

# Droge zomers in zicht

Nieuwe klimaatscenario's KNMI



FOTO: WIM HOLLEMANST/WFA

**Klimaatscenario's helpen ons te anticiperen op klimaatveranderingen. Het KNMI verwerkt er regelmatig recente inzichten in, bijvoorbeeld over de onzekerheid en voorspelbaarheid van het klimaat. De vier nieuwe scenario's voor Nederland doen een stap in die richting. Al zit er venijn in de schommelingen van jaar tot jaar.**

**M**ensen plannen graag, en houden daarbij rekening met verschillende mogelijke toekomsten. Scenario's zijn plausibele uitspraken over een mogelijke maar niet precies voorspelbare toekomst. Die baseer je op de beste kennis die je hebt. Dus in het geval van een tuinfeest in de zomer in Nederland houd je rekening met regen en zon, maar niet met sneeuw.

In de maatschappij werkt het op dezelfde manier. Nederland heeft te maken met klimaatverandering. Klimaatscenario's vormen een belangrijk hulpmiddel om na te gaan of we goed zijn voorbereid op die veranderingen. En dat is relevant voor veel sectoren. Denk aan waterbeheer, kustbescherming, landbouw, energie-sector, luchtkwaliteit, natuurbeheer, sport en toerisme.

In mei vorig jaar presenteerde het KNMI een nieuwe set klimaatscenario's, gebaseerd op de laatste inzichten. Hoe zijn we te werk gegaan? In hoeverre verschillen de nieuwe scenario's van voorgaande? En welke conclusies zijn eruit te trekken?

## Keuzen

Allereerst hebben we een aantal belangrijke keuzen gemaakt in overleg met gebruikers van de scenario's, degenen die actief zijn bij beleid en uitvoering in de eerder genoemde sectoren. Het ging om een keuze van de tijdshorizon en selectie van weervariabelen waarover een uitspraak wordt gedaan. Zo kozen we ervoor de toestand van 2050 ten opzichte van die van 1990 te voorspellen, omdat dat voor de planning van aanpassingen een reële planningshorizon is. De meeste planners kijken niet verder vooruit.

Verder hebben we specifieke weerselementen geselecteerd. Het gaat immers om meer dan de temperatuur alleen. Veel van de effecten hebben te maken met te veel of juist te weinig water, en daarom zijn veranderingen in de neerslag ook van groot belang. Ook verandering in het windklimaat en de stijging van de zeespiegel hebben effecten. Verder is het niet alleen van belang te kijken naar het jaargemiddelde, maar ook onderscheid te maken tussen zomer en winter. Voorbeelden van gekozen variabelen zijn de seizoensgemiddelde temperatuur, de koudste winterdag, de warmste zomerdag, het aantal natte dagen, een maat voor extreme neerslag en de stijging van de zeespiegel.

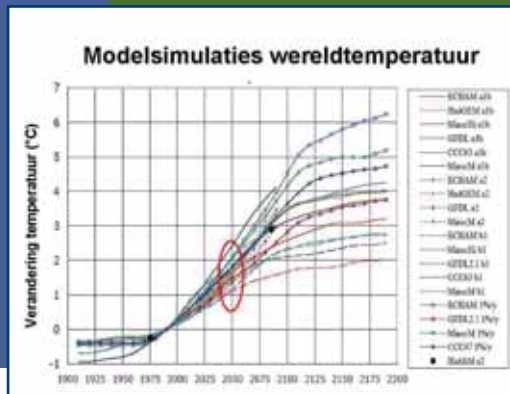
De scenario's geven voor elk van deze variabelen de klimatologisch gemiddelde waarde voor het midden van de 21ste eeuw. Die getallen zijn in twee stappen tot stand gekomen. Eerst hebben we een groep mondiale klimaat-

Foto: De alsmaar drogere zomers vereisen maatregelen op vele fronten.

De organisatie van de Nijmeegse Vierdaagse kwam erachter in 2006.

De gaste editie van dit evenement werd geteisterd door een enorme hitte. Pas toen er op de eerste dag twee doden vielen, drong de ernst van de situatie door. Het festijn werd voortijdig afgebroken.

**Figuur 1: Wereldgemiddelde temperatuurstijging ten opzichte van 1990, berekend door een aantal mondiale klimaatmodellen**



modellen geanalyseerd om het effect van de toename van broeikasgassen te verkennen op wereldschaal. Vervolgens hebben we dat vertaald naar Nederland.

Figuur 1 toont het verloop van de wereldgemiddelde temperatuur van 1900 tot 2100, voor verschillende modellen en emissiescenario's. De simulaties zijn uitgevoerd in aanloop naar het 4e rapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), dat dit jaar zal verschijnen. Het rapport is er nog niet, maar deze modelresultaten zijn al beschikbaar voor verder onderzoek. Het is zeer prijzenswaardig dat de grote centra hun gegevens niet onder de pet houden, maar deze beschikbaar hebben gesteld voor analyses zoals de onze.

Klimaatmodellen zijn natuurlijk niet perfect, en er zijn ook geen verificaties van klimaatverwachtingen voor vijftig jaar vooruit. We hebben de modellen echter veelvuldig met elkaar en met actuele waarnemingen vergeleken. Modellen vormen daarom een goede, of liever gezegd, de best mogelijke basis voor het opstellen van klimaatscenario's. We hebben op het KNMI wel een selectie gemaakt uit de beschikbare modellen, en alleen modellen gebruikt die belangrijke grootheden in het verleden enigszins behoorlijk beschrijven.

#### Vier scenario's

Uit figuur 1 blijkt dat voor 2050 de range van wereldtemperaturen tussen de +1 en +2°C ligt. Die variatie komt voort uit de verschillen in emissiescenario's, maar ook door de diversiteit aan modellen, die in feite aangeeft hoe beperkt onze kennis van het klimaatsysteem is – of hoe beperkt voorspelbaar dit systeem is. Opmerkelijk is dat die modelonzekerheid tot 2050 het belangrijkste is. Op grond van deze grafiek zijn wereldtemperatuurstijgingen van +1 en +2°C verder verkend.

Er blijkt echter meer aan de hand te zijn. In sommige modellen treden namelijk ook veranderingen in de (gemiddelde) windrichting op. Dat is niet zo vreemd, want de opwarming van de aarde gaat niet overal even snel of met dezelfde dynamiek. Veranderingen in temperatuurverschillen leiden tot luchtdruk- en circulatieverschillen. Dat is te zien in sommige modellen, maar niet in alle-

**De opwarming zet door, de winters worden natter, de zomerbuien heviger en de zeespiegel blijft stijgen.**

**Klimaatmodellen zijn niet perfect, maar vormen de best mogelijke basis voor het opstellen van klimaatscenario's.**

maal. We weten dat de windrichting grote invloed heeft op het klimaat in Nederland. De westenwinden brengen immers de invloed van de zee. In onze scenario's hebben we daarom ook deze effecten onderzocht.

Zo komen we tot vier scenario's. We duiden ze aan als G, G+, W en W+ (figuur 2). Bij scenario G wordt uitgegaan van een gematigde wereldgemiddelde temperatuurstijging van +1°C, en er is aangenomen dat er geen significante veranderingen in luchtstroming zijn. Bij G+ is de wereldgemiddelde temperatuurstijging nog steeds +1°C, maar is bepaald wat het additionele effect is van meer westenwind in de winter en meer oostenwind in de zomer. Hierdoor worden zachtere winters en drogere zomers verwacht. W is het warme scenario van +2°C wereldgemiddelde temperatuurstijging, en ook daarbij onderscheiden we twee varianten, een W en een W+.

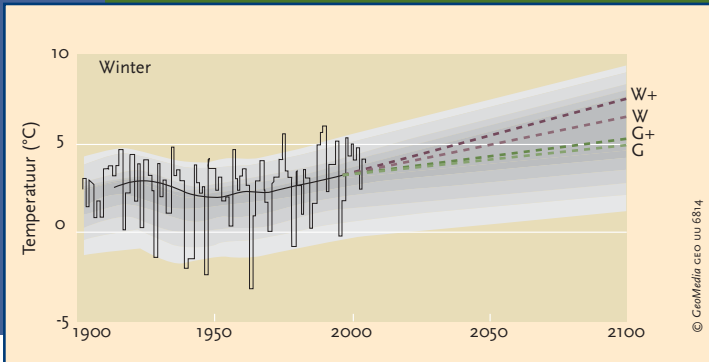
Vervolgens hebben we de grootschalige veranderingen vertaald naar Nederland. Daarbij maakten we gebruik van regionale klimaatmodellen uit het Europese Prudence project, en vooral het regionale klimaatmodel Racmo (dat op het KNMI ontwikkeld en gevalideerd is). Daarnaast hebben we lokale waarnemingen gebruikt om de lokale verandering van de neerslag- en temperatuurextremen te bepalen. Voor zeespiegel en wind voegen de regionale modellen niet veel toe. Die scenario's zijn dan ook direct uit de mondiale modellen afgeleid. De details over de procedure zijn te vinden op [www.knmi.nl/klimaatscenarios](http://www.knmi.nl/klimaatscenarios), waar ook een wetenschappelijk rapport kan worden opgehaald.

De resultaten van de berekeningen staan in de tabel (pag. 12): vier scenario's, met de verwachte veranderingen in het langjarige gemiddelde. Zo kun je zien dat de gemiddelde zomerneerslag in het gematigde G-scenario 3 procent stijgt. Dat is te begrijpen, want als het warmer wordt komt er ook meer waterdamp in de lucht. Als echter de wind meer oostelijk wordt (scenario G+), verandert die 3 procent toename in 10 procent afname. De invloed van de zee neemt af, en het klimaat krijgt 's zomers een meer continentaal karakter. In het warme scenario vind je iets dergelijks: + 6 procent voor W en -19 procent voor W+.

**Figuur 2: Indeling van de KNMI'06 klimaatscenario's**

Luchtstromingspatronen	gewijzigd	Gematigd + verandering (G+)	Warm + verandering (W+)
	ongewijzigd	Gematigd (G)	Warm (W)
		+1°C	+2°C
Wereldtemperatuur			

**Figuur 3: Waargenomen gemiddelde wintertemperatuur vanaf 1900 en de scenario's voor 2050**



**Verschillen**

Het algemene beeld van deze nieuwe KNMI-klimaat-scenario's is vrij consistent met de vorige generatie scenario's, die rond 2000 zijn opgesteld voor de Commissie Waterbeheer 21ste eeuw (WB21). De opwarming zet door, de winters worden gemiddeld natter, de zomerbuien worden heviger, de verandering in de extreme windsnelheden blijft vrij onduidelijk, en ook de zeespiegel blijft stijgen.

Maar er zijn ook nieuwe elementen. Voorheen werd nog geen rekening gehouden met veranderingen in luchtstromingspatronen. Dat is door de verbeterde modellen nu wel mogelijk. Ook is er vooraf veel intensiever overleg geweest met de gebruikers van klimaat-scenario's.

Maar ook inhoudelijk zijn er verschillen. Het laagste WB21-scenario (+0,5°C temperatuurstijging in 2050) is vervallen – een beslissing ingegeven door de model-berekeningen uit figuur 1. Daarnaast is veel beter in kaart gebracht dat de zomers wel eens fors droger kunnen gaan uitvallen dan tegenwoordig. De 'droge' scenario's G+ en W+ zijn duidelijk verschillend van de WB21-scenario's, en hebben mogelijk ook grote gevolgen

*De nieuwe scenario's brengen veel beter in kaart dat de zomers wel eens fors droger kunnen gaan uitvallen dan tegenwoordig.*

voor diverse sectoren in de samenleving. Denk maar eens aan de zomer van 2003, toen elektriciteitscentrales koelwaterproblemen hadden, waterlopen werden omgelegd om uitdroging van venige gronden te voorkomen (met verzakkende huizen als gevolg), en de dijk bij Wilnis het begaf door droogteschade.

De bandbreedte van de zeespiegelstijging is in de nieuwe scenario's wat kleiner dan in de WB21-scenario's, maar dat komt vooral omdat we de lage schatting naar boven hebben bijgesteld. Voor 2050 komen we op een range van 15 tot 35 cm zeespiegelstijging. Er is in de berekeningen rekening gehouden met een mogelijk versneld afsmelten van Groenland, maar de effecten daarvan op korte termijn zijn nog gering. Op de lange termijn zal de zeespiegel naar verwachting veel sterker stijgen – maar dan spreek je over eeuwen.

Ten slotte is de natuurlijke variabiliteit wat beter in kaart gebracht. De scenario's geven de verandering van de klimatologisch gemiddelde waarde van de groot-heden in de tabel aan, maar we moeten ook rekening houden met de natuurlijke variabiliteit om een compleet beeld van ons mogelijke toekomstige klimaat te verkrijgen. Figuur 3 toont bijvoorbeeld de gemiddelde wintertemperatuur, mét waargenomen pieken en dalen rond het gemiddelde.

De waarnemingen tonen de grilligheid van het verloop. De fluctuaties hebben grotendeels een natuurlijke oorsprong: vulkanen, de zon en toevallige schommelingen in het klimaatstelsel kunnen de variabiliteit grotendeels verklaren. Maar de menselijke invloed neemt toe. Aërosolen beïnvloeden de stralingshuishouding van de atmosfeer, net als de stijgende concentraties broeikasgassen. Die effecten vormen de basis van de stijgende trend die in de scenario's tot uiting komt.

Bij alle scenario's moeten we echter goed in de gaten houden dat de natuurlijke variabiliteit ook in de toekomst kan zorgen voor schommelingen op allerlei tijdschalen, van jaar tot jaar, over tientallen jaren, enzo-voorts. De verwachte evolutie van de wintertemperatuur ligt binnen de band die is aangegeven, maar het kan de komende jaren dus best kouder worden, of juist warmer. Goed aanpassingsbeleid houdt daar rekening mee. ■

**Veranderingen in 2050 ten opzichte van 1990 <sup>1)</sup>**

	G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging	+1°C	+1°C	+2°C	+2°C
Verandering in luchtstromingspatronen	nee	ja	nee	ja
<b>Winter</b>				
Gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,1°C	+1,8°C	+2,3°C
Koudste winterdag per jaar	+1,0°C	+1,5°C	+2,1°C	+2,9°C
Gemiddelde neerslaghoeveelheid	+4%	+7%	+7%	+14%
Aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	0%	+1%	0%	+2%
10-daagse neerslagsom die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+4%	+6%	+8%	+12%
Hoogte daggemiddelde windsnelheid per jaar	0%	+2%	-1%	+4%
<b>Zomer</b>				
Gemiddelde temperatuur	+0,9°C	+1,4°C	+1,7°C	+2,8°C
Warmste zomerdag per jaar	+1,0°C	+1,9°C	+2,1°C	+3,8°C
Gemiddelde neerslaghoeveelheid	+3%	-10%	+6%	-19%
Aantal natte dagen (≥ 0,1 mm)	-2%	-10%	-3%	-19%
Dagsom van de neerslag die eens in de 10 jaar wordt overschreden	+13%	+5%	+27%	+10%
Potentiële verdamping	+3%	+8%	+7%	+15%
<b>Zeespiegel</b>				
Absolute stijging	15-25 cm	15-25 cm	20-35 cm	20-35 cm

1) Voor details zie [www.knmi.nl/klimaatsscenarios](http://www.knmi.nl/klimaatsscenarios)

**Bronnen**

- Bart van den Hurk, Albert Klein Tank, Geert Lenderink, Aad van Ulden, Geert Jan van Oldenborgh, Caroline Katsman, Henk van den Brink, Franziska Keller, Janette Bessembinder, Gerrit Burgers, Gerbrand Komen, Wilco Hazeleger & Sybren Drijfhout 2006. KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands.
- KNMI Scientific Report WR 2006-01, te downloaden van [www.knmi.nl/klimaatsscenarios](http://www.knmi.nl/klimaatsscenarios).