# Het grillige pad van global warming

Cor Schuurmans en Huug van den Dool

**In het maartnummer van 2010 schreven wij over de lichte afkoeling in de jaren 2008 en 2009. Nee, zo verklaarden wij, global warming is niet afgeschaft. Het beeld van een gelijkmatige temperatuurstijging is niet juist. Door diverse oorzaken kan de opwaartse trend tijdelijk onderbroken worden of versterkt. We noemden een aantal van die oorzaken , maar slaagden er niet in om met zekerheid aan te geven waar de lichte afkoeling in 2008 en 2009 door kwam. Inmiddels zijn we ruim twee jaar verder. Hoe staan we er nu voor? Is ons inzicht toegenomen? Zijn er verrassingen bijgekomen?**

## Klimaatcijfers: een update

De lichte afkoeling van 2008 en 2009 werd in ons land gevolgd door een echt koel jaar 2010, waarin de jaargemiddelde temperatuur in De Bilt afzakte tot 9,1 °C. Zo'n lage waarde was in deze eeuw nog niet voorgekomen, ook in de lopende jaartemperatuur T12 niet (zie figuur 1a). In 2010 hadden maar liefst 7 van de 12 maanden een gemiddelde temperatuur beneden de 1961-1990 normaal, die min of meer als maatgevend te beschouwen is voor ons klimaat voor het begin van de global warming (zie Kader De nieuwe normaal). December 2010 was het meest bijzonder, want sinds 1969 hadden we zo'n koude decembermaand niet meer meegemaakt. In 2011 ebde het nieuws over de kou snel weg ("als sneeuw voor de zon"), vooral toen bleek dat 2010 wereldgemiddeld, met 1998 en 2005, tot de drie warmste jaren tot nu toe behoorde, ook al was het deels een La Nina-jaar.

Het jaar 2011 werd zelfs het warmste La Nina-jaar ooit en in De Bilt bereikten we met een jaargemiddelde temperatuur van 10,9 °C weer het niveau dat we in deze, nog jonge eeuw, gewend waren. Inmiddels werken we met een nieuwe normaal, die van 1981-2010 (zie tabel 1 en het Kader De nieuwe normaal). Voor de jaargemiddelde temperatuur, voor alle seizoenen en alle maanden (behalve december) is deze weer hoger dan de normaal van 1971-2000. Ook het afgelopen decennium was, op een enkele maand na, gemiddeld weer warmer dan het decennium daarvoor. In de media hoor en lees je regelmatig dat de verwachte temperatuurstijging stagneert, maar dat wordt door deze cijfers gelogenstraft. Ook al klinkt een stijging van enkele tienden van een graad niet als veel, het feit dat na aanpassing van de normaal, in het volgende decennium, negatieve afwijkingen van maand- seizoen- en jaargemiddelden weer sterk in de minderheid zijn, wijst toch op een doorgaande opwaartse trend (zie ook van Dorland 2012). Voor een wat langer perspectief van de T12 reeks, zie figuur 1b.

## Winterweer en global warming

Bij veel mensen kwam de vraag op of het ouderwetse winterweer van de laatste jaren wel te rijmen viel met global warming. Maar was het winterweer wel ouderwets? Zoals tabel 2 laat zien is vanaf 1988 het gemiddeld aantal korte koudeperioden per winter weinig veranderd, maar lange koudeperioden (tenminste 20 dagen) zijn gemiddeld in aantal afgenomen en de gemiddelde duur ervan is een stuk korter geworden. Dit is niet in strijd met de conclusie van Hylke de Vries (2011). Hij zag in zijn modelresultaten dat door de temperatuurstijging de 'relatieve kou' in de winter niet minder wordt, maar de 'absolute kou' wel. Als maat voor een koudeperiode is in tabel 2 het aantal aaneengesloten dagen genomen dat de gemiddelde etmaaltemperatuur te De Bilt tot het laagste terciel (33⅓ % van de frequentieverdeling) behoorde, tussentijds eventueel onderbroken door etmaaltemperaturen in het middenterciel, maar niet in het hoogste terciel, waardoor dooi waarschijnlijk is uitgesloten. De tercielgrenzen gelden voor de periode 1881-1970 en vormen hier dus een maat voor 'absolute kou'. Uit de tabel blijkt o.a. dat de koudeperioden langer dan 10 dagen in de jaren na 1988 gemiddeld vrijwel even vaak voorkwamen en gemiddeld van bijna dezelfde lengte waren als in de eeuw ervoor. Bij perioden langer dan 20 dagen is wel een verschil aanwezig. Zulke lange koudeperioden kwamen vanaf 1988 gemiddeld minder voor en hun gemiddelde duur was bijna een week korter dan vroeger het geval was.

De koudeperiode van februari 2012, die zelfs een officiële koudegolf opleverde, is al in tabel 2 verwerkt, maar toch een aparte opmerking hierover. De winter van 2011/12 verliep tot en met de eerste helft van februari in grote trekken analoog aan die van 1955/56, 1985/86 en 1990/91. Met name 1955/56 werd in de meteorologische commentaren regelmatig genoemd. De duur van de koudeperiode (als hierboven gedefinieerd) in februari 2012 was 17 dagen, in schril contrast met die van de 'analoge' winters toen de duur resp. 37, 39 en 31 dagen bedroeg.

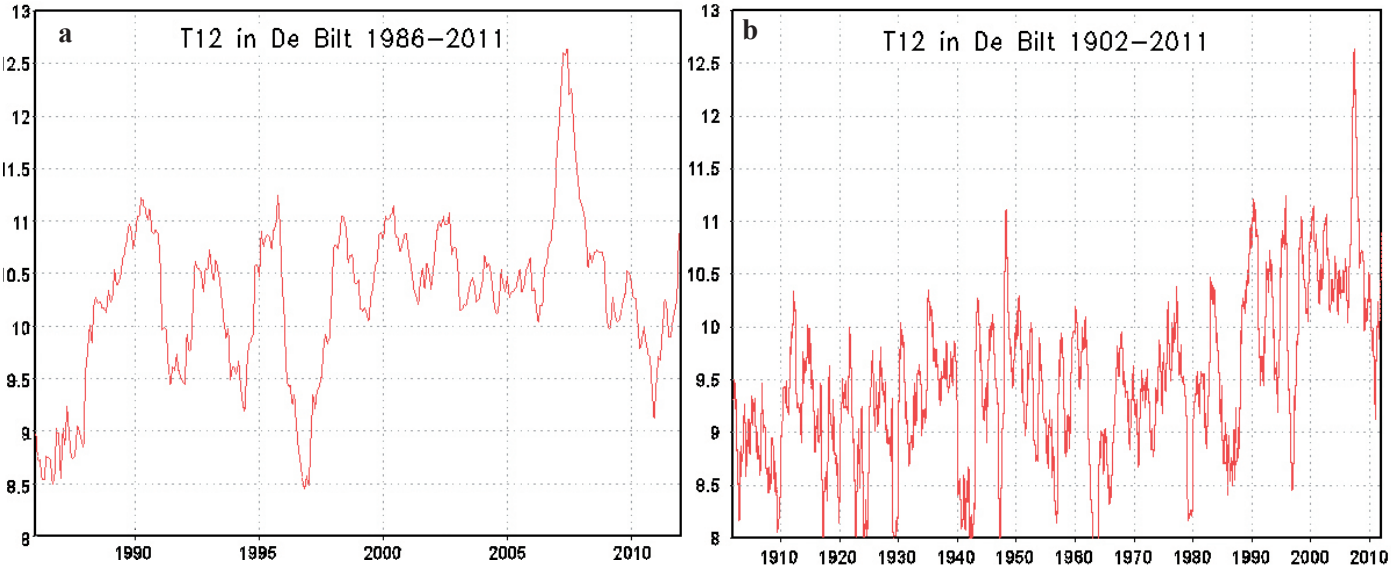
## Mogelijke verklaring

### a. De zon als stoorzender?

Het variabele weer zorgt overal en altijd

### De nieuwe normaal

Al meer dan een eeuw volgt de internationale meteorologische gemeenschap bepaalde richtlijnen met betrekking tot het begrip 'klimatologische normaal '. Bijvoorbeeld dat de normaal berekend wordt uit metingen over de afgelopen 30 jaar en eens in de 30 jaar (maar eens in de 10 jaar mag ook) ge-update wordt. Ofschoon niet iedereen tevreden was is dit toch al heel lang op deze manier uitgevoerd. De update eens in de 10 jaar wordt niet overal gevolgd, maar de WMO laat dat ook aan de landen zelf over. Zolang de normaal weinig verandert (afgezien van kleine steekproefeffecten) is er weinig reden voor discussie over de gevolgde procedure. Vergelijken we bv. de 30-jaar normalen voor De Bilt uit de vorige eeuw dan zijn de overeenkomsten opvallend groot. Baltus Zwart (1992) schreef in dit blad dat de normaal van 1961-1990 in Nederland qua temperatuur weinig tot niets afweek van die voor 1931-1960, hij zag wel flinke sprongen in neerslag en zonneschijn. Maar plotseling is er de laatste jaren toch kritiek. Sommigen vinden dat de normaal veel agressiever moet worden aangepast, omdat het warmer wordt en de normaal dus al achterhaald is voor de volgende 10 jaar zijn begonnen. Anderen vinden dat de normaal niet langer mag worden aangepast, omdat het contraproductief is in de discussie over klimaatverandering; door aanpassing van de normaal wordt alles normaal, een verdwijntruc voor global warming, dat zal de sceptici goed bevallen. In dit artikel zien we ook die tweestrijdigheid. We refereren aan de nieuwe normaal 1981-2010, maar ook aan 1961-1990, die we nogal pompeus aanduiden als 'de laatste normaal voor global warming'.




*Figuur 1. (a) De lopende jaargemiddelde temperatuur (T12 in °C) in De Bilt voor de periode 1986-2011. De eerste waarde is geplot tegen januari 1986 en betreft het gemiddelde over de 12 maanden lopend van februari 1985 t/m januari 1986, enz. (b) Hetzelfde als 1a, maar nu voor beter historisch perspectief vanaf 1902, dus met minder plaats voor details. Dezelfde verticale schaal is gebruikt. De periode 1900-1988 had een gemiddelde T12 van 9,2 °C met als extremen 6,9 °C (maart 1962 t/m februari 1963) en 11,1 °C (mei 1947 t/m april 1948). De laatste 25 jaar zijn duidelijk warmer. Na 1987 ligt de verwachte waarde nabij 10.5 °C. Het grillige pad van het klimaat is wel duidelijk. Hoe men de opwarming beschrijft is minder duidelijk. Een rechte of exponentiële trendlijn, of een discontinuïteit rond 1987? Afgezien van de idioot grote uitschieter in 2006/07 lijkt de verdere stijging van de temperatuur na de discontinuïteit in 1987 niet zo groot.*

voor een zekere grilligheid in het klimaatverloop. In ons vorige artikel noemden we dat de gewone ruis, ter onderscheiding van de geforceerde ruis, die we ruis met een naam noemden, ook bekend als signaal. Een van de kandidaten hiervoor is de activiteit van de zon. In het vorige artikel gingen we uitgebreid in op de mogelijke gevolgen van de extreem lage activiteit van dat moment en het zeer lang uitblijven van een duidelijk begin van een nieuwe 11-jarige cyclus, de 24ste sedert 1755.Lange perioden (30-70 jaar) van lage zonneactiviteit gingen in het verleden 'meestal' gepaard met relatief lage temperaturen. Stond ons zoiets nu ook weer te wachten? Een nieuw Maunder Minimum, zoals in de jaren 1645-1715, gepaard gaande met de Kleine IJstijd? Door sommige astronomen, o.a. door Kees de Jager (de Jager, 2009), werd zoiets gesuggereerd. Inmiddels is de nieuwe cyclus echt wel gestart en het zonnevlekkengetal heeft eind 2011 al een maandgemiddelde waarde bereikt van bijna 100, wat niet laag te noemen is. Er is dus geen voldoend lange periode van zeer lage zonneactiviteit geweest om de recente koelere jaren, als daar wereldgemiddeld al sprake van was, te verklaren. In een artikel van NASA-onderzoekers (Hansen et al.,2011) wordt ook bevestigd dat gedurende de jaren 2005-2010 de planeet, ondanks de verminderde instraling tijdens het zonneminimum, meer zonnestraling heeft geabsorbeerd dan zij in het infrarood heeft uitgezonden. De zon als verklaring dus maar vergeten? Niet helemaal.

De vermindering van de zonneconstante bij een zonnevlekkenminimum vergeleken met een zonnevlekkenmaximum is minder dan 0.1 %, dus van de orde van 1 W/m$^2$. In het UV-gedeelte van het zonnespectrum zijn de verschillen echter van de orde van 5-10 %. Ook al zijn die verschillen energetisch gering, zij hebben aanzienlijke veranderingen van de temperatuur en de wind in de thermo-, meso- en stratosfeer tot gevolg. Via koppelingsmechanismen tussen stratosfeer en troposfeer kunnen daardoor ook circulatieveranderingen in de troposfeer ontstaan. Gray et al. (2010), gaan uitvoerig op dit onderwerp in. Verder concludeerden Ineson et al. (2011) dat vermindering van UV-straling in het zonnevlekkenminimum de oorzaak zou kunnen zijn van de negatieve waarden van de NAO index. Het mechanisme is te gecompliceerd om in kort bestek te beschrijven. In principe zou het winterweer van de afgelopen jaren ermee verklaard kunnen worden.

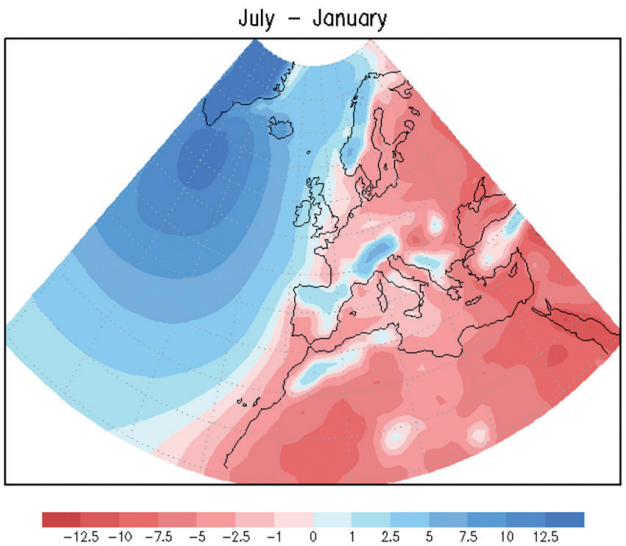
Ook klimaatwaarnemingen wijzen in die richting. Op de website van het KNMI, stond afgelopen winter onder Seizoenverwachtingen, Winterverwachtingen voor Nederland, het volgende: "De afgelopen vijf zonnevlekkenminima vielen weliswaar vaker met strenge winters samen, maar de vijf daarvoor was het juist omgekeerd, dus de meest voor de hand liggende verklaring is, dat het toeval was". Een nadere toelichting hiervan is te vinden in van Dorland (2011). De plaatjes bij het artikel laten zien dat in de periode voor 1951 koude winters met Elfstedentochten voornamelijk voorkwamen bij zonnevlekkenmaxima en daarna bij zonnevlekkenminima. De auteur vermeldt echter niet dat die omslag in 1950 al was voorspeld door de bekende Berlijnse meteoroloog Richard Scherhag (Scherhag, 1950). Aan de hand van luchtdrukgegevens van een aantal stations op het Noordelijk Halfrond voor de jaren 1853-1940 had Scherhag systematische ver-

Tabel 1. Kolommen 2, 3, 6 en 9 zijn de opeenvolgende normaaltemperaturen te De Bilt. Kolommen 4 en 7 decenniumgemiddelden (gem.) met in kolommen 4 en 8 het aantal seizoenen en jaren (N min) dat in het betreffende decennium een temperatuurgemiddelde had beneden de toen geldende normaal.

| | 30-jaar normalen | | 1991-2000+nieuwe normaal | | | 2001-2010+nieuwe normaal | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| periode | 1931-'60 | 1961-'90 | gem. | N min | 1971-'00 | gem. | N min | 1981-'10 |
| winter | 2,2 | 2,6 | 3,5 | 3 | 3,3 | 3,7 | 2 | 3,4 |
| lente | 8,6 | 8,4 | 9,7 | 0 | 8,9 | 9,9 | 0 | 9,5 |
| zomer | 16,4 | 16,2 | 17 | 1 | 16,6 | 17,6 | 0 | 17 |
| herfst | 10,1 | 10,2 | 10,3 | 3 | 10,2 | 11,1 | 2 | 10,6 |
| jaar | 9,4 | 9,4 | 10,2 | 1 | 9,8 | 10,5 | 1 | 10,1 |

**Europese moesson**

Het begrip Europese Moesson bestaat al lang maar is nooit naar ieders tevredenheid gedefinieerd. Tropisch meteorologen hebben van oudsher een volledige omkering van de wind aan de grond geëist, voor men van een moesson mag spreken. Bijvoorbeeld een ZW moesson in het late voorjaar en zomer, en een NO moesson in het late najaar en winter. Het is in ieder geval een uiting van de jaarlijkse gang. Door het jaargemiddelde af te trekken kan men desgewenst toch een moesson zien in delen van de tropen die niet bekend staan om de moesson. De toename in westcirculatie-types in juni heeft klimatologen van de oude stempel (Hubert Lamb met name) geleid tot het idee van een invallende moesson in Europa, dus dat een thermisch laag boven het verhitte continent een luchtstroom vanaf de oceaan op gang zou zetten. De analogie met de tropen werkt tot op zekere hoogte. Dat we met quasi-geostrofisch evenwicht te doen hebben compliceert de zaak wel, vooral wat de wind betreft. Als we moesson in termen van luchtdruk zouden beschrijven of definiëren, dan ligt de zaak net omgekeerd, dat wil zeggen er is weinig signatuur in de tropen, maar een zeer duidelijk verschijnsel op gematigde breedte.




*Figuur 2. Verschil in luchtdruk (hPa) in juli en januari in een 100 jaar lange CMIP run. De kleur rood refereert aan gebieden die in juli relatief warm zijn en een lage druk hebben, dwz land. Omgekeerd zijn blauwe gebieden relatief koel in juli (de oceaan) en hebben een hogere luchtdruk aan de grond. CMIP staat voor coupled model intercomparison project. Coupled slaat op koppeling met de oceaan; het is in feite een vrije integratie 100 jaar vooruit waarin alleen de toename in broeikasgassen is voorgeschreven.*

Figuur 2 laat het verschil in luchtdruk aan de grond zien tussen juli en januari in een 100 jaar lange CMIP run met het NCEP CFSv2 model. Tussen zomer en winter gaat er een grote hoeveelheid atmosferische massa van relatief warm naar relatief koud, dus we krijgen lage druk boven zee (land) in winter (zomer) en hoge druk boven land (zee) in winter (zomer). De hele circulatie wordt als het ware omgebouwd als we van winter naar zomer gaan, want de bedragen (in hPa) zijn niet klein. Of deze drukommezwaai toeneemt met meer broeikaseffect is dus wat we in de hoofdtekst van ons artikel als vraag aan de orde stellen, althans in juni, alhoewel er ook in juli en 's winters een effect zou moeten zijn. Het Atlantisch-Europees gebied is overigens maar een kleine spelertje in dit verband, want de jaarlijkse gang in de inkomende zonnestraling is de oorzaak van soortgelijke maar veel grotere uitwisseling van lucht tussen de Stille Oceaan en het Aziatisch continent, en tussen de twee wereldhalfronden. In alle gevallen zoekt atmosferische massa de koude 'sfeer' op en is verdwenen uit de (relatief) warme sfeer. Hooggebergtes gedragen zich tegenovergesteld ten opzichte van de lagere landmassa in de buurt.

anderingen gevonden met de fase van de 11-jarige zonnevlekkencyclus. Daarbij was het hem opgevallen dat in de periode 1853-1896 de luchtdruk in Noord Europa bij zonnemaxima hoog was en bij zonneminima laag, terwijl het in de periode 1897-1940 precies omgekeerd was. Toen hij bovendien merkte dat in de periode vóór 1853 (waarvan hij overigens alleen maar luchtdrukgevens van Bergen en Edinburgh beschikbaar had) hetzelfde gold als voor de periode 1897-1940, concludeerde hij dat er sprake moest zijn van een langjarige schommeling van circa een eeuw. Hij redeneerde verder dat hoge druk in Noord Europa aanleiding zou geven tot koude winters in Berlijn en lage druk tot zachte winters, met als gevolg strenge winters in de periode 1853-1897 bij zonnemaxima en in de periode 1897-1940 juist bij een zonneminimum. Omdat de koude winters in Berlijn gedurende de eerste helft van de 20e eeuw vooral bij zonnemaxima optraden (1916/17, 1928/29, 1939/40 en 1946/47) vond hij die redenering wel kloppen. Gezien de langjarige schommeling in de luchtdrukverdeling die hij ontdekt had, concludeerde hij tot slot dat strenge winters de komende tijd wel eens bij zonneminima zouden kunnen optreden. Die verwachting is uitgekomen, in de tweede helft van de vorige eeuw kwamen koude winters vooral voor bij zonneminima. Dit resultaat legt enig gewicht in de schaal m.b.t. onze suggestie dat bepaalde capriolen van de UV-straling van de zon, of van de stratosfeer die als doorgeefluik fungeert, een mogelijke verklaring vormen van de winterkou van de afgelopen jaren.

## Mogelijke verklaring
## b. Andere factoren

Over de andere factoren die als verklaring van de regionaal koelere perioden wel genoemd worden (ook door ons), nog het volgende:

1. We hebben een La Nina gehad van september 2007-mei 2008, met statistisch een klein koelend effect, ook op de wereldgemiddelde temperatuur. In juni 2009 begon een El Nino die tot en met april 2010 duurde. Medio 2010 begon weer een La Nina die tot voorjaar 2012 heeft aangehouden, twee jaar lang dus, wat bij La Nina vaker voorkomt. De tropen zijn actief, maar geen van de ENSO-variaties was heel sterk.
2. In de atmosfeer op de gematigde breedten vinden we teleconnecties en de rekentechnisch sterk verwante Principal Components (of EOF's) zoals de Noord Atlantische Oscillatie (NAO), de Arctische Oscillatie (AO) en de Pacific North American Pattern (PNA). De koelte in 2008 en 2009 werd zonder twijfel voor een groot deel veroorzaakt door de sterk negatieve waarden van de (N)AO, dat wil zeggen door een erg geblokkeerde stroming. In 2009 bereikte de AO een record (sedert 1950) negatieve waarde, gedurende maar liefst 4 maanden (L'Heureux et al., 2010). Dat

Tabel 2. Gemiddeld aantal (absoluut en gemiddeld per winter) en de gemiddelde duur (in dagen) van de koudeperioden in de winters te De Bilt.

| | Koudeperioden >= 10 dagen | | | Koudeperioden >= 20 dagen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aantal | gem./wtr | gem.duur | aantal | gem./wtr | gem.duur |
| 1881-1988 | 227 | 2,1 | 22,5 | 87 | 0,81 | 34,8 |
| 1989-2012 | 42 | 1,8 | 21,3 | 13 | 0,56 | 26,5 |

verklaart verder niets (we wisten immers al dat circulatie en weer samenhangen) tenzij we a) achteraf kunnen verklaren waarom de (N)AO zo negatief was, juist in die periode (door het werk van Ineson et al., 2011) is er enige hoop) en/of b) we kunnen voorspellen wat de (N)AO in 2012 zal zijn. Hoewel de AO zo'n 30 % van de variantie in de maandgemiddelde luchtdruk op zeeniveau verklaart, is de skill van de voorspellingen van de (N) AO en PNA door modellen niet groter gebleken dan van de hoogtevelden in het algemeen. Intuïtief lijkt dit op een tegenspraak. Je zou denken dat een zo geprononceerde vrijheidsgraad als de (N)AO of PNA grotere voorspelbaarheid moet hebben dan de rest van de ruizige vrijheidsgraden. Misschien is dat ook wel zo en hebben we alleen de juiste voorspelmethode hiervoor nog niet gevonden.

## Zomerweer en global warming

Na een aantal opmerkelijk mooie zomers in het begin van deze eeuw, vielen de afgelopen zomers in ons land wat tegen. Vooral die van 2011 was door de vele regen teleurstellend. Het contrast met het voorafgaande droge voorjaar was ook bijzonder groot. De terugval trad op begin juni, een maand waarin vaker sprake is van een terugval, waarna het zomerweer zich meestal weer herstelt. Die terugval wordt soms aangeduid als de Europese moesson, omdat dan lucht van oceanische oorsprong tot diep in West-Europa doordringt, aangetrokken door een warm continent met lage luchtdruk (zie Kader Europese Moesson). Zwart (1985) schreef ook over de Europese moesson als gevolg van de verhitting van het Europese continent. Maar volgens hem is dit een onderdeel van een algehele verandering van de luchtcirculatie op het Noordelijk Halfrond, die in juni optreedt. Die zorgt bij ons voor het invallen van een koude noordwesten wind, die de zogenoemde 'schapenscheerderskoude' veroorzaakt. Deze 'kou' is inderdaad duidelijk te zien als een dip in de jaarlijkse gang van de maximumtemperatuur (zie figuur 2 in Kruizinga, 2011).

De toegenomen vroege opwarming van het Europese continent heeft ongetwijfeld een sterke invloed op het moessonverschijnsel. Al eerder werd opgemerkt (Schuurmans, 2008) dat vanaf 1971 het gemiddelde percentage ADS-dagen (warm, droog en zonnig; precieze definitie in Schuurmans, 2008) in juni tijdelijk terugliep, terwijl de gemiddelde jaarlijkse gang hiervan in de periode 1881-1970 niet zo'n dip vertoonde. Mogelijk is dit een verschijnsel dat met global warming samenhangt. In tabel 3 is daarom de gemiddelde jaarlijkse gang van het aantal ADS-dagen voor de periode vanaf 1988 vergeleken met die van de eeuw daarvoor. Het verschil met vroeger is opvallend groot, na een snellere toename in het voorjaar volgt in juni een terugval. Daarna herstelt het zomerweer zich weer, maar in het najaar volgt een bijna even snelle daling als vroeger het geval was. Het voorjaar is in ons land ontegenzeggelijk warmer geworden (meer dan het najaar) en dat nodigt een begin van de moesson sterker uit. Klimaatmodellen geven meestal aan dat door het toenemend broeikaseffect de winters in Europa natter worden (waar het in de winter 2011/12 weer erg op leek), maar dat de zomers juist droger worden. Zomerdroogte en Europese moesson zijn op het eerste gezicht niet goed verenigbaar. Kan het zijn dat klimaatmodellen zo'n windomslag als bij de Europese moesson nog niet goed aan kunnen weergeven, of is de dip in juni in tabel 3 toch een voorbijgaand verschijnsel?

Tabel 3. Jaarlijkse gang van het gemiddeld percentage ADS-dagen per maand voor de perioden 1881-1987 en 1988-2011. In alle maanden is het percentage ADS-dagen toegenomen, maar in juni vrijwel gelijk gebleven. Er is dus sprake van een scherpe 'dip' in het zomerweer in de eerste zomermaand.

| | 1881 -1987 | 1988 -2011 | toename |
|---|---|---|---|
| Januari | 1,8 | 2,2 | 0,4 |
| Februari | 2,9 | 7,1 | 4,2 |
| Maart | 7,6 | 12,9 | 5,3 |
| April | 13,6 | 22,9 | 9,3 |
| Mei | 17,4 | 26,7 | 9,3 |
| Juni | 19,5 | 19,6 | 0,1 |
| Juli | 19,3 | 22,7 | 3,4 |
| Augustus | 17,7 | 23,5 | 5,8 |
| September | 12,1 | 14,2 | 2,1 |
| Oktober | 6 | 8,1 | 2,1 |
| November | 2,2 | 4,6 | 2,4 |
| December | 1 | 1,1 | 0,1 |

Een ander verrassend soortgelijk voorbeeld van afkoeling t.g.v. global warming is in Californië te vinden. Doordat global warming in termen van temperatuur een groter effect heeft boven land dan boven zee is de land-zeewind circulatie in Californië de laatste decennia sterker geworden. hierdoor koelt het 's middags eerder en heviger af in de kuststrook (d.w.z. tot 50 -100 mijl het land in, afhankelijk van plaatselijke topografie. Zie Lebassi et al. (2009).

## Conclusies

1. Op de tijdschaal van 10 jaar is in Nederland geen stagnatie opgetreden van de temperatuurstijging die in samenhang met de antropogene global warming verwacht wordt.
2. Het iedere 10 jaar aanpassen van de 30-jaar normaal kan bij sommigen ten onrechte de indruk wekken dat de temperaturen dan weer meer normaal zijn geworden.
3. Vergeleken met de vorige eeuw waren de koudeperioden in de winters van de afgelopen jaren van korte duur.
4. In sommige gebieden treden door de aanvoer van maritieme lucht veranderingen op in de jaarlijkse en dagelijkse gang van de temperatuur, die mogelijk het onverwachte gevolg zijn van het feit dat door global warming de continenten sneller opwarmen dan de zeeën en oceanen.

**Referenties**


Dool, H. van den 1989: 1988 in De Bilt het warmste jaar van de eeuw: hoe uitzonderlijk was deze warmte?, Zenit, december 1989, 433-437.

Dool, H. van den, en C. Schuurmans 2010: Een lichte afkoeling in 2008 en 2009, Meteorologica, 19 (1), 15-19.

Dorland, R. van 2011: Winterverwachtingen: zinvol of niet?, Zenit, november 2011, p 523.

Dorland, R. van 2012: Opwarming zet door. Zenit, mei 2012, p 39.

Gray, L.J. et al. 2010: Solar influences on climate, Rev. Geophysics, 48, RG 4001, doi:10.1029/2009RG000282.

Hansen, J. et al. 2011: Earth's energy balance and implications, Atmos. Chem. Phys., 11, 13421-13449, doi:10.5194/acp-11-13421-2011.

Ineson,S. et al. 2011: Solar forcing of winter climate variability in the Northern Hemisphere, Nature Geoscience, 4, 753-757, doi: 10.1038/ngeo 1282.

Jager, C.de 2009: De doodstille zon, Zenit, juli/augustus 2009, 316-320.

KNMI 1990: Aanhoudend warm (H.Tennekes en G.P. Können (ed.)), Thieme, 1990, 124 pp.

Kruizinga, S. 2011: Normalen voor de dagelijkse minimum- en maximumtemperatuur, Meteorologica, 20 (4), 25-28.

Lebassi, B. et al. 2009: Observed 1970-2005 cooling of summer daytime temperatures in coastal California, J.Climate, 22, 3558-3573, doi: http://dx.doi.org/10.1175/2008JCL12111.1.

L'Heureux, M. et al. 2010: Unusual extremes in the negative phase of the Arctic Oscillation during 2009, Geophys. Res. Lett., 37, L10704, doi: 10.1029/2010GL043338.

Scherhag, R. 1950: Betrachtungen zur allgemeinen atmospharischen Zirkulation. Bestehen Zuzammenhangen zwischen der elfjahrigen Sonnenfleckenperiode und der allgemeinen Zirkulation?, Deutschen Hydrographischen Zeitschrift, Band 3, Heft 1/2, 109-111.

Schuurmans, C. 2008: Mooier weer?, Meteorologica, 17(1), 27-29.

Vries, H. de 2011: De koudegolven van de toekomst, Meteorologica, 20 (4), 20-23.

Zwart, B. 1985: De weersverwachting voor vandaag en morgen, Het Spectrum Prisma Pocket no. 2496, 192 pp.

Zwart, B. 1992: Het klimaat verandert, Meteorologica, 2 (1), 8-10, en Meteorologica, 3(1), 8-11.