

April opnieuw warm en zonnig: de seizoenen schuiven op

*Aarnout van Delden
IMAU, Universiteit Utrecht
(versie 16 Mei 2019, Meteorologica, Juni 2019)*

In een warm voorjaar, zoals die van 2019, staan alle bomen halverwege april al volop in blad, terwijl we daar in een koud voorjaar, zoals in 2017, tot in mei op moeten wachten (**figuur 1**). Deze eeuw telt 20 april maanden. Daarvan staan zeven in de top-tien van de lijst warmste april maanden in De Bilt sinds 1901. Ook de april 2019 staat, met een gemiddelde temperatuur van 10,9°C in De Bilt, in deze top-tien. April en in mindere mate mei zijn in Nederland in de afgelopen 40 jaar veel sneller opgewarmd dan alle andere maanden. De lente schuift terug richting winter. Hoe komt dat? Dit artikel laat zien dat de luchtdrukverdeling bij het aardoppervlak in april is veranderd, waardoor relatief koude noordelijke winden minder intens zijn of minder vaak voorkomen. De oorzaak van de verandering van de luchtdrukverdeling zou kunnen liggen in de ocean, of in de stratosfeer, waar iets raars aan de hand. De winter in de stratosfeer houdt deze eeuw juist langer aan.



Figuur 1. Een oude beuk vol in blad in Groenekan op 19 april 2019 (links) en dezelfde beuk op de laatste dag van de koude april maand van 2017 (rechts).

In Nederland is er sprake van een veel sterkere opwarming in april dan in alle andere maanden van het jaar. Tot in de jaren '80 lag de gemiddelde temperatuur in De Bilt in april (de rode curve in **figuur 2**), met slechts 8°C, ongeveer 1°C onder de jaargemiddelde temperatuur (de blauwe curve in **figuur 2**). Als we de trend-analyse van **figuur 2** mogen geloven dan is 11°C inmiddels de normale gemiddelde temperatuur van zowel april als van het hele jaar. In 2007, 2009, 2011, 2014 en 2018 kwam de gemiddelde temperatuur in april zelfs flink boven de jaar-gemiddelde temperatuur uit. April 2019 was, wat betreft de temperatuur, eerder een normale maand, want de gemiddelde temperatuur van deze maand lag precies op de trendlijn (**figuur 2**).

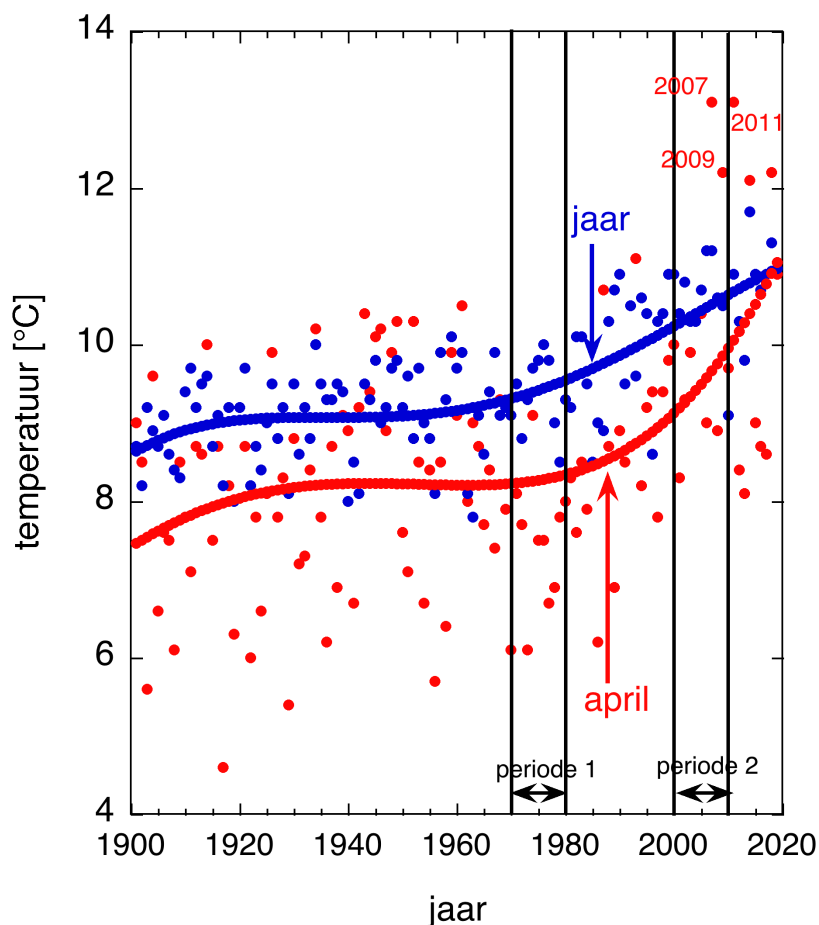
De jaargemiddelde temperatuur in De Bilt is in 120 jaar ruim 2°C gestegen. Deze temperatuurstijging wordt toegeschreven aan de toename van de CO₂ concentratie van 300 ppmv in 1900 naar 410 ppmv in 2019. De gemiddelde temperatuur in april is veel harder gestegen, namelijk met 3,5°C! Welke processen hebben aan de versterkte opwarming van april bijgedragen? Op deze vraag probeert dit artikel een antwoord te vinden.

Eerst de vraag, waarom was april tot 40 jaar geleden relatief ten opzichte van het jaargemiddelde zo koud? Om hierop een antwoord te vinden kijken we naar de zonneschijn en daarna naar veranderingen in de atmosferische circulatie in april.

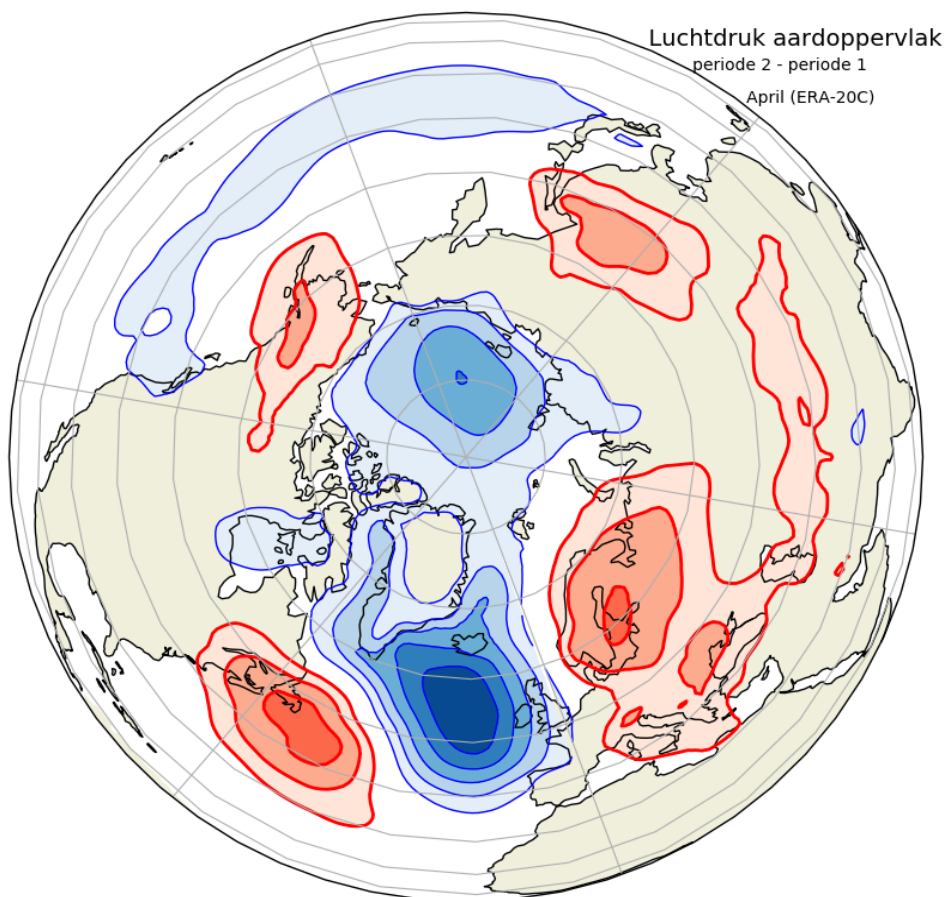
Zonneschijnduur en circulatie

De zonneschijnduur in De Bilt in april kwam in de jaren 1970-1980 gemiddeld uit op 152 uren en in de jaren 2000-2010 gemiddeld op 199 uren. April 2019 telde zelfs 247 uren zonneschijn. Sinds het einde van de jaren '70 zijn zwaveldioxideconcentraties met minstens een factor 10 afgenomen [1]. Waterdamp hecht zich aan zwaveldioxide waardoor de kans op mist en laaghangende bewolking voor 1980 groter was dan nu. Waarschijnlijk is de toegenomen zonneschijn dus een gevolg van een significante reductie van de luchtvervuiling [2,3,4]. Zonneschijnduur en daggemiddelde temperatuur in april zijn in De Bilt positief gecorreleerd. Een onbewolkte dag is in De Bilt gemiddeld 2°C warmer dan een geheel bewolkte dag. Voor een deel kan de temperatuurstijging in april dus verklaard worden door de toegenomen zonneschijn.

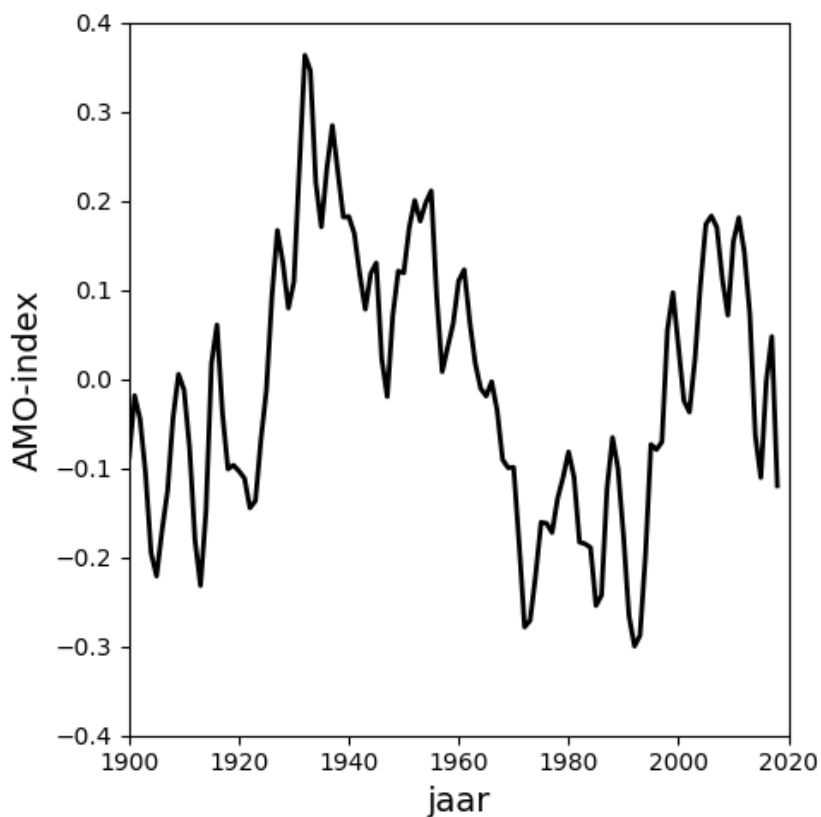
In april breidt het Azorenhogedrukgebied zich, mede door de lage zeewatertemperaturen, naar het noorden uit, tot aan IJsland. Hierdoor gaat de wind in Nederland uit het noorden-westen waaien waarmee soms zeer koude lucht uit het Noordpoolgebied wordt aangevoerd. Het lijkt erop dat dit scenario zich tegenwoordig minder frequent voordoet. De voorraad koude lucht in het Arctische gebied aan het eind van de winter is in deze eeuw minder uitgesproken. Tegelijkertijd is de frequentie van het optreden van afluende wind in april bijna verdubbeld onder invloed van een verandering van het luchtdrukpatroon aan het aardoppervlak. **Figuur 3** toont het luchtdrukverschil aan het aardoppervlak in april in de relatief warme jaren 2000 tot 2010 t.o.v. de relatief koude jaren 1970 tot 1980. Tijdens de warme periode 2000-2010 was de luchtdruk aan het aardoppervlak boven de Noord Atlantische Oceaan lager en boven Scandinavië juist hoger dan in de periode 1970-1980. Hierdoor was de noord-westen wind in de meest recente periode zwakker en kwam de lucht in Nederland vaker uit het zuid-oosten. Bij zuid-oosten wind is de temperatuur in april in De Bilt gemiddeld ongeveer 4,5°C hoger dan bij noorden wind. Dit is de belangrijkste verklaring voor de relatief warme april maanden in de recente periode.



Figuur 2. Gemiddelde temperatuur in april (rode stippen) en de jaarlijks gemiddelde temperatuur (blauwe stippen) vanaf 1900 tot 2019. De rode en blauwe lijnen representeren de beste polynomiale trendlijn, waarbij de rangorde (in dit geval 7) van de polynoom wordt bepaald door de correlatiecoëfficiënt. Die moet zo hoog mogelijk zijn. De correlatiecoëfficiënt van de blauwe lijn met de blauwe punten (jaar-gemiddelde temperatuur) is 0.73. De correlatiecoëfficiënt van de rode lijn met de rode punten (april-gemiddelde temperatuur) is 0.5. De relatief koude periode 1 (1970-1980) en de relatief warme periode 2 (2000-2010) worden besproken in de tekst.



Figuur 3. Verschil in gemiddelde luchtdruk bij het aardoppervlak in april tussen periode 1 (1970-1980) en periode 2 (2000-2010). De contour interval is 1 hPa. Negatieve waarden (lagere druk in periode 2) zijn blauw. Positieve waarden (hogere druk in periode 2) zijn rood. Boven Centraal-Scandinavië was de gemiddelde luchtdruk in april in periode 2 (2000-2010) ruim 3 hPa hoger dan in periode 1 (1970-1980). Tegelijkertijd was de gemiddelde luchtdruk in april boven de Atlantische oceaan, tussen Groenland en de Britse Eilanden, in periode 2 ruim 5 hPa lager dan in periode 1. De analyse is gebaseerd op de ERA-20C re-analyse (<https://apps.ecmwf.int/datasets/data/era20c-mod4/>).



Figuur 4. Lopend 3-jarig gemiddelde AMO-index volgens https://climexp.knmi.nl/data/iamo_ersst_ts.dat.

Oceaan

Wat is de verklaring van de verandering van het luchtdrukpatroon bij het aardoppervlak? Het antwoord op deze vraag is niet makkelijk. Moeten we de verklaring zoeken bij de Atlantische Multidecenniale Oscillatie (AMO)? De “AMO-index” is een maat voor de gemiddelde temperatuur van het oppervlak van de Noord-Atlantische Oceaan. De AMO ondergaat een oscillatie met een periode van 60 tot 70 jaar (**figuur 4**). De temperatuurtrendlijnen in **figuur 2** vertonen een schommeling die ongeveer in fase is met de oscillatie van de AMO. Kunnen we deze multidecenniale temperatuur schommeling toeschrijven aan de AMO?

De AMO wordt veroorzaakt door veranderingen in de intensiteit van de dichtheidsgedreven oceaan circulatie. De negatieve fase van de “AMO-index” wordt gekenmerkt door een relatief koud Noord Atlantisch oceaanoppervlak. De positieve fase van de “AMO-index” wordt gekenmerkt door een relatief warm Noord-Atlantisch oceaanoppervlak. In deze eeuw is de AMO-index positief. In de jaren ‘70 was de AMO-index juist negatief.

Verklaart dit de luchtdrukverschillen in **figuur 3**? De relatief lage luchtdruk boven de oceaan in de warme (positive) fase van de AMO zou kunnen samenhangen met het relatief warme zeewater. Bij nader inzien houdt deze voor de hand liggende hypothese echter geen stand. De oceaan in de periode 2000-2010 was slechts 1°C warmer ten opzichte van de periode 1970-1980. Daarentegen was het West-Europese continent in de periode 2000-2010 minstens 2°C warmer ten opzichte van de periode 1970-1980. Het logische gevolg hiervan is juist een verlaging van de druk boven het continent in de periode 2000-2010.

Stratosfeer

Als we in ogenschouw nemen dat de luchtdruk in de recente warme periode aan de westkant van de oceaan, bij New Foundland, is gestegen, dan lijkt het luchtdrukveranderingspatroon op en rond de Atlantische Oceaan (**figuur 3**) eerder op een stationaire planetaire golf. Dit duidt op een verandering van de amplitude en/of fase van de stationaire planetaire golven op de Noord Atlantische Oceaan.

Zou de stratosfeer hier een rol in spelen? De stratosfeer heeft twee seizoenen: winter en zomer. De overgang van winter naar zomer in de stratosfeer wordt gemarkeerd door het verdwijnen van de cyclonale polaire vortex. Dit gebeurt meestal in april. De ERA-20C reanalysis, waarop de analyse in **figuur 3** is gebaseerd, laat zien dat de polaire vortex in de periode 2000-2010 gemiddeld ongeveer twee weken *later* verdwijnt dan in de periode 1970-1980. Deze eeuw houdt de winter in de stratosfeer dus langer aan! Er zijn aanwijzingen [5] dat dit invloed heeft op de positie en fase van de stationaire planetaire golven in de troposfeer.

Conclusie

Een complete verklaring voor de bovengemiddelde stijging van de temperatuur in april in Nederland blijkt lastig te vinden. Het antwoord ligt in meerdere al dan niet onafhankelijke factoren die elkaar mogelijk versterken, zoals hogere zeewatertemperaturen en minder uitbraken van koude lucht vanuit het Arctische gebied, simpelweg omdat er minder koude lucht in voorraad is, maar ook omdat de luchtdruk is gedaald boven de Atlantische oceaan en tegelijkertijd is gestegen boven Noord-Europa, waardoor noordelijke stromingen minder vaak voorkomen en, tenslotte, een schonere lucht, waardoor de maand april zonniger is geworden. Een verschuiving van het tijdstip van het einde van de winter in de stratosfeer speelt mogelijk ook een rol. Een deel van de bovengemiddelde stijging van de temperatuur in april kan natuurlijk ook puur toeval zijn.

Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar Geert Jan van Oldenborgh voor inhoudelijk commentaar, naar Ben Lankamp voor taaladvies en naar Wim van den Berg en Robert Mureau voor hun enthousiaste en prikkelende vragen.

Literatuur

[1] <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0441-zwavedioxide>

[2] R. Vautard, P. Yiou, Geert Jan van Oldenborgh, 2009: Decline of fog, mist and haze in Europe over the past 30 years. **Nature Geoscience**, **2**, 115–119.

[3] A.J. van Delden, 2009: Toename helderheid lucht nabij oppervlak in Europa. **Meteorologica**, jaargang 2009, nr. 1, 30-31.

[4] A.J. van Beelen, A.J. van Delden, 2012: Cleaner air brings better views, more sunshine and warmer summer days in The Netherlands. **Weather**, **67**, 21-25.

[5] R. Black, B. McDaniel, W. Robinson, 2006: Stratosphere–Troposphere Coupling during Spring Onset. **J.Climate**, **19**, 4891-4901.