

Waterbeheer in een veranderend klimaat

Feiten en fictie van tachtig beweringen in de media



Waterbeheer in een veranderend klimaat

Feiten en fictie van tachtig beweringen in de media

Voorwoord	2
Inleiding	4
1. Het klimaat verandert en laat zijn sporen na	
1.1. Het broeikaseffect	6
1.2. De aarde warmt op	8
1.3. Het weer wordt extremer	10
1.4. Het ijs smelt	12
1.5. De zeespiegel stijgt	14
1.6. De bodem daalt	16
2. Veiligheid nu en in de toekomst	
2.1. Overstromingsdreiging in Nederland	18
2.2. Overstromingsdreiging elders in de wereld	20
2.3. Veiligheid op peil	22
2.4. Maar als het tóch misgaat ...	24
3. Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren	
3.1. Meegroeien met de zee: huidig beleid	26
3.2. Meegroeien met de zee: lang vol te houden	28
3.3. De rivieren van nu: hoogwater door een grillig klimaat	30
3.4. De rivieren van de toekomst: meer regen voor Rijn en Maas	32
3.5. Omgaan met hogere afvoeren	34
4. Omgaan met wateroverlast en droogte	
4.1. De inrichting van een klimaatbestendig land	36
4.2. Water in de stad	38
4.3. Water op het platteland	40
4.4. Droogte	42
5. Bedreigingen en kansen voor de natuur	44
6. De prijs van droge voeten en voldoende schoon water	
6.1. Relatief lage kosten voor een rijk land	46
6.2. De juiste investering op het juiste moment	48
Verklarende woordenlijst	50
Colofon	56

NIUW INZICHT: POSITIEVE INTERACTIE TUSSEN TEMPERAATUUR EN CO₂

Het wordt nu nog weer warmer

De opwarming van de aarde leidt tot nog meer CO₂ in de atmosfeer. Het gevolg daarvan is: nog hogere temperaturen.

zelfde idee te zijn gekomen. De referee had zijn artikel aangeboden aan Nature maar kreeg het uiteindelijk niet te publiceren terug. De medewerkers van Nature wilden er niet aan: als het zo simpel zou zijn waren anderen al lang op de gedachte gekomen, meenden ze. Zo kwam John Harte (met co-auteurs Marjorie Tornqvist-Berkeley (Californië) ook op de

men in kaart te brengen. De referentie is uitputtend werk dat tot veel academisch dispuut leidt. En, zegt Scheffer, dat je mechanismen moet weten zeker.

het klimaat van de aarde. Het is oogenoemd wordt genomen. Voor termijnen niet langer dan een paar jaar zou een graad temperatuurstijging hooguit tot een concentratieverhoging van 3 ppm CO₂ leiden. Op een tijdschaal van miljoenen jaren zou de temperatuur van de aarde 100 graden Celsius of meer stijgen. Het is een

De aarde vanuit de ruimte. De interactie tussen gas en temperatuur veroorzaakt de opwarming van de aarde.

Het enige stabiele aan het klimaat is

Eeuwig stijgen de

Hoe voorkomen we een ramp?

Het klimaat verandert en de zeespiegel stijgt. Daar valt met milieuverdragen en minder energieverbruik weinig tegen te beginnen, zoals doemdenkers als Al Gore ons willen laten geloven. We kunnen in Nederland dan ook beter doen waar we goed in zijn: dijken ophogen en bouwen.

Duitsland: Geef rivier meer ruimte

Watersnood is geen exclusief probleem voor Nederland. Ook in China en Duitsland worden de dijken ophogen en bouwen.

• Vro
• Regi
lima
moet Ne
bij de les

Voorwoord

De film *An inconvenient truth* van Al Gore, die oktober 2006 uitkwam, heeft een flinke impuls gegeven aan de discussie over (de gevolgen van) klimaatverandering. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) heeft deze discussie vervolgens nog extra gevoed door over 2007 in vier delen het vierde klimaatrapport uit te brengen. De klimaatdiscussie is aan de media niet voorbijgegaan, integendeel: sinds het uitbrengen van de film van Al Gore en de IPCC-rapporten worden veel meer artikelen aan (de gevolgen van) klimaatverandering gewijd dan ervoor.

In de media zijn de meningen verdeeld over de mate waarin de klimaatverandering nu al merkbaar is, hoe snel deze zich voltrekt en in hoeverre deze door de mens wordt veroorzaakt. Om maar een voorbeeld te geven: er wordt gemeld dat de ijsmassa's op Antarctica zowel kunnen groeien als afnemen.

Over de gevolgen van klimaatverandering voor de veiligheid en leefbaarheid van Nederland verschillen de meningen evenzeer. Kunnen we hier nu wel veilig onder zeeniveau blijven wonen of moeten we op termijn toch verhuizen naar de hoger gelegen delen van Nederland? Zin en onzin wisselen elkaar af in artikelen die variëren in wetenschappelijk gehalte. Voor de gewone burger is het onmogelijk een onderscheid te maken tussen feit en fictie.



Begin 2008 is het kennisinstituut Deltares opgericht. Het instituut beschikt over een unieke combinatie van kennis en ervaring op het gebied van water en ondergrond. Het is deskundig in het ontwikkelen, verspreiden én toepassen van kennis voor de duurzame inrichting en het beheer van kwetsbare delta's, kusten en riviergebieden.

In deze brochure richt Deltares zich, in opdracht van Rijkswaterstaat, op de berichtgeving in de media over klimaatverandering en de gevolgen ervan voor het waterbeheer in Nederland. Feiten en fictie worden van elkaar gescheiden. Hiermee draagt Deltares bij aan de bewustwording van de Nederlanders van de mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor de wereld en ons land in het bijzonder.

Prof. Dr. Ir. Huib de Vriend, directeur kennis Deltares



Klimaatverandering is van alle tijden. Koude en warme perioden wisselen elkaar af. Nederland heeft ijstijden gekend en een warmer klimaat dan het huidige. De Noordzee heeft meer dan 100 meter lager gestaan dan nu maar ook vele meters hoger. De verwachte klimaatverandering in de komende eeuwen is op de geologische tijdschaal van de aarde niets bijzonders. Toch maken we ons zorgen om de gevolgen van die klimaatverandering. De reden: waarschijnlijk verandert het klimaat snel, we zijn erg kwetsbaar voor de gevolgen en we zijn er zelf de oorzaak van.

Onze zorgen over de gevolgen van klimaatverandering zien we terug in de media. Er gaat bijna geen dag voorbij of het klimaat is in het nieuws. Vooral bij extreme droogte, bij warmterecords of als er veel regen valt, wordt geschreven over een veranderend klimaat. De berichtgeving is daarbij niet altijd even genuanceerd, en soms zelfs onjuist. Ook de mogelijke gevolgen voor een laaggelegen land als Nederland komen niet altijd correct voor het voetlicht.

Voor burgers zijn feiten en fictie moeilijk van elkaar te scheiden. Diezelfde burgers worden wel aangesproken op hun verantwoordelijkheid ten aanzien van klimaatverandering, en op hun zelfredzaamheid bij de eventuele gevolgen ervan. Het is van belang dat het verhaal over klimaatverandering en de mogelijke gevolgen goed verteld wordt, zodat we ons niet door de fictie maar wel door de feiten laten leiden.

Rijkswaterstaat heeft het initiatief genomen om uitspraken in de media over klimaatverandering en de mogelijke gevolgen toe te lichten, en feiten en fictie van elkaar te scheiden. Ze heeft daarbij de hulp ingeschakeld van Deltares, dat verstand heeft van de gevolgen van klimaatverandering voor het waterbeheer. Het KNMI heeft Deltares ondersteund bij de toelichting over de verandering van het klimaat.

De berichtgeving over klimaatverandering in de media is geïnventariseerd door bijna achthonderd uitspraken in koppen van artikelen in veel verschillende kranten en tijdschriften, verschenen in 2007, te verzamelen. Die uitspraken zijn in categorieën verdeeld op basis van de aspecten van klimaatverandering die in de betreffende artikelen werden behandeld. Hier zijn 80 stellingen uit geselecteerd die representatief zijn voor de uitspraken in de media: dit zijn dus geen stellingen van Deltares maar van journalisten in de media. Deskundigen van Deltares, op onderdelen ondersteund door deskundigen van het KNMI, hebben vervolgens een reactie op die uitspraken geformuleerd. Al die reacties zijn in deze brochure geïntegreerd.

Klimaatverandering heeft vele facetten. Een grotere overstromingsdreiging is er één van, voor de media kennelijk de belangrijkste, gezien het grote aantal artikelen dat zich daarop richt. In deze brochure zal daarom ook relatief veel aandacht worden besteed aan de berichtgeving over de overstromingsdreiging vanuit de zee en de rivieren. Maar ook de andere facetten van de klimaatverandering zullen worden belicht.

Per hoofdstuk zijn de krantenkoppen waar in dat hoofdstuk op wordt gereageerd, geciteerd. Nummers in de tekst verwijzen naar de bijbehorende stellingen. In een verklarende woordenlijst achterin wordt een aantal begrippen in deze brochure uitgelegd.

Uitstoot broeikasg

Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

Het broeikaseffect

1

Onze planeet is omringd door een mantel van broeikasgassen en deze mantel houdt warmte vast. Zonder dit broeikaseffect zou de gemiddelde temperatuur op aarde 19 graden onder nul zijn en niet de plus 14 zoals wij die gemiddeld op aarde kennen. Gemakshalve wordt, ook in deze brochure, geschreven over het broeikas-effect als eigenlijk de versterking van dit effect wordt bedoeld: een toename dus ten opzichte van het gemiddelde van plus 14. De **mens is de oorzaak van dit versterkte broeikaseffect**¹, nu en zeer waarschijnlijk in de komende eeuwen.

De versterking van het broeikaseffect is volgens het overgrote deel van de klimaatwetenschappers met name het gevolg van de **uitstoot van CO₂**². Maar ook andere gassen, waaronder vooral methaan, dragen aan het broeikaseffect bij. Uit onderzoek is gebleken dat de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer voornamelijk toeneemt door de verbranding van **fossiele brandstoffen**³. Deze toename begon rond 1800, bij het begin van de industriële revolutie, maar is vooral de laatste tientallen jaren fors.

as groeit door

Projecten in Oost-Euro-
wikkelingslanden waar-
rland bezuinigingen in
wil afkopen blijken veel
n geraamd.

en in Europa, de groot-
orger van Kyoto, liggen
p hun schema. De Eu-
heeft zichzelf gecomm-
n een reductie met 8
ppzichte van 1990. Die
erdeeld over de lidsta-
rijk van de situatie van

paar jaar geleden nog een schep
bovenop met de toezegging van
een reductie van maar liefst 20
procent. Nu blijkt dat de Britten
amper 11 procent halen.

veel van de landen die nu in de
problemen komen, kijken verlek-
kerd naar de Verenigde Staten.
President George Bush wees het
Kyoto-protocol meteen na zijn
aantreden in 2001 af, omdat het te
duur zou zijn en de t

Het broeikaseffect is een probleem op wereldschaal dat met wereldwijde maatregelen moet worden aangepakt. **Nederland kan in zijn eentje niets doen**⁴ aan smeltende ijskappen maar kan wel zijn steentje bijdragen in samenwerking met andere landen. Ook kan Nederland zichzelf voorbereiden op de gevolgen ervan.

Uit de media:

- ¹ De mens is de oorzaak van het broeikaseffect.
- ² Het broeikaseffect komt door de uitstoot van CO₂.
- ³ Het broeikaseffect is het gevolg van het verbranden van fossiele brandstoffen.
- ⁴ Nederland kan in zijn eentje niets doen aan smeltende ijskappen.



Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

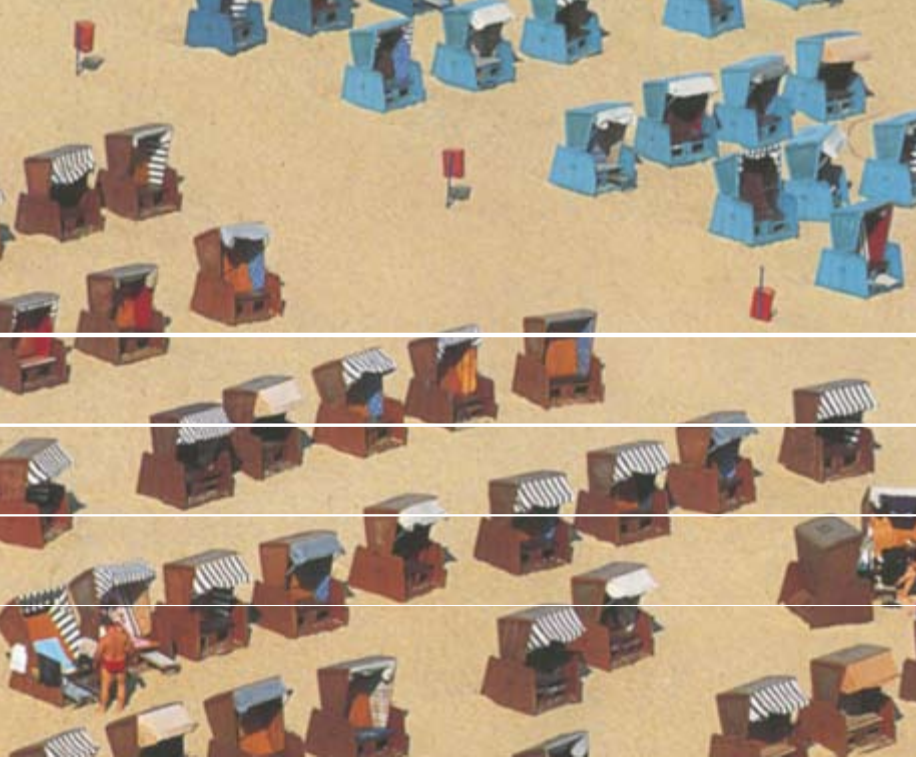
De aarde warmt op

In 'De Staat van het Klimaat 2007' geven de Nederlandse instituten voor klimaat-onderzoek, verenigd in het Platform Communication on Climate Change (PCCC), aan hoe het klimaat van de aarde, en Nederland in het bijzonder, er nu voor staat in relatie tot de klimaatverandering. Sinds 1900 is de aarde ruim 0,7 °C warmer geworden, Nederland zelfs 1,2 °C. Uit verschillende studies blijkt dat sinds 1950 het grootste deel van de waargenomen opwarming van de aarde is veroorzaakt door de uitstoot van broeikasgassen als gevolg van **menselijk handelen**⁵.

In 2100 wordt een mondiale temperatuurstijging verwacht van 1,1 tot 6,4 °C ten opzichte van 1990. In 2050 zal hiervan in Nederland waarschijnlijk al minstens 0,9 °C stijging zijn bereikt, en maximaal zelfs 2,3 (winter) tot 2,8 °C (zomer). Ook na 2100 zal het klimaat nog reageren op de toegenomen hoeveelheid broeikasgassen in de atmosfeer, zelfs als we de uitstoot van deze gassen nu fors zouden reduceren. Het klimaatsysteem reageert traag op veranderingen in de uitstoot van deze gassen en effecten uit het verleden werken door in de verre toekomst.

Het weer is de temperatuur, neerslag, windsnelheid etc. op een bepaald moment. Het klimaat is het gemiddelde van deze karakteristieken over een langjarige periode. Het klimaat van nu en dat van, bijvoorbeeld, 2100 kunnen tot vergelijkbare extremen in het weer leiden: maar de kans op die extremen wordt door klimaatverandering groter.

In de afgelopen jaren heeft het weer in Nederland een groot aantal **warmte-records**⁶ gebroken. Op zich passen deze records bij de variabiliteit van het weer



van nu maar het grote aantal records op rij lijkt te wijzen op een veranderend klimaat, met voor Nederland **warme zomers en zachte winters**⁷ en een grotere kans op extreem zware buien.

In ons land wordt de temperatuur sinds 1706 geregistreerd. Sinds dat jaar waren juli en september 2006 de warmste juli- en septembermaand, en was de winter van 2006-2007 de warmste winter. Ook de herfst van 2006 staat met 13,6 °C op een eerste plaats, zelfs 1,6 °C boven het vorige herfstrecord van 2005. De tien warmste jaren van deze planeet sinds 1861 traden op na 1980, waarvan zeven zelfs na 1990.

[Uit de media:](#)

- ⁵ De aarde warmt op door menselijk handelen.
- ⁶ Warmterecords het gevolg van klimaatverandering.
- ⁷ Nederland staat warme zomers en zachte winters met grotere kans op extreme neerslag te wachten.

A satellite image of a hurricane, likely a tropical cyclone, showing a distinct eye and spiral cloud bands over the Atlantic Ocean. The image is used as a background for the top half of the page.

Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

Het weer wordt extremer

Voor Europa zijn de belangrijkste effecten van de temperatuurstijging waarschijnlijk meer neerslag in Midden- en Noord-Europa in de winter en minder neerslag in Zuid-Europa in de zomer. In de winter zal waarschijnlijk meer neerslag in de vorm van regen vallen en minder in de vorm van sneeuw. In de winter gaat het in Nederland door klimaatverandering **steeds vaker regenen**⁸, in de zomer juist minder maar wel in de vorm van zwaardere buien.

Door de klimaatverandering zal de kans op **extremen in het weer, met droogte en overstromingen**⁹ tot gevolg, wereldwijd vrijwel zeker toenemen. Klimaatverandering betekent voor Nederland vaker **extreme regenval of juist droogte en hitte, maar ook vaker hoge en lage waterstanden**¹⁰ in de rivieren.

Dankzij ons beleid voor de bescherming tegen overstromingen zal de kans op overstromingen echter niet toenemen (zie het hoofdstuk 'Veiligheid nu en in de toekomst').

In Nederland zal in de zomer dus minder neerslag vallen maar als het regent zal dit vaker in de vorm van zeer zware buien zijn. Niet alleen de frequentie van zware buien maar ook de intensiteit van die buien zal toenemen.

Augustus 2006 heeft ons een voorproefje gegeven van wat ons te wachten staat: deze maand was gemiddeld over Nederland de natste oogstmaand in 100 jaar. Deze extreem natte maand hoeft echter **niets te maken te hebben met klimaatverandering**¹¹: ons weer is zo variabel dat deze extremen ook zonder klimaat-

verandering kunnen optreden. De kans op deze extremen neemt door klimaatverandering wel toe. Als we onvoldoende maatregelen nemen, zal dit vooral in de bewoonde gebieden steeds vaker tot wateroverlast leiden.

Het is nog zeer onzeker of de verandering van het klimaat ook een effect zal hebben op de frequentie en de zwaarte van de stormen boven ons land. Op basis van de huidige modelberekeningen kan niet worden gesteld dat **stormen in de toekomst vaker**¹² zullen voorkomen, en dat de **stormschade**¹³ in de toekomst sterk zal toenemen. Elders in de wereld lijkt de opwarming van de aarde wel tot zwaardere stormen te leiden. Tropische orkanen als Katrina halen hun energie uit de temperatuur van het zeewater. Een warmere zee betekent meer potentiële energie voor orkanen. Het is echter nog niet aangetoond dat er een toename is van het **aantal orkanen**¹⁴, en dat deze krachtiger worden door temperatuurstijging van het water. Het is wel een plausibel scenario voor de toekomst.

Uit de media:

⁸ Door klimaatverandering gaat het steeds vaker regenen.

⁹ Klimaatveranderingen veroorzaken extremen in weer en overstromingen.

¹⁰ Klimaatverandering betekent voor Nederland zware stormen, extreme regenval, droge hitte en hoge waterstanden in de rivieren.

¹¹ De klimaatverandering is de oorzaak van de grote hoeveelheid neerslag van 2006.

¹² Stormen zullen in de toekomst vaker voorkomen.

¹³ Stormschade zal in de toekomst sterk toenemen.

¹⁴ Er is een toename van het aantal orkanen, en deze worden krachtiger door temperatuurstijging van het water.



Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

Het ijs smelt

Door klimaatverandering **smelten de ijskappen**¹⁵ van Groenland en Antarctica. Op Groenland ligt voldoende ijs om de zeespiegel wereldwijd gemiddeld met bijna zeven meter te doen stijgen. West-Antarctica zou daar nog eens zes meter aan toe kunnen voegen. Het ijs dat dan nog op Antarctica ligt, staat weliswaar gelijk aan tientallen meters zeespiegelstijging maar dat ijs zal niet smelten, tenzij het klimaat vele eeuwen na nu veel warmer wordt dan waar wetenschappers nu van uit gaan.

Voor de zeespiegelstijging is vooral het gedrag van de landijsmassa's van Groenland en Antarctica van belang. De potentiële zeespiegelstijging van meerdere meters in de komende eeuwen ligt daar opgeslagen. De dreiging van de smeltende gletsjers valt eigenlijk wel mee. Volgens schattingen kunnen de gletsjers en ijskappen die buiten Groenland en Antarctica liggen maximaal 15 tot 24 cm zeespiegelstijging opleveren. Dan is dit ijs op. Dit zou binnen een paar generaties al het geval kunnen zijn. **Veel gletsjers zullen niet lang meer blijven bestaan**¹⁶.

De ontwikkeling van het **toenemend smelten van gletsjers**¹⁷ sluit aan bij de temperatuurstijging over de afgelopen 150 jaar. De betekenis van het smelten van de gletsjers is meer het verdwijnen van de gletsjers zelf dan het effect op de zeespiegelstijging.



Het smelten van het ijs van de **Noordpool heeft geen effect**¹⁸ op de zeespiegel: dat is ijs op zee en als drijvend ijs smelt, blijft de waterstand gelijk. Bij landijs, zoals Antarctica en Groenland, echter komt door het smelten van de ijskap meer water in zee.

Uit de media:

¹⁵ Door klimaatverandering smelten de ijskappen.

¹⁶ Gletsjers zullen niet lang meer blijven bestaan.

¹⁷ De ontwikkeling van het toenemend smelten van gletsjers sluit aan bij de temperatuurstijging over de afgelopen 150 jaar.

¹⁸ Als het ijs op de noordpool smelt, stijgt de zeespiegel 0 meter.



Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

De zeespiegel stijgt

In de afgelopen achttienduizend jaar, vanaf het moment dat het ijs van de laatste ijstijd begon te smelten, is de zeespiegel met meer dan 120 meter gestegen. Tot zevenduizend jaar geleden ging die stijging snel, met gemiddeld ongeveer een meter per eeuw, daarna werd de stijgsnelheid steeds minder. Ook in de afgelopen eeuw is de zeespiegel voor de Nederlandse kust gestegen, met ongeveer 20 cm, doordat de ijskappen nog steeds een beetje naijlen op het einde van de laatste ijstijd, door **natuurlijke fluctuaties**¹⁹, en mogelijk ook al als reactie op stijgende temperaturen door klimaatverandering.

Als gevolg van de klimaatverandering wordt een versnelling van de zeespiegelstijging verwacht. Wereldwijd is die versnelling ook al gemeten maar in de metingen voor de Nederlandse kust is die **versnelling tot nu toe nog niet aangetoond**²⁰.

Het KNMI gaat voor de komende honderd jaar uit van een zeespiegelstijging van 35 tot 85 cm, waarvan in 2050 waarschijnlijk al 15 tot 35 cm bereikt zal zijn. Volgens het KNMI is een zeespiegelstijging van 1 tot 2,5 meter in 2300 reëel en zou de zee in het jaar 3000 wel eens tot 6 meter hoger kunnen komen te staan. De spreiding in de getallen is groot door de vele onzekerheden in met name de klimaatmodellen, de emissies van broeikasgassen en het gedrag van de ijskappen. Maar dat de **zeespiegel in de komende eeuwen meters kan gaan stijgen**²¹, is juist. Het **uitzetten van het opgewarmde zeewater**²² zal naar verwachting voorlopig meer aan de zeespiegelstijging bijdragen dan het smelten van de gletsjers en de ijskappen.

De Nederlandse regering heeft zich voorgenomen de uitstoot van CO₂ in 2020 ten opzichte van 1990 met 20% te reduceren. Een forse ambitie, maar zelfs al zouden alle landen dit voorbeeld volgen, dan zou dit geen effect hebben op de zeespiegelstijging die in deze eeuw verwacht wordt. Het klimaatsysteem reageert immers traag op veranderingen in de concentratie broeikasgassen. De **zeespiegel zal blijven stijgen**²³, ook als de CO₂-uitstoot drastisch wordt verminderd. Voor een aantal gebieden in de wereld komen de maatregelen dus te laat: **Tuvalu**²⁴ is het eerste eiland dat in zee verdwijnt.

Uit de media:

¹⁹ De zeespiegel stijgt al duizenden jaren 20 cm per eeuw door natuurlijke oorzaken.

²⁰ De zeespiegel stijgt niet sneller dan voorheen.

²¹ De zeespiegel zal meters stijgen.

²² Zeespiegelstijging wordt in de eerste plaats veroorzaakt door uitzetting van water in oceanen, niet door het smelten van ijskappen.

²³ De zeespiegel zal blijven stijgen, ook als de CO₂-uitstoot drastisch wordt verminderd.

²⁴ Tuvalu is het eerste eiland dat in zee verdwijnt.

An aerial photograph showing a coastal area. A paved road curves along the edge of a body of water. To the right of the road, there is a green field and a small, light-colored house with a dark roof. The water is a dark, calm blue-grey color.

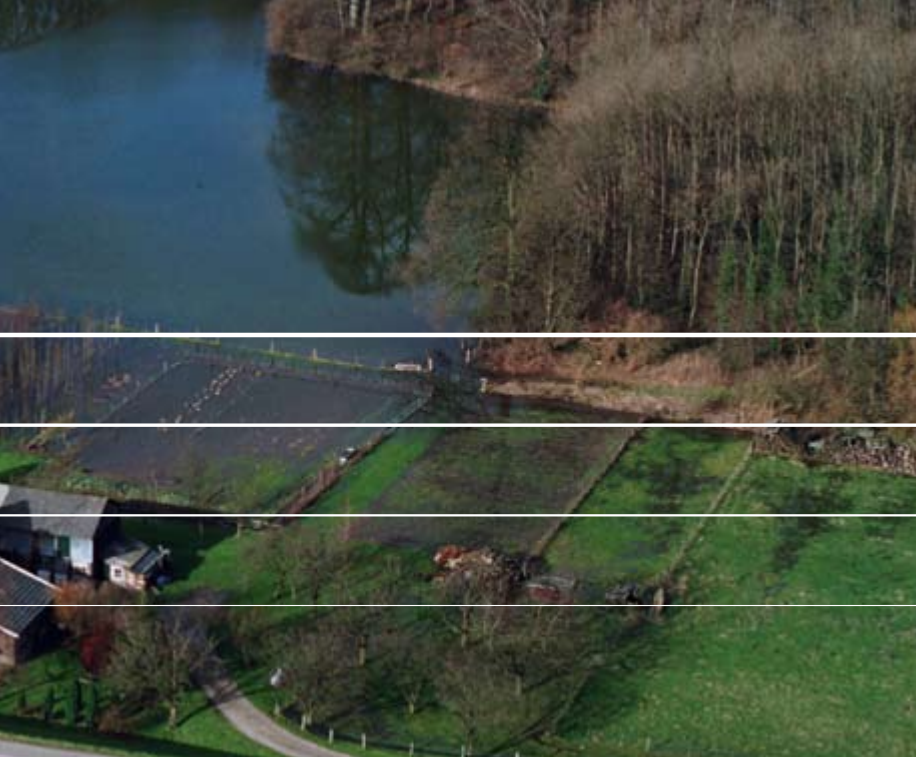
Het klimaat verandert en laat zijn sporen na

De bodem daalt

Voor de toekomst van Nederland is niet alleen de stijging van de zeespiegel maar ook de daling van het land belangrijk. De combinatie van beide noemen we de relatieve zeespiegelstijging: de stijging van het water ten opzichte van de hoogte van het maaiveld. Voor de relatieve zeespiegelstijging moeten we bij de eerder genoemde getallen dus nog wat optellen.

Sinds we zijn begonnen met het bouwen van dijken en het wegpompen van water zijn de lage delen van Nederland 2 tot 3 meter lager komen te liggen. Door de ontwatering zijn de slappe klei- en veenlagen ingeklonken. Ook is het veen deels geoxideerd: door de verlaging van de grondwaterstand is het veen in contact gekomen met zuurstof en 'verbrand'. Dat proces gaat nog steeds door: **we pompen onszelf naar beneden**²⁵. In deze eeuw staat tegenover een verwachte stijging van de zeespiegel met 35 tot 85 cm een verwachte bodemdaling van West-Nederland van decimeters tot lokaal zelfs anderhalve meter.

Voor de veenweidegebieden van Friesland wordt in deze eeuw, als het huidige beleid van ontwateren wordt voortgezet, een daling verwacht van maximaal 120 cm. Daar daalt het maaiveld door klink en oxidatie van het veen jaarlijks met 0,25 tot 1,25 cm! In het noordoosten van Groningen zal de bodem dalen door de gaswinning: waarschijnlijk een kleine 40 cm in 2050 ten opzichte van 2000.



Naar verwachting zal in delen van West- en Noord-Nederland tussen nu en 2100 **de bodem net zo veel dalen als de zee zal stijgen**²⁶. Zowel bodemdaling als zeespiegelstijging leiden tot een toename van de hoeveelheid kwelwater. Er moet daardoor meer water worden weggepompt. Omdat een deel van het kwelwater zout is, is meer zoetwater nodig om het zout weg te spoelen.

[Uit de media:](#)

²⁵ [We pompen onszelf naar beneden.](#)

²⁶ [De bodem daalt net zo snel als de zeespiegel stijgt.](#)

Politici en burgers de over mogelijke overst

Veiligheid nu en in de toekomst

Overstromingsdreiging in Nederland

2

Tweederde van het Nederlands grondgebied wordt door dijken beschermd. Een deel van dit gebied wordt beschermd tegen de zee, een ander deel tegen de grote meren of de rivieren. Als in Nederland een overstroming zou plaatsvinden, zou slechts een deel van het bedijkte gebied onder water lopen.

Het beschermingsniveau tegen overstromingen is niet overal gelijk in Nederland. Waar de gevolgschade als een overstroming zou optreden het grootst is (bij de kust), is ook het beschermingsniveau het hoogst. De kans op een overstroming met water uit de rivieren is groter dan de kans op een overstroming vanuit zee (en het IJsselmeergebied). Als het gaat om **de kans dat het misgaat**²⁷, is de overstromingsdreiging vanuit de rivieren dus groter dan die vanuit de zee en de meren.

De verwachte hogere waterstanden langs de kust en op de rivieren in de toekomst betekenen dat te zijner tijd maatregelen moeten worden genomen om onze bescherming tegen het water op peil te houden. De toename van de IJsselafvoer en de stijging van de zeespiegel betekenen ook dat in het IJsselmeergebied maatregelen nodig zijn: het IJsselmeer moet immers meer rivierwater kunnen bergen terwijl dit, door de hogere zeestand, minder snel op zee kan worden geloosd (zie blz. 41: 'IJsselmeer en Markermeer: ander peil voor een ander klimaat').

nken te licht romingen

ping droogtest à la de oefening Bonfire
tpol- in de Amsterdam Arena, waarbij
dan met inschakeling van 2000 hulp-
terug verleners, ambtenaren en figuran-
bena- ten een terroristische aanslag
wan- werd nagebootst. De minister ver-
soefe- telde er nog net niet bij welke pol-
? Dit der de dupe zou moeten worden.
kennende, heeft Remk-

rengelb
fectief.
Toch is
niet. H
terove
groter
delen

eeuw
overs
te ve
feite

Fig
Het
om
tro

De maatregelen die naar verwachting op termijn voor de meren en de riviertakken (inclusief het overgangsgebied tussen de rivieren en de zee) nodig zijn, beslaan een veel grotere lengte aan waterkeringen (dijken) dan langs de kust: de duinen blijven immers over het algemeen hoog en breed genoeg om de verwachte zeespiegelstijging in 2100 het hoofd te kunnen bieden dankzij een combinatie van zandsuppleties en zandaanvoer door natuurlijke processen.

Uit de media:

²⁷ Dreiging van hoog water komt in eerste instantie van hoogwater van de grote rivieren, in mindere mate van de zeespiegelstijging.



Veiligheid nu en in de toekomst

Overstromingsdreiging elders in de wereld

De gevolgen van klimaatverandering zullen in veel gebieden verspreid over de wereld effect hebben op de dreiging van overstromingen. Vooral Azië krijgt hier in hoge mate mee te maken omdat daar veel grote steden in laaggelegen deltagebieden voorkomen. Naast een hogere zeestand zouden ook hogere afvoeren op de rivieren voor problemen kunnen zorgen. Een rivier als, bijvoorbeeld, de Yangtze heeft nu al te maken met hoge afvoeren en (dreigende) overstromingen. Als voor de Yangtze hetzelfde toekomstbeeld geldt als voor de Rijn, te weten een toename van de omvang en frequentie van hoogwaters, dan wordt de beheersing van het **hoogwater op de Yangtze**²⁸ een enorme taak.

We moeten echter uitkijken dat we niet alle overstromingen wijten aan klimaatverandering. Ook als klimaatverandering wel effectief zou worden aangepakt, zullen er nog overstromingen plaatsvinden.



Door de gevolgen van de klimaatverandering zullen kust- en deltagebieden wereldwijd vaker door overstromingen worden getroffen. In die gebieden woont een groot deel van de wereldbevolking en in de loop van deze eeuw zullen nog veel meer mensen naar deze gebieden trekken. De kans op overstromingen en de gevolgen van overstromingen zullen daardoor wereldwijd toenemen: het overstromingsprobleem wordt **in de toekomst alleen maar groter**²⁹. De gevolgen van klimaatverandering zullen echter niet overal hetzelfde zijn: niet alle kust- en deltagebieden zijn even kwetsbaar.

Uit de media:

²⁸ Het bedwingen van de Yangtze-rivier blijft met het oog op klimaatverandering een enorme taak.

²⁹ Het overstromingsprobleem wordt in de toekomst alleen maar groter.



Veiligheid nu en in de toekomst

Veiligheid op peil

Onze waterkeringen moeten voldoen aan veiligheidsnormen die in de wet zijn vastgelegd. Deze normen zijn kansen op bepaalde waterstanden die de waterkeringen veilig moeten kunnen keren. Zo moeten de rivierdijken hoogwaterstanden kunnen keren die met een kans van 8% in een gemiddeld mensenleven kunnen voorkomen. Die kans van 8% in een mensenleven komt neer op een kans van 1/1250 per jaar: de veiligheidsnorm voor de rivierdijken is dus 1/1250 per jaar. De rivierdijken moeten zo hoog en sterk gebouwd zijn dat zij de waterstanden die bij deze norm horen, de zogenaamde maatgevende hoogwaterstanden, veilig kunnen keren. Deze waterstanden zijn bepaald op basis van statistische extrapolatie van historische metingen van waterstanden en rivierafvoeren. Dit betekent dat onze dijken zijn ontworpen en gebouwd **op basis van de dreiging uit het verleden**³⁰.

Een deel van de waterkeringen voldoet nu niet aan de wettelijke normen. Waar dat het geval is, nemen de beheerders (de waterschappen en het Rijk) maatregelen zodat de dijken wel aan de normen gaan voldoen.

Bij de bescherming tegen het water is Nederland voorbereid op stormvloed, extreme hoogwaters en zware buien die passen bij het huidige klimaat. Wel wordt bij de aanleg en versterking van zeedijken alvast rekening gehouden met de verwachte zeespiegelstijging in de komende 50-100 jaar (zie blz. 26 'Meegroeien met de zee: huidig beleid'). Ook worden de rivierdijken zo robuust aangelegd dat ze ook bij maatgevende hoogwaterstanden nog wat reservehoogte en -sterkte over

hebben. Nederland is echter **nu nog niet voorbereid op een hogere zeespiegel, extreem hogere rivierafvoeren en wisselvalliger weer**^{31,32} zoals die op de langere termijn worden verwacht. Dat hoeft ook nog niet want het duurt nog erg lang voor de effecten van klimaatverandering dat noodzakelijk maken. Er wordt al wel nagedacht over aanpassingen van onze hoogwaterbescherming aan de verwachte vergaande gevolgen van de klimaatverandering. Zo hebben we in ieder geval de plannen klaarliggen om snel maatregelen te kunnen nemen en blijft Nederland goed beschermd tegen het water.

De gevolgen van klimaatverandering zullen op termijn tot hogere maatgevende waterstanden leiden. Maar op welk moment en in welke mate de maatgevende waterstanden, en dus de dijken, moeten worden verhoogd, is heel moeilijk vast te stellen. Op basis van metingen van de rivierafvoeren en de waterstanden op zee zullen we voorlopig geen zicht krijgen in veranderingen van de afvoeren en waterstanden die met een kans van 1/1250 of 1/10.000 per jaar kunnen optreden. We zullen hiervoor de klimaatmodellen nodig hebben.

Ook als alle waterkeringen op orde zijn, moet Laag-Nederland iedere dag met veel pompen droog worden gehouden. Zonder pompen zou het stelsel van dijken, sluizen en gemalen uiteindelijk vervallen: **als we niets doen**³³ zou meer dan de helft van Nederland onder water lopen: het potentieel overstroombare gebied beslaat ongeveer tweederde van ons land.

Uit de media:

³⁰ De dijken zijn ontworpen en gebouwd op basis van dreiging uit het verleden.

³¹ Nederland is niet voorbereid op een hogere zeespiegel en wisselvalliger weer.

³² Polderdijken zijn niet bestand tegen de klimaatverandering.

³³ Als we niets doen zou de helft van Nederland onder water lopen.



Veiligheid nu en in de toekomst

Maar als het tóch misgaat ...

De kans op een overstroming is vanwege het hoge beschermingsniveau van onze waterkeringen erg klein, maar niet nul. En dus zal **vroeg of laat een overstroming**³⁴ plaatsvinden. Voor het laatst hebben we een overstroming meegemaakt in 1995, toen een deel van de Maas buiten zijn oevers trad. Met aanvullende beschermingsmaatregelen kan de kans op een overstroming nog verder worden verkleind maar **kunnen overstromingen niet helemaal worden voorkomen**³⁵. Ons veiligheidsbeleid is zodanig georganiseerd dat wanneer blijkt dat klimaatverandering leidt tot een hogere zeestand en meer extreme rivierafvoeren, de waterstanden waar de waterkeringen op zijn ontworpen naar boven worden bijgesteld. De versterking van de waterkeringen op basis van deze verhoogde normwaterstanden levert dan weer dezelfde overstromingskans van vóór de klimaatverandering op. Hierdoor zullen gebieden in Nederland die gevoelig zijn voor overstromingen **door klimaatverandering niet vaker overstromen**³⁶.



Als het tóch misgaat, kunnen de gevolgen zeer groot zijn. Sommige polders liggen zo diep dat zij bij een overstroming tot een diepte van meerdere meters zouden kunnen vollopen. De **kwetsbaarheid**³⁷ van Laag-Nederland voor overstromingen krijgt meer aandacht in het project Waterveiligheid 21^e eeuw (WV21). Dit project richt zich op de mogelijkheden voor het verkleinen van overstromingsrisico's (risico is het product van de kans op een overstroming en de gevolgschade van die overstroming). Onderzocht wordt of het verstandig is door te gaan met het beleid van de afgelopen decennia, gericht op het beperken van overstromingskansen, of dat ook aan het verkleinen van de mogelijke gevolgen van overstromingen moet worden gewerkt.

Uit de media:

³⁴ Ondanks dijken en dammen zal Nederland vroeg of laat worden getroffen door een overstroming.

³⁵ Concrete maatregelen zijn noodzakelijk om overstromingen te voorkomen.

³⁶ Gebieden die gevoelig zijn voor overstromingen, zullen nog vaker overstromen.

³⁷ De kwetsbaarheid van gebieden voor overstromingen moet meer aandacht krijgen.

Het klimaat nu echt radicaal

Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

Meegroeien met de zee: huidig beleid

3

Zeespiegelstijging door klimaatverandering vraagt om **kustverdediging**³⁸. Sinds 1990 wordt bij het beheren van onze kust al rekening gehouden met de toekomstige zeespiegelstijging. Dat gebeurt op drie manieren:

- door in te spelen op de waargenomen stijging;
- door uit te gaan van een zeespiegelstijging van 60 cm/eeuw voor investeringen met een geplande levensduur van 50-100 jaar;
- door uit te gaan van de bovengrens van de KNMI-verwachting van 85 cm/eeuw voor voorzorgsmaatregelen voor de komende 200 jaar.

Jaarlijks wordt 12 miljoen kuub zand uit de Noordzee in de kustzone gebracht. Deze suppleties leveren voldoende bescherming bij de huidige zeespiegelstijging van ongeveer 20 cm/eeuw. Dreigt in de loop der tijd meer van het kustfundament onder water te verdwijnen, dan wordt het volume zand steeds verder opgevoerd. Stel nu dat de zeespiegel de komende honderd jaar met 85 cm stijgt, dan zal jaarlijks 60 miljoen kuub zand gesuppleerd gaan worden. Dankzij deze suppleties houden wij de kustlijn met stranden en duinen op peil en zullen door het stijgende zeeniveau **geen stranden verdwijnen**³⁹. Elders in de wereld, bijvoorbeeld bij kleine zandstranden langs rotsige kusten, kan het anders uitpakken.

Bij de aanleg en het onderhoud van werken met een levensduur van circa 50-100 jaar, zoals dijken, wordt uitgegaan van 60 cm zeespiegelstijging per eeuw. Iedere vijf jaar wordt de sterkte van deze waterkeringen getoetst aan de hand van de

roer moet
al om
fwachtend op
de instanties
n en Nederland overgaat tot
van de

laatste wetenschappelijke inzichten over de krachten die het zeewater op de waterkeringen kan uitoefenen. Zodra een waterkering niet meer voldoet, wordt deze versterkt, rekening houdend met 60 cm zeespiegelstijging per eeuw. Zo zijn de dijken altijd hoog genoeg⁴⁰ bij een stijgende zeespiegel.

De Nederlandse kust moet worden verstevigd om **zeespiegelstijging en grotere golfkracht**⁴¹ op te kunnen vangen. Bij een versterking wordt de zeewering zowel hoger als breder gemaakt. Er is al ruimte achter de waterkeringen gereserveerd voor eventuele toekomstige versterkingen, uitgaande van het verwachte maximum scenario van 85 cm zeespiegelstijging per eeuw en een zichtduur van 200 jaar.

Uit de media:

³⁸ Zeespiegelstijging door klimaatverandering vraagt om kustverdediging.

³⁹ Het stijgende zeeniveau zal stranden doen verdwijnen.

⁴⁰ Dijken zijn niet hoog genoeg voor de zeespiegelstijging.

⁴¹ De Nederlandse kust moet worden verstevigd om zeespiegelstijging en grotere golfkracht op te kunnen vangen.



Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

Meegroeien met de zee: lang vol te houden

Als kustgebieden zich niet wapenen tegen de stijgende zee, lopen zij **toenemende risico's**⁴² door de stijging van het zeeniveau. Het KNMI acht de kans klein dat de zeespiegel voor de Nederlandse kust deze eeuw nóg meer stijgt dan 85 cm (in 2100 ten opzichte van 1990). Maar zelfs al zou de zee deze eeuw **een tot anderhalve meter**⁴³ stijgen, dan nog is die stijging met extra zandsuppleties aan de kust, met aanpassingen aan de zeedijken en innovaties zoals overslagbestendige dijken goed op te vangen.



Ook de stijging van de zeespiegel met 2 tot 3 meter in de komende eeuwen is goed met zandsuppleties en hogere dijken op te vangen. Op die tijdschaal zijn rivierverruiming en **dijken nog steeds de oplossing**⁴⁴ voor de zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren. We zullen dan overigens met name moeten kijken naar de gebieden waar de problemen van hogere rivierafvoeren en een stijgende zeespiegel bij elkaar komen. Dat zijn de benedenlopen van Rijn en Maas (met name het gebied rond Rotterdam-Dordrecht), en het IJsselmeer (waar hogere IJsselafvoeren minder gemakkelijk op de Waddenzee kunnen worden geloosd).

Uit de media:

⁴² Kustgebieden lopen toenemende risico's door stijging van het zeeniveau.

⁴³ De kust kan de voorspelde zeespiegelstijging van een tot anderhalve meter in de komende eeuw wel aan.

⁴⁴ Dijken zijn de oplossing voor de zeespiegelstijging.



Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

De rivieren van nu: hoogwater door een grillig klimaat

In de zomer van 2007 traden in Engeland enkele rivieren buiten hun oevers nadat het lange tijd hard had geregend. Volgens de media werden de **overstromingen in Engeland**⁴⁵ veroorzaakt door klimaatverandering.

Zoals in het eerste hoofdstuk (zie blz. 10: 'Het weer wordt extremer') al is beschreven, hoeft een extreem natte maand niets te maken te hebben met klimaatverandering. Het weer is zo grillig dat dergelijke extremen mogelijk zijn zonder de verwachte klimaatverandering. Pas na een lange periode, waarin veel van dergelijke extremen zijn opgetreden, kan statistisch worden vastgesteld of een extreme zomer zoals die van 2007 in Engeland in een trend van een veranderend klimaat past.

Grote hoeveelheden aanhoudende regen in hetzelfde gebied komen niet zo vaak voor. Tussen twee vergelijkbare extremen in hetzelfde gebied kunnen veel jaren zitten, jaren waarin het landgebruik drastisch kan zijn veranderd. In landen zoals Engeland en Nederland is de afgelopen eeuw veel bijgebouwd in overstromingsgevoelige gebieden. Als het nu lang hard regent, kan dat veel meer schade en overlast veroorzaken dan vroeger. Het lijkt dan dat klimaatverandering tot grotere overstromingen leidt terwijl de omvang van die overstromingen zelf niet is veranderd maar de gevolgschade is toegenomen doordat we dichterbij het water zijn gaan wonen. Het **klimaat heeft het dus niet altijd gedaan**⁴⁶.



De gevolgen van klimaatverandering zullen voor verschillende delen van Europa verschillend uitpakken: op de ene plek wordt het gemiddeld droger, op de andere plek gemiddeld natter. Bovendien kunnen in een zelfde gebied verschillende extremen elkaar afwisselen: langer droog op het ene moment en langer nat op het andere. Europa zal in de toekomst dan ook vaker met **teveel of juist te weinig water**⁴⁷ te maken krijgen.

[Uit de media:](#)

⁴⁵ De overstromingen in Engeland werden veroorzaakt door klimaatverandering.

⁴⁶ Het klimaat heeft het niet altijd gedaan.

⁴⁷ In Europa is het verdrogen of verdrinken.



Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

De rivieren van de toekomst: meer regen voor Rijn en

De grote rivieren die door Nederland stromen, zijn de Rijn en de Maas. De Maas is een regenrivier, de Rijn een regen- en smeltwaterrivier. Het smeltwater van de Rijn komt van de gletsjers en sneeuwval in de Alpen. **Smeltwater van de gletsjers⁴⁸** vormt een klein deel van de totale waterstroom omdat het oppervlakte aan gletsjers, en daarmee het ijsvolume in de Alpen, ten opzichte van de oppervlakte van het stroomgebied van de Rijn erg klein is. Indien alle gletsjers in het stroomgebied van de Rijn in de komende 50 jaar zouden smelten, zou de afvoer bij Lobith hierdoor minder dan 1% toenemen. Het smelten van **gletsjers zal dus geen overstromingen en geen watertekorten⁴⁹** veroorzaken.

De gevolgen van klimaatverandering voor de sneeuwval in de Alpen en daarmee de afvoer van de Rijn zijn echter veel groter. Het gebied in de Alpen waar elke winter sneeuw valt, is immers veel groter dan het gebied dat met ijs is bedekt. Bij het huidige klimaat blijft deze sneeuw tot in het voorjaar liggen. Daardoor komt er in de winter, wanneer normaal gesproken de hoogste afvoeren bij Lobith optreden, weinig Rijnwater uit de Alpen. In het late voorjaar en zomer vergroot de smeltende sneeuw de afvoer bij Lobith en draagt het smeltwater zo bij aan een kleinere kans op laagwater in die periode.



Door klimaatverandering zal de neerslag in de Alpen in de winter meer in de vorm van regen en minder in de vorm van sneeuw vallen. Dit betekent dat de winterafvoer uit het Alpengebied groter wordt en de afvoer in lente en zomer kleiner. In de periode waarin nu de hoogste afvoeren bij Lobith optreden, zal de Rijnafvoer nog hoger worden. De Rijn wordt, net als de Maas, een rivier die primair gevoed wordt door regenval. De Rijn zal **niet zwellen door smeltende sneeuwtoppen**⁵⁰ maar door meer regen. In de zomerperiode gaan lage afvoeren vaker en vroeger voorkomen omdat dan geen sneeuwsmeltwater meer voorradig is.

Uit de media:

⁴⁸ Smeltwater van de gletsjers vormt een klein deel van de totale waterstroom.

⁴⁹ Op korte termijn zal het smelten van gletsjers overstromingen veroorzaken, op lange termijn watertekorten.

⁵⁰ Opwarming van de aarde betekent voor Nederland dat de rivieren zwellen door smeltende sneeuwtoppen.



Omgaan met zeespiegelstijging en hogere rivierafvoeren

Omgaan met hogere afvoeren

De Nederlandse rivierdijken zijn ontworpen om het land tegen extreem hoge rivierafvoeren te beschermen. Die extreem hoge afvoeren treden alleen op als het in het stroomgebied van de rivieren op grote schaal lang en hard regent, en als de ondergrond verzadigd met water of bevroren is. Onder die omstandigheden maakt het niet zoveel meer uit wat het landgebruik in het stroomgebied is: de 'spons' van de ondergrond is verzadigd en de neerslag komt snel in de rivier terecht.

Arme landen in, bijvoorbeeld, Azië hebben een veel lager beschermingsniveau dan Nederland. Relatief vaak voorkomende hoogwaters kunnen daar al tot problemen leiden en dan is het type landgebruik juist wel van belang. Die vaker voorkomende hoogwaters treden op bij neerslaghoeveelheden die op zich voor die gebieden niet zo extreem zijn. Bij die neerslag is de ondergrond van een bosgebied nog niet verzadigd en kan deze 'spons' nog veel water vasthouden. De 'sponswerking' dempt zo de hoogte van de rivierafvoer. Maar als in die regio's bosgebied wordt omgezet in landbouw- of stedelijk gebied, neemt die sponswerking af. Regen stroomt dan sneller naar de rivier en afvoeren kunnen hogere waarden bereiken. Zo zorgt **ontbossing in arme landen**⁵¹ voor een toename van het aantal overstromingen.

De Nederlandse rivierdijken kunnen een extreem hoog waterpeil veilig keren. Willen we ons beschermen tegen nog hogere waterstanden (met een nog kleinere kans op voorkomen), dan kan dat hogere rivierpeil worden beheerst door het

verhogen van dijken en het aanleggen van nieuwe rivieren⁵². Nieuwe rivieren vergroten de totale afvoercapaciteit tussen de dijken. Dat **nieuwe rivieren worden bepleit tegen wateroverlast**⁵³ door klimaatverandering is dus goed te begrijpen: het is een maatregel die de kans op overstromingen verkleint. Tot aan 2015 wordt in Nederland gewerkt aan meer ruimte voor water tussen de dijken van Rijn en Maas. Niet door nieuwe rivieren aan te leggen, maar wel door onder meer uiterwaarden af te graven, obstakels in het winterbed te verwijderen, nevengeulen naast de hoofdgeul te graven, lokaal dijken te verleggen en waar rivierverruiming niet haalbaar is dijken te verhogen.

De kans op een overstroming kan ook worden verkleind door elders, waar een overstroming relatief weinig schade kan aanrichten, juist een overstroming (noodoverloop) te laten plaatsvinden. Een **gecontroleerde overstroming**⁵⁴ beperkt de wateroverlast elders. Maar hier zitten veel haken en ogen aan. Zo is de maatschappelijke weerstand tegen het aanwijzen van noodoverloopgebieden zo groot dat eerder gemaakte keuzes voor deze gebieden weer zijn afgevallen.

Uit de media:

⁵¹ Ontbossing in arme landen zorgt voor toename overstromingen.

⁵² Hoger rivierpeil kan worden opgelost door het verhogen van dijken en het aanleggen van nieuwe rivieren.

⁵³ Nieuwe rivieren bepleit tegen wateroverlast door opwarming.

⁵⁴ Gecontroleerde overstroming beperkt de wateroverlast elders.

In Europa is het verdrogen of verdrinken

Omgaan met wateroverlast en droogte

De inrichting van een klimaatbestendig land

4

Klimaatbeleid wordt doorgaans verdeeld in mitigatie- en adaptatiebeleid. Mitigatiebeleid gaat over het terugdringen van de emissies van broeikasgassen om de klimaatverandering binnen de perken te houden. Nederland kan hierop weinig invloed uitoefenen, het is immers een wereldwijd probleem. Adaptatiebeleid gaat over het klimaatbestendig maken van Nederland, en daar kan Nederland zelf veel aan doen. Maar het is niet zo dat het klimaatbeleid van Nederland alleen gebaseerd is op **adaptatie**⁵⁵: ook het terugdringen van de CO₂-uitstoot is een pijler onder het klimaatbeleid.

Terecht wordt het klimaatbestendig maken van Nederland een van **de grootste ruimtelijke opgaven van de 21^e eeuw**⁵⁶ genoemd. Het is echter onterecht om dan alleen te verwijzen naar een hogere zeespiegel. Ook het omgaan met hogere rivierafvoeren, met zwaardere buien en wateroverlast in de stad en op het plateland, en met periodes van droogte en hitte, lage rivierwaterstanden, en verzilting door het ver landinwaarts binnendringen van zeewater en door zout grondwater dat onder druk vanuit de ondergrond naar boven komt (kwel) staat aan de basis van de ruimtelijke opgave voor de toekomst. Het waterbeheer in Nederland moet **permanent tegen klimaatverandering bestand**⁵⁷ worden gemaakt, en daarbij gaat het om al deze zaken. Het gaat ook om alle delen van het land: de grote steden, woonwijken in laaggelegen polders, landbouwgebieden, natuur etc. **Het vaker voorkomen van extremere weercondities zal grote consequenties hebben**⁵⁸ voor de inrichting van Nederland.

In de media wordt **wonen op het water als een goed alternatief**⁵⁹ naar voren geschoven met het oog op klimaatverandering, voor als Nederland onder water komt te staan. Mocht het zover komen dan drijft de woning gewoon wat hoger op het water. Om de drijvende woningen in tijden van hoogwater bereikbaar te houden en te voorzien van water en stroom moet goed worden nagedacht over de plek waar gebouwd wordt. Grootschalig wonen op het water is nog niet vertoond; alle projecten tot nu toe zijn kleinschalig van aard. En gaan we die mogelijkheden wél ontwikkelen dan is het maar de vraag waar we die ruimte op het water kunnen vinden. Wonen op het water zou **populair zijn vanwege ruimtegebrek en de klimaatverandering**⁶⁰, alsof op het water nog de ruimte te vinden zou zijn die op het land al is bezet. Maar ook de Nederlandse wateren zijn belegd met allerlei functies, zoals recreatie, visserij en scheepvaart, die ruimte claimen. Een grootschalige oplossing wordt wonen op het water dus waarschijnlijk niet.

Uit de media:

- ⁵⁵ Klimaatbeleid van Nederland is gebaseerd op adaptatie: een natter klimaat en een hogere zeespiegel behoeven maatregelen.
- ⁵⁶ Het klimaatbestendig maken van Nederland (met het oog op een hogere zeespiegel) is een van de grootste ruimtelijke opgaven van de 21^e eeuw.
- ⁵⁷ Het waterbeheer in Nederland moet langdurig bestand worden gemaakt tegen klimaatverandering.
- ⁵⁸ Extremere weercondities zullen grote consequenties hebben voor de inrichting van Nederland.
- ⁵⁹ Wonen op het water is een alternatief voor als Nederland onder water komt te staan.
- ⁶⁰ Wonen op het water is populair vanwege ruimtegebrek en de klimaatverandering.



Omgaan met wateroverlast en droogte

Water in de stad

Wateroverlast kan het gevolg zijn van het weer⁶¹, door het vallen van extreem zware buien of door langdurige, matig intensieve neerslag uit regenfronten. Maar als de stad is ingericht op het verwerken van veel water in korte tijd, dan blijft de schade in de meeste gevallen beperkt tot enige hinder. De (waterhuishoudkundige) inrichting van een gebied is dus ook een verklaring voor het wel of niet hebben van wateroverlast.

In het verleden ging het regenwater met het huishoudelijk afvalwater door dezelfde buis naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi). Dit wordt daarom ook wel een gemengd stelsel genoemd. Bij een gemengd stelsel kan het riool met het afvalwater bij zware buien overbelast raken. Het vuile water kan dan via nooduitlaten (overstortputten) in de stadswateren terecht komen. Tegenwoordig worden deze gemengde stelsels aangepast zodat het schone, afstromende regenwater schoon blijft en niet naar de rioolzuivering hoeft, en overbelasting wordt voorkomen. Dat scheelt in de zuiveringskosten en de hoeveelheid water die de rioolbuizen moeten kunnen afvoeren, en voorkomt vervuiling van stadswateren bij zware buien.

Het meest effectief is het afkoppelen van verhard oppervlak, zodat er minder regenwater naar het gemengde stelsel wordt afgevoerd. Het regenwater wordt dan door goten afgeleid naar infiltratievoorzieningen zoals wadi's of ondergrondse infiltratiekragen, waar het in de bodem zakt en het grondwater aanvult.

Gemengde stelsels zijn een verstandige aanpassing in het licht van een verwachte klimaatverandering met vaker voorkomende zware buien. Klimaatverandering vergt **aanpassingen aan het riool**⁶², maar er zijn ook andere mogelijkheden om (de schade door) wateroverlast te bestrijden.

Met voldoende open water in de stedelijke omgeving kan het water van zware buien worden geborgen. Ook zou Nederland de **straten kunnen gebruiken als open riool**⁶³ voor het opvangen van overtollig (regen)water. Dat klinkt misschien gek maar het open riool bevat in dit geval alleen schoon regenwater en geen vies huishoudelijk afvalwater. Helaas kunnen de straten tegenwoordig veel minder water bergen dan vroeger doordat de straten vaak nog maar 15 cm lager liggen dan de vloeren van de nieuwbouwwoningen. De mogelijkheid om op straat water te bergen heeft dus moeten wijken voor een betere toegankelijkheid van woningen. Terugkeer naar hogere vloeren ten opzichte van het straatniveau is één van de oplossingen voor wateroverlast door klimaatverandering.

Uit de media:

⁶¹ Wateroverlast kan verklaard worden vanuit het weer.

⁶² Klimaatverandering vergt aanpassingen aan het riool.

⁶³ Nederland moet straten gebruiken als open riool voor het opvangen van overtollig (regen)water.

A photograph of a flooded landscape. In the background, a brick church with a tall, dark steeple stands on a slightly elevated area. The foreground and middle ground are filled with murky, brown floodwater. Bare trees and a dark metal railing are visible in the foreground. The sky is overcast and grey.

Omgaan met wateroverlast en droogte

Water op het platteland

De **laaggelegen landbouwgebieden**⁶⁴ zullen de gevolgen van de klimaatverandering zeker merken. Het is goed mogelijk dat de laaggelegen gebieden vaker afwisselend geteisterd worden door droogtes en hevige regenval, die de landbouw ernstig schaden. Maar er zijn ook mogelijkheden om het land anders in te richten en het landgebruik aan te passen aan veranderde omstandigheden. Hierbij kan het landgebruik niet los worden gezien van het waterbeheer in brede zin: overtollig water kan tijdelijk worden opgevangen door laaggelegen gebieden op de hoge gronden of **polders onder water te laten lopen**⁶⁵. Zo kunnen elders problemen worden voorkomen.

Vast staat dat de **vraag naar watermanagement**⁶⁶ groter wordt door de klimaatverandering. De behoefte aan beter beheer en actieve 'sturing' van zowel de hoeveelheid water als van de waterkwaliteit zal toenemen doordat het vaker hard regent en in de zomer langer droog blijft, bij hogere temperaturen. Met een grotere seizoensbuffer zijn pieken op te vangen zodat lange perioden van droogte meestal zonder grote problemen kunnen worden overbrugd. Het IJsselmeer is een goed voorbeeld van een watersysteem waar in de toekomst maatregelen genomen moeten worden waarmee zowel hogere rivierafvoeren als extreme droogtes kunnen worden opgevangen (zie het kader hiernaast).

IJsselmeer en Markermeer: ander peil voor een ander klimaat

Het IJsselmeer en Markermeer inclusief de omliggende (rand)meren spelen een belangrijke rol bij het opvangen van teveel water in natte tijden en de zoetwatervoorziening van het omliggende gebied in droge tijden.

Vanuit de meren wordt in droge tijden water in het omliggende gebied ingelaten voor het peilbeheer in landbouw- en natuurgebieden, voor de bestrijding van verzilting (zoute kwel) en voor het voorkomen van uitdroging van het veenweidegebied. Ook wordt aan het IJsselmeer water onttrokken voor drinkwaterbereiding. Het water van het Markermeer wordt gebruikt voor het doorspoelen van de Amsterdamse grachten en voor het terugdringen van zout water dat via het Noordzeekanaal het land binnendringt. Doorspoeling met water van het IJsselmeer moet ervoor zorgen dat de waterkwaliteit van het Markermeer zelf op peil blijft. De onttrekking van water aan het Markermeer en IJsselmeer mag er niet toe leiden dat het waterpeil in de meren zelf te laag komt te staan. Dan komt onder meer de scheepvaart in de knel doordat de vaardiepte te gering wordt.

In natte tijden watert het omliggende land op de meren af. Ook kan de aanvoer van IJsselwater naar het IJsselmeer dan groot zijn. Dat water wordt via sluizen in de Afsluitdijk op de Waddenzee geloosd.

De combinatie van al deze belangen vraagt om maatwerk bij het waterbeheer. Dat maatwerk komt neer op het sturen op waterpeilen voor de meren van het IJsselmeergebied: verschillende peilen voor de zomer en de winter. Het peil in de winter moet laag genoeg zijn om de vrije afvoer van omringende polderwateren en beken mogelijk te maken en een hoge IJsselafoer veilig te kunnen bergen en door te sluizen naar de Waddenzee. Het peil in de zomer moet hoog genoeg zijn om water naar Friesland en Noord-Holland te kunnen laten stromen (peilbeheer boezemwateren) en om voldoende buffer te hebben voor een droge zomer.

Op het IJsselmeer komen alle gevolgen van klimaatverandering bij elkaar. Hoge IJsselafoeren komen vaker voor en nemen toe in hoogte terwijl de afvoercapaciteit van de sluizen in de Afsluitdijk, door de zeespiegelstijging, afneemt. Bovendien is voor de drogere zomers van de toekomst een grotere buffer van zoet water nodig. Om al deze belangen ook in de toekomst veilig te kunnen stellen, zijn op termijn aanpassingen aan het waterbeheer van het IJsselmeer (en Markermeer en omliggende meren) nodig. Die aanpassingen komen onder meer neer op een ander peilbeheer. Onderzocht wordt of de dijken rond het IJsselmeer misschien omhoog moeten: dan kan meer IJsselwater worden geborgen, kan dit water vanuit een hoger meerpeil nog steeds op de Waddenzee worden geloosd, en kan een grotere zoetwatervoorraad voor de zomer worden opgebouwd.

Uit de media:

- ⁶⁴ Laaggelegen gebieden zullen afwisselend geteisterd worden door droogtes en hevige regenval, die de landbouw ernstig zullen schaden.
- ⁶⁵ Polders onder water laten lopen om overtollig water door klimaatverandering op te vangen.
- ⁶⁶ De vraag naar watermanagement wordt groter door de klimaatverandering.



Omgaan met wateroverlast en droogte

Droogte

Als in de toekomst de perioden met watertekorten vaker voorkomen en langer gaan duren, levert dat verschillende problemen op: meer schade voor de landbouw door lagere opbrengst, een grotere kans op instabiele veendijken door uitdroging, zoals de **dijkdoorbraak bij Wilnis**⁶⁷ in 2003 heeft laten zien, en vaker een beperkte beschikbaarheid van koelwater voor energiecentrales. Verder kan ook de natuur schade ondervinden door bijvoorbeeld uitdroging, afname van de waterkwaliteit (toename verzilting, eutrofiëring en vaker zuurstofloosheid), vaker optreden van botulisme en langduriger voorkomen van giftige drijfvlagen met blauwalg. De verslechtering van de waterkwaliteit levert ook gezondheidsrisico's op voor de waterrecreatie. De drinkwatervoorziening wordt in de praktijk nauwelijks beperkt doordat grote buffers aanwezig zijn.

Voor de zoetwatervoorziening van Nederland is de aanvoer van rivierwater essentieel. De stuw bij Driel en de Haringvlietsluizen zijn de belangrijkste stuurknoppen voor de landelijke waterverdeling. De stuw bij Driel wordt gesloten bij lage Rijnafvoer en zorgt er zo voor dat bij lage afvoer de Waal, Nederrijn en IJssel bevaarbaar blijven, en dat het IJsselmeer en Markermeer voldoende zoet water krijgen aangevoerd. Ook de Haringvlietsluizen gaan bij een lage afvoer dicht zodat het water van de Waal en de Maas via de Nieuwe Waterweg wordt gestuurd om zo het oprukkende zoute water tegen te houden.

De droge zomermaanden van de afgelopen jaren worden al gauw gezien als voortekenen van klimaatverandering, zowel in **Nederland**⁶⁸ als elders in **Europa**⁶⁹. Ze passen in het beeld van de verwachte klimaatverandering voor de toekomst maar dergelijke zomers kunnen ook zonder klimaatverandering optreden. In welke mate Europa in de toekomst **meer extreme zomers**⁷⁰ gaat krijgen, hangt vooral af van eventuele veranderingen in de luchtstromingspatronen. Als die veranderingen beperkt blijven, zal de toename van de droogte in Europa ook beperkt blijven. Maar als 's zomers de wind vaker uit het oosten gaat waaien, zullen de watertekorten dramatisch toenemen.

Bij dreigende tekorten kunnen in Nederland grotere zoetwater buffers worden gecreëerd in het IJsselmeergebied en het Volkerak-Zoommeer. Maar als de vraag naar water groter is dan het aanbod, moeten keuzes worden gemaakt zodat het beschikbare water zo eerlijk mogelijk wordt verdeeld.

Uit de media:

⁶⁷ Extreme droogte oorzaak dijkdoorbraak Wilnis.

⁶⁸ Droogte zomer 2007: de gevolgen van klimaatverandering zijn al merkbaar in Nederland.

⁶⁹ Watertekorten in Zuid-Europa in 2005: voortekenen van klimaatverandering?

⁷⁰ Europa gaat steeds meer extreme zomers krijgen.

Meedenken met het water

Bedreigingen en kansen voor de natuur

5

Als het klimaat verandert, kan dit ertoe leiden dat soorten moeten verschuiven naar andere gebieden omdat hun oorspronkelijke leefgebied niet meer aan hun randvoorwaarden voldoet. Zo heeft de natuur zich in het verleden ook steeds aangepast aan veranderingen in het klimaat. Met het verdwijnen van een bepaald leefgebied ontstaan ook weer kansen voor andere soorten. Zo is de Spiering een koudwatervis die in Nederland de zuidgrens van zijn verspreiding heeft. Een warmere zee kan er toe leiden dat deze vis niet meer in Nederland voorkomt. Daar staat tegenover dat bijvoorbeeld vogelsoorten uit zuidelijke landen steeds vaker in Nederland worden waargenomen.

Lang niet alle soorten kunnen de verschuiving van klimaatzones volgen. Veel van onze natuur komt voor in begrensde en vaak ook geïsoleerde gebieden en heeft daardoor niet meer de ruimte om op te schuiven. Zo verdwijnt met het smelten van het ijs van de noordpool het **leefgebied van de ijsberen**⁷¹ en komt hun voortbestaan in gevaar. Bovendien is de natuur op sommige plaatsen verzwakt als gevolg van menselijke activiteiten en is zij niet meer robuust genoeg om ook nog de effecten van klimaatverandering aan te kunnen. De Deltawerken hebben laten zien dat maatregelen die zijn ontworpen voor de bescherming tegen het water de aanwezige natuur dusdanig onder druk zetten dat zij hier en daar het onderspit moest delven. De gevolgen van klimaatverandering kunnen dus bedreigend zijn voor de natuur.



Het natuurbeleid is er vaak op gericht te behouden wat we nu hebben. Maar natuur is veranderlijk en reageert op haar omgeving. Als maatregelen tegen de gevolgen van klimaatverandering nodig zijn, kan er met slimme oplossingen voor de natuur ook juist iets moois ontstaan. Als het waterpeil van het IJsselmeer mee zou stijgen met de zeespiegel (zie kader op bladzijde 41), verdwijnen de huidige vooroevers en ondiepten bijna allemaal onder water. Dat is jammer, want hier bevindt zich net de meest waardevolle natuur. Maar als het peil omhoog gaat, moeten ook de dijken rond het meer omhoog. Die verhoging kan worden gecombineerd met de aanleg van nieuwe ondiepten en vooroevers die de golfaanval op de dijken beperken en lokaal het water geschikt maken voor waterplanten en vogels. Maatregelen die met het oog op de gevolgen van klimaatverandering nodig zijn, kunnen op die manier dus **samengaan met aanleg van extra natuur**⁷².

Uit de media:

⁷¹ Smeltend poolijs vormt geen bedreiging voor de ijsberen.

⁷² Maatregelen tegen zeespiegelstijging door klimaatverandering (waaronder dijken) kunnen prima samengaan met aanleg van extra natuur.

De prijs van droge voeten en voldoende schoon water

Relatief lage kosten voor een rijk land

6

Bescherming tegen het water kunnen we in Nederland gemakkelijk betalen. In **vergelijking met arme landen**⁷³ heeft Nederland meer mogelijkheden zich aan klimaatverandering aan te passen. Niet de hoogte van de investeringen maar de maatschappelijke bereidheid om die investeringen te plegen, zal hier het probleem zijn. Burgers redeneren immers niet vanuit economische criteria maar op basis van (recente) ervaringen: kort na een bijna-overstroming is de maatschappelijke bereidheid om te investeren in dijken groot maar later ebt die bereidheid weer weg.

Als we maatregelen moeten nemen, zal het gaan om grote bedragen: dan zullen we **veel moeten investeren voor onze bescherming**⁷⁴ tegen overstromingen. Maar wat is 'veel'? Op dit moment geven we per hoofd van de bevolking jaarlijks minder dan 100 euro uit aan de bescherming tegen het water van de zee, de rivieren en de meren. Mocht het nodig zijn dat bedrag te verdubbelen om de gevolgen van klimaatverandering het hoofd te kunnen bieden, dan is de bescherming tegen het water nog steeds niet duur. Het is overigens nog maar de vraag of **vanwege klimaatverandering jaarlijks een miljard euro meer**⁷⁵ nodig is voor het behoud van onze veiligheid, zoals wel eens wordt beweerd. Misschien in de verre toekomst, maar de komende jaren waarschijnlijk nog niet.

Ons niveau van bescherming tegen overstromingen is gebaseerd op het gedachtegoed van de Deltacommissie in 1960 die, na de Watersnoodramp van 1953, de basis van ons waterveiligheidsbeleid heeft opgesteld. De Deltacommissie stelde

dat de investeringen in de bescherming tegen overstromingen in balans moeten zijn met de reductie van de (verwachtingswaarde van de jaarlijkse) overstroomingsschade die door betere dijken wordt gerealiseerd. Als we blijven investeren in lijn met deze gedachte, is de investering in de **verbetering van dijken niet te duur**⁷⁶.

Tegenover hogere kosten voor aanpassing van ons land aan de mogelijke gevolgen van klimaatverandering staan waarschijnlijk ook hogere inkomsten. Zo zal de Nederlandse kust voor toeristen in de zomer aantrekkelijker worden. Voor de Nederlandse watersector ontstaan wereldwijd grote exportmogelijkheden voor zijn kennis over het omgaan met de gevolgen van klimaatverandering in dichtbevolkte deltagebieden. Wellicht laat de toekomst zien dat bescherming tegen de stijgende zeespiegel en verhoogde rivierafvoeren **voor Nederland big business**⁷⁷ is.

Uit de media:

⁷³ Nederland heeft meer mogelijkheden zich aan klimaatverandering aan te passen dan arme landen.

⁷⁴ Er moet veel geïnvesteerd worden om ons in de toekomst te beschermen tegen overstromingen.

⁷⁵ Vanwege klimaatverandering is jaarlijks een miljard euro meer nodig voor behoud van veiligheid en strijd tegen het water.

⁷⁶ De investering in de verbetering van dijken is te duur.

⁷⁷ Bescherming tegen stijgende zeespiegel is big business.



De prijs van droge voeten en voldoende schoon water

De juiste investering op het juiste moment

Wat is nu een verstandige investering? Dat hangt af van de mogelijke schade door de gevolgen van klimaatverandering (economisch, slachtoffers, beleving) en de kosten die moeten worden gemaakt om deze schade te voorkomen of te beperken. Het gaat erom de som van deze twee posten zo klein mogelijk te maken. De mogelijke schade kan worden uitgedrukt als de schadeverwachting per jaar. Deze schadeverwachting is het risico: de kans op, bijvoorbeeld, een overstroming vermenigvuldigd met de gevolgen van die overstroming. Dit risico moet het uitgangspunt zijn van investeringsbeslissingen. Voor het voorbeeld van het overstromingsrisico betekent dit dat niet alleen de overstromingskans maar ook de mogelijke schade mee moet wegen bij afwegingen voor investeringen in de bescherming tegen het water.

De mogelijke overstromingsschade in Nederland is sinds de watersnoodramp van 1953, 6 tot 13 keer zo hoog geworden door de investeringen en bevolkingsgroei achter de dijken. Het aantal mensen dat achter de dijken leeft, is sindsdien verdubbeld. De economische groei zal de potentiële schade van overstromingen nog verder doen stijgen. In Nederland is de overheid volgens artikel 21 van de grondwet gehouden het land tegen overstromingen te beschermen. Tot nu toe gaat dat goed. En kennelijk hebben de inwoners er ook vertrouwen in dat het goed blijft gaan want tot nu toe hebben de mogelijke gevolgen van klimaatverandering in Nederland **geen noemenswaardige invloed op de huizenprijzen**⁷⁸.

Op nationaal, Europees en mondiaal (klimaatconferentie Bali, 2007) niveau zijn inmiddels forse doelstellingen geformuleerd om de uitstoot van broeikasgassen te beperken of zelfs te reduceren. Daarmee wordt geprobeerd de opwarming van de aarde af te remmen. Dat gaat echter niet van vandaag op morgen, en dus zal de opwarming van de aarde nog wel even doorgaan. Daarom is het verstandig te blijven **investeren in de dijken totdat de techniek zich leent**⁷⁹ om de opwarming van de aarde daadwerkelijk te stoppen.

Het is dus verstandig **om ons nu al voor te bereiden**⁸⁰ op een verhoging van de zeespiegel en een toenemend wateraanbod van de rivieren, en op het reserveren van de ruimte die voor maatregelen nodig is. Hierbij moet worden bedacht dat de onzekerheden nog groot zijn. De economische gevolgen van klimaatverandering en het moment waarop we die gaan merken, zijn moeilijk in te schatten. Het is daarom zaak risicomijdend op te treden: niet te veel of te vroeg investeren, maar zeker ook niet te weinig of te laat. Daarom wordt nu alvast verkend welke maatregelen in Nederland mogelijk zijn als blijkt dat klimaatverandering sneller gaat dan we nu verwachten. Dan zijn we in ieder geval goed voorbereid en kunnen we, indien nodig, snel maatregelen nemen om Nederland veilig, mooi en leefbaar te houden.

Uit de media:

⁷⁸ Dreigende overstromingen hebben gevolgen voor de waarde van vastgoed.

⁷⁹ Steek geld in de dijken totdat de techniek zich leent om de klimaatproblematiek aan te pakken.

⁸⁰ Nederland moet zich voorbereiden op een verhoging van de zeespiegel en een toenemend wateraanbod van de rivieren.

Verklarende woordenlijst

Begrip

(Extreme) Afvoer

Afvoercapaciteit

Adaptatie

Benedenloop rivier

Blauwalg

Bodemdaling

Definitie

(Extreme) Hoeveelheid water die per seconde een bepaald punt van de rivier passeert.

De hoeveelheid water die maximaal per seconde een bepaald punt van de rivier kan passeren zonder dat een overstroming optreedt.

Aanpassing aan de gevolgen van klimaatverandering.

In Nederland: het deel van de rivier waar de invloed van het getij merkbaar is.

Bacteriën die eruit zien als wier met een blauw-groene kleur, die bij warm weer in stilstaand water ontstaan en die bij afsterven toxische stoffen produceren.

Zakken van het maaiveld door processen die in Nederland veelal door de mens zijn veroorzaakt.

Boezemwateren	Kanalen, meren en sloten waarop het water van laaggelegen polders wordt uitgeslagen. Vanuit de boezemwateren wordt het water vervolgens naar rivieren en meren afgevoerd.
Botulisme	Vergiftiging die wordt veroorzaakt door de bacterie <i>Clostridium botulinum</i> .
Bovenloop rivier	In Nederland: het deel van de rivier waar de invloed van het getij niet merkbaar is.
Delta	Uitmonding van een rivier als een stelsel van rivierarmen inclusief het door die armen omsloten land.
Drainage	De afvoer van water over en door de grond en via het waterlopenstelsel.
Eutrofiëring	Het verschijnsel dat door toevoer van een overmaat aan voedingsstoffen een sterke groei en vermeerdering van bepaalde soorten optreedt, waarbij meestal de soortenrijkheid of biodiversiteit echter juist sterk afneemt.
Gletsjer	In sneeuwvelden in het hooggebergte ontstaan ijsveld, dat door zijn eigen zwaarte als een brede ijsstroom langzaam naar beneden glijdt.
Golfkracht	De kracht (energie) die golven op een constructie of waterkering uitoefenen.
Huishoudelijk afvalwater	Het water dat vanuit woningen op het riool wordt geloosd.
Ijskap	Een grote hoeveelheid ijs op het land van bijvoorbeeld Groenland.
Inklinken	Het in elkaar drukken van de bodem onder invloed van zijn eigen gewicht of onder invloed van een externe belasting.
Klimaat	Het klimaat van een bepaald gebied is het gemiddelde weer, dus het gemiddelde over langere tijd, van meteorologische grootheden zoals temperatuur, neerslag, vochtigheid, zonneschijn en wind.

Klimaatscenario	Een beschrijving van het klimaat zoals zich dat zou kunnen ontwikkelen.
Klimaatstelsel	Het samenhangend geheel van factoren en processen dat het klimaat bepaalt.
Klimaatzone	Een gebied met hetzelfde klimaat.
Klink	Zie inklinken.
Kustfundament	De kuststrook tussen de diepteliijn van 20 meter beneden NAP op zee en de landwaartse grens van alle duinen en harde zeeweringen, inclusief een landwaartse strook grond die de komende 200 jaar, met het oog op de zeespiegelstijging, eventueel wordt gebruikt voor versterking van de kustverdediging.
Kustlijn	De overgang van zee naar land, meestal gedefinieerd als de gemiddelde hoogwaterlijn.
Kwel	Naar het maaiveld of onder de dijk door stromen van water onder druk vanuit de ondergrond of de rivier.
Maatgevende waterstand	De hoogte van de waterstand op de rivieren, de grote meren of op zee die de waterkeringen op zijn minst nog veilig moeten kunnen keren. Deze waterstand hoort bij de veiligheidsnorm.
Mitigatie	Het terugdringen van de emissies van broeikasgassen om de klimaatverandering binnen de perken te houden.
Nevengeul	Geul naast de hoofdgeul van de rivier, en gelegen tussen dezelfde dijken van die hoofdgeul, waardoor bij hoogwater een (klein) deel van het rivierwater wordt afgevoerd.
Noodoverloopgebied	Binnendijks gebied langs de rivier waar bij extreem hoge rivierafvoer water wordt ingelaten zodat de waterstand op de rivier daalt.
Normwaterstand	Zie maatgevende waterstand.

Ondergrondse infiltratiekrat	Een in de grond ingegraven kunststof krat, waarop de afvoer van hemelwater, afkomstig van terrein of gebouw, wordt aangesloten. De infiltratiekrat zorgt ervoor dat het hemelwater wordt geïnfiltreerd zonder dat de bodem dichtslibt.
Ontwatering	De afvoer van water uit percelen over en door de grond en eventueel door drainbuizen en greppels naar een stelsel van grotere waterlopen.
Opvangbekken	Ten opzichte van de omgeving laaggelegen terrein waar tijdelijk water kan worden geboren zodat overbelasting van waterlopen wordt voorkomen.
Orkaan	Orkaan is windkracht 12, de hoogste trap van de schaal van Beaufort. Van een orkaan is sprake als de windsnelheid gemiddeld over minstens 10 minuten 117 km per uur of meer is.
Overstromingsrisico	De kans op een overstroming vermenigvuldigd met de gevolgen.
Oxidatie	Reactie van organische stof met zuurstof waarbij de organische stof feitelijk verbrandt. Bij veen gebeurt dit als, door verlaging van de grondwaterstand, het veen boven de waterspiegel komt en aan de lucht wordt blootgesteld.
Peilbeheer	Het beheersen van de waterstand in meren, kanalen, sloten e.d. met technische hulpmiddelen zoals stuwen, pompen en gemalen.
Piekwaterstand	Hoogste waterstand tijdens een hoogwater op de rivier of een stormvloed op zee.
Regenrivier	Rivier waarvan de afvoer wordt bepaald door de neerslag die in de vorm van regen valt.
Rivierbed	Het lage deel van een rivierdal waardoor meestal de gehele afvoer plaatsvindt.
Riviertak	Rivier die is ontstaan door afsplitsing van de (hoofd)rivier bovenstrooms.

Ruimtelijke reservering	Beperking van ontwikkelingen in een gebied zodanig dat dit gebied in de toekomst voor een bepaalde functie te gebruiken is.
Smeltwaterrivier	Rivier waarvan de afvoer (deels) wordt bepaald door de hoeveelheid water die bij het smelten van sneeuw of ijs vrijkomt.
Sponswerking bodem	Het vermogen van de bodem om water op te nemen zodat dit water niet meteen naar een rivier afstroomt.
Stroomgebied	Een gebied vanwaar al de op het oppervlak gevallen neerslag via een reeks stromen, rivieren en eventueel meren door één riviermond, estuarium of delta in zee stroomt.
Stuw	Vaste of beweegbare constructie die dient om het waterpeil bovenstrooms van de constructie te verhogen c.q. te regelen.
Suppletie	Zie zandsuppletie.
Uiterwaard	Deel van het stroombed van de rivier tussen de dijken dat alleen bij hoge afvoeren onder water staat.
Veendijk	Een dijk die voor een (groot) deel uit organisch materiaal (veen) bestaat.
Veiligheidsnorm	Voor waterkeringen is dit de kans op de hoogte van de waterstand (en golfbelasting) die de waterkeringen op zijn minst nog veilig moeten kunnen keren. Een veiligheidsnorm van 1/10.000 per jaar betekent dat de waterkeringen een stormvloed moeten kunnen keren die met een kans van 1/10.000 per jaar voorkomt.
Verzilting	Het toenemen van het zoutgehalte in oppervlaktewater, in de grond of het grondwater.
Vooroever	Gedeelte van de waterkering onder de waterlijn.

Wadi	Oppervlakte-infiltratiesysteem waarbij afstromend regenwater bovengronds wordt geborgen in een verlaagde groenzone en van daaruit wegzakt in de ondergrond of wordt afgevoerd naar oppervlaktewater elders.
Waterkringloop	Kringloop waarbij water verdampt vanaf het aardoppervlak, wordt getransporteerd door de atmosfeer, condenseert tot wolken en neerslag en zo weer terugkeert op het aardoppervlak waar vandaan de cyclus opnieuw begint.
Winterbed	De oppervlakte tussen de hoogwaterkerende (winter)dijken dan wel de hoge gronden die alleen bij hoge rivierafvoer onder water staat.
Zandsuppletie	Opspuiten van zand op de kuststrook om het verlies van zand uit die strook door natuurlijke processen te compenseren.
Zeespiegelstijging, absoluut	Het omhoog komen van het wateroppervlak op zee door de aanvoer van meer water naar zee (afsmelten ijs) en het uitzetten van het zeewater bij hogere temperaturen.
Zeespiegelstijging, relatief	Het omhoog komen van het wateroppervlak op zee ten opzichte van het maaiveld op land. Dit is de combinatie van de absolute zeespiegelstijging en de daling van het land.
Zomerbed	De bedding van de rivier bij gemiddelde of lage rivierafvoeren.

Waterbeheer in een veranderend klimaat Feiten en fictie van tachtig beweringen in de media

© Deltares maart 2008, in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst
ISBN 978-90-810136-7-3

Aan de samenstelling van dit document is veel zorg besteed. Overnemen van de tekst of delen daarvan is welkom, mits met bronvermelding. Hergebruik van de informatie is uiteraard de verantwoordelijkheid van de gebruiker.

Adres voor reacties

Deltares
Postbus 177
2600 MH Delft
www.deltares.nl
info@deltares.nl

Eindredactie

Ad Jeuken (Deltares)
Margriet Roukema (Deltares)
Bonne van der Veen (Deltares)
Wilfried ten Brinke (www.blueland.eu)
Harold van Waveren (Rijkswaterstaat Waterdienst)

Beeldredactie

Deltares

Met bijdragen van

Willem Bruggeman, Frans Claessen, Jurjen van Deen, Jos Dijkman, Douwe Dillingh, Remco van Ek, Marieke de Groen, Marjolijn Haasnoot, Jaap Kwadijk, Gerda Lenselink, Joost Stronkhorst, Ellen Tromp, Emiel van Velzen, Frans van de Ven, Hans Vissers, Huib de Vriend (allen Deltares)

Rob van Dorland (KNMI), Aalt Leusink (Loasys), Wim Silva, Harold van Waveren, Wim Werkman (Rijkswaterstaat Waterdienst), Wouter Jonkhoff (TNO)

Foto cover

Aad Trompert

Grafische verzorging

Made by Mombers, Haarlem

Druk

Drukkerij Ter Burg, Alkmaar

Deltares

PO Box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
T +31 (0) 15 285 85 85
info@deltares.nl
www.deltares.nl
ISBN 978-90-810136-7-3

