



DE  
BOSATLAS  
VAN  
WEER EN KLIMAAT

# Inhoud

Voorwoord 5

Inhoud 6

1 Weer en klimaat 8

2 Nederlands weer 20

3 Klimaatverandering 32

4 Temperatuur 46

5 Neerslag en verdamping 58

6 Zon en wolken, vocht en mist 70

7 Luchtdruk en wind 80

8 Sneeuw, hagel en ijzel 88

9 Klimaat effecten 96

10 Weer- en klimaatonderzoek 110

Trefwoordenregister 118

Adviseurs en adviserende instanties 120



1

## Weer en klimaat

Het gemiddelde weer 10

Klimaatindeling 12

Weersverwachting 14

Extremer weer en veranderend  
klimaat 16

Kijkje in het weer- en klimaat-  
systeem 18



6

## Zon en wolken, vocht en mist

Zon en straling 1991-2020 72

Vocht en mist 1991-2020 74

Zonne-energie en slecht zicht 76

Welke wolk is dat? 78



2

## Nederlands weer

Normaal weer 22

Gevaarlijk weer 24

Feestelijk weer 26

Sportief weer 28

Extreem weer door de eeuwen heen 30



7

## Luchtdruk en wind

Luchtdruk en wind 1991-2020 82

Windenergie 84

Caribisch Nederland 86



3

## Klimaatverandering

Natuurlijke oorzaken 34

Menselijke invloeden 36

Wat merken we er nu al van? 38

Toekomstscenario's voor de wereld 40

Toekomstscenario's voor Nederland 42

Klimaatbeleid 44



8

## Sneeuw, hagel en ijzel

Sneeuw en hagel 1991-2020 90

Gevolgen voor de mens 92

Hoe ontstaan sneeuw, hagel en  
ijzel? 94



4

## Temperatuur

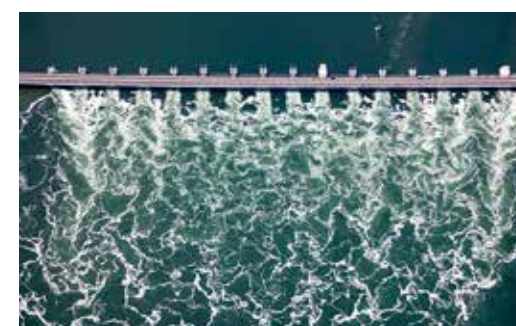
Gemiddelde temperatuur 1991-2020 48

Maxima en minima 1991-2020 50

Temperatuurveranderingen 52

Afkoelen en opwarmen 54

Hitte- en koudegolven 56



9

## Klimaat effecten

Effecten op de natuur 98

Wateroverlast 100

Gevolgen voor de gezondheid 102

Het energienet van de toekomst 104

Nederland over honderd jaar 106

Stijgend water 108



5

## Neerslag en verdamping

Neerslag 1991-2020 60

Neerslag en verdamping 1991-2020 62

Ontwikkelingen in de tijd 64

Extreme droogte en hevige neerslag 66

Satellietwaarnemingen 68



10

## Weer- en klimaatonderzoek

Weermetingen 112

Neerslagmetingen 114

Weer- en klimaatmodellen 116

# Extremer weer en veranderend klimaat

Het weer wisselt van dag tot dag en van plek tot plek. Weerextremen zijn zeldzame, zeer grote afwijkingen. In Nederland zijn dat bijvoorbeeld hittegolven, zware neerslag of langdurige droogte. Deze extremen krijgen de laatste jaren meer aandacht in de media, deels omdat de maatschappij kwetsbaarder wordt, deels omdat de kans op extreem weer toeneemt door klimaatverandering.

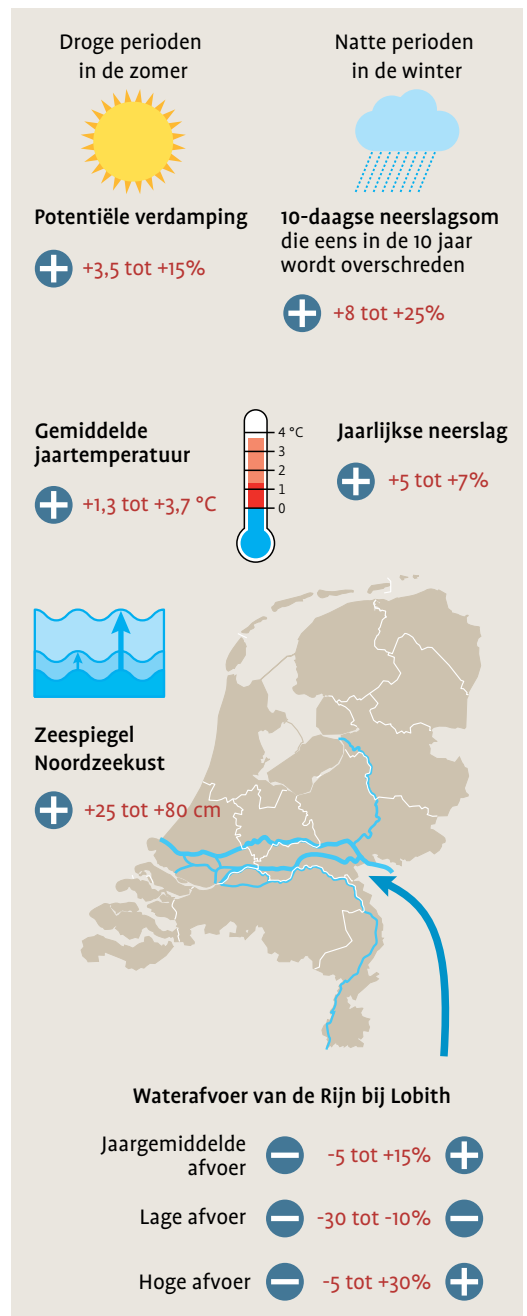
## 1 Extreem weer in Nederland

Eens in de circa acht jaar maakt het KNMI voor Nederland scenario's van een mogelijk toekomstig klimaat. Deze eeuw krijgen we te maken met hogere temperaturen, een sneller stijgende zeespiegel, nattere winters, heftigere buien en drogere zomers. 's Zomers vervoeren de grote rivieren minder water, 's winters meer. Ook nu is er al regelmatig sprake van een weerrecord. In 2019 steeg de temperatuur hier voor het eerst tot boven de 40 °C.

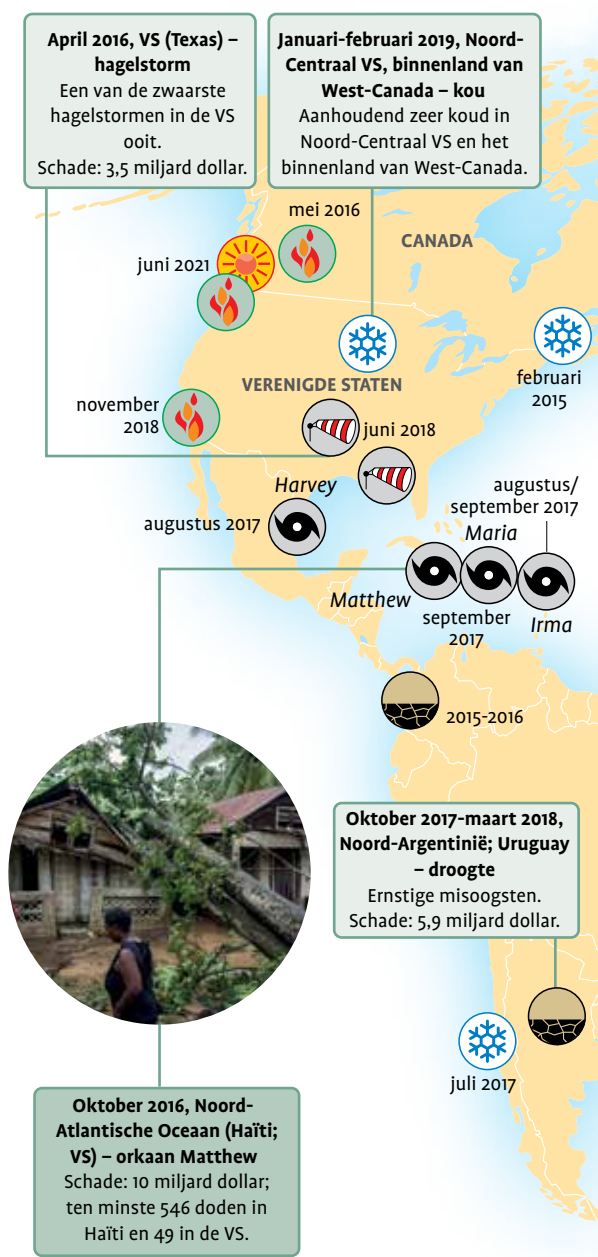
## 2 Extreem weer in de wereld

Niet alle weerrecords van de afgelopen jaren zijn het gevolg van klimaatverandering. Of het grote aantal orkanen in 2020 komt door de opwarming van de aarde is onzeker, maar over de subtropische hitte in Siberië en de Australische bosbranden bestaat weinig twijfel. Omdat weer en klimaat erg ingewikkeld zijn, is het moeilijk om uitspraken te doen over oorzaak en gevolg. Na extreme gebeurtenissen lukt het nu toch steeds vaker om uit te rekenen hoe de kans op zo'n gebeurtenis door de mens is veranderd. Dat gebeurt met klimaatmodellen en statistische modellen. Deze nieuwe tak van wetenschap staat bekend als 'attributie' (toeschrijving).

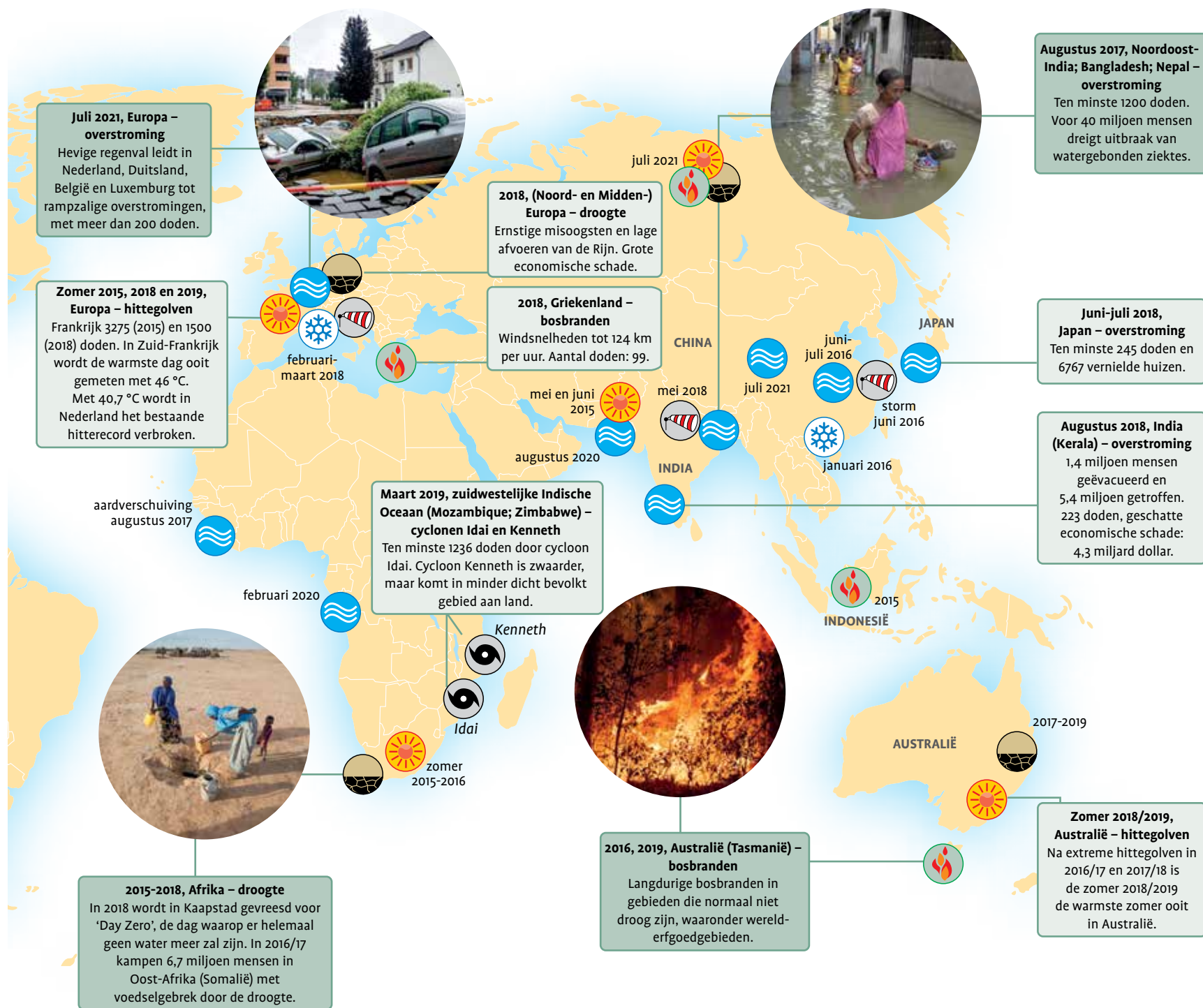
## 1 Effecten van klimaatverandering rond 2085, vergeleken met 1981-2010



## 2 Extreem weer 2015-2021



- Orkaan
- Storm, tornado
- Overstroming
- Bosbrand
- Droogte
- Hitte
- Koude



## 3 Waargenomen en verwachte effecten van klimaatverandering

Bijdrage van klimaatverandering: klein, matig, groot, zeer groot (naarmate de temperatuur verder stijgt, neemt de kans op de genoemde effecten toe)

Mens	Leefomgeving	Natuur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogere landbouwopbrengsten (door meer CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Meer toerisme en recreatie</li> <li>• Meer door insecten verspreide (tropische) ziekten (onder andere knokkelkoorts)*</li> <li>• Vergroting landbouwareaal op hogere breedten</li> <li>• Nieuwe, kortere scheepvaartroutes door Noordelijke IJszee</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer hongersnoden*</li> <li>• Meer vluchtelingen*</li> <li>• Meer insectenplagen*</li> <li>• Meer doden door hitte</li> <li>• Betere toegang tot natuurlijke hulpbronnen (olie, gas, mineralen, vis) in noordpoolgebied</li> <li>• Minder doden door koude</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grotere intensiteit van orkanen (vooral Noord-Atlantisch bekken)</li> <li>• Meer droogtes (andere oorzaken vaak belangrijker, zoals slecht waterbeheer, overbeweiding)</li> <li>• Meer droogtes (andere oorzaken vaak belangrijker, zoals slecht waterbeheer, overbeweiding)</li> <li>• Zwaardere buien</li> <li>• Veranderende weerpatronen</li> <li>• Meer overstromingen</li> <li>• Zeespiegelstijging</li> <li>• Afname sneeuwdek</li> <li>• Verzuring oceanen</li> <li>• Smeltende gletsjers</li> <li>• Ontdooiende permafrost, waardoor extra broeikasgassen (CO<sub>2</sub> en methaan) vrijkomen</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergroening van de aarde (door meer CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Meer branden (bossen, savannes, veengebieden)</li> <li>• Aantasting mangrovebossen (temperatuurgevoelig)</li> <li>• Afname biodiversiteit</li> <li>• Invasie niet-inheemse soorten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aantasting en verbleking koraalriffen (zeer temperatuurgevoelig)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergroening van de aarde (door meer CO<sub>2</sub>)</li> <li>• Meer branden (bossen, savannes, veengebieden)</li> <li>• Aantasting mangrovebossen (temperatuurgevoelig)</li> <li>• Afname biodiversiteit</li> <li>• Invasie niet-inheemse soorten</li> <li>• Aantasting en verbleking koraalriffen (zeer temperatuurgevoelig)</li> </ul>

## 3 Effecten van klimaatverandering

Klimaatverandering heeft effecten op de leefomgeving (zoals oceanen en kusten), op de natuur (zoals koraalriffen) en op menselijke activiteiten (zoals landbouw en economie). Veel effecten zijn negatief (smeltende gletsjers, wateroverlast, afname biodiversiteit), sommige effecten zijn positief (grotere kans op aantrekkelijk weer). Sommige effecten, bijvoorbeeld het smelten van gletsjers, zijn volledig toe te schrijven aan klimaatverandering; andere effecten, bijvoorbeeld hongersnoden, hebben meerdere oorzaken. Er zijn grote regionale verschillen. Naar verwachting nemen veel effecten van klimaatverandering, waaronder hitte, droogte en extreme neerslag, in de nabije toekomst verder toe. Hoe groot de effecten zullen zijn, is in grote mate afhankelijk van de hoeveelheid broeikasgassen die nog wordt uitgestoten.

# Toekomstscenario's voor de wereld

Hoeveel CO<sub>2</sub> de mens nog zal uitstoten, is afhankelijk van verschillende factoren, zoals het verbruik van fossiele brandstoffen, het consumptiepatroon en de omvang van de wereldbevolking. Ook is nog niet precies bekend hoeveel de temperatuur hierdoor stijgt en het klimaat hierdoor verandert. Tegelijkertijd is er haast geboden, want helemaal stoppen met de uitstoot van broeikasgassen kost nog vele tientallen jaren en de temperatuur stijgt daarna nog even door. Om een indruk te krijgen van het effect van klimaatmaatregelen op de lange termijn, maken wetenschappers gebruik van scenario's en klimaatmodellen.

## 1 Vijf wegen naar de toekomst

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, een VN-organisatie) hanteert verschillende toekomstscenario's (Shared Socioeconomic Pathways = SSP), ieder met andere aannames over bevolking, technologie en bruto binnenlands product, en met andere cijfers over de uitstoot van broeikasgassen en landgebruiksveranderingen. Voor ieder scenario wordt met meerdere klimaatmodellen berekend hoeveel de temperatuur stijgt en hoe neerslagpatronen veranderen.

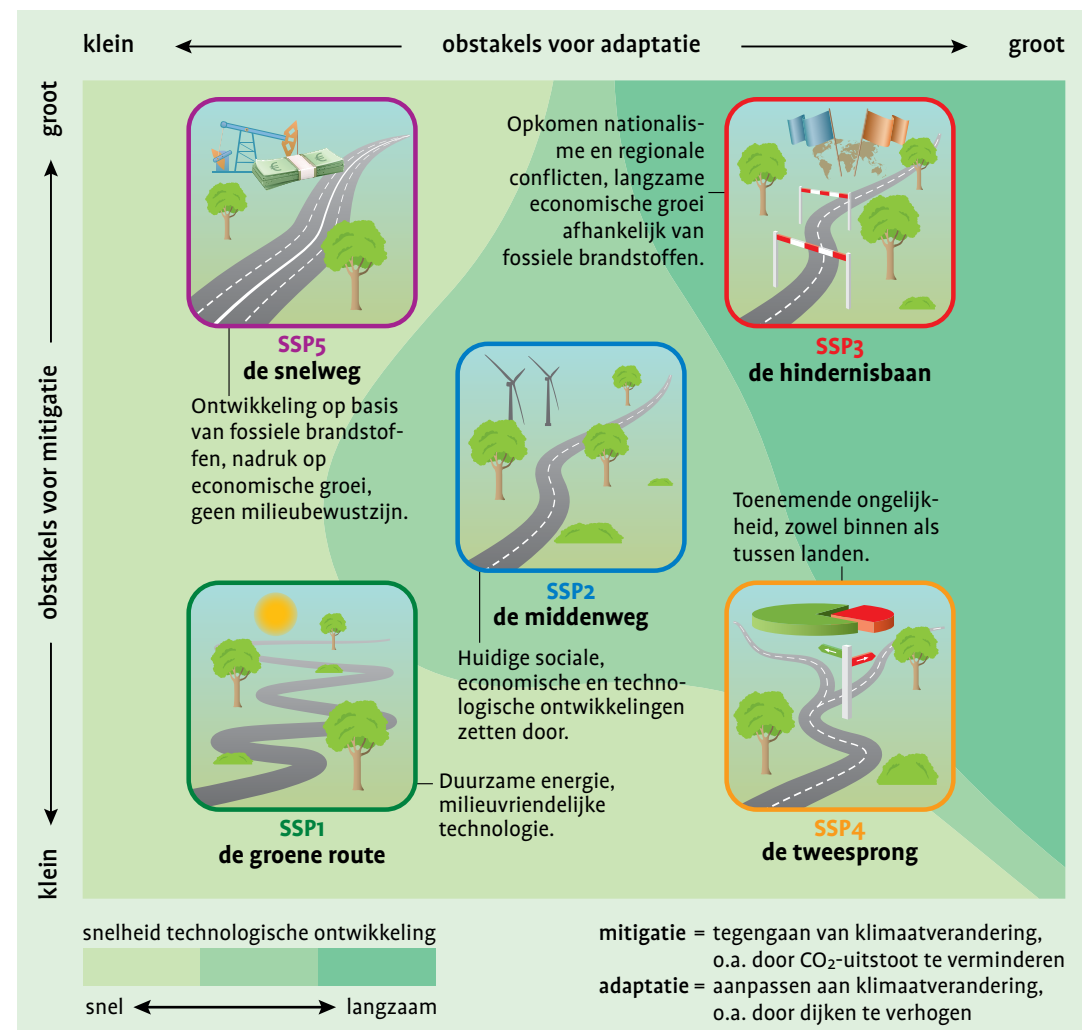
## 2, 3 Effecten van klimaatbeleid

Zonder klimaatbeleid neemt de CO<sub>2</sub>-uitstoot meer toe en is de temperatuurstijging veel groter dan wanneer wél maatregelen worden genomen. Met het SSP1-2.6-scenario (de groene route) is het mogelijk om de temperatuurstijging te beperken tot 2 °C t.o.v. het pre-industriële tijdperk. Om de temperatuurstijging te beperken tot 1,5 °C, moet de uitstoot van broeikasgassen rond 2050 zijn teruggebracht tot bijna nul (SSP1-1.9).

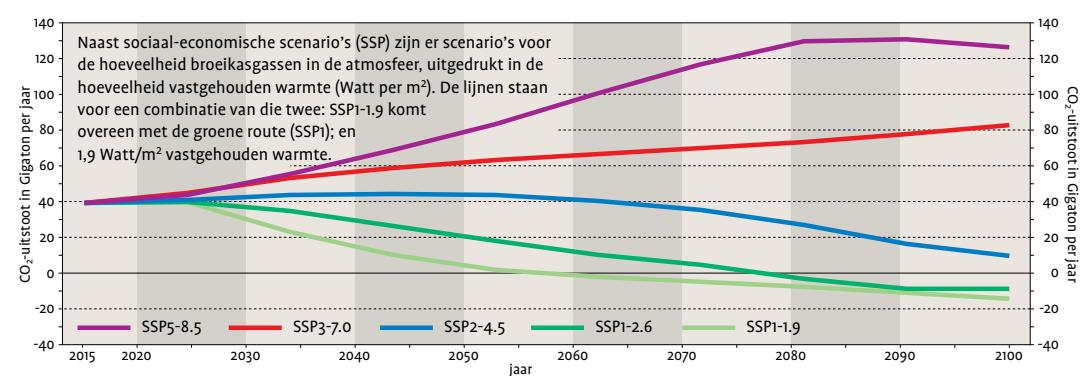
## 4, 5 Opschuivende klimaatzones

Vershillende klimaatmodellen laten vaak nét een andere temperatuurstijging zien; daarom wordt doorgaans het gemiddelde van een groot aantal klimaatmodellen gebruikt. Hoeveel de temperatuur stijgt, is afhankelijk van het gekozen scenario en dus van de genomen maatregelen: in scenario SSP5-8.5 stijgt de temperatuur veel meer dan in scenario SSP1-1.9, maar deze twee uitersten zijn allebei onwaarschijnlijk. De ruimtelijke patronen zijn steeds min of meer hetzelfde: meer opwarming boven land dan boven de oceanen en de grootste opwarming in het hoge noorden.

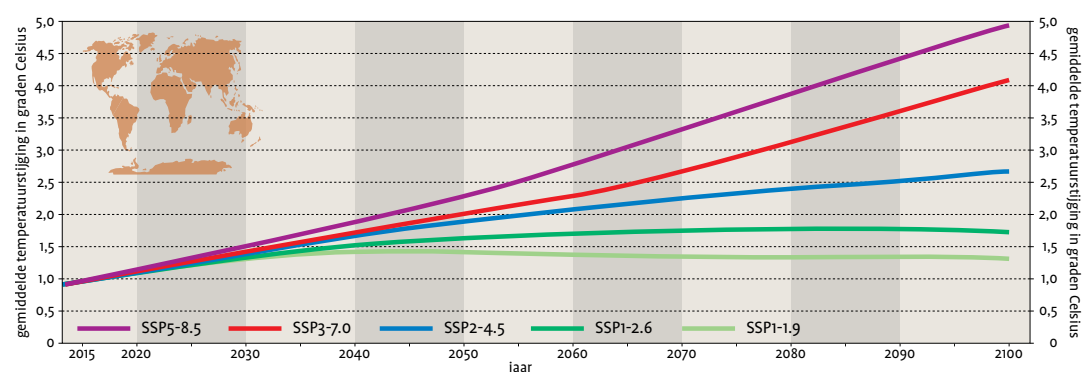
## 1 Sociaal-economische scenario's voor de toekomst



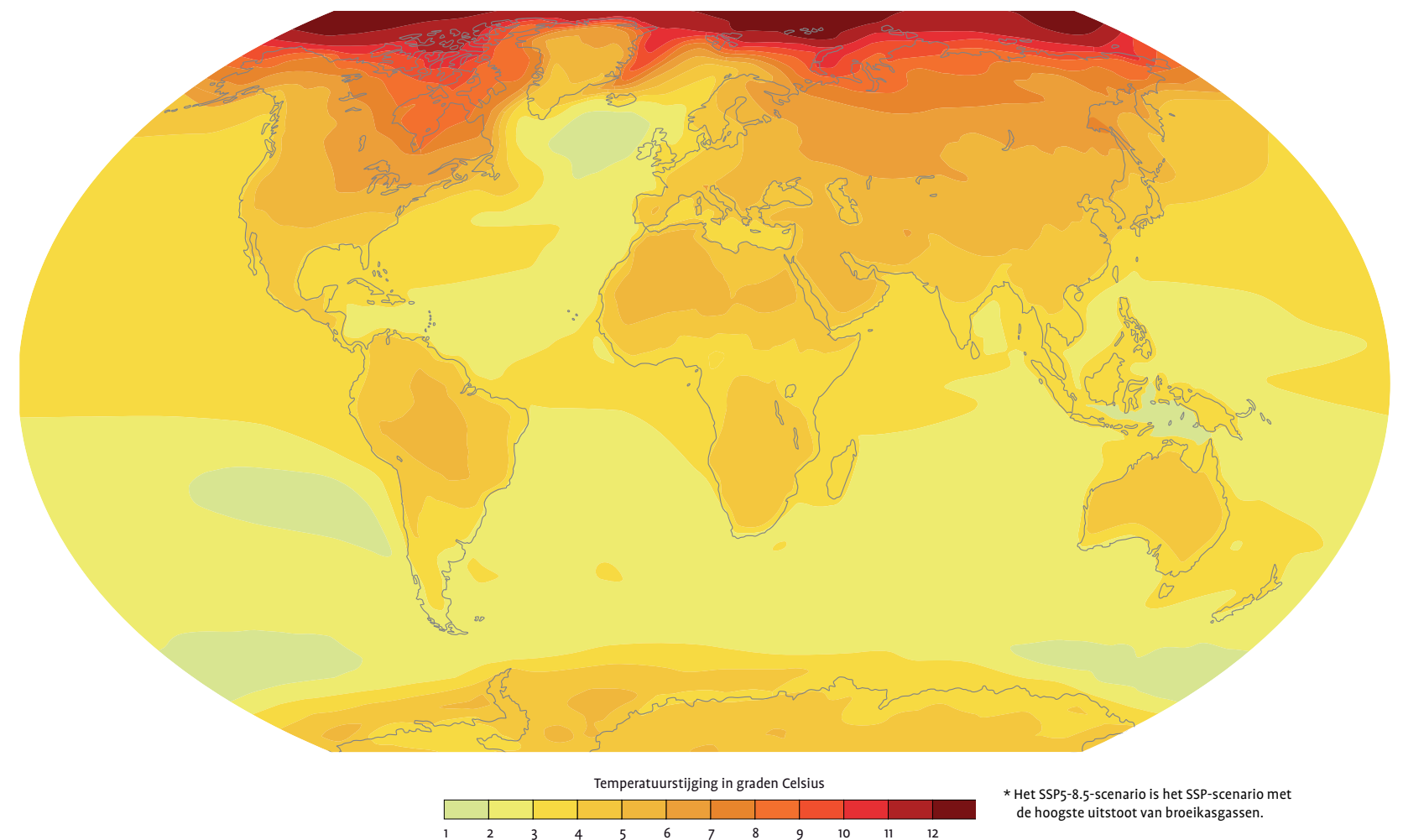
## 2 Mondiale uitstoot broeikasgassen tot 2100



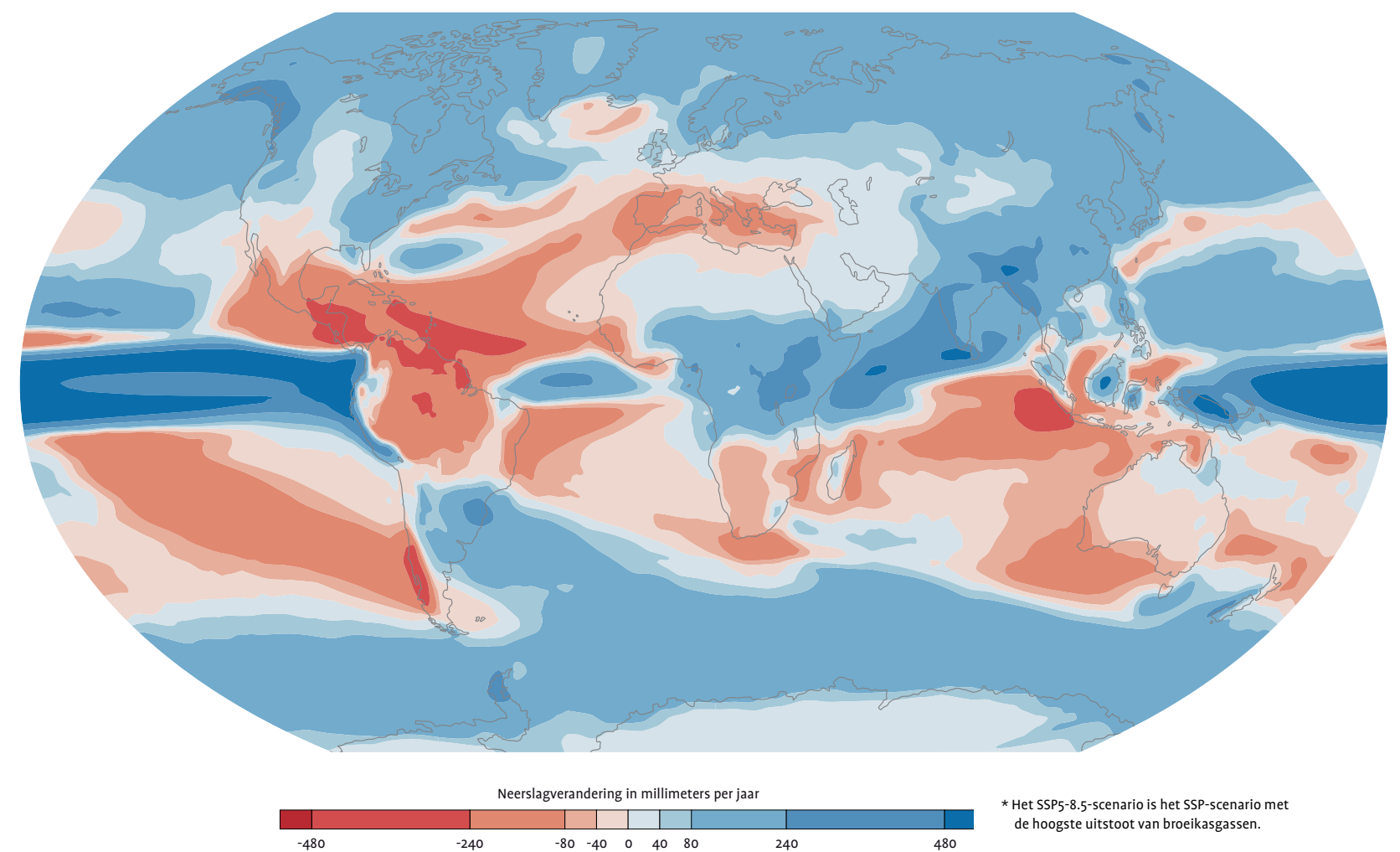
## 3 Verandering wereldgemiddelde temperatuur tot 2100



## 4 Temperatuurstijging tussen 1985-2014 en 2070-2099 volgens scenario SSP5-8.5, gebaseerd op een groot aantal mondiale klimaatmodellen\*



## 5 Neerslagverandering tussen 1985-2014 en 2070-2099 volgens scenario SSP5-8.5, gebaseerd op een groot aantal mondiale klimaatmodellen\*



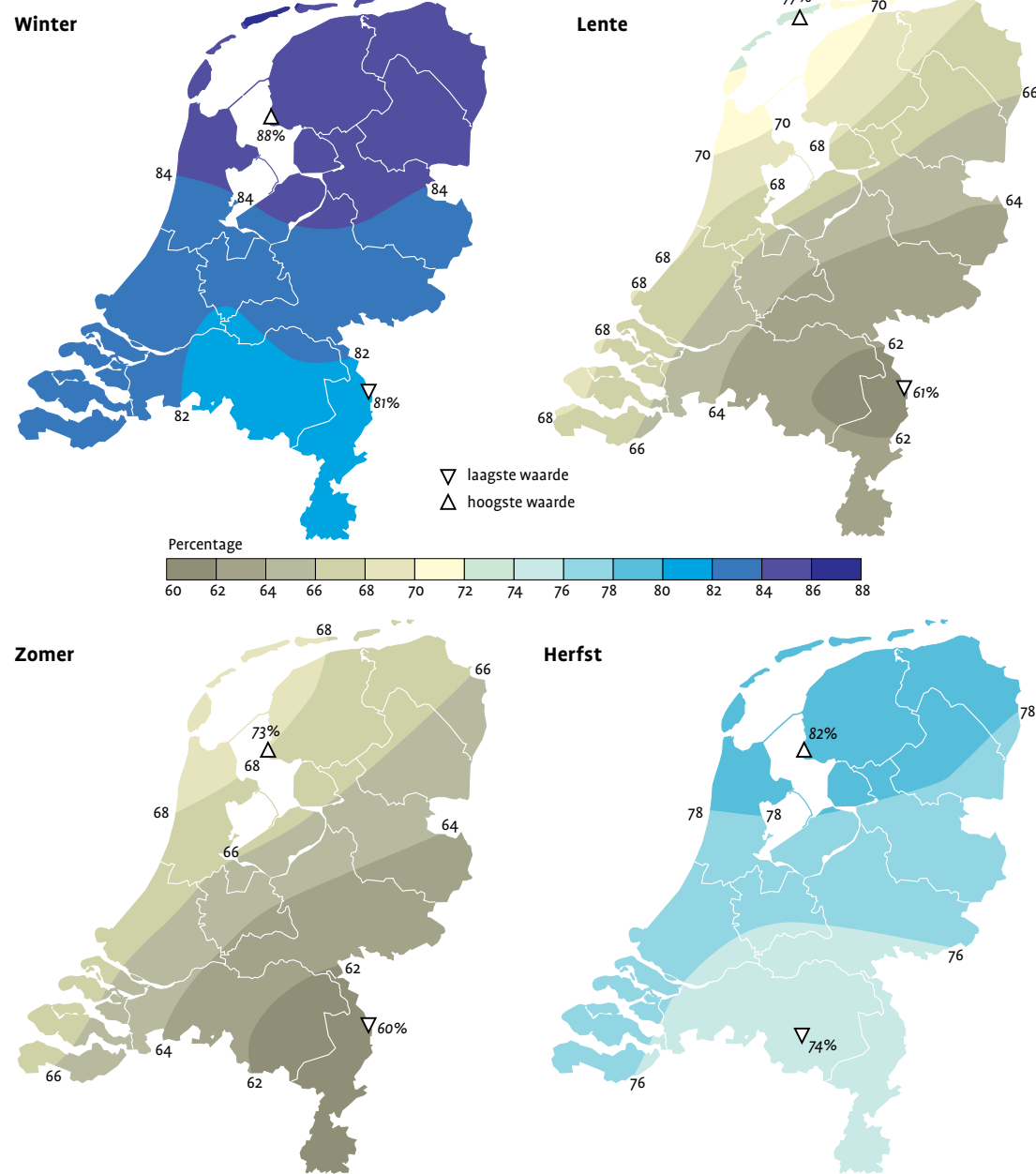
# Vocht en mist 1991-2020

Lucht bevat waterdamp. Dat zie je bijvoorbeeld als het afkoelt en de ramen beslaan. Omdat er in koude lucht minder waterdamp kan zitten dan in warme lucht, moet de waterdamp ergens naartoe: hij vormt kleine druppeltjes op de ramen. De relatieve vochtigheid is een maat voor de hoeveelheid waterdamp in de lucht bij de heersende temperatuur. Gemiddeld is die in Nederland ongeveer 80%, als het regent ongeveer 100%. Is het 'drukkend', 'kil', 'guur' of 'waterkoud', dan is de luchtvochtigheid hoog; bij 'schraal' weer is de relatieve vochtigheid juist laag. Stijgt de luchtvochtigheid tot 100% of meer, dan ontstaan er kleine waterdruppeltjes rond minuscule, zwevende stofdeeltjes in de lucht (aerosolen). Dit noemen we mist.

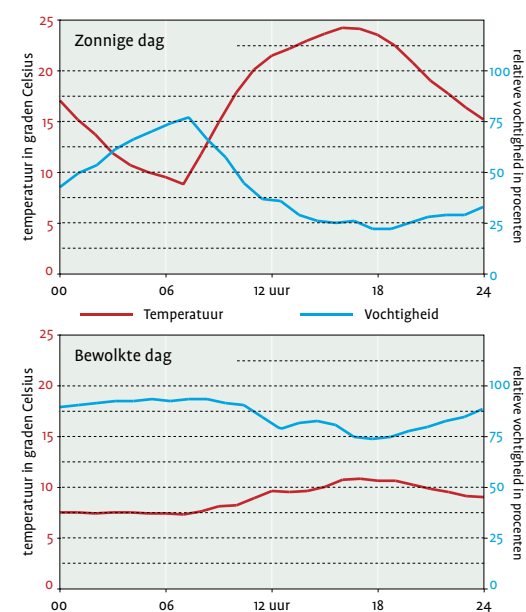
## 1, 2 Dagelijkse en seizoensvariaties

Warme lucht kan meer waterdamp bevatten dan koude lucht. Omdat de zon dan meer schijnt is de luchtvochtigheid in de lente en de zomer lager dan in de herfst en in de winter. In de lente en zomer is er binnen Nederland een afname van noordwest naar zuidoost – de invloed van de zon is dan het grootst. In de herfst en winter is er een afname van van noord naar zuid – dan is de invloed van de temperatuur het grootst. Ook de nabijheid van de kust speelt een rol. Over zee aangevoerde lucht bevat vaak veel vocht. In het zuiden, ver van zee, is de luchtvochtigheid laag, net zoals het aantal dagen met mist. De relatieve vochtigheid varieert tijdens een etmaal tegengesteld aan de temperatuur: is de temperatuur overdag hoog, dan is de vochtigheid laag; is de temperatuur 's nachts laag, dan is de vochtigheid hoog. Op een bewolkte dag is er weinig instraling van de zon en zijn de temperatuurverschillen klein. Ook de relatieve vochtigheid varieert dan minder. Is het onbewolkt, dan zijn de verschillen in temperatuur en vochtigheid veel groter. 's Nachts kan de relatieve vochtigheid oplopen tot boven de 90%. 's Middags is de vochtigheid het laagst, op een zonnige voorjaarsdag zelfs maar 20%.

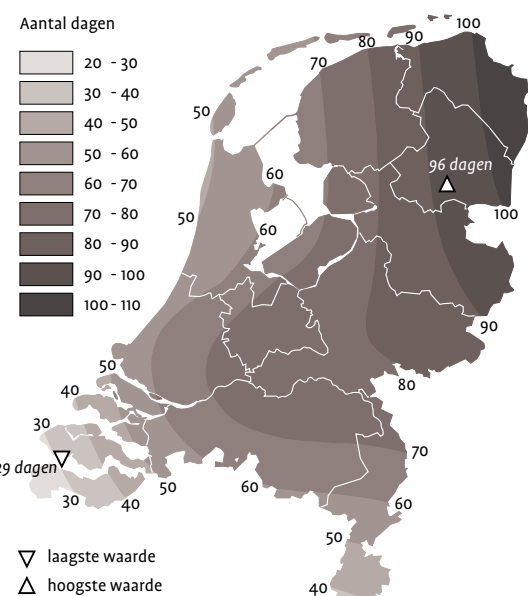
## 1 Gemiddelde relatieve vochtigheid om 12.00 uur universele tijd



## 2 Dagelijks verloop van de vochtigheid



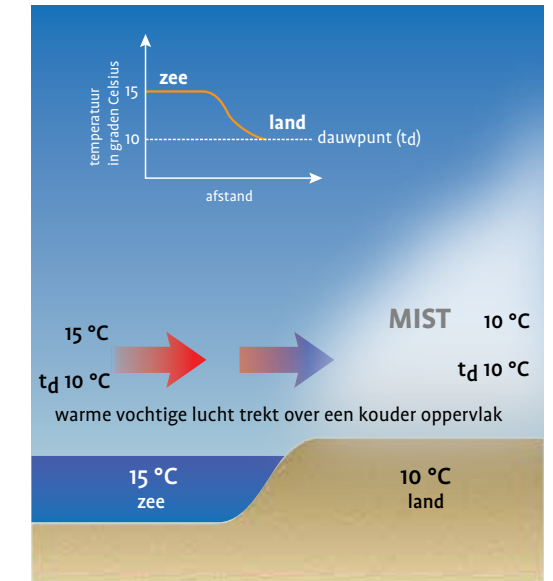
## 3 Gemiddeld aantal dagen met mist per jaar, 2003-2020



## 4 Advectieve mist (door horizontale luchtverplaatsing)



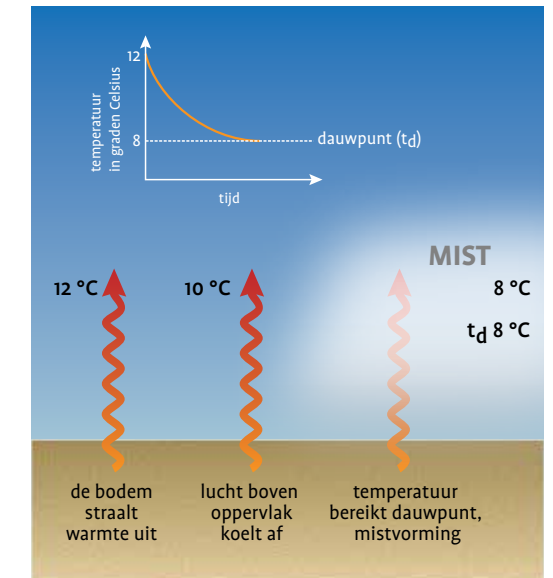
## 5 Ontstaan van advectieve mist



## 6 Stralingsmist (door warmte-uitstraling van de aarde)



## 7 Ontstaan van stralingsmist



## 3 - 8 Mist door stroming of straling

Als het mist, zweven er kleine waterdruppeltjes in de lucht. Daardoor kun je minder ver zien. Bij mist is het zicht aan het aardoppervlak minder dan 1000 meter. Mist kan ontstaan op twee manieren: door stroming van de lucht of door uitstraling van warmte. Stroomt warme, vochtige lucht over een koud oppervlak (door horizontale luchtverplaatsing of 'advectie') dan kan er 'advectieve mist' ontstaan. Als de warme lucht afkoelt tot onder het dauwpunt, ontstaan er waterdruppeltjes in de met water verzadigde lucht. Zijn dat er veel, dan is er sprake van mist. Tijdens heldere nachten straalt de aarde veel warmte uit. De lucht erboven koelt af en de relatieve luchtvochtigheid neemt toe. Daardoor ontstaat er 'stralingsmist', die vaak als een deken over het landschap ligt, met een scherp begrensde bovenkant. Is het windstil, dan slaat het vocht neer als dauw. Waait het een beetje, dan kan deze koude luchtlag zich mengen met de warmere lucht erboven: de mist groeit verder. In de winter duurt nachtelijke uitstraling lang en kan een hardnekkige mistlaag ontstaan. 's Zomers lost stralingsmist na zonsopkomst snel op.

## 8 Relatie tussen aantal stofdeeltjes en het ontstaan van mist



Zijn er weinig stofdeeltjes (weinig vervuiling), dan ontstaan er weinig – maar wel grote – druppels.



Zijn er veel stofdeeltjes (veel vervuiling), dan ontstaan er veel kleine druppeltjes: mist.

## 8 Schone lucht, minder mist

Mist bestaat uit kleine druppeltjes die in met water verzadigde lucht ontstaan rondom zwevende stofdeeltjes (aerosolen). Is de lucht

verontreinigd, dan zitten er veel stofdeeltjes in. Sinds de jaren tachtig werd de lucht boven ons land schoner. Gevolg: minder mist, in De Bilt ruim 50% minder vaak dan in de jaren zestig.

# Welke wolk is dat?

Nederland staat bekend om zijn indrukwekkende wolkenluchten. Om erachter te komen welke wolken je ziet, hoef je alleen maar goed te kijken. Zitten ze laag of hoog in de atmosfeer? Hebben ze ribbels, golven of torentjes? Wolken zeggen ook iets over hoe het weer gaat veranderen: een ribbelwolk betekent mooi weer, een buienwolk – uiteraard – een nat pak.

## Hoge bewolking: meestal bij mooi weer

Cirruswolken (veegwolken) bestaan voornamelijk uit ijs en zien eruit als vegen, sluiers, veren of vliegtuigstrepen. Cirrostratus (melklucht) is een egalere, transparante wolkenlucht. De ijskristallen in deze wolk buigen soms een deel van het licht af, waardoor er een bijzondere halo ontstaat – een verlichte ring om de zon of de maan.

Hoge wolken zijn vaak te zien bij mooi weer. Als cirrus of cirrocumulus snel opkomt, toeneemt en overgaat in cirrostratus, verslechtert het weer en neemt de kans op neerslag toe.



## Middelhoge bewolking: het weer verslechtert

Altostratus (matglaslucht) is een wolkensoort die horizontaal en verticaal ver is uitgestrekt. Schijnt de zon of maan erdoorheen, dan ontstaat er een 'matglas-effect'. Altocumulus (schaapjeswolk) is minder uitgestrekt en bestaat uit enigszins afgeplatte bollen.

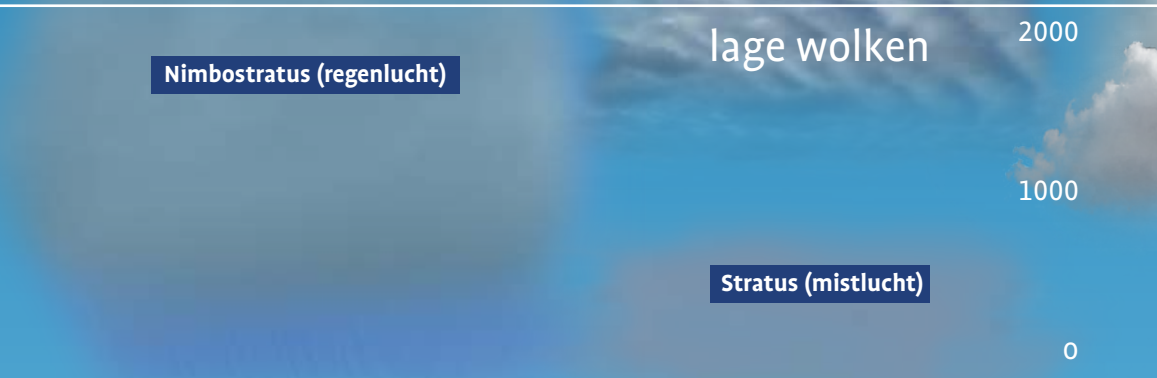
Een toename van deze middelhoge wolkensoorten betekent een weersverslechtering. Altocumulus die lijkt op de torentjes en kantelen van een kasteel is vaak een voorbode van onweer.



## Lage bewolking: kans op neerslag

Stratocumulus (golfwolk) is de meest voorkomende wolk in Nederland. Stratus (mistlucht) is soms hinderlijk voor piloten, omdat deze hoge gebouwen en heuveltoppen aan het zicht kan onttrekken. Bij deze twee wolkensoorten is er een kleine kans op lichte neerslag.

Bij nimbostratus (regenlucht) is er altijd onafgebroken regen, sneeuw of ijsregen, maar deze neerslag bereikt niet altijd de grond.



## stapelwolken

Cumulonimbus (buienwolk)



## zeldzame wolken

lichtende nachtwolk

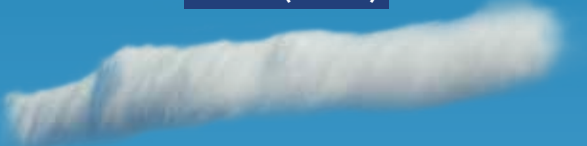
Wolken van ijskristallen die ontstaan doordat hoog in de atmosfeer methaan wordt omgezet in waterdamp en bevroert. Te zien tijdens heldere zomernachten. Steeds minder zeldzaam door de toename van methaan in de atmosfeer.

Mammatuswolk



Bolvormige uitzakkingen, vaak het gevolg van dalende koude lucht uit een buienwolk. Ze kunnen in lage of middelhoge bewolking voorkomen.

Volutus (rolwolk)



Langgerekte wolken die ontstaan doordat koude, vallende wind uit een regenbui 'botst' met warme lucht aan de grond. Ze kunnen ook bij helder weer ontstaan.

# Windenergie

Wind behoort tot de oudste energiebronnen. Sinds de 12e eeuw gebruiken we windmolens om graan te malen, polders droog te pompen of hout te zagen. Tegenwoordig wordt de meeste windenergie niet omgezet in mechanische energie, maar in elektriciteit. Dit gebeurt in windturbines. De wieken of 'rotorbladen' zetten een as in beweging, die een generator aandrijft voor de opwekking van elektriciteit. Er komen steeds meer windparken op zee, omdat het daar gemiddeld harder waait en de turbines meer energie leveren. Bovendien is er op land minder ruimte voor windenergie en zijn daar meer bezwaren vanwege mogelijke overlast (geluidshinder, slagschaduw, horizonvervuiling).

## 1 - 2 Wind op zee en op land

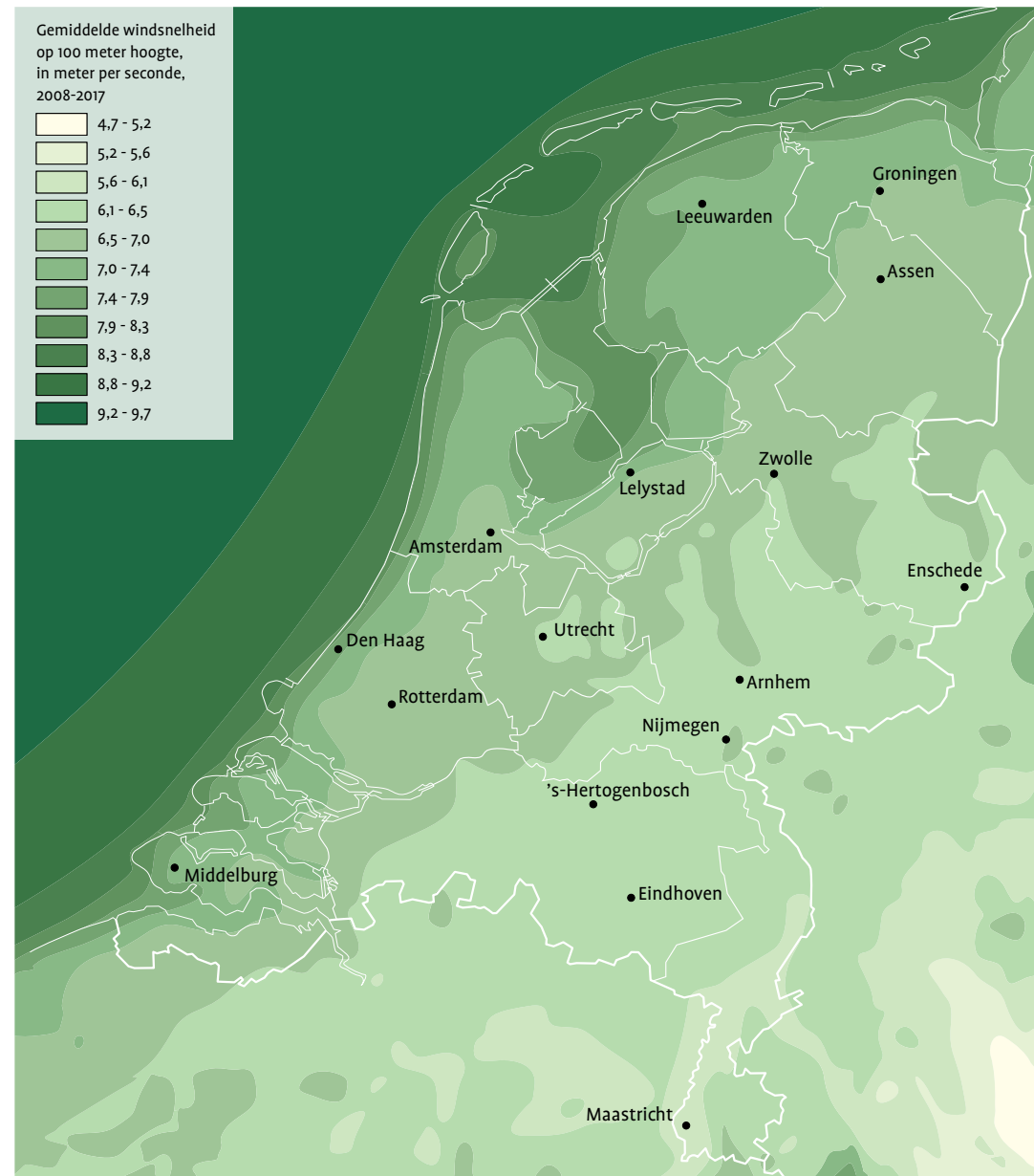
Vergeleken met bebouwd en begroeid land zijn wateroppervlakken glad. De windsnelheid boven zee is daardoor hoger dan boven land. Omdat twee keer zoveel wind (veel) meer dan twee keer zoveel windenergie oplevert, is de opbrengst van windturbines op de Noordzee aanzienlijk groter dan van die op land.

De windsnelheid neemt toe met de hoogte, dus hoe hoger een windturbine, hoe meer energie hij kan leveren. Windenergieproductie gebeurt dan ook op steeds grotere hoogte.

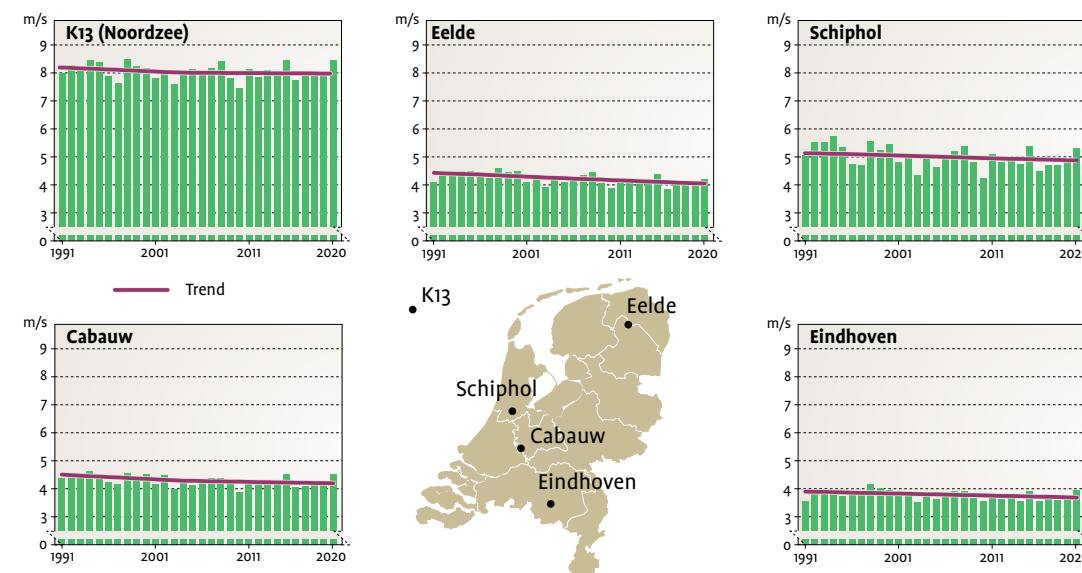
De Dutch Offshore Wind Atlas (DOWA) geeft windinformatie tot hoogten van 600 m, waaronder de jaargemiddelde windsnelheid op 100 m en het dagelijks verloop van de wind boven de Noordzee in de periode 2008-2017. Er zijn windgegevens per uur voor gebieden van 2,5 bij 2,5 km. Daarnaast is het mogelijk in te zoomen naar kleinere gebieden of kortere perioden. De atlas is gebaseerd op berekeningen met weermodellen. Die weermodellen maken gebruik van (wind)metingen door o.a. satellieten en vliegtuigen. Deze windinformatie is nuttig voor het berekenen van belasting op windturbines en het schatten van de windenergieproductie in windparken.

Boven land nam de windsnelheid op 10 m hoogte tussen 1981 en 2009 af met ongeveer 3% per 10 jaar, vooral door verruwing van het landschap (bijvoorbeeld verstedelijking). Bij de KNMI-stations waar weinig verruwing was (Eelde, Schiphol, Cabauw en Eindhoven), is de afname van de windsnelheid op 10 m hoogte minder sterk: ongeveer 2% per 10 jaar voor de periode 1991-2020.

### 1 Windsnelheid op 100 meter hoogte

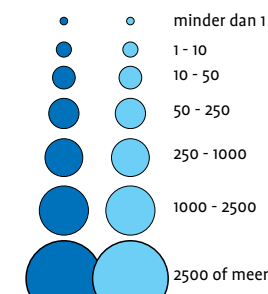


### 2 Jaargemiddelde windsnelheid op 10 meter hoogte, per station

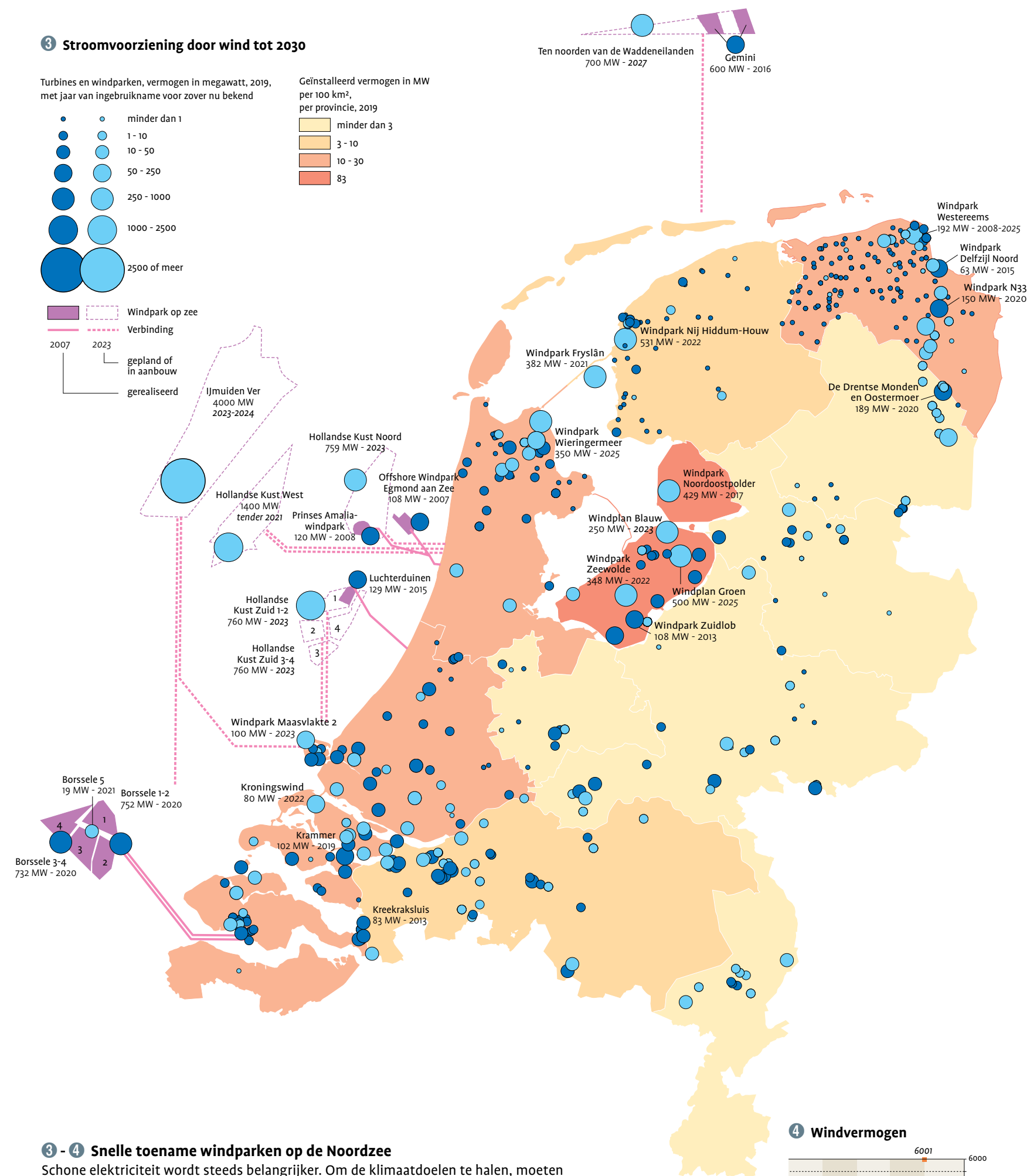
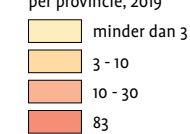


### 3 Stroomvoorziening door wind tot 2030

Turbines en windparken, vermogen in megawatt, 2019, met jaar van ingebruikname voor zover nu bekend



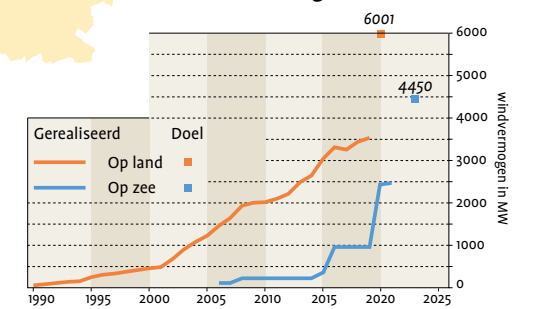
Geïnstalleerd vermogen in MW per 100 km², per provincie, 2019



### 3 - 4 Snelle toename windparken op de Noordzee

Schone elektriciteit wordt steeds belangrijker. Om de klimaatdoelen te halen, moeten alle kolencentrales uiterlijk in 2030 dicht zijn. Tegen die tijd is 60 tot 70% van alle elektriciteit afkomstig van zon en wind, tegenover 18% nu. Maar de vraag naar elektriciteit zal toenemen. Om een snelle overgang op een duurzame wijze mogelijk te maken, zijn meer windparken op de Noordzee nodig. Tussen nu en 2030 worden de windenergiegebieden Hollandse Kust Zuid, Hollandse Kust West, Hollandse Kust Noord, Ijmuiden Ver, en Ten noorden van de Waddeneilanden aangesloten op het net, samen goed voor een capaciteit van ruim 8000 megawatt.

### 4 Windvermogen



# 9

## Klimaat- effecten

Effecten op de natuur 98  
Wateroverlast 100  
Gevolgen voor de gezondheid 102  
Het energienet van de toekomst 104  
Nederland over honderd jaar 106  
Stijgend water 108



Oosterscheldekering, Zeeland  
Foto Karel Tomeř



# Stijgend water

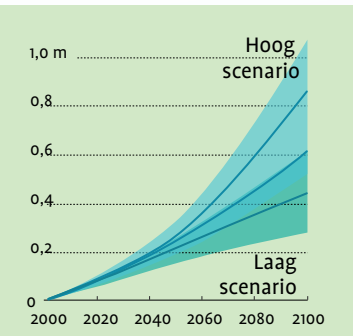
Nederland ligt in een delta en is daardoor gevoelig voor de gevolgen van klimaatverandering. De zeespiegel stijgt en we krijgen te maken met extremer weer. Een pakket aan maatregelen moet ons beschermen tegen hoogwater vanuit zee en de grote rivieren, en verzilting en verdroging tegengaan.

### Klimaatverandering Zeespiegelstijging

**Gevolgen:**

- bedreiging van de kust
- moeilijkere afvoer rivierwater naar zee
- verzilting/zoetwatertekort

*Bij ongewijzigd beleid stijgt de zeespiegel in 2100 tot 1 meter*



### Stormvloedkeringen vaker dicht

Nu sluiten de keringen circa 1 x in 3 jaar. Bij een zeestijging van 1 meter:

- Maeslantkering: 3 x/jr
- Oosterscheldekering: 45 x/jr

### Verzilting

In de kustprovincies leidt zeespiegelstijging via kwelwater en verder binnendringen van zee-water in de rivieren tot verzilting van de grond. Inklinken van de bodem kan dit proces verder versnellen.

### Verzilting tegengaan

- doorspoelen van sloten en andere wateren
- langer vasthouden van zoet water
- toekomst: drinkwaterinnamepunten verder landinwaarts, meer zoutbestendige landbouw

Nederland bij 1 meter zeespiegelstijging en overstrooming van rivieren wanneer we geen extra maatregelen treffen.



### Extra zandsuppletie

Om de kust te beschermen wordt 10 mln m<sup>3</sup> zand per jaar opgespoten. De zeespiegelstijging is nu 2 mm/jaar.

Benodigd zand bij een zeespiegelstijging van



### Zandmotor

Een opgespoten zandbank die door de zeestroming en wind vanzelf de kust versterkt.

### Verhogen pompcapaciteit

1 meter zeespiegelstijging vergt een ruim acht keer zo grote pompcapaciteit van de gemalen op de Afsluitdijk om water uit het IJsselmeer naar zee af te voeren.

### IJsselmeer: overloop en waterbuffer

Bij overvloedige neerslag fungeert het IJsselmeer als overloop, met afvoer van water via spuilsuizen en gemalen in de Afsluitdijk. In het voorjaar wordt het waterpeil verhoogd, als extra voorraad om bij zomerse schaarste te verdelen.

### Meer extremen in afvoeren rivierwater

Extremer weer zorgt voor extremere afvoer. Lage afvoer bedreigt bevaarbaarheid en waterkwaliteit, hoge afvoer leidt tot overstromingsgevaar. De verwachting is dat rond 2085 de lage afvoer van de Rijn 10 tot 30% lager is dan nu; de hoge afvoer varieert van 5% lager tot 30% hoger.

### Klimaatverandering Hittegolven en droogte

- Gevolgen:**
- zoetwatertekort
  - (extra) bodemdaling
  - verzilting
  - schade aan landbouw en natuurgebieden
  - natuurbranden
  - gezondheidsrisico's

### Klimaatverandering Korte, hevige neerslag en natte winters

- Gevolgen:**
- overstromingsgevaar bij grote rivieren en zijrivieren
  - wateroverlast in bebouwde omgeving

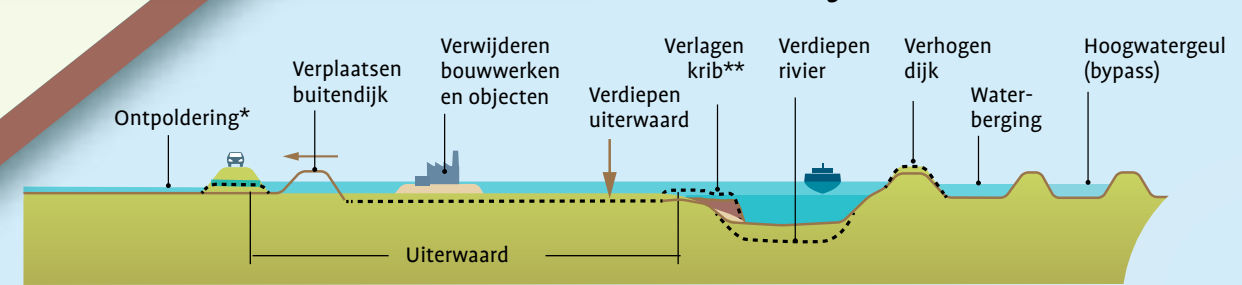
### Ruimtelijke adaptatie

- Omgeving klimaatbestendig maken door:
- vasthouden van water in de natuur
  - groen in de stad voor verkoeling
  - tijdelijke wateropslag voor huusbuien, in de natuur en in de stad

### Ruimte voor rivieren en Maaswerken

Maatregelen ten behoeve van de waterveiligheid en zoetwatervoorziening rond Rijn en Maas.

#### Maatregelen:



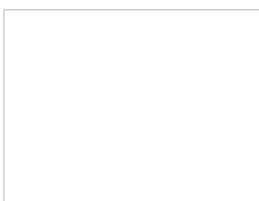
\* Verlagen in de dijk om water in de polder te laten stromen \*\* Stenen dam haaks op oever om de stroming af te remmen

# DE BOSATLAS VAN WEER EN KLIMAAT



[WWW.BOSATLAS.NL](http://WWW.BOSATLAS.NL)  
[WWW.KNMI.NL](http://WWW.KNMI.NL)

Deze publicatie is mede mogelijk gemaakt door:



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

