

Klimaatverandering in Nederland

Feiten, trends en ontwikkelingen
die relevant zijn voor het
Waddengebied

INTRODUCTIE

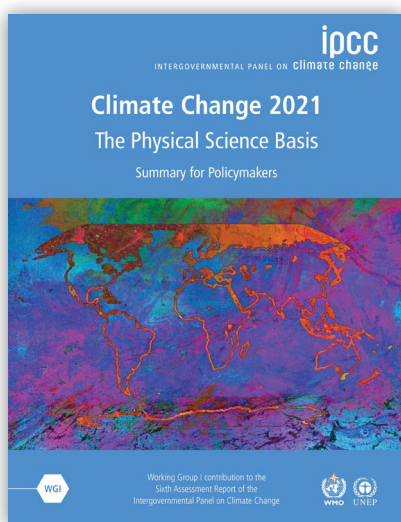
Warmer water, grilliger neerslag, een stijgende zeespiegel; klimaatverandering zorgt voor grote uitdagingen voor mens en natuur in het Waddengebied. In de afgelopen twee jaar heeft de Waddenacademie aandacht besteed aan de zeespiegelstijging (2020), de gevolgen van klimaatverandering voor trekvogels (2020) en het Wadden ecosysteem (2021). Ook de bestuurlijke aspecten en dilemma's die voortvloeien uit klimaatverandering zijn door de Waddenacademie aan de orde gesteld (2020).

Twee recente rapporten maken een nieuwe tussenstand mogelijk over klimaatverandering in Nederland en rond de Wadden:

- *Sixth Assessment Report (6th AR) van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, part of UN) – Working Group 1: The Physical Science Basis*
- *KNMI Klimaatsignaal '21. Hoe het klimaat in Nederland snel verandert.*

Het KNMI vertaalt de mondiale ontwikkelingen in het klimaat, zoals die zijn beschreven door het IPCC, naar de ontwikkelingen in Nederland. In 2023 zal het KNMI de formele en meer regionale vertaling voor Nederland publiceren op basis van meer gedetailleerde data en modellen.

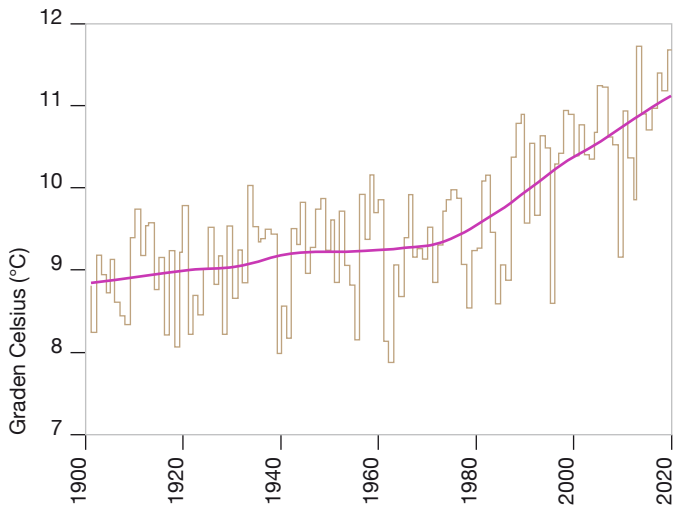
Met deze factsheet willen wij de belangrijkste veranderingen in het klimaat in Nederland kort samenvatten en verklaren. Waar mogelijk reflecteren we kort op de betekenis voor het Waddengebied. Daarbij kijken we niet alleen naar het Waddengebied zelf, maar ook naar ontwikkelingen in Arctische gebieden, omdat deze gebieden een belangrijke rol spelen in de jaarlijkse migratiepatronen van trekvogels die de Waddenzee als foerageerstation gebruiken.



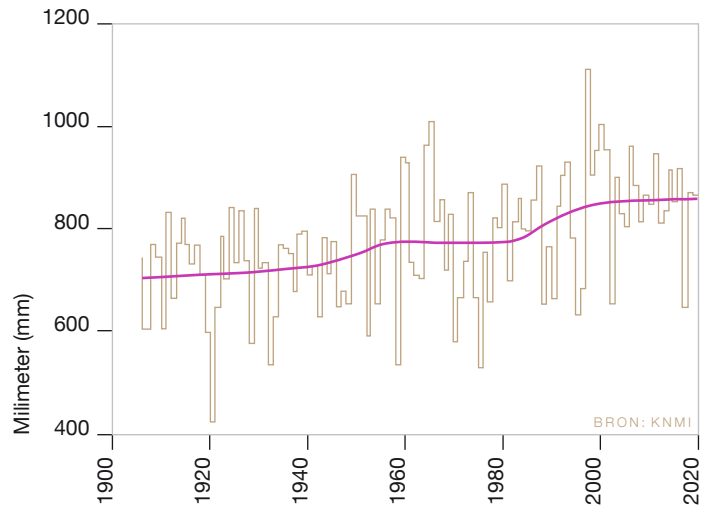
1

Veranderingen en trends in het Nederlandse klimaat in de periode 1901-2020

Jaargemiddelde temperatuur sinds 1901



Jaarsom neerslag sinds 1906



- De jaargemiddelde **temperatuur** is in 120 jaar toegenomen met 2,3 °C.
- De inkomende **zonnestraling** neemt sinds 1990 toe met 3% per 10 jaar, vooral als gevolg van een afname in bewolking.
- De jaarlijkse **neerslag** nam in het verleden toe. Sinds 2000 is die netto trend gestopt. Er is wel een sterk seizoeneffect: in zomer en winter is de neerslag toegenomen maar dit effect wordt gecompenseerd door een afname in lente en herfst.
- Het maximale **neerslagtekort**, ofwel: de droogte in het groeiseizoen, is in de periode 1991-2020 toegenomen met 8% per 10 jaar. Er is vooral meer verdamping in het voorjaar.
- De jaargemiddelde **windsnelheid**, zoals gemeten op het land, is sinds de jaren negentig afgenomen met gemiddeld 2 % per 10 jaar. Ook de hoogste uurgemiddelde windsnelheid per jaar is afgenomen. Deze afname hangt waarschijnlijk deels samen met meer bebouwing en daarmee een grotere 'ruwheid' van het landoppervlak die de wind remt. Gegevens voor de Nederlandse kustzone ontbreken en voor de Noordzee (station K13 in de Noordzee) bestaat geen duidelijke trend in kracht of richting.

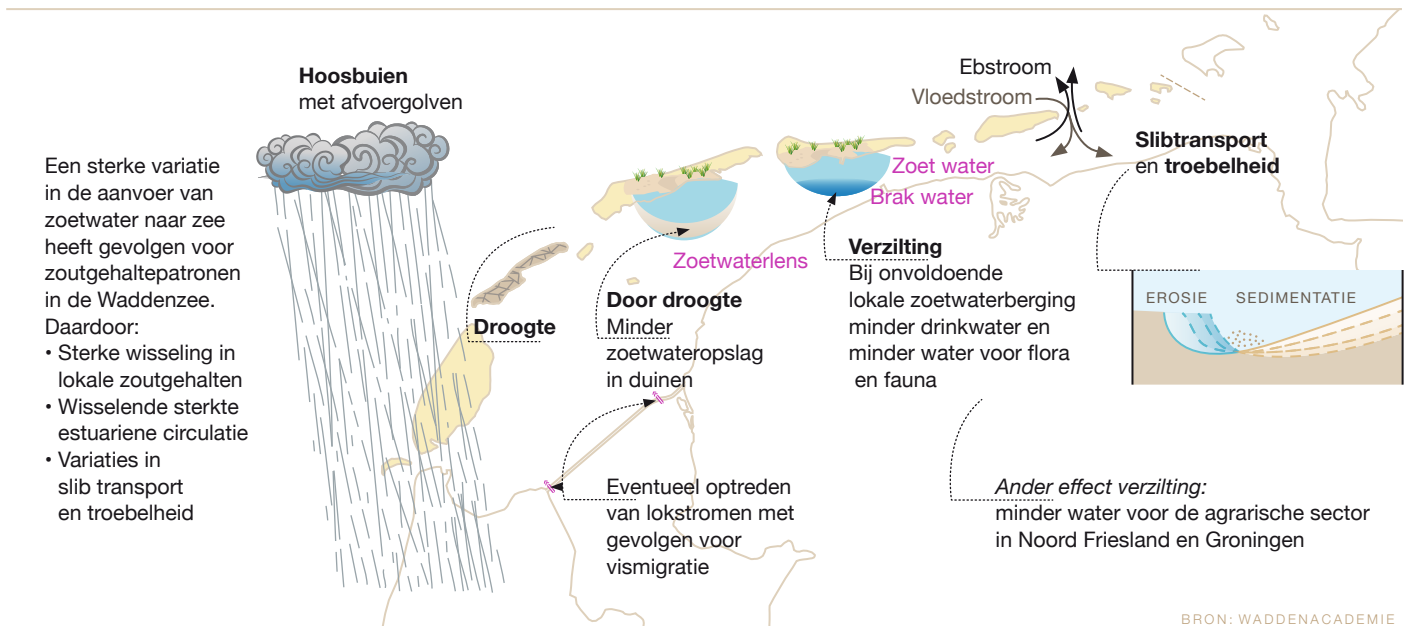
Waddengebied: meer zuidelijke soorten in warmere Waddenzee

Het luchtdrukpatroon boven Europa verandert de afgelopen anderhalve eeuw. Terwijl de luchtdruk boven het Middellandse Zeegebied is toegenomen, neemt die ten noorden van Scandinavië juist af. Daardoor hebben wij steeds vaker westenwinden en een afname van oostenwinden in de winter. Dit verklaart voor een klein deel de opwarming in de winter van de afgelopen 60 jaar.

In het Waddengebied heeft dit invloed op zowel flora als fauna. Met de luchttemperatuur stijgt bijvoorbeeld ook de watertemperatuur in de Waddenzee, waardoor soorten die voorheen alleen zuidelijker voorkwamen zich nu ook in de Waddenzee kunnen vestigen. Soorten die hier al voor kwamen, kunnen zich ook verder noordelijk handhaven, mits er natuurlijk geschikte habitats zijn.

Extremen in hitte, droogte en neerslag door klimaatverandering

Overschotten en tekorten aan zoet water door extreem weer



- Door de opwarming komt er steeds meer vocht in de atmosfeer. Daardoor zullen **extreme buien toenemen**, ook in Nederland. In de periode 1951-2020 is de absolute hoeveelheid vocht in de lucht met 8 % toegenomen. Deze trend lijkt overigens in de laatste jaren iets af te zwakken, onder invloed van verdroging van het land.
- Naar verwachting zal de **luchtvochtigheid** in de zomer in Nederland met 3 tot 7 % per graad temperatuurstijging (mondiaal gemiddeld) toenemen.
- De laatste 30 jaar worden **extreme buien alleen maar extremer**. De extreemste buien, die hooguit eens per 10 jaar voorkomen, laten nu 10 tot 15% meer neerslag vallen. Sinds 2000 zijn er ook steeds vaker buien met een neerslagintensiteit van meer dan 40-50 mm/uur. Modellen laten zien dat vooral de zwaarste buien (neerslag > 50 mm/uur) de neiging hebben om verder te verhevigen.
- In de jaren 2018, 2019 en in het voorjaar van 2020 is Nederland geconfronteerd met **extreme droogte**. In alle gevallen was sprake van een zogenoemde 'blokkade': een stabiel en aanhoudend hogedrukgebied boven ons deel van Europa, met zonnig, droog en warm weer.
- Droogte is de som van verdamping en neerslag. In de afgelopen eeuw is zowel de potentiële verdamping als de neerslag toegenomen. In de zomer is de verdamping evenwel groter dan de neerslag, waardoor **een neerslagtekort** ontstaat. Droogteperiodes gedurende het groeiseizoen in het Waddengebied zijn niet direct toe aan klimaatverandering toe te schrijven.

Waddengebied: grillige aanvoer van zoetwater

Hoosbuien afgewisseld met droogte hebben gevolgen voor de landbouw, het drinkwater en ook voor de ecologie. Voor de agrarische sector neemt het risico van verziltig toe, wanneer er niet voldoende zoetwater in de bodem wordt geborgen. Een sterke variatie in de aanvoer van zoetwater naar zee heeft ook tal van gevolgen voor de zoute Waddenzee: sterke wisselingen in lokale zoutgehalten, wisselende sterkte van de zogeheten estuariene circulatie (stromingspatronen die optreden door de dichtheidsverschillen tussen zoet en zout water), variaties in slibtransport en troebelheid, het al of niet optreden van zoete lokstromen die trekvissen uit de zoute zee naar de rivieren lokken, ... Op de Waddeneilanden zal droogte ook gevolgen hebben voor de lokale zoetwateropslag in de duinen. Dat heeft effect op de drinkwatervoorziening en waterbeschikbaarheid voor flora en fauna.

2

Mondiale en regionale klimaatprojecties

De toekomst van het klimaat hangt sterk af van de mate waarin de mensheid in staat zal zijn om de emissies van broeikasgassen te beperken. De algemene trend is dat de opwarming boven land zich sneller voltrekt dan boven de oceanen. Koploper daarbij is het Arctisch gebied, waar de sterkste temperatuurstijging plaats vindt. Wereldwijd zal extreme hitte steeds vaker voorkomen, terwijl de kans op extreme kou juist afneemt.

Als het Klimaatakkoord van Parijs wordt uitgevoerd, zal de temperatuur wereldwijd tussen 2081 en 2100 naar verwachting 1,8 °C stijgen ten opzichte van het pre-industriële tijdperk, met een bandbreedte tussen de 1,3 en 2,4 °C. Deze bandbreedte correspondeert met een meer duurzaam scenario van de van zogeheten *Shared Socioeconomic Pathways*. Bij een niet duurzame ontwikkeling – waarbij de uitstoot van broeikasgassen onverminderd wordt voortgezet – kan de temperatuur wereldwijd tot 4,4 °C graden stijgen (3,3-5,7 °C).

3

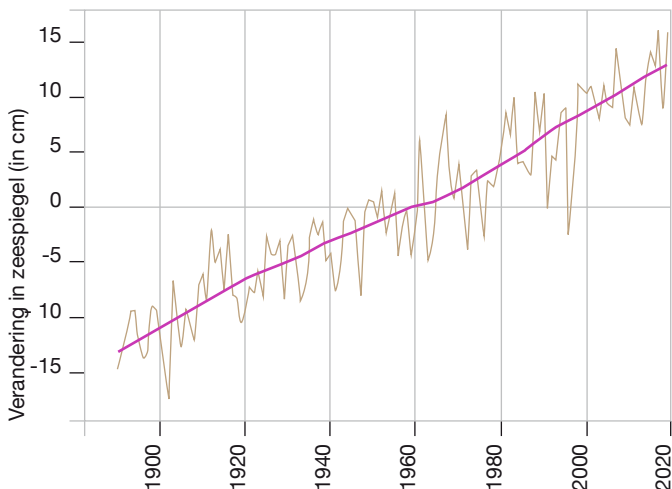
Zeespiegelstijging

- De gemiddelde **mondiale zeespiegelstijging** tussen 1901 en 2018 bedroeg ca. 20 cm.
- Recent is er sprake van een **versnelling in de wereldwijde gemiddelde zeespiegelstijging**. In de periode van 1971 tot 2018 is de snelheid nog 2,3 mm/jaar (1,6-3,1). Gerekend over de periode 2006 tot 2018 is de stijging toegenomen tot 3,7 mm/jaar (3,2-4,2). Omgerekend betekent dit dat iedere tien jaar de zeespiegelstijging met 1 mm/jaar versnelt. Op basis van het voorgaande heeft dit tot gevolg dat de zeespiegelstijging van 3,7 mm/jaar in 2018 in 2028 zal zijn opgelopen tot 4,7 mm/jaar.
- Voor de Nederlandse kust bedroeg de **netto zeespiegelstijging** tussen 1901 en 2018 ongeveer **1,8 mm/jaar**. Dat is gerekend inclusief de bodemdaling. In totaal is de zeespiegel in die periode 22 cm omhooggekomen. Tot op heden is in onze regio nog geen versnelling van de zeespiegelstijging gezien.
- Door het smelten van landijs op Groenland kan de zeespiegel in een wijde boog rond Groenland juist iets **dálen**. Door het smelten van het landijs verandert namelijk ook het zwaartekrachtveld rond Groenland waardoor het ijs op Groenland minder hard trekt aan het water en het water bij Groenland “wegtrekt”. Dat effect is zelfs voor onze kust te merken.

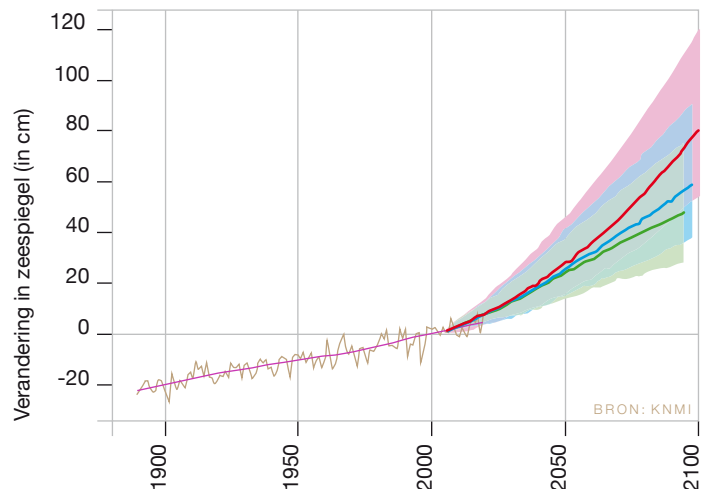
Omgekeerd zal smeltend ijs aan de andere kant van de wereld, op Antarctica, bij ons dubbel zo hard aantikken. Tussen 1971 en 2017 heeft **smeltend landijs rond de Noordpool**, inclusief op Groenland voor 20% bijgedragen aan de wereldwijde zeespiegelstijging.

- Volgens de KNMI-scenario's moesten we rond 2020 rekenen op een **zeespiegelstijging voor onze kust van 4,9 mm/jaar** (bandbreedte 2,3-7,6). Dat is duidelijk meer dan de gemeten trend sinds 1993 van ca. 2,8 mm/jaar (1,2-4,2). Het verschil tussen de KNMI-projecties en de daadwerkelijke metingen komt vooral door de regionale meteorologische en oceanografische condities in Noordwest-Europa, inclusief het Noordzeegebied. Sinds 1993 wijkt de trend dus af van het langjarig gemiddelde (Sinds 1901: 1,8 mm/jaar vs recent 2,8 mm/jaar), maar volgens het KNMI is dit nog geen significant verschil.
- Door wind kan de hoogste waterstand extra toenemen: de zogenoemde **wateropzet**. Modelberekeningen over de periode 1991-2020 en projecties voor de periode 2071-2100 laten zien dat er in beide perioden geen effect was of zal zijn van de wind op de hoogste waterstanden. In de gemeten periode was er eerder een lichte afname in wateropzet, maar die afname was in de praktijk niet significant. Overigens zullen in de toekomst de hoogste waterstanden wel toenemen doordat de gemiddelde zeespiegel stijgt.
- Bij een scenario met voortdurende grote emissies van broeikasgas ('SSP5-8.5') zal ergens tussen 2090 en 2140 een **zeespiegelstijging van één meter** worden gehaald.

Zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust: jaarlijkse metingen en trend volgens de Zeespiegelmonitor



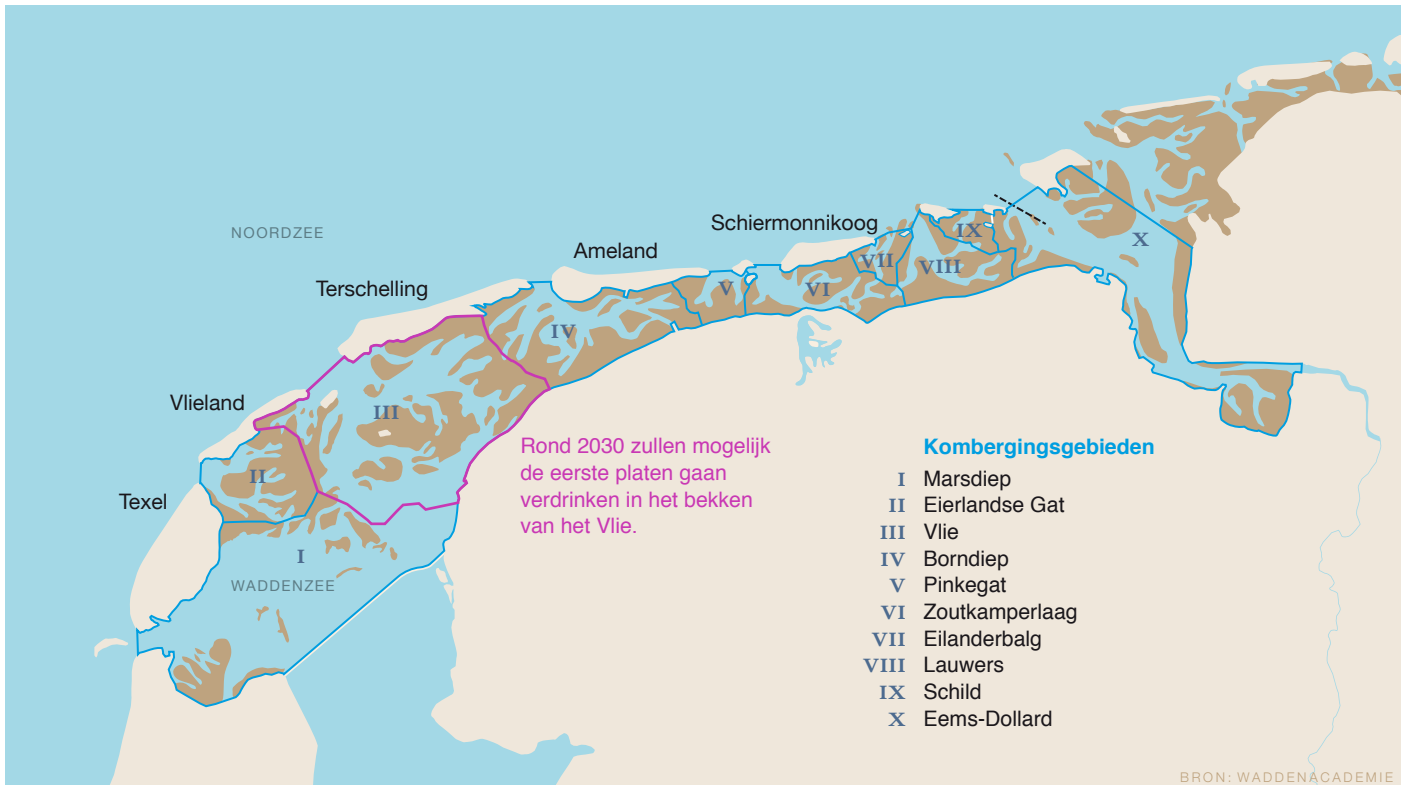
Zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust, voorspellingen tot aan 2100 op basis van verschillende scenario's



- Trend Zeespiegelmonitor
 - Zeespiegelmonitor
 - ▲ SSP5-8.5
 - ▲ SSP2-4.5
 - ▲ SSP1-2.6
- (SSP = Shared Socio-Economic Pathways)

Gemeten en voorspelde zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust tot aan 2100 op basis van verschillende scenario's voor de emissie van broeikasgassen. De lijnen geven de mediane waarde weer: 50 % van de voorspellingen heeft een hogere dan wel een lagere waarde. Deze spreiding wordt weergegeven met de bandbreedte.

Geulen en platen in de kombergingsgebieden van de Waddenzee



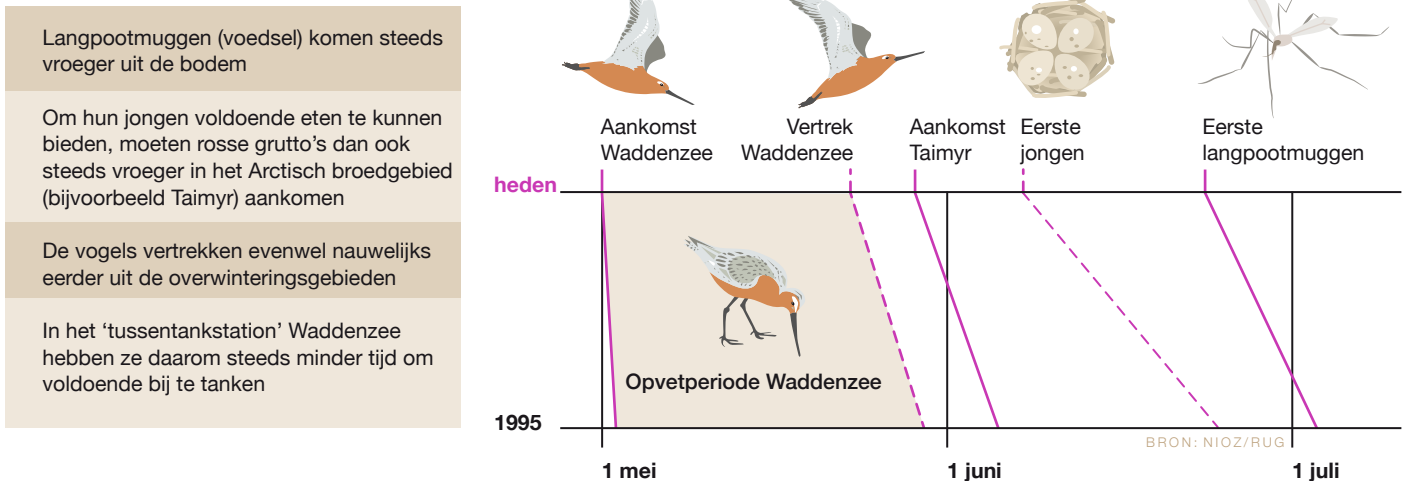
Waddenzee: minder droogvallende platen

Een versnelde zeespiegelstijging heeft in de Waddenzee vooral gevolgen voor de droogvallende wadplaten, slikken en kwelders. Hoe meer de zeespiegel stijgt, hoe korter de platen droogvallen. Dat zal veel invloed hebben op leefomgeving van planten en het foerageergedrag van dieren. Of en wanneer wadplaten echt helemaal 'verdrinken', hangt ook af van de groei, door natuurlijke depositie van sediment. Zolang platen met de zeespiegel 'meegroeien', blijven ze droogvallen. Op basis van bestaande modellen en huidige inzichten is het denkbaar dat al rond 2030 in het kombergingsgebied van het Vlie (westelijke Waddenzee) de zeespiegel sneller zal stijgen dan de wadplaten groeien.

4

Klimaatontwikkeling in het Arctische gebied

Effecten van klimaatverandering op de levenscyclus van de rosse grutto 1995 - heden



- De temperatuur in het Arctisch gebied stijgt 2 tot 3 keer zo snel als het mondiale gemiddelde. In **de laatste 40 jaar is het gebied 2 °C opgewarmd**, met regionale uitschieters van 6 °C, zoals gemeten op Spitsbergen.
- Satellietwaarnemingen laten zien dat **de zee-ijsbedekking** (in km²) sinds 1979 in de nazomer met 40 % is afgenomen. Het volumeverlies van zee-ijs (in km³) wordt vooral bepaald door een snelle afname in ijsdikte; deze afname verklaart 60-65 % van het verlies in ijsvolume in het Arctisch gebied.
- Minder drijvend ijs en dus meer open water bevordert de verdamping van water. Door de opwarming van de atmosfeer wordt ook meer vocht naar de Arctische gebieden getransporteerd, waardoor de **neerslag toeneemt**.
- Arctische gebieden kennen een permanent bevroren bodem, de permafrost, waarbij in de zomer hooguit alleen de toplaag ontdooit. Naar verwachting zal door de opwarming de **permafrost grotendeels gaan verdwijnen**. Door het ontdooien en vervolgens het optreden van bacteriële afbraakprocessen van plantenresten in de bodem, zullen grote hoeveelheden broeikasgassen – vooral kooldioxide en methaan – in de atmosfeer terecht komen, waardoor het broeikas effect nog verder wordt versterkt.

Waddenzee: meer haast voor trekvogels

In de winter geeft opwarmend oceaanwater warmte af aan de koude atmosfeer, waardoor de winters in Arctische gebieden aanzienlijk warmer worden. Dat heeft veel gevolgen voor de ecologie. De leefgebieden van planten- en diersoorten zullen verdwijnen door het natter en groener worden van de toendra en het steeds vroeger wegsmelten van de winterse sneeuw. Trek- en broedgedrag van vogels laten nu al een mismatch zien. Doordat vogels steeds vroeger in de broedgebieden aan zouden moeten komen om te kunnen profiteren van de steeds vroeger verschijnende insecten, hebben ze op hun trek, onder andere in de Waddenzee, steeds minder tijd om voldoende op te vetten.

DANKZEGGING

Met dank aan Jan Rozema en Peter Siegmund (KNMI) voor een inhoudelijke check op de factsheet.

REFERENTIES

Hoekstra, P. en C.J.M. Philippart. (red.), 2021. Klimaatverandering en ecologie. Position Paper Waddenacademie en Omgevingsberaad Waddengebied, 2021-01.

KNMI, 2021. Klimaatsignaal'21. Hoe het klimaat in Nederland snel verandert. KNMI, De Bilt, 72 pp.

Philippart, Catharina J.M., Kees Bastmeijer and Piet Hoekstra, 2020. Fastening our Wadden Sea seat belts. Protecting Natural Values in times of rapid climate change. An essay on Climate Change. Common Wadden Sea Secretariate (CWSS), Annual report 2020, 4-11.

Reneerkens, J., 2020. Climate change effects on Wadden Sea birds along the East Atlantic flyway. Position Paper Waddenacademie, 2020-02.

Van den Hurk, B and Tj. Geertsema, 2020. An assessment of present day and future sea level rise at the Dutch coast – Zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust en de regionale bestuurlijke consequenties. Waddenacademie, position paper 2020-05.

BRONVERMELDING

Figuren op pagina 2 en 5: KNMI Klimaatsignaal '21 Hoe het klimaat in Nederland snel verandert

Figuren op pagina 3 en 6: Waddenacademie

Figuur op pagina 7: Rakhimberdiev et al. (Nature Communications, 2018)

AUTEURS

Piet Hoekstra en Katja Philippart

REDACTIE

Rob Buitter

ILLUSTRATIES

Erik Visser – RaafWes

GRAFISCH ONTWERP

BW H ontwerpers

Factsheet 2022-01

Gepubliceerd door de Waddenacademie

© Waddenacademie maart 2022

CONTACTPERSOON

Klaas Deen

Secretaris Waddenacademie

T 058 233 90 31

E klaas.deen@waddenacademie.nl

www.waddenacademie.nl

De basisfinanciering van de Waddenacademie is afkomstig van het Waddenfonds.



waddenacademie