

# Het klimaat verandert. En de duinen?

JOHN VAN BOXEL

**Recent werden we geconfronteerd met de grillen van ons klimaat. Het lijkt wel of extremen tegenwoordig vaker voorkomen. Is dat zo en zo ja, komt dat door het broeikas effect? En wat betekent dat dan voor de duinen? Dit zijn de vragen die in dit artikel aan de orde komen.**

Lang is het klimaat beschouwd als iets constants, in ieder geval gedurende een mensenleven. Tegenwoordig weten we dat het klimaat verandert, mede door menselijke invloeden. Nu in augustus en september vele delen van Europa werden getroffen door extreem zware neerslag, dringt het besef door dat een klimaatverandering meer betekent dan alleen een hogere temperatuur. Men vraagt zich af welke gevolgen dat heeft voor maatschappij en natuur. Klimaatveranderingen zullen ook belangrijke gevolgen hebben voor het duinecosysteem.

## Klimaat in het verleden

De afgelopen miljoen jaar werd het aardklimaat gekenmerkt door een afwisseling van ijstijden en warme perioden. 15.000 jaar geleden waren grote delen van Noord-Europa, Siberië en Canada overdekt door dikke ijskappen. De Noordzee stond helemaal droog en Nederland had een guur en winderig klimaat. Na die ijstijd warmde de aarde ongeveer 6 °C op en steeg de

zeespiegel ruim 100 meter door het smelten van de ijskappen. Scandinavië, bevrijd van zijn zware ijslast, begon langzaam te stijgen, terwijl Nederland tegelijkertijd daalde. Door deze bewegingen daalt Nederland nu nog ongeveer 10 centimeter per eeuw. De snelle veranderingen na de laatste ijstijd werden gevolgd door een warme periode met een vrij stabiel klimaat.

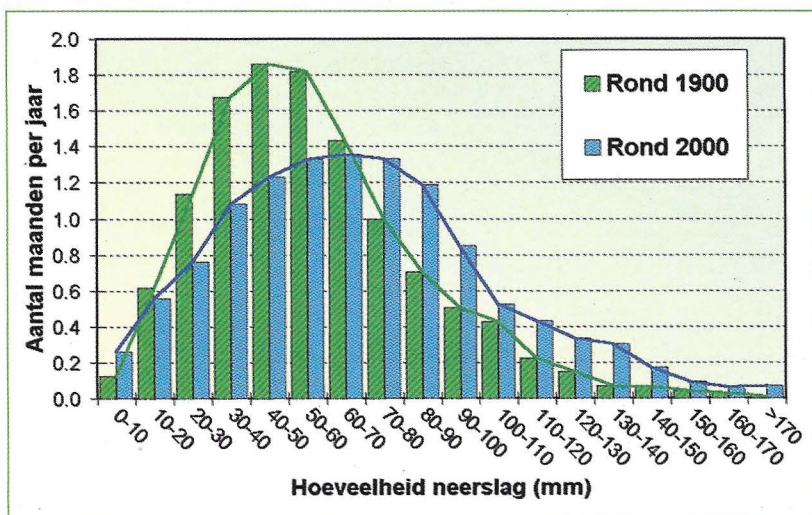
## Klimaatveranderingen in de 20e eeuw

In de 20e eeuw steeg de gemiddelde temperatuur wereldwijd met ongeveer 0,9 °C; een grote verandering binnen 100 jaar. De laatste 10 jaar van de 20e eeuw waren zelfs de warmste van het millennium.

De hoeveelheid regen op aarde nam ongeveer 2,5% toe. Sommige gebieden werden veel natter, terwijl andere juist droger werden. De gematigde breedten op het noordelijk halfrond werden ongeveer 5% natter, Nederland kreeg 10% meer neerslag, hoewel de neerslagduur niet toenam. De neerslagintensiteit is dus wel toegenomen, vooral door het vaker voorkomen van zware buien. De extreem zware buien die in augustus de daken vernielden van verschillende zwembaden en andere gebouwen kunnen hier een voorbeeld van zijn.

De duinen hebben een groot waterbergend vermogen. De grondwaterstand in de duinen wordt niet bepaald door één bui, maar door de neerslag in een langere periode, bijvoorbeeld een maand. Met simpele statistische technieken is voor het begin en voor het einde van de 20e eeuw geschat wat de kans was op maanden met 0-10 mm regen (gemiddeld over Nederland), 10-20 mm, enzovoort. In figuur 1 is duidelijk te zien dat de neerslagverdeling veranderd is. Natte maanden komen aan het einde van de eeuw veel vaker voor. Recente veranderingen van de grondwaterstand in de duinen hebben niet alleen te maken met het waterbeheer, maar ook met het klimaat. Doordat vaker erg natte maanden voorkomen moet ook vaker overlast verwacht worden door hoge grondwaterstanden in de duinen.

Figuur 1: Neerslagverdeling gemiddeld voor Nederland aan het begin van de 20ste eeuw en aan het einde.





Door de vergrassing en ver-  
ruiging verdwijnen de ka-  
rakteristieke verstuivingen  
uit het duingebied (foto:  
John van Bortel).

## Oorzaken klimaatveranderingen

Twee belangrijke oorzaken voor klimaatveranderingen zijn veranderingen in de intensiteit van de zonnestraling en veranderingen in de hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer. Daarnaast zijn de bewolkingsgraad en de sneeuwbedekking belangrijk. Verder zijn er tal van ingewikkelde wisselwerkingen die het klimaat beïnvloeden.

Door de aanwezigheid van broeikasgassen en wolken is het aardoppervlak 31 °C warmer dan wanneer de aarde geen atmosfeer zou hebben. De belangrijkste broeikasgassen in de atmosfeer zijn waterdamp, kooldioxide, methaan, lachgas en CFK's. Laten we de invloed van waterdamp en wolken buiten beschouwing, dan wordt ongeveer 60% van het broeikaseffect veroorzaakt door kooldioxide, 20% door methaan en 20% door de rest.

Sinds de industriële revolutie zijn de concentraties van alle broeikasgassen sterk toegenomen. De kooldioxideconcentratie is met meer dan 35% gestegen door de verbranding van fossiele brandstoffen en het kappen van tropische regenwouden. Vrijwel alle meteorologen en klimatologen zijn ervan overtuigd dat de stijgende concentraties broeikasgassen het klimaat op aarde nu al beïnvloeden. Het KNMI heeft aangetoond dat de wereldwijde temperatuurstijging in de 20e eeuw voor ongeveer 0,2 °C werd veroorzaakt door natuurlijke oorzaken, zoals variaties in zonnestraling, vulkanisme en El Niño. Het grootste deel (0,7 °C) komt door het versterkte broeikaseffect.



Als het te hard regent kan  
het water niet meer infil-  
treren, zelfs niet in het  
goed doorlatende duin-  
zand (foto: Bas Arens).

## Klimaatveranderingen in de 21e eeuw

De temperatuur op aarde is gestegen, de gemiddelde hoeveelheid neerslag toegenomen, op veel plaatsen vallen vaker zware buien en de zeespiegel stijgt ongeveer 10 cm per eeuw (20 cm in Nederland door de extra bodemdaling). De kooldioxideconcentraties zullen in de 21e eeuw blijven toenemen. Zelfs bij een stabilisatie van de kooldioxideproductie, zoals afgesproken in Kyoto in 1997, blijven de concentraties voorlopig toenemen en vlakt de toename pas de tweede helft van deze eeuw duidelijk af.

Waarschijnlijk zal de kooldioxideconcentratie nog voor 2050 verdubbeld zijn vergeleken met de natuurlijke concentraties van een paar eeuwen geleden.

## Warmer en natter

De klimaatmodellen voorspellen in die situatie een warmer en natter klimaat voor de aarde als geheel. Er wordt een temperatuurstijging verwacht van 1,5 tot 4,5 °C; daarbij verandert er in de tropen weinig, maar kunnen de poolstreken wel 8 °C warmer worden. De hoeveelheid neerslag zal gemiddeld nog zo'n 3 tot 5% toenemen en de kans op zware buien - zoals we die deze zomer op zoveel plaatsen hebben gezien - wordt steeds groter. Voor de zeespiegel wordt een stijging verwacht tussen de 20 en 80 cm per eeuw. We weten niet precies hoeveel, omdat het niet bekend is of de hoeveelheid ijs en sneeuw op Antarctica zal afnemen door de hogere temperaturen, of juist zal toenemen door meer neerslag (sneeuw).

## Gevolgen voor de duinen

De eerste zorg is natuurlijk of de duinen niet wegspoelen als de zeespiegel stijgt, vooral als ook de stormfrequentie zou toenemen. Of er meer stormen zullen komen, is met klimaatmodellen moeilijk te voorspellen. Op theoretische gronden verwacht je meer stormen, maar hiervoor zijn nog niet veel aanwijzingen gevonden, zodat dat nog niet zeker is. Rijkswaterstaat heeft berekend dat de duinen een zeespiegelstijging van 0,5 tot 1 meter nog aankunnen. Bij de verwachte stijging van 20 tot 80 centimeter kunnen de duinen deze eeuw dus nog behouden blijven.

## Minder arme laagten

Temperatuurveranderingen en wijzigingen in de neerslag zullen gevolgen hebben voor de duinen en de planten die er voorkomen. Van nature zijn de Nederlandse duinen grotendeels



In de voor het duingebied karakteristieke verstuiwingen ontstaan de meest fantastische vormen (foto: John van Boxel).

arm aan voedingsstoffen. Door de hoge doorlatendheid van het zand verdwijnt de regen snel in de bodem. Op de laaggelegen stukken is het zand lang vochtig en daar ontwikkelden zich in het voedselarme milieu vaak bijzondere vegetaties. Op hogere delen komt vaak droogte voor, vooral op zuidhellingen, waar de zomerzon bijzonder fel kan zijn. Hier kunnen stuifkuilen ontstaan, die eventueel uitgroeien tot groot-schalige verstuiwingen.

Eeuwenlang heeft de mens met wisselend succes verstuiwingen bestreden. In de tweede helft van de 20e eeuw verandert dat. De hoeveelheid regen nam toe, waardoor minder droogte voorkwam. Bovendien bevat de regen door luchtvervuiling steeds meer nitraat, een belangrijke voedingsstof voor planten. Planten die het goed deden in het voedselarme duinmilieu met zijn droogtes, leggen het nu af tegen sneller groeiende soorten die gebruik maken van de

Als de grondwaterspiegel stijgt worden verstuiwingen vastgelegd, maar er kunnen ook prachtige natte duinvalleien ontstaan (foto: John van Boxel).



beschikbare voedingsstoffen. Het gevolg is een vergrassing en verruiging van de duinvegetaties. Daardoor ontstaan er minder nieuwe verstuiwingen en groeien bestaande verstuiwingen sneller dicht. Zo dreigt de verstuiwing, een voor het duingebied karakteristieke landschapsvorm, te verdwijnen. Daarom zijn duinbeheerders op grote schaal overgegaan tot het kunstmatig initiëren van verstuiwingen, met wisselend succes.

## Minder verstuiwingen

Bij een verdere toename van de neerslag kunnen vergrassing en verruiging verder voortschrijden en zullen nauwelijks nog nieuwe verstuiwingen ontstaan. De slaagkans van verstuiwingexperimenten zal daardoor afnemen. Als er meer stormen en meer wind zouden komen zou de slaagkans van verstuiwingsprojecten toe kunnen nemen, maar hierover valt nog niet zoveel te zeggen.

Het vaker voorkomen van perioden met veel regen geeft ook vaker hoge grondwaterstanden in de duinen. Voor het ontstaan van natte duinvalleien is dat gunstig. Omdat er met de regen meer voedingsstoffen in de duinen terechtkomen, kunnen voedselarme, natte milieus alleen in stand gehouden worden door regelmatig maaien of plaggen. Het vaker optreden van hogere waterstanden zal ook aanleiding geven tot overlast in de omgeving van de duinen.

## Conclusies

De afgelopen eeuw is het wereldklimaat en het klimaat van West-Europa veranderd, grotendeels door versterking van het broeikaseffect. Omdat de concentraties van broeikasgassen in de 21e eeuw blijven toenemen zal het klimaat verder veranderen. Voor West-Europa verwachten we een warmer klimaat met meer neerslag en zwaardere buien. De zeespiegel zal stijgen, maar het is niet helemaal duidelijk hoe snel. Over de toename van de stormfrequentie of stormintensiteit valt nog niet veel te zeggen. Het lijkt vooralsnog mogelijk de duinen te behouden, maar het duinecosysteem zal zeker reageren op de klimaatveranderingen. Door het vaker voorkomen van erg natte perioden zullen ook vaker hoge grondwaterstanden voorkomen. Dit is gunstig voor natte duinecosystemen, maar leidt ook tot overlast in de omgeving. De toenemende neerslag verlaagt de slaagkans van verstuiwingsprojecten.

DR. IR. J.H. VAN BOXEL IS DOCENT KLIMATOLOGIE AAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM (AARDWETENSCHAPPEN/FYSISCH GEORGRAFIE).