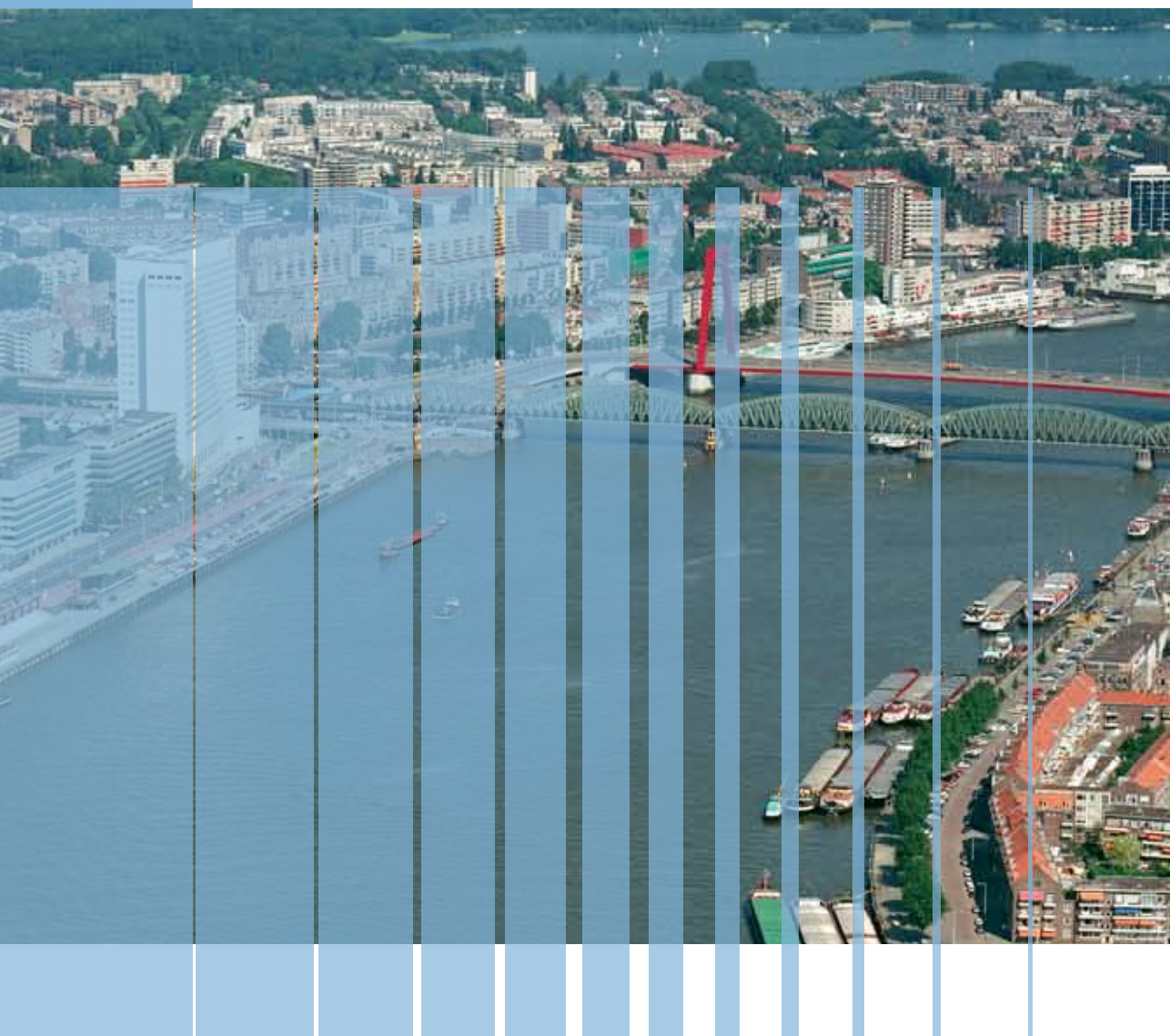


Wegen naar een klimaatbestendig Nederland



Wegen naar een klimaatbestendig Nederland

Met medewerking van:

Deltares

International Centre for Integrative Studies (ICIS), Universiteit van Maastricht

Kenniscentrum Recreatie

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI)

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

VISTA Landscape and Urban Design

Wageningen Universiteit en Research

Kennis voor Klimaat

Dit rapport is opgesteld op verzoek van VROM/DGruimte



Planbureau voor de Leefomgeving

Wegen naar een klimaatbestendig Nederland

© Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven, april 2009

PBL-publicatienummer 500078001

Contact: Willem.Ligtvoet@pbl.nl

ISBN: 978-90-6960-222-6

U kunt de publicatie downloaden van de website www.pbl.nl of opvragen via reports@pbl.nl onder vermelding van het PBL-publicatienummer.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Planbureau voor de Leefomgeving, de titel van de publicatie en het jaartal.'

Het Planbureau voor de Leefomgeving is hét nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van het strategische overheidsbeleid door een brug te vormen tussen wetenschap en beleid en door gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd, verkenningen, analyses en evaluaties te verrichten waarbij een integrale benadering voorop staat.

Vestiging Bilthoven
Postbus 303
3720 AH Bilthoven
T: (030) 274 2745
F: (030) 274 44 79

Vestiging Den Haag
Postbus 30314
2500 GH Den Haag
T: (070) 328 87 00
F: (070) 328 87 99

E: info@pbl.nl
www.pbl.nl

Voorwoord

Ook Nederland heeft te maken met de gevolgen van klimaatverandering, zowel in positieve als in negatieve zin. Over negatieve gevolgen als temperatuurstijging, weersextremen, toename van de rivierafvoeren en een zeespiegelstijging voor de kust wordt veel gesproken. Trends die zich naar verwachting zullen doorzetten, al is er veel onzekerheid over het tempo en de omvang van de veranderingen.

Wat betekent dit alles voor de inrichting van Nederland? Op verzoek van het ministerie van VROM verkent het Planbureau voor de Leefomgeving welke opgaven relevant zijn voor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie. We doen dat op basis van de nu beschikbare informatie. De voorliggende studie is een eerste verkenning. In een vervolgonderzoek zullen we medio 2010 komen met goed onderbouwde opties voor een robuuste – ook op de lange termijn – klimaatbestendige ruimtelijke strategie voor Nederland.

Uit deze studie blijkt dat klimaatbestendigheid een factor is die niet achterwege mag blijven bij beslissingen over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van ons land. Keuzes die in de komende decennia worden gemaakt, bepalen immers mede de toekomstige klimaatbestendigheid van Nederland. Zo zijn er nieuwe randvoorwaarden nodig voor het gericht vergroten van de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied en van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Energiezuinig bouwen in de stad of de aanleg van plassen in en om de stad: het zijn voorbeelden waarbij de stedelijke inrichting meerdere doelstellingen kan combineren. En het concept van de EHS is een goede basis om de noodzakelijke veerkracht van de natuur verder te vergroten. Dit vraagt wel om bij de afronding van de EHS rekening te houden met de verwachte klimaatsverandering. De actuele beleidsagenda biedt zo nu al goede aanknopingspunten om de klimaatbestendigheid in de besluitvorming mee te nemen.

Prof.dr. M.A. Hajer

Directeur Planbureau voor de Leefomgeving

Inhoud

- Voorwoord 5
- Samenvatting 9
- 1 Inleiding 19
- 2 Klimaatverandering in Nederland 23
- 3 Kwetsbaarheid voor klimaatverandering: effecten en adaptief vermogen 27
 - 3.1 Inleiding 27
 - 3.2 Analyse kwetsbaarheid 28
 - 3.3 Adaptief vermogen 44
 - 3.4 Speerpunten klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling 46
- 4 Analyse ruimtelijke opgaven 49
 - 4.1 Inleiding 49
 - 4.2 Ruimtelijke opgaven hoofdwatersysteem en kustzone 50
 - 4.3 Ruimtelijke opgaven landelijk gebied en natuur 58
 - 4.4 Ruimtelijke opgaven stedelijk gebied 63
 - 4.5 Ruimtelijke samenhang 67
- 5 Bestuurlijke opgave 71
 - 5.1 Inleiding 71
 - 5.2 Bestuurlijke speelvelden 71
 - 5.3 Aanbrengen van samenhang grote bestuurlijke uitdaging 73
 - 5.4 Onzekerheden vragen om een adaptieve langetermijnstrategie 74
 - 5.5 Kansen gekoppeld aan de actuele beleidsagenda 75
- 6 Consequenties ruimtelijke hoofdstructuur 79
- Bijlage 1 Klimateffecten in Nederland 85
- Bijlage 2 Beleidsdossier mitigatie 88
- Bijlage 3 Vervolgonderzoek klimaatbestendig Nederland 90
- Colofon 97

Samenvatting

■ Toekomstige klimaatbestendigheid is gevoelig voor ruimtelijke keuzes

Klimaatverandering veroorzaakt ook in Nederland tal van effecten. Hoewel het tempo en de omvang van de veranderingen nog onzeker zijn, mag op basis van de huidige kennis worden aangenomen dat de Nederlandse samenleving zich in de meeste gevallen goed zal kunnen aanpassen. Echter, op een aantal punten is dat aanpassingsvermogen beperkt of onzeker. Dit heeft vooral te maken met de relatieve traagheid en onomkeerbaarheid van ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Ruimtelijke keuzes, zoals die rond stedelijke en infrastructurele ontwikkeling, het watersysteem en natuurontwikkeling werken namelijk lange tijd door en hebben gevolgen voor meerdere generaties. Keuzes die op de korte termijn (decennia) worden gemaakt, bepalen dan ook mede de klimaatbestendigheid van Nederland op lange termijn en de oplossingsruimte die er is voor aanpassing als de klimaatverandering anders of sneller verloopt dan verwacht.

■ Speerpunten voor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie

Als speerpunten voor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie komen naar voren: de langetermijnveiligheid tegen overstromen, de waarborging van de zoetwatervoorziening, gekoppeld aan het gebruik door landbouw en natuur, een klimaatbestendiger ontwikkeling van de natuur en de integratie van de klimaatopgaven in het stedelijk gebied. Daarnaast vragen de transportnetwerken en energievoorziening aandacht op nationaal niveau, evenals de mogelijke gevolgen voor de volksgezondheid en het mogelijk grotere risico van ziekten en plagen voor dieren en gewassen.

De klimaatbestendigheid op kortere en langere termijn is een nieuwe en aanvullende invalshoek bij beslissingen over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. Dit leidt mogelijk tot nieuwe randvoorwaarden voor de ruimtelijke ontwikkelingen en het landgebruik in Nederland. Die komen deels al naar voren uit deze studie: bijvoorbeeld het gericht vergroten van de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied en van de Ecologische Hoofdstructuur. Het vervolgonderzoek in 2009 en 2010 zal hier naar verwachting een breder en gedetailleerder inzicht in bieden.

■ Integrale opgave op verschillende bestuurlijke speelvelden

Een op lange termijn klimaatbestendiger inrichting van Nederland vraagt rond de benoemde aandachtspunten i) afstemming van visievorming tussen verschillende beleidsterreinen en ii) samenhang in besluitvorming en beleidsuitvoering op verschillende schaalniveaus. Gegeven de speerpunten kunnen verschillende bestuurlijke speelvelden worden aangewezen:

- Hoofdwatersysteem en kustzone waar de problematiek van lange termijn veiligheid tegen overstromen, de zoetwatervoorziening en de natuurkwaliteit van de rivieren, het IJsselmeergebied, de Waddenzee, de kustzone en de Zuidwestelijke delta bij elkaar komen. Hier is de rijksoverheid primair verantwoordelijk, maar daar waar het gaat om de ruimtelijke gevolgen en ontwikkeling spelen ook de provincies en gemeenten een belangrijke rol.
- De zoetwatervoorziening waarbij de keuzes over het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem en watervraag vanuit het landelijke gebied bij elkaar komen. De watervraag wordt daarbij

in belangrijke mate bepaald door de landbouw en de natuur. Dit speelveld is complex door de noodzakelijke afstemming tussen keuzes op nationaal niveau en regionaal niveau en de veelheid aan maatschappelijke opgaven die verband houden met de verzilting, bodemdaling, de beschikbaarheid van zoetwater en de klimaatbestendigheid van de Ecologische Hoofdstructuur.

- De klimaatbestendigheid en integrale ontwikkeling van het stedelijk gebied: hier vraagt klimaatverandering om maatregelen ter bestrijding van de wateroverlast en mogelijke nadelige gezondheidseffecten en om een hittebestendiger bouw en inrichting. Daarnaast kan bij herstructurering en nieuwe stedelijke ontwikkelingen synergie worden bereikt met maatregelen gericht op het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen en verbeteren van de fysieke leefomgevingskwaliteit (meer 'groen en blauw' in en om de stad). Het initiatief ligt hier primair bij de gemeenten, maar via verschillende beleidsterreinen beïnvloeden ook de rijks- en provinciale overheden de stedelijke ontwikkeling.
- Transportnetwerken en energievoorziening zijn vooral gevoelig voor weersextremen en vragen aandacht vanwege het belang voor het maatschappelijk functioneren. De huidige kabinetsdoelen op het gebied van de ontwikkeling van duurzame energiebronnen binnen Nederland bieden ook kansen om de klimaatbestendigheid van de energievoorziening te vergroten. Hieraan verbonden is de belangrijke vraag in hoeverre zal worden gekozen voor een centrale of juist meer decentrale energievoorziening.

■ 'Windows of opportunity': kansen voortvloeiend uit de actuele beleidsagenda

Vanwege de lange doorwerking van ruimtelijke keuzes en de relatieve onomkeerbaarheid van ingezette ontwikkelingen (vooral stedelijke ontwikkeling en infrastructuur en ontwikkeling Ecologische Hoofdstructuur) vraagt de actuele beleidsagenda om nu al keuzes te bezien in het licht van klimaatverandering en klimaatbestendigheid. Dit geldt bijvoorbeeld voor de stedelijke ontwikkeling in relatie tot de veiligheid tegen overstromen, een klimaatbestendiger ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur (beoogde afronding in 2018) en het benutten van win/win situaties in het stedelijk gebied. Ook keuzes rond de uitwerking van de kabinetsdoelen op het gebied van de ontwikkeling van duurzame energiebronnen op de termijn van 2020 kunnen bijdragen aan het verminderen van de klimaatgevoeligheid van de energienetwerken. Vooral in het stedelijk gebied zullen er in de nabije toekomst grote investeringen plaatsvinden: er liggen plannen voor verdichting, herstructurering en nieuwe stedelijke uitbreidingen. Naar verwachting komt er de komende decennia een miljoen woningen in Nederland bij, waarvan de helft in de Randstad. Dat betekent dat er belangrijke kansen liggen om op de korte termijn de klimaatbestendigheidsopgaven te combineren met andere kabinetsdoelen, zoals het verbeteren van de kwaliteit van de leefomgeving, het terugdringen van het energiegebruik en van de uitstoot van broeikasgassen. Hoewel de kennis en technologieën beschikbaar zijn, komt dit niet vanzelfsprekend tot stand.

Vraag naar een klimaatbestendige ruimtelijke strategie

Het klimaat verandert: de temperatuur en de zeespiegel stijgen en neerslagpatronen en rivierafvoeren veranderen. Dit heeft ook in Nederland tal van effecten. De nationale overheid wil meer inzicht krijgen in de kwetsbaarheid van Nederland voor klimaatveranderingen op kortere en op langere termijn, en hoe die te verminderen is met behulp van inrichtingsmaatregelen en ruimtelijke ontwikkelingen, in combinatie met sectorale of technologische maatregelen. Aanpassingsmaatregelen zouden zoveel mogelijk in samenhang met andere beleidsvelden moeten worden bekeken. Zo moeten de relaties worden benoemd met andere beleidsopgaven, zoals die op het gebied van natuur, landbouw, stedelijke ontwikkeling, transport en een duurzame leefomgevingkwaliteit. Ook maatregelen om broeikasgasemissies te

verminderen vormen een onderdeel van de te beschouwen aanpassingsmaatregelen. Voor de uiteindelijke beleidskeuzes is het van belang een goed beeld te krijgen van de voor- en nadelen van verschillende maatregelenpakketten en de mogelijke mee- of tegenkoppelingen tussen beleidsvelden.

Het ministerie van VROM heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gevraagd bouwstenen aan te dragen voor een meer klimaatbestendige inrichting van Nederland. Dit zou medio 2010 een onderbouwing moeten opleveren voor verschillende samenhangende pakketten met inrichtingsmaatregelen gericht op het vergroten van de klimaatbestendigheid. Gezien de brede context en het beoogde integrale karakter kan dit onderzoek worden gezien als een aanvulling op het advies van de Deltacommissie (2008) over de bescherming van Nederland tegen klimaatverandering. De Deltacommissie besprak hoofdzakelijk de problematiek rond het hoofdwatersysteem (Deltacommissie, 2008).

Deze studie is een eerste stap in het onderzoek naar een op langere termijn klimaatbestendiger inrichting van Nederland. Op basis van de nu beschikbare kennis over de verwachte klimaatverandering en de effecten daarvan, brengt het PBL, met bijdrages van andere kennisinstellingen, de kwetsbaarheid van Nederland en de belangrijkste beleidsopgaven in beeld.

Effecten klimaatverandering en adaptief vermogen: een gevarieerd beeld

Klimaatverandering heeft zowel positieve als negatieve gevolgen voor Nederland. Zo profiteert de landbouw van de verhoogde CO₂-concentraties, hogere temperaturen en een verlengd groeiseizoen en verbeteren de omstandigheden voor recreatie in Nederland. Daar staat tegenover dat de zeespiegel sneller kan gaan stijgen, rivierafvoeren hoger kunnen worden en de weersextremen (piekneerslag, hitte, droogte, hagelbuien, mist en stormen) vaker kunnen voorkomen. Dit kan leiden tot toenemende overstromingsrisico's, meer wateroverlast en vaker periodes van droogte. Tenslotte verandert de natuurkwaliteit, evenals het risico op ziekten en plagen voor mensen, dieren en gewassen. Verwacht wordt dat gezondheidsklachten zullen wijzigen, omdat de winters zachter worden maar de zomers heter, vooral in de steden.

Hoe kwetsbaar Nederland is voor klimaatverandering hangt af van hoe snel Nederland zich aan bovengenoemde effecten kan aanpassen. In deze studie wordt hiervoor het begrip 'adaptief vermogen' gebruikt. Het adaptief vermogen wordt in belangrijke mate bepaald door de mogelijke maatschappelijke reactiesnelheid in verhouding tot de snelheid (en voorspelbaarheid) van effecten van klimaatverandering. De maatschappelijke reactiesnelheid hangt daarbij sterk af van de huidige fysieke, economische en sociale omstandigheden in Nederland en de politieke en bestuurlijke capaciteit om de benodigde aanpassingen door te voeren.

Uit de analyse van het adaptief vermogen komt een gevarieerd beeld naar voren. Het overstromingsrisico is het best onderzocht. De veiligheid tegen overstroming vanuit zee kan worden gewaarborgd met de huidige, al beschikbare methoden, ook bij het worstcasescenario van 1,5 meter zeespiegelstijging per eeuw. Mogelijk vraagt dat scenario na 2100 wel structureel een ander type maatregelen, maar dan vooral voor de beheersing van piekafvoeren van de rivieren. Het adaptief vermo-

gen voor de zoetwatervoorziening is in de huidige setting beperkt en kan bij een verdere temperatuurstijging en groeiend neerslagtekort al rond 2050 tot forse problemen leiden.

Afgezien van de waterbeschikbaarheid, kunnen de landbouw-, energie- en transportsector in beginsel goed reageren op geleidelijke klimaatveranderingen omdat de benodigde wijzigingen in gewasteelten, landbouwsystemen en de vervanging van infrastructurele werken een relatief korte reactietijd kennen. De landbouwsector is vooral beducht voor toenemende risico's op ziekten en plagen en een toename van weersextremen. Ook het stedelijk gebied (wateroverlast, hittestress) en de transport- en energienetwerken zijn gevoelig voor de ontwrichtende werking van weersextremen. Gezien de bevolkingsconcentraties in het stedelijk gebied en het belang van de transport- en energienetwerken voor het maatschappelijk functioneren is een nadere analyse van de kwetsbaarheid en de mogelijke maatregelen gewenst.

Veranderingen in de natuur doen zich nu al voor en in sommige ecosystemen zoals het IJsselmeer zijn door de temperatuurstijging al onomkeerbare effecten te zien. De haalbaarheid van de huidige behoudsdoelen van het natuurbeleid wordt bij voortgaande klimaatverandering dan ook steeds onzekerder. Hoewel de kennis over de verdere doorwerking van klimaatverandering op soorten en ecosystemen nog beperkt is, is er wel kennis over de mogelijke maatregelen die getroffen kunnen worden om het adaptief vermogen van de natuur te versterken. Het gaat om internationale en nationale verbindingzones tussen natuurgebieden en het verbeteren van milieucondities en van de aansluiting op het hydrologische systeem. De mogelijke toename van het risico op epidemieën en plagen voor mensen, dieren en gewassen is ongewis, maar het adaptief vermogen lijkt beperkt. Nader onderzoek naar de mogelijke beheersing daarvan is wenselijk, vooral gezien de soms grote maatschappelijke gevolgen.

Flexibele strategie nodig vanwege onzekerheden klimaatverandering en nieuwe inzichten

Het vergroten van de klimaatbestendigheid van Nederland kan bereikt worden via verschillende sporen, zoals via ruimtelijke ontwikkeling en inrichting, gedragsaanpassingen bij weersextremen (denk aan extra voorlichting en zorg tijdens hittegolven), het verbeteren van waarschuwingssystemen voor weersextremen en via sectorale en technologische aanpassingen. Gedragsaanpassingen kunnen op korte termijn worden ingezet en waarschuwingssystemen rond bijvoorbeeld weersextremen of infectieziekten en plagen kunnen op relatief korte termijn (jaren/decennia) worden verbeterd of uitgebreid als daartoe de noodzaak wordt gevoeld. Sectorale en technologische aanpassingen vinden in feite continu plaats, al of niet gedreven door klimaatverandering.

Zoals gezegd werken eenmaal gemaakte keuzes over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting lange tijd door, zijn ze relatief onomkeerbaar en hebben ze gevolgen voor verschillende generaties. Keuzes die in de komende decennia worden gemaakt, bepalen dan ook mede de toekomstige klimaatbestendigheid van Nederland en de oplossingsruimte die er nog zal zijn voor aanpassing als de klimaatverandering anders (grotere weersextremen) of sneller (temperatuurstijging, zeespiegel-

stijging) verloopt dan verwacht. Die traagheid in ruimtelijke ontwikkelingen vraagt om een robuuste ruimtelijke strategie op lange termijn.

Het is een grote uitdaging om een strategie te ontwikkelen waarin enerzijds rekening wordt gehouden met de mogelijke omvang van de ruimtelijke opgaven op de korte en lange termijn, en waarin anderzijds ruimte is om in te spelen op het voortdurend beschikbaar komen van nieuwe, soms onverwachte inzichten over de omvang, het tempo, en de samenhang en beheersbaarheid van de gevolgen van klimaatverandering. De kunst zal zijn om het moment van ingrijpen zo goed mogelijk te kiezen: te vroeg ingrijpen kan tot overinvesteringen en onnodige beperking van maatschappelijke activiteiten leiden, te laat ingrijpen kan inhouden dat de schade veel groter is en de benodigde aanpassingen achteraf veel kostbaarder zijn dan preventie of geleiding op voorhand.

Speerpunten klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling en inrichting

Hoe een ruimtelijke strategie eruit zou moeten zien hangt niet alleen af van de klimaateffecten, maar ook van de maatschappelijke houding ten opzichte van de fysieke leefomgeving. De mens heeft al eeuwen invloed op de ruimtelijke structuur van Nederland. Daarbij heeft het ruimtegebruik in de Nederlandse delta zich steeds onafhankelijker van de ondergrond kunnen ontwikkelen. Het belangrijkste aspect hiervan is de sterk veranderde waterhuishouding die vrijwel alle delen van Nederland veilig en geschikt heeft gemaakt voor landbouw of stedelijke ontwikkeling. Deze ruimtelijke ontwikkelingen bepalen nu voor een groot deel niet alleen de beleidsopgaven op het terrein van de veiligheid tegen overstromen, maar ook de opgaven die spelen in de diepe droogmakerijen (wateroverlast en verzilting), de veengebieden (verzilting en bodemdaling), hogere zandgronden (verdroging), het stedelijk gebied (wateroverlast) en de natuur (verdroging en een gebrekkige ruimtelijke samenhang).

Uit de analyse van het adaptief vermogen en de ruimtelijke opgaven in de onderscheiden gebiedstypen blijkt dat de volgende vijf vraagstukken het belangrijkste zijn bij het ontwerpen van een ruimtelijke strategie voor de lange termijn.

1. Lange termijn veiligheid tegen overstromen

De overstromingsdreiging vanuit zee is met de huidige methoden van zandsuppletie en het versterken van waterkeringen langs zee goed beheersbaar, ook bij een zeespiegelstijging volgens een worstcasescenario van ongeveer 1,5 meter per eeuw. De kwetsbaarheid neemt vooral toe in het benedenrivierengebied met belangrijke steden als Rotterdam en de Drechtsteden. De stijgende zeespiegel zal de uitstroom en piekafvoeren van de grote rivieren naar zee steeds meer belemmeren. Bij een zeespiegelstijging van meer dan 1,5 meter voldoet het huidige veiligheidssysteem in het rivierengebied waarschijnlijk niet meer en zijn mogelijk structurele aanpassingen in de ruimtelijke inrichting nodig. Dit speelt niet op korte termijn, maar alleen als de zeespiegelstijging stijgt volgens het worstcasescenario in de periode 2100-2200. De mogelijke gevolgen voor de ruimtelijke ontwikkelingen in de komende decennia en de kosten en baten en voor- en nadelen van verschillende veiligheidsstrategieën die ook bestand zijn tegen een zeespiegelstijging van meer dan 1,5 meter, zijn nog niet in beeld gebracht. Van speciaal belang zijn hierbij de

stedelijke ontwikkelingen in het rivierengebied als geheel en rond 'hotspots' als de IJsselsteden, Almere, Rotterdam en Drechtsteden.

2. Zoetwatervoorziening in Nederland

Klimaatverandering verergert de bestaande problemen van het zoetwaterbeheer. Het gaat daarbij om de verzilting in Zuidwest-Nederland en de diepe droogmakerijen, zomerse watertekorten op de hogere zandgronden en te hoge watertemperaturen (en daaraan verbonden algenbloei en beperkte koel- en drinkwatervoorziening). Het adaptief vermogen voor de zoetwatervoorziening en de waterkwaliteit, wordt mede in relatie tot de landbouw, in de huidige situatie als beperkt beoordeeld. In de toekomst zal dat vermogen waarschijnlijk onvoldoende zijn, zeker bij een pessimistisch scenario.

Gezien de complexiteit van het watersysteem zullen kansrijke varianten om regionaal de zoetwatervoorziening (zo veel mogelijk) op orde te krijgen moeten worden onderzocht, in samenhang met het mogelijke wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem. Bij de uiteindelijke afweging en strategische keuzes voor het hoofdwatersysteem zullen daarbij ook de hierboven genoemde eisen vanuit veiligheid en de eisen van de scheepvaart en natuur betrokken moeten worden. Vanwege de onzekerheden rond de toekomstige droogte in Nederland is het gewenst in ieder geval ook een variant te onderzoeken met minimale kosten, maar met een maximale flexibiliteit.

3. Vergroten klimaatbestendigheid Nederlandse natuur

Klimaatverandering manifesteert zich nu al duidelijk in het voorkomen van soorten in de Nederlandse natuur: sommige soorten verdwijnen, nieuwe soorten verschijnen, en de interacties tussen soorten en het functioneren van ecosystemen raken op onderdelen ontregeld. Mede daardoor is de haalbaarheid van de behoudsdoelstellingen van het huidige natuurbeleid onzeker. De kennis over de veerkracht van de natuur is beperkt en de uiteindelijke effecten op de natuur zullen sterk afhangen van de snelheid van de klimaatverandering. Er is echter wel kennis beschikbaar over de wijze waarop de veerkracht van de natuur kan worden vergroot: i) door grotere en beter verbonden natuurgebieden; ii) door het creëren van betere milieucondities (bestrijding van vermessing en verdroging, verbeteren inrichting); iii) door bij locatiekeuzes sterker aan te sluiten bij natuurlijke gradiënten en het fysieke systeem (riviernatuur, veenmoerassen, beekdalsystemen en kwelzones) en iv) door het versterken van de internationale samenwerking, zodat transnationale natuurgebieden beter op elkaar aansluiten. Het concept van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) is een goed uitgangspunt voor het vergroten van de veerkracht van de natuur. Doel van het kabinet is om de begrenzing en inrichting van de EHS in 2018 te voltooien. Het is wenselijk om bij de planning en inrichting van de nog resterende EHS-gebieden (vele tienduizenden hectaren) rekening te houden met klimaatverandering.

4. Vergroten klimaatbestendigheid in het stedelijk gebied

De kwetsbaarheid van het stedelijk gebied voor klimaatverandering hangt wat betreft water samen met wateroverlast na piekneerslag en schade aan funderingen door dalingen van het grondwaterpeil bij langdurige droogte. Door de grote bevolkingsconcentraties is het stedelijk gebied bovendien kwetsbaar voor toeneemende risico's gerelateerd aan allergieën, infectieziekten en hittestress in geval

van extreem warme zomers. De omvang van de gezondheidseffecten lijkt daarbij voorsnog beperkt, maar het is nog onzeker hoe dat zich in worstcasescenario's kan ontwikkelen. De klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied kan worden vergroot met ruimtelijke en niet-ruimtelijke maatregelen. Zo kan hittestress bestreden worden met goede en tijdige voorlichting en extra zorg aan kwetsbare groepen. Bij de bestrijding van allergieën is een combinatie mogelijk van ruimtelijke (natuurbeheer, niet-allergene beplanting) en niet-ruimtelijke maatregelen (monitoring, voorlichting). De klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied voor wateroverlast kan worden vergroot door niet-ruimtelijke maatregelen (riolering, groene daken, waterpleinen) of door ruimtelijke maatregelen zoals de aanleg van nieuw openwater (grachten, singels, vijverpartijen).

Vooraf bij de herstructurering en de ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied zijn er goede mogelijkheden de klimaatbestendigheidsopgaven te combineren met andere doelstellingen van het rijksbeleid, zoals het verbeteren van de kwaliteit van de fysieke leefomgeving en het terugdringen van het energiegebruik en de daarmee samenhangende uitstoot aan broeikasgassen. Hierbij kan worden gedacht aan meer en aantrekkelijker 'groen en blauw' in en rondom de stad (waarmee de waterberging wordt vergroot en de hittestress wordt verkleind), energiezuinig bouwen en nieuwe technologieën om duurzame energie te winnen zoals zonnecellen of warmte-koudeopslag. Recente studies wijzen uit dat de meerkosten voor energiezuinig bouwen en het benutten van duurzame energie in het stedelijk gebied al op een termijn van tien tot vijftien jaar zijn terug te verdienen.

Anders dan in het landelijk gebied, is het stedelijk gebied weinig flexibel wat betreft ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en zijn er al gauw hoge kosten gemoeid met herinrichting, inzet warmtekoudeopslagsystemen of aanpassingen aan riolering, bebouwing of infrastructuur. Vooral in het licht van mogelijk onverwacht snelle klimaatverandering of toename van weersextremen, vraagt deze geringe flexibiliteit expliciete aandacht bij keuzes over hoe de ruimte te ontwikkelen en in te richten. De komende dertig jaar komt er naar verwachting in Nederland nog bijna een miljoen woningen bij. De verwachte investeringen en ruimtelijke ontwikkeling of herinrichting van het stedelijk gebied kunnen een 'window of opportunity' zijn voor het halen van meerdere doelen tegelijkertijd. Het benutten van deze window of opportunity is geen vanzelfsprekendheid zoals blijkt uit de Randstadvisie 2040, waarin de klimaatbestendigheid wel een belangrijke plek inneemt, maar de koppeling met de energieopgave voor het stedelijk gebied ontbreekt.

5. Verminderen kwetsbaarheid transport- en energienetwerken

De transportnetwerken (luchtvaart, wegverkeer, railverkeer, scheepvaart) en de energievoorziening zijn vooral gevoelig voor weersextremen. Omdat deze netwerken van groot belang zijn voor het maatschappelijk functioneren is een nadere analyse van de kwetsbaarheid gerechtvaardigd, (inclusief de gevoeligheid voor extreme klimaatscenario's) alsook van de mogelijkheden om die te verminderen. Voor de energievoorziening en het -netwerk is daarbij een brede analyse gewenst, mede in het licht van de kabinetsdoelstellingen voor het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen door energiebesparing en de ontwikkeling van duurzame energiebronnen op de termijn van 2020. Te maken keuzes bij de uitwerking van de kabinetsdoelen op het gebied van de ontwikkeling van duurzame energiebronnen

kunnen bijdragen aan het verminderen van de klimaatgevoeligheid van de energienetwerken. Daarbij speelt bijvoorbeeld ook de vraag in hoeverre de duurzame energie centraal (windmolenparken) of ook decentraal wordt ontwikkeld (warmte-koudeopslagsystemen en zonne-energie in het stedelijk gebied).

Gezondheid: vooral risico's infectieziekten vragen aandacht

Door klimaatverandering zal een aantal gezondheidsklachten in Nederland waarschijnlijk toenemen. Warmere zomers, met ook een verhoogde kans op hittegolven en periodes van zomersmog, leiden tot meer ziekte en sterfte onder kwetsbare bevolkingsgroepen als ouderen, chronisch zieken en zuigelingen. Er is ook een positieve keerzijde: een afname van strenge winters leidt tot een afname in wintersterfte. De precieze omvang van de negatieve klimaateffecten op sterfte en ziekte is door gebrek aan gegevens nog niet goed aan te geven.

In samenhang met de globalisering en de internationale transportbewegingen veranderen onder invloed van klimaatverandering ook de kansen op het krijgen van infectieziekten. In Nederland breidt de ziekte van Lyme zich uit en de afgelopen jaren hebben zich in Europa uitbraken van 'nieuwe' infectieziekten voorgedaan, zoals vogelgriep, blauwtong bij schapen en de Chikungunya-koorts bij mens en dier. De risico's op zulke uitbraken zijn moeilijk in te schatten. Omdat de maatschappelijke ontwrichting groot kan zijn, is een verdere aanscherping en uitbreiding van de internationale strategie van surveillance gewenst in mondiaal verband (verbeteren monitoring en kennisuitwisseling). Daarnaast kan worden gekeken naar maatregelen op nationale en Europese schaal, zoals de beschikbaarheid van antivirale middelen, programma's voor de tijdige ontwikkeling van vaccins en de beschikbaarheid van gevalideerde noodplannen. Nagegaan moet worden in hoeverre ruimtelijke ingrepen in het landelijk gebied, verbindingzones in de Ecologische Hoofdstructuur en de stedelijke groen-blauwstructuur de verspreiding van infectieziekten kunnen beperken of juist versterken.

Ruimtelijke Hoofdstructuur biedt houvast voor nationale klimaatbestendigheidstrategie

De Ruimtelijke Hoofdstructuur (RHS) van de *Nota Ruimte* is een belangrijk uitgangspunt voor de Nederlandse ruimtelijke ontwikkelingen. De RHS omvat het hoofdwatersysteem en kustfundament, de stedelijke netwerken en de Randstad inclusief het Groene Hart, de belangrijkste transportverbindingen en de mainports Rotterdam en Schiphol, de Ecologische Hoofdstructuur, de Greenports en werelderfgoedgebieden en Nationale landschappen. De beleidsopgaven op nationaal niveau omvatten een groot aantal onderdelen van de Ruimtelijke Hoofdstructuur. Zo omvat de integrale opgave voor het hoofdwatersysteem en de kust de lange termijn veiligheid tegen overstromen, het waarborgen van de zoetwatervoorziening en het behoud van de natuur. De opgave van de waterbeschikbaarheid in het landelijk gebied in relatie tot landbouw en natuur heeft onder andere betrekking op de Greenports, de Ecologische Hoofdstructuur en de nationale landschappen inclusief het Groene Hart. De integrale en klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling omvat de stedelijke netwerken en de Randstad, waarbij er tevens een belangrijke interactie is met de transport- en energienetwerken. Geconcludeerd kan worden dat de onderdelen van de RHS een belangrijk houvast bieden voor een klimaatbestendige langetermijnstrategie op nationaal niveau. Zoals deze studie al uitwijst, is

het wel zo dat de randvoorwaarden voor de ontwikkeling van de RHS en mogelijke invulling op verschillende onderdelen aanpassing behoeven als een grotere klimaatbestendigheid wordt nagestreefd. Het vervolgonderzoek beoogt hier nader inzicht in te geven.

Er zijn kansen om al op korte termijn samenhang aan te brengen tussen keuzes op de verschillende schaalniveaus en in de verschillende beleidsdossiers. Belangrijke en lopende beleidsdossiers die hiervoor kunnen worden benut, zijn de Structuurvisie Randstad 2040, Verstedelijkingsafspraken 2010-2020, het Nationaal Waterplan 2009-2015 inclusief de herijking van het veiligheidsbeleid tegen overstroming, de ontwikkelingen in de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura 2000-gebieden, het structuurschema IJsselmeergebied en op provinciaal niveau de nieuwe Provinciale Structuurvisies.

Inleiding



Het klimaat is aan het veranderen met een veelvoud van effecten. Hoewel nog omgeven met onzekerheden over de snelheid waarmee, is de verwachting dat deze veranderingen de komende decennia en eeuwen versterkt zullen doorzetten, zelfs wanneer de broeikasgassen sterk worden gereduceerd (IPCC, 2007; KNMI, 2006). In vele delen van de wereld wordt dan ook gestreefd naar meer kennis over de snelheid en omvang van de klimaatverandering, en wordt gezocht naar mogelijkheden voor adaptatie (=aanpassing) aan die verandering en gevolgen (zie kader 'Klimaat-adaptatie in internationale context').

Een klimaatbestendiger inrichting van Nederland

Het ministerie van VROM heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) gevraagd eind 2010 voor Nederland strategische opties en inrichtingsmaatregelen aan te dragen voor een ruimtelijke strategie op de lange termijn, waarmee Nederland ook op lange termijn klimaatbestendig kan worden gemaakt. Het vergroten van de klimaatbestendigheid is één van de speerpunten van het kabinetsbeleid.

De belangrijkste vragen die aan bod moeten komen in een studie naar een klimaatbestendiger inrichting van Nederland zijn:

1. Welke klimaatverandering komt er op Nederland af?
2. Hoe kwetsbaar is Nederland bij klimaatverandering? Met andere woorden: wat zijn de potentiële effecten van die verandering, en hoe (on)zeker en urgent zijn deze? Maar ook: welke kansen biedt klimaatverandering?
3. Welke (ruimtelijke) beleidsopgaven kunnen door de klimaateffecten naar voren komen? Is er aanvullend beleid en zijn er aanvullende bestuurlijke arrangementen nodig?
4. Hoe kunnen beleidsmakers, onderzoekers en anderen omgaan met onzekerheden rond klimaatverandering en timing van keuzes en maatregelen, bijvoorbeeld bij het maken van die keuzes en vaststellen van maatregelen? Welke integrale maatregelenpakketten zijn er mogelijk voor de klimaateffecten en -risico's? Hoe zijn deze te koppelen aan verschillende gebiedseenheden (rivierengebied, kust, wadden en estuaria, Laag- en Hoog-Nederland)? En hoe verhouden deze maatregelen zich tot de bestaande beleidsdossiers (bijvoorbeeld: versterken ze elkaar en vullen ze elkaar aan)? Waar liggen mogelijkheden voor meekoppeling met doelstellingen op het gebied van mitigatie en verbetering van de leefomgeving?
5. Welke consequenties heeft de klimaatverandering voor de Ruimtelijke Hoofdstuur (RHS)? Behoeft de RHS aanpassing en welke opgaven zijn direct te koppelen aan de belangrijkste elementen in die RHS?

De studie in relatie tot andere studies

De studie van het PBL heeft een sterk integraal en breed karakter. Bij het beantwoorden van de vragen zullen wij aandacht besteden aan de ruimtelijke en niet-ruimtelijke opgaven waar Nederland voor staat, en aan de relaties met andere

Klimaatadaptatie in internationale context

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in vele delen van de wereld al waarneembaar; denk aan de smeltende poolkappen, stijgende zeespiegel en toenemende droogte in Mediterrane gebieden. In zowel het internationale beleid als onderzoek staat adaptatie aan deze klimaatverandering dan ook hoog op de agenda.

Als onderdeel van de mondiale klimaatonderhandelingen is in 2007 het 'Nairobi werkprogramma klimaatkwetsbaarheid en adaptatie' van start gegaan. De twee doelen van dit werkprogramma zijn de kennis van kwetsbaarheid en adaptatiemogelijkheden te verhogen, vooral in ontwikkelingslanden, en een basis te leggen voor besluiten over maatregelen, inclusief compenserende maatregelen voor de zwaarst getroffen regio's in de wereld (zie ook <http://unfccc.int/adaptation/items/4159.php>).

Op Europees niveau zijn er verschillende activiteiten gestart. De Europese Commissie werkt aan een witboek over kwetsbaarheid en klimaatadaptatie (verwachte publicatie in maart 2009). In dit witboek zal de kwetsbaarheid van Europa voor klimaatverandering worden beschreven, een visie worden gegeven op een mogelijke Europese rol op het gebied van adaptatiebeleid (waarbij wordt aangesloten bij bestaande richtlijnen als de Kaderrichtlijn Water en de Hoogwaterrichtlijn), en een overzicht worden gegeven van mogelijke beleidsmaatregelen, inclusief 'geen-spijtmateregelen'. Bij die maatregelen gaat het zowel om korte- als om langetermijnmaatregelen.

Daarnaast heeft de Europese Commissie het initiatief genomen om een Europese database te ontwikkelen, waarin activiteiten voor klimaatadaptatie op Europees en lidstaatniveau staan beschreven. Doel van deze database is onder meer een goede basis te leggen voor Europees adaptatiebeleid, en om lidstaten te informeren over activiteiten en mogelijkheden te bieden om van elkaar te leren.

Ten slotte is er een veelvoud van Europese onderzoeksprojecten ter ondersteuning van het toekomstige klimaat- maar ook sectorbeleid (bijvoorbeeld biodiversiteit, water). Deze projecten zijn soms Europa-breed (zoals het ALARM-project voor biodiversiteit en de NeWater- en Watch-projecten voor water), soms meer van een regionaal karakter (bijvoorbeeld het ESPACE-project voor Noordwest-Europa).

Ook de afzonderlijke lidstaten hebben initiatieven genomen om het beleid voor klimaatadaptatie in de verschillende landen met elkaar te vergelijken en mogelijk op elkaar af te stemmen. Voorbeelden hiervan zijn het PEER-project (<http://peer-initiative.org>) en het EPA-initiatief, beide met als doel om een overzicht te maken van aanpassingsactiviteiten en -maatregelen in Europa, onderzoek op elkaar af te stemmen en waar nodig nieuw onderzoek te initiëren.

beleidsopgaven, zoals die op het gebied van natuur, landbouw, stedelijke ontwikkeling, gezondheid en transport. Klimaatverandering heeft immers invloed op veel sectoren en beleidsvelden, en die verschillende beleidsvelden hangen met elkaar samen.

Verder gaat het in deze studie om een analyse vanuit een nationale invalshoek, minder om een regionale focus. We zullen bovendien de kansen verkennen die er zijn om adaptatiemaatregelen te combineren met de reductie van broeikasgasemissies (oftewel mitigatie) en het realiseren van een duurzame leefomgevingskwaliteit. Ten slotte worden de beleidsopgaven voor de lange termijn gekoppeld aan de kortetermijn beleidsdossiers en zullen bouwstenen voor een heldere afweging van maatregelen worden geleverd.

Door het integrale en brede karakter is deze studie aanvullend op andere studies, zoals die van de Deltacommissie (2008) en de regionale projecten binnen het programma 'Kennis voor Klimaat' (KvK). De Deltacommissie, bijvoorbeeld, gaat in haar advies over de bescherming van Nederland tegen klimaatverandering hoofdzakelijk in op de problematiek rond het hoofdwatersysteem. Ze richt zich vooral op de veiligheid tegen overstroming, de beschikbaarheid van zoetwater en de zoet-zoutdynamiek in de Zuidwestelijke delta.

Voorstudie: verkennend, agenderend en programmerend

Het onderzoek wordt in twee fasen uitgevoerd: De onderhavige studie en een eindrapportage in 2010. In de voorliggende studie is een eerste stap gezet in de ontwikkeling van ruimtelijke strategieën voor de lange termijn. Het onderzoek is verkennend, agenderend en programmerend; hierin komen vragen 1, 2, en 3 aan bod. Wij beschrijven dus nog geen concreet uitgewerkte inrichtingsmaatregelen met hun consequenties (vragen 4 en 5); die volgen eind 2010 in de eindrapportage.

Leeswijzer

In het volgende hoofdstuk wordt de huidige kennis samengevat over de klimaatverandering die op Nederland afkomt (vraag 1).

Hoofdstuk 3 is gewijd aan vraag 2: hoe kwetsbaar is Nederland voor klimaatverandering? We beschrijven die kwetsbaarheid aan de hand van relevante thema's, zoals water, natuur en stedelijk gebied. Per thema wordt gekeken naar de belangrijkste potentiële (ruimtelijke) effecten van klimaatverandering en ingeschat wat het 'adaptief vermogen' is.¹⁾ Hierbij speelt een rol op welke termijn de verschillende effecten spelen en wat de snelheid van aanpassen is. Op basis van de analyse identificeren we speerpunten voor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie.

Vraag 3 komt in hoofdstuk 4 aan bod: de analyse van de ruimtelijke opgaven of vraagstukken rond de klimaatbestendigheid. Hierbij richten wij ons vooral op het hoofdwatersysteem (inclusief de kustzone), het landelijk gebied en de natuur (inclusief de regionale watersystemen), en het stedelijk gebied.

1) Onder 'adaptief vermogen' wordt in deze studie verstaan de mogelijke aanpassing aan klimaatverandering, gegeven de huidige fysieke, sociale en economische omstandigheden in Nederland en de politieke en bestuurlijke kaders.

In hoofdstuk 5 gaan we in op de bestuurlijke opgaven, het tweede deel van vraag 3.

In hoofdstuk 6, tot slot, gaan we kort in op vraag 5: wat zijn de consequenties van de klimaatverandering voor de Ruimtelijke Hoofdstructuur (RHS)? Is het nodig de RHS aan te passen en welke opgaven zijn direct te koppelen aan de belangrijkste elementen in de RHS?

Klimaatverandering in Nederland

2

Nederland is warmer en natter geworden, met meer extreme buien

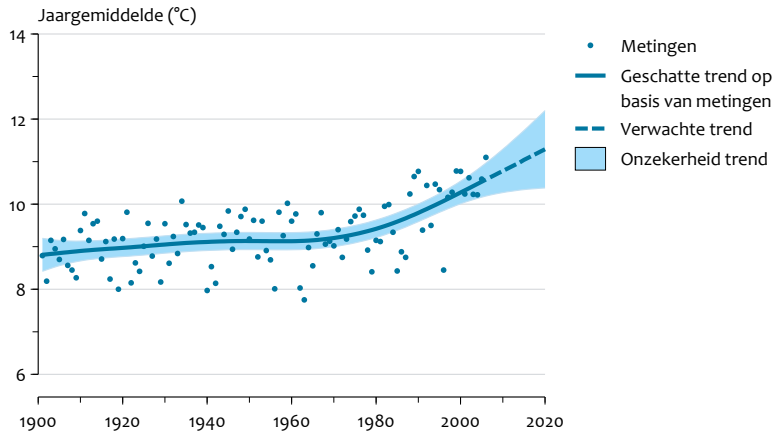
Klimaatverandering is ook in Nederland waarneembaar (KNMI, 2008) (zie ook Bijlage 1). Sinds 1900 is de gemiddelde temperatuur hier met 1,7°C gestegen (wereldwijd is dat 0,8°C) (figuur 2.1). Daarbij gaat de opwarming de laatste jaren sneller dan verwacht (KNMI, 2008). Alle jaren tussen 2003 en 2008 zijn warmer geweest dan de langjarige gemiddelde temperatuur; de jaren 2006 en 2007 zijn zelfs de warmste jaren sinds het begin van de Nederlandse metingen in 1706. De gemiddelde temperaturen in deze jaren zijn ongeveer net zo hoog als die aan het eind van de twintigste eeuw in Midden-Frankrijk. De opwarming in Nederland is merkbaar in alle seizoenen. Maar door de natuurlijke grilligheid van het Nederlandse klimaat is de opwarming niet gelijkmatig en gelijktijdig over de seizoenen verdeeld. De algemene opwarming in Nederland gaat verder gepaard met een toename van het aantal warme extremen en een afname van het aantal koude extremen.

In dezelfde periode (1900-2007) is de gemiddelde neerslag in Nederland met 18% gestegen, vooral in de winter (+26%), het voorjaar (+21%) en de herfst (+26%). Deze toename komt door een verandering in specifieke luchtstromen langs de kust en door warmer zeewater (Lenderink & Van Meijgaard, 2008). Vooral de kustregio's zijn natter geworden (KNMI, 2008).

Daarnaast zijn de frequentie en de intensiteit van piekbuien toegenomen, vooral (maar niet alleen) in de winter. Zo is de hoogste tiendaagse neerslagsom in de winter sinds 1906 met 29% gestegen (KNMI, 2008). Net als voor de gemiddelde neerslag geldt ook voor de extreme neerslag dat deze in de kustregio's groter is dan in de rest van het land.

Door de regionaal gedifferentieerde neerslagpatronen verschilt ook de droogte per regio. De Nederlandse kustzone is in het voorjaar en de vroege zomer relatief droog ten opzichte van de rest van het land. In de late zomer en het najaar is de situatie precies omgekeerd (KNMI, 2008). Anders dan bij de temperatuur en neerslag, is er voor de droogte nog geen duidelijke langjarige trend zichtbaar.

De zeespiegel voor de Nederlandse kust is in de afgelopen eeuw met 20 centimeter gestegen (KNMI, 2008). De belangrijkste oorzaken hiervan zijn de uitzetting van het oceanwater (door hogere zeewatertemperatuur) en het afsmelten van



De jaargemiddelde temperatuur in Nederland is sinds 1900 met $1,7^{\circ}\text{C}$ gestegen, wereldgemiddeld met $0,8^{\circ}\text{C}$. Bron: KNMI, 2008.

gletsjers. Afsmelten van Groenland of Antarctica heeft tot op heden nog weinig invloed gehad op de zeespiegel (IPCC, 2007). Ook is er een stijging waargenomen van de gemiddelde rivierafvoer, vooral in de winter. Er zijn echter nog geen trends zichtbaar in de piekafvoeren van zowel Rijn als Maas.

Waargenomen trends zullen zich voortzetten, grote onzekerheden over snelheid

Om een consistent beeld van een mogelijk toekomstig klimaat in Nederland te geven, heeft het KNMI vier klimaatscenario's ontwikkeld voor de eenentwintigste eeuw (KNMI, 2006a). Deze scenario's verschillen onderling wat betreft wereldwijde temperatuurstijging en hoe de overheersende windrichting/luchtcirculatie in West-Europa zal veranderen (tabel 2.1).

In algemene termen laten de scenario's een consistente trend zien in de kant die de klimaatverandering in Nederland opgaat, behalve voor neerslag. Onzeker zijn echter de omvang en de snelheid waarmee de veranderingen zich voltrekken. Verder zijn de projecties gebaseerd op langjarige gemiddelden. Het is dus bijvoorbeeld niet uit te sluiten dat er in de komende decennia ook een periode is van gematigde temperatuurverandering. Ten slotte is veelal nog niet aan te geven hoe de veranderingen van bijvoorbeeld temperatuur, neerslag en hittegolven zullen variëren over Nederland. Dit komt vooral door de relatief grove resolutie (en dus het lage detailniveau) van de klimaatmodellen.

Het KNMI verwacht dat de gemiddelde temperatuur in Nederland zal stijgen met 1 tot $2,6^{\circ}\text{C}$ in 2050 en met $1,8$ tot $5,2^{\circ}\text{C}$ in 2100 (ten opzichte van 1990), waarbij de zomers meer opwarmen dan de winters (tabel 2.1). De temperaturen die in de afgelopen jaren zijn gemeten, liggen aan de bovenkant van de bandbreedte van de vier scenario's van het KNMI. Ondanks deze trend geldt voor de afzonderlijke scenario's dat niet is aan te geven welk van de vier het meest waarschijnlijk is (KNMI, 2008).

Tabel 2.1

Klimaatscenario's voor Nederland: mogelijke veranderingen tot 2050.

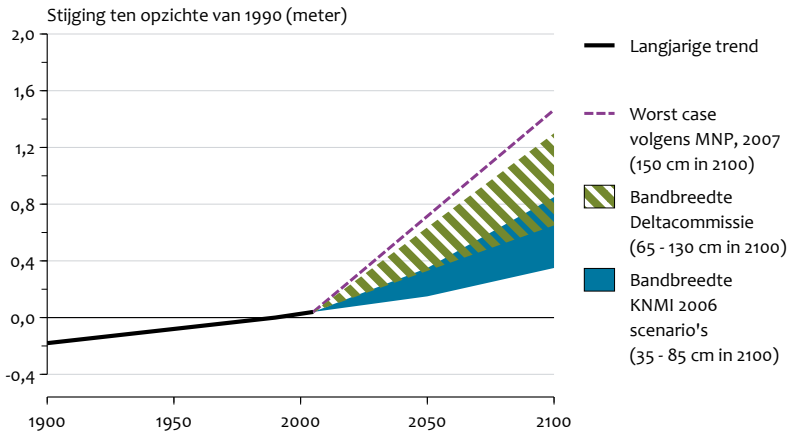
| | | G | G+ | W | W+ |
|---------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| Wereldwijde temperatuurstijging | | +1°C | +1°C | +2°C | +2°C |
| Verandering in luchtcirculatie | | Nee | Ja | Nee | Ja |
| Jaar-gemiddelde | Gemiddelde temperatuur NL | +0,9°C | +1,2°C | +1,8°C | +2,6°C |
| | Gemiddelde jaarlijkse neerslag | +3,2% | -1,1% | +6,4% | -2,1% |
| | Hoogste daggemiddelde windsnelheid | +0% | +2% | +1% | +4% |
| | Potentiële verdamping | +2% | +5% | +5% | +9% |
| | Rivierafvoer Rijn | +3% | -3% | +7% | -5% |
| Winter | Gemiddelde temperatuur | +0,9°C | +1,1°C | +1,8°C | +2,3°C |
| | Koudste winterdag | +1,0°C | +1,5°C | +2,1°C | +2,9°C |
| | Gemiddelde neerslag | +4% | +7% | +7% | +14% |
| | Aantal natte dagen (>0,1 mm) | +0% | +1% | +0% | +2% |
| | Tiendaagse neerslagsom die eens in tien jaar wordt overschreden | +4% | +6% | +8% | +12% |
| Zomer | Rivierafvoer Rijn | +7% | +6% | +14% | +12% |
| | Gemiddelde temperatuur | +0,9°C | +1,5°C | +1,8°C | +2,9°C |
| | Warmste zomerdag | +1,0°C | +1,9°C | +2,1°C | +3,8°C |
| | Gemiddelde neerslag | +3% | -10% | +6% | -19% |
| | Aantal natte dagen (>0,1 mm) | +2% | -10% | +3% | -19% |
| Zeespiegel | Tiendaagse neerslagsom die eens in tien jaar wordt overschreden | +13% | +5% | +27% | +10% |
| | Potentiële verdamping | +3% | +8% | +7% | +15% |
| | Rivierafvoer Rijn | 0% | -12% | 0% | -23% |
| | Absolute stijging | 15-25cm | 15-25cm | 20-35cm | 20-35cm |

Klimaatverandering in Nederland rond 2050 ten opzichte van het basisjaar 1990 volgens de vier KNMI-scenario's van 2006. KNMI (2006a).

www.knmi.nl/klimaatscenario's/knmio6/gegevens

Hoe in Nederland de neerslag zal veranderen in de eenentwintigste eeuw zal afhangen van de luchtcirculatie (KNMI, 2006). Als de luchtcirculatie ongeveer gelijk blijft, is de verwachting dat de jaarlijkse neerslag tot 2050 met 3 tot 6% stijgt en tot 2100 met 6 tot 12%. Vindt er echter een omslag plaats in de luchtcirculatie, dan is de verwachting dat de neerslag juist zal dalen: 1 tot 2% in 2050 en 2 tot 4% in 2100. Dit effect van een wel of niet veranderende luchtcirculatie is vooral zichtbaar in de verwachte zomerneerslag (tabel 2.1). De gemiddelde winterneerslag volgens de vier scenario's laat een eenduidiger beeld zien. In alle scenario's is er in alle seizoenen een stijging in frequentie en hevigheid van zware buien, en in de zomer een toenemend neerslagtekort. Die verandering in neerslagtekort varieert van een paar procent in 2050 ten opzichte van de huidige gemiddelde 144 millimeter, oplopend tot 220 millimeter.

De toekomstige zeespiegelstijging kent een grote onzekerheid – door kennisleemtes in het klimaatstelsel, onzekerheden over het afsmelten van de ijskappen op Groenland en West-Antarctica, en onzekerheden over de toekomstige uitstoot van broeikasgassen. De KNMI-scenario's beschrijven een geraamde zeespiegelstijging van 35 tot 85 centimeter in 2100 (figuur 2.2). Anderen komen met aanvullende,



Op basis van de KNMI-scenario's stijgt de zeespiegel tot 2100 35 tot 85 centimeter (KNMI, 2006). Andere studies verwachten dat de zeespiegel in geval van een worstcasescenario kan stijgen tot 130 centimeter (Deltacommissie, 2008) en 150 centimeter. Bron: MNP, 2007.

mogelijk worstcase verwachtingen waarbij wordt uitgegaan van meer extreme uitzetting van oceaanwater en afsmelten van ijskappen. Het MNP (2007) bijvoorbeeld, gaf in de studie *Nederland Later* een mogelijke worstcasezeespiegelstijging voor Nederland van ongeveer 1,5 meter per eeuw. De Deltacommissie (2008) presenteerde een zeespiegelstijging van 65 tot maximaal 130 centimeter voor rond 2100 en 200 tot 400 centimeter rond 2200.

Deltares (2008) laat op basis van de KNMI-scenario's van 2006 een toename zien in de piekafvoeren van rivieren in de winter en het voorjaar. De verwachtingen over de toekomstige zomerafvoer zijn echter onzeker. Deze kunnen min of meer gelijk blijven, maar ook sterk afnemen, afhankelijk van de scenario's en daaraan gekoppelde temperatuur- en neerslagpatronen. Al met al is de verwachting dat de Rijn steeds meer het karakter krijgt van een regenrivier, met hogere afvoeren 's winters en lagere afvoeren 's zomers.

3

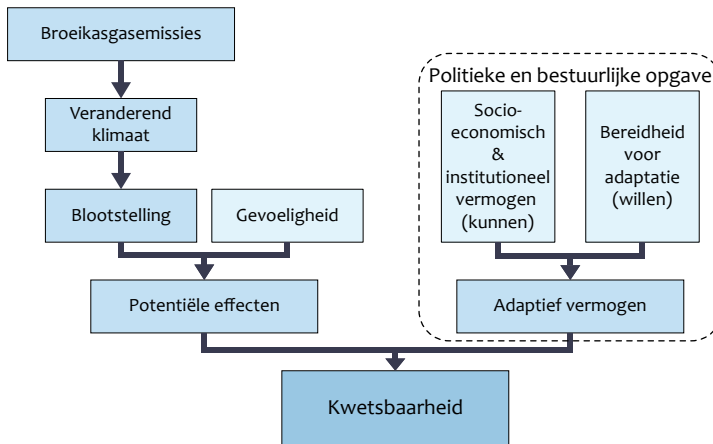
Kwetsbaarheid voor klimaatverandering: effecten en adaptief vermogen

3.1 Inleiding

Hoe kwetsbaar Nederland is voor klimaatverandering, hangt niet alleen af van de mogelijke effecten ervan en de termijn waarop deze effecten kunnen optreden, maar ook van het 'adaptief vermogen' van Nederland (figuur 3.1). Onder 'adaptief vermogen' wordt in deze studie verstaan in hoeverre Nederland zich aan deze effecten kan aanpassen en de snelheid waarmee het dat kan doen, gegeven de huidige fysieke, sociale en economische omstandigheden en institutionele (politieke en bestuurlijke) kaders.

Het adaptief vermogen omvat verschillende sporen, zoals gedragsaanpassingen, waarschuwingssystemen, sectorale en technologische aanpassingen en ruimtelijke aanpassingen. Gedragsaanpassingen kunnen doorgaans op korte termijn worden ingezet (denk aan voorlichting en aanpassing van gedrag bij hitte, of rijgedrag tijdens weersextremen). Waarschuwingssystemen rond bijvoorbeeld weersextremen of infectieziekten kunnen op relatief korte termijn (jaren/decennia) worden verbeterd of uitgebreid als daar de noodzaak voor wordt gevoeld. Sectorale en technologische aanpassingen vinden in feite continue plaats, al of niet gedreven door klimaatverandering. Aanpassingen in de ruimtelijke ontwikkeling of inrichting, zoals van steden, infrastructuur, het watersysteem of natuur, komen relatief traag tot stand (decennia) en hebben als kenmerk dat zij relatief onomkeerbaar zijn en daardoor een lange tijd doorwerken.

In dit hoofdstuk beschrijven we de kwetsbaarheid voor klimaatverandering aan de hand van de thema's water, natuur, landbouw, gezondheid, energie, transport, recreatie en toerisme en stedelijk gebied. Per thema wordt aandacht besteed aan de belangrijkste effecten van klimaatverandering (zie ook Bijlage 1), de snelheid van verandering en de onzekerheden. We vermelden tevens per thema de mogelijke aangrijpingspunten voor adaptatiemaatregelen ter vermindering van eventuele problemen of benutting van kansen.



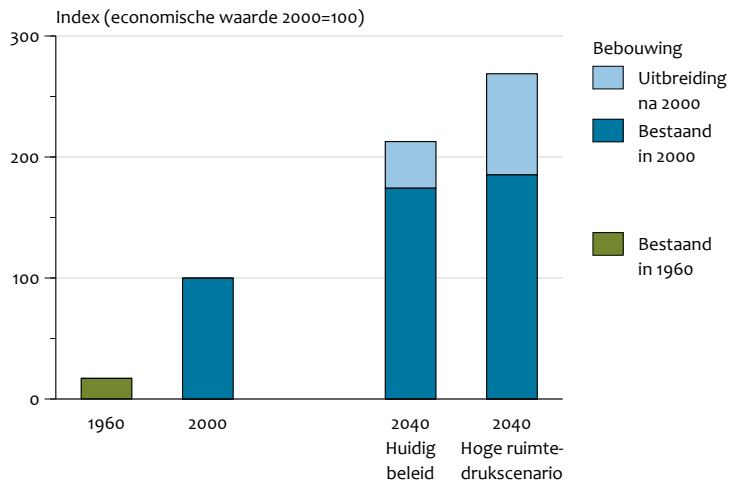
De kwetsbaarheid van Nederland hangt niet alleen af van de potentiële effecten, maar ook van het politieke en bestuurlijke adaptief vermogen. Gebaseerd op EEA (2008)

3.2 Analyse kwetsbaarheid

Waterveiligheid: benedenrivierengebied het meest bedreigd

Door de stijgende zeespiegel en de kans op meer extreme rivierafvoeren neemt het overstromingsgevaar toe. Daarnaast is in de afgelopen veertig jaar juist veel gebouwd en geïnvesteerd in overstromingsgevoelige gebieden, waardoor het slachtoffer- en schaderisico bij een eventuele overstroming sterk is gestegen; zo is de economische waarde in overstromingsgevoelig gebied in de afgelopen vier decennia met een factor 6 toegenomen. Omdat deze trend zich in de toekomst zal voortzetten, neemt ook de kwetsbaarheid voor overstromingen toe (figuur 3.2).

De langetermijnveiligheid tegen overstromen vanuit zee kan bij de verwachte range aan zeespiegelstijging van 35 tot 85 centimeter per eeuw (KNMI, 2006a) met de huidige methoden van zandsuppletie en het versterken van de kustverdedigingen worden gewaarborgd, ook bij het worstcase scenario van 1,5 meter per eeuw (MNP, 2007). Het grootste risico op langere termijn vormt de uitstroom van piekafvoeren van de rivieren. Naarmate de zeespiegel verder stijgt, nemen de afvoermogelijkheden van de rivieren af, stijgt het waterpeil in het benedenrivierengebied en nemen de getijde- en zoutinvloed landinwaarts toe. Het meest kwetsbaar op langere termijn is dan ook het benedenrivierengebied met mainport Rotterdam en de Drechtsteden, omdat hier de zee en rivieren bij elkaar komen. Tot 2100 is de veiligheid in het rivierengebied te handhaven en voldoet ook de huidige invulling van het nationale programma Ruimte voor de Rivier (Deltares, 2008). Als de zeespiegel sneller en meer zou stijgen dan verwacht (worstcase), dan voldoet het huidige veiligheidssysteem waarschijnlijk niet meer.



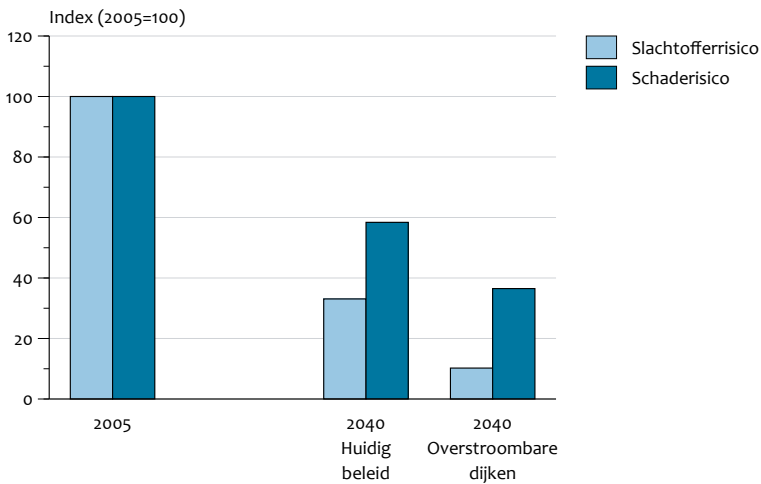
Toename van de kwetsbaarheid voor overstromingen door een stijging van de economische waarde in overstromingsgevoelig gebied. Bron: MNP (2007)

Belangrijke aangrijpingspunten voor adaptatiemaatregelen zijn het aanpassen van de ruimtelijke ontwikkeling (zoals bij bouwen in kwetsbare gebieden); het aanpassen van de ruimtelijke inrichting (waterrobuust bouwen); een betere bescherming met behulp van waterkeringen en kustwerken; het toepassen van doorbraakvrije dijken; en het ontwikkelen van evacuatie- en rampenplannen om bij overstromingen de aantallen mogelijke slachtoffers te beperken (figuur 3.3). Dergelijke aanpassingsopties zouden in ieder geval al de komende decennia in overweging moeten worden genomen bij de besluitvorming over ruimtelijke kwesties. Op de langere termijn bezien moeten daarbij ook voorstellen worden betrokken om de veiligheid in Nederland structureel te verbeteren, zoals voorgesteld door de Deltacommissie (zie kader 'Advies Deltacommissie in het kort').

Wateroverlast, -tekort en -kwaliteit: grote ruimtelijke variatie in kwetsbaarheid

Door de klimaatverandering worden de bestaande problemen op het terrein van het waterbeheer versterkt. Het gaat hierbij om de toenemende verzilting in Laag Nederland, wateroverlast in het landelijk en stedelijk gebied als gevolg van piekneerslag, watertekorten in droge zomers en een oplopende watertemperatuur.

Verzilting treedt op door zoutindringing vanuit zee via de rivieren en door zoutindringing van regionale watersystemen via bodem en grondwater. De verzilting speelt in grote delen van Laag Nederland met als belangrijkste aandachtsgebieden Zuidwest-Nederland waar belangrijke sierteelten plaatsvinden, de droogmakerijen en de veengebieden. Ook zonder klimaatverandering zal de verzilting in de toekomst toenemen door de toenemende zoutbelasting vanuit het grondwater.



Afname van het schade- en slachtofferrisico bij toepassing van doorbraakvrije dijken in vergelijking met het huidige veiligheidsbeleid. Bron: MNP (2007)

Klimaatverandering heeft effecten op de verzilting door een mogelijk verminderde beschikbaarheid van zoetwater voor doorspoeling.

De risico's op wateroverlast spelen vooral in Laag-Nederland waar de grondwaterstand relatief hoog is en het waterbergend vermogen in de bodem gering. Steden die liggen in de overgangsgedieden tussen Laag- en Hoog-Nederland krijgen in toenemende mate te maken met piekafvoeren van beeksystemen. De piekneerslag is al meetbaar toegenomen (zie hoofdstuk 2) en vraagt nu al aanpassingen in waterbergend vermogen.

Een tekort aan water speelt nu vooral op de hogere zandgronden waar geen of onvoldoende aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem mogelijk is. Maar droogte wordt in de toekomst mogelijk ook een probleem in Laag-Nederland, door een tekort aan zoet water om met doorspoelen de verzilting te bestrijden en de waterpeilen op niveau te houden. Uitgaande van het huidige beleid en afhankelijk van de daadwerkelijke klimaatverandering, is de zoetwatervoorziening van Nederland het belangrijkste potentiële probleem dat al voor 2050 zou kunnen opspelen (Deltares, 2008). Het KNMI (2006) schat voor 2050 dat er bij een extreem droog klimaat nog slechts aan 75 tot 90% van de waterbehoefte van Noord- en Zuid-Holland en de noordelijke provincies kan worden voldaan. Voor Zeeland en Brabant kan dit zelfs dalen tot maar 50% (Deltares, 2008).

Ten slotte leiden de hogere watertemperaturen tot problemen. Het gaat hierbij vooral om directe negatieve effecten op de waterkwaliteit en de biodiversiteit, grotere risico's op blauwalgenbloei en mogelijk ook botulisme, en toenemende problemen met de koel- en drinkwatervoorziening (NIOO, 2008, PBL, 2008). Gekop-

peld aan de stijging van de luchttemperatuur, is ook de watertemperatuur in de Noordzee, rivieren en meren van Nederland al meetbaar gestegen (MNP, 2005, zie ook figuur 3.8).

Het vermogen om de effecten van klimaatverandering het hoofd te bieden, varieert ruimtelijk. Wateroverlast als gevolg van extreme neerslag is in het landelijk gebied vanwege de ruimtelijke flexibiliteit gemakkelijker beheersbaar dan in stedelijk gebied. De kwetsbaarheid van het stedelijk gebied is te beperken door een klimaatrobuust ontwerp van de waterberging, dat wil zeggen grotere rioleringen en/of additionele waterberging in open water (vijvers, grachten), tijdelijk op straat (“waterpleinen”) of door het langer vast te houden met behulp van begroeide “groene daken”. Het adaptief vermogen in het stedelijk gebied is echter beperkt vanwege de lange termijnen en doorgaans grote investeringen die gemoeid zijn met aanpassingen in de ontwikkelingen bovengronds (ruimtelijke inrichting) en ondergronds (riolering). In het Nationaal Bestuursakkoord Water is al voor circa 2 miljard euro aan maatregelen voorzien om de wateroverlast te beperken in het landelijk gebied. Voor het beperken van wateroverlast in stedelijk gebied is aanvullend 3 miljard euro begroot. Voor de vervanging van het rioolstelsel is de komende decennia naar verwachting ongeveer 50 tot 60 miljard euro nodig, een bedrag dat voor een groot deel in reguliere investeringsprogramma’s kan worden opgenomen. Het is zaak hierbij voldoende robuuste oplossingen te kiezen.

Voor de verdeling van water in tijden van tekorten is op nationaal niveau, en plaatselijk op regionaal niveau, de zogeheten verdringingsreeks vastgesteld. Er is nog geen beleid gericht op het daadwerkelijk vergroten van de watervoorraden in het hoofdwatersysteem en het regionale watersysteem, het verkleinen van de watervraag of het fysiek (via ruimtelijke ingrepen) bij elkaar brengen van watervraag en -aanbod. Hoewel er nog geen zichtbare trend in het jaarlijkse neerslagtekort is (hoofdstuk 2), is op basis van de beschikbare klimaatscenario’s de verwachting dat de kans op droogte en extreme situaties gaat toenemen. De Deltacommissie stelt om deze reden voor het IJsselmeer als zoetwaterbekken voor Nederland in te richten (zie tekstbox). Om de kwetsbaarheid van Nederland voor verzilting en droogte beter in beeld te krijgen, is in het Nationaal Waterplan een zoetwaterverkenning aangekondigd, die in 2015 moet leiden tot besluitvorming over eventuele aanpassingen van het huidige waterbeheer.

Omdat de stijging van de watertemperatuur gekoppeld is aan de stijging van de luchttemperatuur is deze via adaptatiemaatregelen nauwelijks te beïnvloeden. Hiervoor zou op mondiale schaal een sterke reductie van de broeikasgasemissies nodig zijn. Alleen in wateren waar de lozing van koelwater bijdraagt aan de temperatuurstijging van het water (zie figuur 3.8), kan door verminderde koelwaterlozing de stijging van de watertemperatuur worden beïnvloed.

Advies Deltacommissie in het kort

In september 2008 bracht de Deltacommissie haar advies *Samen werken met water* uit. In deze integrale, langetermijnvisie op de bescherming van Nederland tegen de gevolgen van klimaatverandering, wordt in het bijzonder aandacht besteed aan de bescherming tegen overstroming, het veiligstellen van de zoetwaterbeschikbaarheid en de Zuidwestelijke delta. Voor de mogelijke zeespiegelstijging presenteert de Deltacommissie een nieuw en aanvullend scenario op de KNMI-scenario's van 2006. Zij verwacht in 2100 een stijging van 65 tot 130 centimeter (inclusief een bodemdaling van 10 centimeter) en in 2200 een stijging van 2 tot 4 meter. De Deltacommissie hanteert deze zeespiegelstijging als mogelijke bovengrenzen voor 2100 en 2200, als basis voor haar veiligheidsstrategie en voorstellen voor maatregelen.

Op hoofdlijnen stelt de Deltacommissie voor om:

- de waterkeringen die nog niet aan de huidige normen voldoen met versnelde inspanningen op orde te brengen;
- het veiligheidsniveau van het overstroombare gebied in Nederland met een factor 10 te verhogen;
- de kustzone blijvend te beschermen via zandsuppletie en de suppletie zo uit te voeren dat de kust de komende eeuw kan aangroeien;
- het IJsselmeer te bestemmen voor de zoetwatervoorziening en te spuien onder vrij verval, hetgeen – uitgaande van de gepresenteerde zeespiegelstijging in het advies – een peilstijging van 1,5 meter op de termijn van 2100 vraagt en een sterke dijkverhoging rond het IJsselmeer en het aansluitende deel van de IJssel; het Markermeer behoudt daarmee de huidige setting;
- in de Zuidwestelijke delta de zoet-zoutgradiënten zoveel mogelijk te herstellen (Krammer-Volkerak-Zoommeer) en op de lange termijn de getijdendynamiek (gekoppeld aan de vervanging van de Oosterscheldedam);
- de hotspot Rijnmond extra te beschermen (afsluitbaar/open constructie), met afleiden van piekafvoeren van Rijn en Maas via de Zuidwestelijke delta.

Met de uitvoering van de voorgestelde maatregelen is volgens de Deltacommissie ten opzichte van de huidige kosten een extra bedrag nodig van circa 1 tot 1,5 miljard euro per jaar, of ongeveer 1 tot 2 miljard euro als wordt gekozen voor het ontwikkelen van een verbrede kustzone. Dit betekent voor de komende eeuw een extra gevraagde investering van circa 100 tot 200 miljard euro.

Gezien de urgentie en het grote maatschappelijk belang, stelt de Deltacommissie tevens voor om:

- een ministeriële stuurgroep in te stellen, onder voorzitterschap van de minister-president en met de minister van Verkeer en Waterstaat als politiek verantwoordelijke, een Deltaregisseur aan te stellen voor de samenhang en voortgang en regionale bestuurders voor de invulling en realisatie van de regionale opgaven;
- een Deltafonds op te richten onder beheer van de minister van Financiën; dit fonds zou moeten worden gevoed met leningen en een gedeelte van de aardgasbaten;

- een Deltawet in het leven te roepen, waarin de politiek-bestuurlijke organisatie en de zekerheid van de financiële middelen worden verankerd binnen het huidige staatsbestel en de huidige wet- en regelgeving.

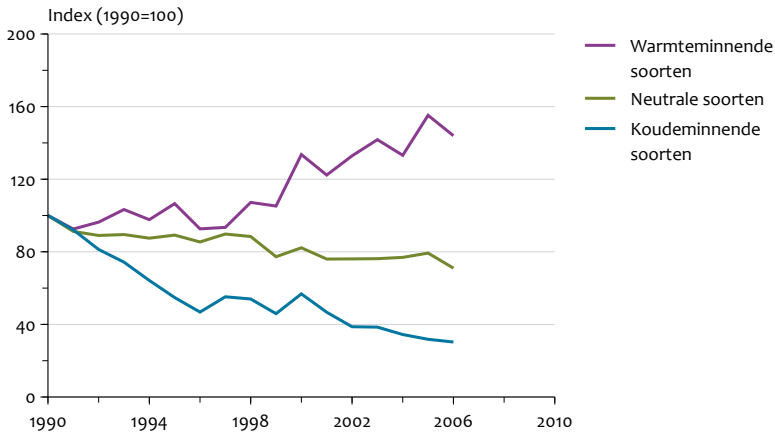
Kabinetsreactie

In zijn reactie op het advies stelt het kabinet de analyse van de Deltacommissie en de agendering van belangrijke opgaven over de bescherming tegen overstroming en het veiligstellen van de zoetwatervoorziening te delen, en haar voorstellen als richtinggevend te hanteren. De gepresenteerde oplossingsrichtingen echter, vragen volgens het kabinet, mede gegeven de onzekerheden, nog verdere invulling en uitwerking om tot een passende strategie en maatregelenkeuze te kunnen komen (Deltaprogramma). Daarbij benadrukt het kabinet de inzet van de Deltacommissie om te zoeken naar integrale oplossingen, dat wil zeggen de wateropgave niet alleen te verbinden met de natuur- en landschapsopgaven in de Nederlandse delta, maar ook met die van economie en verstedelijking. Het kabinet heeft inmiddels een ministeriële stuurgroep ingesteld en geeft via het Nationaal Waterplan en Deltaprogramma verder uitwerking aan het advies. In 2009 wordt een ontwerp-Deltawet voorzien waarin ook een solide financiële basis wordt geregeld. Het kabinet geeft nog geen verwachting over de timing en de mogelijke omvang van de extra kosten.

Natuur: invloed klimaatverandering is groot, haalbaarheid behoudsdoelen daardoor onzeker

De temperatuurstijging, zeespiegelstijging en veranderende neerslag- en droogtepatronen hebben grote invloed op de natuur, wereldwijd. De milieucondities voor soorten en ecosystemen veranderen daardoor en verspreidingsgebieden van soorten zijn aan het verschuiven, zowel op het land als in het water. Ook in Nederland zijn de effecten op de natuur al duidelijk zichtbaar en meetbaar (MNP, 2005). Zo laten koudeminnende soorten een afname zien in voorkomen, terwijl warmteminnende soorten toenemen (figuur 3.4). In de Noordzee is de verspreiding van veel soorten veranderd (MNP, 2005, NIOO, 2008) en in sommige ecosystemen zoals het IJsselmeer zijn door de temperatuurstijging al onomkeerbare effecten te zien (RWS & Deltares, 2008). Daarnaast wordt het Nederlandse klimaat gunstiger voor uitheemse (plaag)soorten, zoals de eikenprocessierups. Door de vervroeging van de lente en de verlating van de herfst, duurt het groeiseizoen in de afgelopen jaren een maand langer dan in 1990 (Van Vliet, 2008). Doordat niet alle planten en dieren hetzelfde reageren op het veranderend groeiseizoen, raken relaties in de voedselketens verstoord, zoals ook in Nederland voor enkele soorten al is aangetoond (MNP, 2005).

Verwacht wordt dat de effecten van klimaatverandering op de natuur verder zullen toenemen. Op grond van de waarnemingen en projecties zullen sommige natuurbeleidsdoelen waarschijnlijk niet kunnen worden gehaald. Het is dan ook de vraag of een beleid gericht op soortbehoud houdbaar is onder sterk veranderende omstandigheden. Vooral ook omdat klimaatverandering de effecten van versnippering, verdroging en eutrofiëring versterkt (Osinga, 2007). Zo kan een deel van de nieuwe soorten zijn leefgebied niet uitbreiden door de versnippering van de huidige



Koude-minnende soorten gaan de laatste jaren in aantal achteruit, warmteminnende soorten nemen toe, en neutrale soorten blijven min of meer stabiel. Bron: PBL (2008).

leefgebieden (Vos e.a., 2008). Verkennend modelonderzoek wijst uit dat de huidige moerasgebieden voor 20% van de moerassoorten te klein zijn om weersextremen (droogte) op te vangen. Bij de huidige en te verwachten nutriëntbeschikbaarheid zal in veel watersystemen de kans op eutrofiëring en blauwalgenbloei door de temperatuurstijging toenemen (PBL, 2008, NIOO, 2008).

De verdere veranderingen in neerslag en waterhuishouding kunnen grote gevolgen hebben voor natuur in Nederland. Veel hangt af van hoe waterbeheerders omgaan met de veranderende beschikbaarheid van water en de keuzes die daarbij worden gemaakt ten behoeve van de verschillende functies. Onzeker is nog hoe het neerslagpatroon in de zomer zich zal ontwikkelen (KNMI, 2006a; zie ook hoofdstuk 2). Afhankelijk van hoe de verandering van de neerslag in de zomer uitpakt, zal de al bestaande verdroging toenemen. Een droge voorjaars situatie leidt tot een sterke afname in de natuurwaarde van de natte en vochtige ecosystemen in Hoog-Nederland (Deltares, 2008). Extreem lange periodes van droogte tijdens het groeiseizoen leiden tot droogtestress en verhoogde bodemafbraak in vochtige en natte ecosystemen als heide en hoogveen. Vooral beekdalen zijn kwetsbaar, omdat een groot deel van de aquatische organismen niet is aangepast aan de droogval van beken (Verdonschot e.a., 2005). Omdat de neerslag gemiddeld echter toeneemt (vooral in de winter), zullen veel ecosystemen op het land in niet-extreme jaren ook profiteren van een nat voorjaar.

De zeespiegelstijging heeft invloed op de kustzone en de getijdenezones, en dan in bijzonder op de arealen aan droogvallende zandplaten. De natuurlijke dynamiek in de Waddenzee lijkt 'houdbaar' te zijn binnen een groot deel van de range van de KNMI-scenario's (een zeespiegelstijging van 35 tot 85 centimeter deze eeuw). Voorzichtige schattingen geven aan dat de Waddenzee een jaarlijkse stijging van 3

tot 6 millimeter – en mogelijk zelfs 8 millimeter per jaar – aan zou kunnen, zonder dat (voor de natuur zo belangrijke) arealen droogvallende platen sterk afnemen. Bij een worstcase scenario voor klimaatverandering en een extremer zeespiegelstijging zal de Waddenzee waarschijnlijk belangrijke natuurkwaliteiten verliezen (RWS & Deltares, 2008).

De kennis over het aanpassingsvermogen van de (huidige) natuur, zowel van soorten als ecosystemen, is nog beperkt. Dit komt mede omdat de kennis over de omvang van de mogelijke effecten van verdere klimaatverandering beperkt is. Onbekend is bijvoorbeeld nog wat de invloed is van de relatief snelle veranderingen in soortensamenstelling wanneer koudeminnende soorten verdwijnen en warmteminnende verschijnen. Ook is niet duidelijk in welke mate andere ‘stressfactoren’ dit aanpassingsvermogen beïnvloeden. Wel is bekend, welke maatregelen kunnen bijdragen aan het verminderen van de kwetsbaarheid van de natuur voor klimaatverandering. Dit kan door:

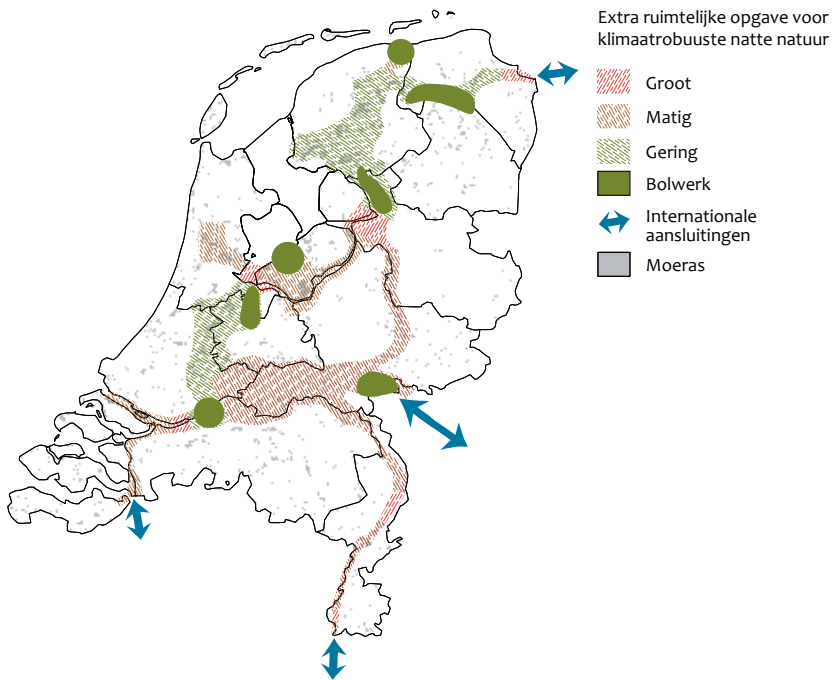
- te zorgen voor een betere kwaliteit van (bestaande) natuurgebieden, onder andere via het beter bestrijden van ‘andere’ ongunstige milieumomstandigheden zoals vermessing en verdroging;
- bij de keuze van nieuwe natuurgebieden beter aan te sluiten bij natuurlijke gradienten en het fysieke systeem (zoals riviernatuur en kwelzones);
- het inrichten van grotere natuurgebieden met een goede ruimtelijke samenhang (verbindingszones);
- het versterken van de internationale samenwerking, bijvoorbeeld om gebieden beter op elkaar te laten aansluiten.

Door hiermee rekening te houden bij het aanwijzen en inrichten van nieuwe natuur kan een aanzet worden gegeven om de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) klimaatbestendiger te maken (figuur 3.5). De benodigde wijziging vraagt een aanpassing van de ruimtelijke doelstelling van de EHS op nationaal niveau en overeenstemming met de provinciale overheden over de realisatie. Omdat nieuwe gronden voor de EHS beschikbaar komen op basis van vrijwilligheid is het vermogen om de doelen en ruimtelijke structuur van de EHS aan te passen beperkt.

Landbouw: flexibel en adaptief, maar beducht voor weersextremen, ziekten en plagen

De klimaatverandering kan voor de landbouw zowel positieve als negatieve effecten hebben. Positief kunnen zijn een temperatuurstijging, verlenging van het groeiseizoen en stijging van koolstofdioxide(CO₂)-concentraties. Negatieve effecten hebben onder andere te maken met een toename van de verzilting, en toenemende schaderisico's door weersextremen (piekneerslag, droogte, hagelbuien) en ziekten en plagen. Tot op heden lijken de effecten overwegend positief (MNP, 2005).

In combinatie met een afname in de beschikbaarheid van water, maakt de verwachte toenemende wateroverlast en verzilting vooral de landbouw in Laag-Nederland kwetsbaar voor klimaatverandering. Aandacht verdient hier de droogmakerijen met een hoge verzilting, en de veenweidegebieden waar de ontwatering ten behoeve van de landbouw leidt tot bodemdaling en CO₂-emissies. Vooral de kwetsbare teelten in de (glas)tuinbouwgebieden van de Bollenstreek, Aalsmeer, het Westland en Boskoop zijn gevoelig voor verzilting. Deze gebieden vormen tevens



Door de realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur te richten op een corridor van natte natuurgebieden met internationale aansluiting, kan Nederland bijdragen aan een klimaatrobuuste natuur in Europa. Bron: PBL (2008b).

de zogeheten Greenports in de Ruimtelijke Hoofdstructuur (zie hoofdstuk 7). Een veranderend beheer in de droogmakerijen en veengebieden om de watervraag en bodemdaling te verminderen, kan grote gevolgen hebben voor de bestaande landbouw en de huidige landschappelijke waarden.

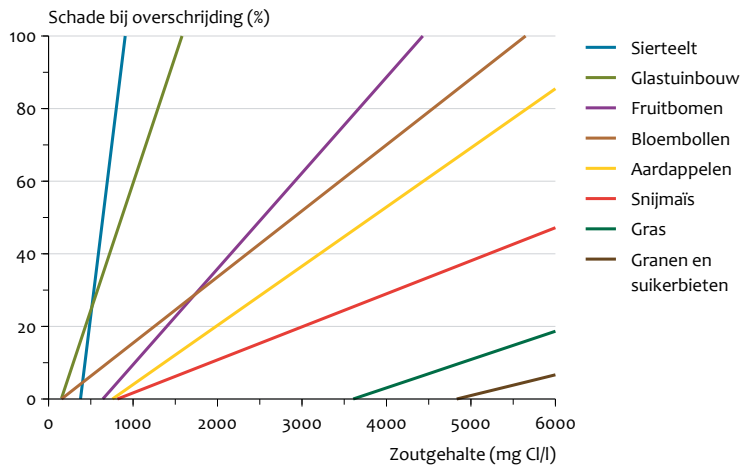
Een frequentere droogte betekent ook een extra opgave voor de landbouw op hogere zandgronden, daar waar geen aanvullende aanvoer van water uit het hoofdwatersysteem mogelijk is.

Het adaptief vermogen van de landbouw zelf is in een aantal opzichten groot. De sector is flexibel, innovatief en goed in staat zich aan te passen aan een geleidelijke klimaatverandering en gebruik te maken van nieuwe kansen. Eventuele benodigde aanpassingen in gewasteelten of de bedrijfsvoering kunnen op de termijn van enkele jaren worden doorgevoerd; aanpassingen van landbouwsystemen als geheel (ketens) kunnen in de loop van een vijftal tot tiental jaren worden doorgevoerd.

De kwetsbaarheid en het adaptief vermogen van de landbouw voor weersextremen en ziekten en plagen is nog onzeker. De mogelijke omvang van deze effec-

Figuur 3.6

Relatie tussen zoutgehalte en opbrengstschade landbouwgewassen



De sier- en boomteelten, glastuinbouw en bloembollen zijn het meest gevoelig voor verzilting. Gras, granen en suikerbieten het minst. Bron: Rijkswaterstaat/RIZA, 2005.

ten en de beheersbaarheid ervan in het geval van worstscasescenario's zijn nog niet onderzocht; zo is nog onduidelijk of de verspreiding van ziekten en plagen te beïnvloeden is met (bijvoorbeeld) internationaal toezicht, het tegengaan van monoculturen, vaccinaties of het stimuleren van natuurlijke plaagregulatie. De landbouwsector zelf is het meest beducht voor toenemende schades als gevolg van de weersextremen en ziekten en plagen.

Het adaptief vermogen van Nederland rond de zoetwaterbeschikbaarheid wordt bepaald door enerzijds de aanpassingsmogelijkheden in de landbouw zelf en anderzijds de aanpassingsmogelijkheden in het watersysteem.

Bij aanpassingen in de landbouw gaat het daarbij in eerste instantie om het terugdringen van de zoetwatervraag. Dit kan onder andere door:

- technologische ontwikkelingen waarmee de kwetsbare teelten onafhankelijk worden van het oppervlaktewater. Deze inzet van technologie gebeurt nu al op steeds grotere schaal in het Westland (kassen) en Boskoop (boom- en sierteelten);
- aanpassing van landbouwsystemen en/of gewasteelten in verziltende gebieden;
- een veranderend waterpeilbeheer in de veengebieden;
- vasthouden van water op de hogere zandgronden.

Anderzijds kan ook het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem worden vergroot. Gezien de complexiteit van het vraagstuk en de benodigde afstemming tussen keuzes voor het hoofdwatersysteem, het regionale watersysteem, de gevolgen voor de landbouw en het grondgebruik, wordt het adaptief vermogen van Nederland als beperkt beoordeeld.

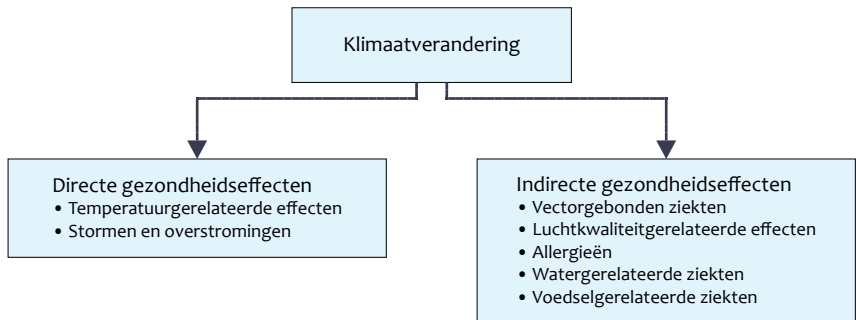


Nieuwe technologie in de landbouw: drijvende kassen als aanpassing aan klimaatverandering. Bron: Innovatienetwerk, 2005

Meer gezondheidsklachten door klimaatverandering

Door klimaatverandering zal een aantal gezondheidsklachten in Nederland waarschijnlijk toenemen (Huynen e.a., 2008; zie figuur 3.7). Warmere zomers, met ook een verhoogde kans op hittegolven en periodes van zomersmog, leiden tot meer ziekte en sterfte onder kwetsbare bevolkingsgroepen als ouderen, chronisch zieken en zuigelingen. Daarnaast wordt een toename verwacht van infectieziekten (bijvoorbeeld de ziekte van Lyme), allergieën (hooikoorts, eikenprocessierups) en voedsel- en drinkwaterinfecties. Ten slotte kan een temperatuurstijging in ondiep (recreatie)water leiden tot meer ziekmakende bacteriën, zoals blauwalgen. De precieze omvang van deze negatieve klimaateffecten op sterfte en ziekte is door gebrek aan gegevens echter nog niet goed aan te geven. Recent hebben Huynen e.a. (2008) een eerste voorlopige schatting gemaakt van de ordegrrootte van deze effecten: elk jaar honderden voortijdige sterfgevallen en duizenden ziektegevallen; er is wel een positieve keerzijde: een afname van strenge winters leidt tot een afname in wintersterfte.

Er is een breed pakket van mogelijke adaptatiemaatregelen, zowel ruimtelijke als niet-ruimtelijke. Mogelijke ruimtelijke maatregelen hebben betrekking op stedelijk gebied, huisvesting en water- en natuurbeheer. Door bijvoorbeeld ruimtelijke maatregelen bij de inrichting van gebouwen en de stedelijke omgeving, zoals 'groen' en 'blauw' in en rondom de stedelijke bebouwing kan de opwarming van stedelijk gebied en gebouwen beperkt worden (Huynen e.a., 2008). Niet-ruimtelijke maatregelen ter vermindering van hittestress (=reacties van het menselijke lichaam op hoge omgevingstemperatuur zoals die vaak voorkomen tijdens hittegolven) zijn goede en tijdige (gedrags)voorlichting en extra zorg voor kwetsbare groepen. In veel Europese landen, zoals Nederland, zijn naar aanleiding van de verhoogde sterfte tijdens de hittegolf in 2003 plannen gemaakt voor de afstemming van die medisch-maatschappelijke zorg. Bij de bestrijding van allergieën is een combinatie



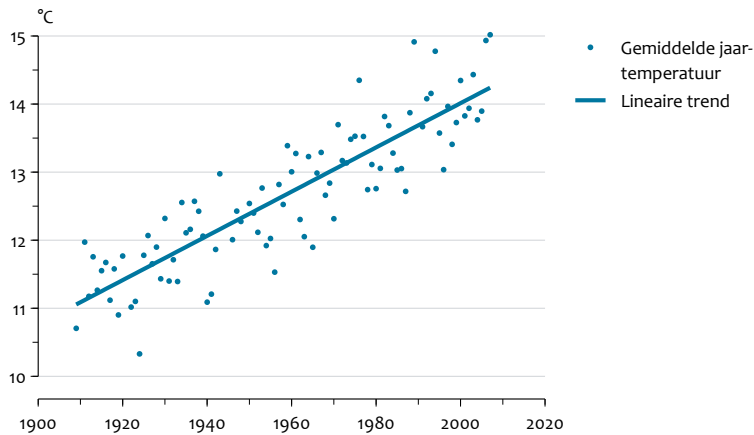
Overzicht directe en indirecte effecten van klimaatverandering op de gezondheid. Bron: MNP (2005)

van ruimtelijke (natuurbeheer, niet-allergene beplanting) en niet-ruimtelijke maatregelen (monitoring, voorlichting) wenselijk.

In samenhang met (bio)globalisering veranderen onder invloed van klimaatverandering ook de kansen op het krijgen van infectieziekten. Die veranderingen houden verband met geografische verschuivingen in de ‘ecologie’ van vectororganismen die de ziekteverwekkers overbrengen, zoals muggen (onder andere het West Nilevirus) en teken (bijvoorbeeld de ziekte van Lyme), maar ook ‘tussengastheren’ als trekvogels (zoals de vogelgriep) (Takken e.a., 2007). De afgelopen jaren hebben zich in Europa uitbraken van ‘nieuwe’ infectieziekten voorgedaan, zoals blauwtong bij schapen en de Chikungunya-koorts bij mens en dier. Vanuit het dierlijke reservoir zullen telkens weer nieuwe ziekteverwekkers de kop opsteken, vooral door (bio)globalisering, soms ook door klimaatverandering (Gezondheidsraad, 2004). Dit betrekkelijk ongewisse risico vraagt om een verdere aanscherping en uitbreiding van de internationale strategie van surveillance en snelle bestrijding door de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) in mondiaal verband (monitoring, kennisuitwisseling). Daarnaast kan worden gekeken naar maatregelen op nationale en Europese schaal, zoals de beschikbaarheid van antivirale middelen, programma’s voor de tijdige ontwikkeling van vaccins en de beschikbaarheid van gevalideerde noodplannen. Ruimtelijke ingrepen in bijvoorbeeld de Ecologische Hoofdstructuur en de stedelijke groen-blauwstructuur beïnvloeden de verspreiding van vectororganismen (Scholte e.a., 2007), maar ook die van hun plaagsoorten en parasieten. Wat dit betekent voor de gezondheidsrisico’s is niet bekend.

Elektriciteitsvoorziening: effecten tot nu toe beheersbaar, op langere termijn onduidelijk

In Nederland wordt op grote schaal oppervlaktewater gebruikt als koelmiddel bij elektriciteitsproductie. Om de nadelige gevolgen voor het opwarmend oppervlaktewater te beperken, zijn er wettelijke normen opgesteld voor koelwatergebruik en -lozingen. De generieke opwarmingsnorm is dat het watersysteem niet meer dan 3°C opwarmt, tot een maximum van 28°C. In uitzonderlijk warme situaties mag



De gemiddelde jaartemperatuur van het Rijnwater bij Lobith is in de periode 1909-2007 met circa 3°C gestegen (Rijkswaterstaat, 2008). Naar inschatting is deze temperatuurstijging voor twee derde het gevolg van het toegenomen koelwatergebruik in Duitsland, en voor een derde van temperatuurverhoging door klimaatverandering. Bron RIZA; MNP, 2005.

de opwarming van het watersysteem maximaal één week oplopen tot 32°C. Verder kunnen er specifieke eisen aan de koelwaterlozing worden gesteld, afhankelijk van lokale omstandigheden. Als zodanig is de elektriciteitsproductie in Nederland gevoelig voor extreem warme en droge situaties die leiden tot hoge temperaturen van het oppervlaktewater, lage waterafvoer van rivieren en kanalen, en weinig water in meren. Dit maakt de productie kwetsbaar voor het meer frequent voorkomen van dergelijke omstandigheden.

Ondanks de stijging van de gemiddelde watertemperatuur (zie figuur 3.8), zijn de gevolgen voor de elektriciteitsvoorziening, mede door een hoog adaptief vermogen, tot nu toe beperkt gebleven. Elektriciteitscentrales zijn namelijk efficiënter elektriciteit gaan produceren, met minder koelwater (MNC, 2008b). Door een frequentere extreme droogte in de zomer, kan de kans op beperkingen in het koelwatergebruik echter duidelijk toenemen, zoals de zomer van 2003 al heeft laten zien (Kwadijk e.a., 2006; RIZA e.a., 2005). In dat jaar dreigde door een koelwatertekort een beperking van de elektriciteitsproductie. Zulke zomers kunnen rond het midden van deze eeuw heel gewoon worden.

Of een hogere watertemperatuur door klimaatveranderingen op termijn leidt tot beperkingen in de elektriciteitsvoorziening is nog onduidelijk. Dit hangt ook af van andere ontwikkelingen die de watertemperatuur of het koelwatergebruik beïnvloeden. Hierbij gaat het om een mogelijke toename van het koelwatergebruik door meer elektriciteitscentrales, een toename van het koelwatergebruik in bovenstroomse gebieden (waardoor de kritische grens eerder wordt bereikt), de plaatsing van centrales aan zee en een groter aandeel windturbines en andere vormen



Elektriciteitscentrales langs de zee, zoals deze poederkoolgestookte centrale op de Maasvlakte, zijn minder kwetsbaar voor klimaatverandering. Windturbines en andere vormen van hernieuwbare energie dragen eveneens bij aan een klimaatbestendige elektriciteitsvoorziening. Foto: Nationale Beeldbank

van hernieuwbare energie (waardoor de productie meer koelwateronafhankelijk wordt). Daarnaast kan een aanpassing van de opwarmingsnorm van oppervlaktewateren gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van koelwater (Kallen e.a., 2008).

Het adaptief vermogen van de elektriciteitsproductie in Nederland is gekoppeld aan de vervanging en afschrijving van elektriciteitscentrales. Het vermogen wordt vergroot door de toepassing van meer koelwateronafhankelijke elektriciteitsproductie (zoals hernieuwbare energie en plaatsing aan of verplaatsing naar zee) en netwerkkoppelingen met het buitenland. Ook uitbreiding van de capaciteit en technische aanpassingen van de elektriciteitsproductie verminderen de gevoeligheid voor klimaatverandering.

Intensivering recreatie en toerisme door verbeterde condities

Toerisme en recreatie worden vaak genoemd als sectoren die kunnen profiteren van klimaatverandering. Nederland wordt immers warmer en daarmee aantrekkelijker voor vakantie en buitenactiviteiten in eigen land. Dat klimaatverandering gevolgen heeft voor recreatie en toerisme staat buiten kijf; het verband tussen weer en toerisme, bijvoorbeeld in de vorm van de bestemmingskeuze of reisperiode, is onmiskenbaar. Deze sectoren worden echter niet alleen beïnvloed door gewijzigde weersomstandigheden, maar ook door verandering van de natuur, het landschap en de ruimtelijke inrichting van ons land, dus door klimaatverandering én klimaatadaptatie. Klimaatverandering biedt hiermee niet alleen kansen voor recreatie en



Door een beter en langer zomerseizoen in Nederland, in combinatie met een ongunstiger zomerklimaat in het Middellandse Zeegebied zal waarschijnlijk de intensiteit van recreatie en toerisme in Nederland toenemen. Foto Nationale Beeldbank

toerisme, zoals bij betere weersomstandigheden, maar ook bedreigingen, zoals een veranderend landschap.

In de afgelopen vijftig jaar is de kans op een langere aaneengesloten periode met gunstige omstandigheden in de zomerperiode aanzienlijk toegenomen; ook is de zomerperiode langer geworden. De trend richting een langer seizoen met betere omstandigheden zet zich, onder invloed van klimaatverandering, naar verwachting in de toekomst voort (Amelung, 2006). Verbetering, vervroeging en verlenging van het zomerseizoen hebben waarschijnlijk een positief effect op de intensiteit van recreatie en, in mindere mate, toerisme. Dit wordt eventueel versterkt door het ongunstiger worden van het zomerklimaat in het Middellandse Zeegebied, waardoor de internationale concurrentiepositie van Nederland gunstiger wordt.

Een verwachte toename van weersextremen (wisselvalligheid), en achteruitgang van zwemwaterkwaliteit vormen echter weer tegenwerkende krachten. De mate van intensivering zal verder afhankelijk zijn van diverse andere factoren, zoals de aantrekkelijkheid van Nederland voor binnen- en buitenlandse toeristen (in directe samenhang met de omvang en kwaliteit van de kustzone, de aantrekkelijkheid van steden en het landelijk gebied), de algemene economische situatie en de ontwikkeling van prijsniveaus in de transportsector en verschillende internationale regio's.

Transportsector: vooral gevoelig voor weersextremen

De gevolgen van klimaatverandering voor verkeer en vervoer worden vooral bepaald door extreme weersituaties. Het meest gevoelig hiervoor zijn de scheep-

vaart (hoge en lage waterstanden in de rivier) en de luchtvaart (windsterkte, windrichting, hoge temperaturen en neerslagpieken). Het ontwikkelen van betere en nauwkeuriger weersinformatie en voorspellingen, zowel in ruimte als tijd, is een belangrijk middel om de effecten hiervan te minimaliseren.

Het adaptief vermogen van de transportsector is in het algemeen groot, vooral bij een geleidelijke verandering van het klimaat. Het aanpassingsvermogen is groot als bij een vervanging van onderdelen van de infrastructuur (wegen, spoorrails en -leidingen, bruggen en dergelijke) rekening wordt gehouden met de verwachte klimaatveranderingen. De levensduur van zulke onderdelen is namelijk relatief kort vergeleken met de snelheid waarmee het klimaat verandert. De scheepvaart is echter wel kwetsbaar voor lage rivierafvoeren, zoals bij een toename van de frequenties van droge zomers. Hoe kwetsbaar de luchtvaart en het weg- en spoortransport zijn bij worstcasescenario's of meer frequente weersextremen, is vooralsnog onduidelijk. Dat komt deels omdat onduidelijk is hoe windgerelateerde factoren zich in de toekomst zullen ontwikkelen.

Stedelijke bebouwing

Het stedelijk gebied is een plek waar mensen, gebouwen, activiteiten en kapitaal geconcentreerd voorkomen. De kwetsbaarheid van het stedelijk gebied voor klimaatverandering hangt hier ook mee samen; wateroverlast na piekneerslag, grotere kwetsbaarheid van leidingnetwerken en funderingen voor daling van het grondwaterpeil bij langdurige perioden van droogte, effecten van het zogeheten hitte-eilandeffect en mogelijke andere gezondheidseffecten als gevolg van bevolkingsconcentraties zijn hier voorbeelden van. Zeker het stedelijk gebied in Laag-Nederland heeft ook te maken met waterbergingsproblematiek.

Het adaptief vermogen in de stedelijke omgeving varieert voor verschillende wijken en gebieden in de steden, afhankelijk van de kwaliteit en ouderdom van de gebouwde omgeving en de rentabiliteit van nieuwe investeringen of aanpassingen. Vanwege de relatief lange levensduur van gebouwen is het adaptief vermogen van de gebouwde omgeving relatief beperkt. Bovendien verlopen veranderingen in de verkaveling of stedenbouwkundige structuur traag en dragen zulke veranderingen slechts beperkt bij aan het oplossen van klimaatgerelateerde problemen. Mogelijke bouwtechnische ingrepen zijn het aanbrengen van overhangende dakranden, extra zonwering en het verstevigen van platte daken. Belangrijk hierbij is het mobiliseren van eigenaren-bewoners om dergelijke maatregelen uit te voeren.

De focus zou moeten liggen op de stedelijke (her)structuring en nieuw stedelijk gebied. De te volgen strategieën en mogelijke ingrepen houden veelal verband met de leefomgevingkwaliteit, hittestress en wateroverlast. Verschillende ingrepen kunnen, ongeacht de snelheid van klimaatverandering, als een geen-spijtmate regel worden uitgevoerd. Voor het thema 'wateroverlast', bijvoorbeeld, gaat het hier om het vergroten en onderhouden van de capaciteit van de rioleringen en regenwaterafvoer. Daarnaast kan worden gedacht aan het vergroten van het onverharde oppervlak binnen het stedelijk gebied; bijvoorbeeld door extra groenzones aan te leggen. Dit laatste heeft ook een positief effect op de leefomgevingskwaliteit.

3.3 Adaptief vermogen

Adaptief vermogen van Nederland: een gevarieerd beeld

In deze paragraaf vatten we voor de verschillende thema's het adaptief vermogen samen (tabel 3.1). Zoals in de inleiding gemeld, het adaptief vermogen wordt in belangrijke mate bepaald door de mogelijke maatschappelijke of sectorale reactiesnelheid in verhouding tot de snelheid (en voorspelbaarheid) van ongewenste gevolgen van die veranderingen. Tabel 3.1 geeft per thema de belangrijkste bevindingen weer, uitgaande van de huidige kennis in het geval van een geleidelijke en gematigde klimaatverandering (KNMI-scenario's) en een worstcase-scenario.

Uit het overzicht in tabel 3.1 komt een gevarieerd beeld naar voren. Het adaptief vermogen voor veiligheid tegen overstromen is het best onderzocht en bekend. Tot 2100 lijkt die veiligheid beheersbaar, ook als wordt uitgegaan van een worstcase-scenario voor de zeespiegelstijging en de rivierafvoeren. Na 2100 is dat wat betreft de zeespiegelstijgingen boven de 1,5 meter onzekerder. Dit zal veelal afhangen van de snelheid van de stijging. De flexibiliteit in de zoetwatervoorziening is in de huidige setting beperkt, en kan bij een toenemende temperatuurstijging en groeiend neerslagtekort op de termijn van 2050 tot forse problemen leiden.

Veranderingen in de natuur doen zich nu al voor. De kennis over de mogelijk te verwachten effecten op het functioneren van ecosystemen is echter beperkt, en kritische omslagpunten zijn niet uitgesloten. Wel is er kennis over de mogelijke maatregelen die kunnen worden getroffen om de klimaatbestendigheid van de natuur te versterken. Een klimaatbestendiger Ecologische Hoofdstructuur vraagt op nationaal niveau een aanpassing van de ruimtelijke ontwikkeling van de EHS en overeenstemming met de provinciale overheden over de realisatie. Ook omdat nieuwe gronden voor de EHS beschikbaar komen op basis van vrijwilligheid, is het vermogen om de doelen en ruimtelijke structuur van de EHS aan te passen beperkt.

De landbouw-, energie- en transportsector kunnen door de relatief korte reactietijd (gekoppeld aan wijzigingen in de gewasteelten of landbouwsystemen en de vervanging van infrastructurele werken) goed reageren op geleidelijke veranderingen. Bij een worstcasescenario is dit minder duidelijk. Het stedelijk gebied is beperkt in zijn adaptief vermogen als het gaat om aanpassing in de bebouwing, herinrichting en ruimtelijke aanpassingen. Aan de andere kant is de dynamiek en investeringsbereidheid in het stedelijk gebied en in bebouwing hoog, waardoor er kansen liggen om de klimaatbestendigheid te vergroten.

De risico's rond ziekten en plagen zijn ongewis en grillig van karakter en hebben niet alleen te maken met klimaatverandering, maar met de toenemende mondiale transportbewegingen. Het adaptief vermogen is beperkt.

Kwetsbaarheid Nederland voor worstcaseklimaatverandering onvoldoende in beeld

Uit tabel 3.1 komt naar voren dat voor veel thema's de kwetsbaarheid en het adaptief vermogen van Nederland nog onvoldoende bekend zijn, vooral als het gaat om worstcaseontwikkelingen. Zo zijn er wat betreft de zeespiegelstijging volgens het worstcasescenario vooral onduidelijkheden op de lange termijn na 2100 (Deltacommissie, 2008; MNP, 2007). Gegeven de grote onzekerheden rond klimaatverande-

Tabel 3.1 **Overzicht adaptief vermogen van Nederland**

| Thema | Adaptief vermogen | | Toelichting adaptief vermogen |
|--------------------------------|--|---|---|
| | Gematigde klimaatverandering 2-4 °C in 2100 | Worstcase- klimaatverandering max. 6°C in 2100 | |
| Veiligheid | | | |
| Zeespiegelstijging | Groot | Groot tot 2100; na 2100 onzeker | 5-jarige toetsing situatie; rondje waterkeringen 10-20 jaar; versterking en verhoging waterkeringen beproefde methode; financieel beslag max. 0,15% BNP/jaar. Rijksoverheid primair verantwoordelijk. |
| Rivierafvoeren | Groot | Idem | |
| Water | | | |
| Zoetwatervoorziening | Beperkt | Beperkt/ Onvoldoende? | Speling in zoetwatervoorraad in huidige situatie al beperkt; probleem kan in 2050 al sterk opspelen. Complexe bestuurlijke besluitvorming door afstemming regionaal en hoofdwatersysteem |
| Waterkwaliteit | Beperkt | Beperkt | Temperatuur is belangrijkste stuurfactor; moeilijk beïnvloedbaar; opwarming rivierwater in buitenland door koelwatergebruik neemt niet af. |
| Wateroverlast landelijk gebied | Groot | ? | Waterbergend vermogen in landelijk gebied flexibel; beperkte kosten. Reeds bestaand beleid. |
| Wateroverlast stedelijk gebied | Beperkt | Beperkt | Waterbergend vermogen in stedelijk gebied niet-flexibel; hoge kosten. |
| Natuur | | | |
| Soortbehoud | Beperkt | Ongewis | Effecten treden nu al op; kennis aanpassingsvermogen op soortniveau beperkt. |
| Functioneren ecosystemen | Ongewis | Ongewis | Kennis te verwachten ecosysteemveranderingen beperkt; omslagpunten/grillige veranderingen niet uit te sluiten. |
| Veenafbraak | Beperkt | Beperkt | Veenafbraak kan snel worden gestopt, trage reactiesnelheid in verband met bestuurlijke besluitvorming en implementatie. |
| Aanpassing EHS | Beperkt | Beperkt | Aanpassing EHS doelen en realisatie ruimtelijke structuur traag door besluitvorming en geringe sturing vrijkomende gronden. |
| Landbouw | | | |
| Temperatuur/watercondities | Groot | ? | Overwegend positief; landbouw zeer adaptief; aanpassen gewasteeften 2-5 jaar, aanpassing landbouwsysteem 10-15 jaar; waterbeschikbaarheid mede bepalend. |
| Weersextremen | Beperkt | Beperkt | Landbouw vooral beducht voor weersextremen, ziekten en plagen. |
| Ziekten/plagen | Ongewis | Ongewis | |
| Energie | | | |
| Temperatuur/watercondities | Groot | ? | Aanpassing aan geleidelijke veranderingen via normale vervanging binnen afschrijvingstermijnen. |
| Weersextremen | ? | ? | Gevoelig voor toename temperatuur/droogte-extremen. |
| Transport | | | |
| Temperatuur/weerscondities | Groot | ? | Aanpassing aan geleidelijke veranderingen via normale vervanging binnen afschrijvingstermijnen. |
| Weersextremen | ? | ? | Weg- en vliegverkeer gevoelig voor mist, stormen, piekbuien, hagel; scheepvaart rivieren voor toename droogte-extremen: lage rivierstanden. |
| Gezondheid | | | |
| Hittestress | Groot | ? | Snelle aanpassing mogelijk met voorlichting, koeling, inrichting zorginstellingen, extra zorg. |
| Ziekten/plagen | Ongewis | Ongewis | Grillig karakter van risico's, moeilijk voorspelbaar; stedelijk gebied met bevolkingsconcentraties meest gevoelig. |

| | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|---|
| Recreatie en toerisme | | | |
| Temperatuur/ weerscondities | Groot | ? | Overwegend positief. |
| Weerextremen: hittegolven; neerslag | ? | ? | Onduidelijk hoe toename extremen kunnen doorwerken. |
| Stedelijk gebied | | | |
| Klimaatverandering en weersextremen | Beperkt | Beperkt | Intrinsieke traagheid in aanpassing bebouwing en inrichting stedelijk gebied. |

Groen: adaptief vermogen in beginsel groot

Geel: onzekerheid over potentiële omvang en beheersbaarheid effecten

Oranje: beperkt adaptief vermogen, of fundamenteel kennisgebrek over mogelijke effecten

Indicatie van het adaptief vermogen betreffende de beschouwde thema's, waarbij onderscheid in adaptief vermogen bij een gematigde klimaatverandering (KNMI scenario's) en bij een worstcaseklimaatverandering.

ring, is een analyse van de mogelijke kwetsbaarheid van Nederland bij worstcase-ontwikkelingen van belang als bouwsteen voor een adaptatiestrategie voor de lange termijn. Vragen die daarbij richtinggevend zijn, zijn: wat kan er op Nederland afkomen, hoe groot zijn de mogelijke effecten, welke reactiemogelijkheden zijn er, en wat zijn de komende decennia consequenties van de worstcase-ontwikkelingen voor mogelijke (beleids)keuzes?

3.4 Speerpunten klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling

Zoals in paragraaf 3.1 vermeld, kan de klimaatbestendigheid van Nederland worden vergroot door middel van verschillende typen maatregelen. Op hoofdlijnen gaat het daarbij om aanpassing van het gedrag, ontwikkelen van technologie en aanpassingen in de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. Met name keuzes over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting, zoals van steden en infrastructuur, het watersysteem en natuur, werken lange tijd door en zijn relatief onomkeerbaar. Het adaptief vermogen is door deze geringe flexibiliteit beperkt.

De beschouwde thema's beziend, kan worden vastgesteld dat vooral de problematiek rond de veiligheid tegen overstromen (hoofdwatersysteem en kustzone mede in relatie tot stedelijke ontwikkeling), het vergroten van de klimaatbestendigheid van de Ecologische Hoofdstructuur, de zoetwatervoorziening in relatie tot landbouw en natuur en het vergroten van de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied keuzes vragen over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van Nederland. Deze thema's en hun onderlinge samenhang zijn dan ook als speerpunten te benoemen voor de klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling.

Ook het transportnetwerk en de energievoorziening hebben een ruimtelijke dimensie, maar als netwerkstructuren is het areaalbeslag zeer beperkt. Gezien het belang van het transportnetwerk en de energievoorziening voor het maatschappelijk functioneren is een nadere analyse van de kwetsbaarheid en mogelijke maatregelen gewenst.

De mogelijke toename van het risico op ziekten en plagen voor mens, dier en gewas heeft geen duidelijke ruimtelijke dimensie. Gezien de soms grote maatschappelijke gevolgen van het uitbreken van plagen en epidemieën en het beperkt adaptief vermogen is ook op dit terrein een nadere analyse van de kwetsbaarheid en mogelijke maatregelen gewenst.

Analyse ruimtelijke opgaven

4

4.1 Inleiding

Integrale beschouwing ruimtelijke opgaven per gebiedstype

Het vergroten van de klimaatbestendigheid is één van de opgaven die de keuzes voor de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling en inrichting kunnen beïnvloeden. In hoofdstuk 3 zijn themagewijs de klimaatbestendigheds-problematiek en het adaptief vermogen in beeld gebracht. In dit hoofdstuk wordt dit omgezet in ruimtelijke opgaven. Daarbij staan de geïdentificeerde ruimtelijke speerpunten in hoofdstuk 3 centraal: de lange termijn veiligheid tegen overstromen, de zoetwatervoorziening in relatie tot landbouw en natuur, het vergroten van het adaptieve vermogen van de natuur en de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied (paragraaf 3.4).

Aangezien de problematiek per gebiedstype sterk verschilt, brengen we de ruimtelijke opgaven separaat in kaart voor de grote wateren (het hoofdwatersysteem) en de kustzone (paragraaf 4.2), het landelijk gebied en de natuur (paragraaf 4.3) en het stedelijk gebied (paragraaf 4.4). Per gebiedstype komen ook de mogelijkheden voor meekoppeling met andere beleidsopgaven aan de orde. Centraal staat daarbij de vraag welke kansen er zijn om adaptatiemaatregelen te combineren met de mitigatie (reductie emissies broeikasgassen) en met het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit. De leefomgevingskwaliteit heeft in deze studie alleen betrekking op de *fysieke* kwaliteit van de leefomgeving, niet op de sociale en economische kwaliteiten. Voor het hoofdwatersysteem, de kustzone en het landelijk gebied gaat het wat betreft de fysieke leefomgeving vooral om de landschappelijke en recreatieve kwaliteiten, voor het stedelijk gebied om de beschikbaarheid van ‘groen en blauw’ in en om de stad.

Omdat in deze studie de adaptatieopgave centraal staat, bakenen we de onderwerpen die uit de koppelende dossiers (mitigatie en leefomgevingskwaliteit) in de analyse worden betrokken, enigszins af. We gaan in hoofdlijnen alleen in op de vraag of en in hoeverre adaptatie een kans biedt voor het verkleinen van de beleidsopgaven voor mitigatie (zie ook kader ‘Relatie tussen mitigatie en adaptatie’) en die voor de leefomgevingskwaliteit.

Ruimtelijke structuur van Nederland

Nederland ligt behalve aan zee aan de monding van de stroomgebieden van de Rijn, Maas, Eem en Schelde. Het land is dan ook te kenschetsen als een deltagebied,

gevormd door de interactie tussen de aanvoer van riviersediment en de erosie en aanwas vanuit zee. In een ver verleden stonden via de Zuidwestelijke delta, het Eems-Dollard estuarium en de toenmalige Zuiderzee de rivieren in open verbinding met de zee. De ontwikkeling van nederzettingen en later steden werd vrijwel geheel gestuurd door de oorspronkelijke ruimtelijke structuur van het land, en vond plaats op de hoger gelegen delen, in het laagland op de oeverwallen langs de rivieren en riviertjes, en in de lagere delen op terpen.

De mens heeft al eeuwen invloed op de ruimtelijke structuur van Nederland, onder andere door het ontwateren en afgraven van laag- en hoogveengebieden, het bedijken van overstromingsgevoelig gebied en bedijken voor landaanwinning, het kanaliseren van waterlopen en het droogleggen van meren. Vooral in de laatste eeuw heeft het ruimtegebruik zich steeds onafhankelijker van de ondergrond kunnen ontwikkelen. Dit hangt samen met de afsluiting van de Zuiderzee en delen van de Zuidwestelijke delta, en de sterk verbeterde regionale waterhuishouding, waardoor de bodem in vrijwel alle delen van Nederland geschikt kon worden gemaakt voor intensieve landbouw of stedelijke ontwikkeling. Deze waterhuishoudkundige ontwikkelingen hebben geleid tot een sterke stedelijke ontwikkeling in de overstromingsgevoelige gebieden van Nederland. Zij bepalen nu voor een groot deel de klimaatopgaven zoals die zich aandienen in (bijvoorbeeld) de diepe droogmakerijen (vanwege wateroverlast en verzilting), de veengebieden (verziltings- en bodemdalingsproblemen) en natuur (vanwege verdroging, versnippering en verdwenen nat-droog- en zoet-zoutgradiënten).

In het afgelopen decennium is het belang van de fysieke ondergrond (geomorfologie, water, bodem) als drager voor ruimtelijke ontwikkelingen beleidsmatig op de agenda gezet. Met concepten als 'plannen met stromen' (Kamphuis e.a., 1995) 'de lagenbenadering' (VROM, LNV, VenW & EZ, 2006), 'ruimtelijke ordening op waterbasis' en 'ruimte voor water' (Idema e.a., 2000) wordt hier invulling aan gegeven. Beoogd wordt ruimtelijke ontwikkelingen weer beter te laten aansluiten op de fysieke ondergrond en beleidsopgaven die voortvloeien uit de sterk kunstmatige inrichting van Nederland te verminderen. De klimaatverandering en de verwachte effecten daarvan op het watersysteem vragen om het bezien van de huidige en mogelijk toekomstige ruimtelijke inrichting en ontwikkelingen in relatie tot de fysieke ondergrond.

4.2 Ruimtelijke opgaven hoofdwatersysteem en kustzone

Het hoofdwatersysteem en de kustzone (inclusief het kustfundament) zijn belangrijke onderdelen van de Ruimtelijke Hoofdstructuur (zie ook hoofdstuk 7). De opgaven voor het grote oppervlaktewater in Nederland liggen vooral op het gebied van veiligheid tegen overstromen, de zoetwatervoorziening en de natuurkwaliteit, en (in mindere mate) op het terrein van de koelwatervoorziening, scheepvaart en recreatie (figuur 4.2). Wat betreft de veiligheid tegen overstromen is niet de kust het voornaamste probleem, maar het benedenrivierengebied (paragraaf 3.2).

Bij het zoeken naar oplossingen, nemen we de opgaven op het gebied van veiligheid, zoetwatervoorziening en natuur als vertrekpunt. Oplossingen voor de

Noordzee (inclusief kust) en de Waddenzee zijn daarbij tamelijk onafhankelijk van de rest van het watersysteem, evenals die voor de Westerschelde. Het zoeken

Relatie tussen mitigatie en adaptatie: synergieën en trade-offs

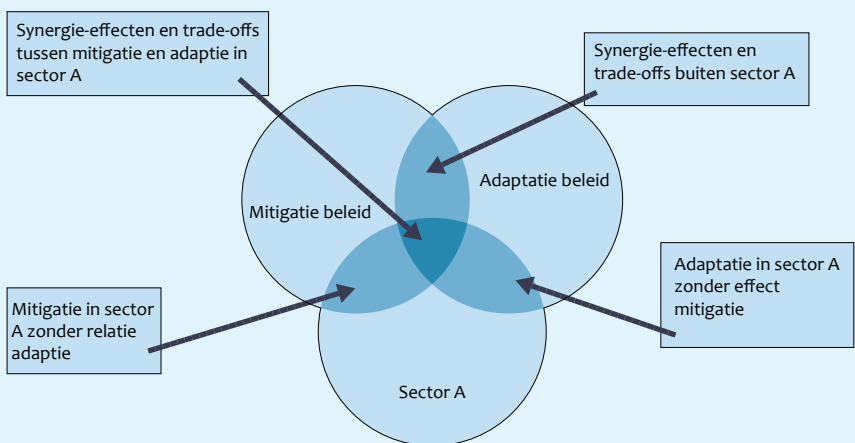
Mitigatie en adaptatie grijpen weliswaar in op verschillende delen van het fysieke en maatschappelijke systeem, maar hebben verschillende interacties; in het onderstaand schema treden die op zodra mitigatie en adaptatie gaan overlappen. Zo heeft de mate waarin mitigatie op wereldniveau wordt ingezet, gevolgen voor de benodigde adaptatie-inspanningen, en kunnen maatregelen zowel adaptatie als mitigatie versterken (synergie) of tegenwerken (trade-off). Deze interacties bieden mogelijkheden om opties voor een klimaatbestendiger inrichting van Nederland te beoordelen op het effect op de mitigatieopgave. Door de synergie kunnen adaptatiemaatregelen kansrijker of aantrekkelijker worden vanuit (bijvoorbeeld) kostenooipunt. Andersom kan dit ook gelden voor mitigatiemaatregelen die kansrijker of aantrekkelijker worden wanneer tevens een bijdrage aan adaptatie wordt geleverd (zie figuur 4.1).

Voorbeelden van synergieën zijn: (1) het verhogen van het waterpeil in veenweidegebieden vertraagt het oxidatieproces en leidt daardoor tot minder emissies; (2) bij het verbeteren van de isolatie van woningen om energie te besparen (mitigatie), kan worden gekozen voor een hittestressbestendig dak (adaptatie).

Voorbeelden van trade-offs zijn: (1) een verhoogd gebruik van airco's tijdens warmere zomers leidt tot meer broeikasgasemissies; (2) de benodigde extra bemalingscapaciteit (nodig voor adaptatie) kan duurder worden wanneer er hogere eisen aan de energie-efficiency worden gesteld.

Figuur 4.1

Relatie mitigatie en adaptatie beleid



is dan ook naar integrale oplossingen voor het zoete en estuariene deel van het hoofdwatersysteem, dat grofweg kan worden opgedeeld in vier gebieden: het IJsselmeergebied (IJsselmeer, Markermeer, IJmeer en de randmeren); het bovenrivierengebied (IJssel, Waal, Lek en Maas); het benedenrivierengebied (rond Dordrecht en Rotterdam, met onder andere de Nieuwe Waterweg); en de Zuidwestelijke delta (Hollands Diep, Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde).

Veiligheid, zoetwatervoorziening en natuur: synergieën en trade-offs?

De keuzes die te maken hebben met veiligheid, zoetwatervoorziening en natuur in het hoofdwatersysteem gaan vooral over:

1. de samenhang in waterafvoer en -berging in het gehele riviersysteem, inclusief het IJsselmeergebied en de Zuidwestelijke delta;
2. waar en in hoeverre de zoet-zoutdynamiek wordt hersteld of toegelaten (Zuidwestelijke delta, IJsselmeer);
3. de vraag of de Nieuwe Waterweg beveiligd blijft door een stormvloedkering of dat deze op termijn wordt afgesloten van de zee;
4. de waterhuishouding in Laag-Nederland, met als dilemma voortzetting van het huidige beleid of het inzetten van beleid ter vermindering van de watervraag door meer aan te sluiten bij natuurlijke processen;
5. in hoeverre de te verkrijgen zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeergebied alleen uit het IJsselmeer of ook het Markermeer moet komen, in combinatie met de keuze voor het al dan niet meegroeien met de zeespiegelstijging.

Deze keuzes zijn sterk bepalend voor de opgaven omtrent de gewenste niveaus voor de veiligheid, zoetwatervoorziening en natuurkwaliteit. Daarbij zijn deze keuzes op een aantal punten onderling afhankelijk en zijn er duidelijke synergieën en trade-offs. Zo is de Nieuwe Waterweg belangrijk voor de scheepvaart en de mainportfunctie van Rotterdam, maar vraagt deze ook veel zoet water om verzilting vanuit zee tegen te gaan. Afsluiting van de Nieuwe Waterweg zou betekenen dat er veel zoet water beschikbaar komt voor andere doeleinden, waarmee de benodigde voorraadvorming in het IJsselmeergebied mogelijk in een ander perspectief komt te staan (zie ook kader 'Voorbeeld keuzes langetermijnstrategieën: de zoetwatervoorziening van Zuid-Holland'). Daarnaast heeft afsluiting van de Nieuwe Waterweg grote voordelen met het oog op het veiligheidsvraagstuk: de beveiliging van steden als Dordrecht en Rotterdam wordt dan veel eenvoudiger. Zo ook bepalen de keuzes voor de inrichting en het peilbeheer van het IJsselmeergebied mede de kansen om de natuurkwaliteit in dit gebied te verbeteren (bijvoorbeeld door ontwikkeling van oeverzones) en de recreatiewaarde te verhogen van de cultuurhistorisch interessante voormalige Zuiderzeedorpen en steden.

Voor de verschillende wateren afzonderlijk heeft Deltares (2008) een aantal strategieën geanalyseerd op de voor- en nadelen, de robuustheid (tot welke verandering is de strategie nog houdbaar?) en op de flexibiliteit (hoe goed kan nog worden

Grote Wateren

Figuur 4.2

Ruimtelijk beeld van de belangrijkste knelpunten rond klimaatverandering en de effecten op de grote wateren en kustzone.

Grote wateren

-  Peilstijging / vergroting golfloop
-  Grotere piekafvoeren
-  Beperking scheepvaart
-  Verschuiving invloed zee
-  Afname mogelijkheden zoetwater inname
-  Beperking afvoer onder vrij verval
-  Verdrinken van het intergetijdengebied
-  Kwetsbaarheid dijken neemt toe
-  Toename wateroverlast door overbelasting boezemsystemen
-  Peilstijging overschrijdt capaciteit kunstwerken
-  Beperking inname drinkwater
-  Koelwaterbeperkingen



heid is over de richting die de klimaatverandering opgaat; dát de zeespiegel verder zal stijgen staat vast, maar het tempo waarin is onzeker. Een toename van extreem droge periodes wordt vooral verwacht als de circulatiepatronen boven Europa gaan veranderen (de G+ en W+ KNMI-scenario's; zie hoofdstuk 2), maar of en zo ja wanneer dit gebeurt, is ook onzeker.

Figuur 4.3 toont globaal bij welke combinatie van omstandigheden een strategie houdbaar is en hoe flexibel die is. Niet alle keuzes zijn onomkeerbaar (rode en blauwe pijlen). Als alternatieve zoetwaterbronnen zijn gecreëerd, sluit dit niet uit dat wanneer de Nieuwe Waterweg op termijn vanuit veiligheidsoogpunt alsnog wordt afgesloten, ook de oude aanvoerroutes weer worden gebruikt. Hierdoor kan de benodigde peilopzet in het IJsselmeer beperkt blijven.

overgestapt op een andere strategie?). Uit deze studie komt naar voren dat er in onderlinge samenhang vele keuzemogelijkheden zijn (zie ook kader).

Om de gewenste veiligheidsniveaus te realiseren, zijn er diverse opties om het beleid gebaseerd op overstromingskansen te combineren met een duurzame ruimtelijke planning en inrichting en met rampenbeheersing. Het type kering (vooral de keuze tussen al dan niet overstroombare keringen) speelt daarbij een grote rol. De integrale oplossingen voor een aantal zwakke schakels langs de kust, bijvoorbeeld, en een veiligheidsvariant die uitgaat van het concept van 'gecontroleerd overstroom' (MNP, 2007), tonen aan dat hier veel kansen op synergieën liggen.

Nadere integrale uitwerking strategie zoetwatervoorziening nodig

De Deltacommissie (2008) kiest in haar advies voor het laten meestijgen van het IJsselmeerpeil tot 1,5 meter zeespiegelstijging en het inrichten van het IJsselmeer als voorraadbekken voor zoet water. Zij geeft daarbij aan dat dit belangrijke consequenties heeft voor de steden langs het IJsselmeer (vanwege op termijn hoge dijken) en voor de IJssel (vanwege oplopende waterstanden in het benedenstroomse deel). De voorgestelde oplossing heeft echter ook grote gevolgen voor het regionale waterbeheer, het huidige IJsselmeerlandschap en de cultuurhistorische kustplaatsen. De natuurkwaliteit zal naar verwachting afnemen doordat de oeverzones verdwijnen. Zoals hiervoor is aangegeven, zijn er diverse mogelijkheden om de zoetwatervoorziening van Nederland vorm te geven. Voor het nader in beeld brengen van de voor- en nadelen van de diverse keuzes is dan ook een aanvullende analyse nodig.

De problematiek rond de zoetwatervoorziening is van bovenregionaal karakter. Voor een goede besluitvorming is het gewenst oplossingen voor deze voorziening in samenhang te beschouwen met ruimtelijke ontwikkelingen in de regio (zie ook figuur 4.3). Er liggen veel opties om de watervraag te verminderen door meer aan te sluiten bij natuurlijke processen, en die daarnaast kansen bieden op het gebied van natuur en recreatie. Van belang is vooral het in kaart brengen van de flexibiliteit in het regionale systeem (de watervraag) en het hoofdwatersysteem (het wateraanbod), evenals van de kosten, baten, synergieën en trade-offs van een

aantal varianten voor de toekomstige zoetwatervoorziening van Nederland. Op basis hiervan kunnen de overheden vaststellen wat de consequenties van mogelijke ingrepen zijn voor de ruimtelijke ontwikkelingen en inrichting op regionale schaal (als input voor provinciale structuurvisies) en voor de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van het hoofdwatersysteem. Bij de analyse en vervolgens te maken keuzes moet ook de samenhang worden onderzocht met de langetermijnveiligheid (zie hierna) en met de scheepvaart, de energieproductie en de recreatie. Gegeven de onzekerheden over de toekomstige droogte in Nederland, is het daarbij gewenst in ieder geval ook een minimale variant (in termen van maatregelen en kosten) met een maximale flexibiliteit te onderzoeken.

Vraagt langetermijnveiligheid een aanvullende ruimtelijke strategie?

Uitgaande van een worstcasescenario van 1,5 meter zeespiegelstijging per eeuw, lijken Laag-Nederland en de Randstad nog eeuwen bestand tegen deze stijging, zij het dat blijvend inspanningen nodig zullen zijn om het veiligheidsniveau te handhaven (MNP, 2007). Ook de Deltacommissie (2008) komt tot de conclusie dat Nederland in ieder geval tot 2100 veilig is te houden.

Uit een oriënterende studie van WL Delft Hydraulics (2007) komt echter naar voren dat het huidige veiligheidssysteem bij een zeespiegelstijging van meer dan 1,5 meter mogelijk niet meer voldoet en dat er mogelijk structureel aanvullende maatregelen nodig zijn; de omvang van de maatregelen en de ruimtelijke reserveringen binnen de Planologische Kernbeslissing Ruimte voor de Rivier voldoen dan niet meer. Bij een zeespiegelstijging volgens het worstcasescenario zou deze 1,5 meter in de volgende eeuw overschreden kunnen worden (zie ook hoofdstuk 2).

De Deltacommissie (2008) stelt dat er ten behoeve van de veiligheid tegen overstroming geen beperkingen aan de stedelijke ontwikkeling hoeven te worden opgelegd. Zij heeft daarbij echter niet geanalyseerd of de situatie na 2100 mogelijk wél tot aanpassingen in de ruimtelijke ontwikkelingen noopt.

Hoewel de kans daarop vooralsnog klein wordt geacht, is het, gegeven de mogelijk grote consequenties voor Nederland, noodzakelijk na te gaan wat een worstcase-ontwikkeling zou betekenen en welke opties er zijn om Nederland ook na 2100 veilig te houden (zie ook MNP, 2007). Het sturen van ruimtelijke ontwikkelingen kan de langetermijnkwetsbaarheid van Nederland beperken en opties voor de toekomst openhouden. Belangrijke keuzes daarbij zijn vooral het al dan niet openhouden of reserveren van ruimte in het rivierengebied, het IJsselmeergebied en de Zuidwestelijke delta, in combinatie met wel of geen inzet van grote gemalen (WL Delft Hydraulics, 2007).

Een langetermijnvisie op en eventuele randvoorwaarden voor ruimtelijke ontwikkelingen zijn ook van belang als het gaat om stedelijke ontwikkelingen rond de IJsselsteden (Zutphen, Deventer, Zwolle, Kampen), de Drechtsteden en Rotterdam (vergelijk figuur 4.2). Een voorbeelduitwerking in de studie *Nederland Later* (MNP, 2007) laat zien dat met een gerichte differentiatie in veiligheidsniveaus en behoud van open ruimte in het rivierengebied de schade- en slachtofferrisico's kunnen worden verminderd, en een robuuster veiligheidssysteem op langere termijn kan

worden bewerkstelligd. Daarbij kan ook een belangrijke koppeling plaatsvinden met de ontwikkeling van de natuur en het landschap in het rivierengebied.

Koppeling met reductie broeikasgassen en verbeteren leefomgevingskwaliteit

De mogelijkheden voor adaptatie rondom de grote wateren lopen dusdanig uiteen dat nog onduidelijk is of de emissies van broeikasgassen zullen toenemen (trade-off) of juist afnemen (synergie). Wel zal het verhogen van dijken (bijvoorbeeld rond het IJsselmeer) anders dan bijvoorbeeld het afsluiten van de Nieuwe Waterweg leiden tot meer bemaling in de omliggende gebieden. Meer bemaling vraagt meer energie, en dit leidt in het algemeen tot meer broeikasgasemissies.

Kansen voor de kust? Integrale opgave veiligheid, natuur en recreatie

Grootschalige kustverbreding of de aanleg van eilanden zijn met het oog op veiligheid tegen overstroming bij het huidige veiligheidsniveau niet direct nodig (Deltacommissie, 2008; MNP, 2007; zie ook hoofdstuk 3). De stijging van de zeespiegel kan namelijk met de huidige methode van zandsuppletie en het versterken van de zeeuwaterkeringen goed worden bijgehouden, ook bij een worstcasescenario tot 2100.

Rond de herziening van het beleid voor veiligheid tegen overstroming speelt ook de vraag of het veiligheidsniveau in Nederland dient te worden aangepast, en zo ja hoe (VenW, 2008). Sinds het tijdstip waarop de normen zijn vastgesteld, zijn de overstromingsrisico's in Nederland substantieel toegenomen. Mede gegeven de toegenomen bevolkingsaantallen in de overstroombare gebieden, adviseert de Deltacommissie (2008) het veiligheidsniveau in Nederland met een factor te 10 te vergroten. Vanwege de onvoorspelbaarheid van stormen, de korte reactietijd (evacuatie) en de grote gevolgen van vooral overstromingen vanuit zee, kan ook worden overwogen om het veiligheidsniveau langs de kust verder te verhogen.

Klimaatverandering heeft verder niet alleen potentieel negatieve gevolgen, maar biedt ook kansen. Zo zou Nederland door de temperatuurstijging en verlenging van het zomerseizoen aantrekkelijker kunnen worden voor toeristen, en zou de internationale positie van Nederland gunstiger kunnen worden door het ongunstiger worden van het zomerklimaat langs de Middellandse Zee (zie hoofdstuk 3). Of het toerisme daadwerkelijk zal toenemen, is afhankelijk van veel andere factoren, waaronder de aantrekkelijkheid van Nederland voor buitenlandse toeristen en voor vakanties in eigen land (omvang en kwaliteit kustzone, aantrekkelijkheid steden en landelijk gebied).

Uitgaande van de mogelijke opgaven rond het veiligheidsniveau van de kustprovincies, de ontwikkeling en verbetering rond de kustplaatsen en de mogelijkheden voor natuurontwikkeling gekoppeld aan zandsuppletie en verbreding of versterking van de kust, ligt hier mogelijk een kans om voor de gehele kust van Nederland een integrale langetermijnstrategie te formuleren (Deltacommissie, 2008). Een dergelijke strategie zou mede richting kunnen geven aan lopende lokale initiatieven, zoals bij Hoek van Holland.

Aanpassingen in het hoofdwatersysteem en de kustzone bieden kansen voor het opwekken van hernieuwbare energie. Zo biedt het afsluiten van de Nieuwe Waterweg mogelijkheden voor het opwekken van energie uit zout-zoetgradiënten ('blauwe energie'), en maakt het verhogen en verbreden van dijken het plaatsen van windturbines mogelijk.

Voor de leefomgevingskwaliteit zijn er vooral koppelingen mogelijk met de landschappelijke en cultuurhistorische kwaliteit en de recreatieve kwaliteit van het hoofdwatersysteem. Deze kwaliteiten zullen mede beschreven moeten worden bij het in beeld brengen van de effecten van verschillende integrale varianten voor de langetermijnveiligheid en de integrale opgave voor de zoetwatervoorziening.

Hierbij zal er veel aandacht zijn voor mogelijkheden om de kust te verbreden en deze verbreding te benutten voor een grotere veiligheid, woon- en recreatielocaties en natuurontwikkeling (zie kader 'Kansen voor de kust?'). Deze mogelijke kustverbreding speelt vooral rond kustplaatsen als Hoek van Holland, Scheveningen, Noordwijk en Katwijk. Ook de Deltacommissie (2008) wijst op de mogelijkheid om met extra zandsuppletie een verbrede kust te creëren, met koppelingsmogelijkheden voor natuur en recreatie. Mogelijk ligt hier een opgave op nationaal niveau.

4.3 Ruimtelijke opgaven landelijk gebied en natuur

In het landelijk gebied komen door klimaatverandering problemen bijeen die verband houden met een toenemende verzilting in combinatie met een verwachte afname van de zoetwaterbeschikbaarheid, wateroverlast, een afnemende waterkwaliteit als gevolg van de temperatuurstijging, en de klimaatbestendigheid van de natuur (Figuur 4.4). Specifiek voor de veengebieden speelt verder het vraagstuk van bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen als gevolg van ontwatering en veenoxidatie. Het proces van veenoxidatie en de daardoor optredende bodemdaling worden door de klimaatverandering (temperatuurstijging, grotere nat-droogdynamiek) versneld.

Wat betreft de natuur, zijn de uitvoering en begrenzing van de nationale Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en de ontwikkeling van de Natura2000-gebieden belangrijke opgaven, alsmede het vergroten van de klimaatbestendigheid ervan. De EHS vormt een belangrijk onderdeel van de Ruimtelijke Hoofdstructuur; wat betreft de landbouw geldt dit voor de greenports (de Bollenstreek, Aalsmeer, het Westland en Boskoop) (zie ook hoofdstuk 7).

Landbouw en water: schakels in het landelijk gebied

Hoewel de landbouw als sector flexibel is en een relatief groot adaptief vermogen heeft, is de landbouw via het water onderdeel van de problematiek rond de zoetwatervoorziening en het waterbeheer. Zoals in de inleiding van dit hoofdstuk

Landelijk gebied

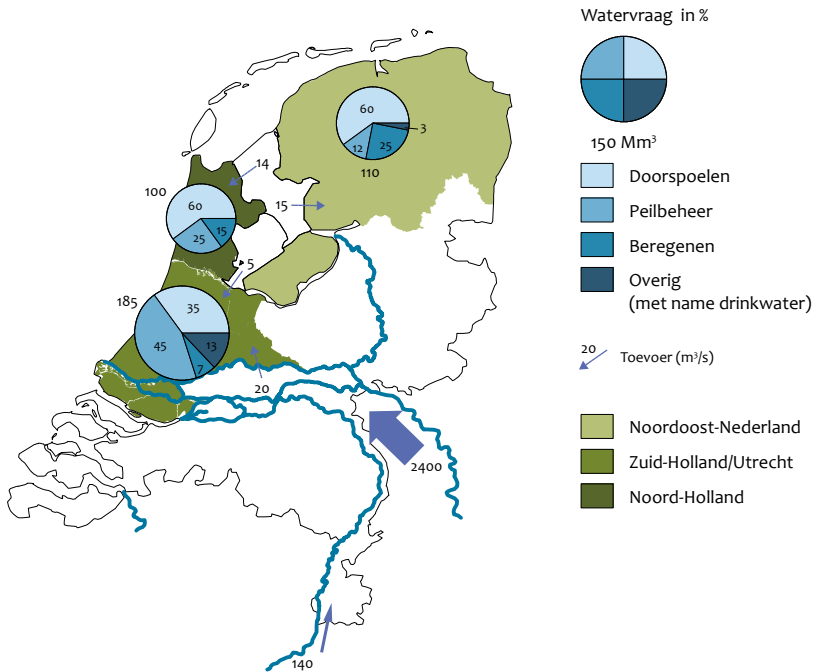
Figuur 4.4

Ruimtelijk beeld van de belangrijkste effecten van klimaatverandering in het landelijk gebied, inclusief de natuurgebieden.

Landelijk gebied

-  Toename zoute kwel droogmakerijen
-  Toename verzilting grondwater
-  Toename wateroverlast en verzilting boezemsystemen, verdroging boezemkaden
-  Vergroting overstromingsrisico droogmakerijen
-  Toename wateroverlast in gebieden met sterke bodemdaling
-  Vergroting veenverbranding door droogte en temperatuurstijging
-  Toename wateroverlast in benedenloop beeksystemen
-  Verdroging natte natuurgebieden en beeksystemen
-  Verdroging hogere zandgronden
-  EHS / Natura 2000
-  EHS / Natura 2000 / verdringing koudeminnende soorten
-  Greenports
-  Zoet water
-  Zout water





Waterverdeling en -gebruik in Laag-Nederland in een gemiddeld jaar. Bron: Deltares (2008)

beschreven, heeft het ruimtegebruik in de Nederlandse delta zich de afgelopen eeuw steeds onafhankelijker van de ondergrond kunnen ontwikkelen, en is het waterbeheer in een groot deel van Nederland afgestemd op de landbouw. Deze ontwikkeling bepaalt nu in belangrijke mate de opgaven die in Laag-Nederland spelen rond de kwesties van verzilting, wateroverlast en waterkwaliteit. Belangrijke aandachtsgebieden daarbij vormen de diepe droogmakerijen (vanwege wateroverlast en verzilting) en de veengebieden (vanwege verzilting en bodemdaling). Zowel het bestrijden van de verzilting als het peilbeheer in Laag-Nederland leidt tot een grote watervraag vanuit de regionale watersystemen (zie figuur 4.5).

In delen van Hoog-Nederland is de landbouw geheel afhankelijk van grondwater en daarmee kwetsbaar als de droogte substantieel zou toenemen. De verlaagde grondwaterstanden in Hoog-Nederland hebben geresulteerd in een verdroging van de natuur en – in combinatie met de intensivering van het grondgebruik – het wegvallen van kwelsituaties en gradiënten in beekdalsystemen.

De huidige strategie van ‘anders omgaan met water’ (zie VenW, 2000), waarbij de reeks ‘vasthouden-bergen-afvoeren’ richtinggevend is, vormt al een belangrijke omslag in het denken over water in het landelijk gebied. Dit komt terug in het

Nationaal Bestuursakkoord Water, waarin voor circa 2 miljard euro aan maatregelen is voorzien om de wateroverlast te beperken; daarbij wordt ongeveer 32.000 hectare landbouwgrond ingezet voor tijdelijke waterberging. Actuele initiatieven rond waterberging zijn plannen voor strategische berging in een aantal polders (onder andere Groot Mijdrecht Noord, Haarlemmermeer en de Zuidplaspolder), die mede zijn gericht op bestaande problemen rond wateroverlast en bodemdaling. In Hoog-Nederland zijn en worden in sommige gebieden beheersovereenkomsten met boeren afgesloten voor tijdelijke waterberging op landbouwgrond langs beken. Een voorbeeld van een meer technologische ontwikkeling, zijn de voorraadhouders onder kassen, waarmee de kwetsbare teelten onafhankelijk(er) worden van het oppervlaktewater. Dit gebeurt nu al op steeds grotere schaal in het Westland (kassen) en Boskoop (boom- en sierteelten).

De huidige (beleids)discussies rond het waterbeheer en het al of niet veranderen van het grondgebruik in de droogmakerijen, rond de veengebieden (eventuele vernatting) en in Hoog-Nederland (bestrijding verdroging, herstel beekdalsystemen) geven aan dat ook op grotere schaal belangrijke keuzes nodig zijn, meer gericht op het vasthouden van water. Zo wordt gekeken of met een flexibeler waterpeilbeheer (dat wil zeggen in bepaalde periodes meer water vasthouden) de bodemdaling in de veengebieden kan worden beperkt en de watervraag verminderd, zonder dat dit de landbouwfunctie onmogelijk maakt.

Gezien de te maken keuzes ligt de vraag voor of het grondgebruik sturend blijft voor de waterbeheersing, of dat het watersysteem (in bepaalde delen) weer meer leidend wordt voor het grondgebruik in het landelijk gebied. Voor Laag-Nederland is de opgave daarbij het meest complex: het waterbeheer van de droogmakerijen en dat van de veengebieden zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden, en keuzes in de regionale ruimtelijke ontwikkelingen hebben via de watervraag een directe relatie met het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem (zie ook figuur 4.2 en 4.5).

Vergroten adaptieve vermogen natuur – herijking natuurontwikkelingstrategie

Het adaptieve vermogen van de natuur is in Nederland sterk afhankelijk van menselijke ingrepen: de ecologische infrastructuur, de milieucondities (lucht, water, bodem) en het beheer en gebruik van de natuur (natuurbeheer, recreatie). Hoewel de onzekerheid nog groot is over de mogelijke omvang en het tijdstip van nog komende effecten van verdere klimaatverandering op de natuur (KNMI- of worstcasescenario's), is er op basis van de beschikbare kennis wel aan te geven hoe het adaptief vermogen van de natuur kan worden versterkt. De klimaatbestendigheid van de natuur kan naar verwachting worden vergroot door het creëren van grotere aaneengesloten gebieden, verbindingszones en een voldoende variatie aan gunstige milieucondities (Hoog-Laag-Nederland, nat-droog- en zoet-zoutgradiënten enzovoort; zie ook hoofdstuk 3). Het vergroten van het adaptief vermogen van de natuur vraagt gegeven het huidige natuurbeleid om een transitie van een behoudsgericht (biodiversiteit, doelsoorten) naar een meer ontwikkelingsgericht beleid (het functioneren van ecosystemen, het scheppen van condities) en/of meer dynamisch doelsoortenbeleid (waarbij de soorten om de zoveel jaren geactualiseerd worden). Aandacht verdient hierbij vooral de veen- en moerasnatuur, de gevoelige natuurtypen op de hogere zandgronden, de zoete oppervlaktewateren (die gevoelig zijn voor temperatuurstijging en eutrofiëring), de Zuidwestelijke delta en de Wad-

denzee. Het is wenselijk om bij het aanwijzen en inrichten van nieuwe natuur (van vele tienduizenden hectaren), als onderdeel van het bereiken van areaaldoelstelling voor de Ecologische Hoofdstructuur (EHS), bewust rekening te houden met klimaatverandering om zo de klimaatbestendigheid van de natuur in Nederland te vergroten (PBL, 2008).

Als natuurwaarden van internationale betekenis een belangrijker uitgangspunt zouden vormen voor het natuurbeleid, dan vraagt dit ten opzichte van de EHS om een aanvullende ontwikkeling van moerasnatuur in veengebieden en beekdalsystemen, en van moerassen en bossen in het rivierengebied (PBL, 2008). De studie *Nederland Later* (MNP, 2007) laat zien dat er voor Laag-Nederland belangrijke synergieën mogelijk zijn tussen klimaatbestendig inrichten en natuur bij het ontwikkelen van riviernatuur en -landschappen, het aanpassen van het waterbeheer in de droogmakerijen en veengebieden, en bij het ontwikkelen van veennatuur (zie ook figuur 4.4). In Hoog-Nederland liggen er kansen voor synergie bij de ontwikkeling en herstel van beekdalsystemen en kwelzones.

Koppeling met reductie broeikasgassen en verbeteren leefomgevingskwaliteit

Het veenweidegebied is een bron van broeikasgassen. De veengronden verliezen jaarlijks namelijk grote hoeveelheden CO₂ (4 - 5 Mton CO₂). Door vernatting van deze gebieden (bijvoorbeeld door het vasthouden van water) wordt de oxidatie van het veen aanzienlijk vertraagd en zullen de CO₂-emissies navenant afnemen (Verhagen e.a., 2009).

De Nederlandse landbouw heeft, uitgaande van de fysieke omstandigheden, de potentie om energiegewassen te verbouwen. Dat geldt zowel voor de eerste generatie energiegewassen (traditionele landbouwgewassen als tarwe, suikerbiet en koolzaad) als de tweede generatie (houtige gewassen, zoals wilg en populier). De economische omstandigheden (onder andere de hoge grondprijs) maken het echter weinig aantrekkelijk om energieteelt op zeer grote schaal te realiseren. In hydrologische bufferzones en economisch marginale gebieden als het veenweidegebied zijn er mogelijkheden voor de zogeheten natte energiebouw (InnovatieNetwerk, 2007). Zo kan volgens InnovatieNetwerk (2007) de rieteconomie voor een deel invulling geven aan het nieuwe herinrichtingsvraagstuk voor de veenweidegebieden dat ontstaat door de nieuwe 'functie-volgt-peilstrategie'. Het nieuwe ruimtelijk beeld van de rietproductiegebieden zou dat van een wetland zijn: groot-schalige rietlandgebieden in een mozaïek met open water, natuur en graslanden. In het toekomstige veenweidegebied zouden rietproductie en melkveehouderij in verschillende verhoudingen worden gecombineerd, al naar gelang de mogelijkheden in het gebied. De rietcultuur biedt, naast de biomassa-productie, kansen voor het bergen van water (mits niet te zout), heeft een zuiverend vermogen, legt zowel in de bodem als in het gewas koolstof vast, biedt kansen voor versterking van moeraslandschappen en draagt bij aan een betere bescherming van droogtegevoelige natte natuur. Een dergelijke ontwikkeling past echter niet in de huidige invulling van het veenweidelandschap, waar landgebruik in grote mate het waterbeheer bepaalt (een duidelijke trade-off).

Voor de leefomgevingskwaliteit zijn er vooral koppelingen mogelijk met de landschappelijke, cultuurhistorische en recreatieve kwaliteit. Actuele beleidsagenda's

die daarvoor aanknopingspunten bieden, zijn de Randstadvisie, het beleidsprogramma 'Mooi Nederland', het beleid voor de Nationale Landschappen en de herziening van het (Europese) Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB).

De leefomgevingskwaliteit heeft ook directe baat bij bepaalde adaptatieopgaven voor natuur. Ingrepen in de natuurlijke habitat van vectororganismen die ziekteverwekkers overbrengen, bijvoorbeeld het droogleggen van moerassen, een verlaging van de waterspiegel of het permanent laten doorstromen van oppervlaktewater, kunnen de verspreiding van en het risico op infectieziekten verminderen. Daarnaast zouden groenbeheerders, agrariërs en terreineigenaren met het oog op de leefomgevingskwaliteit en menselijke gezondheid rekening kunnen houden met het voorkomen van allergie-veroorzakende (boom)soorten en de eikenprocessierups (Fransen e.a., 2008).

4.4 Ruimtelijke opgaven stedelijk gebied

De ruimtelijke opgaven voor het stedelijk gebied liggen ten eerste op het terrein van mogelijke aanpassingen van de ruimtelijke ontwikkeling en locatiekeuzes van stedelijke ontwikkeling in verband met de langetermijnveiligheid tegen overstromen. Ten tweede gaat het om eventuele aanpassingen in de inrichting van het stedelijk gebied gericht op het vergroten van de klimaatbestendigheid (beheersing van wateroverlast, hittestress, en effecten op de gezondheid), het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit en het verminderen van broeikasgasemissies. Wat betreft de langetermijnveiligheid tegen overstromen bepalen de keuzes voor de stedelijke ontwikkeling mede de toekomstige klimaatbestendigheid en oplossingsruimte. Speciale aandacht hierbij vragen de problematiek rond de bescherming van de Randstad, en de keuzes voor stedelijke uitbreidingen in het Knooppunt Arnhem-Nijmegen (het KAN-gebied), de IJsselsteden en Almere.

In het stedelijk gebied komen wateroverlast en hittestress bij elkaar, en door de grote bevolkingsconcentraties zijn deze gebieden bovendien kwetsbaar voor mogelijk toenemende risico's gerelateerd aan allergieën en door vectoren overgedragen infectieziekten. De problematiek van de stedelijke wateroverlast varieert daarbij ruimtelijk. In Laag-Nederland hebben steden te maken met hoge grondwaterstanden en daardoor een geringe waterbergingscapaciteit in de bodem; in de diepe droogmakerijen is dit effect het sterkst. In Hoog-Nederland is de bergingscapaciteit in de bodem doorgaans veel hoger, behalve in steden gelegen in de kwelgebieden en in het overgangsgebied van Hoog- naar Laag-Nederland. Deze steden (waaronder 's-Hertogenbosch, Groningen en Meppel) hebben dan ook wateroverlast als gevolg van piekafvoeren van bovenstrooms liggende beken (zie ook figuur 4.6).

Bestendigheid wateroverlast en hittestress

De klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied kan met ruimtelijke en niet-ruimtelijke maatregelen worden vergroot. Zo kan de wateroverlast worden beperkt door het vergroten van het waterbergend vermogen in het rioolstelsel en het aanbrengen van zodanige hoogteverschillen/drempels in straten en op pleinen dat schade aan woningen, winkels en bedrijven wordt beperkt. Deze maatregelen

kosten geen extra ruimte. Ook andere niet-ruimtelijke maatregelen, zoals voorlichting, extra zorg voor kwetsbare groepen en koeling, kunnen helpen bij het bestrijden van hittestress in het stedelijk gebied.

Wél extra ruimte vraagt het vergroten van de waterberging door het uitbreiden van de hoeveelheid oppervlaktewater in het stedelijk gebied. Een voordeel hierbij is een mogelijke koppeling met het bestrijden van hittestress en het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit (meer 'groen' en 'blauw' in en om de stad). Meer 'groen' en 'blauw', op zijn beurt, kan ook worden benut als extra waterbuffer om ook in de toekomst bestand te zijn tegen onverwacht hoge piekbuien. Zo is in de Zuidplaspolder bij Gouda een tiende deel open water ingepland voor extra waterberging, en wordt aanvullend bij de ontwikkeling en locatie van groenvoorzieningen rekening gehouden met de waterbergingscapaciteit. Ook in Rotterdam wordt een 'veerkrachtiger' waterbergingsstelsel ontwikkeld. Waterpleinen (waar water tijdelijk opgeslagen kan worden) en groene daken (die water langer vasthouden) dragen in dit stelsel bij aan de verbetering van de leefomgevingskwaliteit en de vermindering van hittestress.

Stedelijke (her)inrichting ter vermindering van het hittestress zijn eveneens belangrijke ruimtelijke maatregelen voor een klimaatbestendige stedelijke omgeving. Het is daarbij van belang te differentiëren naar maatregelen voor nieuwbouw en bestaande bouw. Met kleine wijzigingen in de bouwtechniek, volgens reeds bestaande regels en procedures, kan de gebouwde omgeving op korte termijn al klimaatbestendiger worden; de bestaande gebouwenvoorraad zal de komende vijftig jaar in bepaalde gevallen een 'klimaatrevisie' moeten doormaken, vergelijkbaar met de isolatie van de woningvoorraad in de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw.

Een kanttekening hierbij is dat ruimtelijke adaptatie ook nadelige effecten kan hebben op de gezondheid in het stedelijk gebied. Zo kunnen het bevorderen van waterberging en meer 'groen' in de stad mogelijk leiden tot meer vectororganismen (bijvoorbeeld muggen) en meer pollen. Bovendien kan meer 'blauw' in de stad als extra waterbuffer mogelijk contraproductief zijn bij het voorkomen of verminderen van wateroverdraagbare en vectorgebonden infectieziekten. Bij stedelijke adaptatieopgaven is het dus van belang te evalueren of de ruimtelijke ingrepen mogelijk ook weer risico's genereren en te onderzoeken hoe deze kunnen worden verminderd.

Koppeling met opgaven reductie broeikasgassen en leefomgevingskwaliteit

Warmere zomers leiden tot een grotere vraag naar koeling. Als die koeling via airco's wordt verkregen, zal het energieverbruik van het stedelijk gebied toenemen en nemen dus de emissies toe. Hierdoor kan de winst van een lager energieverbruik door zachtere winters verminderen. Aan de andere kant kan het verminderen van het hitte-eilandeffect en klimaatbestendig bouwen leiden tot minder gebruik van

Stedelijk gebied

Figuur 4.6

Ruimtelijk beeld van de belangrijkste knelpunten rond klimaatverandering en de effecten in het stedelijk gebied.

Stedelijk gebied



Toename hitte stress



Stedelijk gebied + uitleg en herstructurering



Toename wateroverlast (laag Nederland, vooral droogmakerijen)



Toename overstroomingsrisico



Toename wateroverlast op overgang hoog - laag



Economisch kerngebied ruimtelijk hoofdstructuur



Economisch kerngebied



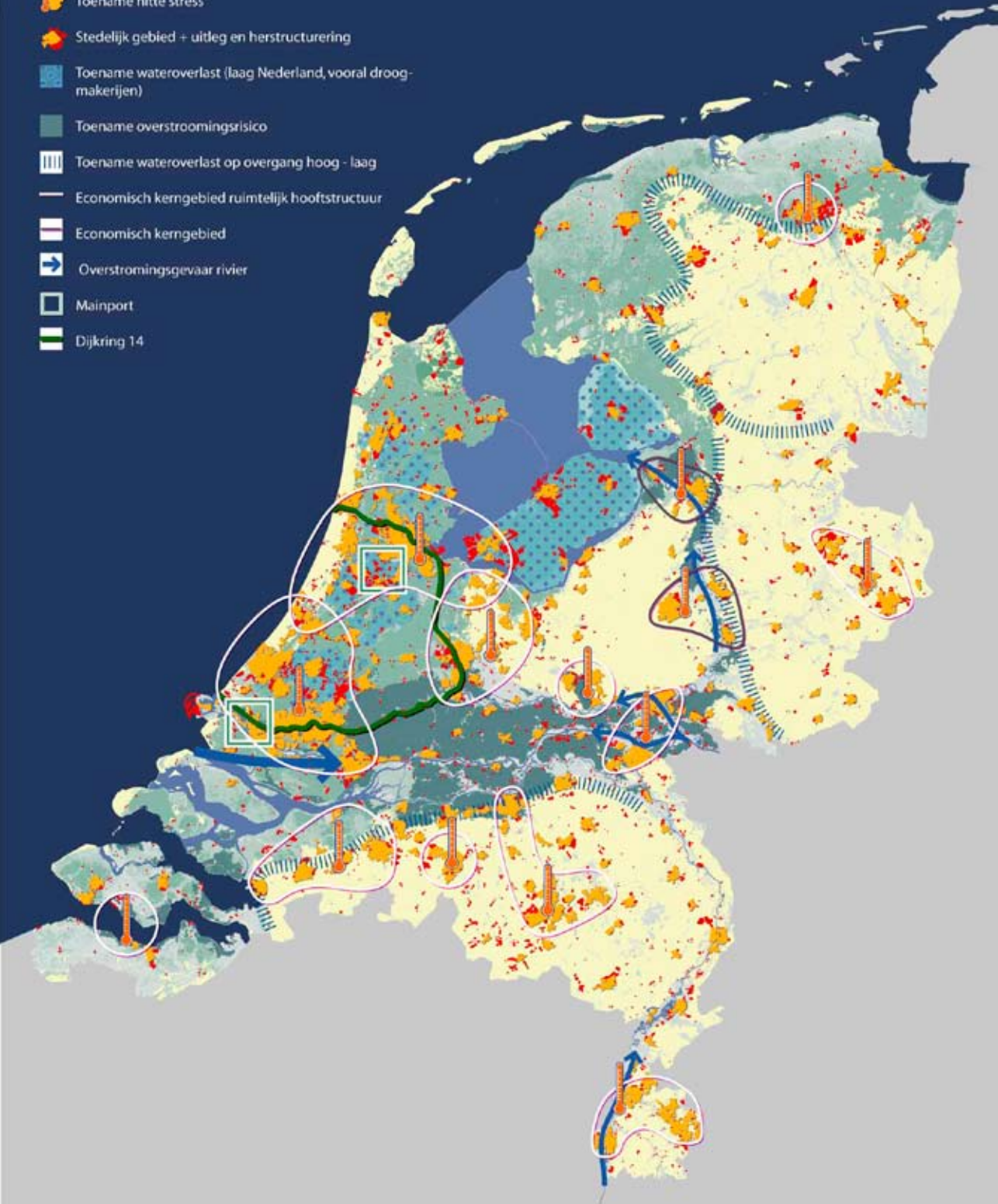
Overstromingsgevaar rivier



Mainport



Dijkkring 14



Kansen warmte- koudeopslag in stedelijk gebied

Warmte- en koudeopslag (WKO) wordt toegepast in combinatie met een warmtepomp om gebouwen te verwarmen en te koelen. Met WKO systemen wordt primaire energie bespaard. Door zomerwarmte en winterkoude in de ondergrond op te slaan kan tot 46% minder CO₂ worden uitgestoten (TTE, 2009). Om efficiënt te kunnen werken maken WKO-systemen gebruik van laagtemperatuurverwarming en hogetemperatuurkoeling. Hiervoor is een groot verwarming- of koelingsoppervlak nodig zoals vloerverwarming of plafondkoeling. Vanwege de grote bouwkundige ingrepen die gepaard gaan met de aanleg van dit soort systemen, is WKO in de praktijk slechts rendabel toe te passen op nieuwbouwlocaties (uitbreiding) en locaties waar de bebouwing grondig wordt gerenoveerd. Vanwege de investeringen en de omvang van het systeem is WKO vooral economisch interessant en nu al rendabel voor grote utiliteitsbouw waarbij de koudevraag leidend is, zoals kantoren of ziekenhuizen. Ook voor woningbouw wordt steeds meer WKO toegepast bij grootschalige nieuwbouw en renovatie. Zo leveren Eneco en Nuon bij de opzet van 'duurzame' wijken warmte-koude opslag voor de (nieuw)bouw woningen. De introductie van WKO neemt sinds 2001 versneld toe van 428 projecten in 2001 naar 962 projecten in 2005 (Segers e.a., 2006). De totale besparing bedroeg in 2007 circa 50 kton CO₂ (Segers e.a., 2006).

Er is in principe voldoende fysieke capaciteit in de ondergrond om alle grote nieuwbouwprojecten en renovaties tot aan 2040 te voorzien met WKO installaties in de Randstedelijke provincies (Utrecht, Noord-Holland en Zuid-Holland). Lokaal kunnen wel fysieke tekorten ontstaan door ontwikkeling van dicht bebouwde locaties met een hoge warmte- en koudevraag zoals de Zuid-as in Amsterdam. Afhankelijk van de hoeveelheid nieuwbouw en het renovatietempo bedraagt het maximale fysieke besparingspotentieel voor de Randstedelijke provincies in 2040 zo'n 0,5-0,8 Mton of 23-38 PJ primaire energie (TTE, 2009). De belangrijkste voorwaarde om deze maximale besparing daadwerkelijk te behalen is dat de ondergrond optimaal kan worden ingezet voor de opslag van warmte en koude. Dit betekent dat WKO systemen ruimtelijk optimaal moeten worden gepland op gebiedsniveau.

Indien er geen coördinatie van WKO projecten plaats zou vinden, neemt hierdoor het fysiek bruikbare potentieel met zo'n 40 - 50 % af (TTE, 2009).

Bodemverontreiniging speelt ook een rol bij in beperking van de volledige benutting van de fysieke capaciteit. De invloed van verontreinigingen kan groot zijn omdat naar verwachting zo'n 33% van de herontwikkellocaties en 8% van de uitbreidingslocaties er mee te maken krijgt. Hierdoor is per locatie een deel niet vanzelfsprekend geschikt voor WKO. Als al deze locaties afvallen zou er een reductie optreden van 14% van het fysieke potentieel voor energie en CO₂ besparing. WKO kan echter in principe ook gebruikt worden om vervuild grondwater te saneren. Deze combinatie is echter nog niet veel toegepast en vraagt veelal een (beleidsmatig) afwegingskader waarin de voor- en nadelen van WKO worden afgewogen tegen de risico's van de grondwaterverontreiniging. Dit kan ondermeer door een gebiedsgerichte aanpak.

airconditioning. Adaptatie gericht op het verminderen van pollen en infectieziekten hebben in ieder geval een gunstig effect op de leefomgevingkwaliteit.

In het stedelijk gebied liggen veel kansen voor het benutten van synergieën, omdat hier de opgaven voor klimaatbestendigheid (water- en hittestressbestendig), mitigatie (energiezuinig bouwen, ontwikkeling van hernieuwbare energie) en voor het verbeteren van de leefomgevingkwaliteit (luchtkwaliteit, geluid, 'groen' en 'blauw' in en om de stad) op een kleine ruimte bijeenkomen. Het meest in het oog springend is de mogelijke win-winsituatie bij ruimtelijke maatregelen op het terrein van open water en groen die zijn gericht op het vergroten van de waterbergingcapaciteit, de hittestressbestendigheid en de kwaliteit van de leefomgeving. Er liggen ook kansen om de leefomgevingkwaliteit te verbeteren door woningbouw op brede, doorbraakbestendige dijken (de zogenaamde Deltadijken) (Deltacommissie, 2008).

Daarnaast bieden de herstructurering van bestaand stedelijk gebied en de ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied kansen om adaptatiemaatregelen te combineren met maatregelen voor energiebesparing of hernieuwbare energie. In het kader van energieuw bouwen kan bijvoorbeeld worden gekozen voor een hittestressbestendig ontwerp (zoals 'groene' daken) en het gebruikmaken van hernieuwbare vormen van energie om (bijvoorbeeld) te voorzien in de extra koelingbehoefte. Zo biedt warmte-koudeopslag (WKO) de mogelijkheid om op wijkniveau de koelingbehoefte te verduurzamen en vermindert dit tevens het energieverbruik in de winter. De ontwikkeling van WKO systemen is bij vooral stedelijke nieuwbouw en herstructurering rendabel, maar vraagt een goede coördinatie bij de implementatie om de beschikbare potenties te benutten (zie tekstbox).

Ruimtelijke inflexibiliteit vraagt anticiperende keuzes

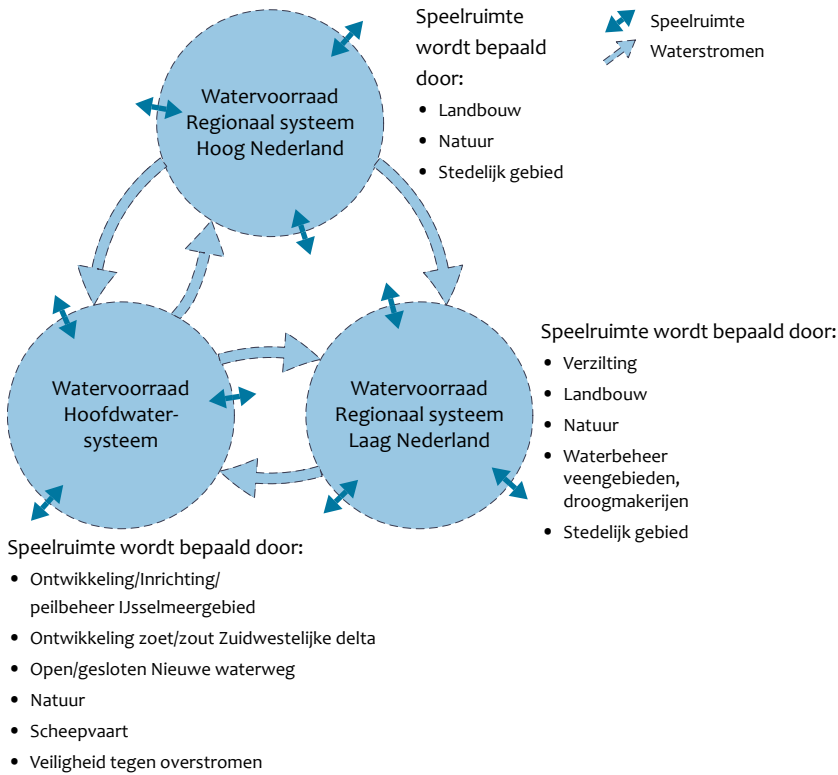
De mogelijkheden om de klimaatbestendigheid te vergroten variëren, afhankelijk van of het gaat om bestaand stedelijk gebied, herstructureringsgebied of nieuw te ontwikkelen stedelijk gebied. Vooral voor maatregelen die ruimte vragen ('groen' en 'blauw', warmtekoudeopslag) bieden nieuwe en herstructureringswijken de meeste mogelijkheden. Anders dan in het landelijk gebied, is het stedelijk gebied weinig flexibel wat betreft ruimtelijke ontwikkeling en inrichting en zijn er al gauw hoge kosten gemoeid met herinrichting of aanpassingen aan infrastructuur en bebouwing. Vooral in het licht van mogelijk onverwacht snelle klimaatverandering of een toename van weersextremen, vraagt deze geringe flexibiliteit om belangrijke anticiperende keuzes over hoe de ruimte in te richten en te ontwikkelen.

4.5 Ruimtelijke samenhang

Ruimtelijke keuzes zijn niet onafhankelijk

Keuzes over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van Nederland vragen samenhang in beleid (MNP, 2007). Het vergroten van de klimaatbestendigheid is daarbij één van de opgaven die de keuzes voor de toekomstige ruimtelijke ontwikkeling en inrichting kunnen beïnvloeden.

De opgaven zoals besproken voor de onderscheiden gebiedstypen zijn niet geheel onafhankelijk van elkaar. Zo is er een belangrijke samenhang tussen het wateraan-



Voor een goede besluitvorming rond de zoetwatervoorziening is het gewenst integrale, bovenregionale oplossingen voor deze voorziening te analyseren, waarbij opties voor het sturen van de watervraag vanuit de regio en opties voor wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem in samenhang worden beschouwd.

bod en de watervragende functies in zowel het hoofdwatersysteem, het landelijk gebied als stedelijk gebied (zie figuur 4.7) en bepalen de stedelijke ontwikkelingen in het rivierengebied mede de oplossingsruimte voor de langetermijn veiligheid van Nederland. Op de overgang van het stedelijk gebied en het landelijk gebied komen de beleidsopgaven rond ‘water en groen in en om de stad’ bij elkaar en de mogelijke meekoppelingen met verbetering van de leefomgevingskwaliteit in termen van landschap en recreatieve mogelijkheden. In de uiteindelijke analyse en ontwerp van de lange termijn ruimtelijke strategieën zullen deze onderlinge afhankelijkheden dienen te worden meegenomen.

Onderbouwing langetermijnkeuzes

Om goed onderbouwde keuzes voor de toekomst te kunnen maken, is het nodig om de kosten en baten van verschillende ontwikkelingsrichtingen voor het hoofdwatersysteem en de kust, het landelijk gebied en het stedelijk gebied in samenhang in beeld te brengen, waarbij in meer of mindere mate doelen voor de klimaatbe-

stendigheid worden geïntegreerd. Deze analyses en onderzoek naar de kosten en baten van verschillende maatregelenpakketten zullen in 2009 worden uitgevoerd en deze analyses zullen de bouwstenen vormen voor het ontwikkelen van samenhangende ruimtelijke langetermijnstrategieën in 2010 (zie Bijlage 3).

Bestuurlijke opgave

5

5.1 Inleiding

De klimaatverandering grijpt in op uiteenlopende sectoren in Nederland. Hoe groot die veranderingen zullen zijn en hoe snel ze zich zullen voordoen is in veel opzichten nog onzeker (hoofdstuk 2), evenals de mogelijke effecten ervan op de kortere en langere termijn (hoofdstuk 3). Er is een groot potentieel aan adaptieve maatregelen, maar vooralsnog is onzeker wat de kosten en de baten zijn van elk van deze maatregelen. Daarbij wordt het adaptieve vermogen van Nederland niet alleen bepaald door het potentieel aan adaptieve maatregelen, maar ook door het belang dat de maatschappij, politiek en bestuur hieraan hechten en het bestuurlijk vermogen om nieuwe inzichten en doelen te integreren in beleid en beleidsuitvoering (zie ook figuur 3.1).

De klimaatproblematiek kan dan ook gekenschetst worden als een complex probleem met grote onzekerheden. Het is daarom de vraag of de huidige bestuurlijke organisatie voldoende is toegerust om met dit complexe probleem om te gaan. Deze vraag leeft ook bij het ministerie van VROM dat heeft verzocht de klimaat-effecten niet alleen vanuit de fysieke (ruimtelijke) invalshoek te analyseren, maar ook aandacht te besteden aan de bestuurlijke component.

In dit hoofdstuk wordt de bestuurlijke opgave kort toegelicht, toegesneden op de geïdentificeerde speerpunten in hoofdstuk 3 en opgaven in de verschillende gebiedstypen in hoofdstuk 4.

5.2 Bestuurlijke speelvelden

Gekoppeld aan de analyse van de ruimtelijke opgaven in verschillende gebiedstypen en de benoemde speerpunten kan een aantal verschillende bestuurlijke speelvelden worden benoemd waarin de opgaven bij elkaar komen en waar in samenhang keuzes voorliggen. De opgave rond het vergroten van het adaptieve vermogen van de natuur is daarbij zowel onderdeel van het bestuurlijk speelveld rond het hoofdwatersysteem en de kustzone als van het bestuurlijk speelveld rond de zoetwatervoorziening-landbouw-natuur in het landelijk gebied.

Bestuurlijk speelveld hoofdwatersysteem en kustzone

Binnen het bestuurlijke speelveld rond het hoofdwatersysteem en de kustzone komen de opgaven van lange termijn veiligheid, zoetwatervoorziening en de

natuurkwaliteit van de rivieren, IJsselmeergebied, Waddenzee, kustzone en Zuidwestelijke delta bij elkaar. Specifiek voor dit speelveld is de zeer lange zichttermijn: de veiligheidsproblemen van het hoofdwatersysteem spelen in geval van een worstcasezeespiegelstijging van 1,5 meter per eeuw in de periode 2100-2200, maar kunnen consequenties hebben voor de ruimtelijke keuzes de komende decennia. Daarnaast kunnen keuzes voor bepaalde ontwikkelingen in het IJsselmeergebied, rivierengebied en Zuidwestelijke delta niet los van elkaar worden gezien. Binnen de huidige bestuurlijke setting ligt hier primair een vanzelfsprekende verantwoordelijkheid op rijksniveau. Wat betreft het in beeld brengen van de mogelijke ruimtelijke consequenties en keuzes voor ontwikkelingen op kortere en langere termijn is echter een belangrijke betrokkenheid nodig van provincies, gemeenten en maatschappelijke actoren.

Bestuurlijk speelveld zoetwatervoorziening-landbouw-natuur

Als tweede speelveld kan de problematiek van de zoetwatervoorziening in Nederland worden benoemd. Hier komen het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem en de watervraag gekoppeld aan het ruimtegebruik in de regio bij elkaar. Dit is wellicht het meest complexe bestuurlijke speelveld, zoals blijkt uit de veelheid van maatschappelijke thema's en benodigde samenhang van strategische keuzes op nationaal, regionaal en lokaal niveau (zie hoofdstuk 4, figuur 4.5). Zo vergt een verandering van de zoetwaterverdeling wellicht ander landgebruik in het landelijk gebied of andere natuurdoelen. De problemen rond de verzilting en zoetwatervoorziening spelen nu al en worden – afhankelijk van de ontwikkeling van het klimaat – mogelijk rond 2050 structureel. De onzekerheden rond de te verwachten klimaatverandering en de gevolgen voor de zoetwaterbeschikbaarheid vragen om een gezamenlijke probleemanalyse en ontwikkeling van een strategische en adaptieve visie. Er is hiervoor geen vanzelfsprekende regisseur en proces. Het wateraanbod is de verantwoordelijkheid van het rijk en de watervraag vanuit de verschillende regio's valt onder verantwoordelijkheid van provincies en waterschappen.

Bestuurlijk speelveld stedelijk gebied

Het derde bestuurlijke speelveld omvat de ontwikkeling van het stedelijk gebied en de directe omgeving daarvan, inclusief het speelveld 'gezondheid'. Het speelveld stedelijk gebied ligt, daar waar het gaat om de inrichting van de stad, vooral op gemeentelijk niveau. Op het niveau van de Randstad is echter sprake van een bovenregionale opgave, zowel fysiek als bestuurlijk. Op het gebied van klimaatadaptatie en gezondheid ligt betrokkenheid van het volksgezondheidsdepartement voor de hand.

De komende decennia wordt veel geïnvesteerd in het stedelijk gebied. Bij de plannen en uitvoering kan nu al rekening worden gehouden met een klimaatbestendiger en energiezuiniger stedelijke inrichting en een verbetering van de kwaliteit van de fysieke leefomgeving. Het initiatief ligt primair op gemeentelijk niveau, maar via verschillende beleidsterreinen beïnvloeden het Rijk en de provincie de stedelijke ontwikkeling. Om de bestaande kansen voor synergie bij de ontwikkeling van stedelijk gebied te benutten, is vergaande samenhang in doelen op de verschillende bestuurlijke niveaus van belang en zijn duidelijke afspraken over rol- en taakverdeling en financiering nodig.

Bestuurlijk speelveld transport- en energienetwerken

Tenslotte kan als vierde speelveld de klimaatbestendigheid van de infrastructurele transportnetwerken en energievoorziening worden benoemd. Deze hebben een ruimtelijke dimensie, maar als netwerkstructuren is het areaalbeslag zeer beperkt. Zoals uit hoofdstuk 3 naar voren komt, is het functioneren van deze netwerken vooral gevoelig voor een toename aan weersextremen en voor mogelijke extreme klimaatveranderingsscenario's (worstcases). De klimaatbestendigheid van deze netwerken vraagt aandacht vanwege het belang van deze netwerken voor het maatschappelijk functioneren. Nader onderzocht dient te worden hoe deze netwerken minder klimaatgevoelig gemaakt kunnen worden. Wat betreft de toekomstige klimaatbestendigheid van het energienetwerk komen hier bij elkaar de keuzes van het Rijk rond de ontwikkeling van duurzame energiebronnen, de plaatsing/vervangning van nieuwe energiecentrales en het beleid van de energiebedrijven in de nationale en Europese markt.

Samenhang tussen bestuurlijke speelvelden

Hoewel verschillende bestuurlijke speelvelden kunnen worden onderscheiden, kunnen keuzes binnen deze speelvelden niet onafhankelijk van elkaar beschouwd worden. Zo kunnen strategische keuzes over de ontwikkeling van het energienetwerk en keuzes over de ontwikkeling van duurzame energiebronnen in het stedelijk gebied niet los van elkaar gezien worden. Dit geldt ook voor keuzes over ruimtelijke ontwikkelingen in het landelijk gebied en keuzes over het wateraanbod van het hoofdwatersysteem. Dit betekent dat er in een strategieontwikkeling voor een klimaatbestendiger Nederland ook aandacht nodig is voor de samenhang tussen de bestuurlijke speelvelden.

5.3 Aanbrengen van samenhang grote bestuurlijke uitdaging

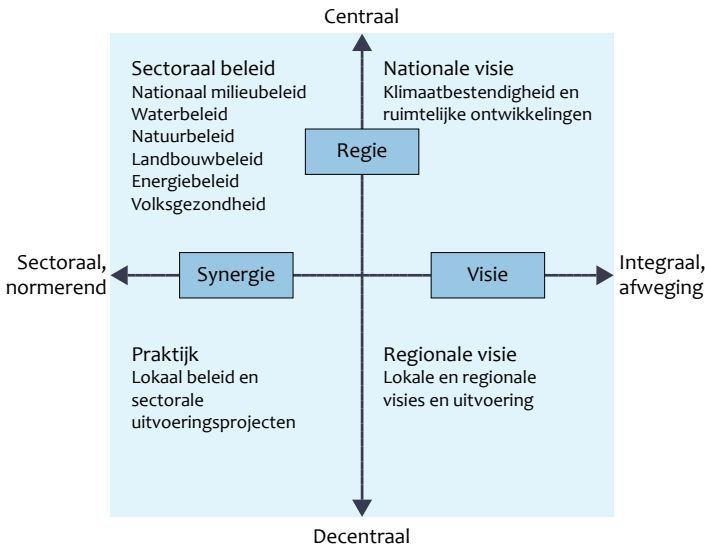
Het ontwikkelen van een lange termijn ruimtelijke strategie en het aanbrengen van samenhangen tussen beleidsvelden en tussen schaalniveaus, vraagt afstemming in visievorming, besluitvorming en uitvoering (figuur 5.1). Het klimaatdossier is daarbij sterk verweven met andere lopende dossiers.

De complexiteit van het klimaatvraagstuk vertaalt zich in drie bestuurlijke opgaven:

1. het ontwikkelen van een gezamenlijke visie op de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland op lange termijn;
2. het organiseren van een bestuurlijk proces waarin complexe problemen op verschillende schaalniveaus in samenhang worden aangepakt;
3. het komen tot concrete afspraken over de verdeling van de verantwoordelijkheden en regie bij geïdentificeerde speerpunten op weg naar een klimaatbestendig Nederland.

Daarbij kan tevens worden nagegaan hoe afwenteling in de tijd en ruimte kan worden voorkomen.

In de huidige bestuurlijke setting is er geen duidelijke regisseur en processtructuur rond de benodigde strategische visievorming en besluitvorming op lange termijn.



Probleemschets van de politiek-bestuurlijke opgave. De bestuurlijke opgave omvat het ontwikkelen van een samenhangende visie op verschillende schaalniveaus, het afstemmen van sectorale beleidsvelden en het vinden van een regievorm om deze samenhang en afstemming te realiseren.

5.4 Onzekerheden vragen om een adaptieve langetermijnstrategie

Zoals in hoofdstuk 3 vermeld, kan het vergroten van de klimaatbestendigheid van Nederland via verschillende sporen worden bereikt. Op hoofdlijnen gaat het daarbij om aanpassingen in gedrag, ontwikkelen technologie en aanpassingen via de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting. Keuzes met betrekking tot ruimtelijke ontwikkeling en inrichting, zoals van steden en infrastructuur, het watersysteem en natuur, werken lange tijd door en zijn relatief onomkeerbaar. Zij hebben daardoor gevolgen voor verschillende generaties. Keuzes die de komende decennia worden gemaakt, bepalen dan ook mede de toekomstige klimaatbestendigheid van Nederland en de oplossingsruimte die er nog zal zijn voor aanpassing als de klimaatverandering anders (grotere weersextremen) of sneller (temperatuurstijging, zeespiegelstijging) verloopt dan verwacht.

De traagheid in ruimtelijke ontwikkelingen vraagt om een stabiele ruimtelijke strategie op lange termijn. Gegeven de onzekerheden rond klimaatverandering (hoofdstuk 2) is het daarbij een grote uitdaging om een strategie te ontwikkelen die enerzijds rekening houdt met de mogelijke omvang van de ruimtelijke opgaven op de korte en lange termijn, en die anderzijds ruimte biedt om in te spelen op het voortdurend beschikbaar komen van nieuwe, soms onverwachte inzichten over omvang, tempo, samenhang en beheersbaarheid van de gevolgen van klimaatverandering. De kunst zal zijn om het moment van ingrijpen zo goed mogelijk te kiezen

in het licht van de onzekerheid rond omvang en tempo van de klimaatverandering en de gevolgen ervan. Te vroeg ingrijpen kan leiden tot overinvesteringen en onnodige beperking van maatschappelijke activiteiten. Te laat ingrijpen kan inhouden dat de schade veel groter is en de benodigde aanpassingen naderhand veel kostbaarder zijn dan preventie of geleiding was geweest.

De klimaatverandering is voor bestuurders één van de vraagstukken die spelen bij hun keuzes over de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van Nederland en kan – afhankelijk van de verwachte ernst van de effecten, of van de mogelijke kansen op win-winontwikkelingen – een meer of minder zware rol spelen.

In ieder geval is op de belangrijkste terreinen een zo goed mogelijk inzicht nodig in de verschillende opgaven zoals beschreven in hoofdstuk 3 en 4 en in de kosten en baten en voor- en nadelen van verschillende adaptatiestrategieën. Pas dan kan worden beoordeeld wat er juist wel of juist niet nú zou moeten gebeuren en waar de grootste risico's op over- of onderinvesteringen zitten. Ook kan dan worden beschouwd waar de komende decennia voldoende speelruimte is voor het aansluiten op nog nieuwe kennis en inzichten en het benutten van mogelijke kansen (*windows of opportunity*). Hierbij kan worden aangesloten bij lopende of op korte termijn verwachte ruimtelijke ontwikkelingen (met name ontwikkeling Randstad, Natura2000, Nationaal Waterplan). Deze benadering sluit aan bij het denken over *Nuchter omgaan met risico's* (MNP, 2004), de daarop aansluitende risicobenadering in het programma Nationale Veiligheid (REF) en het onlangs gepubliceerde WRR-rapport waarin gepleit wordt voor een proactieve omgang met onzekerheden (WRR, 2008).

5.5 Kansen gekoppeld aan de actuele beleidsagenda

Vanwege de lange doorwerking van ruimtelijke keuzes en de relatieve onomkeerbaarheid van ingezette ontwikkelingen (vooral stedelijke ontwikkeling en infrastructuur, ontwikkeling Ecologische Hoofdstructuur) vraagt de actuele beleidsagenda om nu al keuzes te bezien in het licht van klimaatverandering en de klimaatbestendigheid. De actuele beleidsagenda kan kansen bieden (*windows of opportunity*) om enerzijds 'geen-spijtontwikkelingen' te starten en anderzijds synergieën tussen verschillende beleidsdoelen te benutten. Enkele belangrijke lopende dossiers zijn opgenomen in tabel 5.1.

Door de relatieve onomkeerbaarheid van de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van het stedelijk gebied en de Ecologische Hoofdstructuur, liggen er vooral belangrijke *windows of opportunity* bij keuzes rond de stedelijke ontwikkeling in relatie tot veiligheid tegen overstromen (Rijnmondgebied, IJsselsteden, Almere) en een klimaatbestendiger inrichting van de Ecologische Hoofdstructuur (beoogde afronding in 2018) en het stedelijk gebied. Ook te maken keuzes rond de uitwerking van de kabinetsdoelen op het gebied van de ontwikkeling van duurzame energiebronnen op de termijn van 2020 kunnen bijdragen aan het verminderen van de klimaatgevoeligheid van de energienetwerken.

| Dossier | Inhoud |
|---|--|
| <i>Nota Ruimte-projecten</i> | Concrete kortetermijnprojecten die doelen uit de Nota Ruimte beogen te bereiken. |
| <i>Randstadvisie 2040</i> | De verwachte ontwikkelingen in het randstedelijk gebied in de komende decennia. |
| <i>Woningprogramma overig Nederland</i> | Ook voor de rest van Nederland is er de komende veertig jaar een grote opgave voor herstructurering en inbreiding van bestaand stedelijk gebied en ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied (onder andere bij Almere, Haarlemmermeer, IJsselsteden). |
| <i>EHS en ontwikkeling Natura2000-gebieden</i> | Voor de EHS moet voor 2018 nog 85.000 hectare aan nieuw areaal worden aangewezen en ontwikkeld. In 2013 dienen de beheersprogramma's voor de Natura2000-gebieden en -wateren gereed te zijn. |
| <i>Implementatie Kaderrichtlijn Water</i> | Verbetering van de ecologische kwaliteit van de Nederlandse oppervlaktewateren en grondwaterafhankelijke natuur, met resultaatverplichting voor 2015 (of na uitstel 2021 of 2027). |
| <i>Mooi Nederland</i> | Aandacht voor het behouden en verbeteren van de Nederlandse landschapskwaliteit. |
| <i>Agenda Vitaal Platteland</i> | Ontwikkeling van een integraal economisch, ecologisch en sociaal perspectief op landbouw en landelijk gebied, mede voortvloeiend uit implementatie van bestaand Europees beleid (natuur, milieu, water, hervorming van het Europees plattelands- en landbouwbeleid). |
| <i>Nationaal Waterplan</i> | Hierin wordt aandacht geschonken aan de langetermijnproblematiek rond overstromingen, zoetwatervoorziening, zoet-zoutovergangen, transport over de rivieren, natuur van het hoofdwatersysteem en regionale watersystemen. |
| <i>Structuurvisie voor het IJsselmeergebied</i> | Hierin wordt een integratie voorzien van de veiligheidsproblematiek, zoetwatervoorziening, natuur en landschap en recreatie. |
| <i>Zuidwestelijke delta</i> | Hierin wordt de langetermijnveiligheid, zoet-zoutproblematiek, natuurontwikkeling en zoetwatervoorziening voorzien. |
| <i>Provinciale structuurvisies</i> | Hierin worden in meer of mindere mate richtinggevende en integrale ruimtelijke langetermijnontwikkelingen beschreven. |
| <i>Schoon en zuinig</i> | Doelstelling van het kabinet om (ten opzichte van 1990) in 2020 een afname van 30% aan broeikasgasemissies te bereiken en een aandeel van 20% aan hernieuwbare energie in het primaire energieverbruik. |
| <i>Nationaal Hitteplan</i> | Hierin worden maatregelen beschreven die gericht zijn op goede voorbereiding op en adequaat handelen in een periode van aanhoudende hitte. Op termijn zou ook hittebestendig bouwen meegenomen kunnen worden. |
| <i>Nationale aanpak milieu en gezondheid</i> | Hierin worden voor 2008-2012 beleidsprioriteiten gekozen, waaronder het 'gezond ontwerpen en inrichten' van de fysieke leefomgeving. De Europese Commissie verlangt dat deze aanpak ook adaptatie en klimaatbestendigheid meeneemt. |

In het stedelijk gebied zullen er in de nabije toekomst grote investeringen plaatsvinden: er liggen plannen voor verdichting, herstructurering en nieuwe stedelijke uitbreiding. Naar verwachting zullen er de komende decennia een miljoen woningen in Nederland bijkomen, waarvan de helft in de Randstad. Dat betekent dat er belangrijke kansen liggen om op de korte termijn opgaven die klimaatbestendigheid stelt te combineren met andere doelstellingen van het Rijksbeleid, zoals verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving, het terugdringen van energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen (zie paragraaf 4.4). Hoewel de kennis en technologieën

beschikbaar zijn, komt dit niet vanzelfsprekend tot stand. Dit blijkt onder andere uit een recente *quick scan* van de klimaatbestendigheid van projecten in het *Urgentieprogramma Randstad* (KvK, 2008). Ook Van Nieuwaal e.a. (2009) wijzen erop dat bij afwegingen in het stedelijk gebied economische waarden (zoals winstgevendheid, werkgelegenheid) in veel gevallen zwaarder wegen dan 'zachtere waarden', zoals leefomgevingskwaliteit ('groen en blauw' in en om de stad), en voordelen op langere termijn (bijvoorbeeld besparing door energiezuinige gebouwen). Ook in de Randstadvisie 2040 neemt enerzijds de klimaatbestendigheidsopgave een belangrijke plek in, maar ontbreekt de koppeling met de energieopgave voor het stedelijk gebied (VROM, 2008).

Gestructureerd langs de vier bestuurlijke speelvelden ligt er een ingewikkelde bestuurlijke opgave om te komen tot een klimaatbestendiger ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Niettemin bieden de actuele beleidsdossiers belangrijke mogelijkheden om binnen die speelvelden de klimaatbestendigheid mee te nemen in de besluitvorming.

6

Consequenties ruimtelijke hoofdstructuur

Inleiding

In hoofdstuk 4 zijn voor de drie gebiedstypen (hoofdwatersysteem en kust, landelijk gebied en natuur, stedelijk gebied) de belangrijkste ruimtelijke opgaven samengevat die veelal op verschillende schaalniveaus vragen om samenhangende keuzes.

Voor de ruimtelijke ontwikkeling op nationale schaal is de Ruimtelijke Hoofdstructuur (RHS) uit de Nota Ruimte een belangrijk uitgangspunt (VROM e.a., 2006; zie ook figuur 6.1 en tabel 6.1). In dit hoofdstuk wordt kort aangegeven in hoeverre de Ruimtelijke Hoofdstructuur houvast biedt voor een klimaatbestendiger ruimtelijke ontwikkeling van Nederland en welke opgaven daarbij voorliggen.

Beleidsopgaven rond de Ruimtelijke Hoofdstructuur

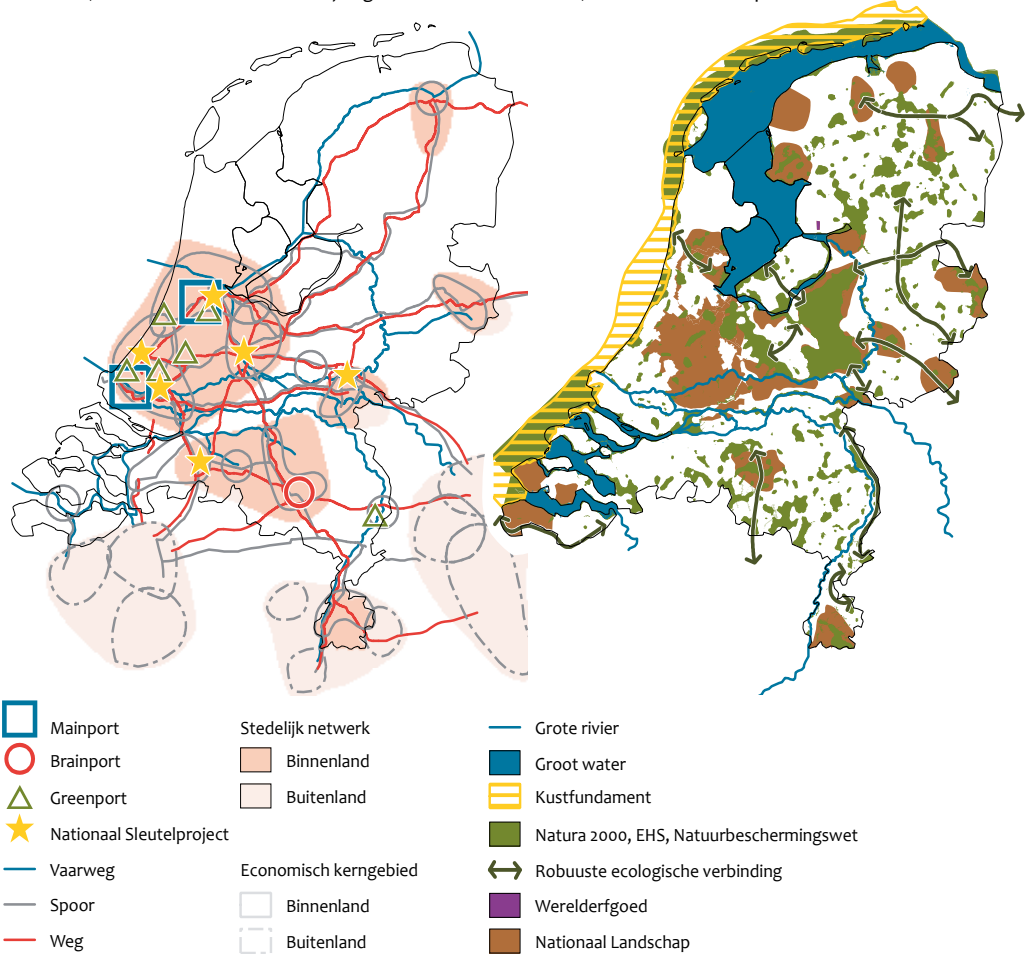
Uit figuur 6.1 en tabel 6.1 komt naar voren dat de drie onderscheiden gebiedstypen vrijwel alle elementen van de Ruimtelijke Hoofdstructuur omvatten. De Ruimtelijke Hoofdstructuur omvat daarmee ook de ruimtelijke eenheden gerelateerd aan de geïdentificeerde speerpunten en speelvelden rond de klimaatbestendigheid op nationaal niveau (hoofdstuk 5).

Belangrijke elementen in de ruimtelijke structuur van Nederland die niet direct in de Ruimtelijke Hoofdstructuur zichtbaar zijn, zijn de droogmakerijen en de veengebieden. Deze ruimtelijke eenheden maken echter deel uit van elementen in de Ruimtelijke Hoofdstructuur, zoals het Groene Hart en andere Nationale Landschappen, de Ecologische Hoofdstructuur en Werelderfgoedgebieden (de droogmakerijen in Noord-Holland). Zoals in hoofdstuk 3 en 4 naar voren is gekomen, zijn de droogmakerijen en veengebieden belangrijke ruimtelijke eenheden in relatie tot de verziltingsproblematiek, bodemdaling en de zoetwatervoorziening in West-Nederland.

Voorvloeiend uit de analyses in hoofdstuk 3 en 4 en gekoppeld aan de bestuurlijke speelvelden benoemd in hoofdstuk 5, komen voor de Ruimtelijke Hoofdstructuur de volgende integrale beleidsopgaven en keuzes naar voren.

Economie, infrastructuur en verstedelijking

Water, natuur en landschap



Nationale Ruimtelijke Hoofdstructuur onderscheiden naar economie, infrastructuur en verstedelijking en water, natuur en landschap. Bron: Vrom, 2006.

Hoofdwatersysteem en kustzone

Beleid voor het hoofdwatersysteem en de kustzone is belangrijk om de veiligheid tegen overstromen te garanderen, de zoetwatervoorziening te waarborgen, natuur te ontwikkelen en transport (scheepvaart) mogelijk te blijven maken. De belangrijkste waterelementen in de Ruimtelijke Hoofdstructuur zijn de grote rivieren, het IJsselmeergebied, de Zuidwestelijke delta, de Waddenzee en de kust (het kustfundament).

Tabel 6.1

Koppeling elementen nationale Ruimtelijke Hoofdstructuur

| | Hoofdwatersysteem en kust | Landelijk gebied en natuur | Stedelijk |
|---|---------------------------|----------------------------|-----------|
| Economie, infrastructuur en verstedelijking | | | |
| - Economische kerngebieden, w.o. de Noordvleugel en Zuidvleugel van de Randstad, en Zuidoost-Brabant. | | | X |
| - Mainports: Rotterdamse haven en Schiphol | X | | X |
| - Brainport Eindhoven/Zuidoost-Brabant | | | X |
| - Greenports, w.o. Aalsmeer, het Westland, Boskoop en omgeving, Bollenstreek | | X | |
| - Nieuwe sleutelprojecten, w.o. Amsterdamse Zuidas | | | X |
| - Hoofdverbindingssassen (spoor, weg, water) en daarbij behorende ruimtelijke reserveringen | X | | X |
| - Energienetwerk | X | | |
| - Nationale stedelijke netwerken (w.o. Randstad Holland) en Stedelijke transformatie | | | X |
| Water, natuur en landschap | | | |
| - Grote rivieren en grote wateren, w.o. IJsselmeer en Waddenzee | X | | |
| - Kust (kustfundament) | | | |
| - Vogel- en Habitatrichtlijngebieden (Natura2000-gebieden) | X | X | |
| - Natuurbeschermingswetgebieden | | X | |
| - Ecologische hoofdstructuur en robuuste ecologische verbindingen | X | X | |
| - Werelderfgoedgebieden | | X | |
| - Nationale landschappen, w.o. de Veluwe, het Groene Hart van de Randstad | X | X | |

Koppeling elementen nationale Ruimtelijke Hoofdstructuur met de onderscheiden gebieds-eenheden in hoofdstuk 4: hoofdwatersysteem en kustzone, landelijk gebied en natuur en stedelijk gebied.

Concrete opgaven die hier spelen:

- Ontwikkelen van een strategische visie en versterken van de samenhang tussen ruimtelijke ontwikkelingen in het rivierengebied, IJsselmeergebied, de IJsselvallei, Zuidwestelijke delta. Hierbij moet tegelijkertijd rekening worden gehouden met de waterveiligheid, zoetwatervoorziening, transportfunctie, koelwatervoorziening en mogelijkheden voor natuur, landschap en recreatie.
- Verbeteren van de waterkwaliteit van de grote wateren.
- Strategische keuze voor nieuwe kustontwikkelingen al of niet in samenhang met mogelijkheden voor natuurontwikkeling en toeristische vernieuwing kustplaat- sen en kustzone.

Bij de ruimtelijke ontwikkeling op zee, die overigens buiten de context van deze studie valt (zie Hoofdstuk 1), spelen onder andere discussies over de keuzes voor windmolenparken (dicht bij de kust of veraf) en over gebieden die voor de visserij worden gesloten. Keuzes voor het ontwikkelen van duurzame energie door middel van windmolenparken of andere methoden (getijdencentrales, warmtekoppeling of energie uit zoet-zoutovergangen) houden verband met de algehele gevoeligheid van de energievoorziening voor klimaatverandering. Zoals in hoofdstuk 3 vermeld, bieden de huidige kabinetsdoelen op het gebied van de ontwikkeling

van duurzame energiebronnen binnen Nederland kansen om de klimaatbestendigheid van de energienetwerken te vergroten. Hieraan verbonden is ook de vraag in hoeverre gekozen zal worden voor een meer centrale of juist meer decentrale energievoorziening.

Landelijk gebied en natuur

Ontwikkelingen voor de RHS in het landelijk gebied en voor natuur en landschap omvatten de continuïteit van de Greenports (hoogwaardige landbouw), de ontwikkeling van de EHS en Natura2000-gebieden en het behoud van belangrijke landschapskwaliteit, onder andere in het Groene Hart. Concrete opgaven die hier spelen:

- Ontwikkelen van een strategische en integrale visie op de zoetwatervoorziening van Nederland, waarbij wordt gelet op de consequenties voor regionaal grondgebruik (landbouw, natuur, landschap) in relatie tot de ontwikkeling van de zoetwatervoorraad in het hoofdwatersysteem.
- Zuid-Holland beschikt over goede transportfaciliteiten en blijft daardoor een gunstige vestigingsplaats voor de Greenports met hoogwaardige teelten – ondanks dat de waterkwaliteit onder druk staat door verzilting. Om de Greenports op termijn van voldoende goed water te voorzien, is óf een structurele bestrijding van de verzilting van het oppervlaktewater nodig, óf een transitie naar meer zelfvoorziening van de Greenports, zodat deze onafhankelijk van het oppervlaktewater kunnen functioneren.
- Operationaliseren van lange termijn doelen voor landbouw, natuur en landschap in het Groene Hart en de veenweidegebieden: in welke gebieden blijven de huidige ontwatering en daarmee de huidige landbouw en landschap gehandhaafd? Wordt de landbouwfunctie aangepast om de bodem minder snel te laten dalen en de watervraag te verminderen, of worden delen van het huidige landschap omgevormd naar een veenmoeras?
- Ontwikkelen van een klimaatbestendiger EHS en Natura2000 door gerichte en onderbouwde bijstelling van de nog nieuw aan te kopen en ontwikkeling van EHS-gronden (vele tienduizenden hectare). Klimaatbestendiger inrichten vraagt om betere verbindingzones en meer natte natuur, zoals veen- en riviernatuur, beekdalen en kwelzones.

Stedelijk gebied

Ontwikkelingen in het stedelijk gebied van de RHS omvatten de economische kerngebieden -waaronder de Noordvleugel en Zuidvleugel van de Randstad en Zuidoost-Brabant-, de nieuwe sleutelprojecten zoals de Amsterdamse Zuidas, en de nationale stedelijke netwerken, waaronder Randstad Holland en de stedelijke transformatie (tabel 7.1). Concrete opgaven die hier spelen zijn:

- Voor stedelijke uitbreidingen (onder andere bij Almere, Kampen, Deventer, Zutphen, Rijnmondgebied) moeten de randvoorwaarden worden bepaald met oog op de lange termijn veiligheid tegen overstromen, in samenhang met de voorwaarden voor woon- en leefomgevingskwaliteit.
- Operationaliseren van de doelstellingen voor herstructurering en aanleg van stedelijk gebied. Door daarbij rekening te houden met klimaatbestendigheid, de ontwikkeling van duurzame energiebronnen en de kwaliteit van de fysieke leefomgeving (groen en blauw in en om de stad) kan synergie bij de investeringen in het stedelijk gebied worden bereikt.

- De mogelijkheden voor een klimaatbestendige en energiezuinige ontwikkeling van de Randstad 2040 uitwerken en concretiseren, in samenhang met het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit, de ontwikkeling van het Groene Hart en de mobiliteitsopgave (verdichting, aanpak geluidshinder, zorgen voor goed openbaar vervoer, beprijzing kilometers).

Transport- en energienetwerken

Rotterdam en Schiphol zijn als mainports belangrijke elementen in de Ruimtelijke Hoofdstructuur. Het functioneren daarvan wordt in belangrijke mate bepaald door de mondiale en Europese economische ontwikkelingen, de bereikbaarheid, en de restricties en stimulansen voortvloeiend uit het nationale beleid.

Zoals in hoofdstuk 3 geconcludeerd, is de transportsector vooral gevoelig voor weersextremen (zoals dichte mist, piekneerslag, stormen en lage waterstanden op de rivieren door droogteperiodes) en het vergroten van de klimaatbestendigheid kan daarbij vooral worden bereikt door gedragsaanpassingen, verbeterde weerswaarschuwingen en technologische verbeteringen aan infrastructuur en transportmiddelen. Ruimtelijk strategische keuzes die te maken hebben met klimaatbestendigheid, spelen in de transportsector daarom geen grote rol, behalve bij de eventuele ontwikkeling van evacuatie routes in geval van overstroming, en rond de bereikbaarheid van de Rotterdamse haven: keuzes voor openhouden of afsluiten van de Nieuwe Waterweg en bij de inrichting van het zomerbed binnen het rivierengebied.

Rond de klimaatbestendigheid van het energienetwerk is een brede analyse gewenst, mede in het licht van de kabinetsdoelstellingen aangaande het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen door energiebesparing en de ontwikkeling van duurzame energiebronnen op de termijn van 2020. Nog nader in beeld dient worden gebracht in hoeverre beide doelstellingen (verminderen kwetsbaarheid energienetwerk, vergroten duurzame energieproductie) met elkaar verbonden kunnen worden en hoe de verschillende opties voor duurzame energiebronnen daar aan kunnen bijdragen.

Ruimtelijke Hoofdstructuur biedt houvast voor nationale klimaatbestendighedsstrategie

De RHS omvat op nationaal niveau vrijwel alle ruimtelijke elementen die van belang zijn voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling (figuur 6.1 en tabel 6.1). Een structurele wijziging op het niveau van de RHS lijkt daarmee niet aan de orde. Uit de specificatie van de beleidsopgaven voor de RHS, gekoppeld aan de onderscheiden bestuurlijke speelvelden (hoofdstuk 5), komt naar voren dat er op een aantal punten belangrijke keuzes voorliggen die mogelijk wel tot nieuwe randvoorwaarden zullen leiden voor de toekomstige ontwikkeling van de RHS. Zicht op mogelijke nieuwe randvoorwaarden komt deels al naar voren uit voorliggende studie: bijvoorbeeld het aanpassen van de stedelijke ontwikkeling in het licht van de lange termijn veiligheid tegen overstromen (Rijnmond, IJsselsteden, Almere) en het gericht vergroten van de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied en van de Ecologische Hoofdstructuur. Het vervolgonderzoek in 2009 en 2010 zal hier naar verwachting een breder en gedetailleerder inzicht in bieden (zie Bijlage 3).

Bijlage 1 Overzicht klimaat effecten in Nederland

Tabel B1 Overzicht waargenomen en mogelijke toekomstige klimaat effecten in Nederland

| | | Waargenomen | Toekomstverwachting (>2040) (bij huidig beleid) |
|------------------|----------------------------------|---|---|
| Klimaat | Temperatuur | +1,7°C (tov 1900) | +0,9 tot +2,6°C (2050 tov 1990) +1,8 tot +5,2°C (2100 tov 1990) |
| | Jaarlijkse neerslag | +18% (tov 1900) | -2,1 tot +1,8% (2050 tov 1990) -4 tot +12% (2100 tov 1990) |
| | Extreme neerslag | >50% meer dagen met >15, 20 en 25mm | Verdere stijging in alle seizoenen van frequentie en hevigheid van zware buien; +5 tot +27% en +4 tot +12% grotere kans op extreme buien in respectievelijk zomer en winter |
| | Neerslagtekort en droogte | Zeër variabel, geen trend | Stijgende kans op voorkomen van droogte (wel zeer variabel) |
| | Potentiële verdamping | Lichte toename | +2 tot +9% (2050 tov 1990) |
| | Stormen | Geen trend | Lichte afname (1% in 2050 tov 1990) tot beperkte toename (+4%) in extreme windsterkte; algehele stijgende trend in stormintensiteit in de winter |
| Waterhuishouding | Zeespiegel | +17cm mondiaal, 25cm Noordzee (tov 1900) | +35 tot 85cm, met mogelijkheid van 1,5m (in 2100) |
| | Jaarlijkse rivierafvoeren (Rijn) | Geen trend | -5 tot +3% (2050 tov 1990) |
| | Zomerse rivierafvoeren (Rijn) | Geen trend | -23 tot +0% (2050 tov 1990) |
| | Wateroverlast stedelijk gebied | Toename | Sterke toename |
| | Wateroverlast landelijk gebied | Toename | Toename |
| | Water-kwaliteit | +3°C veel oppervlaktewater (1/3 door klimaat) | Verdere toename |
| | | Toenemende verzilting, vooral in diepere droogmakerijen en delen van Zuid- en Noord-Holland | Verdere verzilting |
| | Veiligheid tegen overstromen | Toenemend overstromingsrisico (waarop al wordt geanticipeerd) | Verdere toename |
| | Tekort aan drinkwater | Geen trend | Wellicht probleem met watertemperatuur (>28°C) |

Tabel B1 vervolg

| | | Waargenomen | Toekomstverwachting (>2040) (bij huidig beleid) |
|-----------------------|--|--|---|
| Natuur | Soortensamenstelling | Koudeminnende soorten gaan in aantal achteruit (11%) | Verdere afname |
| | | Warmteminnende soorten nemen in aantal toe (25%) | Verdere toename |
| | | | Verder verlies van specifieke natuur in ondiep water door zeespiegelstijging |
| | | Dalende natuurwaarde en voedsel-beschikbaarheid in aquatische systemen door opwarming en meer gebiedsvreemd water | Verdere achteruitgang |
| | | Geen trend | Minder vegetatietypen die vooral voorkomen in droge of juist natte gebieden, meer vegetatietypen met een gemiddelde overstromingsduur |
| | | Groeiseizoenen | Een maand verlenging sinds 1950 |
| | Functioneren ecosysteem | Geen trend | Verslechterend functioneren door mismatches in prooi-predatorrelaties |
| Land-bouw en veeveelt | Groeiseizoenen | Langer groeiseizoen (3-6 weken over laatste 25 jaar) | Verdere verlenging, kansen voor nieuwe gewassen |
| | Toename CO ₂ -concentratie | Lichte toename in potentiële opbrengsten | Verdere toename in potentiële opbrengsten, grotere droogteresistentie |
| | Wateroverlast | Frequentere schade | Doorgaande ontwikkeling |
| | Droogte | Frequentere schade | Doorgaande ontwikkeling |
| | Verziltning (N.- en W.-Nederland) | Frequentere schade | Doorgaande ontwikkeling |
| | Ziekten/plagen | Lichte toename in frequentie | Verdere toename in frequentie, vooral door hogere luchtvochtigheid en hogere temperaturen |
| Economie | Elektriciteitsvoorziening | Ongeveer 1/3 van de centrale elektriciteitsopwekking loopt op gevoelige wateren | Lagere gevoeligheid door uitbreiding centrale park voornamelijk langs de zee en meer niet-gevoelige productie |
| | | Stijgende temperaturen koelwater; problemen voor elektriciteitsvoorziening tot nu toe beperkt | Kans op beperkingen in koelwatergebruik neemt toe door toename weers-extremen; koelcapaciteit in 2050 neemt tot 50% af of neemt licht toe |
| | Scheepvaart | Incidentele beperking door droogte | Grotere beperking door meer frequente hoge en lage waterstanden in de rivieren |
| Menselijke gezondheid | Hittestress en zomersmog | Tijdens hittegolven en zomersmog, zoals in 2003, een vervroegde sterfte (vergeleken met normale zomers) van gemiddeld 40 mensen per dag | Verdere toename door meer frequente hittegolven en zomersmog |
| | Wintersterfte | Minder ziekte en een substantiële afname van sterfte | Verdere daling |
| | Allergieën en hooikoorts (pollen, huisstofmijt eikenprocessierups) | Toename aantal mensen met allergieën; toename allergiedagen; eikenprocessierups is in de hele zuidelijke helft van Nederland aanwezig | Verdere stijging van het aantal allergiedagen, mede door toename van nieuwe soorten; verdere verspreiding van de eikenprocessierups over heel Nederland en sterke toename van het aantal rupsen |
| | (Vector-gebonden) infectieziekten | Een causale toename in ziekte en sterfte in relatie tot klimaatverandering is voor de meeste vectorgebonden infectieziekten voornamelijk moeilijk te leggen, potentieel lichte toename | Verdere toename en vestiging van nieuwe vectoren, virussen en bacteriën en hiermee verbonden infecties en ziekte- en sterftegevallen |

Tabel B1 vervolg

| | | Waargenomen | Toekomstverwachting (>2040) (bij huidig beleid) |
|-----------------------------|--|---|--|
| | Water- en voedseloverdraagbare infectieziekten | Een causale toename in ziekte en sterfte in relatie tot klimaatverandering is voor de meeste water- en voedselgebonden infectieziekten vooralsnog moeilijk te leggen; potentieel lichte toename | Introductie, verspreiding en groei van pathogene micro-organismen in water en voedsel wordt vergroot en daarmee mogelijk ook de aantallen infecties en de hiermee verbonden ziekte- en sterftegevallen |
| | UV-blootstelling en huidtumoren | Toename door frequentere blootstelling aan zonlicht en UV | Verdere stijging |
| Recreatie en toerisme | Recreatie-dagen | Verdubbeling van de kans op een lange aaneengesloten periode met prima omstandigheden (1950-2001) | Verdere vergroting van de kans |
| | Kwaliteit openlucht-recreatie | Geen trend | Afname door grotere wisselvalligheid van het weer en achteruitgang in zwemwaterkwaliteit |
| | Schaatsen | Afname in kans op Elfstedentocht van eens per 4 jaar rond 1950 naar eens per 18 jaar nu | Verdere afname tot een kans tot eens in de 18-183 jaar (in 2050) |
| Gebouwde omgeving en steden | Hitte-eiland en zomersmog | Toename in (grote) stedelijke agglomeraties | Ongunstige toename van het stadsklimaat |
| | Wateroverlast | Toename tot nu toe beperkt | Verdere toename overlast en afname veiligheid, vooral in steden met geringe waterbergingscapaciteit |
| | Leefomgevingskwaliteit | Verslechtering tot nu toe beperkt | Ongunstige toename van het stadsklimaat |
| | Energie-verbruik voor klimaatbeheersing | Lager energieverbruik door warmere winters | Verdere daling energieverbruik, ondanks toename energieverbruik voor ruimtekoeling |
| | Buitentemperatuur en gebruik (openbare) buitenruimte | Toename | Verdere toename |

Toelichting

| | |
|--|----------------------------------|
| | Vooraf positief effect |
| | Geen of amper effect of onbekend |
| | Vooraf negatief effect |

Bijlage 2 Beleidsdossier

Mitigatie

Broeikasgasemissies in Nederland

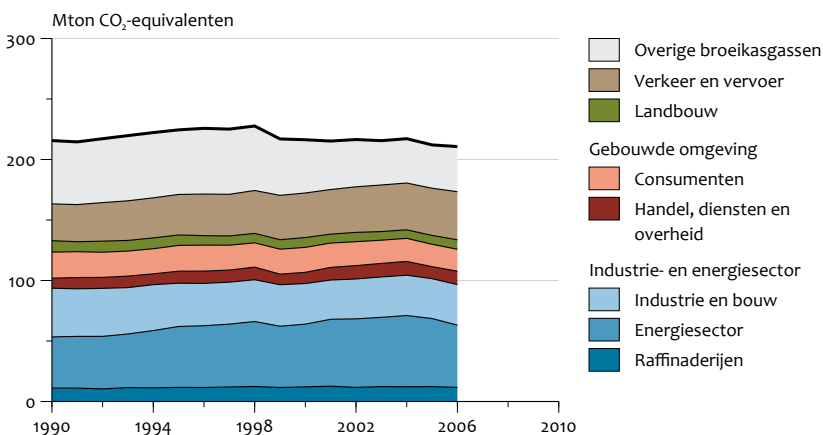
Figuur B2.1 geeft de ontwikkeling van de broeikasgasemissies weer per sector in de periode 1990-2006. De koolstofdioxide (CO₂)-emissie van verkeer en vervoer is in deze periode toegenomen, evenals de CO₂-emissie van de industrie- en energiesector. De emissies van overige broeikasgassen namen in deze periode echter sterk af (MNC, 2008a)

Doelstellingen reductie broeikasgasemissies voor 2020

Het kabinet heeft in het coalitieakkoord klimaat- en energiedoelen voor 2020 afgesproken. De overheid heeft tot doel om de totale Nederlandse emissie van broeikasgassen met 30% ten opzichte van 1990 te reduceren, bij voorkeur in Europees verband. Anders dan de Europese Raad, maakt Nederland niet het voorbehoud dat andere ontwikkelde landen een gelijke reductie-inspanning moeten nastreven. Een reductiedoelstelling van 30% komt overeen met een emissieplafond van circa 150

Broeikasgasemissie per sector

Figuur B2.1



Broeikasgasemissie per sector. Bron: PBL (2008)

Mton CO₂-equivalenten in het jaar 2020 (VROM, 2007a) Net als in de ‘Kyoto-periode’ mogen eventuele overschrijdingen van dat niveau worden gecompenseerd door de aankoop van buitenlandse emissierechten. De inzet van het werkprogramma ‘Schoon en Zuinig’ uit 2007 is dat de sectoren die onder het Europese CO₂-emissiehandelssysteem vallen (de ETS-sectoren) en de sectoren die daar niet onder vallen (de niet-ETS-sectoren), beide een evenredige bijdrage leveren aan de nationale doelstelling (VROM, 2007b)

Resterende beleidsopgave

Het kabinet kiest ervoor om de Europese reductiedoelstelling (-21% ten opzichte van 2005) als resultaat voor de Nederlandse ETS-sectoren in te boeken. Uitgaande van deze keuze, bedraagt de resterende beleidsmatige opgave om het nationale doel van 30% emissiereductie te realiseren 17-29 Mton als het werkprogramma ‘Schoon en Zuinig’ wordt geïmplementeerd (PBL, 2008). De realisatie van de Nederlandse reductiedoelstellingen voor 2020 in niet-ETS-sectoren is binnen bereik. De resterende afstand bedraagt 1 tot 9 Mton wanneer het werkprogramma ‘Schoon en Zuinig’ wordt geïmplementeerd. Echter, dit doel kan vrijwel zeker niet op basis van alleen binnenlandse maatregelen worden gerealiseerd. Het kabinet kan dit doel realiseren als buitenlandse emissierechten worden aangekocht of meer binnenlandse emissiereducties worden gerealiseerd.

Bijlage 3 Vervolgonderzoek klimaatbestendig Nederland

Inleiding

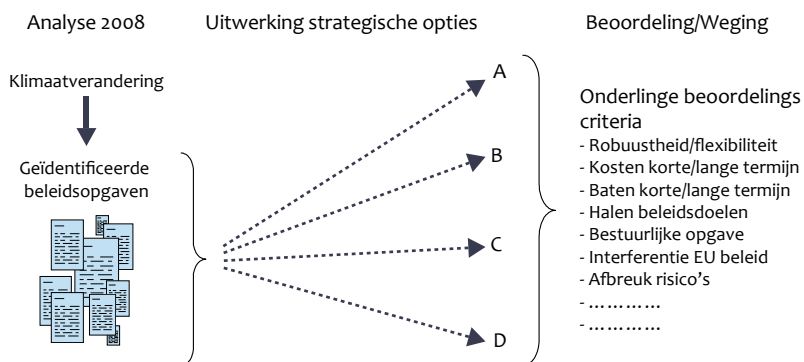
Zoals in Hoofdstuk 1 vermeld, heeft het ministerie van VROM het PBL gevraagd een integrale analyse uit te voeren naar strategische opties en inrichtingsmaatregelen waarmee Nederland ook op lange termijn klimaatbestendig kan worden gemaakt. Voorliggende publicatie is een verkennende studie; medio 2010 volgt een conceptrapport en eind 2010 het eindrapport.

In figuur B3.1 is in drie stappen de inhoudelijke opbouw van het totale onderzoek weergegeven. Als stap 1 'Analyse' is voorliggende studie uitgevoerd, waarin de belangrijkste beleidsopgaven, beleidsvragen en kennisleemtes zijn geïdentificeerd die in de volgende studies worden uitgewerkt.

In stap 2 van het onderzoek wordt een aantal strategische opties uitgewerkt die de klimaatbestendigheid van Nederland in meer of mindere mate kunnen vergroten. Welke opties dit zijn is op dit moment nog niet duidelijk. In stap 3 worden de effecten van de verschillende opties vergeleken en beoordeeld, en wordt de bestuurlijke opgave geanalyseerd.

Opbouw onderzoek naar klimaatbestendige ruimtelijke strategie

Figuur B3.1



Schematische opzet van het onderzoek 'Wegen naar een klimaatbestendiger Nederland'.

Vervolg van het onderzoek

Voordat de strategische opties kunnen worden opgesteld, is in 2009 nader aanvullend onderzoek nodig dat de benodigde inhoudelijke bouwstenen levert om stap 2 en stap 3 mogelijk te maken. Gekoppeld aan de geïdentificeerde beleidsopgaven en richtinggevende vragen voor het onderzoek, worden daarmee voor 2009/2010 op hoofdlijnen de volgende componenten voor het vervolg onderscheiden:

- Ontwikkeling onderzoeksmethodiek en beoordelingssystematiek (2009)
- Ontwikkelen van bouwstenen voor het onderzoek naar langetermijnstrategieën (2009)
- Opstellen en beoordelen van de optionele langetermijnstrategieën en vertaling naar gebiedseenheden (2010)
- Analyse van de bestuurlijke opgave voor de langetermijnstrategieën (2010)

Ontwikkeling onderzoeksmethodiek en beoordelingssystematiek (2009)

Voor het gevraagde onderzoek ligt geen pasklare methodiek klaar, die echter wel noodzakelijk is om de stappen 1 tot 3 uit figuur 6.1 met elkaar te verbinden. Het gaat hierbij om een breed spectrum aan beleidsopgaven (stap 1), die omgeven zijn met verschillende vormen van onzekerheid en die vragen om enerzijds een verkenning op langere termijn en anderzijds een verbinding met concrete keuzes die nu en de komende decennia gemaakt moeten worden.

Voor het beoordelen en vergelijken van de opties voor ruimtelijke langetermijnstrategieën is een duidelijke beoordelingssystematiek nodig. Hiervoor zal een methodiek ontwikkeld moeten worden. Belangrijke elementen in methodiek en beoordelingssystematiek zijn:

- omgaan met onzekerheden;
- weging kosten en baten op korte en langere termijn, mede in relatie tot onzekerheden;
- weging monetaire en niet-monetaire baten;
- mate waarin beleidsdoelen worden gehaald (synergieën en trade-offs);
- bestuurlijke opgave verbonden aan verschillende langetermijnstrategieën;
- de korte- en langetermijneffectiviteit van opties en maatregelpakketten

Bouwstenen voor het onderzoek naar langetermijnstrategieën (2009)

Gekoppeld aan de kennisleemtes uit hoofdstuk 3 en de geïdentificeerde beleidsopgaven in hoofdstuk 4 worden op hoofdlijnen de volgende onderwerpen onderscheiden voor het onderzoek in 2009:

- *Update kennis en analyse onzekerheden klimaatverandering*
Update kennis en analyse onzekerheden van de klimaatveranderingen, inclusief weersextremen en 'worstcasescenario's' van klimaatverandering op de kortere en langere termijn. In beeld zal worden gebracht hoe voor de verschillende aspecten van klimaatverandering (temperatuur, neerslag, zeespiegelstijging, rivierafvoeren en dergelijke) de onzekerheid in elkaar zit en welke consequenties dit heeft voor keuzes in het beleid. Hierbij wordt aangesloten op nationale en internationale actuele kennis en analyses als vervolg op het laatste IPCC-rapport.
- *Nadere thematische analyses: kwantificering effecten en beheersbaarheid*
Nadere thematische en sectorale kwantificering van de fysieke effecten bij verschillende klimaatscenario's, inclusief de worstcase scenario's. In beeld zal

worden gebracht: welke schade kan optreden, en wat de mogelijke omvang is, het tijdstip en de waarschijnlijkheid afhankelijk van de verschillende klimaatscenario's. Daarbij worden ook de mogelijke maatregelen en de beheersbaarheid in kaart gebracht. Te beschouwen thema's zijn onder andere: water, natuur, landbouw, gezondheid, energie, transport, recreatie/toerisme.

▪ *Integrale systeemanalyse en referentiebeeld*

Samenhang tussen ruimtelijke keuzes is van belang voor een duurzame langetermijnstrategie. Daarom is het nodig een duidelijk beeld te hebben van Nederland als functionerend ruimtelijk systeem in Noordwest-Europa. In beeld zal worden gebracht: de werking, samenhang en interactie tussen de fysieke ondergrond, de functionele netwerken en gebruiksfuncties, en hoe klimaatverandering dit systeem beïnvloedt. Dit dient daarmee mede als referentiebeeld voor ruimtelijke adaptatiemaatregelen.

▪ *Integrale opties hoofdwatersysteem*

Uitwerken en kwantificeren van integrale opties voor het hoofdwatersysteem: welke maatregelen zijn mogelijk, wanneer kunnen ze worden ingezet en wat zijn de kosten en baten van de verschillende opties. De integrale opgave omvat: zorgen voor langetermijnveiligheid, watervoorziening, klimaatbestendigheid van de natuur, continuïteit van de scheepvaart, waarborgen van koelwatervoorziening en landschapskwaliteit. Daarnaast wordt geanalyseerd of de opties synergieën of trade-offs hebben met de maatregelen die de uitstoot van broeikasgasen moeten verminderen en de leefomgevingskwaliteit verbeteren.

▪ *Integrale opties landelijk gebied*

Uitwerken en kwantificeren van integrale opties (maatregelen, timing, kosten en baten) voor het landelijk gebied en de natuur. De integrale opgave omvat hier: het waarborgen van de zoetwatervoorziening in hoog en laag Nederland, in relatie tot gebruiksfuncties zoals landbouw, natuur, recreatie en landschap en ontwikkeling stedelijk gebied. Daarnaast wordt geanalyseerd of de opties synergieën of trade-offs hebben met de maatregelen die de uitstoot van broeikasgasen moeten verminderen en de leefomgevingskwaliteit verbeteren.

▪ *Integrale opties stedelijk gebied*

Uitwerken en kwantificeren van integrale opties (maatregelen, timing, kosten en baten) voor het stedelijk gebied. De integrale opgave omvat hier: het vergroten van de klimaatbestendigheid (wateroverlast, hittestress) in relatie tot verbeteren van de leefomgevingskwaliteit. Daarnaast wordt geanalyseerd of de opties synergieën of trade-offs hebben met de maatregelen die de uitstoot van broeikasgasen moeten verminderen. Specifieke aandacht wordt besteed aan de Randstad.

▪ *Opties gezondheid*

Uitwerken en kwantificeren (risicoanalyse) van gezondheidseffecten van klimaatverandering (klimaatscenario's) op 1) hittestress en zomersmog, 2) vectorgebonden en water- en voedseloverdraagbare infectieziekten (inclusief monitoring van vectoren en hun binnenkomst in Nederland), 3) allergieën met betrekking van allergene plantensoorten, pollen en huisstofmijten en het voorkomen van de eikenprocessierupsen, 4) stakeholdersdialoog op basis waarvan educatie, communicatie en kennisuitwisseling kunnen worden ontwikkeld. Daarnaast onderzoek naar de effectiviteit en prioriteit van interventies en adaptatiestrategieën, en onderzoek naar synergieën tussen klimaatadaptatie, mitigatie, bouwtechnieken, gezondheidszorg en stedelijke leefomgevingskwaliteit.

- *Bestuurlijke opgave*
Analyse van bestuurlijke opgaven per speelveld en bestaande blokkades en belemmeringen in de huidige bestuurlijke context: welke obstakels liggen er in de praktijk die innovatieve en integrale(re) ontwerpen en ontwikkelingen bemoeilijken? Zijn er praktische oplossingen te vinden?

Opstellen en evalueren van mogelijke opties en inrichtingsmaatregelen (2010)

Op basis van bovengenoemde onderwerpen worden enkele opties uitgewerkt voor samenhangende pakketten van inrichtingsmaatregelen, die bestuurders kunnen gebruiken om adaptieve langetermijnstrategieën te ontwikkelen (zie figuur 6.1). De strategieën worden geconcretiseerd in samenhangende maatregelenpakketten. Op basis daarvan kan een zo scherp mogelijk inzicht worden verkregen in de kwantitatieve effecten en kwalitatieve effecten, zoals gedefinieerd en uitgewerkt in de beoordelingssystematiek. De maatregelen worden daarbij gekoppeld aan de volgende gebiedseenheden:

- hoofdwatersysteem (rivierengebied + IJsselmeergebied)
- laag Nederland
- hoog Nederland
- kust, wadden en estuaria
- stedelijke gebieden.

Essentieel bij de evaluatie van de langetermijnstrategieën is vast te stellen welke beleidsopgaven kunnen worden opgelost met de maatregelenpakketten, welke trade-offs en synergieën zich daarbij voordoen en hoe de robuustheid en flexibiliteit beoordeeld dienen te worden in het licht van de mogelijke langetermijneffecten.

Analyse van de bestuurlijke opgave langetermijnstrategieën (2010)

De bestuurlijke opgave is niet op voorhand duidelijk, en hangt af van de keuzes die gemaakt worden in de verschillende langetermijnstrategieën. Voor elke langetermijnstrategie wordt derhalve de bestuurlijke opgave geanalyseerd, mede gebaseerd op de analyse van knelpunten in de huidige bestuurlijke context. Richtinggevende vragen daarbij zijn:

- Hoe zien de rol en verantwoordelijkheidsverdeling eruit bij de uitwerking en uitvoering van verschillende meer integrale langetermijnstrategieën, en kunnen die richtinggevend zijn voor verschillende beleidsterreinen en voor regionale ontwikkelingen?
- Wat betekent dit ten opzichte van de huidige praktijk, wat zijn daarmee de bestuurlijke opgaven? Is aanvullend beleid nodig en zijn er aanvullende bestuurlijke arrangementen nodig?

Iteratief proces: maatschappelijke discussie over strategieën en adaptatiedoelen

Door de verschillende strategische langetermijn opties te analyseren zal duidelijker worden wat een gewenste langetermijnstrategie is. Dit is geen exclusieve wetenschappelijke exercitie, maar vraagt om een iteratief proces met interactie en dialoog tussen beleid, maatschappelijke actoren en wetenschap. De organisatie van deze stap en invulling van dit proces zal nader worden uitgewerkt in overleg met het ministerie van VROM en de andere departementen. In ieder geval zal er begin 2009 een aantal workshops plaatshebben met verschillende overheden en maatschappelijke actoren.

Planning en organisatie

Planning

In de eerste drie maanden van 2009 wordt in overleg met collega kennisinstituten een projectplan opgesteld. In het plan staan onder andere het concrete onderzoeksprogramma en de organisatie en rol- en taakverdeling binnen het vervolgonderzoek. De planning voor het vervolgotraject ziet er globaal als volgt uit:

- maart 2009: opstellen projectplan vervolgonderzoek, inclusief samenwerkingsafspraken
- maart-december 2009: opstellen methodiek en beoordelingssystematiek en ontwikkelen van bouwstenen onderzoek langetermijnstrategieën
- oktober-december 2009: ontwerpen van mogelijke opties en daarbij passende maatregelenpakketten
- januari-mei 2010: doorrekenen van effecten en beoordelen van opties, en analyseren van bestuurlijke opgaven
- juli 2010: conceptrapportage: vergelijking kosten, baten en bestuurlijke opgave van de verschillende opties
- september-oktober 2010: discussie tussen beleid, actoren en wetenschap over bevindingen
- december 2010: eindrapport met conclusies en de bevindingen.

Organisatie

'Klimaatbestendig inrichten van Nederland' is een complex onderzoeksterrein waar een groot aantal instituten bij betrokken is. Een groot aantal kennisinstituten en maatschappelijke actoren maakt deel uit van het consortium Kennis voor Klimaat (KvK). Verder zijn veel van deze instituten betrokken bij onderzoeksprogramma's als Klimaat voor Ruimte, Leven met Water, en Habiforum. Daarnaast zal ter onderbouwing van het Waterplan 2009-2015 door Waterdienst/Deltares onderzoek worden uitgevoerd rond de geïdentificeerde watervraagstukken. Voor de gezondheidkundige aspecten van adaptatie aan klimaatverandering zal onderzoek worden opgezet met KvR/KvK, Wageningen Universiteit en Research, Universiteiten van Maastricht en Utrecht, Erasmus Universiteit Rotterdam, GGD, Rode Kruis en RIVM.

Literatuur

- Amelung, B (2006) Global (environmental) change and tourism: Issues of scale and distribution. Proefschrift Universiteit Maastricht, 232 blz.
- Beek, E van, Haasnoot, M, Meijer, KM, Delsman, J, Snepvanger, JR, Baarse, G, van Ek, R, Prinsen, GF, Kwadijk, JCJ, en van Zetten, JW (2008). Verkenning kosteneffectiviteit van grootschalige maatregelen tegen droogteschade als gevolg van de G+ en W+ klimaatscenario's, Deltares.
- Deltacommissie (2008) Samenwerken met water. Bevindingen van de Deltacommissie 2008.
- Deltares (2008) Onze Delta – Feiten, Mythen en mogelijkheden. Staat en Toekomst van de Delta 2008 - eerste stap. Delft: ISBN 978901013666.
- EEA (2008) Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator-based assessment. European Environment Agency, Report no. 4/2008, Stockholm, Denmark
- Fransen, JJ, Groenendijk, D, Spijker, JH, en Stigter, H (2008) Update Leidraad Beheersing Eikenprocessierups. Plantenziektenkundige Dienst, Alterra en Wageningen UR. rapport nummer 1902508, 25 blz; op www.minlnv.nl/eikenprocessierups
- Gezondheidsraad (2004). Opduikende zoönosen. Den Haag: Gezondheidsraad 2004; Publ.nr. 2004/18.
- Hyunen MMTE, Hollander AEM de, Martens P, en Mackenbach JP (2008) Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid. Stand van kennis. Bilthoven: RIVM, 2008.
- Iedema, W, Brouwer, R, Vlaanderen, N, van Slobbe, E, Frederiks, J (2000) Ruimte voor water : schatting van oppervlakten en kosten, Ministerie van Verkeer (VenW), RWS-RIZA RWS-RIKZ ARCADIS HEIDEMIJ ADVIES, riza-werkdocumentnr. 2000.07 IX, 28 blz.
- InnovatieNetwerk (2005) Systemen voor waterberging in glastuinbouwgebieden – Samenwerken aan ruimte voor water, rapportnr. 05.2.099, augustus 2005, Utrecht
- InnovatieNetwerk (2007) De introductie van de rieteconomie. Een duurzaam perspectief voor de Nederlandse veenweidegebieden; Rapportnr. 07.2.155, Utrecht, 88 blz
- IPCC (2007) Climate change 2007: the physical science basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kallen, MJ, de Goede, E en Boderie, P (2008) Bepaling koelcapaciteit van Rijkswateren. Concept rapport augustus 2008, Deltaris, Delft/Utrecht.
- Kamphuis, H, Kuiper, R en van der Laan, Y (1995) Plannen met stromen : ideeën voor de afstemming van ruimtegebruik, water en milieu. Rijksplanologische Dienst, Den Haag.
- Klijn, F, Baan, P, de Bruijn, K, Kwadijk, J, en van Buren, R (2007) Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat. Verwachtingen, schattingen en berekeningen voor het project Nederland Later. Delft, WL | Delft Hydraulics, 165 blz.
- KNMI (2006a) Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. Scientific Report WR 2006-01. Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.
- KNMI (2006b) Klimaat in de 21e eeuw, vier scenario's voor Nederland. KNMI, De Bilt. Beschikbaar via www.knmi.nl/klimaatscenario's/knmio6/samenvatting/KNMI_NL_LR.pdf.
- KNMI (2008) De toestand van het klimaat in Nederland 2008. KNMI, De Bilt.
- KvK (2008) Scan klimaatbestendigheid van 16 projecten Urgentieprogramma Randstad. Kennis voor Klimaat, Wageningen.
- Kwadijk, J, Klijn, F, van Drunen, MA (2006) Klimaatbestendigheid van Nederland: nulmeting, WL|Delft Hydraulics, 94 pp.
- Lenderink, G., en van Meijgaard, E. (2008) Extreme zomerneerslag in Nederland. In J. Bessembinder (ed) Extreme klimaatverandering en waterveiligheid in Nederland. KNMI publicatie 21, blz 22-27.
- MNC (2008a) Broeikasgassen in Nederland, 1990-2006, Milieu- en Natuur Compendium, Bilthoven.
- MNC (2008b) Koelwaterverbruik en warmtelozing door elektriciteitscentrales, 1981-2005 (v05). Milieu- en Natuur Compendium (MNC), PBL/CBS/WUR, Bilthoven/Den Haag/Voorburg/Heerlen/Wageningen.
- MNP (2004) Nuchter omgaan met risico's. Rapport 251701047, 52 blz. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.
- MNP (2005) Effecten van klimaatverandering in Nederland. Rapport 773001034, 111 blz. Milieu en Natuur Planbureau, Bilthoven.

- MNP (2007) Nederland Later. Tweede Duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland. Rapport 500127001. Milieu- en Natuurplanbureau, Bilthoven.
- Nijhof, BSJ, Vos, CC, en van Strien, AJ (2007) Indicators for the 'Convention on biodiversity 2010'. Influence of climate change on biodiversity Wageningen : Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, (Werkdocument / Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu 53.7a)
- NIOO (2008). Betekenis van klimaatverandering voor de ecologische kwaliteit van oppervlaktewateren. Achtergrondrapport Ex-ante evaluatie KRW. Nederlands Instituut voor Ecologie, Nieuwersluis. 67 blz.
- Oostrom, H, Annema, en Kolkman, J (2008) Effecten van klimaatverandering op Verkeer en Vervoer. Kennisinstuut voor Mobiliteitsbeleid, Den Haag.
- Ozinga, WA, Bakkenes, M. en Schaminée, JHJ (2007) Sensitivity of Dutch vascular plants to climate chance and habitat fragmentation: A first Assessment based on plant traits in relation to past trends and future projections. WOT-rapport 49, Wet-telijke onderzoekstaken natuur Milieu, Wageningen.
- PBL (2008) Milieubalans 2008. PBL-publicatienummer 500081007. Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- PBL (2008) Natuurbalans 2008. PBL-publicatienummer 500402005. Planbureau voor de Leefomgeving, Bilthoven/Den Haag.
- RIZA, HKV, Arcadis, en Kiwa (2005) Droogtestudie Nederland - Aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland. RIZA-rapport 2005.016, RIZA, Lelystad.
- Rijkswaterstaat/RIZA (2005) Watertekortopgave. Eindrapport Droogtestudie Nederland, RIZA rapport 2005.015, RIZA, Lelystad.
- RWS en Deltares (2008) De klimaatbestendigheid van Nederland Waterland. Verkenning van knikpunten in beheer en beleid van het hoofdwatersysteem. Rijkswaterstaat, Deltares, Lelystad/Utrecht.
- Scholte EJ, Reusken CBEM, Takken W, Jongejan F, en van der Giessen JWB (2007) Het toenemend belang van infectieziekten die worden overgebracht door vectoren. Infectieziekten Bulletin 2008; 19: 311-5.
- Segers, R, Melis, F, Wilmer, M (2006) Warmte/koudeopslag: betrouwbaarheid cijfers en uitsplitsing naar provincie; Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), Voorburg/Heerlen, 3 blz., <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/883FE68D-DC2C-4E40-A5D7-A99922C81DF1/0/2005warmtekoudeopslagart.pdf>.
- Takken W, Knols B (2007) Emerging pests and vector borne diseases in Europe. Ecology and control of vector-borne diseases. Wageningen Academic Publishers.
- TTE (2009) Koude-warmteopslag potentie van de Randstad, Rapportnummer Co8054. TTE, Deventer.
- Van Nieuwaal, K, Driessen, PPJ, Spit, T, Termeer CJAM (2009) A State of the Art of Governance Literature on Adaptation to Climate Change. Rapport Knowledge for Climate, nr. KfC 003/2009, 43 blz. www.kennisvoorklimaat.nl/nl/25222685-KVK_Nieuws.html?location=1947578611426733,10104078,true,true.
- Van Vliet A (2008) Monitoring, analysing, forecasting and communicating phenological changes. PhD thesis Wageningen, 177blz.
- Verdonschot, RCM, De Lange, JJ, Verdonschot, PFM en Besse, A (2005) Klimaatverandering en aquatische biodiversiteit. 1. Literatuurstudie naar temperatuur. Rapport 1451. Alterra, Wageningen.
- Verhagen, A, Blom-Zandstra, M, Kuikman, PJ, den Belder, E, Brandenburg, WA, Elderson, J, Hermans, CML, Schaap, BF, van den Akker, JH, Vellinga, TV, Waalwijk C. (2009) Klimaat en Landbouw. PRI nota 613, Wageningen, conceptversie.
- VROM (2008) Structuurvisie Randstad 2040. Facts & figures. Wat komt er op de randstad af? VROM publicatie, 68 blz. [//doemee.vrom.nl/randstad2040/publicaties/publicaties/randstad-2040-facts-figures2#V7snuDxAegr_AMRL6S4LaA](http://doemee.vrom.nl/randstad2040/publicaties/publicaties/randstad-2040-facts-figures2#V7snuDxAegr_AMRL6S4LaA).
- VROM, LNV, V&W en EZ (2006) Nota Ruimte. Ruimte voor ontwikkeling. Deel 4: Tekst na parlementaire instemming. Ministeries van VROM, LNV, V&W en EZ, Den Haag.
- VROM (2007a) Memorie van Toelichting bij de Vaststelling van de begrotingsstaten van het Ministerie van VROM en van de begrotingsstaat van het Waddenfonds voor het jaar 2008, 31 200 XI.
- VROM (2007b) Nieuwe energie voor het klimaat - Werkprogramma Schoon en Zuinig.
- Vos CC, Kuipers H, Wegman RMA, en van der Veen, M. (2008) Klimaatverandering en natuur: Identificatie knelpunten als eerste stap naar adaptatie van de EHS. Alterra-rapport 1602, Wageningen, 77 blz.
- V&W (2008) Ontwerp Nationaal Waterplan, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag, 264 blz.
- V&W (2000) Anders omgaan met water, waterbeleid in de 21e eeuw. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag.
- WL | Delft Hydraulics (2007) Huidige en toekomstige overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat. WL | Delft Hydraulics, Delft.
- Weijden W van der, Leewis, R, en Bol, P (2007) Bio-Invasions and their Impacts on Nature, the Economy and Public Health. Amsterdam: KNNV Publishing, Amsterdam.
- WRR (2008) Onzekere veiligheid. Verantwoordelijkheden rond fysieke veiligheid. WRR-rapportnr. 82. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag.

Colofon

Eindverantwoordelijkheid

Planbureau voor de Leefomgeving

Projectteam

W. Ligtvoet en J. van Minnen (projectleiding), G.J. van den Born, L. van Bree, J. Knoop, N. Pieterse, M. Reudink, J.J. Schrande, M. Verdonk, M. Vonk (allen PBL)

Bijdragen

R. van Dorland, J. Bessenbinder en R. Sluijter (KNMI - klimaat), M. Haasnoot, F. Klijn, J. Kwadijk (Deltares - water & veiligheid), W. Takken (WUR - gezondheid), A. J.H. van Vliet (WUR - natuur, gezondheid), A. Verhagen (WUR - landbouw), C. Vos (WUR - natuur), B. Amelung, M. Huynen (ICIS - gezondheid, toerisme), A. M de Roda Husman (RIVM - gezondheid), L. Crommentuijn, K. Geurs, A. van Hoorn (PBL), C. de Jonge (Kenniscentrum Recreatie - toerisme), R. de Visser (Vista), A. Sedee (Kennis voor Klimaat)

Reviews

J. van Bodegraven, A. Helmers (LNV), P. Driessen, (UU), E. Gloudemans (UvW), P. Jasperse (IPO), Ch. Jonde (Kenniscentrum Recreatie), A. Jeuken (Deltares), M. van Steenis (VNG), R. Swart (WUR), M. Uytterlinde (ECN), Anne van Urk, Paul Fortuin, Rens Vermeulen (RWS), W. Werkman, H. van Waveren (Waterdienst), F. Witte (KWR)

Redactie figuren

M. Abels, J. de Ruiter, A. Warrink, F. de Blois (PBL)

Redactie tekst

N. Noorman, H. Ronden (PBL)

Vormgeving en opmaak

Uitgeverij RIVM

Druk

De Maasstad, Rotterdam

Contact

Willem Ligtvoet (willem.ligtvoet@pbl.nl) en Jelle van Minnen (jelle.vanminnen@pbl.nl)



Wegen naar een klimaatbestendig Nederland

Klimaatverandering veroorzaakt tal van effecten – ook in Nederland. De temperatuur en de zeespiegel stijgen en de neerslagpatronen en rivierafvoeren veranderen. Hoe groot die veranderingen en effecten in de toekomst zullen zijn is nog onzeker. De vraag is dan ook hoe Nederland zich het beste kan aanpassen aan de klimaatverandering.

De opgaven waar de Nederlandse overheid voor staat, en waarvoor een klimaatbestendige ruimtelijke strategie ontwikkeld moet worden, zijn: Nederland op de lange termijn beschermen tegen overstromingen; ervoor zorgen dat er voldoende zoetwater beschikbaar blijft; en het verminderen van de kwetsbaarheid van de natuur, van het stedelijk gebied en van de transport- en energienetwerken.

Voor een goede ruimtelijke langetermijnstrategie is het nodig dat zowel de visies van verschillende beleidsterreinen op elkaar worden afgestemd, als die van het rijks-, provinciaal en gemeentelijk beleid. De actuele beleidagenda biedt ook op korte termijn al mogelijkheden om de klimaatbestendigheid te vergroten. Herstructurerings- en nieuwbouwprojecten kunnen bijvoorbeeld zo worden uitgevoerd dat ze zijn gericht op zowel het vergroten van de klimaatbestendigheid, als het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen en het verbeteren van de fysieke leefomgevingskwaliteit (meer 'groen en blauw' in en om de stad).

