



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Wordt Nederland steeds natter? Een analyse van de neerslag in deze eeuw

van Boxel, J.; Cammeraat, E.

Publication date

1999

Document Version

Final published version

Published in

Meteorologica

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

van Boxel, J., & Cammeraat, E. (1999). Wordt Nederland steeds natter? Een analyse van de neerslag in deze eeuw. *Meteorologica*, 8(1), 11-15.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

WORDT NEDERLAND STEEDS NATTER?

Een analyse van de neerslag in deze eeuw

JOHN VAN BOXEL EN ERIK CAMMERAAT (UVA, AMSTERDAM)

1998 was in De Bilt de het natste jaar van deze eeuw. Erg nat waren de maanden juni, september en oktober. Ook was de eerste helft van 1998 in De Bilt de natste eerste helft van het jaar in deze eeuw. Is dit een trend, komt het door het broeikas-effect, is het een langjarige oscillatie, of is het gewoon toeval? In het onderstaande artikel wordt de neerslag in Nederland in de 20ste eeuw onder de loep genomen.

INLEIDING

Neerslag is de belangrijkste klimaatfactor, belangrijker dan de temperatuur. Valt er te weinig regen in het groeiseizoen dan leidt dat tot oogstverlies en klagen de boeren. Valt er te veel regen tijdens de oogst dan kunnen de landbouwmachines niet het veld op en lijdt de boer ook schade. Ook een vakantie kan soms behoorlijk in het water vallen. Veel regen in het stroomgebied van de Maas leidt vaak tot overstromingen, met alle nadelige gevolgen van dien. Afgelopen jaar viel er in Nederland een paar keer zo veel regen in een korte periode dat het water niet tijdig weggepompt kon worden. Schade aan privé-eigendommen en eigendommen van bedrijven was het gevolg. Ook voor ons drinkwater zijn we afhankelijk van water dat korter of langer geleden als neerslag het aardoppervlak bereikte.

Min of meer algemeen aanvaard is dat de temperatuur op aarde en ook in Nederland de afgelopen eeuw ongeveer 0.5 °C gestegen is. Het toenemende broeikas-effect ten gevolge van de stijgende CO₂-concentraties in de atmosfeer zal er waarschijnlijk toe leiden dat de temperatuur nog verder stijgt. Maar hoe zit het met de neerslag?

TIJDREEKSANALYSE

Om een indruk te krijgen van veranderingen in neerslaghoeveelheden gedurende de twintigste eeuw zijn aan Buishand & Velds (1980) de neerslaggegevens ontleend voor vijf stations (De Bilt, Gemert, Leeuwarden, Hoofddorp en Winterswijk) voor de jaren 1904 t/m 1979. Voor 1904 waren niet voor alle stations gegevens aanwezig. Voor de jaren 1980 t/m 1998 zijn deze gegevens aangevuld met gegevens uit het Maandoverzicht van het weer (MOW). Omdat Hoofddorp niet voorkwam in de maandoverzichten zijn in de plaats daarvan de gegevens van Schiphol gebruikt (vanaf 1980) dat op een afstand van ca 5 km ligt. Vanaf 1991 komen ook Gemert en Winterswijk niet meer voor in de maandoverzichten en zijn vanaf dat jaar vervangen door respectievelijk Volkel (circa 8 km van Gemert) en Twenthe (circa 30 km van Winterswijk). Het gebruik van nabijgelegen stations kan worden gerechtvaardigd door het feit dat sowieso vrijwel alle neerslagstations gedurende de afgelopen eeuw wel enkele malen verplaatst zijn (Bijv. Leeuwarden in 1920, 1950 en 1974, Hoofddorp in 1913, 1961 en 1973, Winterswijk in 1904, 1907, 1923, 1940 en 1977). Uit de neerslagreeksen is de gemiddelde jaarlijkse neerslag berekend, de standaardafwijking en de trend.

Bovendien is met een F-toets (Casella & Berger 1990) gekeken of de berekende trends statistisch significant zijn. De resultaten staan vermeld in tabel 1.

De meeste stations geven een toename van ongeveer 0.85 mm/jaar (85 mm/eeuw). Ondanks de grote waarde van de trend is deze slechts voor twee van de vijf stations significant bij een betrouwbaarheidsniveau van 90%. Dit komt doordat neerslag van nature een grote variabiliteit vertoont (standaardafwijking groot), waardoor het vrij lastig is om aan te tonen dat een waargenomen toename ook daadwerkelijk significant is.

Om de grote ruis, die altijd aanwezig is in neerslagreeksen, enigszins te reduceren is ook gekeken naar de trend in de jaarlijkse neerslag gemiddeld over de vijf stations. Dit gemiddelde is weergegeven in figuur 1. Nog steeds is de ruis aanzienlijk omdat een nat jaar op het ene station vaak ook een nat jaar is op het andere station. Desalniettemin is de trend significant (P(F) = 4.4%) en bedraagt 87 mm/eeuw. Het verder verhogen van het aantal stations dat in het gemiddelde wordt betrokken heeft waarschijnlijk een betrekkelijk gering effect op de significantie van de berekende trend. Als we mogen aannemen dat de gebruikte vijf stations de onzekerheid van de ruimtelijke verdeling van de neerslag goed representeren zal

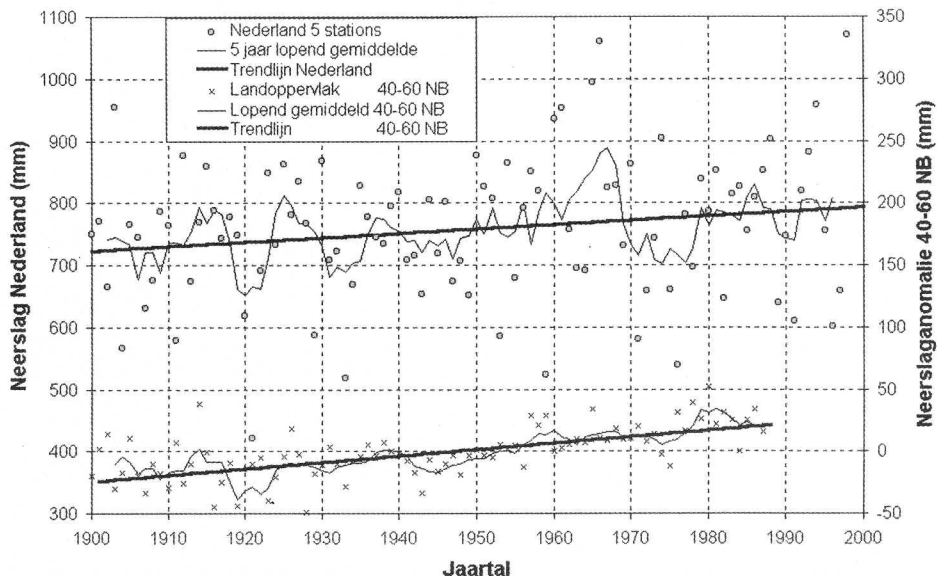
	De Bilt	Gemert Volkel	Leeuwarden	Hoofddorp Schiphol	Winterswijk Twenthe	Gemiddeld 5 stations
Jaarlijkse neerslag mm	783	711	753	768	768	757
Standaardafwijking mm	139	123	106	127	136	116
Trend mm/jaar	0.84	0.70	0.87	1.10	0.84	0.87
F-waarde	2.64	2.32	4.99	5.63	2.78	4.16
P(F) %	10.9	23.2	2.8	2.0	10.0	4.4

Tabel 1. Statistische gegevens van de neerslagreeksen. Trends welke significant zijn bij een betrouwbaarheidsniveau van 90% (P(F) < 10%) zijn vet weergegeven.

een verhoging van het aantal stations tot 20 de kans dat de berekende trend berust op toeval (P(F)) doen dalen van 4.4% naar 4.0%. Een groter aantal stations maakt wel dat men met een grotere zekerheid kan zeggen dat de berekende toename ook daadwerkelijk representatief is voor Nederland.

De gemiddelde (5 stations) jaarlijkse neerslag is weergegeven in figuur 1 door middel van stippen. Een getrokken lijn geeft het lopend gemiddelde weer over 5 jaar en tevens is de trendlijn weergegeven. Gezien de grote temporele variatie is het niet verwonderlijk dat er lange neerslagreeksen nodig zijn vooraleer aantoonbaar is dat een toename significant is. In de eerste helft van de eeuw vertoont het 5-jarig lopend gemiddelde een elfjarige cyclus (zonnevlekken-cyclus?). In de tweede helft van de eeuw is deze cyclus echter niet herkenbaar. Frappant is dat de patronen in het 5-jarig lopend gemiddelde van Nederland deels ook terugkomen in het 5-jarig lopend gemiddelde voor het landoppervlak in de gehele gordel van 40° tot 60°NB (Dai et al. 1997). Ook was voor deze gordel 1921 een extreem droog jaar. De toename voor de gordel van 40° tot 60°NB is iets lager dan die voor de 5 stations in Nederland. De belangrijkste oorzaak (wereldwijd) voor extreme neerslagen is ENSO (El Niño - Southern Oscillation). Voor Nederland (en het grootste deel van West-Europa) lijkt er een verband te zijn tussen El Niño en de neerslag in het voorjaar (zie 'El Niño en het weer in Nederland' op bladzijde 22 van dit nummer).

Het droogste jaar in de periode 1904-1998 was 1921 met slechts 421 mm neerslag (tabel 2). De natste jaren waren 1998 en 1966 met 1071 en 1060 mm neerslag. De



Figuur 1. Jaarlijkse neerslag in Nederland (gemiddeld over de vijf stations) van 1904 t/m 1998 (Bronnen: Buishand en Velds 1980 en Maandoverzicht van het weer), 5 jaar lopend gemiddelde en trendlijn. Ten opzichte van de rechter as is tevens weergegeven het 5-jarig lopend gemiddelde en de trendlijn van de neerslag anomalie gemiddeld over het landoppervlak in de zone tussen 40 en 60 °NB (Dai et al. 1997).

tien droogste jaren zijn redelijk verspreid over de periode. De natste jaren vallen echter allemaal in de jaren vanaf 1950. De kans dat dit op toevallige variaties in de neerslag berust is verwaarloosbaar klein.

NEERSLAGVERDELING OVER NEDERLAND

Om een beter idee te krijgen van de ruimtelijke spreiding van de neerslag over Nederland en de veranderingen daarin is gebruik gemaakt van de neerslagkaartjes voor Nederland in de verschillende jaargangen van de Grote Bosatlas (1964, 1981, 1995) en in Buishand en Velds (1980). De kaartjes zijn gedigitaliseerd met een zelfde legenda weergegeven in figuur 2.

Alle kaartjes vertonen min of meer het-

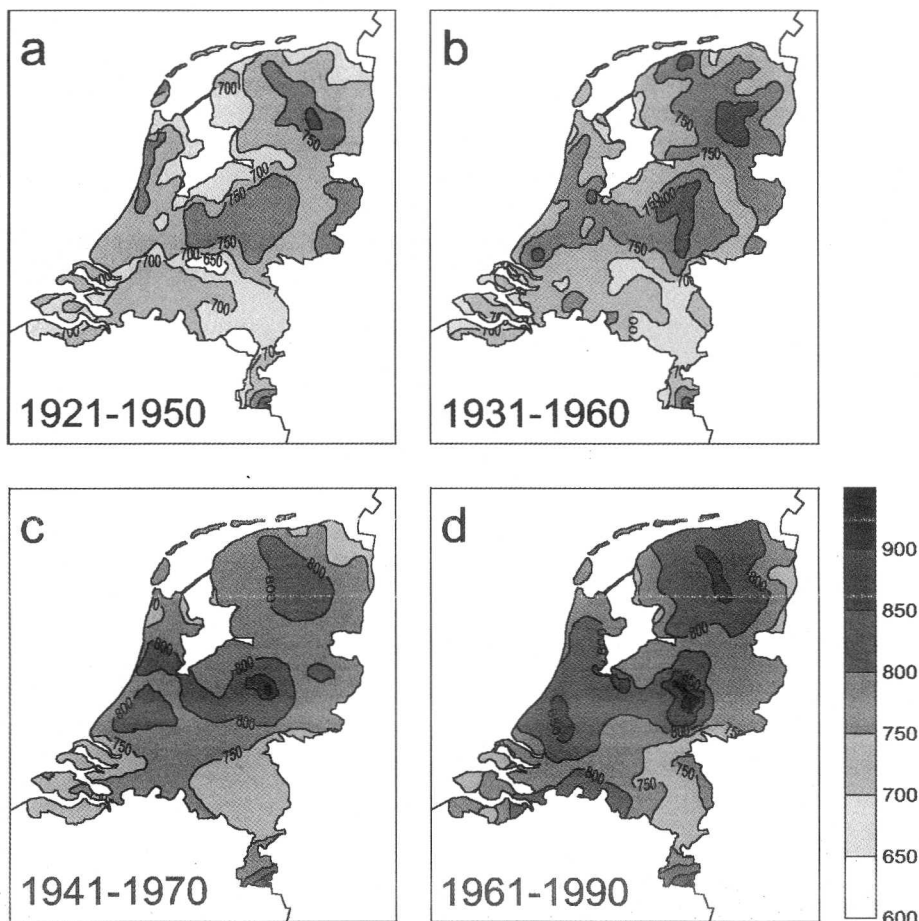
zelfde ruimtelijke patroon: een relatief hoge neerslag op de Veluwe, in Zuidoost-Limburg en in Noord-Drente en een relatief lage neerslag in Zeeland, Oost-Brabant, Noord-Limburg en aan de oevers van het IJsselmeer. In de tijd zijn echter duidelijke veranderingen waarneembaar. In de periode 1921-1950 komt nog op enkele plaatsen een neerslag voor van minder dan 650 mm/jaar, maar deze geringe hoeveelheden vinden we in de latere perioden niet meer terug. Op de overgang van de periode 1931-1960 naar 1941-1970 verdwijnen ook alle gebieden met minder dan 700 mm/jaar van het kaartbeeld. Het vervangen van de vrij normale jaren dertig door de natte jaren zestig (zie figuur 1) heeft tot gevolg dat het vrijwel overal in het land natter wordt. In de periode 1941-1970 zijn zelfs enkele gebieden op de kaart verschenen met meer dan 850 mm/jaar. Bij de overgang van 1941-1970 naar 1961-1990 (een verschuiving van 20 jaar) zijn de verschillen weliswaar iets minder, maar toch is het op de meeste plaatsen natter geworden en het areaal met meer dan 850 mm/jaar is duidelijk uitgebreid. Als over een paar jaar ook de gegevens over 1999 en 2000 bekend zijn zal waarschijnlijk blijken dat de periode 1971-2000 iets droger was dan de periode 1961-1990, omdat de zestiger jaren extreem nat waren. Tenzij 1999 en 2000 erg droog worden zullen de negentiger jaren wel natter zijn dan alle decaden uit de eerste helft van de eeuw.

Rangorde	Droogste jaren		Natste jaren	
	Jaar	Neerslag	Jaar	Neerslag
1	1921	421	1998	1071
2	1933	518	1966	1060
3	1959	524	1965	995
4	1976	539	1994	959
5	1904	567	1961	953
6	1911	578	1960	936
7	1971	580	1974	904
8	1953	585	1988	903
9	1929	588	1993	882
10	1996	602	1950	877

Tabel 2. De tien droogste en de tien natste jaren in de periode 1904-1998 en de gemiddelde neerslag over de vijf stations voor die jaren.

Om de veranderingen nog wat duidelijker tot zijn recht te laten komen zijn de oppervlakken per legenda-eenheid uitgerekend en grafisch weergegeven in figuur 3. Ook hier komen de veranderingen duidelijk tot uiting. In de periode 1921-1950 heeft nog 78% van Nederland een neerslag van minder dan 750 mm. In de periode 1961-1990 is dat teruggelopen tot 11% van het oppervlak van Nederland en heeft 89% van Nederland een neerslag van meer dan 750 mm.

Uit de in figuur 2 weergegeven kaartjes is ook de gebiedsgemiddelde neerslag voor Nederland berekend. Deze wordt in tabel 3 vergeleken met het gemiddelde van de vijf geselecteerde stations voor de overeenkomstige periode en met het gemiddelde van 32 stations (uit het MOW). De gemiddelde neerslag die uit de kaartjes is berekend komt zeer goed overeen met het gemiddelde van de 32 stations uit het MOW. Ook het gemiddelde over 5 stations komt nog goed overeen met het gemiddelde van 32 stations of uit de kaartjes, zij het dat de verschillen iets groter zijn. Deze verschillen vallen echter nog ruim binnen de marges die verwacht mogen worden bij een steekproef van vijf stations in Nederland. De kaartjes lijken zelfs een iets grotere toename aan te geven dan welke berekend is uit de tijdreeksanalyse. Dat wordt mede veroorzaakt door het feit dat de kaartjes gebaseerd zijn op perioden van 30 jaar. De laatste periode (1961-1990) bevat dus nog de zeer natte zestiger jaren. Als over enkele jaren de gegevens voor 1971-2000 bekend worden zal de uit de kaartjes bepaalde toename waarschijnlijk beter overeenkomen met de toename berekend uit de tijdreeksanalyse.



Figuur 2. Jaarlijks neerslag in Nederland voor verschillende perioden (Bronnen: a, b, d: De Grote Bosatlas 1964, 1981 en 1995 en c: Buishand en Velds 1980).

KUNNEN WE HIERUIT CONCLUDEREN DAT NEDERLAND STEEDS NATTER WORDT?

In de eerste plaats zou je twijfels kunnen hebben over de representativiteit van de vijf stations voor Nederland. Gezien de gespreide ligging en het feit, dat de berekende veranderingen voor de verschillende stations van vergelijkbare grootte is, wijst er op dat de stations Nederland redelijk representeren. Ook de relatief goede overeenkomst tussen de langjarig gemiddelden uit de vijf stations en uit de kaartjes wijst in die richting. Dit

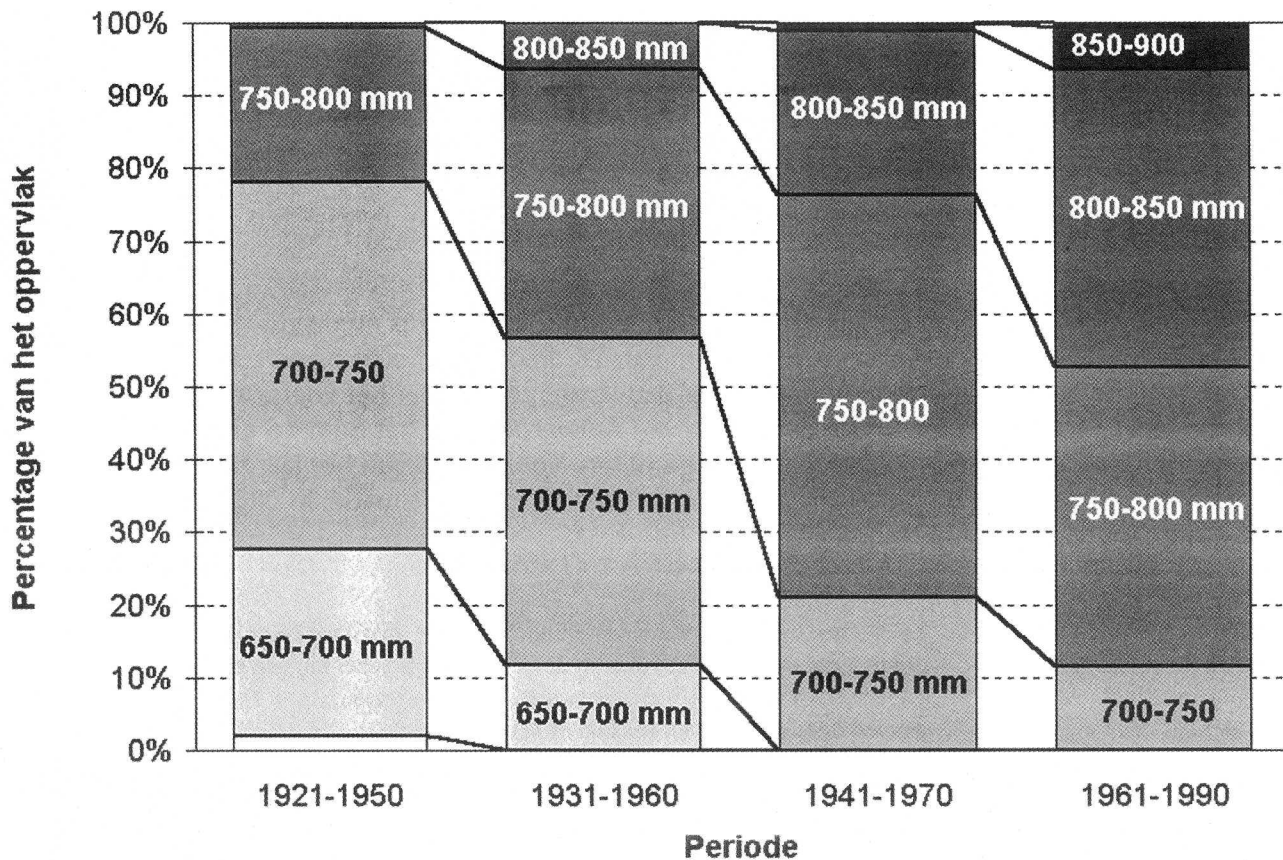
wordt nog ondersteund door het feit dat de patronen in het 5-jarig lopend gemiddelde ook grotendeels worden teruggevonden in het 5-jarig lopend gemiddelde voor de gematigde breedten van het noordelijk halfrond.

In Nederland is dus gedurende de afgelopen eeuw steeds meer neerslag waargenomen, maar is er ook meer neerslag gevallen. De waarnemingsmethoden zijn de afgelopen eeuw uiteraard sterk gewijzigd. Zo is tussen 1945 en 1950 op de meeste weerstations de hoogte van de regenmeter verlaagd van 1.50 m naar 0.40 m. Wind heeft een negatief effect op de efficiëntie van een regenmeter en aangezien het dichterbij de grond minder hard waait mag je aannemen dat de windfout voor een regenmeter op 0.40 m hoogte geringer is. Buishand en Velds beredeneren dat, met uitzondering van enkele direct aan de kust gelegen stations, het effect van de verlaging van de opstellingshoogte zeer gering is (circa 2%). Dit is dus niet voldoende om de waargenomen veranderingen te verklaren.

Door de toenemende verstedelijking komen steeds meer weerstations binnen de invloedssfeer van grote steden te

Periode	Gemiddelde over 32 stations	Gemiddelde over 5 stations	Kaartjes
1921-1950		734	721
1931-1960	742	744	742
1941-1970		780	777
1951-1980	775	776	
1961-1990	794	781	796

Tabel 3. Gemiddelde neerslag voor enkele perioden over 32 stations (MOW), 5 stations (Buishand en Velds, aangevuld met MOW) en uit de kaartjes in figuur 2



Figuur 3. Percentage van het oppervlak van Nederland met de aangegeven hoeveelheid neerslag voor de perioden 1921-1950, 1931-1960, 1941-1970 en 1961-1990.

liggen. Door het warmte-eilandeffect zou daar wel eens wat meer neerslag kunnen vallen. Op enkele van de kaartjes in figuur 2 lijkt ook inderdaad in de omgeving van Amsterdam en Rotterdam meer neerslag te vallen. Meer gebieden in Nederland verstedelijken en het plaatsen van alle weerstations buiten de invloedssfeer van grote steden zou juist betekenen dat een aanwezig effect niet meer gemeten wordt. Een andere mogelijke oorzaak voor een veranderend neerslagregime in Nederland zou kunnen zijn dat een aanzienlijk deel van de voormalige Zuiderzee drooggelegd is (1930 Wieringermeer, 1942 Noordoost Polder, 1957 Oostelijk Flevoland en 1968 Zuidelijk Flevoland). Waarschijnlijk zijn er ook andere oorzaken, daar de neerslag in de gehele gordel van 40° tot 60°NB toegenomen is.

Kortom alle gegevens wijzen er op dat Nederland in de afgelopen eeuw steeds natter geworden is. Of deze trend zich op lange termijn doorzet is op grond van deze gegevens niet te zeggen. De waargenomen veranderingen zouden ook deel uit kunnen maken van een zeer langzame oscillatie. Om daarover uitspraken te doen zou je de oorzaak van de veranderingen moeten kennen. Het is echter lastig om op grond van de

waargenomen toename een uitspraak te doen over de oorzaak. Zwiers en Kharin (1998) hebben met behulp van een global circulation model onderzocht wat de te verwachten veranderingen zijn in verschillende klimaatparameters, waaronder neerslag, als de CO₂ concentratie in de atmosfeer verdubbeld zal zijn (waarschijnlijk medio volgende eeuw). Voor de neerslag in Nederland vinden ze dan een toename van de jaarlijkse neerslag van ongeveer 90 mm. Het broeikaseffect zou dus wel eens voor een wat hogere neerslag kunnen zorgen in de komende eeuw. Of de hier waargenomen toename daar iets mee te maken heeft is echter niet te zeggen.

Concluderend kunnen we zeggen dat de in Nederland waargenomen neerslaghoeveelheden de afgelopen eeuw toegenomen zijn. Deze toename is statistisch significant en is groter dan de gemiddelde toename op de gematigde breedten van het noordelijk halfrond. De toename is waarschijnlijk niet alleen het gevolg van de veranderde waarnemingsmethoden. Op grond van de statistische analyse is het echter niet mogelijk de oorzaak aan te wijzen. Verstedelijking en de inpoldering van een groot deel van de Zuiderzee kunnen niet uitgesloten worden als

oorzaken, maar zijn waarschijnlijk niet de enige oorzaak. Mogelijk houdt de toegenomen neerslag ook verband met het toegenomen broeikaseffect.

DANKWOORD

Ik wil Annemiek van Driel bedanken die als student in het kader van een keuzevak klimatologie dit onderwerp bestudeerde en een groot deel van de neerslaggegevens in de computer heeft gebracht.

Literatuur

- Anonymus 1964, 1981, 1995. De grote Bosatlas. Wolters-Noordhoff bv, Groningen.
- Buishand, T.A. & C.A. Velds, 1980. Neerslag en verdamping. K.N.M.I., De Bilt, 206 pp.
- Casella, G. & R.L. Berger, 1990. Statistical inference. Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software, Pacific Grove, California.
- Dai, A., I.Y. Fung & A.D. del Genio, 1997. Surface observed land precipitation variations during 1900-88. *J. Climate* 10: 2943-2962.
- MOW, 1980-1998. Maandoverzicht van het weer. K.N.M.I., De Bilt.
- Zwiers, F.W. & V.V. Kharin, 1998. Changes in the extremes of the climate by CCC GCM2 under CO₂ doubling. *J. Climate* 11: 2200-2222.