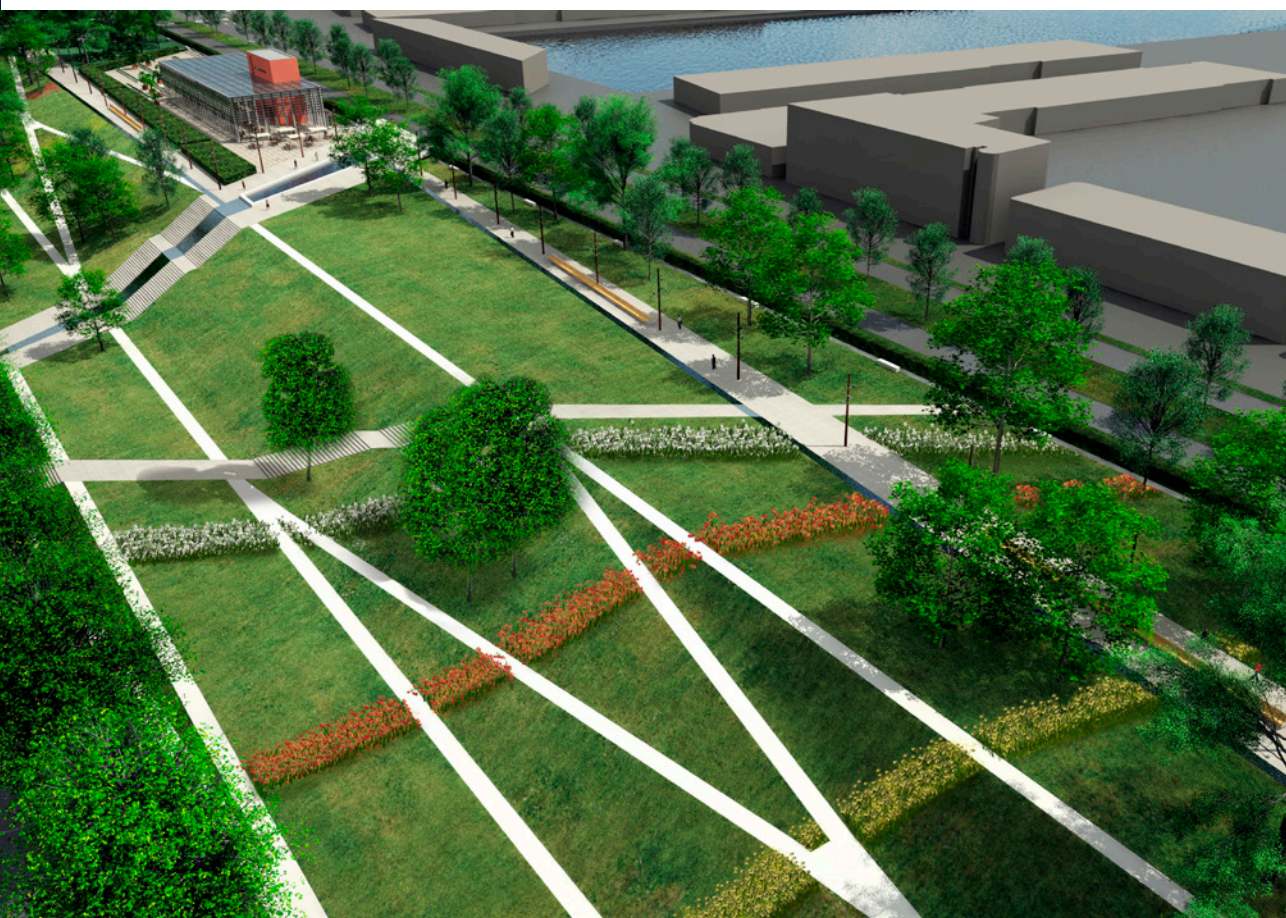




Planbureau voor de Leefomgeving

Aanpassen aan klimaatverandering

Kwetsbaarheden zien,
kansen grijpen



Aanpassen aan klimaatverandering

Kwetsbaarheden zien,
kansen grijpen

PBL

**Aanpassen aan klimaatverandering –
Kwetsbaarheden zien, kansen grijpen**

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving),
met medewerking van Kennis voor
Klimaat en KNMI.

Den Haag, 2015

ISBN: 978-94-91506-90-1

PBL-publicatienummer: 1454

Eindverantwoordelijkheid

PBL (Planbureau voor de Leefomgeving)

Contact

Willem Ligtvoet, projectleider
(willem.ligtvoet@pbl.nl)

Auteurs

Rijk van Oostenbrugge, Joost Knoop,
Hanneke Muilwijk, Marijke Vonk,
Willem Ligtvoet

Met medewerking van Sonja Döpp
(Kennis voor Klimaat, CAS), Rob van
Dorland (KNMI), Gert Jan van den Born,
Arno Bouwman, Leendert van Bree, Hans
Eerens, Gerben Geilenkirchen, Marjon
Hendriks, Dirk-Jan van der Hoek, Guus de
Hollander, Olaf Jonkeren, Martijn Vink
(allen PBL)

Supervisie

Jeannette Beck

Interne stuurgroep

Maarten Hajer, Pieter Boot,
Olav-Jan van Gerwen

Met dank aan

Het PBL is de volgende personen
erkentelijk voor het commentaar dat zij
hebben gegeven op (onderdelen van) dit
rapport: Charles Aangenendt (IenM),
Vincent van den Bergen (IenM), Kees van
Deelen (Kennis voor Klimaat) en de
hoogleraren Peter Driessen (Universiteit
Utrecht), Katrien Termeer (Wageningen
UR) en Pier Vellinga (Wageningen UR en
Kennis voor Klimaat)

Redactie figuren en foto's

Beeldredactie PBL

Omslagfoto

Artist impression Dakpark Rotterdam,
Buro Sant en Co

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL

Opmaak

Textcetera, Den Haag

Drukwerk

Xerox/OBT, Den Haag

Tweede editie (april 2014), met aangepaste figuur i.1 en begeleidende tekst op p. 57.

U kunt de publicatie downloaden via de website www.pbl.nl. Delen uit deze publicatie
mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: PBL (2015),
Aanpassen aan klimaatverandering – Kwetsbaarheden zien, kansen grijpen, Den Haag:
Planbureau voor de Leefomgeving.

Het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) is het nationale instituut voor strategische
beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de
kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen,
analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór
alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk
en altijd wetenschappelijk gefundeerd.

Vooraf

De effecten van klimaatverandering zijn heel divers, en ook sterk afhankelijk van de plek op aarde. De rapporten die het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) afgelopen jaar heeft uitgebracht, laten zien dat de negatieve effecten van klimaatverandering vooral volken en landen treffen die het toch al moeilijk hebben. In deltagebieden ontstaan benarde situaties voor steden waar steeds meer mensen naar toe trekken. Droogte leidt tot misoogsten en hongersnood en die kunnen bestaande conflicten verder aanwakkeren.

Daarmee vergeleken heeft Noordwest-Europa – inclusief Nederland – beduidend minder zorgen. De stijging van de temperatuur kan daar zelfs positief uitwerken op economie en welzijn. Daar komt bij dat Nederlanders gewend zijn om met een van de belangrijkste risico's van klimaatverandering, een overstroming, om te gaan. De Deltabeslissingen van het kabinet laten echter zien dat ook Nederland nog steeds het nodige te doen heeft.

Paradoxaal genoeg biedt de dreiging van overstromingen Nederland ook een kans. Op meerdere plekken in de wereld wordt een beroep gedaan op de kennis en vaardigheden die Nederlandse bedrijven, onderzoekers en bestuurders hebben in het omgaan met waterveiligheid.

Een extra opgave is om bij de uitvoering van de Deltabeslissingen naast waterveiligheid ook andere maatschappelijke doelen, zoals ruimtelijke kwaliteit, tot hun recht te laten komen. Dat zal niet alleen Nederland nog veiliger en aantrekkelijker maken, maar het programma zal watermanagement ook tot een nog sterker exportproduct kunnen maken.

Het Nederlandse kabinet wil in de eerste helft van 2016 een Nationale Adaptatie Strategie uitbrengen. Het PBL is gevraagd om de kennis over de mogelijke effecten van klimaatverandering bijeen te brengen en aangrijpingspunten hiervan aan te dragen. Er is al veel klimaatkennis beschikbaar in Nederland, onder meer in het consortium Kennis voor Klimaat. De klimaatscenario's van het KNMI vormen daarbij een goede basis voor analyses.

Nu er redelijk inzicht is in de effecten van klimaatverandering voor Nederland is een omslag nodig naar vragen rond ‘wat kunnen we er aan doen?’ en ‘wie kan er wat aan doen?’. Vooral in het tweede deel van dit rapport geven we daar handreikingen en overwegingen voor.

Dit rapport is tot stand gekomen in goede samenwerking met onderzoekers van Clingendael, KNMI, Innovation Booster, RIVM, Stroming, TNO, Universiteit Utrecht en Wageningen Universiteit. Ook beleidsmedewerkers van de bij klimaatadaptatie betrokken departementen hebben meegedacht en hun expertise ingebracht.

De wisselwerking tussen onderzoek en beleid gaat door. Dit rapport is een condensatiepunt. De uitdaging voor het vervolgtraject is klimaatadaptatie logisch onderdeel te maken van het handelen van bedrijven, maatschappelijke organisaties, burgers en overheden. Dit rapport laat diverse voorbeelden van initiatieven zien voor aanpassing aan klimaatverandering.

Nederland kan wereldwijd voorop lopen door op creatieve en innovatieve wijze op allerlei terreinen te werken aan het terugbrengen van de klimaatrisico's en het verbinden van de opgaven voor klimaatadaptatie aan het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving op korte en lange termijn. Het motto daarbij is: de toekomst is nu. Oftewel: er is nu actie nodig. Dit motto geldt als geen ander dossier voor klimaatadaptatie en de daarvoor noodzakelijke aanpassingen in ruimtelijke inrichting en infrastructuur. Als we daar tijdig toe overgaan, kan Nederland de gevolgen van klimaatverandering goed beheersen.

Prof. dr. Maarten Hajer
Directeur PBL

Inhoud

BEVINDINGEN

Hoofdconclusies 10

Samenvatting 14

VERDIEPING

1 Inleiding 26

2 Het klimaat verandert 30

3 Risico's en kansen 38

Europese netwerken 55

4 Nederland verandert 62

5 Van klimaateffecten naar aanpassingsstrategieën 70

6 Aanpassen in een dynamische bestuurlijke omgeving 78

Klimaataanpassing op regionaal en lokaal niveau 90

7 Aanpassen met nationale allure 96

Literatuur 112



BEVINDINGEN

BEVINDINGEN

Hoofdconclusies

Het klimaat verandert – klimaatrisico's en adaptatietekort nemen toe

Ook het klimaat in Nederland verandert. De temperatuur gaat omhoog, het wordt droger, hittegolven gaan vaker voorkomen en tegelijkertijd wordt de neerslag intenser en extremer. En ook Nederland is kwetsbaar voor klimaatverandering.

De Rijksoverheid heeft met het nieuwe Deltaprogramma een grote en belangrijke stap gezet om Nederland klimaatbestendiger te maken. Het Deltaprogramma dekt met zijn adaptatiemaatregelen echter niet alle bedreigingen en kansen van klimaatverandering voor Nederland; het richt zich vooral op de bescherming tegen overstromingen, de zoetwatervoorziening en ruimtelijke adaptatie aan wateroverlast en hitte in de bebouwde omgeving.

De analyses voor dit rapport maken duidelijk dat in aanvulling op het Deltaprogramma extra aandacht nodig is voor de impact van klimaateffecten op de Nederlandse economie, bevolking en natuur. Hoe robuust zijn bij weersextremen de elektriciteits-, ICT- en transportnetwerken? Hoe stabiel is de drinkwatervoorziening? In welke mate kan het verkeer hinder ondervinden? Zijn er gevolgen voor de gezondheid?

Hoe waarschijnlijk is het dat er oogsten mislukken of natuurbranden ontstaan?

Wat betekent klimaatverandering voor de ecologische kwaliteit van de Nederlandse natuur?

Nederland is een goed georganiseerd land, maar is in belangrijke mate nog ingesteld op het 'oude klimaat'. Het 'nieuwe klimaat', de nu al ingezette en nog komende klimaatverandering, vraagt een aanpassing op vele terreinen en op alle schaalniveaus. Zonder gerichte aanpassingen zal het zogenoemde adaptatietekort de komende decennia toenemen.

Toenemende complexiteit samenleving vergroot de kwetsbaarheid

Niet alleen het klimaat verandert, ook de samenleving verandert. Dat heeft consequenties voor de kwetsbaarheid van Nederland voor klimaatverandering. Vergrijzing en verdergaande bevolkingsconcentratie in de steden bijvoorbeeld maken de samenleving kwetsbaarder voor hittestress en infectieziekten.

Belangrijk is ook de toenemende elektrificatie. Burgers en bedrijven worden steeds afhankelijker van elektriciteits- en ICT-netwerken. De netwerken raken onderling, ook internationaal, sterker verknoopt. Wanneer er op één plek een kink in de kabel komt, bijvoorbeeld door extreme weersituaties zoals hevige regenbuien en hittegolven, kunnen de gevolgen tot ver over landsgrenzen reiken. Die weersextremen zullen de komende decennia vaker voorkomen en heviger worden.

De elektriciteitsvoorziening vraagt ook om een andere reden extra aandacht.

De brandstofmix voor de elektriciteitsvoorziening wordt de komende decennia aangepast; het aandeel duurzame bronnen zoals wind- en zonne-energie wordt groter. Deze bronnen maken de elektriciteitsvoorziening minder kwetsbaar voor bijvoorbeeld beperkte beschikbaarheid van koelwater bij lage waterstanden in rivieren. Aan de andere kant is vooral windenergie kwetsbaarder voor weersextremen, zoals langdurige periodes van windstilte.

Urgentie op nationale schaal: klimaatbestendigheid van vitale infrastructuur

De urgentie voor aanpassing aan klimaatverandering ligt vooral bij investeringen in vitale infrastructuur (elektriciteits-, ICT- en transportnetwerken) en de ruimtelijke inrichting. Dit heeft te maken met de lange omlooptijd van deze structuren en daarmee geringe flexibiliteit om ze aan te passen aan klimaatverandering. Keuzes die nu worden gemaakt, investeringen die nu worden gedaan bepalen voor een groot deel de netwerken van de komende decennia.

Het klimaatbestendig maken van de (inter)nationale elektriciteits-, ICT- en transportinfrastructuur behoort tot de verantwoordelijkheden van de Rijksoverheid. Daarbij is samenwerking nodig met bedrijven die deze cruciale netwerken en knooppunten beheren. En samenwerking is nodig op Europese schaal.

Om de vitale infrastructuur klimaatbestendig te kunnen maken zijn bewustwording en kennis nodig over de mogelijke klimaateffecten. Hier kan de Rijksoverheid een stimulerende en coördinerende rol vervullen. Ze kan bijvoorbeeld stresstesten (laten) uitvoeren in samenwerking met de elektriciteits-, ICT- en transportbedrijven. Ook op (Noordwest-)Europese schaal kan dit een functioneel instrument zijn voor het elektriciteitsnetwerk, en mogelijk ook voor de ICT- en transportnetwerken. Stresstesten kunnen nagaan hoe stabiel en klimaatbestendig het elektriciteitsnetwerk en andere

netwerken zijn. Met dit instrument kunnen de klimaatrisico's periodiek in beeld worden gebracht en kan worden nagegaan of er aanvullende maatregelen nodig zijn. De Rijksoverheid kan deze kennis gebruiken om bindende afspraken met de betrokken overheden, bedrijven en buurlanden te maken om de klimaatbestendigheid te vergroten.

Urgentie op regionale en lokale schaal: klimaatbestendigheid van ruimtelijke inrichting

Een blik op de meest urgente klimaatrisico's maakt duidelijk dat er ook op het niveau van provincies, gemeenten en waterschappen een grote opgave ligt om klimaatbestendigheid een serieuze plek te geven in de ruimtelijke inrichting. De afgelopen jaren heeft de Rijksoverheid veel geïnvesteerd in kennisontwikkeling. Het gaat er nu om die kennis te benutten in uitvoeringsgerichte projecten op regionale en lokale schaal. De Rijksoverheid kan daarbij een faciliterende, coördinerende en sturende rol vervullen.

De Rijksoverheid kan bijvoorbeeld ervaringen met pilotprojecten actiever delen met andere overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties. Met provincies, gemeenten en bedrijven kunnen afspraken worden gemaakt over het klimaatrobuuster maken van de weginfrastructuur, de regionale en lokale elektriciteits- en ICT-netwerken. Met gemeenten kunnen afspraken worden gemaakt over het benutten van stedelijke herinrichtingsprojecten om hitte-effecten in de stad te verminderen. Dergelijke afspraken zouden niet zozeer een dwingend karakter moeten hebben, maar een nieuw innovatief speelveld voor bedrijven en projectontwikkelaars moeten scheppen. Mocht dit onvoldoende effect sorteren, dan kunnen robuustheidseisen wettelijk verankerd worden en daarmee sturend worden in de ruimtelijke ontwikkeling.

Kansen voor tijdig anticiperen: benutten van beleidsagenda's en geplande investeringen

Aanpassingen aan klimaatverandering zijn nog niet altijd ingebed in beleidsagenda's en ontwikkelingsprojecten. Toch liggen juist daar de kansen voor klimaatadaptatie; door nu aan te haken bij nieuwe aanleg en reguliere onderhouds- en vervangingsregimes van vitale infrastructuur, en bij investeringen in stedelijke nieuwbouw en herstructurering. Blijven die kansen bij deze investeringen nu liggen, dan kan het tientallen jaren duren voordat zich opnieuw de gelegenheid voordoet. Dit speelt op alle schaalniveaus: nationaal, regionaal en lokaal.

Ook internationaal doen zich kansen voor als aanpassing aan klimaatverandering nadrukkelijker een plek krijgt in het buitenlandse beleid, zoals op het terrein van internationale veiligheid, landbouw en stedelijke ontwikkeling. Nederlandse bedrijven, onderzoekers en bestuurders staan in het buitenland bekend om hun expertise op het terrein van waterveiligheid. Die expertise krijgt meerwaarde als die wordt gecombineerd met andere ruimtelijke opgaven, zoals klimaatslimme landbouw, waterbeschikbaarheid en behoud van biodiversiteit.

Samenvatting

Inleiding

Wereldwijd en ook in Nederland groeit het besef dat aan klimaatverandering niet valt te ontkomen. Zelfs niet als nu fors op de rem wordt getrapt bij de uitstoot van broeikasgassen. De opwarming van de aarde gaat door, de zeespiegel blijft stijgen en neerslagpatronen veranderen. Dit betekent dat de wereld zich zal moeten aanpassen aan de verwachte veranderingen.






Het KNMI heeft in 2014 de klimaatscenario's voor Nederland geactualiseerd. Alle vier scenario's laten zien dat de Nederlandse winters minder koud en fors natter worden. De zomers worden warmer en waarschijnlijk droger. Hittegolven nemen wat lengte en intensiteit betreft toe. Ook de intensiteit van extreme regenbuien in de zomer neemt toe; hagel en onweer worden heviger (figuur 1). Door langdurige droogte wordt het risico van natuurbranden groter.

Het Nederlandse kabinet wil in de eerste helft van 2016 een Nationale Adaptatie Strategie (NAS) uitbrengen (zie ook IenM 2013). Uitgangspunt van de Strategie is dat aan alle sectoren die met klimaatverandering te maken kunnen krijgen, aandacht wordt besteed; van transportinfrastructuur tot volksgezondheid en natuur. De Europese Commissie vraagt om zo'n brede benadering en heeft alle lidstaten verzocht uiterlijk in 2017 een adaptatiestrategie gereed te hebben (zie ook EU 2013). De behoefte aan een brede benadering van klimaatadaptatie wordt onderstreept in rapporten van de Algemene Rekenkamer en het PBL (Algemene Rekenkamer 2012, PBL 2013a).

De staatssecretaris van IenM, die namens het kabinet trekker is voor de NAS, heeft het PBL gevraagd om de kennis over de mogelijke effecten van klimaatverandering bijeen te brengen en aangrijpingspunten aan te dragen voor de adaptatiestrategie. De staatssecretaris heeft gevraagd niet alleen aandacht te besteden aan klimaateffecten binnen de Nederlandse landsgrenzen, maar ook aan mogelijke consequenties voor Nederland van klimaateffecten elders op de wereld.

Figuur 1

Veranderingen in Nederlands klimaat volgens KNMI'14-klimaatscenario's

	Algemene veranderingen	Scenarioverschillen en natuurlijke variaties
Temperatuur 	<ul style="list-style-type: none">• De temperatuur blijft stijgen• Zachte winters en hete zomers komen vaker voor	<ul style="list-style-type: none">• Temperatuurverschillen zijn verschillend voor de vier scenario's• Veranderingen in 2050 en 2085 zijn groter dan de natuurlijke variaties op de 30-jaar tijdschaal
Neerslag 	<ul style="list-style-type: none">• De neerslag en extreme neerslag in de winter nemen toe• De intensiteit van extreme regenbuien in de zomer neemt toe• Hagel en onweer worden heviger	<ul style="list-style-type: none">• Meer droge zomers in twee van de vier scenario's• Natuurlijke variaties in neerslag zijn relatief groot, waardoor de scenario's minder van elkaar verschillen
Zeespiegel 	<ul style="list-style-type: none">• De zeespiegel blijft stijgen• Het tempo van de zeespiegelstijging neemt toe	<ul style="list-style-type: none">• Het tempo van de zeespiegelstijging hangt sterk af van de wereldwijde temperatuurstijging• Geen verschil tussen scenario's met verschillend luchtstromingspatroon
Wind 	<ul style="list-style-type: none">• De veranderingen in windsnelheid zijn klein	<ul style="list-style-type: none">• 's Winters vaker westenwind in twee van de vier scenario's• Het wind- en stormklimaat vertoont grote natuurlijke variaties
Mist 	<ul style="list-style-type: none">• Het aantal dagen mist neemt af en het zicht verbetert verder• De hoeveelheid zonnestraling nabij het aardoppervlak neemt licht toe	<ul style="list-style-type: none">• Natuurlijke variaties zijn verschillend voor de verschillende klimaatvariabelen

Bron: KNMI 2014

De KNMI'14-klimaatscenario's schetsen vier verschillende toekomsten van het Nederlandse klimaat. Er zijn veranderingen die in alle vier scenario's voorkomen, maar er zijn ook verschillen tussen de vier KNMI'14-scenario's en er zijn natuurlijke variaties.

Groot spectrum aan klimaatrisico's

Uit de analyses waarop dit rapport is gebaseerd, komt naar voren dat er een groot spectrum aan klimaatrisico's valt te onderscheiden, van incidenten met kleine waarschijnlijkheden en grote gevolgen op nationale schaal tot frequent optredende incidenten met beperkte overlast en gevolgen op regionale en lokale schaal. De klimaatrisico's hebben wij opgedeeld in economische risico's (schades), persoonsgebonden risico's (overlijden, ziekte, overlast) en risico's voor milieu en natuur. De analyses maken duidelijk dat in aanvulling op het Deltaprogramma vooral extra aandacht nodig is voor de robuustheid van elektriciteits-, ICT- en transportnetwerken en van de drinkwatervoorziening; voor de mogelijke gevolgen voor de landbouw (schade aan oogsten) en natuur (aantasten van de ecologische kwaliteit); alsmede voor gezondheidseffecten (zoals het vaker voorkomen van infectieziekten) en gevolgen voor het verkeer (zoals het onderlopen van wegen). De toename van economische schade en

risico's voor personen komt vooral voort uit de gevolgen van weersextremen, die de komende decennia intenser worden en frequenter zullen voorkomen: hitte, droogte, zware regen- en onweersbuien en daarmee samengaande windstoten, hogere rivierafvoeren.

Vanwege het maatschappelijk belang is vooral het robuust maken van de vitale infrastructuur, met name van de elektriciteits- en ICT-netwerken, een belangrijke opgave. Dat geldt zowel op nationale schaal als op regionale en lokale schaal. De onderlinge afhankelijkheid van deze netwerken is groot. Bovendien heeft uitval van een van deze netwerken al snel grote consequenties voor andere vitale sectoren, zoals het betalingsverkeer en de transportsector.

Daarnaast is het goed de veranderingen in de natuur in de gaten te houden: verspreidingsgebieden van planten- en diersoorten zijn aan het verschuiven, levenscycli veranderen en de stijgende watertemperatuur leidt in de zeeën tot verschuivingen in visstanden. Dat brengt tegelijkertijd risico's voor de volksgezondheid met zich mee. Opwarming van open wateren kan leiden tot blauwalgenbloei. Ziekteverwekkers kunnen in meer gebieden gedijen. En verwacht wordt dat door de verlenging van het groeiseizoen de effecten van hooikoorts fors zullen toenemen.

Deze geleidelijke veranderingen vragen vooral een vinger aan de pols. Een goed voorbeeld is het functionerende monitoringsysteem voor (infectie)ziekten en plagen op nationaal, Europees en mondiaal niveau. Naast monitoring is het nodig dat er een actieplan klaar ligt voor het geval een ziekte of plaag zich manifesteert.

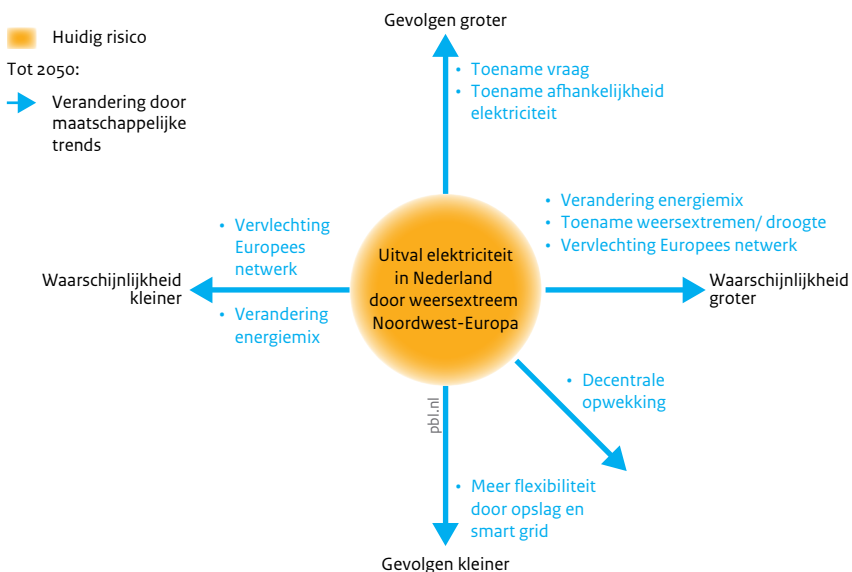
Klimaatverandering leidt overigens niet alleen tot negatieve effecten. Een positief effect van hogere temperaturen is dat in de winter minder energie nodig is voor verwarming. De opwarming kan gunstig uitpakken voor de productie van sommige landbouwgewassen en biedt ook kansen voor de teelt van nieuwe landbouwgewassen. Nederland wordt naar verwachting ook aantrekkelijker voor toeristen.

Complexiteit van de Nederlandse samenleving wordt groter en daarmee de kwetsbaarheid voor klimaatverandering

Nederland wordt niet alleen klimaatgevoeliger door de verandering van het klimaat zelf, maar ook door de combinatie met gelijktijdig optredende maatschappelijke veranderingen. Zo worden veel maatschappelijke functies steeds afhankelijker van elektriciteit en ICT. Dat geldt niet alleen voor het betalingsverkeer en transport, maar voor vrijwel alle werkprocessen. Denk bijvoorbeeld aan airconditioning, internet en domotica in woningen, die met de toenemende vergrijzing een steeds belangrijkere plek innemen. Een verstoring van het elektriciteits- en/of ICT-netwerk heeft dan ook gevolgen voor allerlei functies.

Figuur 2

Krachtenveld risico van elektriciteitsuitval tussen 2015 en 2050



Bron: PBL

Toekomstige veranderingen hebben uiteenlopende gevolgen voor de kwetsbaarheid van Nederland voor klimaatverandering. Klimaatverandering vergroot de waarschijnlijkheid van elektriciteitsuitval. Maatschappelijke ontwikkelingen, zoals een toenemende afhankelijkheid van elektriciteit, vergroten de gevolgen van een stroomuitval. De elektriciteitsnetwerken in Europa worden meer en meer onderling verbonden. Enerzijds zorgt dat voor meer redundantie en flexibiliteit, anderzijds kan uitval van het elektriciteitsnetwerk in het buitenland ook consequenties hebben voor Nederland. Technologische ontwikkelingen rond bijvoorbeeld opslag en decentrale opwekking kunnen de gevolgen verkleinen.

De elektriciteits-, ICT- en andere vitale infrastructuur raken onderling meer en meer verknoopt en netwerken worden op (Noordwest-)Europese schaal steeds meer met elkaar verbonden. Dat heeft als voordeel dat uitval op een bepaalde plek kan worden opgevangen via een omleiding. Aan de andere kant kan uitval van bijvoorbeeld het elektriciteitsnetwerk in het buitenland ook consequenties hebben voor de elektriciteitsvoorziening in Nederland.

Een andere belangrijke ontwikkeling is de verandering van de energiemix. Nu benut Nederland vooral fossiele brandstoffen voor zijn energievoorziening, zoals olie en gas. Om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, maar ook om geopolitieke redenen, krijgen duurzame bronnen zoals zonne- en windenergie een groeiend aandeel. Langdurige windstilte tijdens een hittegolf kan windenergie als energiebron doen uitvallen. Opwekking van zonne- en windenergie kent pieken en dalen in de elektriciteitsvoorziening. Dat kan tot over- en onderbelasting voor het netwerk zorgen, waardoor het netwerk kwetsbaarder wordt voor uitval (figuur 2).

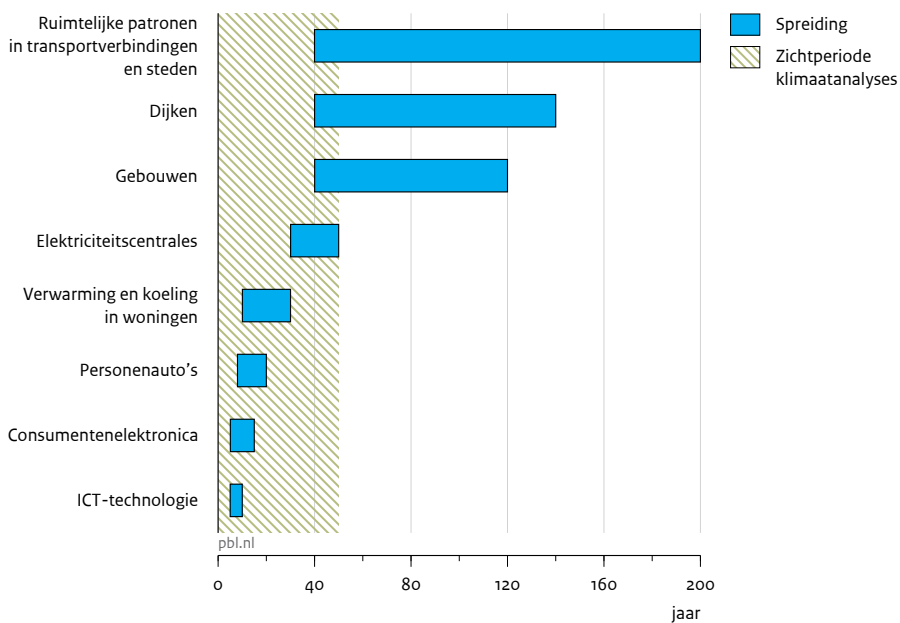
Rijksoverheid aan zet voor een klimaatbestendige nationale infrastructuur

Bij het volgen en beoordelen van de klimaatrisico's en vervolgens het besluiten of actie nodig is, is het belangrijk rekening te houden met de ernst én de beleving van klimateffecten: het gaat om meer dan de feitelijke gebeurtenis alleen. De lokale schade als gevolg van een extreme regenbui of natuurbrand, wordt anders beleefd dan een geleidelijke toename van gevallen van hooikoorts. De eerste kan leiden tot hevige maatschappelijke reacties, zeker als de plaatselijke bevolking meent dat de overheid onvoldoende of juist overdreven maatregelen neemt.

Hoewel het tempo en de omvang van de veranderingen onzeker zijn, mag op basis van de huidige kennis worden aangenomen dat de Nederlandse samenleving zich in veel gevallen goed zal kunnen aanpassen aan de gevolgen van klimaatverandering. Echter op een aantal punten is het aanpassingsvermogen beperkt of onzeker. Dit heeft vooral te maken met de relatieve traagheid en onomkeerbaarheid van ruimtelijke ontwikkelingen. Ruimtelijke keuzes, zoals bij stedelijke en infrastructurele ontwikkeling, werken lange tijd door en hebben gevolgen voor meerdere generaties. Hoe de komende decennia wordt omgegaan met ruimtelijke ontwikkeling, bepaalt dan ook mede de klimaatbestendigheid van Nederland op langere termijn. Ook zijn de keuzes die nu worden gemaakt van invloed op de oplossingsruimte en kosten die nodig zijn voor aanpassingen als de klimaatverandering anders of sneller verloopt dan verwacht. De afgelopen jaren is veel kennis verzameld over de mogelijke effecten van klimaatverandering en de belangrijkste risico's en kansen die daar het gevolg van zijn. Ongetwijfeld kan meer kennis nog meer inzichten opleveren. De grote uitdaging is nu echter om de stap te zetten van weten naar willen en doen. Op nationale schaal wordt die stap gezet met de uitvoering van het Deltaprogramma. Die uitvoering is nu vooral gericht op de waterveiligheidsdoelen, maar het programma kan ook worden gecombineerd met het realiseren van meer ruimtelijke kwaliteit, waaronder een verbetering van de natuur- en landschapskwaliteit. Bij een dergelijke integrale aanpak kunnen de kosten zelfs lager uitvallen dan bij een traditionele aanpak die zich concentreert op waterveiligheid.

De Rijksoverheid is niet alleen verantwoordelijk voor het waarborgen van de waterveiligheid, maar voor de totale zogenoemde 'nationale infrastructuur': voor de energie-, ICT- en transportinfrastructuur. Om die klimaatbestendig te kunnen maken is het eerst nodig een 'stress-test' uit te (laten) voeren voor de verschillende onderdelen van de vitale infrastructuur. Zo'n test dient de adaptatieopgave in beeld te brengen, evenals de adaptatiecapaciteit van betrokken partijen (bedrijven, overheden). Vervolgens gaat het erom de juiste handelingsstrategie te kiezen. In de wereld van de waterveiligheid wordt *preventie* toegepast als belangrijkste insteek voor het omgaan met risico's. Ook op andere terreinen kunnen preventieve maatregelen, veel meer dan nu het geval is, worden toegepast. Zo kunnen water- en groenvoorzieningen in de steden hittestress beperken. Is preventie (nog) niet mogelijk of te duur dan ligt een strategie

Figuur 3
Omlooptijd van installaties en infrastructuur



Bron: Philibert and Pershing 2002; bewerking PBL

Vooraf bij ontwikkelingen met een lange 'omlooptijd' is het belangrijk tijdig aan te haken bij te ontwikkelen projecten om de klimaatbestendigheid te kunnen vergroten.

voor de hand die zich primair richt op het *beperken van de gevolgen*, bijvoorbeeld door de bevolking gedragsadviezen te geven, zoals die zijn vastgelegd in een hitteplan. Voor beide strategieën is het essentieel om aan te sluiten bij initiatieven en investeringen die toch al worden genomen. Voorbeelden zijn de nieuwbouw van datacentra, de vervanging van het drinkwaternet en groot onderhoud aan wegen en spoorwegen; met extra inspanningen kunnen die op zo'n manier worden uitgevoerd dat ze klimaatbestendig zijn. Voor datacentra betekent dat bijvoorbeeld bouwen in gebieden die minder kwetsbaar zijn voor overstroming en wateroverlast. Wordt toch in kwetsbare gebieden gebouwd, dan is onderbrengen van de meest kwetsbare onderdelen op hoger gelegen verdiepingen een oplossing. Dergelijke inspanningen komen niet vanzelf, zo is de ervaring. In het algemeen wordt meer aandacht besteed aan de kortetermijnbaten en veel minder aan langetermijnrobuustheid, waar klimaatbestendigheid bij uitstek een element van is. Voor partijen die verantwoordelijk zijn voor klimaatadaptatie is het dus cruciaal om tijdig aan te sluiten bij projecten met een lange omlooptijd, zoals stedelijke vernieuwing (figuur 3). Wordt die kans gemist, dan moet tientallen jaren worden gewacht op een volgende (herinrichtings)gelegenheid.

Een derde mogelijkheid naast preventie en gevolgbepanking is de schade te accepteren of achteraf te herstellen. Dit speelt wanneer preventie of gevolgbepanking niet of moeilijk haalbaar is, zoals bij oogstschades door vorst, extreme regen of hagelbuien. Dan zijn het accepteren of verzekeren van de schade, of een vergoeding uit een schadefonds de belangrijkste mogelijkheden. De insteek op herstel ligt ook voor de hand bij minder ernstige problemen, waarvan de urgentie beperkt is, zoals het herstellen van een weg of drinkwaterleiding na beschadiging door het wrikken van boomwortels bij een hevige storm. Maar ook hier geldt: doet de gelegenheid van preventie zich voor, bijvoorbeeld door de drinkwaterleiding bij vervanging te verleggen, dan is deze aanpassing op lange termijn gezien vaak de moeite waard.

De rol van de Rijksoverheid: stimuleren, coördineren en ook reguleren

Naast de verantwoordelijkheid voor de nationale hoofdinfrastructuur heeft de Rijksoverheid ook een 'systeemverantwoordelijkheid', dat wil zeggen dat ze verantwoordelijk is voor het totale speelveld van klimaatadaptatie, ook op regionale en lokale schaal. Al is het maar omdat klimaat effecten met een lokale of regionale impact kunnen uitgroeien tot problemen op nationale schaal. En ook omdat de wijze van aanpassing aan klimaatverandering consequenties kan hebben voor onderwerpen waar het Rijk eveneens verantwoordelijkheid voor heeft, zoals openbare orde, volksgezondheid, natuur en milieu.

In het speelveld van klimaatadaptatie zijn verschillende bestuurlijke veranderingen gaande. Het openbaar bestuur is de afgelopen decennia gedecentraliseerd, deels geprivatiseerd en ook complexer geworden. De Rijksoverheid opereert minder vanuit een hiërarchische, verticale positie ten opzichte van de samenleving, maar in toenemende mate vanuit een horizontale, op samenwerking en facilitering gerichte positie. Deze ontwikkelingen betekenen niet dat er geen behoefte meer is aan een rijksvisie op klimaatadaptatie. Integendeel, er is juist behoefte aan een duidelijk perspectief op minimaal nationaal niveau. Bij de realisatie van een dergelijke visie kunnen veel partijen een rol spelen. Het is dan ook verstandig om die partijen vanaf de start van de Nationale Adaptatie Strategie bij de visievorming te betrekken.

De Rijksoverheid is wel een belangrijke, maar zeker niet de enige speler in het veld van klimaatadaptatie. Onder bedrijven, maatschappelijke organisaties en burgers zijn al de nodige voorlopers te vinden. Een van de uitdagingen voor een doeltreffende aanpassing aan klimaatverandering is dat ook anderen in actie komen. Hier ligt een actieve, coördinerende rol voor de Rijksoverheid voor de hand. Niet door zich met inhoudelijke opgaven en concrete uitvoering op regionale en lokale schaal te bemoeien, maar door het proces van aanpassing aan klimaatverandering te stimuleren en organiseren.

Een actieve en coördinerende rol, zoals de Rijksoverheid die volgens de Klimaatagenda ambieert, houdt ook in dat initiatieven worden aangewakkerd. Er zijn verschillende mogelijkheden voor de (Rijks)overheid om klimaatadaptatie te stimuleren: via stimuleringsprogramma's of via regelgeving. Bij een coördinerende rol hoort ook het (laten) delen van ervaringen. In het Amersfoortse Soesterkwartier en het Amsterdamse havengebied doen burgers, bedrijven en gemeentelijke diensten nu bijvoorbeeld ervaring op met het klimaatbestendig maken van hun werk- en woongebied. Via een website of tijdens een bijeenkomst zouden zij van elkaars ervaringen kunnen leren. Naast het aanmoedigen van voorlopers kan de Rijksoverheid ook een rol vervullen bij het meetrekken van achterblijvers. Lukt dat onvoldoende langs de weg van stimulering, met bijvoorbeeld pilots en de uitwisseling van 'best practices', dan kunnen in een vervolgstap eisen aan de klimaatbestendigheid van de ruimtelijke inrichting en infrastructuur worden geformaliseerd in wetgeving. Het zijn vaak voorlopers die de overheid vragen om regelgeving in te zetten voor het creëren van een *level-playing field*. Daarmee kunnen innovatieve bedrijven hun voorsprong behouden en de lat van ambities op het vlak van klimaatbestendigheid steeds een stukje hoger leggen.

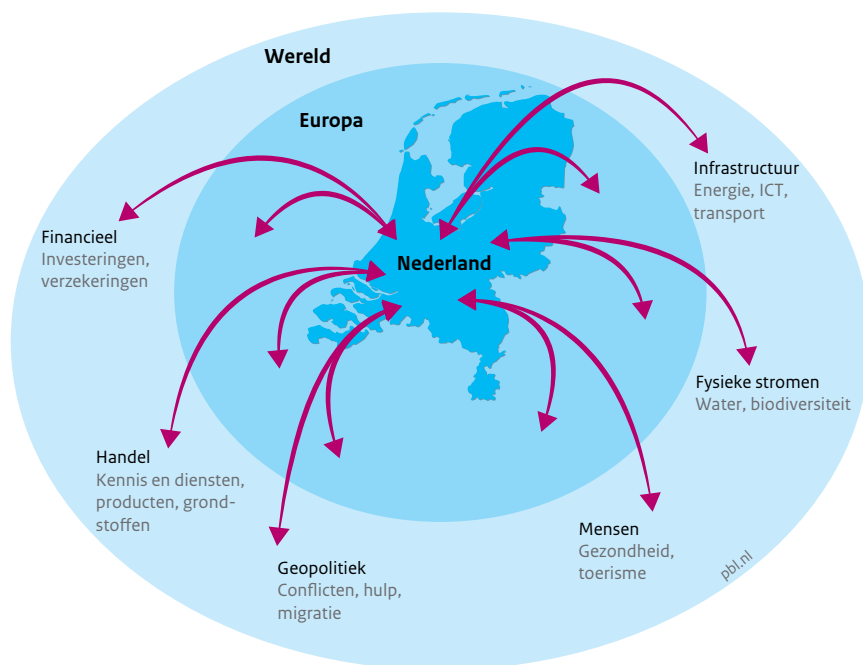
De blik op Europa en de rest van de wereld

Klimaat effecten elders op de wereld hebben ook gevolgen voor Nederland. Nederland is immers op veel manieren met talloze landen verbonden: via handelsrelaties, de energievoorziening, ICT-netwerken, immigratie en emigratie, veiligheidsorganisaties en toerisme (figuur 4).

Voor het aanpassen van de vitale infrastructuur – de energie-, ICT- en gezondheidssector – aan klimaatverandering werpen inspanningen van Nederland vooral vruchten af als dat gebeurt in afstemming met onze buurlanden en Europa. Het schaalniveau van afstemmen is afhankelijk van het onderwerp. Gaat het bijvoorbeeld om het vasthouden van water in het bovenstroomse deel van onze rivieren, dan volstaat meestal samenwerking met de directe buurlanden. Gaat het om het robuuster maken van de energievoorziening, dan is minimaal samenwerking op Noordwest-Europese schaal nodig.

Wereldwijd gezien zijn er grote regionale verschillen in aard en ernst van de gevolgen van klimaatverandering. Het algemene beeld is dat regio's die het momenteel al moeilijk hebben, nog zwaardere klappen gaan krijgen. Niet alleen door de effecten van klimaatverandering zelf, maar ook door maatschappelijke ontwikkelingen. Belangrijk daarbij zijn onder meer de bevolkingsgroei en de trek naar steden die in kwetsbare gebieden, zoals delta's, liggen. Zo moeten regio's die nu al te maken hebben met overstromingen, nog meer schade vrezen. Voor Nederland kan dit onder meer betekenen dat er sterkere schommelingen komen in de prijzen van onder andere voedsel. Aandacht is ook nodig voor mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor de internationale veiligheid. Sluimerende conflicten, zoals rond de beschikbaarheid van landbouwgrond en zoet water, en de spanningen rond de rechten over nieuw ontsloten

Figuur 4
Internationale relaties Nederland



Bron: PBL

Nederland kan langs verschillende paden beïnvloed worden door (de gevolgen van) mondiale klimaatverandering: door verstoring in de handelsketens of aanvoer van grondstoffen, financieel door schade aan Nederlandse investeringen in het buitenland, door schade aan vitale diensten zoals energie of ICT, via mensen door reizen naar landen met grotere risico's voor de gezondheid. Of zelfs via de geopolitieke route door conflicten of migratie.

grondstoffen (bijvoorbeeld in de Noordpoolregio) kunnen door klimaatverandering worden aangewakkerd. Dit vraagt niet alleen alertheid van de bedrijven die voor hun handelsketens afhankelijk zijn van gebieden waar problemen kunnen ontstaan, maar ook van de Rijksoverheid. Zo zal er naar verwachting een groter beroep worden gedaan op noodhulp door Nederland.

Een andere bijdrage die het Rijk kan leveren, is klimaatadaptatie expliciet een plek te geven in het buitenlands beleid en in netwerken met internationaal opererende bedrijven, maatschappelijke organisaties en andere staten. De speerpunten water en voedsel in het huidige buitenlands beleid, evenals het beleid gericht op internationale veiligheid en handel, kunnen nog beter dan nu benut worden door klimaatadaptatie nadrukkelijker een plek te geven.

Denken in kansen

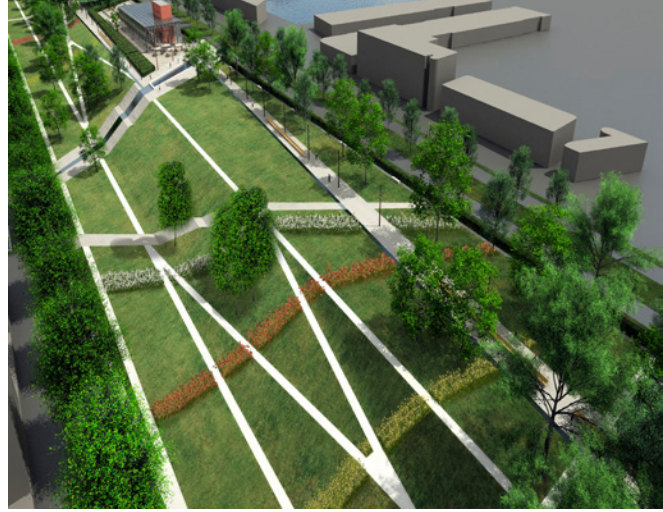
Klimaatverandering wordt meestal in een adem genoemd met risico's en bedreigingen. Toch zijn er ook wel degelijk kansen. Opwarming van de aarde kan voor Nederland bijvoorbeeld ook positieve effecten hebben. Het nu al relatief warme en droge zuiden van Europa krijgt in de toekomst door klimaatverandering te kampen met nog grotere droogte. Veel landbouwgewassen gedijen daar dan niet langer. Dat betekent voor de Nederlandse landbouw kansen om een relatief concurrentievoordeel te behalen. De landbouw, een sector die gewend is zich aan te passen aan veranderende omstandigheden, zal daar waarschijnlijk op kunnen inspelen.

Een ander type kans ligt in de manier waarop klimaatadaptatie wordt aangepakt. Bestaande en geplande initiatieven kunnen worden benut voor klimaatadaptatie. Initiatieven die daar meestal niet primair op gericht zijn. Een bekend voorbeeld is het benutten van stedelijke herstructurering die hun oorsprong vinden in sociale motieven, maar ook een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan klimaatadaptatie. Realiseren van meer groen en blauw in de leefomgeving levert ook een bijdrage aan het beperken van hittestress.

Een kans ligt ook in het vaker benutten van de Nederlandse expertise op het terrein van klimaatadaptatie. Nederland staat in het buitenland al bekend om zijn kennis en expertise op het gebied van watermanagement. Ook de integrale aanpak wordt wereldwijd gewaardeerd, een vorm van ontwerpend werken waarbij verschillende ruimtelijke kwaliteiten hun plek krijgen. Wanneer door klimaatverandering meer landen te maken krijgen met problemen rond waterveiligheid, zoetwatervoorziening of verduurzaming van de landbouw, zal vaker een beroep worden gedaan op Nederlandse bedrijven en wordt de Nederlandse expertise een groter exportproduct.

Van weten naar doen: ankerpunten voor de Nationale Adaptatie Strategie

De transitie naar een klimaatbestendiger Nederland is geen eenvoudige opgave; gezien het onzekere karakter van de effecten van klimaatverandering, de daaruit voortvloeiende diversiteit aan risico's en kansen, en de benodigde inzet van vele partijen. Door het veelzijdige karakter van de adaptatieopgave is het ook niet mogelijk om een gedetailleerde inhoudelijke uitwerking in de Nationale Adaptatie Strategie (NAS) te presenteren.



Vooral bij ontwikkelingen met een lange 'omlooptijd', zoals stedelijke vernieuwing, loont het de moeite klimaatmaatregelen gelijk mee te nemen. Het Dakpark Rotterdam is hier een voorbeeld van. Het park is vooral gerealiseerd om de sociale cohesie in dit deel van Rotterdam te versterken, maar levert tegelijkertijd een belangrijke bijdrage aan de klimaatbestendigheid van de stad. Het groen dempt de hitte en houdt bij extreme regenbuien water vast. Foto: Hollandse Hoogte/Corbis; artist impression: Buro Sant en Co.

De opgave ligt vooral voor om klimaatadaptatie de komende decennia een structureel onderdeel te laten worden van het denken en handelen. Een wervende en uitnodigende visie vanuit de Rijksoverheid is daarvoor het startpunt. Een kader voor de visie, strategie en handelingsopties wordt gevormd door de volgende punten:

- Klimaatadaptatie heeft een belangrijke fysieke agenda: benoem klimaatbestendigheid als een intrinsieke kwaliteit van ruimtelijke ontwerpen en investeringen
- Betrek en mobiliseer provincies, gemeenten, bedrijven en maatschappelijke organisaties
- Creëer een stimulerende en innovatieve omgeving voor klimaatadaptatie
- Benut en creëer kansen van verandermomenten
- Stimuleer stresstesten op verschillende schaalniveaus – ook op Europese schaal
- Neem klimaatadaptatie mee in internationaal beleid en internationale projecten, en laat die elkaar versterken.

VERDIEPING

VERDIEBING

Inleiding

Het Nederlandse kabinet wil in de eerste helft van 2016 een Nationale Adaptatie Strategie (NAS) uitbrengen. Die strategie moet de basis gaan vormen van een klimaatbestendig Nederland en Europa. Elke lidstaat van de Europese Unie wordt geacht uiterlijk in 2017 zo'n adaptatiestrategie gereed te hebben (zie ook EU 2013).

De Rijksoverheid heeft met het Deltaprogramma en de Deltabeslissingen (2010-2014) al een grote en belangrijke stap gezet om Nederland klimaatbestendiger te maken.

Drie voor Nederland cruciale klimaatrisico's en oplossingsrichtingen zijn daarin belegd: de bescherming tegen overstromingen; het waarborgen van de zoetwatervoorziening; en het omgaan met extreme hitte of regen in steden.

In aanvulling op het Deltaprogramma heeft de staatssecretaris van IenM het PBL gevraagd om de kennis over mogelijke andere klimaateffecten bijeen te brengen en aangrijpingspunten aan te dragen voor de Nationale Adaptatiestrategie.

Van klimaateffecten naar adaptatiebeleid

Om een adaptatiestrategie te kunnen maken is kennis van klimaatverandering alleen niet genoeg. Minstens zo belangrijk zijn de ontwikkelingen in de samenleving zelf en in de manier waarop Nederland wordt bestuurd (zie ook figuur 1.1). We besteden in deze studie dan ook aandacht aan alle drie deze componenten.

We gaan eerst in op klimaatverandering en de mogelijke effecten; wat staat de wereld en Nederland nu eigenlijk te wachten? (hoofdstuk 2). Daarbij brengen we ook de belangrijkste risico's voor Nederland in beeld, evenals de mogelijke positieve effecten die klimaatverandering voor Nederland kan hebben (hoofdstuk 3).

Vervolgens besteden we aandacht aan de maatschappelijke ontwikkelingen in Nederland; wat zal er de komende decennia bijvoorbeeld veranderen op sociaal-economisch en technologisch gebied? (hoofdstuk 4). Met deze kennis in het achterhoofd kunnen we de stap zetten van klimaatkennis naar beleid voor klimaatadaptatie.

Als eerste gaat het dan om het vertalen van klimaateffecten naar beleidsurgenties.

Vervolgens geven we aan hoe beleidsurgenties omgezet kunnen worden naar adaptatiestrategieën (hoofdstuk 5).

Figuur 1.1
Drie veranderingen spelen op elkaar in



Bron: PBL

Een adaptatiestrategie komt niet van de grond zonder rekening te houden met ontwikkelingen in het klimaat, de overheid en de maatschappij.

De derde component die belangrijk is voor een adaptatiestrategie bestaat uit de bestuurlijke veranderingen die zich momenteel voordoen. Er wordt een zwaarder accent gelegd op het opereren in netwerken en op initiatieven van burgers en bedrijven – de zogenoemde energieke samenleving. Daarmee verandert ook de rol van de overheid. Wie neemt dan verantwoordelijkheid voor het adaptatiebeleid, hoe gaat dat in zijn werk, en waar liggen de opgaven? Wanneer is een gebiedsgerichte aanpak mogelijk, wanneer is een sectorale aanpak gewenst, en wanneer een (inter)nationale? Daarbij besteden we expliciet aandacht aan de mogelijke rol en taak van de Rijksoverheid (hoofdstuk 6 en 7).

Klimaatadaptatie speelt op alle schaalniveaus, van lokaal tot mondiaal. We geven twee schaalniveaus speciale aandacht, door daar ‘intermezzo’s’ aan te wijden. Het eerste intermezzo gaat over het Europese schaalniveau. Netwerken op Europese schaal, zowel in fysieke als bestuurlijke zin, zijn voor Nederland essentieel voor de aanpassing aan klimaatverandering. Het tweede intermezzo richt zich op het regionale en lokale schaalniveau. Het is op dit schaalniveau waar adaptatie zich in de praktijk afspeelt. Aan de hand van twee voorbeelden, in Amsterdam en Amersfoort, wordt toegelicht hoe lokale partijen omgaan met de aanpassing aan klimaatverandering.

Putten uit een veelheid aan kennis

In Nederland is al veel kennis beschikbaar over klimaatverandering en -effecten. Voor deze studie hebben we in het bijzonder geput uit onderzoek dat de afgelopen jaren al is gedaan voor het Deltaprogramma en het onderzoek dat is gedaan en verzameld in het kader van het programma Kennis voor Klimaat. Als fundament onder klimaatonderzoek liggen de klimaatscenario's van het IPCC en het KNMI, waar ook wij dankbaar gebruik van hebben gemaakt. Deze scenario's hebben als tijdshorizon 2050 en verder (KNMI & PBL 2015, KNMI 2014). In 2014 is onder leiding van Kennis voor Klimaat nog aanvullende informatie verzameld over de consequenties van klimaatverandering voor een aantal specifieke sectoren: de energie-infrastructuur (Vogel et al. 2014), ICT-infrastructuur (Luijff & van Oort 2014), transportinfrastructuur (Maas & Vogel 2014), volksgezondheid (RIVM 2014), landbouw (Schaap et al. 2014), visserij (Rijnsdorp et al. 2014) en natuur (Braakhekke et al. 2014). Ook zijn er rapporten verschenen over de verdeling van verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie (Runhaar et al. 2014) en het vergroten van de innovatiecapaciteit in klimaatadaptatie (Innovation Booster 2015). De resultaten van deze studies zijn te vinden op de website van Kennis voor Klimaat (www.kennisvoorklimaat.nl/bouwstenenNAS).

Ook bij het PBL staat deze studie over klimaatadaptatie niet op zichzelf. Aanvullend zijn er drie klimaatgerelateerde rapporten uitgebracht. Als eerste een studie over klimaatveranderingen elders op de wereld en de mogelijke gevolgen ervan voor Nederland: 'Wereldwijde klimaateffecten – Risico's en kansen voor Nederland' (PBL 2015a). Aan dat rapport heeft Instituut Clingendael een belangrijke bijdrage geleverd (Van Schaik et al. 2015). Het tweede PBL-rapport, 'Van risicobeoordeling naar adaptatiestrategie', bevat achtergrondinformatie over onder andere de toegepaste methode bij risicovergelijking en strategiekeuzes (PBL 2015b). Als derde rapport heeft het PBL een publicatie uitgebracht over de opzet van een adaptatiemonitor voor de Nationale Adaptatie Strategie (PBL 2015c).

Het klimaat verandert

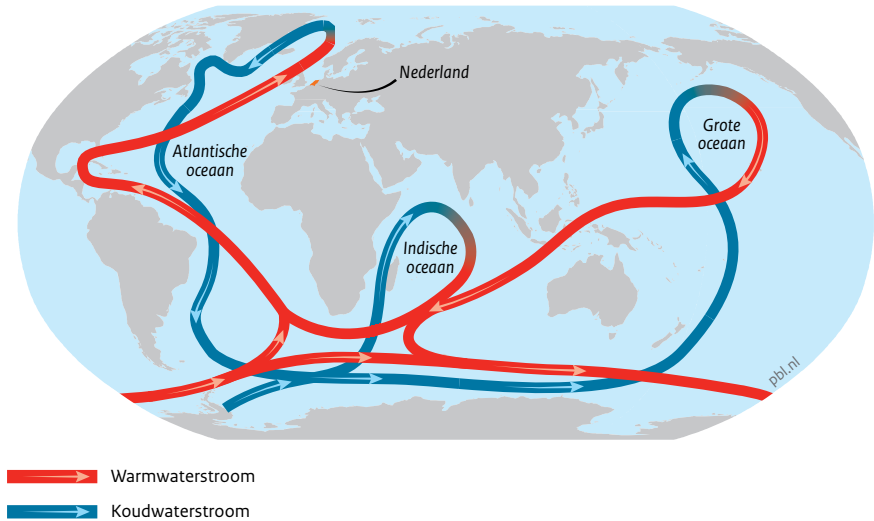
Wereldwijd is het klimaat aan het veranderen; in de afgelopen eeuw is vrijwel overal de temperatuur gestegen; in delen van Azië, Noord- en Zuid-Amerika met 1,5 tot 2,5 °C (figuur 2.1). De IPCC-studies laten zien dat de veranderingen de komende eeuwen zullen doorzetten. Hoe sterk de wereldgemiddelde temperatuurstijging zal zijn, is afhankelijk van de mate waarin de uitstoot van broeikasgassen wordt gereduceerd. Bij een 'business as usual'-scenario is rond 2100 een temperatuurstijging mogelijk van 3,2 tot 5,4 °C, en bij een sterke vermindering van emissies is de verwachting een stijging van 0,9 tot 2,3 °C (IPCC 2014a) (zie ook het kader 'Toekomstverkenningen: werken met scenario's').

De temperatuurstijging leidt onder andere tot een stijging van de zeespiegel, opwarming van de oceanen en een verandering van neerslagpatronen. In veel gebieden waar het nu al droog is, zoals in delen van de tropen en in delen van Zuid-Europa, wordt minder neerslag verwacht, terwijl landen in de natte tropen en in Noord-Europa juist meer neerslag te verwerken krijgen. De overstromingsrisico's zijn de afgelopen decennia fors gestegen. Dat heeft overigens niet alleen te maken met een zeespiegelstijging of een grotere afvoer van rivierwater. De risico's zijn vooral groter geworden omdat er meer mensen, en dus potentiële slachtoffers, zijn komen te wonen in kwetsbare gebieden als riviervlaktes, delta's en kustzones. Ook is hier de economische waarde enorm toegenomen, waardoor de economie bij een overstroming hard wordt geraakt.



Wereldwijd leven 800 miljoen mensen in overstromingsgevoelige gebieden. Dat aantal zal de komende decennia nog toenemen. Het aantal slachtoffers zal daarmee naar verwachting ook toenemen. Foto: Jakarta, Indonesië – Hollandse Hoogte/Eyevine

Figuur 2.1
Warme golfstroom



Bron: IPCC

Een van de klimaateffecten die zo onzeker is dat we daar geen rekening mee houden in dit rapport, is een verandering van de Golfstroom.

Toekomstverkenningen: werken met scenario's

De omvang en snelheid van de mondiale klimaatverandering is onzeker. Deze hangen af van de mate waarin de wereldbevolking de oorzaken van de mondiale klimaatverandering aanpakt met mitigatiemaatregelen. Het gaat dan om het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Het IPCC maakt dan ook gebruik van vier emissiescenario's, die beleidsopties bevatten voor het terugdringen van broeikasgassen: van helemaal geen beleid (business as usual-scenario) tot ambitieus beleid (zeer sterk emissiereductiescenario overeenkomend met een beperking van de uiteindelijke mondiale opwarming van 2 graden ten opzichte van het pre-industriële tijdperk). Het KNMI baseert de klimaatscenario's voor Nederland op berekeningen met dezelfde mondiale klimaatmodellen voor het IPCC, maar variërend van het een na laagste emissiescenario tot het business as usual-scenario (1 tot 2 graden mondiale opwarming in 2050 ten opzichte van de periode 1981-2010), aangevuld met berekeningen met het klimaatmodel voor Europa van het KNMI (zie ook KNMI & PBL 2015).

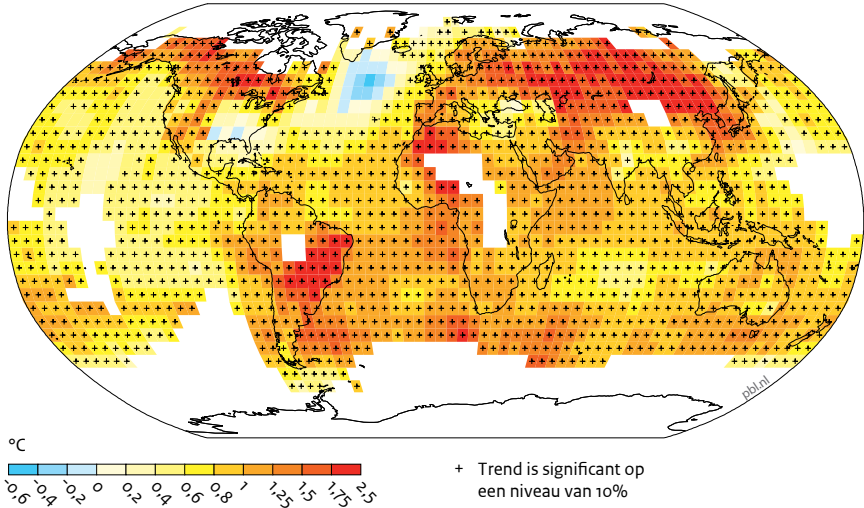
In dit rapport gaan we uit van klimaatveranderingen die de komende decennia te overzien zijn. Dat geldt lang niet voor alle veranderingen. Zeker op de lange termijn kunnen zich onverwachte ontwikkelingen voordoen. Er zijn aanwijzingen dat klimaatverandering niet alleen geleidelijke, maar ook plotselinge grootschalige effecten kan hebben. Wanneer deze effecten kunnen optreden en welke gevolgen ze dan zullen hebben, is erg onzeker. Daarom worden deze effecten *wildcards* genoemd.

Voorbeelden van *wildcards* zijn veranderingen in de wereldwijde Golfstromen, het Noordpoolgebied dat vrijvalt van ijs en een veel snellere zeespiegelstijging veroorzaakt dan nu voorzien. Ook de verzuring van zeeën en oceanen, op zichzelf een geleidelijk proces, kan bij het overschrijden van een drempel grootschalige effecten hebben. Het vrijkomen van broeikasgas bij het ontdooien van permafrostgebieden en het vrijkomen van methaanijs op de zeebodem zijn eveneens reële voorbeelden van plotselinge effecten van klimaatverandering. Al deze voorbeelden zijn systeemveranderingen, wat betekent dat de impact in potentie enorm is. Tegelijkertijd is er (zeer) weinig kennis over wat er precies kan gebeuren en wanneer. Daardoor laten deze veranderingen zich moeilijk beheersen. Een zinvolle strategie is monitoring en surveillance, waarbij in de gaten wordt gehouden in welke richting systemen zich ontwikkelen. Daarnaast kan er natuurlijk aanvullende kennis worden verzameld en ontwikkeld.

Naar verwachting wordt halverwege deze eeuw het effect van klimaatverandering duidelijk merkbaar (IPCC 2014b). Waarschijnlijk zullen de gewasopbrengsten in verschillende delen van de wereld deze eeuw gaan veranderen, met toenames op hoge breedten (zoals Noord-Europa) en afnames dichterbij de evenaar. Vooral in Afrika kan de voedselvoorziening verder onder druk komen te staan. Als de temperatuur wereldwijd, ten opzichte van eind negentiende eeuw, met 4°C of meer stijgt en de vraag naar voedsel blijft toenemen, komt niet alleen de voedselproductie in sommige gebieden, maar ook de voedselveiligheid wereldwijd ernstig in gevaar. Bij een gematigde temperatuurstijging, gecombineerd met het inzetten van adequate adaptatiemaatregelen, kunnen mondiaal de landbouwopbrengsten de komende decennia worden vergroot (IPCC 2014b; PBL 2015a).

Klimaat effecten leiden vooral tot extra druk op regio's waar al spanningen bestaan. Dat werd deze eeuw al duidelijk met de voedselcrisis van 2005 tot 2008. In die periode stegen de voedselprijzen en verdubbelde de prijs van graan bijna (OECD 2008). De gevolgen van de hoge prijzen troffen vooral de armsten op de wereld, vooral de stedelingen in ontwikkelingslanden. Zij waren gedwongen een groter deel van het toch al schamele inkomen uit te geven aan eten (OECD 2008). De hoge prijs voor voedsel was in een aantal landen de aanleiding voor politieke onrust. Een onrust die op de achtergrond al sluimerde.

Figuur 2.2
Waargenomen temperatuurverandering, 1901 – 2012



Bron: IPCC WGI 2013

De temperatuur is de afgelopen eeuw vrijwel overal gestegen; in sommige gebieden bedraagt de stijging 1,5 tot 2,5 °C. Gebieden waarvoor sinds 1901 onvoldoende gegevens beschikbaar zijn, zijn wit. In de gekleurde gebieden zonder + zijn de trends onzeker.

De voedselcrisis van 2008 is het gevolg van de combinatie van een aantal oorzaken. Naast een grotere vraag naar voedsel (vooral in Azië), kleinere voedselvoorraden dan voorheen gebruikelijk was, een hoge olieprijs, een grote vraag naar biobrandstof en het opkopen van landbouwgrond door speculanten, dreef ook de magere oogst als gevolg van droogte in enkele grote, graanproducerende regio's (Verenigde Staten en Australië) de prijs van graan op.

Een andere regio waar klimaatverandering sluimerende conflicten kan aanwakken, is het Noordpoolgebied. Als het Noordpoolijs verder afsmelt, komt er een nieuwe vaarroute beschikbaar en kunnen er gemakkelijker grondstoffen worden ontgonnen. Verschillende landen maken aanspraak op die vaarroute en grondstoffen, maar welke uiteindelijk de rechten krijgen is de vraag. Vanzelfsprekend vragen ook mogelijke effecten op natuur en milieu aandacht. Het gaat om directe effecten van het smelten van het Noordpoolijs voor allerlei diersoorten, maar ook om indirecte effecten door het winnen van grondstoffen. Wat Nederland betreft kan het ontstaan van een nieuwe vaarroute ook economische kansen betekenen, in het bijzonder voor de haven van Rotterdam vanwege het sterk verkorten van de vaarroute naar Azië.



De droogte en voedselcrisis tussen 2005 en 2008 wordt door menigeen genoemd als extra aanleiding voor de politieke onrust in Noord-Afrikaanse landen en het Midden-Oosten. Foto: Sanaa, Jemen – Hollandse Hoogte/Corbis

Klimaatrisico's zijn een mondiaal urgente opgave

Klimaatverandering vormt een bedreiging voor het functioneren van de wereld-economie – onderkent ook het World Economic Forum. In de risicoanalyse van het World Economic Forum nemen weegerelateerde natuurrampen en watercrises een belangrijke plaats in. Bij veel andere risico's, zoals verspreiding van infectieziekten, conflicten tussen staten, extreme schommelingen in energieprijzen en uitval van vitale ICT infrastructuur, kan klimaatverandering eveneens in het spel zijn. Het Forum ziet ook het wereldwijd falen van klimaatadaptatie als belangrijk risico. Dit staat wat betreft impact op de zevende plaats en wat betreft waarschijnlijkheid op de vijfde plaats in de top 10 van de wereldrisico's 2015 (figuur 2.3).

Klimaat effecten in Nederland: naast geleidelijke veranderingen ook weersextremen

Ook in Nederland zijn er al tekenen van klimaatverandering waar te nemen (PBL 2012). Merkbaar is vooral de toename van extreme buien en de daarmee gepaard gaande wateroverlast. De regio Rotterdam-Rijnmond en Haaglanden bijvoorbeeld ondervond problemen door wateroverlast bij de hevige buien in oktober 2013.

Om te kunnen inschatten met wat voor veranderingen Nederland de komende tijd verder te maken krijgt, heeft het KNMI in 2014 geactualiseerde klimaatscenario's gepresenteerd (KNMI 2014). Een eenduidig beeld dat de scenario's oproepen is dat de temperatuur (in meer of mindere mate) blijft stijgen en dat de Nederlandse winters minder koud en fors natter worden (figuur 2.4). De zomers worden warmer en waarschijnlijk droger. Hitegolven nemen wat lengte en intensiteit betreft toe. Ook de intensiteit van extreme regenbuien in de zomer neemt toe; hagel en onweer worden heviger evenals de daarmee gepaard gaande windstoten. Bij elke graad temperatuur-

Figuur 2.3

De tien mondiale risico's met betrekking tot waarschijnlijkheid en impact

Waarschijnlijkheid

- 1 Internationale conflicten
- 2 Extreme weersomstandigheden
- 3 Falend nationaal bestuur
- 4 Falende staat of staat in crisis
- 5 Werkloosheid of onvolledige werkgelegenheid
- 6 Natuurrampen
- 7 **Falende adaptatie aan klimaatverandering**
- 8 Watercrises
- 9 Data diefstal of fraude
- 10 Cyber-aanval

Impact

- 1 Watercrises
- 2 Verspreiding van besmettelijke ziekten
- 3 Massavernietigingswapens
- 4 Internationale conflicten
- 5 **Falende adaptatie aan klimaatverandering**
- 6 Energieprijsschok
- 7 Uitval cruciale informatie infrastructuur
- 8 Belastingcrises
- 9 Werkloosheid of onvolledige werkgelegenheid
- 10 Biodiversiteitsverlies en bezwijkend ecosysteem

Categoriën

- ◆ Economie
- ◆ Milieu
- ◆ Geopolitiek
- ◆ Maatschappij
- ◆ Technologie






Bron: World Economic Forum 2015

Het Wereld Economic Forum beoordeelt het wereldwijd falen van adaptatie aan klimaat als een belangrijk risico.

stijging neemt de hoeveelheid neerslag met circa 14 procent toe. De veranderingen in het algehele windregime zijn naar verwachting gering; echter de windstoten die bij extreme buien en onweer optreden kunnen in kracht toenemen. Het aantal dagen met mist neemt af en het zicht verbetert. De zeespiegel blijft stijgen en het tempo van de zeespiegelstijging neemt toe. Aan de Nederlandse kust stijgt de zeespiegel tot 2085 met 25 tot 80 centimeter.

Figuur 2.4

Veranderingen in Nederlands klimaat volgens KNMI'14-klimaatsscenario's

	Algemene veranderingen	Scenarioverschillen en natuurlijke variaties
<p>Temperatuur</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • De temperatuur blijft stijgen • Zachte winters en hete zomers komen vaker voor 	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatuurverschillen zijn verschillend voor de vier scenario's • Veranderingen in 2050 en 2085 zijn groter dan de natuurlijke variaties op de 30-jaar tijdschaal
<p>Neerslag</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • De neerslag en extreme neerslag in de winter nemen toe • De intensiteit van extreme regenbuien in de zomer neemt toe • Hagel en onweer worden heviger 	<ul style="list-style-type: none"> • Meer droge zomers in twee van de vier scenario's • Natuurlijke variaties in neerslag zijn relatief groot, waardoor de scenario's minder van elkaar verschillen
<p>Zeespiegel</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • De zeespiegel blijft stijgen • Het tempo van de zeespiegelstijging neemt toe 	<ul style="list-style-type: none"> • Het tempo van de zeespiegelstijging hangt sterk af van de wereldwijde temperatuurstijging • Geen verschil tussen scenario's met verschillend luchtstromingspatroon
<p>Wind</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • De veranderingen in windsnelheid zijn klein 	<ul style="list-style-type: none"> • 's Winters vaker westenwind in twee van de vier scenario's • Het wind- en stormklimaat vertoont grote natuurlijke variaties
<p>Mist</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Het aantal dagen mist neemt af en het zicht verbetert verder • De hoeveelheid zonnestraling nabij het aardoppervlak neemt licht toe 	<ul style="list-style-type: none"> • Natuurlijke variaties zijn verschillend voor de verschillende klimaatvariabelen

Bron: KNMI 2014

De KNMI'14-klimaatsscenario's schetsen vier verschillende toekomsten van het Nederlandse klimaat. Er zijn veranderingen die in alle vier scenario's voorkomen, maar er zijn ook verschillen tussen de vier KNMI'14-scenario's en er zijn natuurlijke variaties.

Risico's en kansen

De invloeden van klimaatverandering in Nederland zijn divers en dikwijls ook al zichtbaar (PBL 2012). Het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat (2009-2014) heeft de kennis over de mogelijke effecten van klimaatveranderingen sterk vergroot. Klimaatverandering wordt meestal gekoppeld aan negatieve effecten en toename van risico's. Echter, zeker in het noordelijk deel van Europa, waaronder Nederland, zijn er ook positieve effecten te verwachten. Daar gaan we in dit hoofdstuk allereerst op in. Vervolgens besteden we aandacht aan de belangrijkste risico's voor Nederland. Daarbij nemen we ook de risico's mee voor Nederland als gevolg van klimateffecten elders in de wereld.

Positieve kanten van de opwarming

Zowel de toename van het broeikasgas CO₂ als de stijging van de temperatuur hebben positieve effecten op de productie van de meeste akkerbouwgewassen. In Nederland geldt dat in het bijzonder voor de teelt van suikerbieten (Schaap et al. 2014). Een positief effect is ook dat Nederland aantrekkelijker wordt voor toerisme en recreatie. Hoewel ook de weersextremen zullen toenemen, wordt door de temperatuur-



Dankzij klimaatverandering kan Nederland aantrekkelijker worden voor toerisme. Daar komt bij dat in Zuid-Europa vooral de zomerperiode onaangenaam heet kan worden. Dat kan het voor toeristen aantrekkelijker maken om in meer noordelijke regio's een zomervakantie door te brengen.

Foto: Mediatheekrijksverheid/Tineke Dijkstra

stijging het zomerseizoen langer en zullen voor- en najaar (langere) periodes kennen met aangener weer. Deze gevolgen van klimaatverandering bieden dus (economische) kansen voor de Nederlandse recreatie- en toerismesector (PBL 2013a).

Door de zachtere winters zal het aantal mensen dat sterft door koudegerelateerde extremen vermoedelijk afnemen. Op de algemene sterfte in de bevolking in Nederland heeft dit een gunstige invloed omdat de mogelijke toename van zomersterfte door hitteperioden relatief kleiner is. De seizoenafhankelijke, voortijdige sterfte wordt echter door veel factoren beïnvloed. Daaronder vallen temperatuurvariabelen (gemiddelde, extremen, thermisch comfort, dag-nachtverschillen) maar ook gewinning, gedrag en huisvesting. De precieze relatieve invloed van deze factoren is onzeker. Minder strenge winters betekenen ook kostenbesparing op het energieverbruik in de winter en het onderhoud van wegen.

Klimaatrisico's vergeleken

De mogelijke positieve effecten voor Nederland ten spijt, de negatieve effecten van klimaatverandering kunnen grote gevolgen hebben voor het functioneren van Nederland. De negatieve effecten zijn divers, spelen op verschillende schaalniveaus, en ook de impact die ze kunnen hebben varieert enorm.

We proberen in beeld te brengen met wat voor risico's Nederland te maken kan krijgen. Daarvoor maken we onderscheid in risico's voor de economie, voor personen, en voor natuur en milieu (zie tabel 3.1, 3.2 en 3.3). We sluiten daarmee aan bij adviezen van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur en de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (Rli 2014, WRR 2014). Bij de ordening van de klimaatrisico's hanteren we een indeling in drie klassen: onwaarschijnlijk in deze eeuw, waarschijnlijk in deze eeuw en waarschijnlijk in dit decennium. Risico's ten gevolge van klimaateffecten met een kleine waarschijnlijkheid en een kleine impact zijn uit de beschouwing gefilterd omdat deze in het algemeen weinig beleidsurgentie hebben. De impact van een klimaateffect wordt (semi-)kwantitatief gescoord in drie klassen, waarbij de klassegrenzen verschillen per type impact (economie, personen of natuur en milieu). De aard van de impact is niet meegewogen. In het rapport 'Van risicobeoordeling naar adaptatiestrategie' (PBL 2015b) geven we een uitgebreidere toelichting op de gebruikte methodiek en de overwegingen bij de vergelijking van de risico's.

De ervaring leert dat de tabel met de impact voor personen enige toelichting vraagt. Die impact betreft zowel slachtoffers als getroffen. Getroffen zijn al die mensen die op een of andere wijze zijn blootgesteld aan de gevolgen van weersextremen. Dat kan variëren van inwoners waarvan het huis onder is gelopen tot mensen die zonder elektriciteit of toegang tot communicatiediensten zitten. Voor de indeling is daarbij alleen gekeken naar aantallen.



*Wanneer Nederland warmer wordt, kunnen druiven hier beter worden verbouwd: een kans voor de Nederlandse wijnbouw. In Zuid-Europa worden de omstandigheden juist slechter. Dubbele kansen voor de Nederlandse wijnbouw?
Foto: Hollandse Hoogte /Flip Franssen*

Kansen en waarschijnlijkheden

In de Nederlandse taal heeft het woord ‘kans’ vele betekenissen. In relatie tot klimaatadaptatie wordt het woord kans ook veel gebruikt en dit kan gauw tot verwarring leiden. Een belangrijk onderscheid in dit verband is dat tussen kans als statistische maat voor de waarschijnlijkheid, of in het Engels *likelyhood* en kans in de zin van gelegenheid, of zoals de Engelsen zeggen *opportunity*.

Om verwarring te voorkomen, reserveren we in dit rapport het begrip ‘kans’ vooral voor de tweede betekenis, dus in de zin van mogelijkheden benutten. Daarbinnen onderscheiden we drie typen kansen:

- Kansen die rechtstreeks voortvloeien uit klimaatverandering, zoals verlenging van het groeiseizoen, zodat het verbouwen van nieuwe gewassen mogelijk wordt (zie foto), of een aantrekkelijker zomerklimaat dat kansen biedt voor de toeristische sector.
- Kansen die ontstaan doordat klimaatverandering het Nederlandse bedrijfsleven een concurrentievoordeel biedt. Dit geldt bijvoorbeeld voor de Nederlandse landbouw: in Zuid-Europa zijn naar verwachting de negatieve effecten van klimaatverandering (hitte en droogte) veel sterker dan in Nederland. Daarmee kan een relatief concurrentievoordeel ontstaan voor de Nederlandse landbouw.
- Kansen die geschapen worden door het inzetten van de Nederlandse kennis en ervaringen die zijn opgedaan met de aanpassing aan klimaatverandering als exportproduct. Daarbij kan worden aangesloten bij de wereldwijd gewaardeerde Nederlandse expertise in het omgaan met waterveiligheid, evenals expertise op het terrein van voedsel en water.

Het begrip ‘kans’, in de zin van statistische kans van een gebeurtenis gebruiken we in dit rapport zo weinig mogelijk. We geven in dit verband de voorkeur aan het begrip ‘waarschijnlijkheid’. Onder waarschijnlijkheid verstaan we naast statistische kans op een gebeurtenis ook de aannemelijkheid dat die gebeurtenis zich in een bepaald tijdbestek voltrekt. In de tabellen en teksten hebben we deze aspecten samengevoegd in een tijdhorizon: is een effect al in het komende decennium te verwachten, en is het waarschijnlijk of juist onwaarschijnlijk dat het deze eeuw zal spelen?

Tabel 3.1
Economische impact per gebeurtenis

	Onwaarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in dit decennium (2010-2020)
Groot (> 100 miljoen euro schade)	<ul style="list-style-type: none"> • Overstroming door bezwijken van primaire kering • Epidemie van voor Nederland nieuwe ziekte • Oogstschade door plaag of dierziekte • Overstroming in Oost-Nederland door dijkdoorbraak in Duitsland 	<ul style="list-style-type: none"> • Uitval cruciale delen elektriciteitsnetwerk door langdurige hitte/droogte of windstilte • Oogstschade door elkaar opvolgende droogteperiodes • Beperking scheepvaart door extreem hoog of laag water • Schade aan gebouwen en leidingen door extra bodemdaling 	
Midden (10-100 miljoen euro schade)		<ul style="list-style-type: none"> • Overstroming door bezwijken secundaire waterkering • Uitval cruciale ICT-knooppunten elders ter wereld door weersextremen • Lokale uitval elektriciteitsvoorziening door weersextremen • Verstoring (spoor)wegverkeer door stormschade of natuurbranden • Oogstschade door weersextremen • Prijsstijgingen voedsel door langdurige droogte in Europa 	<ul style="list-style-type: none"> • Verkeershinder door extreme windstoten en regenval • Beschadiging drinkwaterleidingen door wrikken boomwortels bij windstoten • Toename medische kosten en arbeidsverlies door verlenging en intensivering pollenseizoen (hooikoorts, astma)
Klein (1-10 miljoen euro schade)			<ul style="list-style-type: none"> • Lokale wateroverlast door extreme regenval • Hinder (spoor)wegvervoer door hitte • Stijgende elektriciteitsprijzen op Europese schaal door schaarste koelwater en/of windstilte • Productieverlies Nederlandse bedrijven door klimaateffecten in het buitenland • Prijschommelingen grondstoffen • Beroep op noodhulp vanuit het buitenland

Risico

Klein

Gemiddeld

Groot

Bron: PBL

Klimaat effecten kunnen forse economische schade veroorzaken. Transport en verkeer kunnen ernstige hinder ondervinden door extreme regenval, windstoten of juist hitte; de landbouw kan grote schade lijden door droogte. De indirecte schade door uitval van voorzieningen, zoals het wegvallen van elektriciteit, ICT, de financiële dienstverlening en het handhaven van de openbare orde, kan hoog oplopen. Deze cascade-effecten zijn sector-overschrijdend en tot nu toe onderbelicht. De economische en maatschappelijke impact kunnen echter groot zijn. Ook extra bodemdaling kan voor veel schade aan gebouwen en leidingen zorgen (Hoogvliet et al. 2012). Naast grote schade door één incident, kan ook de schade van veel kleine incidenten samen oplopen. Wateroverlast door extreme regenval is hier een goed voorbeeld van, net als het arbeidsverlies en de medische kosten ten gevolge van meer hooikoorts en astma.

Tabel 3.2
Impact voor personen

	Onwaarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in dit decennium (2010-2020)
Groot (> 100.000 getroffen en/of > 10 doden)	<ul style="list-style-type: none"> • Overstroming door bezwijken primaire kering • Epidemie van voor Nederland nieuwe ziekte • Gevolgen politieke conflicten elders ter wereld • Overstroming in Oost-Nederland door dijkdoorbraak in Duitsland 	<ul style="list-style-type: none"> • Uitval cruciale delen elektriciteitsnetwerk door langdurige hitte/droogte of windstilte • Grootschalige uitval ICT door uitval cruciale ICT-knooppunten elders ter wereld • Grootschalige uitval ICT-diensten door oververhitting 	<ul style="list-style-type: none"> • Hittestress in steden
Midden (10.000 – 100.000 getroffen en/of 1 – 10 doden)		<ul style="list-style-type: none"> • Overstroming door bezwijken secundaire waterkering op lokale/regionale schaal • Regionale uitval elektriciteitsvoorziening door weersextremen • Verstoring (spoor)wegverkeer door stormschade • Natuurbranden met lokale uitval ICT en transport 	<ul style="list-style-type: none"> • Verlenging en intensivering pollenseizoen (hooikoorts, astma) • Toename aantal Lyme-patiënten • Infectieziekten door verslechtering waterkwaliteit • Verkeersongevallen en -hinder door extreme windstoten en regenval • Beschadiging drinkwaterleidingen door wrikken boomwortels bij windstoten • Nederlandse slachtoffers in het buitenland door weersextremen of (infectie)ziekten
Klein (< 10.000 getroffen en 0 doden)			<ul style="list-style-type: none"> • Lokale wateroverlast door extreme regenval • Hinder (spoor)wegvervoer door hitte • Lokale uitval elektriciteitsvoorziening door storm of grondzetting

Risico

Onder de bevolking kunnen doden, gewonden en andere slachtoffers vallen door uitval van vitale sectoren. Uitval van de energievoorziening, ICT, de financiële dienstverlening of drinkwatervoorziening heeft directe impact op het dagelijks leven van mensen en kan een groot aantal mensen tegelijk treffen. De grootste impact heeft hittestress; het aantal mensen dat daardoor getroffen wordt, komt overeen met het aantal inwoners van een middelgrote stad, zoals Leiden of Deventer.

Hittestress in steden is één van de belangrijkste risico's voor personen; vaker optredende hittegolven zorgen naar verwachting voor een verhoogde sterfte onder kwetsbare groepen zoals bejaarden. Bij andere gebeurtenissen, zoals een grote overstroming of pandemie kunnen weliswaar meer mensen overlijden, maar deze gebeurtenissen zijn ook minder waarschijnlijk.

Tabel 3.3
Impact op natuur en milieu

	Onwaarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in deze eeuw (tot 2100)	Waarschijnlijk in dit decennium (2010-2020)
Groot (nationaal en/of onomkeerbaar)	<ul style="list-style-type: none"> • Verlies soorten door verschuiven klimaatzones • Verdwijnen kwelders en wadplaten door overstroming vanuit zee 	<ul style="list-style-type: none"> • Verlies soorten en habitats door extreem laag water rivierarmen • Veranderen migratiepatronen van trekkende diersoorten 	
Midden (regionaal en/of moeilijk omkeerbaar)		<ul style="list-style-type: none"> • Tijdelijke verstoring habitats door herhaaldelijk optreden extreme droogte • Verstoring van de bodem en van archeologisch bodemarchief door versterkte bodemdaling • Versterken natuur- en milieueffecten van verdroging en vermesting 	<ul style="list-style-type: none"> • Verslechtering ecologische waterkwaliteit • Achteruitgang van inheemse soorten door verschuiven klimaatzones
Klein (lokaal en/of omkeerbaar)			<ul style="list-style-type: none"> • Lokale verstoring habitats door weersextremen • Extra CO₂-uitstoot door versterkte bodemdaling

pbl.nl

Risico

Klein

Gemiddeld

Groot

Bron: PBL

De ernst van klimaateffecten voor natuur en milieu wordt in belangrijke mate bepaald door de onomkeerbaarheid van deze effecten. Bepaalde dier- en plantensoorten en habitats, zoals kwelders en wadplaten, kunnen verdwijnen door overstromingen of droogte. Door temperatuurstijging veranderen de migratiepatronen van trekvogels en vissen. Het gaat hierbij om nationaal of internationaal unieke of belangrijke natuur, waardoor de impact als groot beoordeeld is.

Een ander klimaateffect is dat de waterkwaliteit verslechtert. Dit is een sluipend effect, dat lokaal versterkt wordt door de lozing van koelwater. Het is zeer waarschijnlijk dat er ook soorten zullen verdwijnen op lokale of regionale schaal door weersextremen. Dit effect is minder ernstig, omdat de soort elders nog wel voorkomt en dus kan terugkomen.



*Aanpassing van het Europese transportsysteem aan klimaatverandering heeft tot nu toe weinig aandacht gekregen van beleidsmakers, zo stelt het Europees Milieu Agentschap (EEA) in een recent uitgekomen rapport (EEA 2014).
Foto: Kopenhagen, vestigingsplaats van EEA – Hollandse Hoogte/Anadolu Agency*

Groot spectrum aan klimaatrisico's – veel risico's op regionale en lokale schaal

Uit onze analyse komt naar voren dat er zowel voor de economische, persoonsgebonden als milieu- en natuurrisico's een groot spectrum aan klimaatrisico's valt te onderscheiden. Van incidenten met een kleine waarschijnlijkheid en grote gevolgen op nationale schaal tot frequent optredende incidenten met beperkte overlast en gevolgen op regionale en lokale schaal. De toenemende economische schades en risico's voor personen komen vooral voort uit de toenemende intensiteit en frequentie van weersextremen de komende decennia: hogere rivierafvoeren, hitte, droogte, zware regen- en onweersbuien en daarmee verbonden windstoten.

De analyse laat zien dat in aanvulling op het Deltaprogramma op basis van waarschijnlijkheid en impact (kosten, doden, getroffen) extra aandacht nodig is voor de robuustheid van elektriciteits-, ICT-, transport- en drinkwaternetwerken. Ook met de volgende mogelijke gevolgen moet rekening worden gehouden bij het opstellen van een adaptatiestrategie: verkeershinder, gezondheidseffecten en daarmee gepaard gaand arbeidsverlies, oogschade, natuurbranden en gevolgen voor de ecologische kwaliteit. Veel van de klimaatrisico's in de categorieën met een grote en midden waarschijnlijkheid spelen vooral op regionale en lokale schaal.

Toename extreem noodweer belangrijkste risicofactor voor vitale infrastructuur

De mogelijke impact van de uitval en verstoringen van elektriciteits-, ICT-, transport- of drinkwatervoorzieningen wordt ingeschat op midden tot groot en geschaald in de middencategorie van waarschijnlijkheid (tabel 3.1 en 3.2). Deze mogelijke uitval en verstoringen zijn het gevolg van de toename in frequentie en intensiteit van weersextremen. De afgelopen jaren is al duidelijk geworden dat extreme regenbuien tot veel wateroverlast kunnen leiden. De verwachting is dat de overlast zal toenemen met het toenemen van de frequentie en hevigheid van regenbuien, dikwijls gecombineerd met windstoten en soms heftig onweer. Het onderlopen van woningen en bedrijven, verkeersongevallen en beperking van de verkeercapaciteit leidt tot economische schade en kan grote delen van de bevolking treffen. Naast directe schade is er dikwijls ook sprake van vervolgschade. Overstromingen in het afgelopen decennium in midden-Europa en Engeland hebben dat nog eens duidelijk gemaakt. Zo hadden de extreme weersomstandigheden in Engeland in de winter van 2013/2014 een langdurige uitval van het spoorwegverkeer als gevolg. Plaatselijk liep de duur van de uitval op tot twee maanden (zie ook Pant et al. 2014).

Valt de elektriciteitsvoorziening uit, dan ontstaat er een cascade aan effecten. Bij grootschalige uitval van elektriciteit ontstaat een direct gevaar voor ontwrichting van de maatschappij, zo constateert ook TNO (Vogel et al. 2014). Talloze functies en mensen zijn immers afhankelijk van elektriciteit. Zonder elektriciteit werken ICT-voorzieningen bijvoorbeeld niet meer. Ook de transportsector valt uit: treinen kunnen niet meer rijden en logistieke functies vallen uit. De meeste vitale voorzieningen, zoals ziekenhuizen en gemalen, beschikken over noodaggregaten. Bij bepaalde klimaateffecten zoals (langdurige) overstromingen is het aannemelijk dat ook deze niet naar behoren kunnen doorfunctioneren. Bijvoorbeeld wanneer zij niet bediend kunnen worden omdat ze onder water komen te staan of de voorraad diesel niet aangevuld kan worden. De verwachting is dat ook op lokaal niveau regenbuien en windstoten het komend decennium (meerdere malen) schade zullen aanrichten aan het verkeer, gebouwen en ICT- en elektriciteitsvoorzieningen. Per gebeurtenis gaat het om een matige impact (tabel 3.1 en 3.2), maar opgeteld kunnen de schades in euro's en wat betreft verstoring van het dagelijks leven fors oplopen.

Hittegolven en droogte: risico's voor mensen, economie en natuur

Extreme regenval en storm spreken tot de verbeelding, omdat ze met aansprekende beelden zoals onder water gelopen tunnels en omgewaaide bomen gepaard gaan. Minder spectaculair, maar zeker zo risicovol zijn hittegolven. Hittestress in steden leidt tot toename van ziektes en (vervroegde) sterfte onder vooral ouderen met ernstige aandoeningen en andere kwetsbare groepen.

Vooral na de dramatische gebeurtenissen door de Europese hittegolf in 2003, waarbij in Frankrijk meer dan 14.000 slachtoffers vielen, zijn ook in Nederland zogenoemde hitteplannen ingevoerd. Die zijn zeker effectief wat betreft het verminderen van de gevolgen van een hittegolf, maar kunnen die effecten zelf niet voorkomen of beperken. De waarschijnlijkheid voor het optreden van een hitteperiode en de impact daarvan worden als groot ingeschat (tabel 3.2).

Een van de grootste risico's, zowel wat betreft potentiële economische schade als het verstoren van het dagelijks leven met mogelijk slachtoffers als gevolg, is een grootschalige uitval van de elektriciteitsvoorziening (tabel 3.1 en 3.2). Dat dit de komende honderd jaar gebeurt, wordt waarschijnlijk geacht (Vogel et al. 2014), vooral bij een hittegolf in combinatie met een lage waterstand in de rivieren en een grote vraag naar elektriciteit, voor bijvoorbeeld koeling. Zo'n situatie kan de keuze noodzakelijk maken om elektriciteitscentrales die hun koelwater uit rivieren halen, af te schakelen. Afschakeling leidt tot schaarste van elektriciteit, en daarmee tot hoge prijzen, en in het uiterste geval uitval. De productie van windenergie is eveneens kwetsbaar tijdens een hittegolf wanneer die met windstilte gepaard gaat.

De Telegraaf **BINNENLAND**

Nieuws Prive Telesport DFT Vrouw Uitgaan Reizen Varen Autovisie Digitaal Gezondh
Premium Binnenland Buitenland Horoscoop TV Specials Weer

Binnenland Home » Binnenland

Deel op FB 3 Tweet 4 +1 0

vr 19 jul 2013, 12:50 | lees voor

Meer 80-plussers dood door hittegolf

RIJSWIJK - Er sterven veel meer ouderen tijdens een hittegolf dan tijdens een normale zomerse week. Dat blijkt uit een data-analyse van het ANP op basis van cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek en het KNMI. Voor mensen onder de 65 geldt niet of nauwelijks dat er meer doden vallen tijdens een hittegolf.

In de afgelopen 20 jaar hebben we in Nederland tien hittegolven meegemaakt. Dat zijn perioden van minimaal vijf dagen waarop de temperatuur boven de 25 graden is en minimaal drie dagen daarvan boven de 30 graden. Tijdens die hittegolven stierven per week gemiddeld 202 mensen van boven de 50 meer, dan in de week voor en na de extreem warme periode. In 2006 was het verschil zelfs 400 meer sterfgevallen.



Foto: ANP

Talpa in Britse handen
Geld voor bewaken pers
'Imagoschade moet ophouden'
Wietbendes lokken kinderen
Studenten moederskindjes
Enorm azc Den Bosch
UvA net buiten top vijftig
Groot verschil in toeslag
Fysio-fraude ontdekt

Het risico van hittestress voor met name ouderen krijgt in het algemeen veel aandacht in de pers.

Droogte en lage rivierwaterstanden kunnen allerlei effecten hebben. Schepen kunnen bijvoorbeeld aan de grond lopen, landbouwgewassen verdroorren, de waterkwaliteit gaat achteruit met een grotere kans op infectieziekten als gevolg en de natuur is kwetsbaar voor branden. Na een droogteperiode treedt, als deze niet extreem lang heeft geduurd, in het algemeen herstel op. Volgen droogteperiodes elkaar snel op, dan is herstel niet mogelijk. Voor bedrijven die gebruik maken van de binnenvaart kan een lage rivierstand economische gevolgen hebben. Ze kunnen minder producten of grondstoffen vervoeren omdat de schepen minder zwaar beladen kunnen worden. Ook zijn de transportprijzen gedurende een lange tijd hoog (zie ook kader 'Lage waterstand rivieren komt vaker voor').

Lage waterstanden in rivieren kunnen daarnaast leiden tot een verslechtering van de waterkwaliteit en daarmee tot infectieziekten (blauwalgen) en het lokaal uitsterven van dier- en plantensoorten. Opeenvolgende droogteperiodes kunnen ook voor de landbouw, met name middelgrote boerenbedrijven, een adering betekenen.

Systemrisico's: cascade-effecten in meerdere sectoren

Sommige klimaateffecten kunnen zo groot zijn dat ze (een deel van) de samenleving kunnen ontwrichten. Deze zogenoemde systeemrisico's betreffen overstromingen, uitval van vitale infrastructuur (energie, transport en ICT), grootschalig optreden van ziektes bij de mens, grootschalige uitbraak van ziektes en plagen in de landbouw, en



Lage waterstanden beperken de beladingsgraad van binnenvaartschepen, waardoor de transportprijs per ton vervoer flink stijgt. Foto: Mediatheekrijkssoeverheid/Tineke Dijkstra

Lage waterstand rivieren komt vaker voor

Het is te verwachten dat door klimaatverandering lage waterstanden in de grote rivieren steeds vaker zullen voorkomen. Ze worden vooral bepaald door de hoeveelheid neerslag in de bovenstroomse delen van de stroomgebieden van de rivieren en slechts voor een klein deel door periodes van droogte in Nederland. Lage waterstanden beperken de beladingsgraad van binnenvaartschepen waardoor de transportprijs per ton vervoer flink stijgt. Voor het jaar 2003, een jaar dat werd gekenmerkt door lange periodes met zeer lage waterstanden, is het welvaartsverlies voor de Rijnmarkt als gevolg van deze capaciteitsbeperking geschat op een bedrag tussen de €194 en €263 miljoen (Jonkeren 2009).

Een lage rivierstand treft ook de elektriciteitsvoorziening. In 2003, 2006 en 2009 moesten tijdens hittegolven verscheidene elektriciteitscentrales de productie beperken wegens een tekort aan koelwater (Forster & Lilliestam 2011). De hittegolf in 2006 vond plaats in heel Noordwest-Europa. Nederland kon daardoor minder elektriciteit importeren. Om te voorkomen dat bij het uitschakelen van enkele centrales het totale systeem zou uitvallen, verleende het ministerie van Verkeer en Waterstaat ontheffing voor de inname van (te warm) koelwater. De voortgaande lozing van koelwater leidt in deze situaties tot een verdere verhoging van de watertemperatuur en vormt daarmee een bedreiging voor de waterkwaliteit, volksgezondheid en natuur.

onomkeerbare effecten op de natuur (tabel 3.1, 3.2 en 3.3). De impact is vooral groot als er zogenaamde cascade-effecten optreden: een gebeurtenis (zoals een overstrooming) leidt tot uitval van een andere vitale sector (zoals de energie- en ICT-voorziening), waardoor hulpdiensten niet adequaat kunnen reageren, het betalingsverkeer nagenoeg plat komt te liggen, enzovoort.

De waarschijnlijkheid dat systeemrisico's op nationale schaal zich voordoen is gelukkig klein. Nederland heeft hoge beschermingsniveaus tegen overstromingen en in de onlangs vernieuwde waterveiligheidsstrategie van het Deltaprogramma zijn de KNMI-scenario's voor klimaatverandering meegenomen. De waarschijnlijkheid van een overstroming is daarmee klein. Ook de waarschijnlijkheid dat Nederland als gevolg van klimaatverandering verrast wordt door een grootschalige uitbraak van ziektes en plagen wordt vooralsnog als klein ingeschat. Er is sprake van verschuivingen in verspreidingspatronen van ziektes en plagen, maar deze kunnen worden gevolgd met de bestaande (wereldwijde en Europese) monitoringsystemen en actieprogramma's. De waarschijnlijkheid dat nieuwe ziekte- of plaagorganismen in Nederland terechtkomen is de komende decennia wel veel groter door de sterk geïnternationaliseerde transportbewegingen dan door klimaatverandering.

Sluipende ontwikkelingen: drempels kunnen overschreden worden

Naast de toename in weersextremen vragen ook geleidelijke klimaateffecten aandacht. Het gaat dan bijvoorbeeld om een geleidelijke temperatuurstijging en de invloed daarvan op mens en natuur. Temperatuurstijging leidt, onder andere door het verschijnen van andere plantensoorten in Nederland, tot een toenemende intensiteit en duur van het hooikoortsseizoen. Nu al gebruiken meer dan twee miljoen Nederlanders die medicatie. Door de vestiging van nieuwe plantensoorten, kan het aantal mensen met allergieklachten toenemen. Door hogere temperaturen bloeien planten en bomen eerder en kunnen nieuwe soorten, zoals de sterk allergene Ambrosia, zich in Nederland vestigen. Hierdoor kan het pollenseizoen langer duren – in 2050 misschien zelfs een groot deel van het jaar – en kunnen klachten ernstiger zijn. Naar schatting kan het medicijngebruik voor hooikoortsklachten dan verdubbelen. Daarnaast is het waarschijnlijk dat de ziekte van Lyme zich zal uitbreiden door verlenging van het zomerseizoen (RIVM 2014). Zowel de persoonlijke ziektelast als de economische schade door arbeidsverlies als gevolg van ziekte, valt daarmee in de middencategorie van de impactklassen (tabel 3.1 en 3.2).

Natuur kenmerkt zich door veerkracht, maar daar zijn grenzen aan verbonden. Klimaatzones verschuiven en ook in Nederland zijn er duidelijke verschuivingen zichtbaar van planten- en diersoorten: koude-minnende soorten verschuiven naar het noorden, nieuwe soorten uit het zuiden breiden zich uit. Afhankelijk van de tolerantie van planten- en diersoorten voor veranderingen kan slechts een beperkte range aan klimaatverschuiving worden bijgehouden. Lukt dat niet dan zal die planten- of diersoort uiteindelijk verdwijnen. De waarschijnlijkheid dat deze effecten deze eeuw al optreden wordt als klein ingeschat, maar de impact, mocht dit aan de orde zijn, door de onomkeerbaarheid als groot (tabel 3.3). Ook het veranderen van de internationale migratiepatronen van trekvogels en trekvissen kan leiden tot het uitsterven van soorten



Opwarming leidt naar verwachting tot een toenemende intensiteit en duur van het hooikoortsseizoen.

Foto: Hollandse Hoogte/Corbis

op wereldschaal (zie ook figuur 3.1). Dat gaat naar verwachting deze eeuw al spelen; de impact hiervan is groot en onomkeerbaar. In zee veranderen de verspreidingspatronen van diverse soorten, waaronder soorten die bevestigd worden. Dit proces gaat deze eeuw naar verwachting al optreden. De economische impact wordt vooralsnog als klein ingeschat, ervan uitgaande dat de visserij voldoende tijd heeft om zich aan te passen.

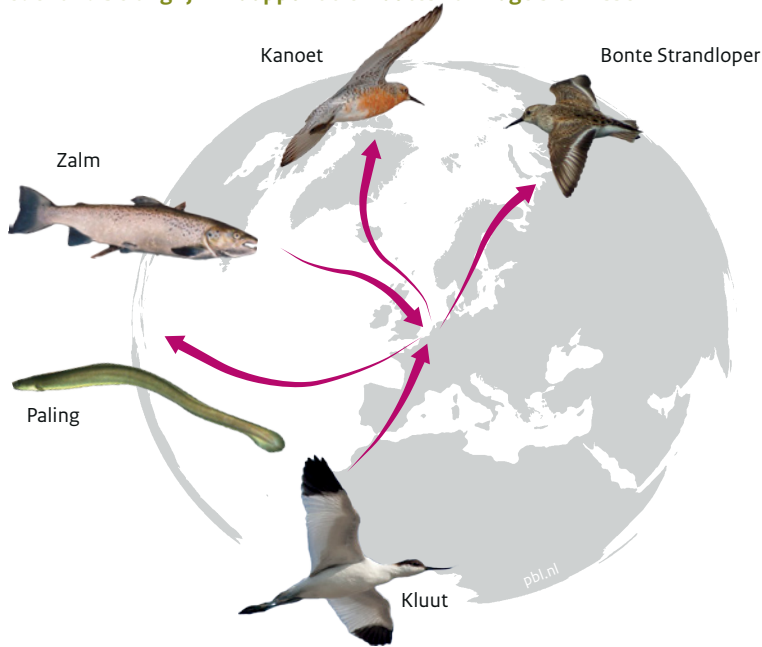
Wat de Nederlandse natuur betreft, vraagt op de langere termijn vooral de internationaal kenmerkende natuur van Nederland als delta aandacht (Braakhekke et al. 2014). Het gaat dan bijvoorbeeld om kwelders en wadplaten. De stijgende zeespiegel kan als gevolg hebben dat deze uiteindelijk overstroomd en verdwijnen. In een natuurlijke situatie zouden langs de waterrand weer nieuwe kwelders en wadplaten zijn ontstaan of zouden ze voldoende meegroeien met de zeespiegelstijging, maar de natuur in Nederland is dusdanig door menselijke ingrijpen beïnvloed dat het zeer de vraag is of dat gebeurt. Iets vergelijkbaars doet zich voor in het rivierengebied, maar daar schuilt het gevaar juist in het herhaaldelijk droogvallen van rivierarmen. Het is waarschijnlijk dat de genoemde processen in de Waddenzee en de rivieren deze eeuw al zullen optreden; door de onomkeerbaarheid op nationale schaal wordt de impact als groot ingeschat (tabel 3.3). Ook de natuur zal de komende tijd al frequent te maken krijgen met lokale verstoringen door weersextremen; de impact wordt door de lokale schaal en omkeerbaarheid echter als klein ingeschat. Wat wel op afzienbare termijn tot substantiële negatieve effecten kan leiden is de verslechtering van de ecologische waterkwaliteit door de stijgende watertemperatuur. Die leidt mogelijk tot blauwalgenbloei en het lokaal uitsterven van koude-minnende soorten, zoals de spiering die nu uit het IJsselmeergebied dreigt te verdwijnen.

Klimaatverandering is één van de factoren die de natuur beïnvloeden. Factoren als verdroging, verzilting, eutrofiëring en versnippering spelen tot op heden vaak een dominante rol. Klimaatverandering kan de effecten van deze drukfactoren versterken. Deze combinatie van effecten op de natuur gaat naar verwachting al deze eeuw een forse impact hebben (tabel 3.3). Natuurbeleid kan helpen de effecten van klimaatverandering op te vangen, zoals de aanleg van kwelders en wilgenbossen om de golfoploop bij keringen te verlagen (eco-engineering).

Een proces dat ook beïnvloed wordt door klimaatverandering, is bodemdaling. Het is een geleidelijk proces dat waarschijnlijk deze eeuw al tot grote economische schade leidt (tabel 3.1). In een flink deel van Nederland is door andere oorzaken dan klimaat-

Figuur 3.1

Nederland belangrijk knooppunt trekroutes van vogels en vissen



Bron: PBL; Imares

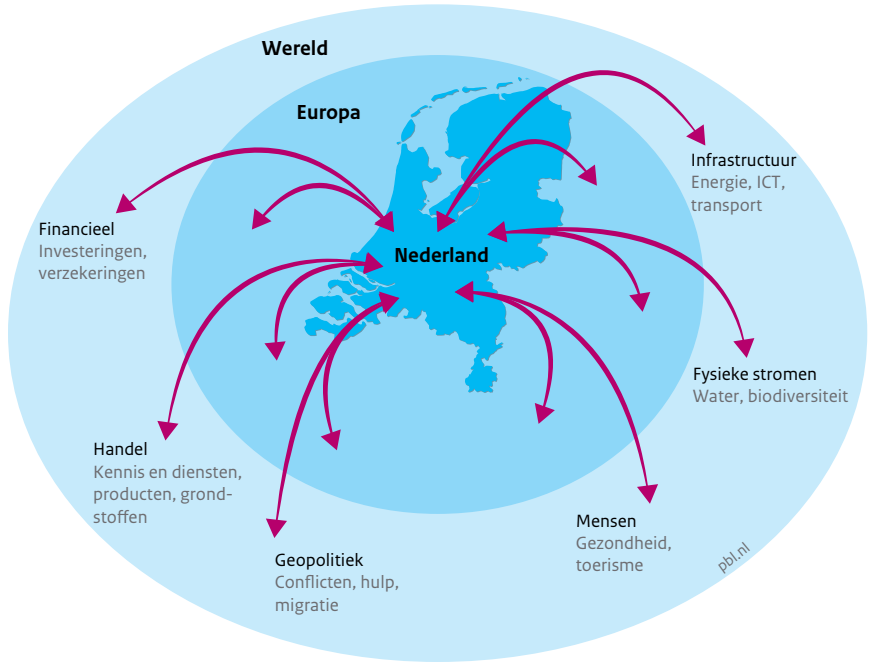
Nederland is met de Waddenzee, Eemsdelta en de Zuidwestelijke Delta een belangrijk knooppunt op de trekroute van veel watervogels en vissen. Klimaatverandering heeft invloed op de trekpatronen, onder meer doordat schorrenhabitats kunnen verdwijnen.

verandering al sprake van bodemdaling. Klimaatverandering versnelt het bodemdalingsproces. Temperatuurstijging leidt namelijk tot extra verdroging, waardoor het veen sneller oxideert. Als vastgehouden wordt aan het bestaande peilregime leidt dit tot extra inklink van de veenbodems en het sneller verlagen van het grondwaterpeil en het inklinken van veenbodems. Dalen van het grondwaterpeil veroorzaakt in bebouwd gebied schade aan gebouwen en infrastructuur door droogstand van houten palen en door (ongelijkmatige) zetting. De schade wordt geschat op miljarden euro's tussen nu en 2050 (Hoogvliet et al. 2012). In landbouwgebieden op laagveen leidt de bodemdaling onder meer tot een extra uitstoot van CO₂ door meer oxidatie.

Klimaat effecten elders hebben invloed op Nederland

Klimaatverandering en de gevolgen daarvan (zoals droogte en overstromingen) in andere delen van de wereld hebben effect op de belangen van de Nederlandse overheid, het Nederlandse bedrijfsleven en de Nederlanders zelf (zie PBL 2015a). Nederland is immers op veel manieren verbonden met de rest van de wereld: via handelsrelaties, de

Figuur 3.2
Internationale relaties Nederland



Bron: PBL

Nederland kan langs verschillende paden beïnvloed worden door (de gevolgen van) mondiale klimaatverandering: door verstoring in de handelsketens of aanvoer van grondstoffen, financieel door schade aan Nederlandse investeringen in het buitenland, door schade aan vitale diensten zoals energie of ICT, via mensen door reizen naar landen met grotere risico's voor de gezondheid. Of zelfs via de geopolitieke route door conflicten of migratie.

energievoorziening, ICT-netwerken, immigratie en emigratie, veiligheid en toerisme (figuur 3.2).

Voor de Nederlandse handelsrelaties met landen buiten Europa schuilen de risico's vooral in onderbreking van de aanvoer van grondstoffen, producten en diensten die gebruikt worden in het productieproces, en enkele consumptiegoederen die slechts op enkele locaties worden geproduceerd. Een dergelijke onderbreking zal vooral tot prijsstijgingen leiden, maar kan ook leiden tot tijdelijke inefficiënties in het productieproces. Naar verwachting kunnen de industrie en handel echter relatief snel inspelen op de ontwikkelingen en bij een (dreigende) verstoring van de beschikbaarheid hun grondstoffen elders vandaan kunnen halen (PBL 2015a).

Gezien de frequent optredende weersextremen en natuurrampen elders in de wereld wordt de waarschijnlijkheid van de verstoring van productieprocessen en van de prijschommelingen van grondstoffen als groot ingeschat; de impact op de Nederlandse

economie is echter naar verwachting beperkt (tabel 3.1). Wat betreft de voedselvoorziening is de Europese Unie weinig kwetsbaar voor (voedsel)calamiteiten buiten Europa omdat ze in belangrijke mate zelfvoorzienend is. Problemen kunnen wel ontstaan door het wegvallen van de import van soja(schroot) door misoogsten overzee. Als gevolg van misoogsten kunnen veranderingen optreden in mondiale handelsrelaties en daarop kan gereageerd worden met protectionisme. Dat kan schade opleveren aan de Europese veeteelt en vleessector, vooral via prijsstijging. De waarschijnlijkheid van substantiële prijsstijgingen door droogte in Europa wordt deze eeuw wel groot geacht (tabel 3.1).

Aandacht is ook nodig voor mogelijke gevolgen van klimaatverandering voor de internationale veiligheid. Sluimerende conflicten kunnen door klimaatverandering worden aangewakkerd. In de warmere delen van de wereld kunnen wereldwijde misoogsten als gevolg van bijvoorbeeld droogte leiden tot spanningen en hoge voedselprijzen (PBL 2015a). Vooral de arme bevolkingsgroepen in ontwikkelingslanden die voedsel importeren zullen hieronder lijden. Als spanningen in de wereld oplopen en de economische vitaliteit van regio's onder druk komt te staan, kan dit leiden tot migratie- of vluchtelingenstromen.

Een andere ontwikkeling is er gaande in de Noordpoolregio. Daar smelt het ijs, waardoor de Poolzee steeds vaker gedurende een deel van het jaar ijsvrij is. Dat betekent dat grondstoffen gemakkelijker gewonnen kunnen worden. Er zijn meerdere landen, waaronder NAVO-partners, die aanspraak kunnen maken op de grondstofvoorraden. De waarschijnlijkheid van een conflict hierover wordt als zeer klein geschat, de impact zal echter groot kunnen zijn mocht dit wel gebeuren.

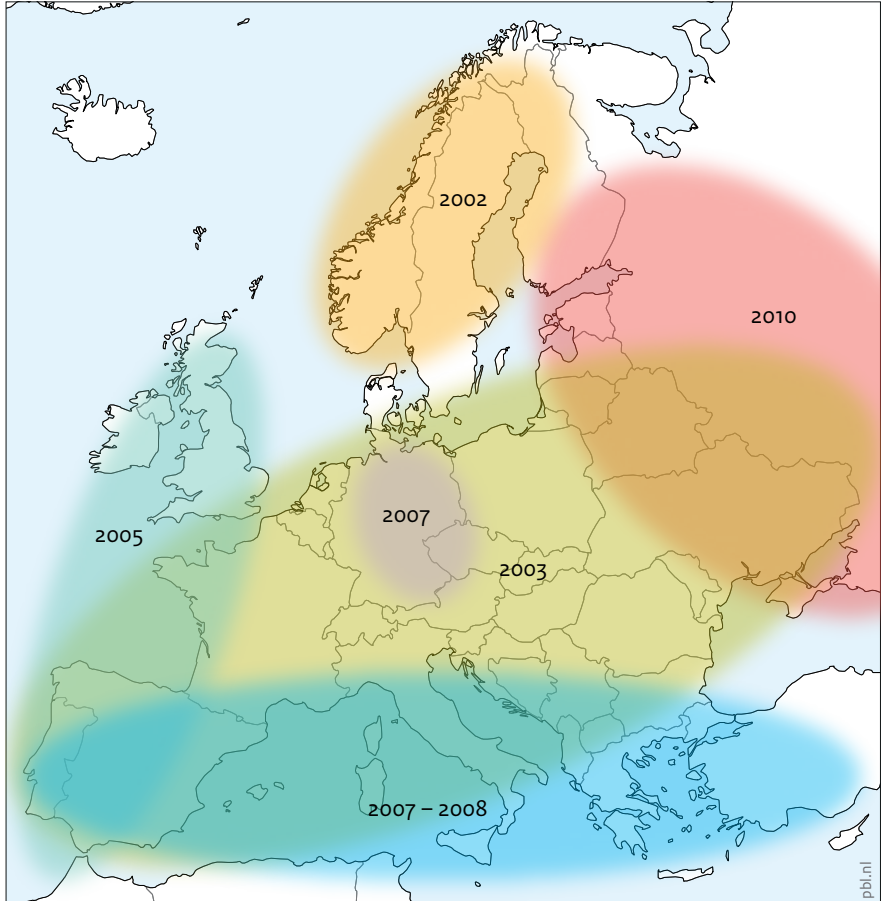
Deze mogelijke ontwikkelingen vragen niet alleen alertheid van de bedrijven die voor hun handelsketens afhankelijk zijn van gebieden waar problemen kunnen ontstaan, maar ook van de Rijksoverheid. Zo zal er naar verwachting al de komende tien jaar een groter beroep worden gedaan op noodhulp door Nederland (tabel 3.1).

Ten slotte worden elk jaar Nederlanders het slachtoffer van natuurverschijnselen in het buitenland. De waarschijnlijkheid dat deze gebeurtenissen in aantal en omvang toe zullen nemen als gevolg van klimaatverandering en daarmee de waarschijnlijkheid dat er meer Nederlanders slachtoffer worden van natuurgeweld wordt als groot ingeschat (tabel 3.2).

Nederland puzzelstukje binnen Europa

Weersextremen zoals langdurige periodes van grote droogte kunnen een groot deel van Europa beslaan. Dit is een gevolg van de afmetingen van blokkerende hogedrukgebieden. Langdurige hitte en droogte zijn vaak gekoppeld. Dit weertype wordt namelijk gekarakteriseerd door een (standvastig) krachtig hogedrukgebied, waarin neerslagvorming onderdrukt wordt. Zowel de hoge temperaturen als de kleinere neerslaghoeveelheden werken droogte en lagere rivierstanden in de hand.

Figuur 3.3
Belangrijkste droogtes in Europa, 2000 – 2010



Bron: SOER 2010; Barriopedro et al. 2011

In het eerste decennium van de 21e eeuw kwamen in Europa meerdere periodes van langdurige droogte voor. Door klimaatverandering kan een grootschalige droogteperiode zoals die in 2003, uitgaande van het 'business-as-usual-scenario' van het KNMI, om het jaar voorkomen.

Eerder in dit hoofdstuk zijn we al ingegaan op de mogelijke effecten van een langdurige periode van hitte en droogte voor de volksgezondheid, binnenvaart en natuur.

Een ander effect van een grootschalige droogte in Europa is het optreden van misoogsten in de landbouw. En zo'n droogte zou ook de rundveehouderij treffen.

De verwachting is dat langdurige droogte met schadelijke gevolgen voor de landbouw de komende decennia vaker zal voorkomen: tot eens per twee jaar in 2050 in het scenario zonder sterke reductie van broeikasgasemissies (PBL 2015a; zie ook figuur 3.3). De gevolgen van een grootschalige droogte zijn groot (tabel 3.1) en worden verergerd als die zou samenvallen met calamiteiten elders op de wereld, waardoor de aanvoer van soja stagneert.

De kwetsbaarheid voor klimaatverandering wordt niet alleen bepaald door de klimaatverandering zelf, maar ook door de gevoeligheid van sectoren. Ook die wordt sterk bepaald door factoren die de schaal van Nederland overstijgen. Hier speelt vooral de verknoping van netwerken op Europese schaal een rol. Dat geldt in het bijzonder voor vitale sectoren zoals energie (in het bijzonder elektriciteit), ICT en transport. Het Nederlandse netwerk is daarbinnen een van de vele schakels. Dat betekent dat uitval van een deel van het netwerk elders in Europa, bijvoorbeeld door extreme weersituaties, ook voor Nederland gevolgen kan hebben. In het intermezzo 'Europese netwerken' illustreren we de Europese verweving van netwerken met een aantal voorbeelden.

Ook in bestuurlijk opzicht zijn de EU-lidstaten onderling sterk verweven via EU-regelgeving. Voorbeelden zijn de Vogel- en Habitatrichtlijnen en de Kaderrichtlijn Water. Voor een sector als natuur is dat ook logisch: aanpassing van het natuurbeleid aan klimaatverandering heeft slechts zin als dat op (Noordwest-)Europese schaal gebeurt.

Europese netwerken

Europese landen zijn fysiek, sociaal, economisch, financieel, bestuurlijk en organisatorisch sterk met elkaar verbonden. Dit betekent dat klimaatadaptatie alleen effectief is als Europese landen samenwerken. We illustreren dat met een aantal voorbeelden. Daarnaast heeft Nederland ook bij het opereren op mondiaal niveau met Europa te maken. De Europese Unie treedt immers dikwijls in mondiaal overleg als vertegenwoordiger op namens de Europese lidstaten.

Europees elektriciteitsnetwerk: omgaan met pieken en dalen

Nederland is fysiek sterk verbonden met de (Noordwest-)Europese landen wat betreft het energienetwerk, ICT-netwerk en logistiek netwerk. Die verwevenheid zal de komende decennia nog sterker worden, waarbij deze netwerken ook onderling en met andere sectoren sterker verknoopt zullen raken.

Het elektriciteitsnetwerk is een voorbeeld van een netwerk dat op Europese schaal steeds sterker wordt verknoopt. Het voordeel is dat de redundantie toeneemt. Een nadeel is dat uitval van het netwerk in het ene land ook problemen kan opleveren in een ander land. De waarschijnlijkheid dat de elektriciteitsvoorziening in (Noordwest-)Europa in zijn geheel uitvalt, is klein. Maar niet uitgesloten. De netbeheerders zijn hier in 2006 al eens tegenaan gelopen. Een hoogspanningsleiding raakte defect juist toen er een grote piek optrad in de stroomproductie van Duitsland (door het opwekken van windenergie). De hoge bezettingsgraad en de complexiteit van het beheer van het Europese elektriciteitsnet (door 42 verschillende netwerkbeheerders) leidde er toen toe dat een gedeelte van het Europese elektriciteitsnet uitviel.

De afgelopen jaren hebben internationaal opererende beheerders van elektriciteitsnetwerken, zoals Tennet, verbindingen aangelegd tussen landelijke netwerken. Naast verbindingen met België en Duitsland heeft Nederland een 400 megawattverbinding met Noorwegen en een 1000 megawattkabel met het Verenigd Koninkrijk. In tijden van stroomoverschot in het ene land en stroomtekort in het andere, kan via de kabels stroom worden uitgewisseld. Dit heeft positieve effecten op de stroomprijzen en zorgt voor verdere integratie van de Europese elektriciteitsmarkt.

Een specifiek doel van de verbinding met Noorwegen is een optimale uitwisseling van duurzame energie tussen Nederland (windenergie) en Noorwegen (waterkracht). Als er



Waterkracht in Noorwegen wordt benut als middel om energie op te slaan. De vraag is of de buffercapaciteit van de waterkracht, onder andere via de verbindingen met Scandinavië, voldoende is om langdurige windstille periodes op te vangen. Foto: Thinkstock

een overschot is aan duurzame elektriciteitsproductie in Nederland kan dat getransporteerd worden naar Noorwegen. De waterreservoirs in Noorwegen fungeren dan als een natuurlijke opslag voor windstroom door het water in de reservoirs te houden.

Andersom kan Nederland op momenten van hoge vraag de voordelige, Noorse, duurzame waterkrachtstroom importeren.

Doordat er een sterke toename van de onderlinge elektriciteitsstromen tussen landen plaatsvindt, is het noodzakelijk de vraagstukken van leveringszekerheid in Noordwest-Europese context te bezien. Daartoe werken de Beneluxlanden, Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk en Zwitserland samen in het PeltaPlus Forum. Ook hebben de ministers van de Noordzeelanden de gezamenlijke netwerkbeheerders gevraagd om gezamenlijk een analyse te doen en met voorstellen te komen. Eind 2014 werden de eerste resultaten van dit project gepubliceerd. Voor de Noordzeelanden geldt dat ongeveer negentien interconnecties voor een besparing van 1 tot 4,1 miljard euro per jaar zouden kunnen zorgen, tegen een investering van 17 tot 22 miljard (ENTSOE 2014).

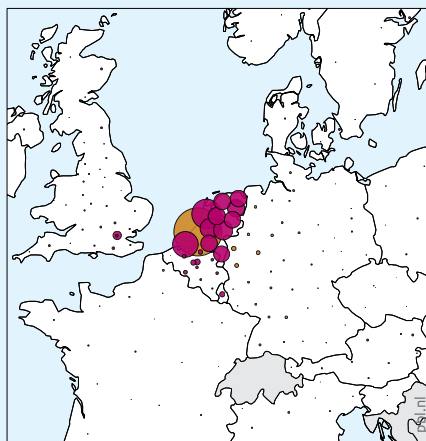
Regio-overschrijdende effecten voor productie na een overstroming

Een overstroming in de ene Europese regio kan substantiële gevolgen hebben voor bedrijven in andere Europese regio's. Dit blijkt uit modelsimulaties van productie na een overstroming, waarmee het PBL in een samenwerking met de VU, het regio-overschrijdende patroon van deze gevolgen heeft verkend (Koks & Thissen 2014).

In de gesimuleerde voorbeeldoverstromingen ontstaan bij bedrijven in het overstromde gebied verliezen door het uitvallen van productie. Ook bij afnemers van de producten van deze getroffen bedrijven (in dezelfde of andere regio's) kan er productieverlies optreden, omdat zij niet tijdig, of alleen tegen hogere kosten, van elders de benodigde goederen en diensten voor hun productieproces kunnen verkrijgen. De uitval van productie in het overstromde gebied wordt (deels) opgevangen door bedrijven in het niet-overstromde gebied en in andere regio's. Ook kan daar de productie toenemen omdat bedrijven kunnen inspringen op de toegenomen vraag aan herstelwerkzaamheden, zoals in de bouwsector. Om de daadwerkelijke economische effecten voor een regio te bepalen, moet ook rekening worden gehouden met de directe

Figuur i.1
Verandering van productie na een overstroming (modelsimulaties)

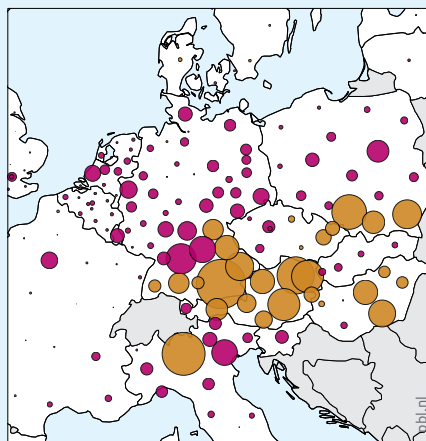
Buitendijks havengebied Rotterdam



Netto effect op productie^(*) in miljoen euro per regio



De Donau



Netto effect op productie^(*) in miljoen euro per regio



Bron: E.E. Koks & M. Thissen 2014

(*) Figuur betreft effect op productie. Directe schade en herstelkosten zijn daarom niet in de figuur opgenomen.

Modelsimulaties laten zien dat een overstroming in een regio ook gevolgen heeft voor bedrijven in andere regio's. Voor de bedrijven in het getroffen gebied en hun directe afnemers betekent een overstroming een tijdelijk productieverlies. Niet getroffen bedrijven in dezelfde en andere regio's kunnen deze productie mogelijk overnemen en bijdragen aan herstelwerkzaamheden. In deze figuur zijn alleen veranderingen in productie weergegeven. Om de daadwerkelijke economische effecten voor een regio te bepalen moet ook rekening worden gehouden met de directe schade, de herstelkosten en de verliezen in efficiëntie. De totale economische effecten van een overstroming zijn altijd negatief. Zie ook <http://themasites.pbl.nl/eu-trade/> voor de economische handelsrelaties tussen de regio's.

schade, de herstelkosten en de verliezen in efficiëntie. De totale economische effecten van een overstroming zijn altijd negatief.

Om de onderlinge afhankelijkheden van de regio's in beeld te brengen, zijn verschillende overstromingen gesimuleerd, waaronder een overstroming in het buitendijks havengebied bij Rotterdam en een grootschaliger overstroming in verschillende regio's langs de Donau (zie figuur i.1). Bij de overstroming bij Rotterdam vallen in de regio Zuid-Holland de gesimuleerde gevolgen door het tijdelijke productieverlies negatief uit. Op de korte termijn kunnen bedrijven in naburige, niet getroffen regio's, een deel van de verloren productie overnemen. Die bedrijven kunnen ook bijdragen aan de herstelwerkzaamheden. Dit overnemen van productie gaat echter altijd gepaard met inefficiëntie (kosten). Daarnaast zal de extra productie door herstelwerkzaamheden

door de samenleving betaald moeten worden. Bij de voorbeeldsimulatie van een grootschalige overstroming langs de Donau treden in sterkere mate soortgelijke effecten op. Omdat meerdere gebieden naast elkaar tegelijk worden getroffen, kan daar de verloren productiecapaciteit slechts ten dele worden overgenomen door naburige regio's, en wordt er meer overgenomen door verder weg gelegen regio's.

Deze modelresultaten illustreren dat een overstroming in de ene regio kan leiden tot bedrijfseconomische gevolgen in een andere, niet-direct getroffen regio. Dit onderschrijft het belang van samenwerking tussen regio's en landen bij de ontwikkeling van adequate adaptatiestrategieën.

Water en natuur: fysieke en bestuurlijke netwerken combineren

In de Rijksnatuurvisie heeft de Rijksoverheid het natuurbeleid voor de komende decennia geschetst (EZ 2014). Een belangrijk uitgangspunt is dat de realisatie van het Natuurnetwerk Nederland (voorheen de Ecologische Hoofdstructuur) wordt voortgezet. Provincies spelen bij de realisatie een belangrijke rol. Het Natuurnetwerk moet leiden tot het vergroten van het areaal natuur en het verbinden van natuurgebieden. Dat moet de Nederlandse natuur robuuster maken, ook wanneer klimaatverandering ertoe leidt dat leefgebieden ongeschikt worden voor bepaalde soorten. Die kunnen zich dan verplaatsen naar andere plekken. Essentieel is dat het Nederlandse natuurnetwerk aansluiting krijgt bij het netwerk in de buurlanden. De evaluatie van het Natuurpact dat de Rijksoverheid en de provincies hebben gesloten, zal antwoord geven op vragen zoals 'werkt het systeem, werkt het Natuurnetwerk en worden de biodiversiteitsdoelen gerealiseerd?' Daarbij hoort ook de vraag: 'draagt het Natuurnetwerk voldoende bij aan de klimaatbestendigheid van de Nederlandse natuur?' Mocht dat niet het geval zijn (door wat voor oorzaak dan ook) dan noodzaakt dit tot ingrijpen door Rijk en provincies. Het PBL heeft eerder een aantal zogenoemde klimaatcorridors op kaart gezet (Vonk et al. 2010). De klimaatbestendigheid van de Nederlandse natuur zou groter worden als realisatie van het natuurnetwerk (zowel in Nederland als in de buurlanden) prioriteit zou krijgen voor de gebieden die binnen de klimaatcorridors liggen (zie ook figuur i.2).

Een tweede belangrijke pijler van de Rijksnatuurvisie is het leggen van een sterker accent op natuurlijke processen. Dit vergt, zo wordt gesteld, een aanpak op landschapschaal – omdat dit de schaal is waarop natuurlijke processen werkzaam zijn – en samenwerking tussen sectoren. Dit biedt kansen voor klimaatadaptatie, want juist het bevorderen van natuurlijke processen, de zelfredzaamheid van de natuur, is een goede methode om klimaatbestendige natuur te realiseren. Bij klimaatadaptatie gaat het er immers niet om de verandering te blokkeren maar juist te faciliteren op een wijze die natuurbehoud en -ontwikkeling ten goede komt. Natuurlijke dynamiek die zich soms uit in het lokaal verdwijnen en verschijnen van soorten hoort daarbij. Bovendien biedt een



De verwachting is dat door de opwarming er meer (geïnfecteerde) teken zullen voorkomen in een groter verspreidingsgebied, gedurende een langere periode in het jaar. Dit betekent een groter risico op de ziekte van Lyme en de door teken overgebrachte hersenvliesontsteking Tick-Borne Encephalitis (TBE). Foto: Thinkstock

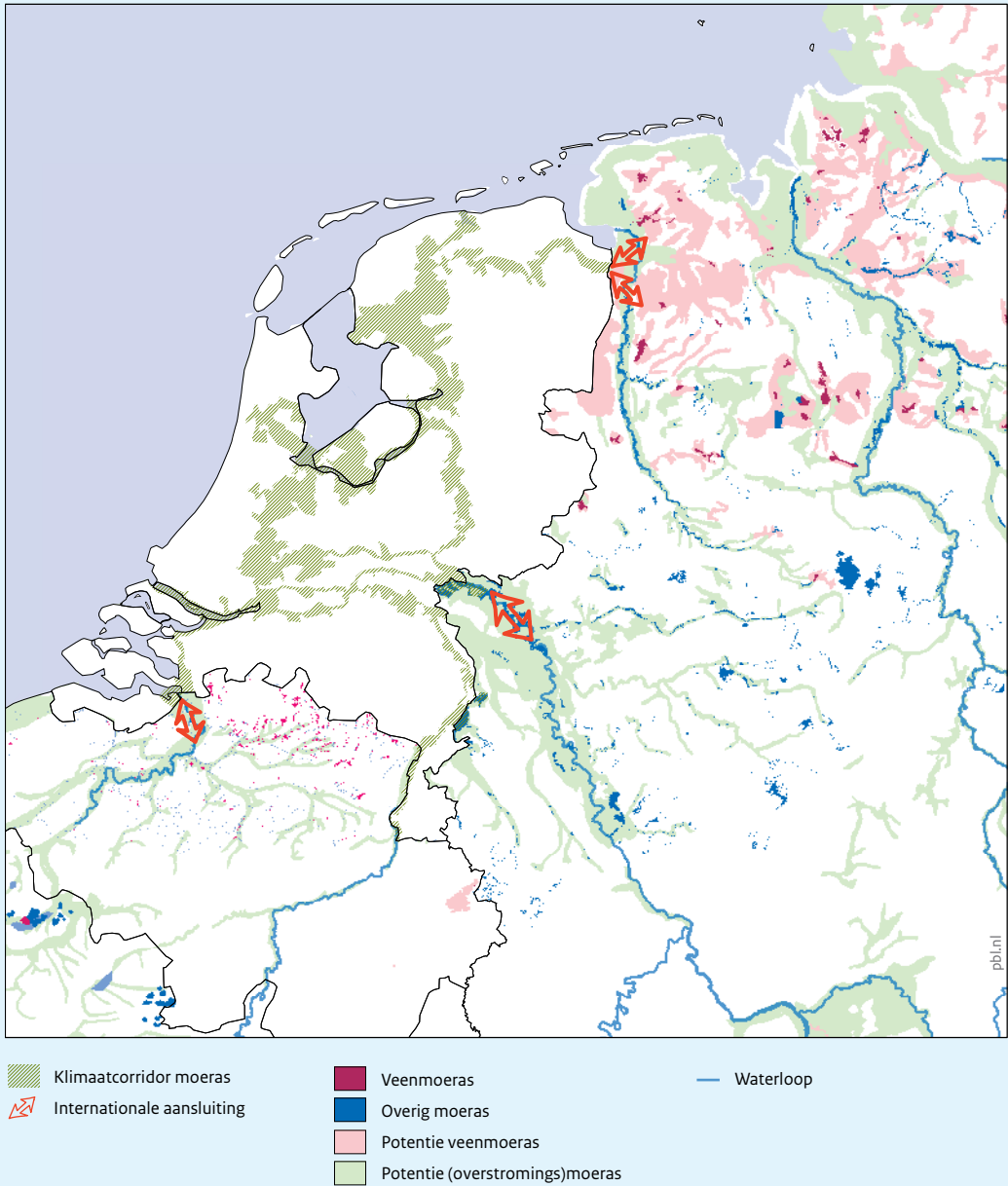
aanpak op landschapschaal de mogelijkheid om natuurbehoud te combineren met andere functies zoals waterberging, recreatie en wonen. Voor het natuurbeleid bijvoorbeeld betekent dit minder rigide uitgaan van behoud van aanwezige soorten en habitats, maar meer ruimte bieden voor natuurlijke processen, wat op den duur effectiever kan zijn. Een dergelijke beleidslijn vraagt afstemming op minimaal Noordwest-Europese schaal. De natuurvisie meldt dat het kabinet erop inzet dat het Europese natuurbeleid een zwaarder accent legt op natuurlijke dynamiek.

Europese samenwerking voorwaarde voor snel handelen bij ziekten en plagen

Virussen, schimmels, bacteriën en hun dragers houden zich niet aan landsgrenzen. Klimaatverandering kan de verspreiding versterken en de kwetsbaarheid voor een ziekte of plaag vergroten. De economische risico's en risico's voor personen van een grootschalige epidemie kunnen enorm zijn, maar de waarschijnlijkheid is erg klein (zie tabel 3.2, en PBL 2015a). Voor Europa is een inschatting gemaakt welke infectieziekten het grootste risico vormen als gevolg van klimaatverandering (figuur i.3). Voor ziekten die worden overgebracht door teken, zoals de ziekte van Lyme, zijn er aanwijzingen dat de verspreiding hiervan naar het noorden van Europa (deels) aan de opwarming is te wijten. Het ruimtelijke beeld van de (verdere) verspreiding van teken komt namelijk overeen met het beeld van de opwarming.

Een adequate monitoring van de verspreiding van ziekteverwekkers en plaagsoorten is dan ook erg belangrijk, evenals het voorbereid zijn op de uitbraak van een epidemie. De Europese Commissie heeft begin 2015 20 miljoen euro gegeven aan een samenwerkingsverband van 28 instituten om een databank van ziekteverwekkers op te zetten die door alle deskundigen op de wereld kan worden bezocht. De databank richt zich naast het verzamelen van informatie over ziekte-uitbraken, op het delen van die informatie. Het is geen databank die zich specifiek richt op klimaat-effecten. Een belangrijke overweging bij het opzetten van de databank is dat infectieziekten zich steeds sneller over de wereld kunnen verspreiden door het toenemende reizigersverkeer en de groeiende handel in voedsel en dieren.

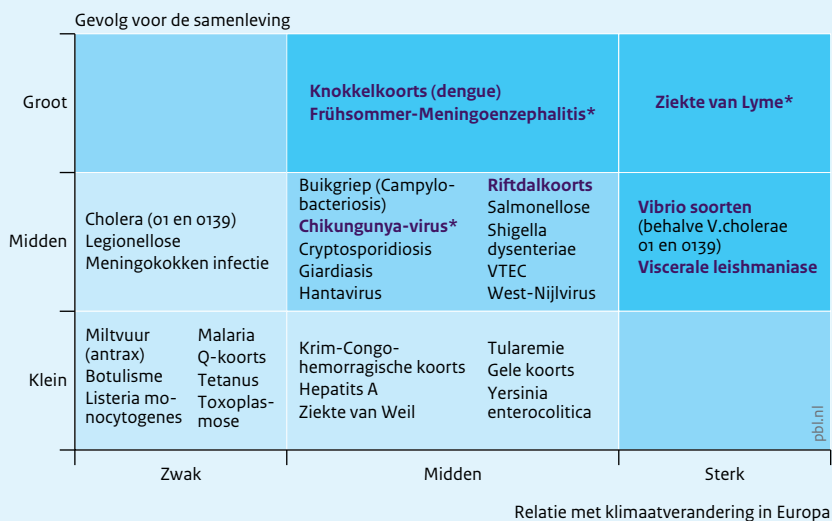
Figuur i.2
 Internationale aansluiting klimaatcorridor moeras



Bron: PBL 2010

De Nederlandse klimaatcorridor 'moeras' kan een belangrijk bolwerk vormen binnen Noordwest-Europa.

Figuur i.3
Invloed van klimaatverandering op infectieziekten in Europa



Paars : Nieuwe ziekten om te monitoren

***** : Ziekten die momenteel een meldingsplicht kennen in sommige EU-lidstaten

Bron: Lindgren et al. 2012

Voor een aantal vectorgebonden infectieziekten is de verwachting dat zij zich in Europa verder zullen verspreiden als gevolg van klimaatverandering).

Nederland verandert

De invloed van klimaatverandering op Nederland en de Nederlandse samenleving staat niet op zichzelf. Die invloed is mede afhankelijk van de interactie met andere, vaak ook internationale, ontwikkelingen. Sociaaleconomische en technologische ontwikkelingen verkleinen of vergroten de kwetsbaarheid en doen kansen toenemen of slinken.

Hoe Nederland er in 2050 en later zal uitzien, is met veel onzekerheden omgeven.

Net zoals voor klimaatverandering werken we dus ook hier met scenario's.

Dit hoofdstuk beginnen we met een korte schets van (mogelijke) toekomstige ontwikkelingen. De mogelijke betekenis van die ontwikkelingen voor de kwetsbaarheid voor en kansen van klimaatverandering illustreren we aan de hand van twee voorbeelden. Het eerste voorbeeld is een grootschalige uitval van elektriciteit, het tweede voorbeeld richt zich op de gevolgen van een hittegolf voor stedelingen.

Het betreft twee effecten van klimaatverandering die in het vorige hoofdstuk naar voren kwamen vanwege hun mogelijke grote impact voor de maatschappij.

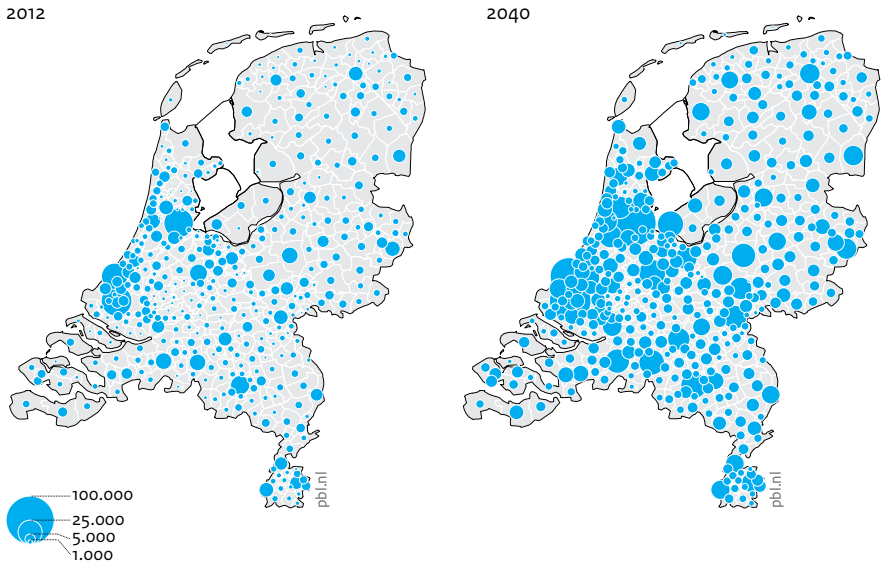
Het hoofdstuk sluit af met een korte beschouwing dat ook wereldwijd geldt dat de kwetsbaarheid voor klimaatverandering in belangrijke mate mede wordt bepaald door sociaal-economische ontwikkelingen, zoals de groei van de bevolking en verstedelijking.

Nederland in 2050: kwetsbaarheden en kansen veranderen

Hoe ziet Nederland er in 2050 uit? De Deltascenario's geven daarvoor vier mogelijke toekomstbeelden van de fysieke en sociaaleconomische omgeving (Deltares & PBL 2011). De scenario's zijn ontwikkeld voor het Deltaprogramma en gebaseerd op de 2006-klimaatscenario's van het KNMI en de scenario's van het CPB en PBL over de ontwikkeling van de welvaart en de leefomgeving (WLO-scenario's 2006). Inmiddels zijn de KNMI-scenario's aangepast en werken het CPB en PBL aan een nieuwe versie van de WLO-scenario's (zie PBL 2013b). De aangepaste KNMI-scenario's hebben geen invloed op de schets zoals we die hier presenteren.

Volgens alle Deltascenario's groeit de bevolking. Ook neemt het inkomen per hoofd van de bevolking toe. Vergrijzing is eveneens een ontwikkeling die in alle scenario's aan de orde is (zie figuur 4.1). Verder is er de trend van internationalisering. Die is te zien in alle scenario's, maar het sterkst bij een sterke economische groei.

Figuur 4.1
Aantal 75-plussers per gemeente



Bron: PBL

Het aantal 75-plussers verdubbelt naar 2,5 miljoen in 2040. Het grootste aantal woont zowel nu als dan in de Randstad. Maar ook in de grotere gemeenten daarbuiten neemt het aantal sterk toe.

Ten aanzien van verdere verstedelijking lopen de beelden uiteen. De historische ontwikkeling is dubbelzinnig: tientallen jaren lang was de tendens dat mensen vertrokken uit de grote steden. Dat was in tijden met een forse economische groei. De laatste tijd, bij een lage economische groei, trekken veel Nederlanders weer naar de stad.

Door het grotere aantal stedelingen zullen meer Nederlanders worden blootgesteld aan hittestress, die in steden veel meer speelt dan op het platteland. De trek naar de Randstad betekent ook dat meer mensen achter dijken onder de zeespiegel of achter een rivierdijk zullen wonen. Het merendeel van de Nederlanders woont nu al in dat deel. In de toekomst zullen hier nog 800.000 extra mensen wonen (<http://www.pbl.nl/infographic/veilig-wonen-met-water>).

Een opvallende ontwikkeling, die erg relevant is voor het anticiperen op klimaatverandering, is de steeds grotere onderlinge afhankelijkheid van de elektriciteitsvoorziening en de ICT- en transport-infrastructuur. Daar komt bij dat bedrijven steeds hogere eisen stellen aan de transport- en logistieke systemen, onder meer om de voorraadkosten zo beperkt mogelijk te houden (internet of things). Valt een transportfunctie uit door bijvoorbeeld een stremming van de binnenvaart, dan komen producenten en afnemers van de vervoerde producten al snel in de problemen.



ICT speelt een steeds grotere rol in het dagelijks leven. Zorg op afstand is een van de activiteiten waarvoor dat geldt.

Foto: Hollandse Hoogte/Flip Franssen

Grote problemen kunnen bijvoorbeeld ontstaan als de binnenvaart gestremd raakt na een aanvaring bij laag water. Zo'n gebeurtenis is zeker niet uitgesloten: door versmalling van de vaarweg neemt de waarschijnlijkheid van een aanvaring toe.

Die verwevenheid zal in de toekomst nog groter worden en daarmee de kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Onder meer omdat ICT een steeds centralere plek krijgt in de samenleving. Dat geldt niet alleen voor de logistieke en transportsystemen, maar ook voor de volksgezondheid (domotica en patiëntinformatie), bemaling van polders, toepassing van gps in de landbouw en het functioneren van nooddiensten.

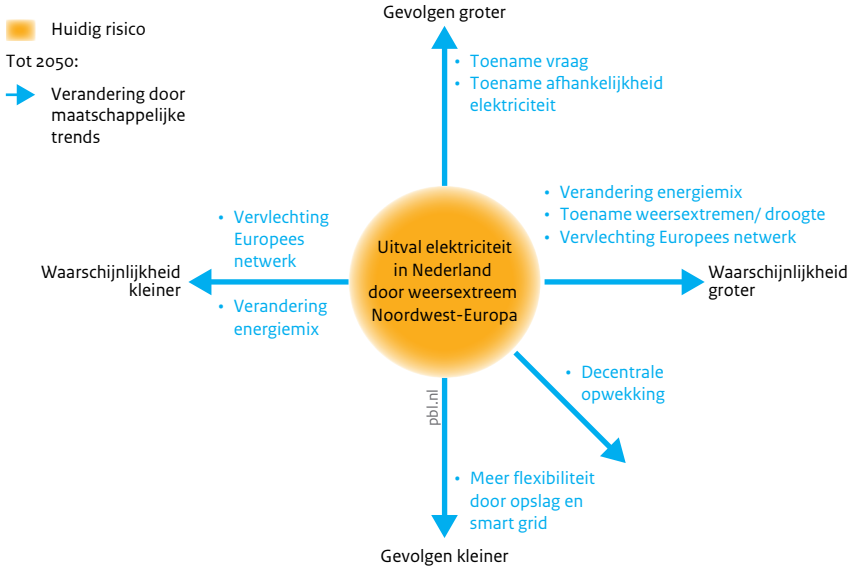
Energiemix verandert: wat betekent dit voor de kwetsbaarheid?

Nederland heeft momenteel een energieprofiel dat het duidelijk minder kwetsbaar maakt dan de rest van Europa. Dat is te danken aan een grote mate van zelfvoorziening in gas, de beschikbaarheid van vele alternatieve wingebieden voor olie en steenkool en een betrouwbaar distributienet. Nederland schuift richting 2050 wel steeds meer op naar de gemiddelde (kwetsbaardere) Europese situatie (figuur 4.2). Dat is een gevolg van het uitgeput raken van de voorraad aardgas, het sluiten van (oudere) kolencentrales en over ongeveer 20 jaar de kerncentrale in Borssele.

Aanpassing van de brandstofmix in de elektriciteitsvoorziening betekent vooral de inzet van meer zonne- en windenergie. De hoeveelheid zon en wind die beschikbaar is voor elektriciteitsproductie zal nauwelijks veranderen door klimaatverandering. Door de geplande forse toename van het aantal windturbines en zonnecellen wordt de elektriciteitsproductie wel veel kwetsbaarder voor weersextremen, bijvoorbeeld door schade of uitval door extreme buien en langdurige periodes van windstilte waardoor de productie afneemt.

Een relevante ontwikkeling is ook de internationalisering van infrastructuur, producenten en markt. Aan de ene kant maakt die internationalisering de elektriciteitsvoorziening minder kwetsbaar, door risicospreiding en een vergrote redundantie. Aan de andere kant neemt de kwetsbaarheid toe doordat uitval van de elektriciteitsvoorziening in de buurlanden ook het Nederlandse deel van het netwerk

Figuur 4.2
Krachtenveld risico van elektriciteitsuitval tussen 2015 en 2050



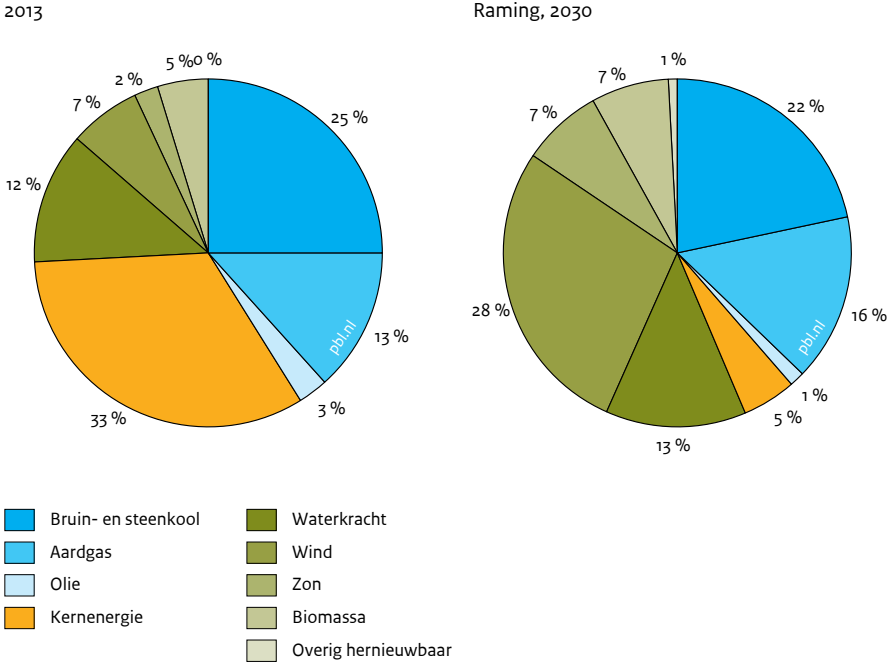
Bron: PBL

Toekomstige veranderingen hebben uiteenlopende gevolgen voor de kwetsbaarheid van Nederland voor klimaatverandering. Klimaatverandering vergroot de waarschijnlijkheid van elektriciteitsuitval. Maatschappelijke ontwikkelingen, zoals een toenemende afhankelijkheid van elektriciteit, vergroten de gevolgen van een stroomuitval. De elektriciteitsnetwerken in Europa worden meer en meer onderling verbonden. Enerzijds zorgt dat voor meer redundantie en flexibiliteit, anderzijds kan uitval van het elektriciteitsnetwerk in het buitenland ook consequenties hebben voor Nederland. Technologische ontwikkelingen rond bijvoorbeeld opslag en decentrale opwekking kunnen de gevolgen verkleinen.

kan treffen. Dit kan gebeuren door grote pieken of dalen in de Noordwest-Europese elektriciteitsproductie. Een dergelijke situatie kan zich nu al voordoen door, bijvoorbeeld, grote pieken in Duitsland vanwege een groot aandeel aan windenergie in de energiemix. In de toekomst zal windenergie voor Noordwest-Europa als geheel een groter aandeel hebben in de energiemix (zie figuur 4.3). Dat leidt tot meer pieken en dalen in het Noordwest-Europese elektriciteitsnetwerk. Beheerders van elektriciteitsnetwerken treffen voorzieningen (zoals ‘smart grids’ en energieopslag) om de flexibiliteit van het systeem te vergroten (zie het intermezzo ‘Europese netwerken’). Daarmee wordt de elektriciteitsvoorziening minder kwetsbaar.

Een tendens die zich tegelijkertijd met de internationalisering voordoet, is de toename in de decentrale opwekking van elektriciteit. Op lokaal niveau kan dit leiden tot een vermindering van de kwetsbaarheid voor uitval van de elektriciteitsvoorziening. Behalve lokale opwekking van elektriciteit spelen hierbij ook de toenemende

Figuur 4.3
Brandstofmix voor elektriciteitsproductie in Noordwest-Europa



Bron: ECN/Eurelectric

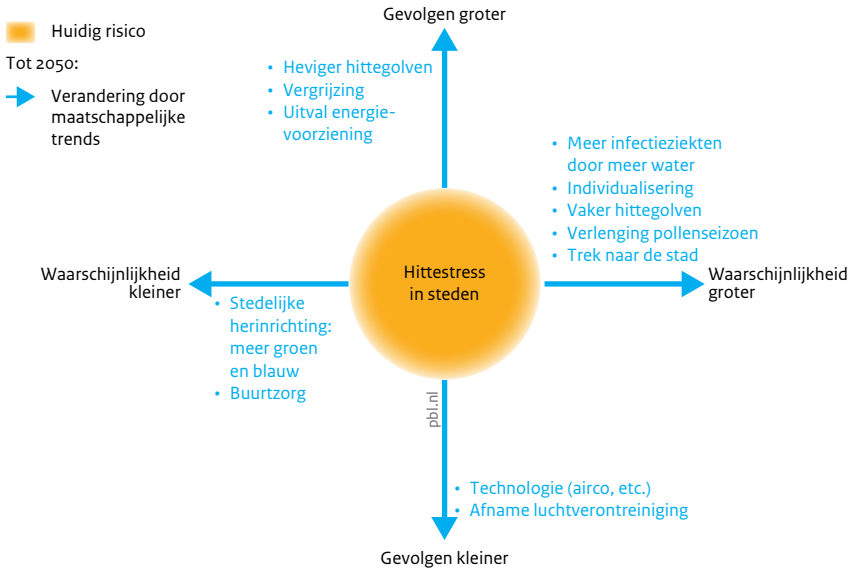
Het aandeel van bronnen die gevoelig zijn voor weersextremen in de productie van elektriciteit (biomassa, waterkracht, zon en wind) in Noordwest-Europa zal toenemen van een kwart in 2013 tot ruim de helft in 2030. Vooral de stroomproductie uit windenergie zal toenemen van 7 procent naar 28 procent. (Noordwest-Europa: Nederland, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Denemarken, Noorwegen, België en Frankrijk)

mogelijkheden voor energieopslag een rol. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan het gebruiken van de opslagcapaciteit van accu's in elektrische auto's. De voor- en nadelen afwegend, overheerst het beeld dat Nederland ook in de toekomst een relatief betrouwbaar energienetwerk houdt. Dat is ook positief voor het vestigingsklimaat.

Volksgezondheid: kwetsbaarheid wordt groter

De samenstelling van de Nederlandse bevolking zal de komende decennia veranderen. Het algemene beeld dat daaruit naar voren komt, is dat de kwetsbaarheid voor de effecten van klimaatverandering zal toenemen (figuur 4.4). Zo zal door vergrijzing het aandeel ouderen verder toenemen. Ouderen zijn kwetsbaar voor de effecten van

Figuur 4.4
Krachtenveld risico van hittestress in steden tussen 2015 en 2050



Bron: PBL

Meer Nederlanders zullen de komende decennia gevolgen ondervinden van hitte. Niet alleen doordat hittegolven vaker zullen voorkomen en heviger worden, maar ook doordat meer Nederlanders in steden zullen wonen. Daar is de opwarming sterker dan op het platteland. Vergrijzing maakt de bevolking kwetsbaarder. Een slimme stedelijke herinrichting (meer ruimte voor groen en blauw) kan preventief werken. Een negatief effect van meer blauw kan zijn dat zich in vijvers en plassen infectieziekten kunnen ontwikkelen. Technologie (zoals airco) kan de gevolgen beperken, maar kan haperen als de elektriciteitsvoorziening uitvalt. Luchtverontreiniging kan hittegerelateerde gezondheidseffecten versterken. Maatregelen gericht op verminderen van de luchtverontreiniging dragen bij aan het verkleinen van de gevolgen van hittestress.

hittestress en infectieziekten. Er zal dan ook een groter beroep worden gedaan op de gezondheidszorg en er zullen meer geneesmiddelen worden gebruikt. Met name voor kwetsbare groepen zoals ouderen, chronisch zieken, verslaafden en daklozen is ook de voortgaande individualisering een aandachtspunt. Die kan aan de ene kant leiden tot meer zelfstandigheid, maar ook tot opsluiting in de eigen leefwereld, met sociaal en fysiek isolement tot gevolg. Een consequentie kan zijn dat mensen minder makkelijk als groep benaderbaar worden om te worden geïnformeerd over bijvoorbeeld de risico's van hitte. Zet de huidige trek naar de stad door, dan leidt dat – als er onvoldoende adequate adaptatiemaatregelen worden getroffen – tot een toegenomen kwetsbaarheid voor hittegerelateerde risico's. In verstedelijkte gebieden zijn de effecten van hittestress en luchtverontreiniging het grootst. Ook kunnen hier infectieziekten zich snel van mens op mens verspreiden. Aandachtspunten voor de volksgezondheid in stedelijk

gebied bij hogere temperaturen zijn ook de gezondheidsrisico's van waterpartijen en water op straat na plensbuien. Die kunnen gemakkelijk broedplaatsen voor infectieziekten worden.

Tegenover voortgaande verstedelijking in de Randstad, staat bevolkingskrimp in andere regio's. Die krimp kan gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van zorgvoorzieningen in de betreffende regio's.

Bij een toename van de temperatuur zal de behoefte aan waterrecreatie waarschijnlijk toenemen. Het aantal plassen en meren dat geschikt is voor recreatie neemt echter vermoedelijk af. Tijdens lange droge perioden staat de kwaliteit van het oppervlaktewater namelijk onder druk, omdat lozingen minder worden verdund of omdat omstandigheden gunstig zijn voor blauwalg. Er ontstaat een groter risico op besmetting door water overdraagbare infectieziekten. Daarnaast kunnen na plensbuien overstorten in werking treden waardoor ongezuiverd afvalwater wordt geloosd op het oppervlaktewater, met ook besmettingsrisico's tot gevolg.

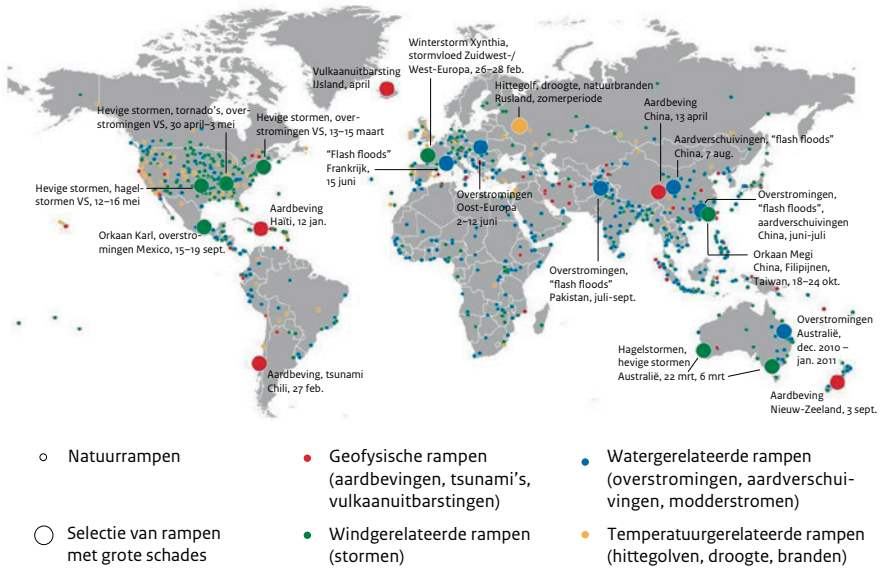
Een ander risico voor de gezondheid vormt de voortgaande internationalisering die gepaard gaat met meer import en export van producten en meer reisbewegingen. Die kan leiden tot de (her)introductie van virussen en bacteriën, maar ook van vectoren. Voorbeelden hiervan zijn het MERS-coronavirus en de tijgermug. Door klimaatverandering kunnen nieuwe soorten mogelijk in Nederland beter overleven.

Internationalisering brengt klimaatrisico's met zich mee

Nederland ontwikkelt zich in een globaliserende wereld en het aantal internationale relaties neemt toe, zowel binnen Europa als daarbuiten. Wereldwijd zijn de schades door natuurrampen, zoals overstromingen, droogtes en aardverschuivingen, groot en de afgelopen tientallen jaren sterk toegenomen (zie ook figuur 4.5). De natuurrampen die de meeste schade veroorzaken en de meeste slachtoffers eisen zijn overstromingen en tropische stormen in kustzones. Rivieroverstromingen als gevolg van extreme neerslag komen vaak voor, ook in Europa. Niet alleen de economische schade en aantallen getroffen mensen door overstromingen zijn toegenomen, ook de frequentie van de overstromingsrampen, vooral langs rivieren. De intensiteit van tropische stormen neemt toe en leidt in kustzones regelmatig tot grote rampen met veel schade en slachtoffers (Visser et al. 2012).

Ook wereldwijd geldt dat het niet alleen de klimaatverandering is die risico's voor economie, mensen en natuur en milieu vergroot, maar dat de kwetsbaarheid eveneens sterk wordt beïnvloed door maatschappelijke ontwikkelingen. Mondiaal zijn belangrijke tendensen de bevolkingsgroei, de trek naar steden en de economische groei. Inmiddels wonen wereldwijd 800 miljoen mensen in overstromingsgevoelige gebieden, waarvan 70 miljoen mensen in gebieden die (vrijwel) jaarlijks overstromen. Vooral in Zuidoost-Azië wordt de situatie de komende decennia nog veel ernstiger. Woonden in 1970 ongeveer 30 miljoen mensen in voor overstromingen gevoelige gebieden, in 2030 zijn dat er naar verwachting tegen de 80 miljoen (KNMI & PBL 2015). Het World Economic

Figuur 4.5
Natuurrampen, 2010



Bron: NatCat database, Munich Re (2011, blz 54-55)

Het aantal natuurrampen in de wereld is groot. In 2010 werden er 960 rampen gerapporteerd; een groot deel daarvan betreft overstromingen en stormen. Door de groei van de steden en economische activiteiten in kwetsbare gebieden zullen de schades en aantallen slachtoffers naar verwachting fors toenemen. Ook het risico dat Nederlandse bedrijven en Nederlanders getroffen worden door natuurrampen elders neemt toe.

Forum ziet een wereldwijd falen van klimaatadaptatie als één van de belangrijkste wereldrisico's (WEF 2015, zie ook hoofdstuk 2).

Door de internationalisering van handelsketens, de toename van het aantal vestigingen en investeringen van bedrijven in het buitenland en het grote aantal buitenlandse vakanties nemen ook de klimaatrisico's voor Nederlandse bedrijven en personen toe, zoals uit de risicoanalyses in hoofdstuk 3 blijkt. De mogelijkheden voor de Nederlandse overheid of het Nederlandse bedrijfsleven om de klimaatrisico's in andere landen te verminderen zijn beperkt: de veiligheidsniveaus in relatie tot overstromingen, de kwaliteit van de infrastructuur in relatie tot stormen en de kwaliteit van de rampenbestrijding en hulpverlening ligt grotendeels in de handen van de buitenlandse overheden. Op bedrijfsniveau is bewustwording van de mogelijke risico's van belang en het nagaan van de mogelijkheden om de gevolgen te beperken. Een belangrijke voorwaarde voor het in gang zetten van effectieve adaptatiemaatregelen op mondiale schaal is het versterken van de institutionele capaciteit van de zich ontwikkelende landen en het beschikbaar stellen van financiële middelen in het af te sluiten klimaatverdrag in 2016 (PBL 2015a).

Van klimaateffecten naar aanpassingsstrategieën

Nu de belangrijkste effecten van klimaatverandering in beeld zijn gebracht en ook mogelijk relevante sociaaleconomische en technologische ontwikkelingen de revue zijn gepasseerd, komen we toe aan de vraag: wat te doen? Hoe vertalen we de kennis over klimaateffecten en -risico's in onze huidige en toekomstige samenleving naar een handelingsstrategie? Welke maatregelen zijn nodig en gewenst?

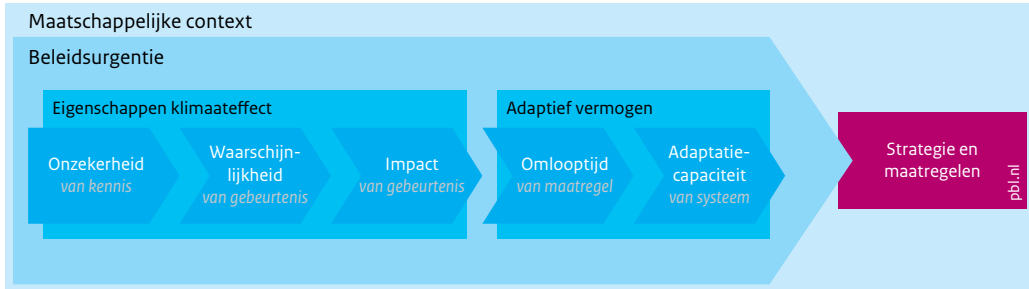
Beleidsurgentie bepaalt de strategie voor adaptatiemaatregelen

Bij het bepalen van een strategie voor aanpassing aan klimaatverandering speelt het begrip urgentie een sleutelrol. Een urgent probleem zet aan tot actie. Het is belangrijk om te beseffen dat urgentie niet alleen bepaald wordt door eigenschappen van het risico zelf, maar ook door de maatschappelijke context, zoals de aard van de risico's, de beleving van de risico's en het aanpassingsvermogen van de samenleving. Deze factoren bepalen samen de urgentie en de vertaling daarvan in een adaptatiestrategie (figuur 5.1).

Gevoel van veiligheid en van urgentie: meer dan rekenen alleen

Bij de vergelijking van risico's zoals die in hoofdstuk 3 is weergegeven, hebben we getracht een objectief en waar mogelijk kwantitatief beeld te geven. Daarbij kijken we allereerst naar de eigenschappen van het risico: hoe zeker is het dat een bepaald effect zal optreden? Is er sprake van een fundamentele onzekerheid of is het aannemelijk dat de effecten komende decennia of komende eeuw al gaan optreden? En als het effect optreedt, hoe groot is dan de omvang en de ernst? Een risico met een kleine waarschijnlijkheid en een kleine impact staat onderaan de prioriteitenlijst. Andere risico's, zoals het uitvallen van de energievoorziening in Europa door aanhoudende

Figuur 5.1
Beleidsurgentie bepaalt de strategie voor adaptatiemaatregelen



Bron: PBL

In hoeverre een klimaateffect als urgent wordt beschouwd, is niet alleen afhankelijk van de eigenschappen van dat klimaateffect, maar ook van het aanpassingsvermogen van de samenleving en de maatschappelijke context.

hitte en droogte, zijn wel waarschijnlijk én hebben een grote impact. De urgentie om maatregelen te nemen is bij dergelijke risico's dan ook groter.

Een gevoel van urgentie wordt echter niet alleen bepaald door de ernst en omvang van klimaateffecten. De maatschappelijke context speelt een belangrijke rol. Een voorbeeld: de uitbraak van een nieuwe dierziekte ten gevolge van klimaatverandering die tot grootschalige ruiming leidt, wordt anders beleefd dan omgewaaide bomen op elektriciteitsleidingen ten gevolge van een hevige storm. Het eerste voorbeeld kan tot grote maatschappelijke onrust leiden, die lang niet altijd direct te verklaren is uit bijvoorbeeld de geleden economische schade alleen. Met andere woorden: de beleving van het risico kan van geval tot geval zeer verschillen en wordt meestal maar beperkt gevangen in kwantitatieve bepalingen van schade of slachtoffers.

De perceptie van een gebeurtenis wordt onder andere beïnvloed door onbekendheid met het risico en de gevolgen ervan. Het handelingsperspectief van de bevolking hangt af van de ervaringen met eerdere gebeurtenissen en de mogelijkheden die iemand heeft om de eigen situatie te beheersen. Bij de beoordeling van een risico speelt ook verwijtbaarheid een belangrijke rol: had de overheid of een andere verantwoordelijke iets kunnen doen om de gebeurtenis te voorkomen of te beheersen? Belangrijk is eveneens de verdeling van de lusten en lasten over de bevolking; is die erg scheef, dan wordt de situatie als onbillijk ervaren.

Als heftige maatschappelijke reacties verwacht worden, dan weegt dat mee in het beoordelen van de maatschappelijke impact van een risico, zo laat de praktijk zien (zie kader 'Preventief handelen kan kosten besparen'). Een (bijna)ramp leidt dikwijls tot snel handelen. Er is dan vaak veel mogelijk en politieke en andere barrières spelen nauwelijks een rol. Rampen liggen aan de basis van onder meer de aanleg van de Afsluitdijk en het eerste Deltaprogramma.



*Een boom is omgevallen na een zware storm, een gebeurtenis die als pech wordt gezien. De reactie van de buurt is echter heftiger als de boom in slechte toestand verkeerde door achterstallig onderhoud en daarmee verwijtbaarheid in het spel is.
Foto: Maastricht – Hollandse Hoogte/
Chris Keulen Photography*

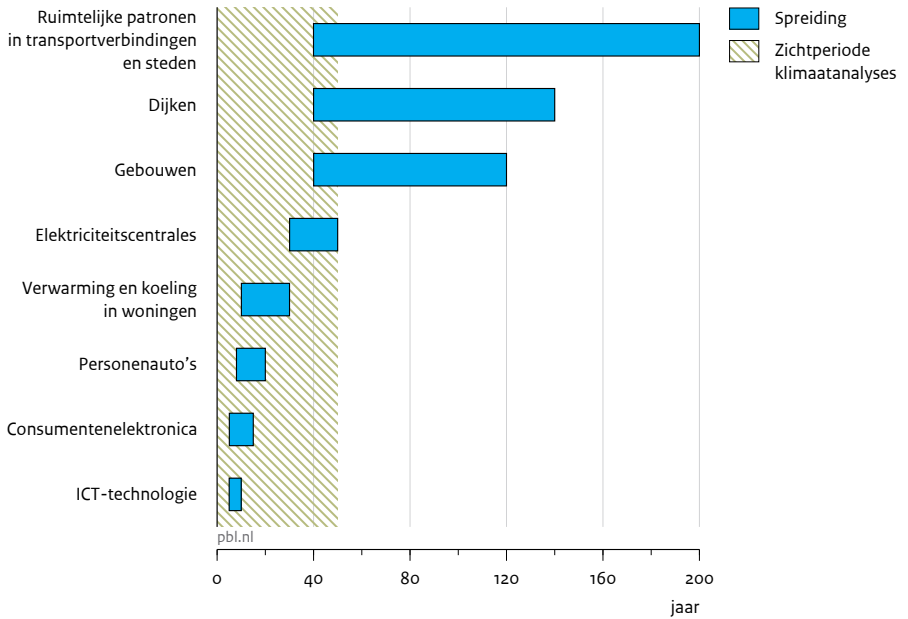
Adaptief vermogen: benutten van verandermomenten combineren met bestuurlijke daadkracht

Een volgende stap in het bepalen van de beleidsurgentie is het bepalen van het adaptatievermogen van de samenleving. Ook hier speelt de maatschappelijke context een belangrijke rol, omdat de meest effectieve strategie bestaat uit het benutten van bestaande beleidsagenda's en investeringsagenda's. Verandermomenten kunnen worden aangegrepen om adaptatiemaatregelen te nemen, die anders te kostbaar of omvangrijk zouden zijn. Een belangrijke factor daarbij is de omlooptijd van investeringen en ingrepen (figuur 5.2). Hoe langer die omlooptijd is, hoe minder flexibel de samenleving of een sector is in relatie tot veranderende omstandigheden. Het riool bijvoorbeeld heeft een andere levensduur dan ICT-toepassingen. Weinig 'flexibele' ingrepen, zoals versterking van dijken en het aanpassen van wegen, kunnen daarom uit oogpunt van klimaateffecten beleidsmatig ook urgent zijn. Vooral ingrepen in de (inter)nationale infrastructuur en de ruimtelijke inrichting zijn trage processen met een lange omlooptijd. Bovendien zijn ze op termijn van een generatie al min of meer onomkeerbaar.

Ten slotte speelt de beschikbare adaptatiecapaciteit van een sector of systeem een rol. Een van de aspecten van adaptatiecapaciteit is de fysieke kant. Is het bijvoorbeeld fysiek mogelijk om de grondwaterstand te verhogen zodat bodemdaling wordt tegengegaan? Naast fysieke aspecten maken ook organisatorische en bestuurlijke aspecten deel uit van de adaptatiecapaciteit. De adaptatiecapaciteit hangt in belangrijke mate af van de complexiteit van het werkveld, van het besluitvormingsproces, van de implementatiekracht en van de beschikbare financiële middelen. Als systemen zelf een groot aanpassingsvermogen hebben (zoals de landbouw) dan is er minder reden om als overheid in te grijpen.

Het adaptief vermogen van de verschillende sectoren in Nederland laat een zeer gevarieerd beeld zien. Nederland is een goed georganiseerd land maar is in belangrijke mate nog ingesteld op het 'oude klimaat'. De voor Nederland essentiële adaptatie-opgave op het gebied van de veiligheid tegen overstromen is goed belegd in het Deltaprogramma. Gegeven de goede organisatie, duidelijke verdeling van verantwoordelijkheden en de beschikbare middelen in het Deltafonds is het adaptief

Figuur 5.2
Omlooptijd van installaties en infrastructuur



Bron: Philibert and Pershing 2002; bewerking PBL

In het adaptatiebeleid is de omlooptijd van ingrepen en maatregelen een belangrijke factor voor het bepalen van de urgentie. Vooral bij ontwikkelingen met een lange 'omlooptijd', zoals bij dijken, transportverbindingen en ruimtelijke ontwikkeling is het belangrijk alert te zijn. Dit 'meekoppelen' met verandermomenten kan tegelijkertijd op korte termijn de kwetsbaarheid verminderen en op lange termijn kosten besparen.

vermogen groot, ondanks de lange omlooptijd van de maatregelen. Uit de risicoanalyse in hoofdstuk 3 komt naar voren dat in aanvulling op het Deltaprogramma op basis van waarschijnlijkheid en hun impact extra aandacht nodig is voor de robuustheid van elektriciteits-, ICT- en transportnetwerken. Ook moet rekening worden gehouden met andere mogelijke gevolgen van klimateffecten: verkeershinder, gezondheidseffecten, natuurbranden en gevolgen voor de ecologische waterkwaliteit en natuur. Vanwege de lange omlooptijd is aandacht voor klimaatadaptatie bij investeringen in vitale infrastructuur (elektriciteits- ICT- en transportnetwerken) en de ruimtelijke inrichting het meest urgent.

Van urgenties naar strategieën

Als duidelijk is dat een klimateffect tot risico's voor de maatschappij leidt en de beleidsurgentie duidelijk is, dan blijft de vraag over: wat te doen?

Beschadigingen aan drinkwaterleidingen door het wrikken van boomwortels bij windstoten vragen om een andere strategie dan arbeidsverlies en medische kosten door verlengingen en intensivering van het hooikoortsseizoen. De omlooptijd van het drinkwaternet is groot en het ligt voor de hand om adaptatiemaatregelen te koppelen aan reguliere vervanging en vernieuwing. Het beperken van de effecten van hooikoorts zal eerder gezocht worden in de hoek van gedragsadviezen en de ontwikkeling van medicijnen. De keuze voor een strategie hangt dus af van het type risico en van de context.

De beleidsurgentie is bepalend voor welke strategie er gekozen wordt. Er kunnen op hoofdlijnen drie categorieën van adaptatiemaatregelen worden onderscheiden: preventieve maatregelen, gevolgbeperkende maatregelen en herstelmaatregelen (PBL 2015b; Runhaar et al. 2014). Bij het ontwikkelen van een strategie is het van belang een goede analyse te maken van de mogelijke maatregelen over het traject van preventie tot herstel om uiteindelijk tot een effectief en samenhangend pakket te komen. De keuze voor een bepaalde strategie hangt in de eerste plaats af van de mate van onzekerheid over de mogelijke risico's (PBL 2015b). Hoe groter de onzekerheid, hoe meer het beleid zich enkel zal beperken tot monitoring en surveillance. Een voorbeeld hiervan is de monitoring van infectieziektes, waar een goed werkend systeem voor bestaat. Als er meer zekerheid omtrent een risico is, kunnen andere maatregelen een optie zijn. De onzekerheid wordt dan meegenomen in een afweging van de kosten en de baten van mogelijke maatregelen, die gemaakt wordt bij de keuze voor een strategie. Men kiest voor preventie als de urgentie zo groot is dat men het risico wil en kan voorkomen.

Bij een kleinere urgentie of hoge kosten van preventie kan er ook worden gekozen voor gevolgbeperking. Gevolgbeperking kan ook een rol spelen bij hele snelle veranderingen of grote onzekerheden rondom het risico of als er geen preventiemaatregelen voor handen zijn. Ten slotte kan er ook voor gekozen worden om de herstelkosten te dragen als deze lager zijn dan de kosten van preventieve of gevolg-beperkende maatregelen en de aard van het risico dat toelaat.

Startpunt voor een afweging van kosten en baten zijn de risico-eigenschappen impact en waarschijnlijkheid. Van belang is zowel de mogelijke omvang van één enkele gebeurtenis, als de verwachte impact op jaarbasis. Een kleine impact wil dan ook niet zeggen dat er geen maatregelen genomen hoeven te worden. De jaarlijkse schade in Nederland door kleine, lokale overstromingen wordt geschat in dezelfde orde grootte als de verwachtingswaarde voor de jaarlijkse schade van een overstroming van dijkkring 14 (PBL 2015b). Daarbij neemt de wateroverlast toe door de toename aan extreme buien als gevolg van klimaatverandering.



Mede als reactie op de wateroverlast in Kockengen gaat de gemeente dure herstelwerkzaamheden uitvoeren, terwijl preventie efficiënter geweest zou zijn: huizen en wegen op zo'n manier bouwen en aanleggen dat ze minder kwetsbaar zijn voor wateroverlast.

Foto: ANP/Remko de Waal

Preventief handelen kan kosten besparen

Wateroverlast door hevige regenval op lokale schaal kan tot reacties leiden die niet in verhouding staan tot de getalsmatige omvang van de schade. Zo'n voorbeeld heeft zich voorgedaan in Kockengen (provincie Utrecht) in de zomer van 2014. Er werden gedurende drie dagen zo'n 900 mensen getroffen en er waren 5 woningen met grote waterschade, enkele auto's zijn ondergelopen en de landbouw leed schade. De totale schade wordt geschat op 300.000 tot 400.000 euro. Inmiddels is er voor 20 miljoen euro aan maatregelen toegezegd, onder andere voor de verbetering van wegen.

De kosten waren vermoedelijk veel lager uitgevallen als de infrastructuur destijds meteen was aangepast. De gemeente Kockengen heeft op dit moment plannen om verder uit te breiden in overstromingsgevoelig gebied. Hoge herstellkosten kunnen vermeden worden door nu klimaatadaptatie een plek te geven in deze uitbreidingsplannen.

In elke categorie – preventie, gevolgbepierking of herstel – kan vervolgens worden gekozen voor flexibele of structurele maatregelen. Deze keuze wordt bepaald door de omlooptijd van de betrokken sector of het systeem en de adaptatiecapaciteit. Zijn er mogelijkheden om snel en effectief te reageren? Dan kan een flexibele maatregel zijn 'vinger aan de pols houden' in de vorm van monitoring en surveillance. Het gaat om meetnetten die minimaal Europese, vaak mondiale coördinatie vragen. Bijzondere alertheid vraagt de verspreiding van humane (infectie)ziekten en voor de landbouw schadelijke ziekten en plagen. Op zich bestaan al monitoringnetwerken die dit in de gaten houden, maar klimaatverandering is hierin nog niet specifiek als aandachtspunt meegenomen. Flexibele maatregelen kunnen direct worden ingezet en worden bijgestuurd naar behoefte.

Tabel 5.1

Enkele voorbeelden van preventieve, gevolg-beperkende en herstelmaatregelen

Categorie	Type maatregel	Voorbeeld klimaatrisico
Preventie		
Flexibel	Bewustwording vergroten	Ziekte en sterfte door hittestress in steden, nieuwe infectieziekten (teken)
	Nieuwe technologie inzetten	Verkeersongevallen en beperkte verkeerscapaciteit door extreme regenval
	Monitoring en surveillance	Nieuwe infectieziekten mens en dier
Structureel	Redundantie aanbrengen in systemen	Grootschalige uitval ICT door uitval cruciale ICT-knooppunten
	Hittebestendige en waterbestendige bouw en inrichting (o.a. bij stedelijke herstructurering)	Ziekte en sterfte door hittestress in steden; lokale wateroverlast door extreme regenval en doorbraak regionale keringen
	Aanpassen/versterken tijdens reguliere vervanging en vernieuwing	Uitvallen elektriciteitsvoorziening door omwaaien elektriciteitsmasten
	Hitteplannen Terugdringen nutriëntbelasting	Ziekte en sterfte door hittestress in steden Verslechtering waterkwaliteit door temperatuurstijging
Gevolg-beperking		
Flexibel	Incident-management	Lokale uitval ICT en transport door natuurbranden
	Voorlichting en gedragsadviezen	Ziekte en sterfte door hittestress in steden
	Voorlichting en evacuatieplannen	Overstroming door dijkdoorbraak
Structureel	Zelfredzaamheid vergroten (o.a. door generatoren en noodvoorraden)	Lokale uitval elektriciteitsvoorziening door extreme regenval of langdurige hitte/droogte
Herstel		
Flexibel	Vervanging materiaal	Hinder (spoor)wegvervoer door hitte
	Compensatie voor schade (o.a. noodfondsen, verzekeringen)	Oogstverlies en schade aan woningen door wateroverlast

Zie verder PBL 2015b voor een overzicht per sector.

Vragen veranderingen zorgvuldige planning en duurt het jaren voordat adaptatiemaatregelen kunnen worden uitgevoerd? Dit betekent dat de adaptatiecapaciteit laag is en de omlooptijd hoog. Structurele maatregelen, zoals het benutten van veranderingen, geplande investeringen en wet- en regelgeving zijn dan op hun plaats. Veranderingen in de gebouwde omgeving of infrastructuur gaan traag en vragen om een structurele maatregel, zoals een gebiedsgerichte aanpak om lokale overstromingen door extreme regenval te voorkomen. In tabel 5.1 worden de verschillende typen maatregelen met een voorbeeld beschreven.

Ontwikkelen adaptatiestrategie is maatwerk

Gezien het diverse karakter van de effecten van klimaatverandering, de daaruit voortvloeiende risico's en kansen, en de benodigde inzet van vele partijen, is de transitie naar een klimaatbestendiger Nederland geen eenvoudige opgave. In beginsel is er al veel kennis en ervaring met maatregelen waarmee weegerelateerde risico's in de verschillende domeinen beheerst kunnen worden. Het feit dat het klimaat nu verandert en een duidelijke richting heeft vraagt wel een herijking van de manier van werken en op onderdelen een aanpassing van de inzet en dimensionering van de verschillende maatregelen. Per domein is echter de opgave zeer verschillend evenals het type maatregelen dat passend en effectief is. Een globaal overzicht van de mogelijke preventieve, gevolg-beperkende en herstelmaatregelen voor een aantal domeinen laat een enorm gevarieerd beeld zien (zie PBL 2015b). Het ontwikkelen van een effectieve strategie is dan ook maatwerk.

Aanpassen in een dynamische bestuurlijke omgeving

Het beleid voor klimaatadaptatie vereist aandacht voor drie transities. De eerste die we al hebben besproken is het veranderende klimaat en de mogelijke effecten daarvan voor Nederland. De tweede verandering is die van de maatschappelijke ontwikkelingen in de komende decennia, zoals sociaaleconomische en technologische ontwikkelingen.

Er is nog een derde trend die minstens zo veel aandacht verdient in het begrijpen en concreet maken van klimaatadaptatie. Klimaatadaptatie moet namelijk vorm krijgen in een veranderende bestuurlijke omgeving. Net zoals in veel andere Europese landen is het openbaar bestuur in Nederland de afgelopen decennia gedecentraliseerd, deels geprivatiseerd en in zekere zin ook complexer geworden. Het Rijk opereert minder vanuit zijn hiërarchische, verticale positie ten opzichte van de samenleving, maar in toenemende mate vanuit een horizontale, op samenwerking en facilitering gerichte positie. Deze trend zien we ook gereflecteerd in bestuurlijke dilemma's rond klimaatadaptatie. De vraag is hoe de Rijksoverheid met dergelijke dilemma's omgaat, gezien het bijzondere karakter van klimaatadaptatie (Biesbroek 2014; Mees 2014; Vink et al. 2014). Aanpassing aan klimaatverandering is immers bij uitstek een collectieve verantwoordelijkheid, waar velen een sterke rol toekennen aan de (Rijks) overheid. In dit hoofdstuk gaan we op deze 'spagaat' in.

Klimaatadaptatie in een energieke samenleving: de Rijksoverheid als coördinator

De veranderende bestuurlijke context heeft als consequentie dat de vraag wie verantwoordelijk is voor de aanpak van een klimaatgerelateerd probleem minder eenduidig wordt. Runhaar et al. (2014) hebben daarom voor verschillende vitale en kwetsbare (sub)sectoren de juridische verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie systematisch in kaart gebracht en getoetst. Het onderzoek maakt onder andere duidelijk



Bewustwording is de eerste stap op weg naar klimaatadaptatie. Extreme gebeurtenissen, zoals een flinke wolkbreuk boven Amsterdam in juli 2014, kunnen de bewustwording versterken. In korte tijd viel er zoveel regen dat delen van de A10 werden afgesloten, vluchten op Schiphol werden geannuleerd en de straten in grachten veranderden.

Foto: ANP/Evert Elzinga

dat het belangrijk is onderscheid te maken tussen de verantwoordelijkheidsverdeling in theorie ('op papier') en in de praktijk. Tussen beide bestaat een kloof: het feit dat de verantwoordelijkheden 'op papier' volledig zijn belegd, biedt geen garantie dat hieraan in de praktijk ook daadwerkelijk naar behoren uitvoering zal worden gegeven. Daar komt bij dat uit voorgaande hoofdstukken naar voren komt dat juist samenwerking en overleg tussen overheden, private partijen en maatschappelijke organisaties nodig is. Dit om de benodigde kennis bij elkaar te brengen. Wat is het probleem, hoe groot is de adaptatieopgave, welke opties zijn er om de klimaatbestendigheid te vergroten en wie kan wat doen? Dit hebben we bijvoorbeeld in hoofdstuk 4 nader uitgewerkt voor de adaptatieproblematiek rondom de elektriciteitsvoorziening. Deze interactie speelt echter op vele terreinen, zoals de zoetwatervoorziening, stedelijke ontwikkeling, natuurontwikkeling en inrichting van het landelijk gebied.

Er zijn veel voorbeelden te vinden van partijen die zich inzetten voor de aanpassing van de samenleving aan klimaatverandering. Burgers, bedrijven, maatschappelijke organisaties en overheden pakken hun verantwoordelijkheid op. Aan twee voorbeelden besteden we in het intermezzo na dit hoofdstuk uitgebreid aandacht. Het onderzoeksprogramma Kennis voor Klimaat heeft ook een aantal overzichten gepubliceerd die laten zien dat er in de samenleving werkelijk initiatieven worden genomen (zie bijvoorbeeld KvK 2014a en 2014b).

Een eerste voorwaarde om aan de slag te gaan met klimaatadaptatie is dat overheden, bedrijven, particulieren zich bewust zijn van klimaatverandering en de mogelijke effecten. Uit het onderzoek van Runhaar et al. ontstaat het beeld dat de bewustwording groeit. Dat geldt echter niet voor alle betrokken partijen in gelijke mate. Er zijn bedrijven die in hun strategieontwikkeling expliciet rekening houden met klimaatverandering. Maar lang niet alle bedrijven doen dat al. Hetzelfde geldt voor burgers. Een belangrijke impuls voor bewustwording is als zich een (bijna)ramp voordoet. Maar ook op kleinere schaal kan een gebeurtenis voor aandacht zorgen. Een voorbeeld is de wolkbreuk die op 28 juli 2014 delen van Nederland, waaronder Amsterdam, trof.

De noodzaak van bewustwording geldt niet alleen voor bedrijven, burgers, maatschappelijke organisaties en overheden in Nederland, maar bijvoorbeeld ook op Europees niveau. Contacten met buurlanden leren dat het bewustzijn beperkt is wat betreft bijvoorbeeld de kwetsbaarheid van het Europese elektriciteitsnetwerk voor weersextremen als gevolg van het omschakelen naar andere energiebronnen, zoals biomassa, zon en wind. Ook op mondiaal niveau is nog een slag te maken wat betreft

bewustwording. Daarbij kunnen bijvoorbeeld kredietbeoordelaars een belangrijke rol vervullen (zie het kader 'Klimaatverandering en kredietwaardigheid').

De opkomst van een 'energieke samenleving' en 'participatiemaatschappij' betekent niet dat een overheid overbodig is. Het tegendeel is het geval, zeker bij een onderwerp als klimaatadaptatie. De consequentie van de veranderende bestuurlijke context is wel dat de rol van de (Rijks)overheid verandert. De (kleinere) overheid moet een meer faciliterende dan wel coördinerende rol op zich nemen in het samenwerken met decentrale overheden, agentschappen, zelfstandig bestuursorganen en niet te vergeten de private sector en maatschappelijke actoren die de samenleving zijn energie geven, sturen en benutte. Een aanpak die past bij een energieke samenleving (Hajer 2011; RMO 2013).

Omvorming naar een actieve, faciliterende overheid vraagt een forse inspanning van bestuurders en ambtenaren. Zo'n overheid heeft namelijk ambitie, geeft richting, is koersvast en consistent. Een dergelijke participatieve overheid benut de samenleving en betreft die bij het zoeken van oplossingen, durft te experimenteren, stimuleert initiatieven en belooft koplopers. Zo'n overheid richt zich ook op het veranderen van ongeschreven regels, gewoonten en werkpraktijken. Zij laat zich niet leiden door de macht van gevestigde belangen en ze lokt dynamiek uit door te blijven uitdagen en de kracht van dynamische regelgeving te benutten. Ook investeert zij in het vergroten van haar leervermogen, zorgt voor het opschalen van succesvolle experimenten en corrigeert ongewenste neveneffecten (NSOB & PBL 2014).

Klimaatadaptatie voor een energieke samenleving; het Rijk als voortrekker

Kenmerkend aan klimaatverandering en de maatschappelijke impacts daarvan is dat zij een lange termijn beslaan en vaak een grote mate van onzekerheid kennen. Zowel in termen van efficiëntie als in termen van effectiviteit ligt een centrale rol voor een nationale overheid dan ook voor de hand. Soms mag die faciliterend zijn, soms kan die coördinerend zijn (zoals in de vorige paragraaf geschetst), maar in grote nationale vraagstukken zal deze rol ook voorttrekkend en garanderend moeten zijn. Een rol die overigens past in een Nederlandse bestuurstraditie van het in goed overleg met maatschappelijke partijen de leiding nemen in het werken aan publieke waarden zoals overstromingsveiligheid en macro-economie. Bij een faciliterende en coördinerende rol hoort ook een visionaire rol: het plaatsen van een stip aan de horizon. Het gaat dan niet om dichtgetimmerde doelen, maar om een eindpunt dat richtinggevend is voor de energie en creativiteit van burgers, bedrijven en decentrale overheden.

Engeland zet zich schrap voor nóg meer watersnood

Beverkt door: Redactie
11/02/14 - 11u59 Bron: België



1.600 militairen staan paraat om overstromingen in te dijken

© ap.

UPDATE Zuid-Engeland maakt zich op voor nog meer overstromingen nu er vandaag opnieuw honderden mensen geëvacueerd zijn uit hun huis. Momenteel staan er 1.600 troepen klaar om de overstromingen te helpen in te dijken. Ook premier David Cameron roert zich nu. "Geïd speelt geen rol", verklaarde hij met het oog op de reddingsmaatregelen. Hij riep verzekeringsmaatschappijen op snel te betalen.

Maar ook in het politieke met-de-vinger-wijzen-spel is het hek van de dam nadat minister voor Gemeenten en Lokaal Bestuur Eric Pickles de schuld legde bij het Milieugentschap voor het niet ondernemen van de nodige maatregelen. Eerste minister David Cameron beloofde later vandaag een persconferentie te geven met daarin een verklaring van de regering.

Volgens de minister van Defensie Philip Hammond staan er 1.600 troepen klaar om te helpen in de overstromde gebieden, terwijl honderden hier al mee bezig zijn sinds dit weekend.

Plunderingen
Zo'n 850 woningen overstromden de afgelopen week en nog duizenden andere huizen zijn in gevaar. Bovendien komen er veel klachten binnen over plunderingen in de getroffen gebieden.

Het Milieugentschap sprak vandaag van zestien serieuze overstromingswaarschuivingen, voornamelijk in Berkshire, Surrey en Somerset. In de rest van Engeland werden nog eens honderd overstromingswaarschuivingen uitgevaardigd.



© getty.



© getty.

Overstromingen in Engeland hebben de laatste jaren verschillende kranten gehaald. Het Verenigd Koninkrijk is een van de weinige EU-lidstaten met een klimaatwet. Die wet doet een nadrukkelijk beroep op de energieke samenleving.

De verhouding tussen wat maatschappelijke partijen van een Rijksoverheid verwachten en vice versa heeft veel te maken met nationale tradities van staatsorganisatie en het verdelen van verantwoordelijkheden. Zo draagt in Engeland de burger traditioneel meer eigen risico dan in Nederland en doet de overheid minder, ook wanneer het om overstromingsrisico's gaat (Vink et al. 2014). Deels is dit een cultureel verschil, deels ook een verschil dat diep verankerd ligt in institutionele arrangementen en beleidsroutines. In Engeland zijn de verantwoordelijkheden van maatschappelijke partijen in klimaatadaptatie geregeld via nationale wetgeving. De overheid hoeft daar dus geen actieve rol in te spelen anders dan controlerend en coördinerend. In Nederland bestaat zo'n coördinerende klimaatwet niet, en alles wat er qua randvoorwaardes, garanties en overige nationale sturing gewenst is zal van een Rijksoverheid moeten komen die verantwoordelijkheden ziet en neemt. In termen van concrete consequenties wil het niet zeggen dat een Engelse aanpak tot dezelfde of betere resultaten leidt als een traditioneel Nederlandse aanpak. Integendeel, ondanks de lage en kwetsbare ligging van Nederland valt het recente aantal overstromingen en de daarmee gepaard gaande maatschappelijke schade in het niet bij die van de Britse burens.

Meekoppelen en omdenken

Ook al is, zoals we hierboven hebben aangegeven, de bewustwording van klimaatverandering nog niet overal geworteld, toch levert gedrag van particulieren, overheden en bedrijven al een bijdrage aan klimaatadaptatie. Vaak zonder dat ze zich daarvan bewust zijn. Dat komt doordat initiatieven die vanuit andere drijfveren dan klimaatadaptatie worden ontplooid dikwijls ook een bijdrage leveren aan aanpassing aan klimaatverandering. Zo wordt de vergroening van steden in het algemeen opgepakt om de sociale leefomgeving van steden aantrekkelijker te maken. Tegelijkertijd leveren dergelijke initiatieven een bijdrage aan de klimaatbestendigheid, bijvoorbeeld doordat hitte gedempt wordt en overvloedig water wordt geborgen. Kortom: meekoppelen met initiatieven die vanuit andere drijfveren dan klimaatadaptatie worden ontwikkeld, is essentieel.

Uit transities in andere beleidsdomeinen blijkt dat het kan helpen om sectoren van elkaar te laten leren, en dat zogenoemde koplopers helpen de bewustwording bij anderen te vergroten. Bewustwording kan ook worden vergroot als duidelijk wordt wat niet ingrijpen (niets doen) voor gevolgen kan hebben en wat de aanpak van deze gevolgen kost. Vaak zijn de kosten van niets doen op termijn groter. Dit is een goed argument voor partijen om wel iets te doen en in beweging te komen. Een Nationale Adaptatie Strategie zou zich dan ook niet alleen moeten richten op initiatiefnemers van

Trouw ZATERDAG 13 DECEMBER 2014 9

nederland

Klimaat wijkt voor frisse lucht

Nieuwe milieuplannen Rotterdam verleggen focus van broeikas- naar uitlaatgassen

Niels Markus

Van het betwepelen van de klimaatopwarming naar het bestrijden van roet. Op het oog lijken de groene ambities van Rotterdam een stuk bescheidener dan voorheen. Het nieuwe college tekent minder geld uit voor duurzaamheid, het milieubeleed dient nu vooral één doel: de gezondheid van de Rotterdammers verbeteren. Een stap terug?

Het roer moest om, zegt wethouder duurzaamheid, mobiliteit en haven Fex Langenberg (D66). "Uit nieuwe gegevens blijkt roet veel schadelijker voor de gezondheid dan we tot nu toe aannamen. De Rotterdammer heeft recht op kwalitatief goede lucht." Meer dan de helft van het roet in de binnenstad komt van het autoverkeer. Daarom trekt hij een middel uit de kast, dat de andere grote steden ook steeds meer gebruiken: Rotterdam krijgt een milieuzone, waarin mogelijk ook oude personenauto's worden geweerd.

Opvallend: van Groenlinks tot Leefbaar Rotterdam is er steun voor de milieuplannen. Alleen de VVD spatert tegen. Groenlinks-radicale en voorvechter van schone lucht Arno Romte: "Ik ben erg blij met de richting die de coalitie op wil. Dit is een hele stap vooruit: voorkeuren bij het

CO₂ doet niet meer mee, zegt het Leefbaarheidsadvies, maar het gas wordt wel bestreden als 'bijvangst'. Als auto's minder rijstofd, roet en stikstof uitstoten, nemen ook de CO₂-emissies af. Onder aanvoering van Leefbaar wordt ook het Rotterdam Climate Initiative herschreven. De Jong: "Het bestrijden van CO₂ zal verdwijnen uit de primaire doelstellingen. Het is geen Europees Climate Initiative, maar aan Rotterdamse kll.

TNO: Te stellen

De stelligheid waarmee Milieudefensie concludeert dat het vliegverkeer op Schiphol de levensverwachting van tienduizenden omwonenden bekoort, gaat TNO te ver. Dat zegt onderzoeker Menno Kauken, die tussen maart en mei metingen verrichtte. "Ze zetten onze metingen af tegen lokale oorzaken, maar de vliegtuigen

Laboranten naar Liberia en Sierra Leone

Ongeveer vijftig Nederlandse laboranten gaan in Liberia en Sierra Leone helpen bij de strijd tegen ebola. Dat heeft het kabinet gisteren besloten. De laboranten gaan er bloed van patiënten testen op besmetting met het dodelijke virus. Ze zullen werken vanuit mobiele laboratoria die Nederland heeft betaald en die door het marineschip Karel Doorman naar de West-Afrikaanse landen zijn vervoerd. De man die deze week werd opgenomen in het Rotterdamse Erasmus MC op verdenking van ebola, blijkt niet besmet, niet als vier andere mogelijke ebola-patiënten. (ANP)

Veel topbestuurders onder loonplafond

De meeste topbestuurders in de publieke sector verdienen dit jaar minder dan het nieuwe maximum van 187.000 euro. Ongeveer 5 procent zal erboven: 383 topbestuurders. Zij werken vooral bij woningcorporaties en zorginstellingen. De meeste hiervan vallen onder overgangsrecht. In zeventen gevallen is echter veel salaris uitgekeerd of een te hoge ontslagvergoeding verstrekt. Dit geld wordt teruggevoerd, liet minister Ronald Plasterk (binnenlandse zaken) gisteren weten. (ANP)

De 'G' Gravenrijkswal, een van de vieste straten van Rotterdam. Het college wil de luchtkwaliteit verbeteren. FOTO: ANP

'Gelukkig is het bestrijden van CO₂ geschrapt. Je moet in Rotterdam niet wauwelen over wereldwijde

Rotterdam is wereldwijd een van de iconen van klimaatadaptatie. De gemeentelijke politiek heeft recent in het klimaatbeleid een sterker accent op meekoppelen gelegd. Zij legt nu prioriteit bij de kwaliteit van de lokale leefomgeving. Klimaatadaptatie profiteert daarvan, maar wordt nu minder sterk geprofileerd als doel op zich.

Klimaatverandering en kredietwaardigheid

Ook op mondiaal niveau geldt dat er pas actie komt als het bewustzijn bestaat dat klimaatverandering problemen oplevert, en dat er actie mogelijk is om die problemen te voorkomen of te beperken. Een opvallende ontwikkeling die aan bewustwording een bijdrage kan geven, is dat kredietbeoordelaars klimaatverandering als belangrijk onderwerp agenderen.

‘Klimaatverandering wordt de komende jaren een van de grootste bedreigingen voor de economie en voor de kredietwaardigheid van kwetsbare landen.’ Dat stelt kredietbeoordelaar Standard & Poor’s (S&P 2014). S&P wijst de gevolgen van klimaatverandering aan als, na de vergrijzing, de grootste economische bedreiging voor de komende jaren.

Vietnam, Bangladesh en Senegal zijn volgens S&P het meest kwetsbaar voor de gevolgen van klimaatverandering. Zij zijn erg afhankelijk van hun agrarische productie, die zwaar kan worden geraakt door stormen en overstromingen. Daarbij hebben ze weinig middelen om de kosten hiervan op te vangen.

Luxemburg, Zwitserland en Oostenrijk worden naar verwachting het minst geraakt door het veranderende klimaat en de opwarming van de aarde.

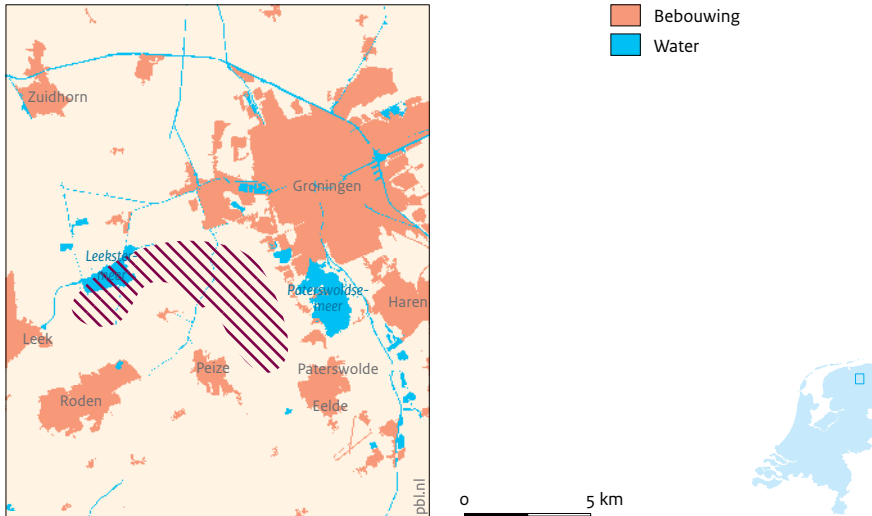
De 20 meest kwetsbare landen zijn volgens S&P allemaal opkomende economieën, terwijl de 20 minst kwetsbare vooral rijkere landen zijn.

De kredietbeoordelaars maakten de lijst op basis van het aantal mensen in een land dat in kustgebieden op minder dan 5 meter boven de zeespiegel leeft, de bijdrage van de agrarische sector in de hele economie en de algehele blootstelling van een land aan de gevolgen van klimaatverandering.

Tot op heden heeft S&P nooit de kredietwaardigheid van een land afgewaardeerd vanwege een natuurramp. Gezien de toename van die rampen kan echter niet worden uitgesloten dat dit in de toekomst wel zal gebeuren. Een lagere rating van bijvoorbeeld S&P kan het voor een land duurder maken om geld te lenen op de financiële markten.

klimaatgeoriënteerde activiteiten, maar ook (of misschien zelfs wel juist) op burgers, bedrijven en maatschappelijke organisaties die hun drijfveren niet ontlene aan klimaatverandering, maar handelen vanuit andere motieven. Dat vraagt een bredere oriëntatie op doelgroepen dan nu gebruikelijk is. Deze vorm van ‘omdenken’ kan helpen om klimaatadaptatie tot een succes te maken. Dit ‘omdenken’ betekent aansluiting zoeken bij onder meer de sociale agenda’s van steden en het coördineren van interstedelijke kennisuitwisseling en leertrajecten, het kennen en selecteren van koplopers, en het monitoren van voortgang. Dat geldt niet alleen in Nederland, maar ook bij de betrokkenheid van Nederlandse bedrijven en onderzoekers bij initiatieven elders op de wereld.

Figuur 6.1
Ligging waterberging de Onlanden



Bron: Topio Smart (Alterra), PBL

In De Onlanden wordt waterberging gecombineerd met natuurontwikkeling, recreatie en verbetering van de waterkwaliteit. De aanpak levert bovendien een kostenbesparing op.

Integraliteit levert maatschappelijke meerwaarde op

Klimaatadaptatieprojecten kunnen een bijdrage leveren aan andere maatschappelijke doelen dan alleen de aanpassing aan klimaatverandering. Dergelijke doelen zijn het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit en de leefomgeving, het bevorderen van de volksgezondheid en behoud en ontwikkeling van natuur. Vooral voor de uitvoering van de Deltabeslissingen gericht op waterveiligheid geldt dat oog voor integraliteit meerwaarde heeft voor andere maatschappelijke doelen (Biesbroek et al. 2014; PBL 2014). Bovendien vergroot een integrale aanpak de kans op innovatieve oplossingen en laten praktijkvoorbeelden zien dat een integrale aanpak de kosten van uitvoering kan drukken.

Bij het project De Onlanden nabij de stad Groningen is dankzij de keuze voor een integrale aanpak in totaal 82 miljoen euro bespaard (figuur 6.1). Het lokale waterschap heeft hier zelfs 115 miljoen euro uitgespaard, vanwege het niet hoeven ophogen van de kaden binnen zijn beheergebied ten behoeve van de veiligheidsnorm 1:100 voor 2015. Er is gekozen voor een multifunctionele oplossing voor het waterbergingsprobleem (Braakhekke et al. 2013). De oplossing

heeft de stad en ommelanden al aantoonbaar drogere voeten opgeleverd. Daarnaast levert het project een belangrijke bijdrage aan natuurontwikkeling, vismigratie, de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water, een robuuste natuurverbindingszone en recreatiemogelijkheden (fiets- en wandelpaden).

Daarnaast levert het project een belangrijke bijdrage aan natuurontwikkeling, vismigratie, de doelstellingen van de Kaderrichtlijn Water, een robuuste natuurverbindingszone en recreatiemogelijkheden (fiets- en wandelpaden).

Een specifiek aandachtspunt voor de Rijksoverheid (en de provincies!) is ervoor te zorgen dat naast de aanpassing aan klimaatadaptatie ook andere collectieve belangen zo goed mogelijk aan hun trekken komen. Het gaat dan bijvoorbeeld om het nastreven van ruimtelijke en milieukwaliteit, behoud en ontwikkeling van natuur, volksgezondheid en openbare veiligheid. We duiden dit aan met het begrip integraliteit (zie kader 'Integraliteit levert maatschappelijke meerwaarde op').

Denken in kansen

Als het gaat over klimaatverandering ligt het accent vaak sterk op risico's en veel minder op kansen. Dat geldt ook in dit rapport en voor de rapporten die in 2014 onder regie van Kennis voor Klimaat zijn gemaakt. Toch zijn er inmiddels, vooral impliciet, heel wat kansen voorbij gekomen. Denk bijvoorbeeld aan de kans op meekoppelen, die we net hierboven hebben belicht. Het gaat erom kansen te zien om bestaande en geplande initiatieven te benutten voor klimaatadaptatie. Initiatieven die daar meestal niet primair op gericht zijn.

Een tweede type kans is het uitdragen van expertise over klimaatadaptatie. Het Nederlandse bedrijfsleven en Nederlandse onderzoeksinstituten staan wereldwijd bekend om hun expertise op het gebied van waterveiligheid. Zeker de integrale aanpak daarvan wordt gewaardeerd. Nederlanders worden gevraagd om te helpen steden, vooral in deltagebieden, 'slimmer' en dus ook klimaatbestendiger te maken (zie Hajer & Dassen 2014).

Ook als het gaat om voedselproductie staan Nederlandse bedrijven en onderzoekers wereldwijd vooraan. Een integrale aanpak, gericht op duurzaamheid (inclusief klimaatadaptatie), kan de Nederlandse bedrijven en onderzoekers een concurrentievoordeel geven.

Ook andere soorten bedrijven kunnen een concurrentievoordeel halen. De bedreigingen die Nederland ondervindt van klimaatverandering zijn zeker reëel, maar de mogelijke impact is in andere landen dikwijls een stuk groter. Een voorbeeld: droogte zal in Nederland leiden tot schade aan landbouwgewassen, maar in regio's in het zuiden van Europa en elders op de wereld zal het effect aanzienlijk groter zijn. Dat betekent kansen



Groen in de stad wordt vaak om andere redenen dan klimaatadaptatie aangelegd. Hier gaat het bijvoorbeeld om stadslandbouw in Amsterdam. Groenvoorzieningen helpen ook bij de aanpassing aan klimaatverandering, zeker als de bodem is bedekt en ook waterpartijen worden aangelegd. Dergelijke kansen zien en grijpen is een van de grootste uitdagingen van klimaatadaptatie. Foto: Bosch Slabbers landschapsarchitecten.

voor de Nederlandse landbouw om een relatief concurrentievoordeel te behalen.

De landbouw is een sector die zich al vaak heeft moeten aanpassen aan allerlei veranderingen, en kan waarschijnlijk ook hier op inspelen.

Naast de landbouwsector kan de energiesector van Nederland een concurrentievoordeel hebben. De fossiele bronnen die Nederlanders gebruiken (aardgas en olie) zijn relatief weinig kwetsbaar voor klimaatverandering. De energievoorziening in andere Europese landen is vaak minder stabiel. Dat kan overigens veranderen als Nederland omschakelt naar een groter aandeel zonne- en windenergie (zie hoofdstuk 4); die zijn gevoeliger voor klimaatverandering.

Klimaatbestendigheid blijkt ook steeds meer een rol te spelen als vestigingsfactor voor bedrijven. Tijdens een van de bijeenkomsten die als onderdeel van het onderzoek 'Publieke en/of private verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie' werden georganiseerd (zie Runhaar et al. 2014), gaf een vertegenwoordiger vanuit de ICT-branche aan dat een van de overwegingen waarom datacentra zich in de omgeving van Amsterdam vestigen het imago van veiligheid tegen overstromingen is. Dat voordeel wordt vooral gezien in vergelijking met Londen en omgeving. Ook bij het besluit van Google om een datacentrum te bouwen in de Eemshaven speelt klimaatbestendigheid een rol. Google is niet de enige techgigant die in Nederland een datacentrum bouwt. Microsoft strijkt neer in het Noord-Hollandse Middenmeer.

En dan is er natuurlijk nog een kans: het benutten van de positieve effecten die rechtstreeks voortvloeien uit klimaatverandering. We zijn hier in hoofdstuk 3 al op ingegaan. Als het in Nederland warmer wordt, wordt het groeiseizoen voor land- en tuinbouwgewassen langer. Ook kunnen hier dan andere soorten gewassen worden verbouwd. Ook wordt Nederland aantrekkelijker voor toeristen. Bedrijven zullen deze kansen waarschijnlijk gaan benutten.

Verandermomenten benutten: verbinden van korte en lange termijn

Wil de overheid met klimaatmaatregelen aansluiten bij andere ontwikkelingen en sectoren, dan moet niet alleen naar de korte termijn worden gekeken, zoals het benutten van technologische ontwikkelingen (die meestal een korte omlooptijd



*Datacentrum Google in aanbouw. De zoekgigant kiest voor het gebied omdat het door de beschikbaarheid van energie en de goede infrastructuur aantrekkelijk is. Ook het Nederlandse klimaat speelt mee.
Foto: Hollandse Hoogte/Kick Smeets Fotografie*

hebben). Juist vanwege het langetermijnkarakter van de klimaatproblematiek is ook bezinning nodig op systeemniveau (zie ook hoofdstuk 5). Een voorbeeld is stedelijke herinrichting. Dat is een zaak van lange adem. Worden er nu plannen ontwikkeld voor nieuwbouw of herinrichting, bijvoorbeeld vanuit sociale motieven, dan is het zaak om daar nu op in te spelen en de stad minder gevoelig voor hittestress te maken. Gebeurt dat nu niet, dan komt de volgende kans pas over tientallen jaren. In de tussentijd moeten bij hittegolven ad hoc-maatregelen worden getroffen, met een grote kans dat die samen meer kosten dan nu meekoppelen. Anderzijds moet worden vermeden dat nu maatregelen worden getroffen, waarvan later blijkt dat die onnodig nieuwe ontwikkelingen belemmeren, het zogenoemde 'lock-in effect'.

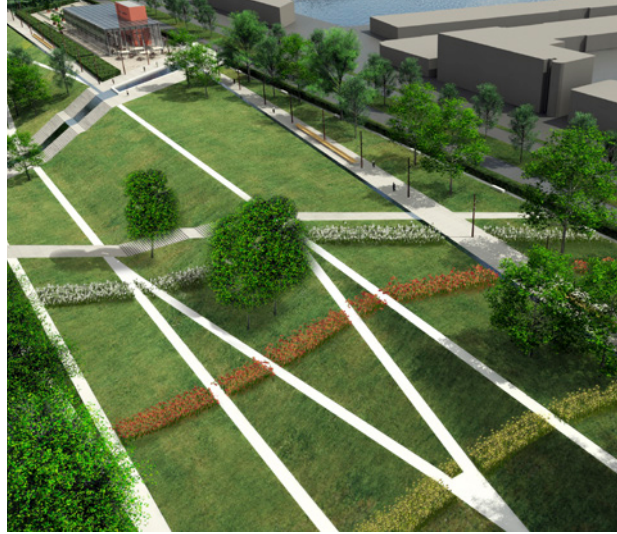
Een dilemma dat in het verlengde hiervan ligt, wordt veroorzaakt door de gerichtheid op efficiëntie, waarbij winstgevendheid op de korte termijn dikwijls richtinggevend is. Deze gerichtheid, die mede is ingegeven door de privatiseringsgolf van de afgelopen decennia, gaat ten koste van de robuustheid van voorzieningen. Onder robuustheid verstaan we in dit verband vanzelfsprekend ook klimaatbestendigheid. Deze langetermijnfactor in combinatie met het belang van een robuust bestuurlijk systeem, dat niet faalt bij grote klimaatimpacts, suggereert een actieve en voorttrekkende rol voor de Rijksoverheid. Nationale overheden zijn in staat schaalvoordelen te halen door te coördineren op nationale schaal, en bovendien de middelen te genereren om grote infrastructurele projecten uit te voeren. Het succes van de Deltawerken is daarvan wellicht de beste illustratie. Het veel recentere Deltaprogramma, met de centrale verbindingsrol van een Deltacommissaris, en niet te vergeten het Deltafonds dat op afstand is gezet van de vierjarige politieke cycli, biedt ook veel perspectief. Niet alleen zijn de nationale veiligheidsbelangen gewaarborgd via een Rijksoverheid met voldoende constitutioneel mandaat, er is ook een coördinator aangewezen om lokale kortetermijnbelangen te verbinden aan nationale langetermijnambities. Via het Deltafonds en de Deltawet zijn de middelen voor de uitvoering van deze ambitie ook nog eens gegarandeerd en zullen nationale waterveiligheidswaardes ondanks mogelijke tegenslagen niet in gevaar komen.



Moderne kustversterking bij de Hondsbossche Zeewering. Samenwerking tussen overheden en maatschappelijke organisaties heeft geleid tot een plan dat niet alleen de waterveiligheid ten goede komt, maar ook andere belangen, zoals natuur en recreatie. Foto: Hollandse Hoogte/Siebe Swart

Internationaal veranderende bestuurlijke context; de Rijksoverheid stuurt slimmer

Niet alleen in Nederland, maar ook in internationale samenwerkingsverbanden is er een trend van fragmentering en versmelting (WRR 2010). Sowieso kenmerkt internationaal bestuur van grensoverschrijdende publieke goederen zich door de afwezigheid van een centrale sturing of wereldregering, en hangt de effectiviteit van dit bestuur voor een groot deel af van de kwaliteit van bilaterale en multilaterale samenwerkingsverbanden. Daarbij komt dat door de toename aan internationaal opererende bedrijven, maatschappelijke organisaties, nieuwsmedia en kennisnetwerken, en het belang van wat zij doen voor maatschappelijke adaptatie, de noodzaak tot samenwerking met deze partijen in internationaal perspectief alleen maar is toegenomen. Actieve deelname in deze netwerken is voor nationale overheden noodzaak, willen zij hun collectieve taken, zoals klimaatadaptatie, ook internationaal tot hun recht laten komen en er nationaal van kunnen profiteren. Het idee dat vanuit een nationale soevereine cockpit op grensoverschrijdende klimaateffecten geanticipeerd kan worden, is dan ook achterhaald. Overheden die expliciet dan wel impliciet de boodschap van controleerbaarheid verkondigen, zullen vroeg of laat geconfronteerd worden met maatschappelijke teneurstelling en afnemend vertrouwen. Daarbij is het zaak voor een Rijksoverheid slim te sturen via de beschikbare internationale netwerken en zo de juiste vakmensen op de juiste internationale plekken te krijgen, bijvoorbeeld via vakministeries die specifieke kennis hebben en zich zo binnen specifieke internationale netwerken onmisbaar kunnen maken en indirecte sturingsmogelijkheden krijgen (WRR 2010).



Vooraf bij ontwikkelingen met een lange ‘omlooptijd’, zoals stedelijke vernieuwing, loont het de moeite klimaatmaatregelen gelijk mee te nemen. Het Dakpark Rotterdam is hier een voorbeeld van. Het park is aangelegd op een voormalig rangeerterrein in Rotterdam-West en is acht hectare groot. Het park is vooral gerealiseerd om de sociale cohesie in dit deel van Rotterdam te versterken. Er is veel ruimte voor de wijkbewoners om elkaar te ontmoeten en te recreëren. Het groen in het park levert tegelijkertijd een belangrijke bijdrage aan de aanpassing aan klimaatverandering doordat het hitte dempt en bij extreme regenbuien water vasthoudt (zie ook www.nederlandwordtanders.nl/projecten/dakpark-rotterdam/).

Foto: Hollandse Hoogte/Corbis; artist impression: Buro Sant en Co

Klimaataanpassing op regionaal en lokaal niveau

Op veel plekken in Nederland nemen bedrijven, burgers en overheden het initiatief om hun leefomgeving aan te passen aan klimaatverandering. Sommige initiatieven zijn specifiek gericht op de aanpassing aan klimaatverandering. Zo'n initiatief doet zich voor in het havengebied van Amsterdam. Dit voorbeeld laat zien dat bewustwording, het nemen van verantwoordelijkheid en actie elkaar snel kunnen opvolgen als er een daadkrachtige initiatiefnemer is.

Dikwijls zijn drijfveren voor initiatieven die zich richten op de leefomgeving niet (alleen) gericht op aanpassing aan klimaatverandering, maar kennen zij een andere aanleiding waar later blijkt dat ook aanpassing aan klimaatverandering een belangrijk effect is. Zo'n initiatief speelt zich af in het Soesterkwartier in Amersfoort.

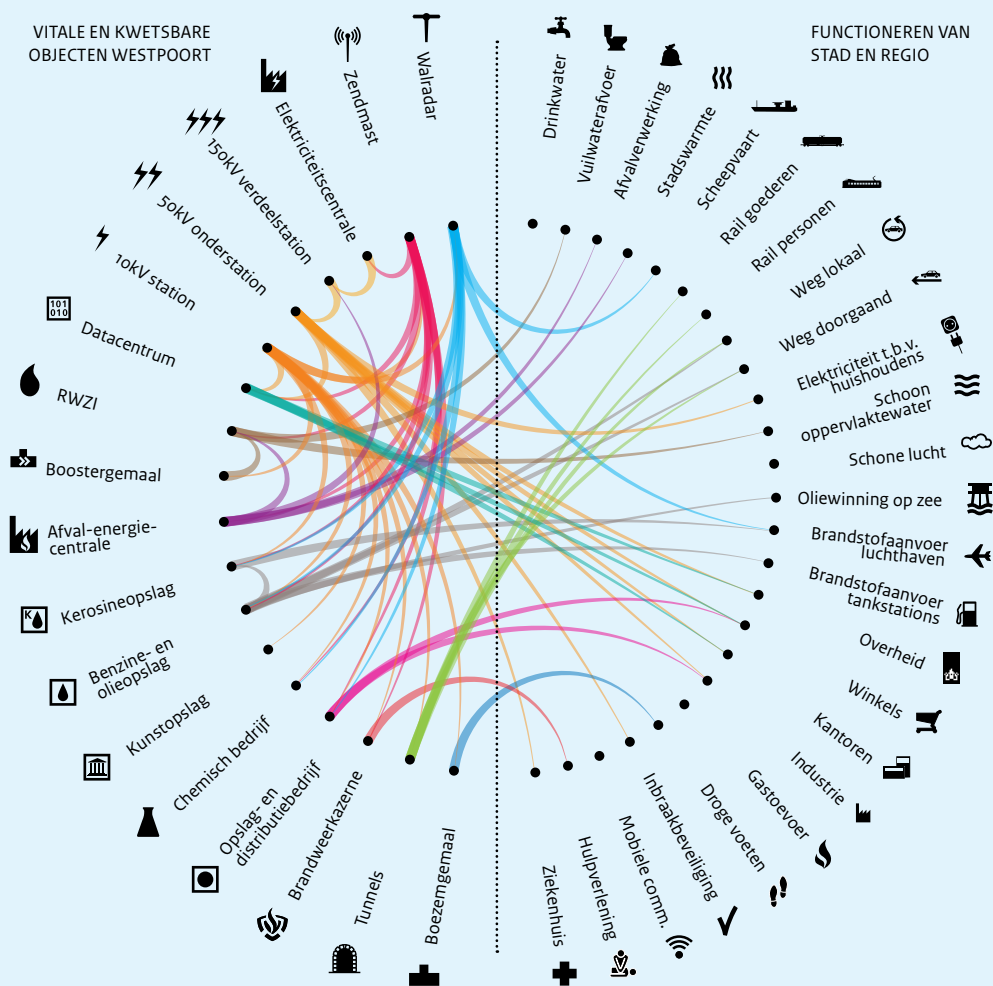
Er zijn nog veel meer voorbeelden die laten zien hoe de energieke samenleving betrokken is bij het aanpassen van Nederland aan klimaatverandering (zie KvK 2010; KvK 2014a en b; Innovation Booster 2015). Een actueel overzicht is te vinden op het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie (www.ruimtelijkeadaptatie.nl).

Westpoort: het begint met bewustwording

Westpoort is het havengebied van Amsterdam. Het havengebied herbergt een groot aantal vitale en kwetsbare functies die van cruciaal belang zijn voor het functioneren van de stad Amsterdam en haar omgeving. Op wereldschaal is het de grootste benzine- en cacaohaven. Vanuit de haven wordt Schiphol via een pijpleiding van kerosine voorzien. Voor de stad zijn de elektriciteitscentrale en de schakelstations die er staan belangrijk, evenals de afvalwaterzuivering. Het havengebied bevat ook een groot aantal risicovolle bedrijven met een kans op verspreiding van gevaarlijke stoffen bij een calamiteit. Daarnaast is het gebied rondom station Sloterdijk als internethub aantrekkelijk voor de vestiging van diverse datacentra.

Bij een dijkdoorbraak van de Lekdijk of IJmuiden loopt het gebied onder water. In een pilot in samenwerking met Deltaprogramma Nieuwbouw en Herstructurering is duidelijk geworden dat de bedrijven zich nauwelijks van het risico bewust zijn. De gevolgen van een overstroming blijken echter zeer groot te zijn. Een veel groter gebied raakt ontwricht door de keteneffecten die optreden.

Figuur i.4
Keteneffecten in Westpoort en de regio



Bron: MUST stedenbouw 2014

In het havengebied Westpoort bevinden zich veel vitale en kwetsbare objecten. Uitval van het ene object kan een cascade aan effecten via andere objecten veroorzaken en belangrijke consequenties hebben voor het functioneren van stad en regio.

Waterexpertise, ruimtelijke ordening en bestuurlijke competenties komen samen

In het advies van de Deltacommissie onder leiding van Veerman (2009) was de Amsterdamse regio niet goed meegenomen. Om de regiobelangen goed in beeld te krijgen en beter op de kaart te zetten in het hierop volgend Nationaal Deltaprogramma, hebben de gemeente Amsterdam en het waterschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) er bewust voor gekozen na het uitkomen van het advies van de Commissie Veerman in 2009 proactief te handelen. De gemeente en het waterschap wilden met deze aanpak zelf bepalen waar de eigen opgave en verantwoordelijkheid liggen én voorkomen dat andere partijen besluiten zouden nemen over de regio zonder hier zelf een goede inbreng in te kunnen leveren. Door het gezamenlijk optrekken van gemeente en waterschap zijn expertise op het vlak van water en ruimtelijke ordening goed gecombineerd.

Direct na het uitkomen van het advies van Veerman zijn factsheets opgesteld over de water- en ruimtelijke opgaven in de regio. Daarbij kwamen ook blinde vlekken aan het licht, bijvoorbeeld ten aanzien van de waterveiligheid, met vragen als 'Hoe veilig zijn we nu eigenlijk in Amsterdam als je al de verschillende overstromingsscenario's combineert?'. De eerste conclusies met betrekking tot uit te werken opgaven zijn opgenomen in onder meer de structuurvisie Amsterdam (2011).

Bij de start van het nationaal Deltaprogramma had de regio Amsterdam geen duidelijke plek gekregen, maar lag op de rand van een aantal verschillende deelprogramma's van het deltaprogramma. Eigen kennisontwikkeling, proactieve samenwerking met deze deelprogramma's en een reeks pilots in samenwerking met het deltaprogramma gaven gezicht aan de deltaopgave van de Amsterdamse Regio.

De Deltacommissaris was er daarmee dan ook van te overtuigen dat de regio Amsterdam een opgave heeft als een van de overgangsgebieden in Nederland waar meerdere opgaven bij elkaar komen. Hij heeft gezorgd voor de aantakking van de regio aan het Deltaprogramma, middels het geven van een opdracht voor het opstellen van de Deltastrategie regio Amsterdam.

In deze Deltastrategie Regio Amsterdam is door een regionaal samenwerkingsverband van gemeente Amsterdam, Waterschap AGV en andere waterschappen, de provincie en Rijkswaterstaat en het deltaprogramma een strategie opgesteld voor de belangrijkste wateropgaven in de regio, waaronder op het vlak van waterveiligheid. Hierin is geconcludeerd dat de 'voordeuren' (Ijmuiden, Lekdijk en Markermeerdijk) de meest effectieve bescherming bieden tegen overstromingen. Maar daarnaast wordt in deze Deltastrategie nadrukkelijk aanvullend ingezet op een waterrobuuste inrichting van vitale infrastructuur en kwetsbare objecten, gezien de grote economische schade en maatschappelijke ontwrichting die optreedt bij een mogelijke overstroming. Door kennis uit te wisselen met andere steden, zoals New York, en de pilot Waterbestendig Westpoort is beter inzicht ontstaan in wat er allemaal mis kan gaan en de keteneffecten die optreden.



Links: het haventerrein Westpoort. Foto: gemeente Amsterdam.

Rechts: oefenen met eenvoudige oplossingen. Een artist impression van het plaatsen van wegmarkeringen, zodat bedrijven bereikbaar blijven voor vrachtwagens. Foto: Must Stedebouw.

Het gezamenlijk werken aan programma's door regionale partijen en de verschillende deelprogramma's van het Deltaprogramma heeft goed gewerkt in de gemeenschappelijke begripsvorming en kennisontwikkeling rondom de verschillende opgaven die in de regio Amsterdam liggen. De regionale partijen hebben elkaar gesteund bij de inbreng in het Deltaprogramma. Daarnaast is de opgave om tot een klimaatrobuuste inrichting te komen de afgelopen jaren bij steeds meer partijen beleidsmatig verankerd. De volgende stap is nu de vertaling naar concrete maatregelen. Gemeente en waterschap verwachten dat die stap snel zal worden gezet.

Brede coalitie opent poort naar de toekomst

Voor het vervolg op de pilot Westpoort is inmiddels een samenwerkingsverband gevormd van gemeente, waterschap, Havenbedrijf Amsterdam, Ministerie van IenM, Provincie Noord-Holland, Veiligheidsregio Amsterdam-Amstelland, Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied, Rijkswaterstaat West-Nederland Noord en VU. Hierin wordt onderzocht hoe voor Westpoort de klimaatrobuuste inrichting het beste gerealiseerd kan worden. Hierbij wordt aandacht besteed aan de werking van de effectketens, de governance en mogelijke financieringsmodellen. Er wordt vooral ingezet op meekoppelkansen bij ontwikkelingen in het gebied. In de aanpak is zowel aandacht voor de korte termijn, die met name is gericht op verbetering van de crisisbeheersing als de lange termijn, waarin het accent ligt op ruimtelijke inrichting.

Westpoort dient daarbij als voorbeeld voor de regio en moet uiteindelijk leiden tot een adaptatiestrategie vitale infrastructuur en kwetsbare objecten voor Amsterdam. Tegelijkertijd is het een nationaal voorbeeldproject waarin wordt onderzocht hoe aanvullend op de sectorale benadering van de vakdepartementen een gebiedsgerichte aanpak kan bijdragen aan een betere bescherming van vitale functies tegen overstromingen.

Ook de Rijksoverheid heeft een rol in het voorbeeld van Westpoort, via de cofinanciering van pilots.

Energiek Soesterkwartier: diverse drijfveren om tot actie te komen

In de Amersfoortse wijk Soesterkwartier zijn sinds 2010 ongeveer vijftig wijkbewoners op vrijwillige basis actief om de wijk te verduurzamen. In deze voormalige arbeiderswijk met ruim 11.000 inwoners zijn vooral eigenhuisbezitters actief (geweest) om gezamenlijk maatregelen te treffen voor een lagere energierekening en een duurzamere en klimaatbestendige leefomgeving. In korte tijd is veel gerealiseerd: 200 huizen geïsoleerd; deelauto's beschikbaar gesteld, waarvan één elektrisch; een basisschool voorzien van 70 zonnepanelen, waar bewoners en de huisartsenpost aandeelhouders van zijn. Wat betreft de aanpassing aan klimaatverandering is vooral het project Woonwerkplaats Soesterhof interessant. Dit is een nieuw te bouwen buurt voor ongeveer veertig gezinnen waarbij wordt ingezet op duurzaamheid in de breedste zin van het woord. Het gaat om het toepassen van duurzame materialen, het realiseren van duurzame energievoorzieningen en het scheppen van een groene, prettige woonomgeving. En: het gaat om het beperken van de mogelijke gevolgen van klimaatverandering. De wijk krijgt namelijk te maken met een verhoogde piekwaterafvoer vanaf de Utrechtse Heuvelrug naar de rivier de Eem. Aan de hand van de Klimaat-effectatlas Provincie Utrecht is bekeken welke maatregelen kunnen worden getroffen om de waterafvoer naar andere delen van de wijk te stroomlijnen en te vertragen tijdens piekbuien.

Burgers organiseren zichzelf en profiteren van hun acties

Een vruchtbaar element bij het realiseren van de collectieve maatregelen is het concept van de Straatambassadeur. Deze persoon nodigt per straat of buurt de bewoners uit om onder het genot van een kop koffie energierekeningen, offertes en ander materiaal uit te wisselen. De gedachte daarbij is dat gezamenlijk investeren minder tijd en geld kost dan op individuele basis.

De Vereniging Duurzaam Soesterkwartier (www.duurzaamsoesterkwartier.nl) faciliteert deze processen. De Vereniging doet dat door mensen, middelen en kennis in te zetten. Het gaat daarbij niet om financiële middelen; de Vereniging wil geen geld in kas. Die keuze maakt het werken transparant en bevordert de creativiteit. Er lopen inmiddels diverse succesvolle projecten, geleid door bewoners uit de wijk, waarbij tientallen wijkbewoners bijdragen als kennisleverancier, ervaringsdeskundige, meedenker, procesmanager of gastvrouw/heer van vergaderruimte.

In de loop der tijd is een bijkomend succes gebleken dat de gezamenlijke duurzaamheidsactiviteiten de sociale cohesie in de wijk versterken. Niet alleen tussen eigenaren van koopwoningen maar ook met de huurders die zich veelal achtergesteld voelen. Daaruit zijn ook weer nieuwe projecten geboren zoals De Goeie Buur en de Wijkeconomie: een veelomvattend project waarbij burgers, ambtenaren en medewerkers van welzijnsinstellingen en een woningcorporatie samenwerken om



Links: schetsontwerp Soesterhof 2013. In het ontwerp ligt een sterke nadruk op groen, mede met het oog op klimaatadaptatie.

Illustratie: Bewonersvereniging Soesterhof

Rechts: minister Plasterk van BZK op bezoek in het Soesterkwartier om burgerparticipatie in de praktijk te zien.

Foto: Vereniging Duurzaam Soesterkwartier

mensen die werkzoekend of arbeidsongeschikt zijn in te zetten om relatief kleine klussen in de wijk uit te voeren.

De overheid participeert

‘De gemeente Amersfoort was eerst behoudend en werkte soms vertragend’, zo vertelt Fokke de Jong van Vereniging Duurzaam Soesterkwartier. ‘Maar nadat een aantal ambtenaren de ontwikkelingen in de wijk aanschouwden en later de samenstelling van het college van B&W veranderde, is de gemeente helemaal om: bevorder duurzaamheid en burgerparticipatie. Het onderwerp staat op de agenda, bij vergaderingen met fracties en ambtenaren. Niet op het stadhuis maar in de wijk. En de boodschap naar de burger is: bel of mail ons wanneer je met problemen zit.

Waar wij trots op zijn is dat de gemeente onze ‘concepten’ adopteert en uitrolt over andere wijken; dat bevordert het enthousiasme en stimuleert andere activiteiten. De gemeente ondersteunt en stimuleert de projecten, bijvoorbeeld door het faciliteren van grote bewonersbijeenkomsten en het inschakelen van juridische experts en andere deskundigen. Belangrijk is dat de gemeente de inbreng van de actieve burger serieus neemt, de waarde inziet van de samenwerking met burgergroepen en trots is op deze interactie. Ideeën en plannen afkomstig van burgers hebben veelal een breed draagvlak. Door goed te kijken naar waar de inzet van burgers kan bijdragen aan de gemeentepannen kunnen bewoners een belangrijke bijdrage leveren aan de duurzaamheid van hun eigen wijk.

De provincie Utrecht is warm voorstander van de duurzame buurt Soesterhof. De Rijksoverheid zou projecten als het onze een stimulans kunnen geven. Dat geldt in het bijzonder voor wet- en regelgeving die belemmerend is voor een aantal uit te voeren activiteiten. Door de hoge belasting op productieoverschot en op het transport van energie was het oprichten van een lokale coöperatie niet mogelijk. De organisatie Platform31 kijkt nu mee in het project Wijkeconomie om helder te krijgen welke maatregelen beperkend zijn bij dit soort initiatieven.’

(Vereniging Duurzaam Soesterkwartier; www.duurzaamsoesterkwartier.nl).

Aanpassen met nationale allure

Klimaatverandering, en dus ook de aanpassing daaraan, uit zich op alle schaalniveaus: van lokaal tot mondiaal. Op elk schaalniveau kunnen, zoals we ook in het vorige hoofdstuk al lieten zien, veel partijen een rol spelen: bedrijven, maatschappelijke organisaties, overheden en burgers. Soms ligt een sectorale aanpak voor de hand, in andere gevallen is een sector overstijgende aanpak effectiever. De rollen van de diverse partijen verschillen; dat geldt ook voor de rol van de rijksoverheid. We lichten dit toe aan de hand van een aantal voorbeelden.

Nationale vitale infrastructuur: prominente rol voor Rijksoverheid

Tot de nationale hoofdinfrastructuur rekenen we onder meer de waterveiligheids-, energie-, ICT- en transportinfrastructuur. In de vorige hoofdstukken hebben we gezien dat uitval van een van deze voorzieningen maatschappelijke ontwrichting tot gevolg kan hebben. Dergelijke risico's bevinden zich in de bovenste helft van de risicotabellen (zie hoofdstuk 3). In de toekomst wordt het risico van cascade-effecten nog groter vanwege het toenemende belang van energie-infrastructuur voor de andere infrastructuren (zie hoofdstuk 4).

Het beperken van dergelijke risico's is het meest effectief met een combinatie van drie strategieën:

- Beperken van klimaatverandering. Dat betekent een bijdrage blijven leveren aan klimaatmitigatie. Des te succesvoller dit is, des te geringer de inspanning voor klimaatadaptatie hoeft te zijn.
- Anticiperen op maatschappelijke veranderingen. Dat betekent bijvoorbeeld zorgen voor voldoende opslagcapaciteit van elektriciteit om pieken en dalen te kunnen opvangen. Die zullen zich vaker gaan voordoen als wind- en zonne-energie een groter aandeel krijgen in het energiepakket.
- Benutten van bestuurlijke veranderingen. Dat betekent in het geval van elektriciteitsproductie bijvoorbeeld zorgen voor meer redundantie op Europese schaal en anderzijds het inspelen op decentrale elektriciteitsproductie.

De verantwoordelijkheid voor het optimaal functioneren van de nationale hoofdinfrastructuur ligt bij de Rijksoverheid. Dat betekent niet dat de uitvoering ook door de Rijksoverheid moet gebeuren. Integendeel, andere partijen zijn daar veel beter voor toegerust. Dat geldt bijvoorbeeld voor ICT-, energie- en transportbedrijven. Het Rijk zorgt wel voor de randvoorwaarden, onder meer via wet- en regelgeving en het stellen van normen. Wat betreft de ICT-wereld functioneert dat goed, zeker als de regelgeving die de zorgplicht van ICT-diensten regelt, is uitgebreid naar datacenters (Runhaar et al. 2014). Indien onvoldoende voortgang wordt gemonitord in het nemen van adaptatiemaatregelen, kan de verantwoordelijkheid hiervoor in wetgeving worden geëxpliciteerd. Deze keuze is niet direct in lijn met de vigerende ideologie van deregulering en minder gedetailleerde omgevingswetgeving, maar zal naar verwachting bijdragen aan het 'klimaatbestendig' maken van vitale infrastructuren (Runhaar et al. 2014).

Een specifiek aandachtspunt is het optreden van cascade-effecten, vooral als de levering van elektriciteit of ICT-diensten op bovenlokale schaal uitvalt. Dan kan de schade snel in de honderden miljoenen lopen en het dagelijks leven van honderdduizenden mensen dagenlang worden verstoord. Het is dan ook belangrijk om deze risico's goed in kaart te brengen en daarbij ook rekening te houden met maatschappelijke, sociaaleconomische en technologische ontwikkelingen. Een eerste aanzet is gedaan in dit rapport (hoofdstuk 3). Naast het in kaart brengen van de risico's (de adaptatieopgave) is het ook belangrijk om inzicht te verwerven in de adaptatiecapaciteit van betrokken partijen (bedrijven, overheden). De Rijksoverheid kan ook helpen meer particulieren en bedrijven bewust te maken van klimaatrisico's, zodat zij zelf verantwoordelijkheid kunnen nemen voor adaptatie aan klimaatverandering. Ook doet ze er goed aan om regelmatig te monitoren of het verschil tussen opgave en capaciteit, het adaptatie-deficiet, in de loop der tijd kleiner wordt. Belangrijker nog is de taak om tijdig in te spelen op verandermomenten die zich voordoen (zie het vorige hoofdstuk). En tot de rol van de Rijksoverheid hoort, waar nodig, het zorgen voor bovennationale afstemming, in het bijzonder op Europese schaal (zie het intermezzo 'Europese netwerken').

Gebiedsgerichte aanpak: aandacht voor integraliteit

In het intermezzo 'Klimaataanpassing op regionaal en lokaal niveau' geven we een voorbeeld van klimaatadaptatie in het havengebied Westpoort van Amsterdam. Waar dat nodig is worden maatregelen getroffen die direct de klimaatbestendigheid vergroten. Waar uitstel mogelijk is wordt ingespeeld op reguliere verandermomenten, zoals onderhouds- en vervangingsprogramma's. Dit vanuit de gedachte dat tijdige investeringen kosten op de lange termijn kunnen voorkomen. Naast het voorbeeld van Westpoort zijn er tal van andere voorbeelden die een enthousiaste en effectieve aanpak op gebiedsniveau illustreren. Zo zijn onder regie van Kennis voor Klimaat diverse regionale strategieën voor klimaatadaptatie uitgewerkt (zie www.kennisvoorklimaat.nl/ onderzoeksprogramma/optiesregionaleadaptatiestrategieën).

Een belangrijke voorwaarde in een gebiedsgericht arrangement zoals dat hier wordt beschreven, is dat een partij de verantwoordelijkheid op zich neemt en, misschien nog belangrijker, van andere partijen de ruimte krijgt om de regie te voeren op klimaat-aanpassing. In het voorbeeld van Westpoort zijn het waterschap AGV en de gemeente Amsterdam die de verantwoordelijkheid hebben genomen om met klimaatadaptatie aan de slag te gaan. Een van de belangrijkste rollen van de trekkende partij is de energie die in de samenleving borrelt, aan te boren en tot een daadkrachtige coalitie te komen. De rol van de Rijksoverheid in gebiedsgerichte arrangementen is in de eerste plaats kennis die in een bepaald gebied wordt opgedaan toegankelijk maken voor andere gebieden en actoren. Daarbij hoort eveneens het stimuleren van kennisinstellingen om hun expertise in te zetten bij het ondersteunen van transformatieprocessen. In de tweede plaats is het een taak om ook ruimte te geven voor het experimenteren met innovaties en, waar nodig, flexibilisering van wet- en regelgeving. In bestaande wetgeving worden klimaatrisico's niet expliciet benoemd (Runhaar et al. 2014). Wellicht kan klimaatbewust handelen een plek krijgen in lopende en toekomstige ontwikkelingen in wet- en regelgeving. Ook bij het hanteren van normen zou klimaatverandering meer aandacht kunnen krijgen. Momenteel lopen in de waterstaatswereld al initiatieven om in normering meer rekening te houden met klimaatbestendigheid.

Sectorarrangement: gedegen bewaking en coördinatie van koersen en integraliteit

Niet alleen tussen sectoren, maar ook binnen sectoren kan een intensievere samenwerking vruchten afwerpen bij de aanpassing aan klimaatverandering. Een voorbeeld is de logistieke keten in de transportsector. Tot nu toe worden risico's en kansen van klimaatverandering vooral per modaliteit (binnenvaart, transport over de weg, spoorwegvervoer) benaderd. Bij uitval van een van die modaliteiten wordt het steeds lastiger om over te schakelen naar een andere modaliteit. Dat geldt in het bijzonder voor de binnenvaart wanneer deze sector meerdere dagen of langer wordt belemmerd door een laag waterpeil of gestremd door een te hoog waterpeil (iets wat overigens zeer zelden voorkomt) in de grote rivieren. Bovendien wordt de kwetsbaarheid van de afnemers van goederen steeds groter, onder meer door een steeds verdergaande beperking van de voorraadvorming.

Een integrale benadering van klimaataanpassing door naar de totale logistieke keten te kijken, zou dan ook meerwaarde hebben. De identificatie van knelpunten en redundanties in ketens en netwerken kan een startpunt zijn van zo een benadering.

De Rijksoverheid kan kwetsbare sectoren bewuster maken van de mogelijke impact van klimaatverandering en de mogelijkheden die de verschillende partijen hebben om actie te ondernemen. In het bijzonder gaat het daarbij om bewustwording en monitoring van



Als de binnenvaart gestremd wordt, bijvoorbeeld door hoog of extreem laag water, dan is het momenteel bijzonder lastig om die transportfunctie te laten overnemen door een andere modaliteit, zoals vervoer per spoor.

Foto: Hollandse Hoogte/Gerlo Beernink

de (groeïende) onderlinge afhankelijkheid van sectoren en daarmee het risico van verstrekende cascade-effecten.

Naast een coördinerende rol in een energieke maatschappelijke context kan de overheid ook koersen uitzetten, nationale belangen behartigen en integraliteit bewaken. Zo zou de Rijksoverheid samen met een aantal cruciale en voor klimaatverandering kwetsbare sectoren adaptatiestrategieën kunnen opstellen. Ondanks dat vanuit de Rijksoverheid het verantwoordelijke vakdepartement het eerst aangewezen aanspreekpunt zou zijn voor de formulering van dergelijke strategieën, is een intensieve afstemming tussen departementen essentieel. Dat wordt des te noodzakelijker naarmate de verknoping tussen vitale sectoren intensiever wordt.

Internationale aanpak: klimaatadaptatie logisch onderdeel duurzaamheidsdenken

Wereldwijde activiteiten van het Nederlandse bedrijfsleven en wetenschappelijke instellingen krijgen veel erkenning. Het gaat daarbij vooral om projecten gericht op de combinatie van water en voedsel en klimaatbestendige steden (in het bijzonder in deltaregio's). Ook hier speelt integraliteit weer een belangrijke rol. Juist het accent op duurzaamheid en ruimtelijke kwaliteit levert wereldwijd erkenning op. Het vergroten van de veerkracht in andere landen levert Nederland niet alleen geld op, het verlaagt ook de kwetsbaarheid van Nederlandse bedrijven die voor hun grondstoffen of afzetmarkt van deze landen afhankelijk zijn.

Risico's voor de Nederlandse handel kunnen worden beperkt door inzicht te verwerven in de totale aanvoerketen, en voor regio's die voor de Nederlandse handel van belang zijn in kaart te brengen hoe de gevolgen van klimaatverandering kunnen doorwerken in de leveringszekerheid van grondstoffen, producten en diensten. Dit kan door het bedrijfsleven, maatschappelijke organisaties en de Rijksoverheid worden opgepakt. Koplopers onder het Nederlandse bedrijfsleven richten zich op internationaal maatschappelijk verantwoord ondernemen. Daar kan aanpassing aan klimaatverandering nadrukkelijker deel van uitmaken. Hier ligt ook een taak voor de Rijksoverheid om dat te bevorderen en ook de niet-koplopers in de bedrijfswereld te verleiden om aandacht te besteden aan klimaatadaptatie.



Klimaatverandering is een extra factor bij het ontstaan en verergeren van conflicten elders op de wereld. Er zal vaker op Nederland een beroep worden gedaan om humanitaire hulp te bieden.
Foto: Thinkstock

Een van de initiatieven die wereldwijd een bijdrage kunnen leveren aan klimaatbestendigheid, is 'klimaatslimme landbouw'. Nederland is een aanjager van dit initiatief. Klimaatslimme landbouw koppelt hoge productiviteit aan weerbaarheid tegen klimaatverandering en vermindering van de uitstoot van broeikasgassen. Op de Klimaatop in New York in september 2014 is daartoe de Global Alliance for Climate Smart Agriculture gelanceerd die een sleutelrol gaat vervullen in de ontwikkeling van klimaatslimme landbouwpraktijken. De Alliance moet fungeren als een platform waarin wisselende combinaties van leden activiteiten gaan opzetten om klimaatslimme landbouw in de praktijk te brengen. Belangrijk uitgangspunt is goed basismateriaal, zoals zaden, voor gebruik door boeren ter plaatse. Door Nederland wordt hiervoor de Access to Seeds Index ontwikkeld. Ook wordt nadrukkelijk naar actieve inbreng van het landbouwbedrijfsleven gezocht in het opzetten van privaat-publieke partnerschappen en het klimaatslim investeren in alle schakels van de voedselketen. Het geheel wordt ondersteund door intensieve samenwerking in kennisontwikkeling en -verspreiding in de Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases.

In het buitenlandse beleid voor ontwikkelingssamenwerking zijn de thema's water en voedsel speerpunten. Dit zijn ook de sectoren waar klimaatverandering veel impact heeft. Als klimaatadaptatie nog explicieter in het buitenlandse beleid en ook rond veiligheid en handel wordt opgenomen, zou de effectiviteit van het beleid groter worden. Nederland stimuleert via internationale organisaties dat naast klimaatmitigatie ook klimaatadaptatie meer aandacht krijgt, bijvoorbeeld door het bepleiten van adaptatiegelden voor ontwikkelingslanden in het nieuwe klimaatverdrag (Parijs 2015). Extra waakzaamheid is ook nodig op het terrein van internationale veiligheid. Sluimerende conflicten, zoals rond de beschikbaarheid van landbouwgrond en water, en spanningen rond de rechten over nieuw ontsloten grondstoffen kunnen door klimaatverandering worden aangewakkerd. De effecten van klimaatverandering op bijvoorbeeld misoogsten en de versterking van bestaande lokale en regionale spanningen kunnen bijdragen aan een toename van migratie en regionale instabiliteit en kunnen regionaal een grote impact hebben. Of klimaatverandering zal leiden tot meer migratie naar Nederland is echter onduidelijk. Tot nu toe zijn hier geen aanwijzingen voor. Het is waarschijnlijker dat klimaatgerelateerde migratie zal leiden tot een stijgende vraag naar opvang in andere regio's.

Nemen conflicten en natuurrampen toe, dan wordt de behoefte om humanitaire hulp groter. Ook Nederland zal daar op worden aangesproken.

Om de Nederlandse belangen te bewaken in dit mondiale klimaatadaptatie-perspectief is het voor een klein land als Nederland van belang dat het zijn invloed vooral laat gelden via zijn specifieke kennis en deskundigheid. Hier zou een speciale rol voor vakministeries kunnen liggen die Nederland vertegenwoordigen in het buitenland.

Rijksoverheid aan zet: naar een Nationale Adaptatie Strategie

In het voorgaande zijn diverse rollen voor de Rijksoverheid aan de orde gekomen. Er zijn grosso modo twee typen verantwoordelijkheden:

- a) Inhoudelijke verantwoordelijkheid: in het bijzonder voor de nationale hoofdinfrastructuur, maar ook als kader voor de andere arrangementen die hierboven aan de orde kwamen.
- b) Procesverantwoordelijkheid: faciliteren van adaptatiestrategieën van andere overheden, bedrijven, regio's en economische sectoren.

Wat betreft de verantwoordelijkheid voor de nationale hoofdinfrastructuur staat de Rijksoverheid aan de lat om tot afstemming te komen tussen de eigen departementen. Maar heeft ook een rol bij het faciliteren van uitvoerende organisaties, zoals het bedrijfsleven. Dat kan door het beschikbaar stellen van kennis, het faciliteren van innovatie (bijvoorbeeld via het cofinancieren van pilots) en het scheppen van experimenteeruimte via, tijdelijke of permanente, flexibilisering van regelgeving en normen. Tot de nationale hoofdinfrastructuur rekenen wij overigens niet alleen de fysieke infrastructuur, zoals het transport- en energienetwerk, maar ook andere collectieve belangen op nationale schaal. Voorbeelden zijn volksgezondheid, openbare orde, ruimtelijke kwaliteit en natuur. Ook hierbij heeft de Rijksoverheid een verantwoordelijkheid om deze belangen via een integrale benadering voldoende tot hun recht te laten komen (zie kader 'Adaptatie en mitigatie komen samen').

Procesrol van de Rijksoverheid: verleiden tot het nemen van verantwoordelijkheid

Voor de trekkers van de Nationale Adaptatie Strategie is het een grote opgave om initiatieven die de samenleving klimaatbestendiger maken te mobiliseren en te organiseren. Dat betekent dat niet alleen departementen aangesproken moeten worden op hun verantwoordelijkheden, maar dat ook andere partijen in de samenleving bij het adaptatietraject moeten worden betrokken: andere overheden, bedrijven,



Besproeien van veendijken tijdens extreme droogte. Uitdroging maakt veenbodems kwetsbaar en leidt bovendien tot het oxideren en mineraliseren van het veen, zodat het broeikasgas CO₂ wordt uitgestoten.

*Foto: Mediatheekrijksverheid/
Henri Cormont*

Adaptatie en mitigatie komen samen; bodemdaling als voorbeeld

Bij integraliteit hoort ook de afstemming tussen klimaatmitigatie en klimaatadaptatie. Weliswaar is klimaatmitigatie iets wat op mondiale schaal speelt, maar het komt via concrete uitvoeringsprojecten tot uiting op nationale en lokale schaal. Een voorbeeld is de verhoging van het grondwaterpeil in laagveengebieden. Dat komt niet alleen de adaptatie ten goede (minder bodemdaling), maar ook de mitigatie. De oxidatie van veen neemt immers af en daarmee de uitstoot van CO₂. Bodemdaling kan tot forse schade leiden, als gebouwen, straten en nutsvoorzieningen verzakken. In het Deltaprogramma verdient bodemdaling meer aandacht. Dat is onlangs ook door de Tweede Kamer geconstateerd. Het is de uitdaging de kennis en inzichten rond bodemdaling in zowel het stedelijk als landelijk gebied te verbinden met innovatieve ontwikkeling die via doelmatige inrichting, slim waterbeheer en landbouwinnovaties leiden tot een klimaatbestendiger landgebruik, slimmere steden en reductie van emissies en efficiëntere productie.

maatschappelijke organisaties en ook burgerinitiatieven. Die partijen moeten ook, of misschien wel vooral, buiten het klimaatcircuit worden gezocht. Bijvoorbeeld bedrijven die vooroplopen bij maatschappelijk verantwoord ondernemen, of burgerinitiatieven gericht op verbetering van de stedelijke leefomgeving. In het voorbeeld van Westpoort vervullen waterschap AGV en de gemeente Amsterdam de rol van verbindend leider. Zij combineren inhoudelijke betrokkenheid (ruimtelijk en waterbeleid) met bestuurlijke vaardigheden. Een ander voorbeeld is dat van de Bavaria-boeren. Hier is sprake van een gedeeld leiderschap van waterschap, ZLTO en Bavaria (KvK 2014a). Ook de veiligheidsregio's zouden een nadrukkelijker rol kunnen vervullen bij aanpassing aan klimaatveranderingen, vooral bij andere onderwerpen dan waterveiligheid.



Hoewel natuurgebieden in Nederland, vergeleken met het buitenland, beperkte afmetingen hebben, kan een natuurbrand gemakkelijk tot maatschappelijke ontwrichting leiden. Dat komt vooral door de verweving van natuur met gebruiksfuncties zoals wonen, werken en recreëren. Foto: Hollandse Hoogte/Goos van der Veen

Natuurbranden: verantwoordelijkheidsverdeling onduidelijk

In de Nationale Risicobeoordeling (BZK 2009) zijn acht scenario's uitgewerkt die kunnen leiden tot maatschappelijke ontwrichting en aantasting van de vitale belangen van Nederland. Een ervan is het scenario 'Onbeheersbare natuurbrand en grootschalige evacuatie'. De waarschijnlijkheid van dit scenario is geclassificeerd als 'zeer voorstelbaar' en is representatief bevonden voor gebieden als de Veluwe, Utrechtse Heuvelrug en Sallandse Heuvelrug (naaldbos, recreatie, bewoning en vitale infrastructuur). Een natuurbrand heeft niet alleen gevolgen voor de natuur, maar brengt ook veiligheidsrisico's met zich mee en effecten op de economie, de recreatie en de samenleving als geheel. Denk bijvoorbeeld aan vitale infrastructuur in het gebied, zoals hoogspanningskabels, telecommunicatiemas-ten, snel- en spoorwegen, en waterleidingen. De kwetsbaarheid van de Nederlandse samenleving voor de gevolgen van natuurbranden zijn vooral groot door de intensieve verweving van natuurgebieden met uiteenlopende gebruiksfuncties (wonen, recreatie en andere bedrijvigheid) en vitale infrastructuur. Meer droogte zal niet alleen leiden tot een groter risico van natuurbranden, maar mogelijk ook tot een verdere toename van de recreatiedruk in natuurgebieden, een ongunstige combinatie uit het oogpunt van natuurbrandrisico's.

De strategie bij natuurbranden in Nederland is reactief van karakter: gevolgbepanking (blussen, evacueren) en herstel (van verbrande infrastructuur; de natuur zelf herstelt zich in het algemeen zonder extra hulp van de mens). Naast gevolgbepanking en herstel kan ook worden gedacht aan preventie. Een voorbeeld van preventie is dat bij het plannen van nieuwbouw of uitbreiding van woonwijken en recreatiegebieden rekening wordt gehouden met de risico's van een natuurbrand in het beoogde gebied. Andersom geldt dat het bij het plannen van nieuwe natuur raadzaam is rekening te houden met de risico's die dat nieuwe natuurgebied oplevert voor burgers, bedrijven, vitale infrastructuur en dergelijke. In Zuid-Europa, waar veel ervaring is met hevige natuurbranden, zijn dit beproefde

maatregelen. Preventieve werking gaat ook uit van waterbeleid gericht op het tegengaan van verdroging van natuurgebieden, een maatregel die toch al deel uitmaakt van het reguliere natuurbeleid.

In Nederland vormen natuurbranden een beleidsarm dossier in vergelijking met andere fysieke veiligheidsrisico's. Een heldere verantwoordelijkheidsverdeling ontbreekt tussen diverse publieke en private partijen die een rol spelen in de veiligheidsketen (PBL 2011). Provincies en gemeenten hebben een belangrijke regisserende rol, gezien hun verantwoordelijkheden op het gebied van ruimtelijke ordening, leefomgeving, economie en recreatie. Grote vraag is wat deze verantwoordelijkheid inhoudt, ook met het oog op de decentralisatie van rijkstaken op het terrein van ruimtelijke ordening, natuur en recreatie naar de provincie. Onduidelijk is of en in welke mate de Rijksoverheid systeemverantwoordelijkheid in deze blijft houden.

Naast overheden, maatschappelijke organisaties en bedrijven kunnen ook burgers maatregelen nemen die de aanpassing aan klimaatverandering bevorderen. Een taak van de overheid (in eerste instantie de gemeenten) is burgers hierover beter te informeren. Een goed voorbeeld is het hitteplan dat ouderen tijdens een hittegolf moet stimuleren voldoende te drinken en zich niet te warm te kleden. De overheid heeft ook andere middelen ter beschikking, zoals wet- en regelgeving. Zo zijn in België burgers verplicht er op eigen terrein voor te zorgen dat regenwater in de bodem doordringt in plaats van af te vloeien naar het riool via bestrate tuinen.

Een eerste voorwaarde voor het aanboren van (potentiële) initiatieven die een bijdrage kunnen leveren aan de aanpassing aan klimaatverandering, is een uitnodigende inhoudelijke visie te ontwikkelen en die breed uit te zetten in de samenleving. Levert dit voldoende initiatieven op om Nederland klimaatbestendig te maken, dan komt het vervolgens aan op het monitoren van de voortgang en resultaten ervan. Is dit onvoldoende, dan kan worden overwogen om de inhoudelijke visie kracht bij te zetten met wetgeving. Daarbij kan gebruik worden gemaakt van ervaringen in met name het Verenigd Koninkrijk en Finland.

Bij het aanboren van initiatieven hoort ook het benutten van verandermomenten. Zorgen dus voor tijdig meekoppelen met initiatieven die hun drijfveren niet vinden in klimaatadaptatie, maar daar wel een belangrijke bijdrage aan kunnen leveren. Het opsporen van dergelijke verandermomenten zien wij als belangrijke actie voor de Nationale Adaptatie Strategie. Daarbij kunnen contacten met institutionele investeerders, zoals pensioenfondsen en verzekeringsmaatschappen, nuttig zijn. Zij zijn immers op zoek naar investeringsmogelijkheden die voldoen aan eisen van maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO). Aanpassing aan klimaatverandering zou een logisch onderdeel moeten zijn van MVO.



*Ook burgers kunnen adaptatiemaatregelen nemen. Een voorbeeld is het aanleggen van groene tuinen, in plaats van stenen terrassen, zodat het water beter kan worden afgevoerd. Voorlichting, en eventueel regelgeving, kan de huidige terrassen-trend wellicht ombuigen.
Foto: Hollandse Hoogte/Mariette Carstens*

Een actieve en faciliterende rol houdt ook in dat initiatieven worden aangewakkerd. De Rijksoverheid kan de ontwikkeling van innovatieve ideeën voor klimaatadaptatie stimuleren door daar een fonds voor in te richten en andere partijen (bedrijven, maatschappelijke organisaties, burgers, andere overheden) uit te nodigen daarin te participeren. Ook onderzoekinstellingen zouden, bijvoorbeeld via het Nationaal Kennis- en innovatieprogramma Water en Klimaat, zich nadrukkelijker op toepassingen in de praktijk moeten richten.

Stresstest als instrument voor bewustwording

Zoals eerder aangegeven is bewustwording de eerste stap naar actie. Bewustwording kan worden bevorderd door een zogenoemde stresstest uit te voeren. Dat kan op allerlei schaalniveaus, van lokaal tot mondiaal. De stresstest start met het in beeld brengen van de adaptatieopgave, in de zin van de risico's die kunnen optreden. Het tekstkader 'Quickscan vitale en kwetsbare functies voor buitendijks Dordrecht' presenteert hiervan een voorbeeld. Naast de technische aspecten die deze quickscan belicht, zou een stresstest ook aandacht moeten besteden aan bestuurlijke en organisatorische aspecten, waaronder de beschikbare adaptatie-expertise en -capaciteit bij de verantwoordelijke partijen.

Quickscan vitale en kwetsbare functies voor buitendijks Dordrecht

Op het Eiland van Dordrecht liggen delen van de historische binnenstad, de Zeehaven, de Staart en de Biesbosch buitendijks. De historische binnenstad ligt in vergelijking met de Zeehaven en de Staart relatief laag, met kadehoogten tussen de NAP +1,7 en 2,5 m. Het risico op een overstroming van enkele decimeters tot bijna een meter is relatief groot. Hierdoor kan schade aan monumentale panden en infrastructuur optreden, met lokale ontwrichting als gevolg. Om de effecten van een dergelijke overstroming inzichtelijk te krijgen heeft de gemeente Dordrecht, in samenwerking met de Hogeschool Rotterdam en Unesco-IHE, een quickscan 'vitale en kwetsbare functies' uitgevoerd. Medewerking aan deze quickscan is verleend door medewerkers van nutsbedrijven (Tennet, KPN, Joulz en Evides).



Een verhoogd 50 kV-schakelstation (Stedin) aan de Buiten Kalkhaven in Dordrecht, zodat het minder snel onder water loopt. Foto: Melle van Overbeek.

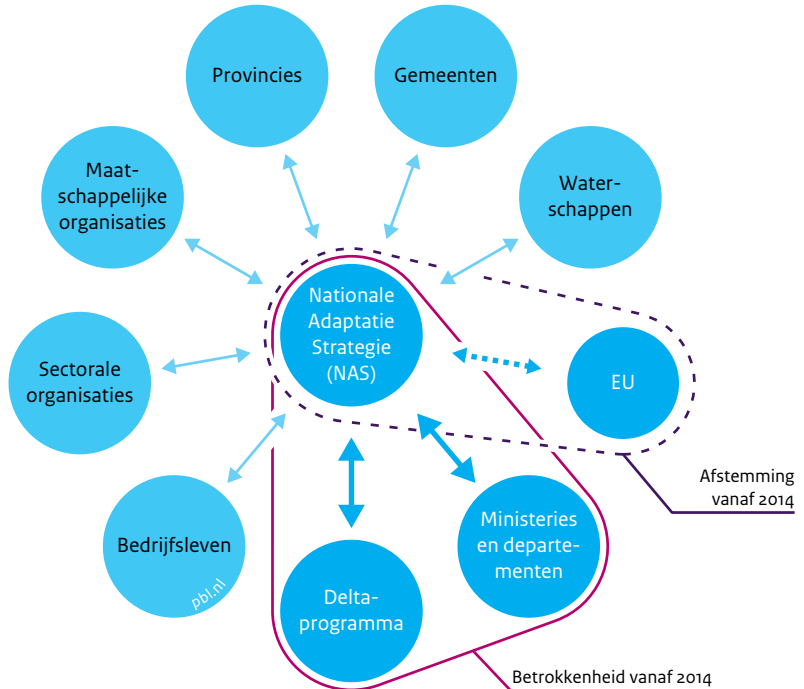
Uit de quickscan blijkt dat de meeste urgente opgave zich bevindt bij de riolering en gemalen. Kwetsbare riooldistricten worden bij een overstromingsdreiging van NAP +2,0 m afgesloten. Dit heeft als gevolg dat bewoners

en gebruikers maximaal 12 uur geen afvalwater kunnen lozen op het riool. Uitval van het elektriciteits-, telecommunicatie- en drinkwaternetwerk is niet heel waarschijnlijk. Dit komt omdat deze netwerken grotendeels al waterrobuust zijn ingericht, bijvoorbeeld doordat de meest kwetsbare voorzieningen verhoogd (boven NAP +3,0 m) zijn aangelegd of zijn geweest. Bij een overstroming van NAP +3,0 m ontstaat echter gevaar op kortsluiting in panden waarvan het vloerpeil op maaiveld ligt. Om dit te voorkomen zal het laagspanningsnetwerk waarschijnlijk lokaal worden afgesloten.

In de komende periode worden de inzichten in de buitendijkse opgave vertaald naar een adaptatiestrategie voor Dordrecht voor de lange termijn. Daarbij geldt steeds lokaal maatwerk, waarbij een afweging wordt gemaakt tussen regionale systeemingrepen, lokale preventie of verbeterde calamiteitenbeheersing. Deze strategie zal door de Rijksoverheid, de regio en lokale partijen worden opgesteld. Integrale planvorming is in dit geval noodzakelijk vanwege de potentieel hoge kosten van maatregelen, de complexe lokale situatie, en om meekoppelkansen te realiseren. In het MIRT-onderzoek Meerlaagsveiligheid Eiland van Dordrecht zal bijvoorbeeld de mogelijkheid worden verkend of risicoreductie buitendijks valt mee te koppelen met de versterkingsopgave voor de dijk langs de Voorstraat. Dit kan door de primaire kering te verleggen buiten de binnenstad om. Er moet dan een beweegbare kering in de kades van het buitendijkse deel worden gerealiseerd.

Figuur 7.1

Samenwerking voor effectief monitoring- en evaluatiekader van de Nationale Adaptatie Strategie



Bron: PBL

Een effectieve adaptatiestrategie, inclusief de monitoring en evaluatie daarvan, vraagt samenwerking van veel partijen.

Adaptatiemonitor: leren door doen

Adapteren betekent leren. Om te kunnen leren is het nodig dat regelmatig de voortgang van adaptatiemaatregelen wordt gemeten. Het PBL heeft een concept ontwikkeld voor een dergelijk monitoringsysteem (PBL 2015c). Er is een eerste invulling gemaakt voor vijf thema's, enerzijds gelieerd aan het Deltaprogramma (waterveiligheid, zoetwaterbeschikbaarheid, en nieuwbouw en herstructurering/ruimtelijke adaptatie), anderzijds aan twee thema's in het landelijk gebied (natuur en landbouw). Een uitwerking en invulling van het monitoring- en evaluatiekader over de volle breedte van het adaptatiebeleid (inclusief een evaluatie over de thema's heen) is pas echt mogelijk als de Nationale Adaptatie Strategie in 2016 gepresenteerd wordt met daarin duidelijke doelen en beslissingen.



Diverse steden experimenteren met klimaatadaptatie en kunnen van elkaars ideeën leren. Links: in deze speeltuin in Potsdam dient het waterbassin niet alleen als speeltuig en pierenbad, maar ook als waterberging. Rechts: het tracé van tramlijn 11 in Den Haag fungeert als groene ader door de stad. Het groen draagt ook bij aan de klimaatbestendigheid van de stad. Foto's: Bosch Slabbers landschapsarchitecten.

We kunnen al wel – vooruitlopend op de presentatie van de Nationale Adaptatie Strategie – nadenken over de opzet van een monitoring- en evaluatiekader, inclusief het benoemen van mogelijke indicatoren. Het doel van het kader is meerledig. Een eerste doel is partijen die betrokken zijn bij het adaptatieproces te ondersteunen en een mogelijkheid te geven voor beleidsverantwoording (waardoor vergelijking mogelijk wordt tussen thema's). Een tweede doel is betrokkenen een systeem in handen te geven dat het leren faciliteert. Dit leren moet gebeuren zowel binnen verschillende beleidsvelden als tussen verschillende beleidsvelden.

De monitor zal niet beperkt moeten blijven tot de doelen van de Rijksoverheid, maar gedragen moeten worden door diverse overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties. Daarnaast beslaan de risico's en kansen van klimaatverandering een groot aantal sectoren. Dat betekent dus dat ook in die zin de monitor een breed karakter moeten hebben. Het gaat bij de monitor dus om 'joint fact finding'. Vragen die de monitoring moet beantwoorden, zijn: wat is de opgave, wat zijn de oplossingsmogelijkheden, welke experimenten zijn wel succesvol, welke niet, wat leren we hiervan, hoe komen we tot betere oplossingen? Ten slotte moet de monitoring frequent herhaald worden. Dit om veranderingen zichtbaar te maken en te kunnen dienen als leerpunt voor alle betrokken partijen.

Een lerende omgeving brengt de diverse partijen samen die gezamenlijk aan de lat staan voor de ontwikkeling en implementatie van het beleid en/of de effecten daarvan ondervinden. Omdat deze partijen verschillende belangen, perspectieven en kennis hebben is deze werkwijze van fundamenteel belang. In de eerste plaats verhoogt het samenwerken tussen overheden en private partijen de kans dat de resultaten van de monitoring en evaluatie worden benut in beleids- en uitvoeringsprocessen. Hun vragen en doelen staan immers centraal in de evaluatie. In de tweede plaats speelt mee dat het klimaatadaptatiebeleid maatwerk is. Dit betekent dat er geen stabiele, gemeenschappelijke beleidstheorie is waartegen de uitvoering kan worden afgezet. Om toch

relevante uitspraken te doen over doeltreffendheid of doelmatigheid van het beleid is het zaak degenen die klimaatadaptatie vormgeven actief bij de ontwikkeling van een monitoring en evaluatiesysteem te betrekken en met hen te zoeken naar gemeenschappelijkheid of overlap in doelen of, indien gewenst, te zoeken naar mogelijkheden om differentiatie toe te laten. De uitdaging is dat overheden en bedrijven voldoende overeenstemming bereiken over doel en aanpak van monitoring en evaluatie, terwijl, gelijktijdig, er voldoende ruimte blijft voor aanpassing aan de behoeften en agenda's van die betrokken partijen.

Tot slot: klimaatadaptatie als kansrijke businesscase voor Nederland

De aanleiding voor dit rapport is het besluit van het kabinet om in de eerste helft van 2016 een Nationale Adaptatie Strategie (NAS) uit te brengen. Die NAS wordt beschouwd als een uitbreiding van het Deltaprogramma. De inhoud van dit rapport en de diverse achtergrondrapporten, biedt bouwstenen en inspiratie voor een wervende en uitvoeringsgerichte strategie.

De Nationale Adaptatie Strategie zou kunnen worden opgevat als een nationale businesscase: een soort projectplan met de doelstellingen van de adaptatiestrategie, benodigde investeringen, consequenties van het al dan niet uitvoeren ervan, analyse van de risico's, een langetermijnplanning. Nederland kan daarmee in de wereld een voortrekkersrol vervullen door op creatieve en innovatieve wijze te werken aan het terugbrengen van de klimaatrisico's en het verbinden van de klimaatadaptatieopgaven aan het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving op korte en lange termijn. Het motto van de businesscase zou zijn: de toekomst is nu. Dit geldt als geen ander dossier voor de klimaatadaptatie en de daarvoor noodzakelijke aanpassingen in ruimtelijke inrichting en infrastructuur.

Hieronder schetsen we zes uitgangspunten die zowel betrekking hebben op de uitvoering van de Deltabeslissingen als op adaptatiebeleid dat nog niet door het Deltaprogramma wordt gedekt. Deze punten doen een beroep op de Rijksoverheid, andere overheden, bedrijven en maatschappelijke partijen om in actie te komen en Nederland klimaatbestendig te maken.

1. Klimaatadaptatie heeft een belangrijke fysieke agenda: benoem klimaatbestendigheid als een ruimtelijk kwaliteit

Positioneer klimaatbestendigheid als een van de pijlers van ruimtelijke kwaliteit. Zet ontwerpend werken (en werkend ontwerpen) ook in voor een integrale aanpak, zodat meerdere maatschappelijke belangen gediend worden. Nederland staat in het buitenland bekend om deze kwaliteit. Geef die kwaliteit ook in projecten in eigen land meer aandacht. Geef als Rijksoverheid zelf het goede voorbeeld, onder meer via integraliteit in de uitvoeringsprojecten van het Deltaprogramma. Daag met

succesvolle projecten, zoals De Onlanden bij de stad Groningen, andere partijen (overheden en private partijen) uit om innovatieve uitvoeringsprojecten te ontwikkelen.

2. **Benut en creëer kansen van verandermomenten**

Preventieve aandacht voor klimaatadaptatie is vooral kansrijk als wordt ingespeeld op initiatieven die toch al bestaan. Een slimme aanpak van bouw- en andere ontwikkelprogramma's kan ook de klimaatbestendigheid vergroten. Vooral voor ontwikkelingen met een lange omlooptijd, zoals stedelijke vernieuwing en vervanging en onderhoud van infrastructuur, geldt dat de kans op meekoppelen gegrepen moet worden wanneer die zich voordoet. Blijft die kans liggen, dan duurt het tientallen jaren voordat zich opnieuw de gelegenheid voordoet. De eerste opgave is dan ook de kansen zien. Daarvoor is inzicht nodig in de planning van relevante uitvoeringsgerichte projecten. De kansen grijpen betekent ervoor zorgen dat klimaatadaptatie een volwaardige plek krijgt in de uitwerking en uitvoering van die projecten. Een derde belangrijke uitdaging is kansen creëren: breng versnelling aan in infrastructuurprojecten en stedelijke vernieuwing. Zoek daartoe aansluiting bij investeerders die ook belang hebben bij een grotere dynamiek, zoals institutionele beleggers.

3. **Betrek en mobiliseer provincies, gemeenten, bedrijven en maatschappelijke organisaties**

De Rijksoverheid heeft met het Deltaprogramma een belangrijke stap gezet en de regie genomen op de onderdelen waterveiligheid, zoetwater en ruimtelijke adaptatie. Met het Deltafonds is er onder verantwoordelijkheid van de Rijksoverheid een duidelijk vooruitzicht op de implementatie van het waterveiligheidsstraject. Uit het overzicht van de klimaatrisico's komt naar voren dat een groot deel daarvan op *sub-nationaal niveau* liggen: bij de provincies, gemeenten en waterschappen – daar waar het gaat om de klimaatbestendigheid van de ruimtelijke inrichting en de sectoren voor de klimaatbestendigheid van het elektriciteits- en ICT-netwerk op deze schaalniveaus. Een actieve houding en engagement van de betrokken partijen is een belangrijke voorwaarde voor een uitvoeringsgerichte adaptatiestrategie. Voor de opgaven op het gebied van het reduceren van broeikasgasemissies is het Energieakkoord gesloten en een onafhankelijke borgingscommissie ingesteld, waarin alle betrokken partijen vertegenwoordigd zijn. Mogelijk kan deze structuur ook een kader bieden voor afspraken over adaptatie-inspanningen in het kader van de Nationale Adaptatiestrategie.

4. **Stimuleer stresstesten, ook op Europese schaal**

Op Europese schaal zijn de meest relevante klimaatrisico's gerelateerd aan de elektriciteit-, ICT- en transportnetwerken en gezondheid. De waarschijnlijkheid dat de netwerken grootschalig uitvallen door weersextremen is vooralsnog klein, maar het effect als het gebeurt is groot. Dit geldt ook voor de mogelijke vestiging en verspreiding van nieuwe infectieziekten voor mens, vee en gewassen. Wat betreft

de ontwikkeling van het elektriciteitsnetwerk is extra aandacht nodig voor klimaatgerelateerde risico's die gepaard kunnen gaan met de verwachte nieuwe energiemix met een grote aandeel hernieuwbare energiebronnen zoals zon, wind en waterkracht. En tegelijkertijd voor de decentralisatie en toename van het aantal elektriciteitsproducenten op het netwerk en de steeds verdergaande elektrificatie van de maatschappij. Stresstesten op Europees niveau kunnen nagaan hoe stabiel en klimaatbestendig het elektriciteitsnetwerk en andere netwerken zijn. Voor gezondheidseffecten kunnen de bestaande internationale monitoringsystemen voor infectieziekten wellicht worden uitgebreid. Met deze twee instrumenten kunnen de klimaatrijso's periodiek in beeld worden gebracht en kan worden nagegaan of er aanvullende maatregelen nodig zijn.

5. Creëer een stimulerende omgeving voor klimaatadaptatie

In het programma Kennis voor Klimaat is de afgelopen jaren veel geïnvesteerd in kennisontwikkeling en het betrekken van verschillende overheden en sectoren bij projecten rond klimaatadaptatie. Dat heeft veel kennis opgeleverd en de ervaring dat kennis niet meer de beperkende factor is. Het is nu de tijd om de kennis om te zetten in concrete actie en te integreren in het regionale en lokale beleid. Dat gaat niet vanzelf. Er zijn verschillende mogelijkheden om klimaatadaptatie te stimuleren: via stimuleringsprogramma's of via regelgeving. Het zijn vaak de zogenoemde voorlopers die de overheid vragen om regelgeving in te zetten voor het creëren van een *level playing field*. Daarmee kunnen innovatieve bedrijven hun voorsprong behouden en de lat van ambities op het vlak van klimaatbestendigheid steeds een stukje hoger leggen.

6. Zorg voor meekoppelen van klimaatadaptatie in internationale projecten

Stimuleer klimaatbestendigheid op mondiale schaal door klimaatadaptatie expliciet een plek te geven in het buitenlands beleid en in netwerken met internationaal opererende bedrijven, maatschappelijke organisaties en andere landen. Zorg voor het meenemen van klimaatadaptatie in uitvoeringsprojecten die zijn gericht op slimmere steden (in het bijzonder in deltaregio's), klimaatslimme landbouw en een integrale aanpak van de waterveiligheid, ruimtelijke ontwikkeling, duurzame ontwikkeling en duurzame handelsketens. Verbind klimaatadaptatie aan de speerpunten 'water' en 'voedsel' in het huidige buitenlands beleid. Dat geldt ook voor het beleid gericht op *internationale veiligheid en handel*. Benadruk de noodzaak van voldoende adaptatiegelden voor ontwikkelingslanden in het nieuwe klimaatverdrag (Parijs 2015).

Literatuur

- Algemene Rekenkamer (2012), *Adaptatie aan klimaatverandering: strategie en beleid*. Den Haag: Algemene Rekenkamer.
- Biesbroek, G. R. (2014), *Challenging barriers in the governance of climate change adaptation*. Wageningen: Wageningen University.
- Biesbroek, Robbert, Katrien Termeer, Art Dewulf, Andrea Keessen & Frank Groothuijse (2014), *Integraliteit van het Deltaprogramma: verkenning van knelpunten en mogelijke oplossingsrichtingen*. Wageningen: Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Bestuurskunde.
- Braakhekke, Wim G., Frank Berendse, Menno de Jong, Arnold van Kreveld & Alphons van Winden (2014), *Klimaatverandering en natuur. Een verkenning van risico's, kansen, en aangrijpingspunten voor klimaatadaptatiebeleid*. Stroming en Wageningen UR.
- BZK (2009), *Nationale Veiligheid. Werken met scenario's, risicobeoordeling en capaciteiten in de Strategie Nationale Veiligheid*. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties,
- Deltares & PBL (2011), *Deltascenario's. Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21ste eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in het Deltaprogramma 2011 – 2012*. Utrecht/Delft: Deltares.
- EEA (2014), *Adaptation of transport to climate change in Europe. Challenges and options across transport modes and stakeholders*. Luxemburg: European Environment Agency,
- ENTSOE (2014), *Regional investment plan 2014 North Sea*. Brussel: European Network of Transmission System Operators for Electricity.
- EU (2013), *Europese Adaptatiestrategie*. Brussel: Europese Commissie.
- EZ (2014), *Rijksnatuurvisie 2014. Natuurlijk verder*. Den Haag: ministerie van Economische Zaken.
- Forster, H. & Lilliestam, J. (2011), *Modeling thermoelectric power generation in view of climate change*. *Regional Environ. Change* 4, 327-338 (2011).
- Hajer, M (2011). *De energieke samenleving. Op zoek naar een sturingsfilosofie voor een schone economie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hajer, M. & T. Dassen (2014), *Slimme steden. De opgave voor de 21e-eeuwse stedenbouw in beeld*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Hoogvliet, M, F. van de Ven, J. Buma, N. van Oostrom, R. Brolsma, T. Filatova, J. Verheijen & P. Bosch (2012), *Schades door watertekorten en -overschotten in stedelijk gebied. Quick scan van beschikbaarheid schadegetallen en mogelijkheden om schades te bepalen*. Deltares.
- IenM (2013), *Klimaatagenda: weerbaar, welvarend en groen*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Innovation Booster (2015), *Een klimaatadaptief Nederland: sneller, makkelijker en goedkoper*.

- IPCC (2014a), *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*, Bijdrage van Working Group III aan het vijfde Assessment Report van het Intergovernmental Panel on Climate Change 2014; Summary for Policy Makers (2014), Technical Summary (2014) en Full Report (2014), Genève: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- IPCC (2014b), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Working Group II Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Genève: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jonkeren, O.E. (2009), *Adaptation to Climate Change in Inland Waterway Transport*. Amsterdam: VU University.
- KNMI (2014), *KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland. Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie*. De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
- KNMI en PBL (2015), *Klimaatverandering. Samenvatting van het vijfde IPCC-assessment en een vertaling naar Nederland*. De Bilt: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut / Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Koks, E.E. & M. Thissen (2014), *Development of the IRIA Model. An InterRegional Impact Assessment Model for disaster analysis*. IVM Report number (R-14/36). Amsterdam: Institute for Environmental Studies, VU University Amsterdam.
- KvK (2010), *Klimaat als kans*. Utrecht: Kennis voor Klimaat.
- KvK (2014a), *Governance van klimaatadaptatie; handelingsperspectieven*. Wageningen: Kennis voor Klimaat onderzoeksthema Governance en het programmabureau Kennis voor Klimaat.
- KvK (2014b), *Innovatie in klimaatadaptatie*. Utrecht: Kennis voor Klimaat.
- Lindgren, E., Y. Andersson, J.E. Suk, B. Sudre & J.C. Semenza (2012), *Monitoring EU Emerging Infectious Disease Risk Due to Climate Change*. Science 27 April 2012: Vol. 336, no. 6080, pp. 418-419.
- Luijff, H.A.M. & S.H. van Oort (2014), *Klimaatadaptatie en de sector Informatie- en Communicatie Technologie (ICT)*. Den Haag: TNO, rapport 2014 R11293.
- Maas, Nienke & Ruben Vogel (2014), *Klimaatverandering en transport en infrastructuur. Actualisatie van de risico's en kansen voor klimaatadaptatiebeleid*. Delft: TNO, rapport 2014 R11324.
- Mees, H.L.P. (2014), *Responsible climate change adaptation. Exploring, analysing and evaluating public and private responsibilities for urban adaptation tot climate change*. ISBN: 978-90-6266-368-2.
- MunichRE (2012), *2011 Natural catastrophe year in review*. Munich Reinsurance America, Inc.
- NSOB & PBL (2014), *Leren door doen. Overheidsparticipatie in een energieke samenleving*. Den Haag: Nederlandse School voor Openbaar Bestuur.
- OECD (2008), *Rising Food Prices. Causes and consequences*. Parijs: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Pant, R., J. Hall, Sc. Thacker, S. Barr & D. Alderson (2014). *National scale risk analysis of interdependent infrastructure network failures due to extreme hazards* Infrastructure Transitions Research Consortium Working Paper series,
- PBL (2011), *Een delta in beweging. Strategische opties voor een klimaatbestendige ontwikkeling van Nederland*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.

- PBL (2012), *Effecten van klimaatverandering in Nederland*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2013a), *Aanpassen met beleid. Bouwstenen voor een integrale visie op klimaatadaptatie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2013b), *Welvaart en Leefomgeving*. Horizonscan. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2014), *Integraliteit Deltaprogramma*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2015a), *Wereldwijde klimaateffecten – Risico's en kansen voor Nederland*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2015b), *Van risicobeoordeling naar adaptatiestrategie. Deelrapport Risicobeoordeling klimaateffecten ten behoeve van de Nationale Adaptatie Strategie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2015c), *Ontwerp voor een nationale adaptatiemonitor. Een monitoring- en evaluatieraamwerk ter ondersteuning van de Nationale Adaptatie Strategie*. Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Philibert, C. & J. Pershing, International Energy Agency (2002), *Beyond Kyoto: energy dynamics and climate stabilization*. Paris: OECD/International Energy Agency.
- Rijnsdorp, A.D., E. Buisman, R. Beukers, C. Deerenberg, M. de Graaf, P. Kamermans, M. Poelman, L. Teal & M. Turenhout (2014), *Klimaatverandering: risico's en kansen voor de Nederlandse visserij- en aquacultuursector*. IMARES Wageningen UR, rapport Cog6.14.
- RIVM (2014), *Effecten van klimaat op gezondheid. Actualisatie voor de Nationale Adaptatiestrategie (2016)*. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, rapport 121011001/2014.
- Rli (2014), *Risico's gewaardeerd. Naar een transparant en adaptief risicobeleid*. Den Haag: Raad voor de leefomgeving en infrastructuur.
- RMO (2013). *Terugtrekken is Vooruitzien*. Den Haag: Raad voor Maatschappelijke Ontwikkeling.
- Runhaar, Hens, Herman Kasper Gilissen, Caroline Uittenbroek, Heleen Mees, Marleen van Rijswijk & Arjen Gerretsen (2014), *Publieke en/of private verantwoordelijkheden voor klimaatadaptatie. Een juridisch-bestuurlijke analyse en eerste beoordeling*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Schaap, B.F., P. Reidsma, H. Agricola & A. Verhagen (2014). *Klimaatrisico's en –kansen voor de landbouw*. PRI Wageningen UR.
- Schaik, L. van, R. Dinissen, E. Maasen & J. Vos (2015), *International consequences of climate change: implications for Dutch Foreign Policy*. Institute Clingendael.
- S & P (2014). *Special report Climate Change. Preparing for the long term*. Standard & Poor's Rating Services Credit Week, 28 mei 2014.
- Vink, M., Benson, D., Boezeman, D., Cook, H., Dewulf, A., & Termeer, C. (2014). *Do state traditions matter? Comparing deliberative governance initiatives for climate change adaptation in Dutch corporatism and British pluralism*.
- Visser, H., A. Bouwman, A. Petersen & W. Ligtoet (2012), *A statistical study of weather-related disasters. Past, present and future*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.

- Vogel, Ruben, Eric Luijff, Nienke Maas, Gerard Dijkema & Annemarie Zielstra (2014), *Klimaatadaptatie en energie-infrastructuur. Actualisatie van de risico's en kansen door klimaatverandering op de Nederlandse energie-infrastructuur*. Den Haag: TNO, rapport 2014 R11294.
- Vonk, M, C.C. Vos & D.C.J. van der Hoek (2010), *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur*. Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- WEF (2015), *Global risks 2015*. Genève: World Economic Forum.
- WRR (2010), *Aan het buitenland gehecht, over verankering en strategie van Nederlands buitenlandbeleid (Vol. 85)*. Amsterdam: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.
- WRR (2014), *Consistent maatwerk – handreikingen voor dossieroverstijgend risico- en veiligheidsbeleid*. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.

Wereldwijd neemt het besef toe dat aan verdere klimaatverandering niet valt te ontkomen.

De Rijksoverheid heeft met het nieuwe Deltaprogramma een belangrijke stap gezet om Nederland klimaatbestendiger te maken.

Het Deltaprogramma richt zich onder andere op de bescherming tegen overstromingen en het waarborgen van de zoetwatervoorziening. Het dekt echter niet alle klimaateffecten en daarmee samenhangende beleidsopgaven.

In deze studie gaat de aandacht uit naar andere gevolgen van klimaatverandering. Weersextremen zullen bijvoorbeeld vaker voorkomen en kunnen een bedreiging vormen voor de elektriciteits-, ICT- en transportnetwerken. En een stijging van de temperatuur kan invloed hebben op de volksgezondheid. Maar er zijn ook positieve kanten aan klimaatverandering; in een warmer Nederland is bijvoorbeeld het groeiseizoen van gewassen langer, waardoor er meer geoogst kan worden.

Met welke klimaateffecten moet Nederland de komende tijd rekening houden? Welke handelingsperspectieven hebben beleidsmakers op lokaal, regionaal, nationaal en internationaal niveau? Wat gaat er goed en wat kan er beter? Door in te gaan op deze en andere vragen geeft deze studie mede input aan de nog te ontwikkelen Nationale Adaptatie Strategie.

Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres
Postbus 30314
2500 GH Den Haag

Bezoekadres
Oranjevuitensingel 6
2511 VE Den Haag
T +31 (0)70 3288700

www.pbl.nl
[@leefomgeving](https://twitter.com/leefomgeving)

Maart 2015