased mobility can reduce the human security costs of displacement from extreme weather events. Climate changes in rural areas could amplify migration to urban centers. However, environmental conditions and altered ecosystem services are few among the many reasons why people migrate. So while climate change impacts will play a role in these decisions in the future, given the complex motivations for all migration decisions, it is difficult to categorize any individual as a climate migrant (Adger et al, 2014, Section 12.4).

Er wordt ook op gewezen dat migratie een natuurlijke vorm van adaptatie is (Adger et al, 2014, FAQ 12.4):

**What role does migration play in adaptation to climate change, particularly in vulnerable regions?** Moving from one place to another is a fundamental way humans respond to challenging conditions. Migration patterns everywhere are primarily driven by economic factors: the dominant migration system in the world has been movement from rural to urban areas within countries as people seek more favourable work and living conditions.

Iets dat aandacht vraagt is de juridische status van 'klimaatvluchtelingen'. Mensen die hun land ontvluchten vanwege oorlog of vervolging hebben volgens internationaal afspraken recht op de status van vluchteling. Mensen die hun land verlaten vanwege met het weer of klimaat samenhangende oorzaken hebben dat niet. Het IPCC vatte het zo samen (Adger et al, 2014, Box 12-4, Evidence on the Existence of Environmental Migrants and International Policy for Their Protection):

There is widespread agreement in the scientific and legal literature that the use of the term climate refugee is scientifically and legally problematic (Tacoli, 2009; Piguët, 2010; Black et al., 2011a; Gemenne, 2011; Jakobeit and Methmann, 2012; Bettini, 2013; Piguët, 2013). McAdam calls the concept "erroneous as a matter of law and conceptually inaccurate" (McAdam, 2011, p. 102). The reasons are threefold. First, most migration and climate studies point to the environment as triggers and not causes for migration decisions. Second, some studies focus on the negative geo-political implications of changing the Geneva Convention on refugees to include environmental migrants as well as the lack of global instruments to handle internal displaced peoples or international migrants (Martin, 2009; Cournil, 2011). Third, many Small Island States are reluctant themselves to have their international migrants designated as being victims of climate change (McNamara and Gibson, 2009; Farbotko, 2010; Barnett and O'Neill, 2012; Farbotko and Lazrus, 2012).

The arguments put forward for a specific legal instrument to deal with migrants who have been displaced as a direct result of climate change impacts include issues of rights, given such migration is imposed and involuntary (Bates, 2002; Bell, 2004); and the particular status of Small Island States where displacement could affect sovereignty (Biermann and Boas, 2008; Owens, 2008; Williams, 2008). For international displacement and migration, there is a growing literature on practical adaptation and action: the existence of governance mechanisms to improve handling of currently displaced people, and the optimal design of

such mechanisms in the future (e.g., Bryavan and Rajan, 2006; Biermann and Boas, 2008; Williams, 2008; Docherty and Giannini, 2009; Martin, 2009; McAdam, 2011). This literature focuses on strategies for adaptation, mitigation, and resilience building, and concludes that significant adaptation may be required to protect and to empower internally or international migrants triggered by climate change.

Dit onderwerp is nog steeds actueel. Een recent artikel in de New York Times<sup>18</sup> besteedt aandacht aan pogingen om de internationale regelgeving aan te passen.

Er is natuurlijk veel meer te melden over klimaatmigratie dan in dit korte bestek mogelijk is. Hoofdstuk 12.4, *Migration and Mobility Dimensions of Human Security*, van het IPCC rapport (Adger et al, 2014), waar we uit citeerden, is een waardevolle referentie voor wie er meer over wil lezen.

### **Gewelddadige conflicten - Syrië en Darfur**

Er is in de afgelopen jaren voor enkele grote humanitaire crises, zoals in Syrië en Darfur, een verband gelegd met klimaatverandering. Voor Syrië wordt daarbij gewezen op de extreme droogte die de regio teisterde in de periode 2007 - 2010, voorafgaand aan het uitbarsten van het huidige conflict.

Die link, tussen klimaatverandering en geweld, wordt gelegd tot op het hoogste politieke niveau. Zo zei Barack Obama tijdens zijn presidentschap dat aan klimaatverandering gerelateerde droogte<sup>19</sup> “helped fuel the early unrest in Syria, which descended into civil war”, en John Kerry merkte als minister van Buitenlandse Zaken op<sup>20</sup> “it’s not a coincidence that immediately prior to the civil war in Syria, the country experienced its worst drought on record”. De Britse prins Charles deed er nog een schepje bovenop<sup>21</sup>: “There is very good evidence indeed that one of the major reasons for this horror in Syria was a drought that lasted for about five or six years”. Hij voegde daaraan toe dat klimaatverandering een enorme impact heeft op conflict en terrorisme.

Maar klopt dat wel?

De waarschuwendende verhaallijn is als volgt: klimaatverandering leidt in de periode 2007 - 2010 tot een historische droogte met desastreuze effecten voor de landbouw. Die ellende leidt tot massale migratie naar stedelijke gebieden, en dat leidt tot spanningen, protesten, gewelddadige repressie en uiteindelijk tot een gewapende opstand.

Maar is er wel voldoende evidentie voor de correctheid van dit verhaal?

Twee Britse wetenschappers, Jan Selby, hoogleraar internationale betrekkingen, en Mike Hulme, sociaal geograaf en klimaatwetenschapper, beiden met een goede wetenschappelijke reputatie, vonden van niet. Ze reageerden op de uitspraken van Obama, Kerry en Charles met een artikel in de

---

<sup>18</sup> Climate Change Is Driving People From Home. So Why Don't They Count as Refugees  
<https://www.nytimes.com/2017/12/21/climate/climate-refugees.html>

<sup>19</sup> <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/05/20/remarks-president-united-states-coast-guard-academy-commencement>

<sup>20</sup> <http://www.cnn.com/2015/11/23/world/is-the-syrian-conflict-linked-to-climate-change/index.html>

<sup>21</sup> <https://news.sky.com/story/charles-syrias-war-linked-to-climate-change-10338610>

Guardian<sup>22</sup>: "The evidence just doesn't stack up". In het artikel wijzen ze op de gebrekkige empirische onderbouwing van het alarmistische verhaal. Ook oordelen ze hard over een wetenschappelijke publicatie (Kelley et al, 2015) die de uitspraken van Obama, Kerry en Charles enigszins onderbouwt: "The problem is, this study is deeply flawed".

Bij eerste lezing lijkt Kelley et al (2015) alleszins redelijk en genuanceerd. Kelley kwam zelf ook uit een goed nest. Hij behaalde zijn PhD aan de Columbia University, waar hij werkte onder leiding van o.a. klimaatonderzoeker Kushnir aan de neerslagklimatologie van het Oostelijke Middellandse Zeegebied. Daarna was hij postdoc in Santa Barbara en sinds 2016 werkt hij bij de onderzoeksafdeling van het (USA) Center for Climate and Security<sup>23</sup>, een centrum dat onder meer onderzoek doet op het grensvlak van klimaat en conflict. Centraal in het artikel staat een statistische analyse van de neerslagwaarnemingen. Daaruit blijkt dat de Syrische droogte van 2007 - 2010 inderdaad de ergste uit de plaatselijke geschiedenis was. Niets op aan te merken. Maar toch. Als je wat beter kijkt blijken de auteurs wel degelijk wat over de schreef te gaan, met name als het gaat over de attributie van de droogte en bij hun bespreking over de relatie met het Syrische conflict, waar ze zelf geen onderzoek aan gedaan hebben.

Er is eindeloos veel geschreven over deze kwestie, zowel *in academia* als daarbuiten. De discussie draait om de volgende punten:

1. Hoe bijzonder was de droogte, en in hoeverre speelde de menselijke beïnvloeding van het klimaat daarbij een rol?
2. Hoe omvangrijk was de migratie, en in hoeverre speelde de droogte daarbij een rol?
3. Welke rol speelde de droogte en de migratie bij de ontbranding van het conflict?
4. Wat betekent dit voor de toekomst?

In 2017 werden alle argumenten netjes op een rij gezet in het tijdschrift *Political Geography* onder het kopje 'Forum: Climate Change and the Syrian Civil War'<sup>24</sup>. Hierin eerst een uitgebreid artikel van de Britse groep van Selby en Hulme (Selby et al, 2017a), en dan commentaren van Kelley et al (2017), en nog twee andere deskundigen (Gleick 2017; Hendrix, 2017). Er wordt afgesloten met een *rejoinder* (Selby et al, 2017b). Het geheel leest als een lesje in epistemologie. Zo wijzen Selby et al er op dat een uitspraak van het type "klimaatverandering is een van de factoren die heeft bijgedragen aan de onrust in Syrië" eigenlijk zonder betekenis is. Immers, in een wereld waarin alles met alles verbonden is, is zoiets triviaal. Waar het om gaat is *in welke mate* klimaatverandering een rol gespeeld heeft, waarbij de volgende vragen belangrijk zijn: Wat is de onderbouwing? Welke verifieerbare feiten zijn er? Wat zijn de redeneringen?

De discussie heeft zo een hoog academisch gehalte, en dat geldt ook voor de andere punten. Maar op hoofdlijnen zijn de conclusies eigenlijk vrij simpel. Samenvattend: 1. Het is belangrijk om heel zorgvuldig te formuleren; 2. Er is weinig twijfel dat klimaatverandering een rol kan spelen bij toekomstige conflicten. In de woorden van Selby et al (2017b):

---

<sup>22</sup> <https://www.theguardian.com/commentisfree/2015/nov/29/climate-change-syria-civil-war-prince-charles>

<sup>23</sup> <https://climateandsecurity.org>

<sup>24</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/journal/09626298/60>



Moreover, though there is room for debate on where, when and how climate change will affect conflict, we do not doubt that it will do so.

Als je wat meer inzoomt is de discussie wel degelijk complex. Dat komt door de talrijke details die allemaal belangrijk zijn. Wie geïnteresseerd is in die details kan het beste de artikelen in Political Geography lezen. Het is de moeite waard, maar zou hier te ver voeren. Daarom volstaan we met een indicatie van de belangrijkste punten.

### ***De droogtes***

De bijbel beschrijft hoe profeet Elia de aanhangers van Baäl laat doden nadat het hun god niet lukt om een lange periode van ontwrichtende droogte te beëindigen. De moraal van het verhaal is dat droogte een verschijnsel van alle tijden is in het Midden-Oosten<sup>25</sup>. Het is dan ook lastig om natuurlijke klimaatschommelingen en door de mens veroorzaakte veranderingen te onderscheiden. Kelley et al (2015) suggereren dat de Syrische droogte van 2007 - 2010 het *gevolg* was van de menselijke invloed op het klimaat. Maar dat is te sterk, want wat ze gevonden hebben, in hun analyse, is dat een droogte zoals die Syrië optrad in de periode 2007 - 2010 door de menselijk invloed op het klimaat meer dan twee keer zo waarschijnlijk is geworden. De kans op droogte is dus groter, maar op grond daarvan kun je volgens Selby et al (2017b) niet zeggen dat de mens de oorzaak is van de droogte. Ook is er kritiek op de gehanteerde methode (gebiedskeuze, de gebruikte statistische techniek) en wordt gewezen op het feit dat elders vergelijkbare extreme droogtes zijn opgetreden als natuurlijk verschijnsel.

### ***De migratie***

De discussie gaat allereerst over het aantal vluchtelingen. Kelley et al (2015) schrijven dat de droogte anderhalf miljoen vluchtelingen veroorzaakte. Maar verschillende bronnen geven heel verschillende cijfers. Een belangrijk punt ook is of je de migratie naar de steden kunt toeschrijven aan de droogte, omdat er ook andere factoren speelden. Volgens Selby is 40 à 60 000 families een waarschijnlijker getal.

### ***De oorzaken van het conflict***

Iedereen is het erover eens dat de oorzaken talrijk zijn, maar, schrijven Selby et al (2017b),

to the best of our knowledge, there is no evidence of the extensive involvement of migrants from the northeast in the early 2011 protests; and that none of the political demands made during these protests related directly to drought or migration.

Ze sluiten dus niet uit dat migratie een rol gespeeld heeft, maar stellen dat directe evidentie ontbreekt voor de mate waarin. Daardoor is er dus simpelweg geen onderbouwing voor de bewering van Kelley et al (2015) dat er een verband is tussen de migratie en de grieven die de Syriërs tot straatprotesten brachten in 2011.

---

<sup>25</sup> Aristoteles schreef ook al over klimaatverandering en lange droogteperiodes (Meteorologica I, XIV, 351, in de vertaling van H.D.P. Lee, 1952): "The same parts of the earth are not always moist or dry ( . . ) But these changes escape our observation because the whole natural process of the earth's growth takes place by slow degrees and over periods of time which are vast compared to the length of our life, and whole peoples are destroyed and perish before they can record the process from beginning to end".

### **Toekomstig risico's**

Er is consensus dat die risico's er zijn. Zelfs Selby et al (2017b) schrijven:

Given the scale and the range of challenges posed by global climate change, it would frankly be incredible if it did not have some significant conflict implications.

Selby et al (2017b) sluiten af met een pleidooi voor een genuanceerd wetenschappelijk en publiek debat, en de aanbeveling om zorgvuldig te formuleren. Onzorgvuldige en overtrokken uitspraken zouden sceptici in de kaart spelen en daardoor oplossingen in de weg staan. Dus niet: "emissies van broeikasgassen veroorzaakten de Syrische droogte", maar "emissies van broeikasgassen hebben de kans op een neerslagtekort als opgetreden in grote delen van Syrië in de periode 2007 - 2010 waarschijnlijk vergroot". Niet: "de droogte leidde tot grootschalige migratie", maar "de droogte heeft bijgedragen aan de migratie". En niet: "de door droogte veroorzaakte massale migratie was een belangrijk trigger voor het geweld in Irak", maar "migratie heeft mogelijk bijgedragen aan de onrust in Syrië". Op de vraag wat dit betekent voor ons handelen komen we terug in hoofdstuk 4.

### **IPCC**

Net zoals het geweld in Syrië tot discussies heeft geleid over de rol van klimaatverandering, gebeurde dat eerder ook naar aanleiding van het conflict in Darfur in 2003. Het IPCC (Oppenheimer et al, 2014, hoofdstuk 12.5. *Climate Change and Armed Conflict*) heeft de literatuur hierover samengevat, en ook een aantal conclusies geformuleerd. Het is interessant om kennis te nemen van een aantal sleutel passages.

Allereerst iets over de oorzaken van het conflict in Darfur (Box 12-5):

Climate variability or climate change is popularly reported to be significant causes of the mass killing in the Darfur region that began in 2003 (see Mazo, 2009). Five detailed studies dispute the identification of the Darfur conflict as being primarily caused by climate change (Kevane and Gray, 2008; Brown, 2010; Hagen and Kaiser, 2011; Sunga, 2011; Verhoeven, 2011). They find that the violence in Darfur has multiple causes, notably:

- The legacy of past violence, which established groups that had a history of violent action and a supply of weapons
- Manipulation of ethnic divisions by elites in Khartoum
- Weakening of traditional conflict resolution mechanisms through government policies and as a consequence of famines
- Systematic exclusion of local groups from political processes, including of the Fur, Masalit, and Zaghawa ethnic groups
- Limited economic development and inadequate provision of public services and social protection, stemming from governance and policy failures, political instability, and misuse of official development assistance.

All studies of this conflict agree that it is not possible to isolate any of these specific causes as being most influential (Kevane and Gray, 2008; Hagen and Kaiser, 2011; Sunga, 2011; Verhoeven, 2011). Most authors identify government practices as being far more influential drivers than climate variability, noting also that similar changes in climate did not stimulate

conflicts of the same magnitude in neighbouring regions, and that in the past people in Darfur were able to cope with climate variability in ways that avoided large-scale violence.

Dus: het conflict had multiple oorzaken, en volgens de meeste auteurs was de droogte niet doorslaggevend.

Ook al is de rol van klimaatverandering bij het ontstaan van conflicten in het verleden misschien niet zo helder, dan nog ziet men wel degelijk risico's voor de toekomst. Het werkt twee kanten op. Gewelddadige conflicten kunnen de kwetsbaarheid voor klimaatverandering vergroten. En de factoren die de kans op geweld vergroten kunnen gevoelig zijn voor klimaatverandering. Het IPCC:

Violent conflict increases vulnerability to climate change (medium evidence, high agreement). Large-scale violent conflict harms assets that facilitate adaptation, including infrastructure, institutions, natural resources, social capital, and livelihood opportunities.

Climate change can indirectly increase risks of violent conflicts in the form of civil war and inter-group violence by amplifying well-documented drivers of these conflicts such as poverty and economic shocks (medium confidence). Multiple lines of evidence relate climate variability to these forms of conflict.

Daarnaast is er de meer directe dreiging:

Climate change threatens human security because it undermines livelihoods, compromises culture and individual identity, increases migration that people would rather have avoided, and because it can undermine the ability of states to provide the conditions necessary for human security. Changes in climate may influence some or all of the factors at the same time. Situations of acute insecurity, such as famine, conflict, and sociopolitical instability, almost always emerge from the interaction of multiple factors. For many populations that are already socially marginalized, resource dependent, and have limited capital assets, human security will be progressively undermined as the climate changes.

Over de vraag of klimaatverandering ook kan leiden tussen oorlog tussen landen schrijft het IPCC:

Climate change has the potential to increase rivalry between countries over shared resources. For example, there is concern about rivalry over changing access to the resources in the Arctic and in transboundary river basins. Climate changes represent a challenge to the effectiveness of the diverse institutions that already exist to manage relations over these resources. However, there is high scientific agreement that this increased rivalry is unlikely to lead directly to warfare between states. The evidence to date shows that the nature of resources such as transboundary water and a range of conflict resolution institutions have been able to resolve rivalries in ways that avoid violent conflict.

Dus, een gemengde boodschap: ja er zijn risico's, maar die zijn wellicht hanteerbaar indien instituties (gewoontes, wetten en organisaties) adequaat zijn.

## Politieke instabiliteit

In onze discussie over geopolitieke gevolgen ook nog enkele opmerkingen over politieke instabiliteit. We volstaan met het citeren van sleutelpassages uit IPCC (Oppenheimer et al, 2014) hoofdstuk 12.6. *State Integrity and Geopolitical Rivalry* (met onze cursivering):

Analysis of the actions of states and security institutions show that many states view current and anticipated climate changes as contributing to geopolitical concerns (Dabelko, 2009; Smith, 2011). The ability of states to share resources and provide human security is challenged by climate change impacts. Climate change impacts can create contested claims to territory on land and at sea and, in extreme cases, can threaten the territorial integrity or viability of states (Barnett and Campbell, 2010; Houghton et al., 2010; Yamamoto and Esteban, 2010).

There is a specific research field that explores the relationship between large-scale disruptions in climate and the collapse of past empires. Relationships are explored using statistical analysis and data derived from archaeological and other historical records. For example, the timing of the collapse of the Khmer empire in the Mekong basin in the early 15th century corresponds to an unusually severe prolonged drought (Buckley et al., 2010). DeMenocal (2001) summarizes evidence that suggests that major changes in weather patterns coincided with the collapse of several previously powerful civilizations, including the Anasazi, the Akkadian, Classic Maya, Mochica, and Tiwanaku empires. Other historical reference points of the interaction of climate with society emerge from analysis of the Little Ice Age.

These studies all show that climate change can exacerbate major political changes given certain social conditions, including a predominance of subsistence producers, conflict over territory, and autocratic systems of government with limited power in peripheral regions. However, the precise causal pathways that link these changes in climate to changes in civilizations are not well understood due to data limitations. Therefore, it should be noted that these findings from historical antecedents are not directly transferable to the contemporary globalized world. ***The literature urges caution in concluding that mean future changes in climate will lead to large-scale political collapse*** (Butzer, 2012).

Some states could experience major challenges to their territorial integrity, including small island states and other states highly vulnerable to sea level rise. {12.6.2} Some transboundary impacts of climate change, such as changes in sea ice, shared water resources, and the migration of fish stocks, have the potential to increase rivalry among states.

Climate change will lead to new challenges to states and will increasingly shape both conditions of security and national security policies (medium evidence, medium agreement). Physical aspects of climate change, such as sea level rise, extreme events, and hydrologic disruptions, pose major challenges to vital transport, water, and energy infrastructure. {12.6} Some states are experiencing major challenges to their territorial integrity, including small island states and other states highly vulnerable to sea level rise. {12.6.2} Some transboundary impacts of climate change, such as changes in sea ice, shared water resources, and the

migration of fish stocks, have the potential to increase rivalry among states. The presence of robust institutions can manage many of these rivalries such that human security is not severely eroded. {12.5.1, 12.6.2}

Dus ook hier: ja er zijn risico's, maar die zijn wellicht hanteerbaar indien instituties adequaat zijn.

#### 4. Is het erg? Wat moeten we doen?

Tot zover hebben we geprobeerd om op neutrale, beschrijvende wijze weer te geven wat er zoal speelt op het gebied van klimaatverandering, voorbijgaand aan belangrijke vragen, namelijk:

*Is het erg? Wat moeten we doen?*

In dit hoofdstuk willen we daarover een standpunt innemen. Van belang is dat ieder voor zich een afweging maakt. Aan het eind van hoofdstuk 2 noemden we aspecten die daarbij een rol spelen: welke risico's wil je nemen, wat mag het kosten, wat is haalbaar, hoe waardeer je de natuur, hoe wil je de aarde nalaten voor het nageslacht. Daardoor spelen ethische overwegingen, waardeoordelen en afwegingen een rol:



“Determining what constitutes ‘dangerous anthropogenic interference with the climate system’ ( . . . ) involves value judgements” (IPCC, 2007, p. 64). Picture: The Washington Post<sup>26</sup>.

In hoofdstuk 2 bespraken we de vele risico's die natuurlijke en antropogene klimaatverandering met zich mee brengt voor mens en natuur. Er zijn evenzo vele redenen om actie te ondernemen. Het IPCC vatte het samen in 5 'reasons for concern' (IPCC 2014, p. 72, Box 2.4):

1. De bedreiging van unieke ecosystemen en culturen
2. Risico's ten gevolge van weerextremen
3. De ongelijke geografische verdeling van de gevolgen. In veel gevallen zullen zwakkeren het meeste lijden.
4. Mondiale effecten op de biodiversiteit en de economie
5. Het risico van kantelpunten

In dit essay hebben we ingezoomd op de geopolitieke gevolgen van klimaatverandering. Het is daarom zinvol om nog eens na te gaan hoe de kennis op dit gebied actie kan rechtvaardigen.

---

<sup>26</sup> <https://www.washingtonpost.com/news/powerpost/paloma/the-energy-202/2018/01/23/the-energy-202-republicans-love-nasa-but-why-do-they-doubt-its-climate-science/5a664e3930fb0469e88402eb/>

In hoofdstuk 3 bij de bespreking van het effect van klimaatverandering zagen we dat er voor veel zaken nog maar beperkte evidentie is, terwijl ook altijd andere factoren belangrijk zijn. Desalniettemin is het een niet te boude veronderstelling dat klimaatverandering in de toekomst een rol zal spelen. We weten dat toegang tot water aanleiding kan zijn voor het ontstaan van conflicten, en het is goed denkbaar dat sommige van die conflicten gewelddadig zouden kunnen worden, niet alleen intra- maar ook internationaal, met name in gebieden, die al gekenmerkt worden door waterschaarste, zoals het Midden-Oosten en delen van Afrika. Dat jarenlange droogte, met mislukking van oogsten, massale sterfte van veestapels en gebrek aan drinkwater tot migratie zal leiden is ook niet vergezocht. Als klimatologische veranderingen tot langere en intensere periodes van droogte leiden zoals mogelijk het geval is in het Midden-Oosten en Afrika dan hoeft het niet te verbazen dat daarmee de bodem wordt gelegd onder ontwrichtende ontwikkelingen waarmee wij uiteindelijk ook in Europa mee te maken zullen krijgen of al te maken hebben. Dat politieke instabiliteit, slecht overheidsbeleid etc. dat zullen versterken is ongetwijfeld het geval, maar zelfs daar is de vraag wat oorzaak is en wat gevolg misschien meer complex dan we geneigd zijn te denken.

Een bijzonder vlammend betoog werd onlangs gehouden door Michael T. Klare in een blog<sup>27</sup> getiteld Climate change as genocide: inaction equals annihilation. We citeren:

. . think of the developments in those three African lands and Yemen as previews of what far larger parts of our world could look like in another quarter-century or so: a world in which hundreds of millions of people are at risk of annihilation from disease or starvation, or are on the march or at sea, crossing borders, heading for the shantytowns of major cities, looking for refugee camps or other places where survival appears even minimally possible. If the world's response to the current famine catastrophe and the escalating fears of refugees in wealthy countries are any indication, people will die in vast numbers without hope of help.

In other words, failing to halt the advance of climate change -- to the extent that halting it, at this point, remains within our power -- means complicity with mass human annihilation. We know, or at this point should know, that such scenarios are already on the horizon. We still retain the power, if not to stop them, then to radically ameliorate what they will look like, so our failure to do all we can means that we become complicit in what -- not to mince words -- is clearly going to be a process of climate genocide. How can those of us in countries responsible for the majority of greenhouse gas emissions escape such a verdict?

And if such a conclusion is indeed inescapable, then each of us must do whatever we can to reduce our individual, community, and institutional contributions to global warming.

Niet iedereen zal zich kunnen vinden in deze taal, maar het getuigt volgens ons wel degelijk van politieke wijsheid om klimaatverandering als een serieuze bedreiging van onze mondiale wereldorde te zien, en daar actie tegen te ondernemen, ook al ontbreekt zekerheid over de omvang en de concrete gevolgen.

---

<sup>27</sup>Climate change as genocide: inaction equals annihilation.

<https://www.opendemocracy.net/north-africa-west-asia/michael-t-klare/climate-change-as-genocide-inaction-equals-annihilation>

Om de discussie te prikkelen hebben we een aantal stellingen geformuleerd.

Eerst een open deur. Is het erg? Ja, want:

1. Er zijn grote risico's. Klimaatverandering heeft gevolgen op zeer veel terreinen. Een aantal van de mogelijke effecten is zeer verontrustend. Juist door de onzekerheden zijn de risico's groot. Daarom is het verstandig om maatregelen te nemen.

Niet iedereen is het hier overigens mee eens<sup>28</sup>. Sommigen benadrukken de voordelen van een warmer klimaat, zoals minder koudeoverlast. Daarbij is het wel belangrijk om onderscheid te maken tussen wat er al gebeurd is en wat we verwachten, en men moet ook beseffen dat de nadelige effecten nu misschien nog niet zo groot zijn, en daardoor moeilijk vast te stellen, maar dat ze naar verwachting wel groter zullen worden. Ook zijn er mensen die betogen dat de klimaatgevoeligheid misschien toch klein is, en dat men daarom beter kan wachten met kostbare maatregelen. Anderen wijzen erop dat de maatregelen ook risico's met zich mee brengen. Zo zou dure energie de economische groei te veel beperken. Het geld zou beter besteed kunnen worden voor het lenigen van andere noden<sup>29</sup>. Tenslotte bestaat er bij sommigen ook een angst voor een te grote invloed van de niet altijd betrouwbare overheid. Echter, in de Nederlandse politiek en ook internationaal zijn dat minderheidstandpunten.

De vraag is natuurlijk welke maatregelen optimaal zijn. Het antwoord daarop is niet eenvoudig. Daarom de volgende stelling:

2. De nationale en internationale politiek moet de risico's die de menselijke beïnvloeding van het klimaat met zich meebrengt beperken dmv een zorgvuldig gekozen gefaseerd pakket van maatregelen gebaseerd op mitigatie en adaptatie. Daarbij dient goed gekeken te worden naar de neveneffecten van de maatregelen, en ook naar de kosten en baten, en naar de haalbaarheid. Ook moeten geplande en lopende beleidsmaatregelen met regelmaat getoetst worden aan de meest actuele kennis. Dat vraagt om een hygiënisch maatschappelijk klimaatdebat, waarin expliciete aandacht wordt gegeven aan onzekerheden en waarden, maar met het besef dat de risico's voor mens en samenleving dermate groot zijn, dat die onzekerheden niet tot struisvogelgedrag mogen leiden. Onderzoek naar schone technologie en klimaatadaptatie dient te worden gestimuleerd

We denken dat we niet alleen naar politici moeten wijzen maar dat we ook de hand in eigen boezem moeten steken:

3. Mensen en organisaties dienen zich bewust te zijn van de risico's van klimaatverandering, en in hun handelen te streven naar een duurzame stijl, zelfs al is het effect maar marginaal.

---

<sup>28</sup> Dit werd bijvoorbeeld duidelijk verwoord in een uitgebreide discussie op de website van NRC/Handelsblad, *Op zoek naar de grenzen van twijfel en onzekerheid*. Een samenvatting staat hier <http://home.kpn.nl/g.j.komen/Op%20zoek%20naar%20de%20grenzen%20van%20twijfel%20en%20onzekerheid%20over%20het%20klimaat.pdf>.

<sup>29</sup> <http://www.copenhagenconsensus.com>

Welke maatregelen specifiek genomen moeten worden, en hoe je tot welk duurzaam gedrag komt vraagt heel veel discussie, waarvoor veel specifieke detailkennis nodig is. Een algemene discussie daarover is dus minder zinvol.

We hebben nog wel een drietal stellingen die kanttekeningen zijn bij het gangbare discours.

Allereerst iets over de rol van politici. Het gebeurt namelijk regelmatig dat de politiek het weer of het klimaat de schuld geeft van rampen om de aandacht af te leiden van te kort schietend bestuur. Denk aan een weg die blank staat na zware neerslag, terwijl in feite de afwatering niet goed was. Een voorbeeld van een andere orde is de watersnoodramp van 1953. Die was het gevolg van een combinatie van een zeer zware storm en slecht dijkonderhoud<sup>30</sup>, iets waar nota bene voor gewaarschuwd was, wat ertoe geleid heeft dat de gevolgen zo catastrofaal werden. Daarom:

4. Weer- en klimaatrampen mogen niet gebruikt worden om tekortschietend bestuur te verhullen. Men dient altijd ook te kijken naar gebreken in bestuur en infrastructuur, en zo nodig passende maatregelen te nemen.

Gelukkig gebeurt dit vaak wel.

Het is maar de vraag of het lukt om de emissies van broeikasgassen voldoende te beperken. Geo-engineering is dan misschien toch een optie, hoe riskant ook. Dus:

5. Onderzoek naar geo-engineering dient te worden gestimuleerd.

Tot slot willen we ook nog aandacht besteden aan een aantal onderliggende oorzaken van de menselijke invloed op het klimaat, namelijk de enorme mondiale bevolkingsomvang en de menselijke hebzucht. Prognoses voor de bevolkingsgroei verschillen, evenals schattingen van de *carrying capacity* van de aarde<sup>31</sup>. Dit verdient nader onderzoek en zo nodig/mogelijk ook actie. Hebzucht is een menselijke eigenschap waar veel over te zeggen is. Een ding is wel zeker, zuinig omgaan met energie (en meer algemeen een *frugal lifestyle*) kan helpen om klimaatverandering te beperken. Gedragsverandering is moeilijk maar niet onmogelijk, en een kwestie van opvoeding. Onderwijs kan dus helpen. Omdat matiging geen doel op zich kan zijn vraagt dit om een brede aanpak waarbij de bevordering van een duurzame levensstijl een onderdeel is. Samengevat:

6. De explosieve bevolkingsgroei, die er met name in Afrika is, moet gestopt worden. Dat betekent niet alleen dat geboortebeperking moet worden aangemoedigd, maar dat er veel serieuzer werk moet worden gemaakt van het terugdringen van de factoren die tot die bevolkingsgroei leiden. Onderwijs speelt daarbij een cruciale rol. In onze samenleving betekent dat onvermijdelijk meer grensoverschrijdende solidariteit en een groter besef van de kwetsbaarheid van het systeem aarde.

Er is ongetwijfeld nog een lange weg te gaan. Implementatie van de Duurzame Ontwikkelingsdoelstellingen van de VN zal een stap in de goede richting zijn.

---

<sup>30</sup> Zie bv <http://rijh.ub.rug.nl/groniek/article/viewFile/15905/13395> en <http://www.zeeuwseankers.nl/nl-NL/verhaal/551/dijkherstel-na-de-ramp-van-1953>

<sup>31</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Population\\_growth#Human\\_population\\_growth\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/Population_growth#Human_population_growth_rate), [https://en.wikipedia.org/wiki/Carrying\\_capacity](https://en.wikipedia.org/wiki/Carrying_capacity)



## 5. Appendix

### IPCC

Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is in 1988 ingesteld door de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) en het Milieuprogramma van de VN (UNEP) “to prepare, based on available scientific information, assessments on all aspects of climate change and its impacts, with a view of formulating realistic response strategies”. De motor van het IPCC is een ‘Panel’, dat bestaat uit landenvertegenwoordigers. Dit Panel geeft opdracht voor het schrijven van rapporten. Die rapporten worden geschreven door wetenschappers en zijn beleidsneutraal, in die zin dat normatieve uitspraken (*ought, should, must, is better, need to . . .*) worden vermeden<sup>32</sup>. Ze vormen belangrijke input voor de onderhandelingen in het kader van het VN klimaatverdrag (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC). Het IPCC is geen partij bij die onderhandelingen<sup>33</sup>.

Het Panel heeft drie werkgroepen ingesteld, bestaande uit zorgvuldig geselecteerde wetenschappers:

- Werkgroep I: wetenschappelijke aspecten van het klimaatsysteem en klimaatverandering
- Werkgroep II: kwetsbaarheid van socio-economische en natuurlijke systemen voor klimaatverandering, gevolgen en opties voor adaptatie (aanpassing)
- Werkgroep III: opties voor mitigatie (terugdringen van broeikasgasemissies en anderszins)

Het vijfde en meest recente ‘Assessment Report’ (AR5) verscheen in 2014. Een volgend rapport is gepland voor 2022<sup>34</sup>. AR5 bestaat zoals gebruikelijk uit 3 delen, een deel per werkgroep. Er hebben duizenden wetenschappers aan bijgedragen, als auteur of als reviewer. Het totale rapport heeft een omvang van meer dan 4000 bladzijden. Gelukkig zijn er handzame samenvattingen. Er is ook nog een Synthesis Report (IPCC, 2014), ook met een samenvatting. Veel meer informatie is te vinden op <http://www.ipcc.ch>.

De IPCC-rapporten zijn in feite uitgebreide literatuuroverzichten en daardoor een belangrijke bron van informatie. Door de breedte en zorg (zorgvuldige scoping en meerdere reviewrondes) waarmee ze vervaardigd zijn vormen ze een beter uitgangspunt voor discussie dan individuele artikelen. Daarnaast is het natuurlijk ook van belang om kennis te nemen van kritiek, zowel op de inhoud als op de procedures. Sommigen vinden het IPCC te alarmistisch<sup>35</sup>, anderen juist te voorzichtig<sup>36</sup>. Een aantal

---

<sup>32</sup> Een enkele *ought* is wel te vinden hier en daar, maar dat zijn dan geen beleidssuggesties maar aanwijzingen hoe de lezer de tekst het makkelijkst kan benaderen, instructies hoe te reageren of te citeren, of suggesties voor aanvullend onderzoek.

<sup>33</sup> Maar achter de schermen gebeurt er natuurlijk van alles. Zie bv <https://judithcurry.com/2018/01/03/manufacturing-consensus-the-early-history-of-the-ipcc/>

<sup>34</sup> In Engeland (<https://royalsociety.org/topics-policy/publications/2017/climate-updates/>) en in de VS (<https://science2017.globalchange.gov>) worden tussentijdse updates uitgebracht.

<sup>35</sup> Zie bv [USA TODAY](#), IPCC exaggerates risks. Opposing view: “MIT physicist Richard Lindzen called the IPCC report ‘hilarious incoherence’. British historian Rupert Darwall labeled it ‘nonsense’ and ‘the manipulation of science for political ends’. Judith Curry of the Georgia Institute of Technology says the IPCC suffers from ‘paradigm paralysis’ and should be ‘put down’.”

<sup>36</sup> Zie bv [The Guardian](#): “IPCC reports ‘diluted’ under ‘political pressure’ to protect fossil fuel interests.”

kritiekpunten op details in het meest recente rapport van werkgroep 1, zijn te vinden in Komen (2013).

### **Spraakverwarring**

Er is enige spraakverwarring over het begrip klimaatverandering. Want wat is klimaat? En wat is klimaatverandering?

IPCC-werkgroep 1 definieert klimaatverandering als veranderingen in 30-jarige gemiddelden in de loop van de tijd, ongeacht de oorzaak. De hamvraag is dan of je kunt aangeven welk deel door de mens komt.

IPCC-werkgroep 2 kijkt (onder andere) naar opgetreden veranderingen in de natuur en de samenleving, en onderzoekt of die samenhangen met variaties in het klimaat, ongeacht de oorzaak van die variaties. Dat betekent dat een deel van de veranderingen die zij noemen het gevolg zijn van natuurlijke klimaatschommelingen<sup>37</sup>. Aan die veranderingen, hoe belangrijk ze ook kunnen zijn, heeft de mens geen schuld.

De Conference of the Parties bij het Klimaatverdrag definieert klimaatverandering als verandering ten gevolge van menselijk handelen.

Om het nog erger te maken. Het begrip 'klimaat' vraagt ook om een kanttekening (vgl Komen, 2001, pp. 10-11). Meestal definieert men klimaat als gemiddeld weer, en maakt men onderscheid tussen diverse klimaattypes: landklimaat, zeeklimaat, poolklimaat, woestijnklimaat. Verandering klinkt dan heel dramatisch. Een nauwkeuriger definitie is 'de statistische beschrijving in termen van gemiddelde en variabiliteit van relevante grootheden over een nog nader te specificeren tijdsperiode'.

Traditioneel kiest men voor 30 jaar, maar dat mist elke wetenschappelijke onderbouwing. Het was het resultaat van onderhandelingen tussen landen waarvan sommige lange tijdreeksen hadden terwijl andere landen nog maar net begonnen waren met meten. De grootheden die men in gedachten had waren in eerste instantie oppervlaktetemperatuur, neerslag en wind. Tegenwoordig beschouwt men een veel groter aantal variabelen. Met deze definitie is klimaatverandering iets zeer normaal omdat klimaatvariabelen van nature ook op tijdschalen langer dan 30 jaar variëren.

Je kunt je afvragen wat men bedoelt als men spreekt over "DE klimaatverandering".

### **Systeem aarde - een complex systeem**

De begrippen 'systeem aarde', en aardsysteemwetenschap (earth system science) komen uit de aardwetenschap. Daar zag men al vroeg in dat de ontwikkeling van het systeem alleen maar te begrijpen is als je rekening houdt met fysische, chemische en biologische processen en met de wisselwerkingen tussen de verschillende componenten: de atmosfeer, het landoppervlak, de oceaan, de biosfeer, etc. Het is ondoenlijk om alle wisselwerkingen te benoemen, maar hier zijn enkele voorbeelden.

---

<sup>37</sup> Zie ook Hansen (2015, p. 134): "The comparatively minor role of recent climate change in most impacts observed in human and managed systems, and the limited confidence in those observations, currently precludes the attribution of these emerging effects to anthropogenic forcing for the majority of the documented effects."

- De wind wekt golven op op zee. De zeer korte (millimeters!) golven en het schuim ten gevolge van langere brekende golven bepalen samen de ruwheid van het zeeoppervlak, en dit bepaalt de weerstand die de stromende lucht ondervindt. Ze hebben daardoor invloed op de grootschalige (1000 km!) atmosferische circulatie.
- Vegetatie groeit onder invloed van de zon, maar heeft tegelijk invloed op de absorptie van zonlicht, en daardoor op het stralingsbudget van de aarde. Vegetatie heeft ook veel invloed op verdamping.
- De groei van plankton wordt in sommige delen van de oceaan beperkt door een gebrek aan ijzer. De wind transporteert regelmatig grote hoeveelheden ijzerhoudend woestijnzand uit de Sahara naar de Oceaan, waar het een positief effect heeft op de groei van plankton. Extra plankton bevordert CO<sub>2</sub>-opname door de oceaan en vormt extra input voor de mariene voedselketen.

De laatste jaren is men zich ook steeds bewuster geworden van het belang van de wisselwerking tussen sociale en natuurwetenschappelijke processen. Dit leidt ertoe dat men de aarde kan zien als één groot complex systeem: de geo/bio/socio-economische/techno/noösfeer met schier oneindig veel wisselwerkingen binnen en tussen de deelsystemen.

Er is ontzettende veel literatuur over complexe systemen<sup>38</sup>. Een bespreking past niet binnen het kader van deze notitie, maar enkele eigenschappen mogen niet ongenoemd blijven

- Emergentie
- Multipelen feedback loops
- Beperkte voorspelbaarheid door snelle groei van kleine perturbaties (chaos)
- Vervaging van het begrip causaliteit, omdat er altijd meerdere factoren zijn die aan iets bijdragen
- Vervanging van het begrip bewijs door het begrip onderbouwing (*evidence*)

Al deze eigenschappen vindt men terug in het klimaatsysteem. Een reductionistische benadering kent daarom beperkingen, maar de ervaring met weersverwachting leert dat er desalniettemin spectaculaire vooruitgang te maken is door het doen van waarnemingen en het ontwikkelen van theorie en modellen.

## Waarnemingen

In het midden van de 19de eeuw begon men systematisch en routinematig instrumentele waarnemingen te verzamelen van atmosfeer en oceaan. Het KNMI (opgericht in 1854) speelde daarbij een belangrijke rol. In de 20ste eeuw werden deze waarnemingen essentieel voor de weersvoorspelling. Onder de auspiciën van de Wereld Meteorologische Organisatie leidde dit in 1963 tot een programma genaamd WWW (World Weather Watch), dat standaards, kwaliteitscontrole, snelle transnationale uitwisseling en gegevensopslag organiseerde. Het klimaatonderzoek heeft dankbaar gebruik gemaakt van die gegevens, maar stelt ook eigen eisen aan waarnemingen. Dit heeft geleid tot een additioneel programma GCOS, het Global Climate Observing System.

---

<sup>38</sup> Voor wie niet bang is voor een dik boek en geïnteresseerd is in de filosofie van complexe systemen is Hooker (2011) een aardige starter.

Naast de conventionele instrumentele metingen spelen ook paleografische reconstructies en satellietwaarnemingen een belangrijke rol.

## Modellen

Weersverwachtingen worden gemaakt met behulp van computermodellen die de mondiale atmosferische circulatie simuleren. Vanuit een begintoestand berekenen deze modellen in kleine tijdstapjes vooruit hoe de toestand van de atmosfeer verandert. Ze doen dit voor een groot maar eindig aantal roosterpunten (tegenwoordig hoogste resolutie: 10 km horizontaal en 100 niveaus in de verticaal). De veranderingen in luchtdruk, dichtheid, temperatuur, windsnelheid en waterdamp, worden berekend met behulp van de vergelijkingen van de hydrodynamica. Het effect van in- en uitgaande straling wordt berekend met de stralingstransportvergelijking. Daarbij wordt ook rekening gehouden met de aanwezigheid van broeikasgassen. Niet-opgeloste kleinschalige processen (turbulentie, *gravity waves*<sup>39</sup>, wolken, convectie, aerosolen, oppervlaktewrijving, etc) worden geparametriseerd<sup>40</sup>. Deze parametrisaties zijn meestal gebaseerd op uitgebreid theoretisch en experimenteel onderzoek. De kwaliteit van de verwachtingen hangt sterk af van de begintoestand. Er zijn dan ook zeer geavanceerde methodes ontwikkeld om die te bepalen. Daarbij worden waarnemingen gecombineerd met een eerdere verwachting in een zogenaamde 'analyse'. De kwaliteit van de verwachtingen wordt voortdurend bijgehouden door vergelijking met waarnemingen, en is steeds beter geworden. Dat geldt ook voor de analyses, die dan ook veel gebruikt worden voor het klimaatonderzoek.

Een van de beste weermodellen op dit moment is dat van het European Centre for Medium-range Weather Forecasts in Reading, UK. Dit model is bijzonder goed gedocumenteerd (ECMWF, 2017). De documentatie wordt online bijgehouden en vormt een goede ingang voor iemand die benieuwd is naar details.

De moderne (dynamische) klimaatmodellen zijn een uitbreiding van weermodellen, nu gekoppeld aan modellen voor de oceaancirculatie, atmosferische chemie, vegetatie, ijskappen, etc. Door de grotere complexiteit en de langere tijdschalen draaien klimaatmodellen met grovere resolutie dan de weermodellen. Er zijn inmiddels tientallen klimaatmodellen beschikbaar. Niet alleen de ontwikkeling maar ook de validatie van klimaatmodellen is big business. Modelresultaten worden uitgebreid vergeleken, onderling en met waarnemingen. Een Coupled Model Intercomparison Project (CMIP)<sup>41</sup> coördineert deze activiteiten.

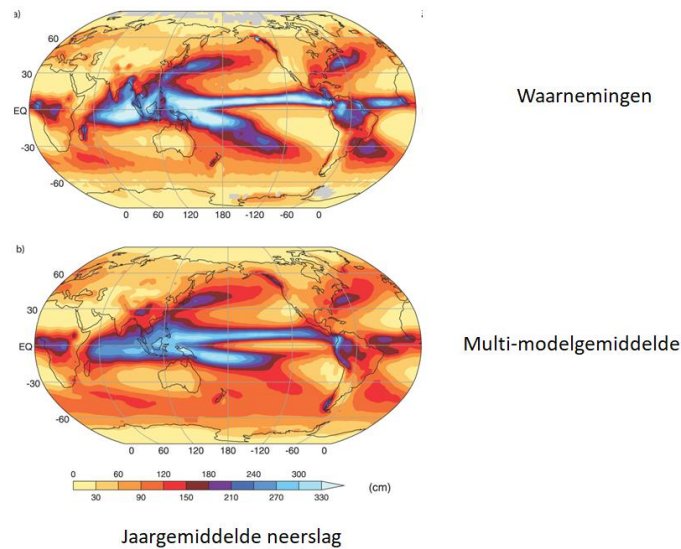
Een typisch resultaat is de vergelijking van gemodelleerde en waargenomen jaargemiddelde neerslaghoeveelheden. Dat ziet er zo uit:

---

<sup>39</sup> [Gravity waves](#) = golven waarbij de zwaartekracht de terugwerkende kracht is, niet te verwarren met [gravitational waves](#) = golven waarbij de sterkte van de zwaartekracht periodiek varieert.

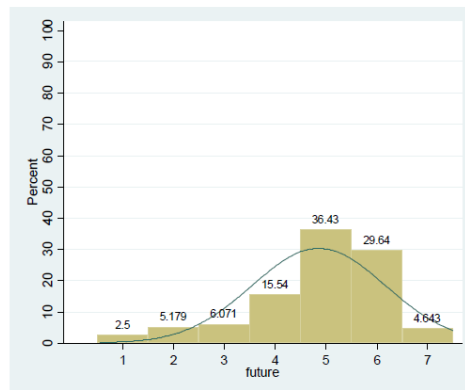
<sup>40</sup> Voorbeeld: de wrijving aan het oppervlak wordt uitgedrukt in termen van een empirische ruwheidslengte, de windsnelheid op 10 meter hoogte, en de verticale temperatuurgradiënt onder in de atmosfeer.

<sup>41</sup> Zie bv [https://en.wikipedia.org/wiki/Coupled\\_model\\_intercomparison\\_project](https://en.wikipedia.org/wiki/Coupled_model_intercomparison_project), <https://cmip.llnl.gov/cmip5>, <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip6>



[Bron: Randall et al, 2007, Figuur 8.5; zie ook Flato et al, 2013, Figuur 9.4). Sommige onderzoekers benadrukken de overeenkomsten. Die versterken hun vertrouwen in het vermogen van modellen om 100 jaar vooruit te voorspellen. Anderen wijzen juist op de onvolkomenheden en twijfelen (mede) daardoor aan de betrouwbaarheid van voorspellingen.

Bray en von Storch (2016) deden serieus onderzoek naar “climate scientists’ perceptions of the global warming issue”. Ze deden dit aan de hand van een groot aantal vragen. Dit is een typisch voorbeeld: *Dynamical climate models are able to generate what level of knowledge about the future of the climate system?* Respondenten moesten een antwoord geven in de vorm van een cijfer op een schaal van 1 tot 7 (1 = none, 7 = very high). Dit is het resultaat (Bray en von Storch 2016, Figuur 30):



De figuur spreekt voor zich. Voor details, zie Bray en von Storch (2016).

### Karakterisering van onzekerheden

Niets is zeker in de wetenschap. En dat geldt *a fortiori* bij de studie van unieke complexe systemen zoals het klimaatsysteem. Bij sleuteluitspraken over het klimaatsysteem geeft het IPCC daarom steeds een schatting van de **kwaliteit van de wetenschappelijke onderbouwing** (Mastrandrea et al, 2010), zoals beoordeeld door de auteurs. Dat oordeel heeft de vorm van een *kwalitatieve* uitspraak over het *vertrouwen* dat de auteurs hebben in de geldigheid van de bewering. Zo mogelijk wordt dat vertrouwen ook *gekwantificeerd* als kansuitspraak.

Het vertrouwen (erg hoog / . . . / erg laag) stoelt op twee dingen

- soort, hoeveelheid, kwaliteit en consistentie van de onderbouwing (limited, medium, or robust); bij de onderbouwing kijkt men naar waarnemingen, modelresultaten, theorie, inzicht in bepaalde mechanismen en het oordeel van deskundigen (expertoordeel, expert judgement)
- de mate van overeenstemming (low, medium, or high)

Soms is het mogelijk om de kans te schatten dat een bewering geldig is. Bijvoorbeeld door een statistische analyse van waarnemingen en/of modelresultaten. Daarbij speelt expertoordeel ook altijd een rol.

Het begrip expertoordeel vraagt om een toelichting. Een wat versimpeld voorbeeld gaat als volgt.

Stel men maakt simulaties met 5 verschillende modellen en men vindt dat een of andere bewering<sup>42</sup> A niet overeenstemt met de resultaten van een van die modellen, maar wel met de resultaten van de vier overige modellen. Dan zou je kunnen concluderen dat de kans dat bewering A waar is 80 % bedraagt. Expertoordeel zit dan onder meer verscholen in de aanname dat alle modellen van vergelijkbare kwaliteit zijn en een voldoende ('fit for purpose') representatie van de werkelijkheid geven. Als de auteurs twijfelen aan de modellen kunnen ze de kans ad hoc wat bijstellen. Dat is ook inderdaad zo gebeurd in sommige gevallen (persoonlijke mededeling van Thomas Stocker, voorzitter werkgroep 1).

Het is prijzenswaardig dat het IPCC op deze wijze inzicht geeft in de mate van (on)zekerheid van sleuteluitspraken over het klimaat. Gelukkig gebeurt dit ook wel in andere wetenschapsgebieden, maar lang niet altijd en nog veel te weinig.

Kritiek op de karakterisering van onzekerheid door het IPCC richt zich op de methodiek, de uitvoering en de subjectiviteit van de expertoordelen.

Om kansen te communiceren hanteert het IPCC het volgende taalgebruik: virtually certain, 99–100% probability; extremely likely, 95 - 100%; very likely, 90 - 100%; likely, 66 - 100%; more likely than not, >50 - 100%; about as likely as not, 33 - 66%; unlikely, 0 - 33%; very unlikely, 0 - 10%; extremely unlikely, 0 - 5%; and exceptionally unlikely, 0 - 1%.

Communicatie van onzekerheden blijft echter lastig. Een met veel zorg onderbouwde uitspraak van het type "het is waarschijnlijk dat de temperatuurstijging tussen de 2 en de 6 graden ligt" eindigt in het NOS journaal steevast als "het kan wel 6 graden warmer worden". Ook in het kader van het klimaatverdrag wordt vaak, maar niet altijd, over de 2-graden-grens gesproken alsof er geen onzekerheid is in de grootte van de menselijke invloed op het klimaat.

---

<sup>42</sup> Denk bijvoorbeeld aan een bewering van het type "Er is gemiddeld meer westenwind in Nederland in de periode 2050 – 2060 dan in de periode 2000 - 2010".

## Klimaatactie

De wereld lijkt goed te zijn doordrongen van de ernst van het klimaatprobleem. Er wordt zeer veel over gezegd en geschreven. Ook worden op veel plaatsen maatregelen genomen. Het is meer dan ondoenlijk om in dit verband een overzicht te geven van alle voornemens en maatregelen. We beperken ons derhalve tot enkele verwijzingen.

## Nederland

- <https://www.kabinetsformatie2017.nl/documenten/publicaties/2017/10/10/regeerakkoord-vertrouwen-in-de-toekomst>  
Regeerakkoord: Vertrouwen in de toekomst (2017). Hoofdstuk 3.1 Klimaat en energie.
- [http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-analyse-regeerakkoord-rutte-III-effecten-op-klimaat-en-energie\\_3009.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/pbl-2017-analyse-regeerakkoord-rutte-III-effecten-op-klimaat-en-energie_3009.pdf)  
Commentaar van het PBL op de klimaat- en energiemaatregelen in het regeerakkoord.
- [http://www.klimaatscenario.nl/images/Brochure\\_KNMI14\\_NL.pdf](http://www.klimaatscenario.nl/images/Brochure_KNMI14_NL.pdf) ,  
<http://bibliotheek.knmi.nl/knmipubWR/WR2014-01.pdf>  
De KNMI-klimaatscenario's voor 2050 worden zeer breed gebruikt door overheden (gemeentes, provincies en rijk) en bedrijven bij het anticiperen op klimaatverandering.
- <https://www.deltacommissaris.nl>  
De Deltacommissaris is verantwoordelijk voor de uitvoering van het Deltaprogramma dat Nederland nu en in de toekomst moet beschermen tegen hoogwater en Nederland klimaatbestendig en waterrobuust moet maken.
- <http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL-2015-Ontwerp-voor-een-nationale-adaptatiemonitor-1640.pdf>  
De nationale adaptatiemonitor besteedt ook aandacht aan niet-watergerelateerde sectoren.

## Internationaal

- <http://unfccc.int>  
Afspraken over de beperking van klimaatverandering.
- <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals>  
Goal 13: Take urgent action to combat climate change and its impacts.
- <http://www.climatecentre.org>  
Doel: de effecten van klimaatverandering en extreem weer op kwetsbare mensen te beperken. *Preparedness* als sleutelbegrip.

## 6. Referenties

- Adger, W.N., J.M. Pulhin, J. Barnett, G.D. Dabelko, G.K. Hovelsrud, M. Levy, Ú. Oswald Spring, and C.H. Vogel, 2014. Human security. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press., pp. 755-791.  
[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap12\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap12_FINAL.pdf)
- Boettcher, M. and Schäfer, S., 2017. Reflecting upon 10 years of geoengineering research: Introduction to the Crutzen + 10 special issue. *Earth's Future*, 5: 266–277.  
doi:10.1002/2016EF000521, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016EF000521/full>
- Bray, D and H. von Storch, 2016. The Bray and von Storch 5th International Survey of Climate Scientists 2015/2016.  
[https://www.hzg.de/imperia/md/content/hzg/zentrale\\_einrichtungen/bibliothek/berichte/hzg\\_reports\\_2016/hzg\\_report\\_2016\\_2.pdf](https://www.hzg.de/imperia/md/content/hzg/zentrale_einrichtungen/bibliothek/berichte/hzg_reports_2016/hzg_report_2016_2.pdf)
- ECMWF, 2017. IFS documentation, Cy43r3.  
<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/documentation-and-support/changes-ecmwf-model/ifs-documentation>
- Flato, G., J. Marotzke, B. Abiodun, P. Braconnot, S.C. Chou, W. Collins, P. Cox, F. Driouech, S. Emori, V. Eyring, C. Forest, P. Gleckler, E. Guilyardi, C. Jakob, V. Kattsov, C. Reason and M. Rummukainen, 2013. Evaluation of Climate Models. 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. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter09\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter09_FINAL.pdf)
- Geurts, Harry en Gerbrand Komen (redactie), 1999. *Klimaat en klimaatveranderingen. De belangrijkste feiten op een rij. NOP Factsheet nummer 1. November 1999*  
<http://home.kpn.nl/g.j.komen/Klimaat%20en%20klimaatveranderingen-NOP-Factsheet-1999-rev2007.pdf>
- Gleick, Peter H, 2017. Climate, water, and conflict: Commentary on Selby et al. 2017; *Political Geography* 60, pp. 248-250.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0962629817301968>
- Hansen, Gerrit, 2015. Assessing the observed impact of anthropogenic climate change. PhD thesis. WUR. <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/355149>
- Hendrix, Cullen S., 2017. A comment on “climate change and the Syrian civil war revisited”. *Political Geography* 60, pp. 251-252  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0962629817301531/pdf?md5=9c8d17afbef8bf8ede5209350d554a29&pid=1-s2.0-S0962629817301531-main.pdf>
- Hooker, C.A., 2011. *Philosophy of complex systems*. North Holland.  
<https://www.amazon.com/Philosophy-Complex-Systems-Handbook-Science/dp/0444520767>
- IPCC, 2007. *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_full_report.pdf)
- IPCC, 2014. *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.  
Summary for Policymakers: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf)  
Longer report: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf)
- Kattenberg, A en G. Verver, 2009. Exploring the boundaries of climate change. A review of thirteen climate eventualities KNMI WR-2009-09  
<http://bibliotheek.knmi.nl/knmipubWR/WR2009-09.pdf>



- Kelley, Colin P., Shahrzad Mohtadi, Mark A. Cane, Richard Seager and Yochanan Kushnir, 2015. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought; *Proc. Nat. Ac. of Sciences* 112, p. 3241.  
<http://www.pnas.org/content/112/11/3241>
- Kelley, Colin Patrick, Shahrzad Mohtadi Zarrin, Mark A. Cane, Richard Seager and Kushnir, Yochanan, 2017. Commentary on the Syria case: Climate as a contributing factor; *Political Geography* 60, pp. 245-247.  
<https://academiccommons.columbia.edu/catalog/ac:9cnp5hqc0w>
- KNMI & PBL, 2015. Klimaatverandering. Samenvatting van het vijfde IPCC assessment en een vertaling naar Nederland. PBL/KNMI.  
[http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL\\_KNMI\\_2015\\_Klimaatverandering\\_Samenvatting%20van%20het%20vijfde%20IPCC-assessment\\_1405.pdf](http://www.pbl.nl/sites/default/files/cms/publicaties/PBL_KNMI_2015_Klimaatverandering_Samenvatting%20van%20het%20vijfde%20IPCC-assessment_1405.pdf)
- Komen, G.J., 2001. Lente in de Broeikas. Oratie, 19 januari 2001. Universiteit Utrecht.  
<http://home.kpn.nl/g.j.komen/lente%20in%20de%20broeikas.pdf>
- Komen, G.J., 2013. Het zou goed zijn als Nederland weigert het rapport van IPCC werkgroep 1 goed te keuren. Een persoonlijk standpunt.  
[http://home.kpn.nl/g.j.komen/afwijzing\\_IPCC\\_AR5\\_gjk.pdf](http://home.kpn.nl/g.j.komen/afwijzing_IPCC_AR5_gjk.pdf)
- Lee, H.D.P., 1952. Aristotle in twenty three volumes, VII, *Meteorologica*. Harvard University Press en William Heinemann Ltd.
- Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers, 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).  
<http://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf>
- Myers, Norman, 2002. Environmental refugees: a growing phenomenon of the 21st century. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* B357, pp. 609-613; DOI: 10.1098/rstb.2001.0953.  
<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/357/1420/609.article-info>
- Nilsson, Måns, Dave Griggs and Martin Visbeck, 2016. Map the interactions between Sustainable Development Goals. *Nature*, 534, pp. 320-322.
- OECD, 2015. *The Economic Consequences of Climate Change*, OECD Publishing, Paris.  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264235410-en>
- Oppenheimer, M., M. Campos, R. Warren, J. Birkmann, G. Luber, B. O'Neill, and K. Takahashi, 2014. Emergent risks and key vulnerabilities. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, pp. 1039-1099.  
[https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap19\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap19_FINAL.pdf)
- Randall, D.A., R.A. Wood, S. Bony, R. Colman, T. Fichfet, J. Fyfe, V. Kattsov, A. Pitman, J. Shukla, J. Srinivasan, R.J. Stouffer, A. Sumi and K.E. Taylor, 2007. Climate Models and Their Evaluation. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press.  
<https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter8.pdf>
- Schaik, Louise van en Tammo Bakker, 2017. Climate-migration-security: Making the most of a contested relationship. *Clingendael Policy Brief*.  
[https://www.clingendael.org/sites/default/files/2017-11/PB\\_Climate-migration-security\\_0.pdf](https://www.clingendael.org/sites/default/files/2017-11/PB_Climate-migration-security_0.pdf)
- Selby, Jan, Omar Dahi, Christiane Fröhlich and Mike Hulme, 2017b. Climate change and the Syrian civil war revisited: A rejoinder. *Political Geography* 60, pp. 253-255  
[https://www.academia.edu/34555439/Climate\\_Change\\_and\\_the\\_Syrian\\_Civil\\_War\\_Revisited\\_A\\_Rejoinder](https://www.academia.edu/34555439/Climate_Change_and_the_Syrian_Civil_War_Revisited_A_Rejoinder)

- Selby, Jan, Omar S. Dahi, Christiane Fröhlich and Mike Hulme, 2017a. Climate change and the Syrian civil war revisited; *Political Geography* 60, pp. 232-244.  
[https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/climate-change-and-the-syrian-civil-war-revisited\(5074d506-d4bc-4dc2-b5e8-596d6d4e38c9\).html](https://kclpure.kcl.ac.uk/portal/en/publications/climate-change-and-the-syrian-civil-war-revisited(5074d506-d4bc-4dc2-b5e8-596d6d4e38c9).html)
- Stern, N., 2007. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.  
doi:10.1017/CBO9780511817434  
[http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview\\_report\\_complete.pdf](http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf)
- Tol, Richard S.J., 2018. The Economic Impacts of Climate Change. *Review of Environmental Economics and Policy*, Volume 12, Issue 1, 1 February 2018, pp. 4-25.  
<https://doi.org/10.1093/reep/rex027>
- United Nations, 1992. *United Nations Framework Convention On Climate Change*.  
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- United Nations, 2015. *Paris agreement*.  
[http://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/english\\_paris\\_agreement.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf)