



Planbureau voor de Leefomgeving

EEN DELTA IN BEWEGING

**Bouwstenen voor een klimaatbestendige
ontwikkeling van Nederland**

Een delta in beweging

Bouwstenen voor een klimaatbestendige ontwikkeling van Nederland

Planbureau voor de Leefomgeving



**Een delta in beweging. Bouwstenen voor een
klimaatbestendige ontwikkeling van Nederland**

© Planbureau voor de Leefomgeving (PBL)
Den Haag, 2011

ISBN: 978-90-78645-72-6
PBL-publicatienummer: 50019301

Eindverantwoordelijkheid

Planbureau voor de Leefomgeving

Dit onderzoek is verricht op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Voor het overzicht van de actuele kennis is intensief samengewerkt met Deltares, met de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte en Kennis voor Klimaat, in het bijzonder de kennisinstituten en universiteiten die zijn gelieerd aan beide onderzoeksprogramma's (Wageningen Universiteit en Research, Universiteit Utrecht, Deltares, KNMI, PRI, UNESCO-IHE, Universiteit Maastricht, Universiteit Nijmegen, Alterra), en met VISTA Landscape and Urban Design. Achtergrondstudies behorend bij deze PBL-studie zijn:

Deltares:

- *Overstromingsrisico's en droogterisico's in een veranderend klimaat. Verkenning van wegen naar een klimaatbestendig Nederland* (Klijn et al. 2010).

Kennis voor Klimaat en Klimaat voor Ruimte:

- *Naar een klimaatbestendig landelijk gebied* (Van de Sandt & Goosen 2011);

- *Building the Netherlands climate proof. Urban areas*

(Van de Ven et al. 2011);

- *Beleids- en rechtswetenschappelijke aspecten van klimaatadaptatie* (Driessen et al. 2011).

Contact

willem.ligtvoet@pbl.nl

Auteurs

Willem Ligtvoet, Ron Franken, Nico Pieterse
& Olav-Jan van Gerwen (redactie)
Marijke Vonk, Leendert van Bree, Gert Jan van den Born, Joost Knoop, Frits Kragt, Eva Kunseler, Jelle van Minnen, Leo Pols, Melchert Reudink, Arjan Ruijs & Joost Tennekes

Supervisie

Guus de Hollander & Ries van der Wouden

Redactie figuren

Marian Abels, Filip de Blois, Jan de Ruiter

Foto omslag

Siebe Swart / Hollandse Hoogte

Eindredactie en productie

Uitgeverij PBL, Den Haag

Opmaak

Martin Middelburg, Uitgeverij RIVM, Bilthoven

Druk

DeltaHage, Den Haag

U kunt de publicatie downloaden via de website www.pbl.nl, of opvragen via reports@pbl.nl onder vermelding van het PBL-publicatienummer of het ISBN-nummer en uw postadres.

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Planbureau voor de Leefomgeving (2011), *Een delta in beweging. Bouwstenen voor een klimaatbestendige ontwikkeling van Nederland*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

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

Voorwoord

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is in 2008 door het toenmalige ministerie van VROM verzocht om een onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. In 2009 heeft het PBL een eerste rapportage opgesteld, *Wegen naar een klimaatbestendig Nederland*. Hierin zijn de belangrijkste klimaatadaptatieopgaven benoemd en is aangegeven hoe deze opgaven beleidsmatig kunnen worden aangepakt. Deze PBL-studie is een uitwerking van de eerste rapportage en presenteert mogelijke oplossingsrichtingen om Nederland klimaatbestendig te maken. Aan het onderbouwende onderzoek hiervoor hebben de onderzoeksprogramma's Klimaat voor Ruimte en Kennis voor Klimaat een belangrijke bijdrage geleverd.

Inmiddels zijn er nieuwe ministeries gevormd en is vorig jaar onder leiding van de Deltacommissaris het Deltaprogramma van start gegaan (www.deltacommissaris.nl). Het Deltaprogramma heeft in de periode 2010-2011 in het teken gestaan van een landelijke en regionale knelpuntenanalyse. De afrondende rapportages hierover verschijnen gelijktijdig met dit rapport op de derde dinsdag van september.

In dit rapport zet het PBL een eerste stap in het uitwerken van oplossingsrichtingen. We analyseren voor een viertal complexe onderwerpen hoe Nederland zich zou kunnen aanpassen aan de verwachte klimaatveranderingen: de veiligheid tegen overstromen, de zoetwatervoorziening, het landelijk gebied en de natuur, en het stedelijk gebied. Daarbij is specifiek aandacht besteed aan de onzekerheden rond klimaatverandering, de mogelijke adaptatiekeuzes en de daaraan gekoppelde bestuurlijke opgaven.

Uit de analyse van de oplossingsrichtingen komt naar voren dat er op nationale schaal een aantal belangrijke en structurele keuzes voorliggen met belangrijke consequenties voor de verdere ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Voor het overgrote deel kunnen deze keuzes binnen het Deltaprogramma verder worden uitgewerkt.

Prof. dr. Maarten Hajer

Directeur Planbureau voor de Leefomgeving



Inhoud

Bevindingen

- Een delta in beweging. Bouwstenen voor een klimaatbestendige inrichting van Nederland 10
- Samenvatting 10
- Inleiding 13
- Veiligheid tegen overstromingen 14
- Zoetwatervoorziening 16
- Natuur 19
- Stedelijk gebied 21
- Bestuurlijke opgave 23

Verdieping

- 1 Inleiding 28**
 - 1.1 Aanleiding 28
 - 1.2 Klimaatverandering vergroot de bestaande opgaven 30
 - 1.3 Kenmerken van de opgave voor Nederland 30
 - 1.4 De noodzaak van een adaptieve strategie 32
 - 1.5 Leeswijzer 32
- 2 Beheersing van overstromingsrisico's 34**
 - 2.1 Beheersen van overstromingsrisico's: kansen en gevolgen 35
 - 2.1 Beschouwde opties 37
 - 2.3 Ruimtelijke consequenties 43
 - 2.4 Bestuurlijke opgave 47
- 3 Zoetwatervoorziening 48**
 - 3.1 Zoetwatervoorziening: vraag en aanbod 49
 - 3.2 Opties voor het aanpassen van de watervraag 51
 - 3.3 Opties voor het vergroten van het wateraanbod 57
 - 3.4 Ruimtelijke consequenties 63
 - 3.5 Bestuurlijke opgave 65

4	Landelijk gebied, landbouw en natuur	68
4.1	Landbouw, natuur en klimaatverandering	69
4.2	Ruimtelijke perspectieven: landbouw	69
4.3	Ruimtelijke perspectieven: natuur	73
4.4	Regionale perspectieven: koppeling landbouw en natuur	76
4.5	Rijkswateren: balans tussen natuur, veiligheid en zoet water	80
4.6	Bestuurlijke opgave	82
5	Stedelijk gebied	88
5.1	Klimaatopgaven liggen vooral in de binnenstedelijke gebieden	89
5.2	Beschouwde opties voor gebouw, wijk en stad	92
5.3	Ruimtelijke consequenties	99
5.4	Bestuurlijke opgave	100
6	Bestuurlijke uitdagingen	104
6.1	Veelzijdige uitdagingen	105
6.2	Verantwoordelijkheidsverdeling	105
6.3	Verankering klimaatbestendige ontwikkeling in beleidsinstrumenten	109
6.4	Beleidsagenda bepaalt de urgentie	114
6.5	Afstemming met de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte	116
Bijlage	118	
	Klimaatverandering in Nederland	118
Literatuur	126	

BEVINDINGEN

BEVINDINGEN

Een delta in beweging

Bouwstenen voor een klimaatbestendige inrichting van Nederland

Samenvatting

- **Doorbraakvrije dijken en sturing van de ruimtelijke ontwikkeling in het rivierengebied maken Nederland veiliger en klimaatbestendiger**

Het overstromingsrisico kan in Nederland structureel worden verkleind als de Rijksoverheid zich niet alleen richt op het beperken van de *kans* op een overstroming, maar ook op het verkleinen van de mogelijke *gevolgen* ervan. Een doelmatige maatregel hiervoor is het versterken van dijken tot zogeheten doorbraakvrije dijken of deltadijken, vooral op plaatsen met hoge concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen. Bij toepassing van doorbraakvrije dijken nemen de omvang en het gevaar van overstromingen zodanig af, dat bij de ruimtelijke inrichting van het achterliggende gebied minder rekening hoeft te worden gehouden met de eventuele *gevolgen* van een overstroming. Omdat de gevolgen van een overstroming bij doorbraakvrije dijken structureel kleiner zijn, wordt Nederland ook minder gevoelig voor klimaatverandering en onverwacht extremer omstandigheden. Daarnaast moet in het rivierengebied ruimte open blijven voor de beheersing van op langere termijn mogelijk omvangrijkere rivierafvoeren in combinatie met een verder gestegen zeespiegel. Dit vraagt om sturing van de ruimtelijke inrichting in deze gebieden.

- **Een klimaatbestendige zoetwatervoorziening vraagt om meer flexibiliteit in het watersysteem en het beter benutten van het Rijnwater**

Naar verwachting zullen er door klimaatverandering in het zomerhalfjaar vaker en langduriger periodes van watertekorten optreden. Door het zoetwateraanbod vanuit het Rijnsysteem beter te benutten, kunnen tekorten in de zoetwatervoorziening

worden opgevangen. Naast het vergroten van de watervoorraden in het IJsselmeergebied (zoals de Deltacommissie eerder heeft voorgesteld), kan met een aangepast waterbeheer bij de Nieuwe Waterweg meer zoet water beschikbaar worden gemaakt. Via de Nieuwe Waterweg stroomt namelijk – ook in droge jaren – ongeveer 80 procent van het Rijnwater naar zee om de verzilting tegen te gaan. Door de verzilting via de Nieuwe Waterweg effectiever, dat wil zeggen met minder verlies van zoet water te bestrijden, komt meer zoet water beschikbaar voor andere functies, zoals voor toepassing in de landbouw. Daarnaast zijn er verschillende mogelijkheden om de flexibiliteit in de regionale watersystemen te vergroten en daarmee het watertekort in droge tijden tijdelijk terug te dringen. Het gaat vooral om het optimaliseren van het waterbeheer en een soepeler omgang met de zoutnormen door de waterbeheerders.

- **Een klimaatbestendige natuur vraagt om herziening van de visie op de Ecologische Hoofdstructuur**

Door klimaatverandering nemen de risico's op biodiversiteitsverlies in Nederland toe. Daarmee neemt ook de kans af dat Nederland op langere termijn kan voldoen aan de internationale verplichtingen op het gebied van natuurbehoud en -herstel. Bij een veranderend klimaat kan de biodiversiteit op peil blijven als er – meer dan in het huidige beleid – wordt ingezet op het vergroten van de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden, het verbeteren van de milieu- en watercondities en het bieden van ruimte voor natuurlijke processen. Wat betreft de in internationaal opzicht belangrijke natuur in laag-Nederland gaat het daarbij om het versterken van de ruimtelijke samenhang in het duingebied, de veenmoerassen en het rivierengebied, en om het herstel van natuurlijke processen in de Waddenzee, de zuidwestelijke delta en de kustzone. Voor de bos- en heidegebieden en de beekdalen in hoog-Nederland is eveneens meer ruimtelijke samenhang nodig en herstel van de natuurlijke waterdynamiek. Een klimaatbestendiger natuur vraagt dan ook om herziening van de visie van het Rijk op de Ecologische Hoofdstructuur.

- **Nú rekening houden met de eisen van klimaatbestendigheid in het stedelijk gebied kan extra kosten in de toekomst aanzienlijk beperken**

Met klimaatverandering samenhangende verschijnselen, zoals wateroverlast of juist watertekort, het vasthouden van warmte in bebouwd gebied (hitteopbouw) en droogte, kunnen van stad tot stad of van wijk tot wijk aanzienlijk in aard en omvang variëren. Klimaatbestendigheid is het moeilijkst te realiseren in hoogstedelijke gebieden. Hier zijn het verharde oppervlak en de hitteopbouw bijvoorbeeld het grootst, terwijl de ruimte voor oplossingen beperkt is, ook voor wateroverlast. Voor diverse schaalniveaus – van gebouwen en straten tot wijken en steden – is een groot palet aan maatregelen beschikbaar. Structurele maatregelen, zoals de aanleg van parken, singels, grachten, vijverpartijen, warmte-koudeopslag en aangepaste rioleringssystemen, kunnen bij nieuwbouw en herstructurering worden ingezet. Voor zulke aanpassingen op wijk- of stadsniveau zijn gemeenten en projectontwikkelaars de belangrijkste actoren. In bestaand stedelijk gebied zijn vooral maatregelen op gebouw- of straatniveau de aangewezen middelen, zoals isolatie, groene daken en het aanpassen

van de bestrating voor wateropvang. Op dit schaalniveau zijn woningcorporaties en particuliere eigenaren de belangrijkste actoren. Het stedelijk gebied wordt voortdurend aangepast: er worden kantoren en woningen gebouwd, er wordt infrastructuur aangelegd, wijken en bedrijventerreinen worden er geherstructureerd en rioleringen vervangen. Als gemeenten, projectontwikkelaars, woningcorporaties en particuliere eigenaren bij investeringen in de gebouwde omgeving en stedelijke voorzieningen consequent rekening houden met de eisen die klimaatbestendigheid stelt, kunnen de extra kosten hiervoor beperkt zijn. Gemeenten zijn de aangewezen partij om hiertoe de regierol op zich te nemen. De mogelijkheden om in het stedelijk gebied klimaatbestendigheid mee te nemen bij geplande en nieuwe investeringen, verschillen tussen groei- en krimpregio's.

- **Helderheid over de verantwoordelijkheden van het Rijk en andere partijen**

Het Rijk heeft de systeemverantwoordelijkheid voor onder andere de ruimtelijke ordening, de zoetwatervoorziening en de waterveiligheid. Deze verantwoordelijkheid vereist dat het Rijk voor gemeenten, waterschappen en provincies en voor burgers en bedrijven de randvoorwaarden creëert om zich aan klimaatveranderingen te kunnen aanpassen. Het gaat hierbij vooral om de stedelijke klimaatbestendigheid en de zoetwatervoorziening. Dit betekent dat de Rijksoverheid helderheid moet verschaffen over waar de grenzen van haar zorgplicht liggen en wat ze van andere overheden, bedrijfsleven en burgers verwacht aan investeringen in klimaataanpassing. Ook zal het Rijk aandacht moeten hebben voor de verankering van klimaatadaptatie in het afwegingsproces rond de financiering van ruimtelijke investeringen.

Inleiding

De inhoud van dit rapport

Nederland profiteert op vele manieren van de ligging in de delta waar de Maas en de Rijn in de Noordzee vloeien. Deze ligging betekent echter ook dat Nederland kwetsbaar is voor de gevolgen van klimaatverandering. In de afgelopen eeuwen is de Nederlandse delta voortdurend in beweging geweest en aangepast, zowel aan de eisen die het geofysische systeem stelde, als aan de wensen en mogelijkheden van een samenleving die voortdurend in verandering is. Omdat de aard en snelheid van de klimaatverandering onzeker zijn, kan de totale opgave die dit voor Nederland met zich brengt niet precies worden aangegeven.

Dit rapport bevat nieuwe bouwstenen voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. Het is een vervolg op de studie *Wegen naar een klimaatbestendig Nederland* (PBL 2009b), waarin als speerpunten voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling zijn benoemd: de bescherming op de langere termijn tegen overstromingen, het veiligstellen van de zoetwatervoorziening, en het verminderen van de kwetsbaarheid voor klimaatverandering van de natuur en het stedelijk gebied.

Relatie met het Deltaprogramma

In 2010 is het Deltaprogramma in werking getreden. Het kabinet wil er via dit programma voor zorgen dat er zekerheid is over de langetermijnveiligheid tegen overstromen, de beschikbaarheid van voldoende zoet water en een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling. In het Deltaprogramma staan vijf cruciale, zogenoemde Deltabeslissingen centraal. Het gaat om:

- actualisering van de veiligheidsnormen en de ontwikkeling van gebiedsgerichte strategieën voor de bescherming tegen hoog water;
- strategie voor een duurzame en economisch optimale zoetwatervoorziening in Nederland;
- nationaal beleidskader nieuwbouw en herstructurering en aanbevelingen voor wateroverlast en hittestress;
- strategie voor de bescherming tegen hoog water van de Rijn-Maasdelta en oplossingen voor de zoetwatervoorziening;
- strategie voor de watervoorraad IJsselmeer, gelet op de zoetwatervoorziening en de waterveiligheid.

Voorstellen voor de beslissingen hierover worden in 2014 voorgelegd aan het kabinet. Het onderzoek in het Deltaprogramma wordt in de periode 2010-2014 gefaseerd uitgevoerd. De eerste fase (die van de knelpuntenanalyse, in 2011) dient vooral om het vervolgonderzoek te programmeren dat noodzakelijk is ter ondersteuning van de besluitvorming; de rapportages van deze eerste fase komen in september 2011 beschikbaar.

Ter ondersteuning van de verdere beleidsontwikkeling brengt het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) een aantal strategische beleidsopties en de consequenties daarvan in beeld voor de veiligheid tegen overstromingen, de zoetwatervoorziening, de natuur en de ontwikkeling van het stedelijk gebied.

Veiligheid tegen overstromingen

Doorbraakvrije dijken en sturing van de ruimtelijke inrichting van het rivierengebied maken Nederland veiliger en klimaatbestendiger

Overstromingsrisico's nemen toe

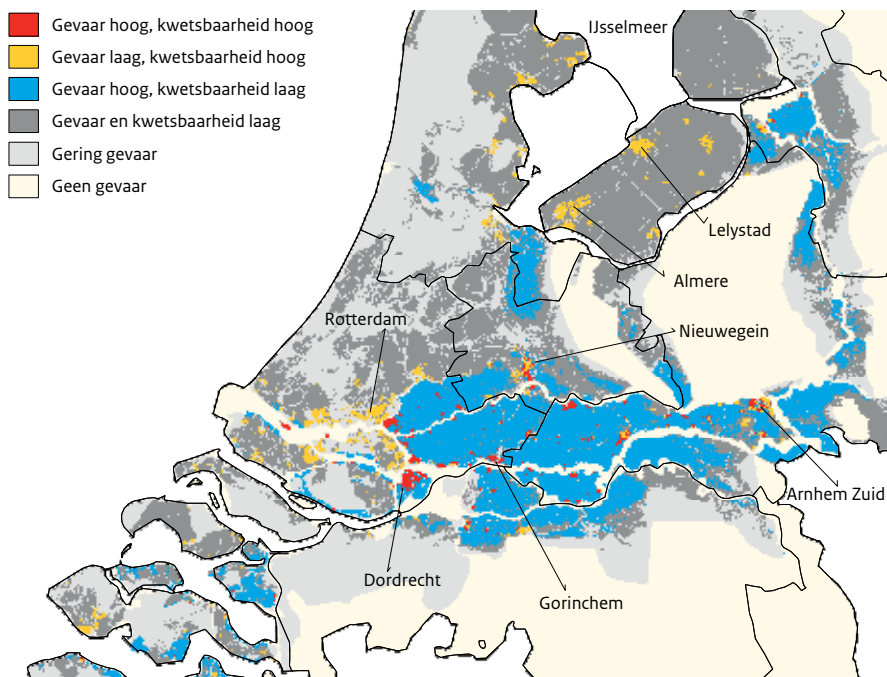
Ongeveer 60 procent van het oppervlak van Nederland is gevoelig voor overstromingen vanuit zee of vanuit rivieren. Niet alle gebieden zijn even kwetsbaar: de gebieden met de hoogste concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen lopen de grootste risico's. De overstromingsrisico's zullen in de toekomst naar verwachting verder toenemen door een stijging van de zeespiegel en door grotere rivierafvoeren, maar ook door een verdere toename van de investeringen en van de bevolking in het overstromingsgevoelige gebied. De klimaatverandering leidt zonder aanpassingen tot een grotere *kans* op overstromingen; het *gevaar* is dan groter. De mogelijke *gevolgen* van een overstroming nemen vooral toe door de stijging van het geïnvesteerd vermogen en hogere bevolkingsconcentraties; de *kwetsbaarheid* is dan groter.

Doorbraakvrije dijken zijn doelmatig bij het beperken van de gevolgen van overstromingen

Het overstromingsrisico kan in Nederland structureel worden verkleind als de Rijksoverheid zich niet alleen richt op het beperken van de *kans* op een overstroming, maar ook op het verkleinen van de mogelijke *gevolgen* ervan. Een doelmatige maatregel hiervoor is het versterken van dijken tot zogeheten doorbraakvrije dijken of deltadijken. Bij toepassing van zulke dijken neemt het overstromingsgevaar sterk af, en daarmee de schade- en slachtofferrisico's. Omdat de ernst van overstromingen structureel afneemt, hoeft bij de ruimtelijke inrichting van het achterliggende gebied minder rekening te worden gehouden met de mogelijke gevolgen van overstromingen. Bij het huidige beleid, dat vooral is gericht op het verminderen van de kans op overstromingen, is aanvullende sturing op de ruimtelijke inrichting wel nodig om de gevolgen ervan te verminderen. Het in de toekomst aanpassen van de ruimtelijke inrichting is echter niet eenvoudig, omdat het grootste deel van het toekomstig bebouwd gebied en van de toekomstige infrastructuur er nu al ligt. Omdat de gevolgen van een overstroming bij doorbraakvrije dijken structureel kleiner zijn, wordt Nederland ook minder gevoelig voor klimaatverandering en onverwacht extremere omstandigheden.

De integratie van doorbraakvrije dijken in het waterveiligheidsbeleid kan geleidelijk worden doorgevoerd. Daarbij ligt het voor de hand om zulke dijken eerst in te zetten op de plekken waar de gevolgen van een overstroming het grootst zijn en waar ze dus het hoogste rendement hebben: in de gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid en

Figuur 1
Overstromingsrisico's



Bron: De Bruijn & Klijn (2009)

Niet alle gebieden zijn even kwetsbaar: de gevolgen van overstromingen zijn het grootst in de gebieden met de hoogste concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen en waar het gevaar (de kans, snelheid en waterdiepte) van overstromingen het grootst is.

concentratie van geïnvesteerd vermogen (figuur 1). De extra investeringskosten van doorbraakvrije dijken kunnen worden beperkt als een koppeling kan worden gerealiseerd met bijvoorbeeld de herstructurering van het stedelijk gebied langs rivieren en de kust (multifunctionele dijken), of met het op orde brengen van de waterkeringen in het programma voor de bescherming tegen hoog water.

Sturing van de ruimtelijke inrichting in het rivierengebied

In het rivierengebied moet ruimte open blijven voor de opvang van op langere termijn mogelijk omvangrijkere rivierafvoeren in combinatie met een verder gestegen zeespiegel. Maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier volstaan dan niet meer. Het openhouden van het rivierengebied betekent niet dat er geen activiteiten meer zouden kunnen plaatsvinden. In het rivierengebied kan zodanig worden gebouwd dat de gevoeligheid voor overstromingen beperkt blijft, bijvoorbeeld door te bouwen

op terpen of op palen. In dat gebied kan ook landbouw blijven plaatsvinden, kunnen recreatiegebieden worden ontwikkeld en kan er worden meegekoppeld met het behouden of ontwikkelen van internationaal waardevolle riviernatuur en rivierlandschappen. Dit vereist wel sturing van de ruimtelijke inrichting van het riviereengebied.

Zoetwatervoorziening

Een klimaatbestendige zoetwatervoorziening vraagt om meer flexibiliteit in het watersysteem en het beter benutten van het Rijnwater

Het watertekort neemt waarschijnlijk toe

Nederland heeft op jaarbasis een wateroverschot; watertekorten treden op in de zomer, als de verdamping groter is dan de neerslag. Ongeveer drie kwart van Nederland wordt in de zomerperiode vanuit het hoofdwatersysteem (gevormd door onder andere de Rijn, de Maas en het IJsselmeergebied) voorzien van extra water (figuur 2). Delen van de hogere zandgronden in het oosten en zuiden en enkele Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden zijn geheel aangewezen op neerslag en het grondwater in het gebied. In normale en droge zomers – de laatste komen eens per tien jaar voor – kan hiermee in veel gevallen aan de watervraag worden voldaan. Maar in extreem droge zomers – die bij het huidige klimaat eens in de zestig tot honderd jaar voorkomen – kan de watervoorziening ook nu al tekortschieten, zoals in 1976 het geval was. Door klimaatverandering komen periodes van droogte in de zomer naar verwachting vaker voor, met als gevolg dat ook het watertekort zal toenemen. Watertekorten kunnen leiden tot droogte voor de landbouw en de natuur, maar ook tot verzilting en tot afnemende waterkwaliteit omdat er minder water vanuit de rivieren en het IJsselmeer beschikbaar is voor de aanvoer naar het regionale en stedelijk watersysteem. De binnenscheepvaart vraagt een bepaalde waterdiepte en is daarmee een belangrijke vrager van rivierwater. In periodes met lage rivierafvoeren wordt de beladingsgraad van de binnenscheepvaart beperkt, met mogelijk consequenties voor de concurrentiepositie van de binnenscheepvaart ten opzichte van het rail- en wegvervoer. Ook veendijken zijn gevoelig gebleken voor uitdroging in extreem droge tijden. Bij hoge temperaturen van het rivierwater kunnen beperkingen aan de lozingsmogelijkheden van koelwater door energiecentrales leiden tot beperkingen in de energievoorziening.

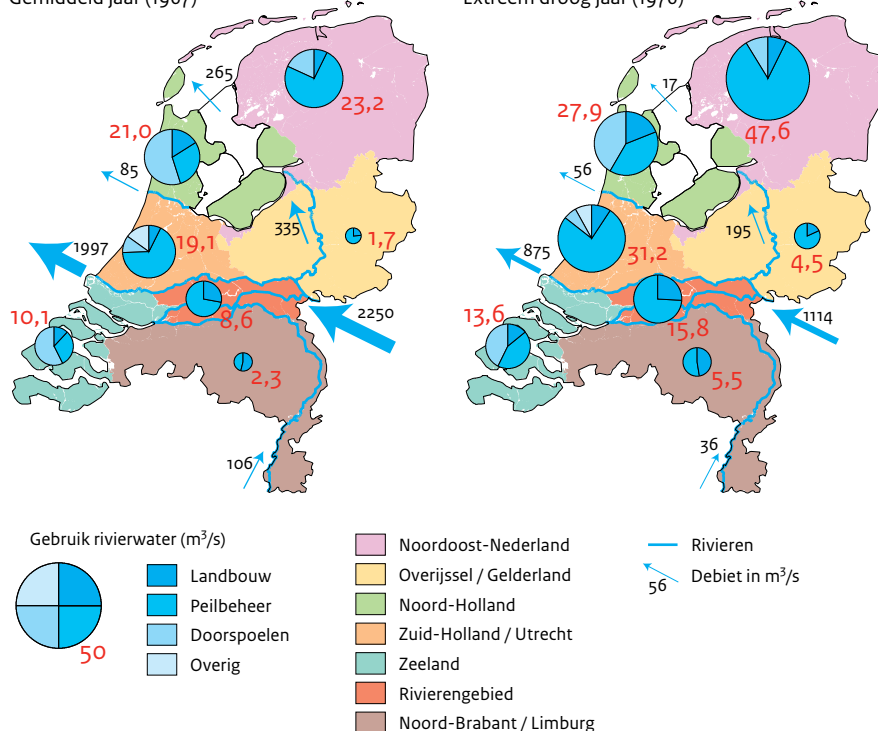
Betere benutting van het Rijnwater

De toekomstige beschikbaarheid van water kan worden gestuurd via het aanbod vanuit het hoofdwatersysteem, maar ook via de vraag naar water vanuit de regio's. De beschikbaarheid van zoet water kan worden uitgebreid door een betere benutting van het wateraanbod vanuit het Rijnsysteem. Internationale afstemming over het watergebruik en de minimale afvoer van de Rijn is daarbij belangrijk, vooral met het oog op de consequenties voor de scheepvaart. Een alternatief voor de door de Deltacommissie voorgestelde benutting van de watervoorraden in het IJsselmeergebied

Figuur 2
Verdeling en gebruik van rivierwater

Gemiddeld jaar (1967)

Extreem droog jaar (1976)



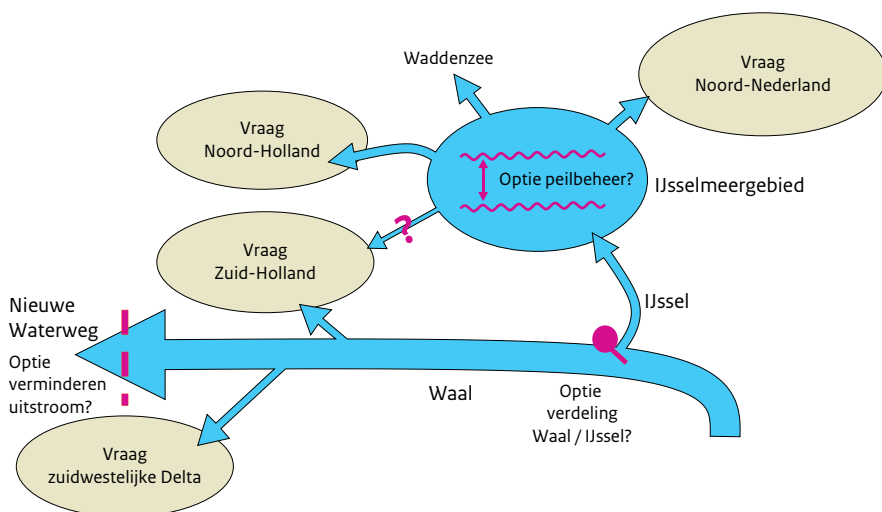
Bron: Deltares

Ook in een extreem droog jaar stroomt ongeveer 80 procent van het zoete Rijnwater via de Nieuwe Waterweg ongebruikt naar zee. Dit draagt dan alleen bij aan het tegengaan van verzilting.

ligt in een andere omgang met de strijd tegen de verzilting in de Nieuwe Waterweg om op die manier meer zoet water beschikbaar te krijgen. Bij de Nieuwe Waterweg stroomt nu, ook in droge tijden, ongeveer 80 procent van het zoete water ongebruikt in zee (figuur 2). Door de verzilting in de Nieuwe Waterweg met technische maatregelen effectiever, dat wil zeggen met minder water te bestrijden, komt meer zoet water beschikbaar voor andere functies.

Voor het ontwikkelen van de zoetwaterstrategie is het van belang de kosten, effecten en flexibiliteit van de opties bij de Nieuwe Waterweg en het IJsselmeer in samenhang te beschouwen. Om een indicatie te geven voor de verhouding tussen de hoeveelheden water in beide gebieden: een peilfluctuatie van 1 meter op het IJsselmeer, komt qua hoeveelheid water overeen met minder dan 10 procent van het water dat bij de Nieuwe Waterweg wegstroomt, zelfs in een extreem droge zomer als in 1976.

Figuur 3
Bovenregionale analyse van zoet water



Bron: PBL

Twee belangrijke manieren om de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem te vergroten, zijn het verminderen van de uitstroom van zoet water bij de Nieuwe Waterweg, of het vergroten van de peilfluctuatie in het IJsselmeergebied. Als er veel water bij de Nieuwe Waterweg kan worden gewonnen, kan in droge tijden worden overwogen om de waterverdeling tussen de Waal en de IJssel aan te passen en zo ook het IJsselmeergebied van meer water te voorzien.

Grote investeringen in het uitbreiden van de watervoorziening vanuit het IJsselmeer, zijn op dit moment niet doelmatig: de vermeden schade aan economische functies als de landbouw en de scheepvaart weegt niet op tegen de investeringskosten. Als er geleidelijk minder water bij de Nieuwe Waterweg wordt verspild, kan de waterverdeling tussen de Waal en de IJssel in droge tijden worden aangepast om ook het IJsselmeergebied van meer water te voorzien (figuur 3). Mogelijk biedt de hoeveelheid Rijnwater zo de ruimte om – afhankelijk van de snelheid van klimaatverandering – de watervoorziening geleidelijk te laten toenemen en overinvesteringen te voorkomen.

Terugdringing van de watervraag vanuit de regio door meer flexibiliteit in het waterbeheer

Water uit het hoofdwatersysteem wordt vooral gebruikt voor peilbeheer en doorspoelen; doorspoelen heeft als functie om de waterkwaliteit en de zoutgehaltes in de regionale watersystemen te beheersen (figuur 2). In de regionale watersystemen kan het watertekort in droge tijden worden teruggedrongen door meer flexibiliteit in het waterbeheer. Dat kan bijvoorbeeld door tijdelijk soepeler om te gaan met de soms strenge zoutnormen: een tijdelijke verhoging van de zoutgehaltes in delen van de

regionale watersystemen hoeft geen grote nadelige gevolgen te hebben voor de landbouw. Bij hoogwaardige zoutgevoelige teelten, zoals de teelt in kassen, de sierteelten en de tuinbouw, wordt vanwege de benodigde kwaliteit van het water al steeds meer overgegaan op een eigen watervoorziening. Daarbij raakt de vraag naar water losgekoppeld van het regionale watersysteem. Dit alternatief is voor de grootschaliger grondgebonden akkerbouw economisch niet haalbaar. De meeste akkerbouwgewassen hebben echter een hogere zouttolerantie dan de hoogwaardige teelten, en uit onderzoek blijkt dat een tijdelijke verhoging van de zoutgehaltes in het oppervlaktewater weinig kwaad kan omdat het zout nauwelijks de bodem indringt. Wel neemt de geschiktheid van het water af voor het besproeien van gewassen. Ook de graslanden, die een groot deel van laag-Nederland beslaan, zijn weinig gevoelig voor hogere zoutgehaltes. Op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden kan het watertekort door een aangepast beheer van het grondwater en meer flexibiliteit in het waterbeheer eveneens substantieel worden teruggebracht. Voor het nader in beeld brengen van de mogelijkheden in de verschillende gebieden is een belangrijke rol weggelegd voor de provincies, de waterschappen en de landbouwsector.

Natuur

Een klimaatbestendige natuur vraagt om herziening van de visie op de Ecologische Hoofdstructuur

De natuur is met huidige beleid niet klimaatbestendig

Dankzij het milieu- en natuurbeleid is het aanpassingsvermogen van de natuur in Nederland toegenomen: de milieudruk op de natuur is afgenomen en natuurgebieden zijn vergroot en verbonden. Ondanks deze verbetering blijven verdroging, vermessing, verzuring en een te grote versnippering belangrijke knelpunten voor de natuur, ook na uitvoering van de geplande Ecologische Hoofdstructuur. Klimaatverandering voegt daar extra knelpunten aan toe: klimaatzones verschuiven en verstoringen, zoals hogere temperaturen, extreme neerslag en droge periodes, zullen vaker optreden. Verschuivingen in het voorkomen van soorten en in de levenscyclus van planten en dieren zijn in Nederland nu al zichtbaar en zullen naar verwachting toenemen. De al aanwezige verdroging van natuurgebieden betekent dat deze extra kwetsbaar zijn voor meer droogte en branden. Het kabinet heeft het voornemen om de Ecologische Hoofdstructuur te herzien en daarvoor slechts sporadisch grond aan te kopen en de oorspronkelijk geplande robuuste verbindingen niet aan te brengen. De gevolgen hiervan voor het halen van de Europese verplichtingen lijken op de korte termijn beperkt. Op de langere termijn bezien, zal de natuur naar verwachting evenwel onvoldoende in staat zijn zich aan te passen aan de klimaatveranderingen. Dit betekent dat het risico op biodiversiteitsverlies toeneemt. Daarmee neemt ook de kans af dat Nederland op langere termijn kan voldoen aan de internationale verplichtingen op het gebied van natuurbehoud en -herstel.

Klimaatbestendige natuur: meer ruimtelijke samenhang, verbetering van milieu- en watercondities en ruimte voor natuurlijke processen

Het risico van biodiversiteitsverlies en het bijgevolg niet kunnen voldoen aan de internationale verplichtingen wordt kleiner als het natuurbeleid op onderdelen wordt aangepast. Bij een veranderend klimaat kan de biodiversiteit op peil blijven als wordt ingezet op het (internationaal) verbinden en vergroten van natuurgebieden, het vergroten van de heterogeniteit in leefgebied en landschap, en het creëren van betere milieu- en watercondities en het daarbij meer ruimte geven aan natuurlijke processen. Dit vraagt tevens internationale (Europese) afstemming.

De natuur in laag-Nederland is van internationale betekenis

Nederland heeft in internationaal opzicht een belangrijke verantwoordelijkheid voor ecosystemen die typerend zijn voor laaglanddelta: getijdengebieden, de Waddenzee, duinen, kwelders en schorren, laagveengebieden en moerassen in laag-Nederland en langs de rivieren. Vanuit deze verantwoordelijkheid ligt het voor de hand dat Nederland voor deze ecosystemen een internationaal georiënteerde adaptatiestrategie toepast. Voor de landnatuur gaat het daarbij om het verbeteren van de ruimtelijke samenhang van het duingebied, de veenmoerassen en het rivierengebied (figuur 4). In de Waddenzee, de zuidwestelijke delta en de kustzone kan met herstel van natuurlijke processen, zoals erosie en sedimentatie, en herstel van de zoet-zoutgradiënten het adaptatievermogen van de natuur worden versterkt. Alle grote watersystemen zijn Natura 2000-gebied en vallen onder het Deltaprogramma. De toekomstige klimaatbestendigheid van de natuur zal dan ook sterk afhankelijk zijn van de keuzes die er in het Deltaprogramma worden gemaakt in relatie tot veiligheid en de beschikbaarheid van zoet water. Ook de ruimte die deze keuzes bieden voor natuurlijke processen en herstel van de zoet-zoutdynamiek in de zuidwestelijke delta is van belang.

Samenhang van bos, heide en beekdalsystemen op de hogere zandgronden

Voor de natuur die kenmerkend is voor de hogere zandgronden (bos, heide en beekdalen; figuur 4) is meer samenhang en afstemming nodig tussen natuur, water en landbouw. Voor de natuurkwaliteit in de bos-, heide- en beekdalsystemen kunnen gunstiger condities worden verkregen door het aanbrengen van meer ruimtelijke samenhang en het herstellen van de natuurlijke waterdynamiek (zoals het grondwaterpeil, de kwelstromen en de waterdynamiek in beken). Hierbij kan afstemming worden gezocht met de ontwikkeling van verbrede landbouw met een aangepast waterbeheer en verminderde bemestingsdruk (zie ook figuur 4.3 in hoofdstuk 4). Voor deze gebieden zijn primair de provincies, de waterschappen, de landbouwsector en natuurbeschermingsorganisaties verantwoordelijk.

Klimaatbestendige natuur vraagt om een visie en regie van het Rijk

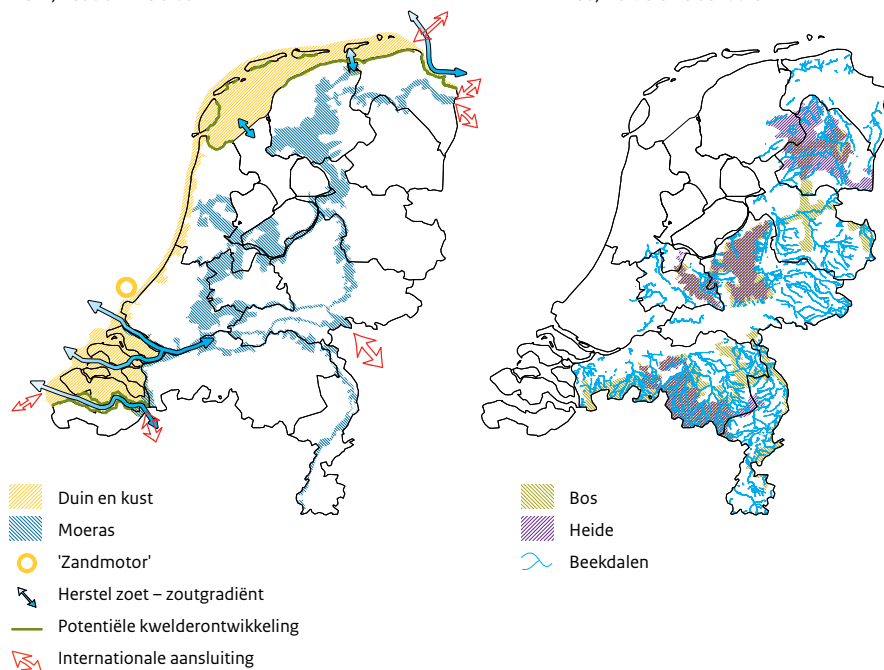
Een op termijn klimaatbestendige natuur behoeft op verschillende onderdelen aanpassing van het natuurbeleid. Dit vraagt niet alleen om een visie, maar ook om de regie van de Rijksoverheid: het gaat immers over de internationale en bovenprovinciale ruimtelijke samenhang van de natuur. Voor de grote watersystemen, die alle tot Natura

Figuur 4

Zoekgebieden voor klimaatadaptatie van natuur

Duin, kust en moeras

Bos, heide en beekdalen



Bron: Vonk et al. (2010)

2000-gebied behoren, ligt er een belangrijke gezamenlijke opgave voor het Deltaprogramma en het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie.

Stedelijk gebied

Nú rekening houden met de eisen van klimaatbestendigheid kan extra kosten in de toekomst aanzienlijk beperken

Klimaatbestendige stad: de opgaven verschillen sterk per wijk

Klimaatverandering leidt in het stedelijk gebied tot grotere kansen op overstromingen, wateroverlast, droogte en watertekorten, en hittestress in extreem warme zomers door de opbouw van warmte in het bebouwd gebied. Hittestress heeft een nadelige invloed op de gezondheid van toch al kwetsbare bevolkingsgroepen, zoals ouderen en chronisch zieken, en kan ook de arbeidsproductiviteit aantasten. Overstromingen, droogte en hittestress komen op een termijn van decennia (of langer) incidenteel voor.

Wateroverlast door piekbuien komt jaarlijks verspreid over heel Nederland voor. De effecten van klimaatverandering en daarmee de uiteindelijke opgaven voor een klimaatbestendig stedelijk gebied verschillen sterk per type stadswijk. De mogelijke schade of overlast wordt in belangrijke mate bepaald door het type, de dichtheid en de kwaliteit van de bebouwing, de aanwezigheid van openbaar groen, zoals parken, plantsoenen en bomen langs de straat, de aanwezigheid van waterpartijen als vijvers en singels en de staat van onderhoud van de riolering. Klimaatbestendigheid is het moeilijkst te realiseren in hoogstedelijke gebieden, omdat daar het aandeel verhard oppervlak en de hitteopbouw het grootst zijn en de ruimte voor oplossingen beperkt is. Het stedelijk gebied is voortdurend in ontwikkeling: er worden kantoren en woningen gebouwd, er wordt infrastructuur aangelegd, wijken en bedrijventerreinen worden geherstructureerd en rioleringen vervangen. Als met investeringen in het stedelijk gebied in de komende decennia consequent rekening wordt gehouden met de eisen die klimaatbestendigheid stelt, zijn de extra kosten gering en soms zelfs afwezig.

Zowel op gebouw- en straat-, als op wijk- en stadsniveau zijn voldoende effectieve maatregelen beschikbaar

In het stedelijk gebied kunnen op verschillende schaalniveaus maatregelen worden genomen om de klimaatbestendigheid te vergroten: op gebouw-, straat-, wijk- en stadsniveau. Aanpassingen van gebouwen en straten – zoals woningisolatie, de aanleg van groene daken en het aanpassen van de bestrating voor waterberging – kunnen technisch relatief snel worden uitgevoerd. Zulke maatregelen vergroten de hittebestendigheid van gebouwen en kunnen in veel gevallen worden gekoppeld met energiebesparingsmaatregelen. Woningcorporaties en particuliere eigenaren zijn hier de belangrijkste actoren. Systeemaanpassingen op wijk- en stadsniveau, zoals de aanleg van parken, straatgroen, vijvers en waterpartijen, warmte-koudeopslagsystemen en aanpassing van de riolering, zijn ingrijpender en hebben een langere doorlooptijd. Deze maatregelen zijn dus niet flexibel in te zetten. Gemeenten en projectontwikkelaars zijn hier de belangrijkste actoren. De mogelijkheden om in te spelen op klimaatverandering, verschillen per type stedelijk gebied. In nieuwbouw- en herstructureringsgebieden zijn de mogelijkheden het grootst. Het kleinst zijn ze in bestaande wijken, waar de komende decennia geen herstructurering gaat plaatsvinden, maar alleen vervanging, onderhoud en renovatie. In zulke wijken gaat het vooral om aanpassingen van gebouwen en straten. Bij nieuwbouw en herstructurering kunnen ook ingrijpender maatregelen worden getroffen. Daarmee verschillen de mogelijkheden tussen groei- en krimpregio's om in het stedelijk gebied te kunnen inspelen op klimaatverandering.

Verbetering van de leefomgevingskwaliteit draagt bij aan klimaatbestendigheid

Structurele maatregelen om hittestress en wateroverlast te voorkomen, zijn doelmatiger als ze worden gecombineerd met algemene maatregelen om de kwaliteit van de leefomgeving te verhogen. Hierbij kan worden gedacht aan vijvers, singels of grachten, parken, bomen langs de straat, energiezuinige woningen, veel 'groen en blauw' in de stad en aansluiting daarvan op het landelijk gebied. Zulke maatregelen



Bron: Gemeente Schiedam

In het stedelijk gebied zijn veel mogelijkheden om klimaatbestendigheid te laten meeliften met nieuwbouw-, herstructurerings- en vervangingsprojecten. Op de foto wordt in een nieuwbouwproject extra waterberging onder de weg aangebracht.

passen bij de ambities die het kabinet in de recente *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte* heeft neergelegd.

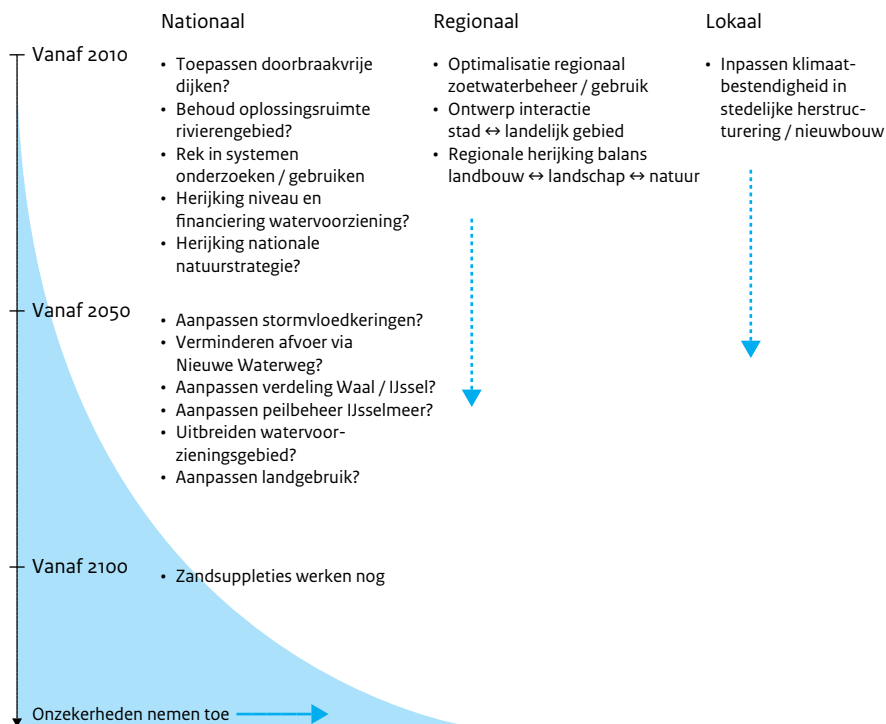
Bestuurlijke opgave

Helderheid over de verantwoordelijkheden van het Rijk en andere partijen

Het Rijk heeft de systeemverantwoordelijkheid voor onder andere de ruimtelijke ordening, de zoetwatervoorziening en de waterveiligheid. Die verantwoordelijkheid vereist van het Rijk om de randvoorwaarden te creëren voor lagere overheden (gemeenten, waterschappen en provincies), burgers en bedrijven om zich aan klimaatveranderingen te kunnen aanpassen. Het gaat hierbij vooral om het zoetwatervraagstuk en de klimaatbestendigheid van de stad. Tot die randvoorwaarden behoort ook een heldere communicatie van de Rijksoverheid over waar ze haar grenzen ziet wat betreft haar zorgplicht en wat ze van de lagere overheden, het bedrijfsleven en burgers verwacht aan investeringen in klimaataanpassing. De overige actoren kunnen

Figuur 5

Keuzes klimaatadaptatie



Bron: PBL

Meelifend met en gekoppeld aan de actuele beleidsagenda kan er de komende jaren al worden geanticipeerd op de mogelijke klimaatverandering.

hun eigen keuzes voor maatregelen en hun ruimtelijke investeringen daarop dan aanpassen.

Daarnaast kan het Rijk op verschillende manieren bijdragen aan de verankering van klimaatadaptatie in het afwegingsproces rond en de financiering van ruimtelijke investeringen, zoals kostenverhaal, verevening of een markt voor klimaatdiensten. Systematische agendering van klimaatadaptatie in het stedelijk gebied kan bijvoorbeeld worden ondersteund door klimaatbestendigheidspannen op gemeentelijk niveau in te stellen. Maar ook door het langetermijnperspectief goed in te bouwen in bestaande afwegingskaders rond ruimtelijke investeringen. De mogelijkheden om investeringen in klimaatadaptatie terug te verdienen, kunnen daarbij worden vergroot, bijvoorbeeld door bestaande mogelijkheden voor kostenverhaal via de grondexploitatie te ondersteunen en de beperkingen daarvan te repareren.

In de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte wordt voor een nadere uitwerking van een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling verwezen naar de in 2014 te nemen Deltabeslissingen

Het kabinet geeft in de nieuwe *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte* (I&M 2011) zijn visie op de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Een belangrijk onderwerp hierbij is een verdere decentralisatie van het ruimtelijk beleid. In de Structuurvisie wordt gerefereerd aan klimaatverandering en is aangegeven dat beslissingen over de zoetwatervoorziening en de veiligheid bij hoog water worden voorbereid in het Deltaprogramma. De ruimtelijke consequenties die kunnen voortvloeien uit een klimaatbestendige ontwikkeling worden echter niet benoemd. Uit deze studie komt naar voren dat de integratie van klimaatbestendigheid in het ruimtelijk beleid belangrijke gevolgen kan hebben. Dit vraagt om strategische keuzes over bijvoorbeeld de inzet van doorbraakvrije dijken en de bescherming van de meest kwetsbare plekken in Nederland, sturing van de ruimtelijke inrichting in het rivierengebied en het stedelijk gebied, ruimtelijke aanpassingen voor een klimaatbestendige natuur, en over de verdeling van zoet water in relatie tot het gebruik in de regio's.

Vanwege de relatieve traagheid in ruimtelijke ontwikkelingen vragen juist deze onderwerpen de komende jaren expliciete aandacht. Bij elke ruimtelijke ingreep kan worden gezien hoe klimaatbestendigheid het best kan worden ingepast. Meeliftend met en gekoppeld aan de actuele beleidsagenda op verschillende schaalniveaus, kan er de komende jaren al kosteneffectief worden geanticipeerd op de mogelijke klimaatverandering (figuur 5).

VERDIEPING

VERDIEPING

Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2008 verzocht het toenmalige ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) om mee te denken over een klimaatbestendige inrichting van Nederland. In de voorstudie *Wegen naar een klimaatbestendig Nederland* (PBL 2009b) bracht het PBL hiertoe de belangrijkste opgaven in kaart voor een klimaatbestendige inrichting van Nederland op kortere en langere termijn. Tevens benoemde het PBL op basis daarvan de belangrijkste speerpunten voor een ruimtelijke strategie. Die speerpunten waren het op lange termijn beheersen van overstromingsrisico's, het veiligstellen van de zoetwatervoorziening, en het verminderen van de kwetsbaarheid voor klimaatverandering van de natuur en het stedelijk gebied. Het transportnetwerk en de energievoorziening zijn eveneens gevoelig voor klimaatverandering, maar omdat het areaalbeslag van deze netwerkstructuren zeer beperkt is en daarmee ook de mogelijke ruimtelijke consequenties van veranderingen van het klimaat gering zijn (Everse & Van Kruining 2009), zijn deze onderwerpen in deze vervolgrapportage buiten beschouwing gebleven. Voor de onderbouwing van deze studie is een aantal onderzoeken uitgevoerd in nauwe samenwerking met Deltares, UNESCO-IHE, Klimaat voor Ruimte (KvR) en Kennis voor Klimaat (KvK). Deze onderzoeken betreffen analyses van de overstromingsrisico's en de zoetwatervoorziening (zie Klijn et al. 2010), de landbouw en het landelijk gebied (zie Van de Sandt & Goosen 2011), natuur (zie Vonk et al. 2010), het stedelijk gebied (zie Van de Ven et al. 2011) en de bestuurlijke opgaven (zie Driessen et al. 2011).

Intussen is in het verlengde van het rapport *Samenwerken met water* van de Deltacommissie uit 2008 het Deltaprogramma in werking getreden. Bij dit programma

ligt de nadruk op de bescherming op de langere termijn tegen overstromingen, de beschikbaarheid van zoet water en de opgaven rond nieuwbouw en herstructurering van het stedelijk gebied. Daarbij zijn zowel de effecten van klimaatverandering als de veranderingen in de ruimtelijke inrichting van Nederland betrokken (zie Deltaprogramma 2010a,b). Het Deltaprogramma wordt gefaseerd uitgevoerd in de periode 2011-2014. De eerste fase (2011) dient vooral om het vervolgonderzoek te programmeren dat noodzakelijk is ter ondersteuning van de besluitvorming. In het Deltaprogramma staan daarnaast vijf cruciale, zogenoemde deltabeslissingen centraal. Deze beslissingen zijn richtinggevend voor de lange termijn, maar bieden tegelijkertijd ruimte om te kunnen inspelen op toekomstige ontwikkelingen. Het gaat om:

- actualisering van de veiligheidsnormen en de ontwikkeling van gebiedsgerichte strategieën voor de bescherming tegen hoog water;
- strategie voor een duurzame en economisch optimale zoetwatervoorziening in Nederland;
- nationaal beleidskader nieuwbouw en herstructurering en aanbevelingen voor wateroverlast en hittestress;
- strategie voor de bescherming tegen hoog water van de Rijn-Maasdelta en oplossingen voor de zoetwatervoorziening;
- strategie voor de watervoorraad IJsselmeer, gelet op de zoetwatervoorziening en de waterveiligheid.

Voorstellen voor deze beslissingen worden naar verwachting in 2014 aan het kabinet voorgelegd.

In deze studie sluiten we aan bij deze thema's van het Deltaprogramma. We verkennen de mogelijkheden voor een langetermijnstrategie gericht op een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. De nadruk ligt dan ook bij de beheersing van overstromingsrisico's, de zoetwatervoorziening, het landelijk gebied en de natuur en het stedelijk gebied. Het doel is om in het kader van het Deltaprogramma bouwstenen aan te reiken voor de discussie over een klimaatbestendig Nederland. We kijken ook naar een strategie voor een klimaatbestendige natuur; we doen dat in aansluiting op de heroverwegingen voor de Ecologische Hoofdstructuur, wat op zich geen expliciet onderwerp is van het Deltaprogramma. Het uitkomen van deze studie valt samen met de afronding van fase 1 van het Deltaprogramma: de knelpuntenanalyse; de rapportages van het Deltaprogramma komen in september 2011 beschikbaar. In de laatste fase van het schrijven van de studie is intensief van gedachten gewisseld met betrokkenen bij het Deltaprogramma, zodat een gemeenschappelijke kennisbasis is ontstaan met betrekking tot de veiligheid tegen overstromingen, de zoetwatervoorziening en het stedelijk gebied. In dit rapport gaan we een stap verder dan de knelpuntenanalyse van de Deltacommissie en verkennen we tevens de mogelijke beleidskeuzes voor het Rijk en andere overheden, alsook de mogelijke consequenties daarvan voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling van Nederland.

De hiervoor genoemde deltabeslissingen zijn nauw met elkaar verweven. Zo is er een sterk verband tussen de voorkeursstrategie voor de zoetwatervoorziening, het peilbeheer op de lange termijn van het IJsselmeer en de wijze waarop de bescherming van de Rijn-Maasdelta vorm krijgt. Vanwege deze samenhang is in deze studie voor een integrale aanpak gekozen: we beschouwen ingrepen ten behoeve van klimaatadaptatie waar dat mogelijk en relevant is in samenhang met opgaven in andere (ruimtelijke) domeinen.

1.2 Klimaatverandering vergroot de bestaande opgaven

Nederland is een van de welvarendste en veiligste delta's ter wereld. In de afgelopen eeuwen is de Nederlandse delta voortdurend aangepast, zowel aan de eisen die het geofysische systeem stelde, als aan de wensen en mogelijkheden van een samenleving die voortdurend in verandering is. In die zin lijken de gevolgen van klimaatverandering, ook volgens de somberste scenario's, vooralsnog goed te passen binnen de opgaven die het wonen in een delta nu eenmaal met zich brengt en waar Nederland tot op heden heeft bewezen uitstekend mee om te kunnen gaan. Tegelijkertijd biedt klimaatverandering ook kansen. Zo wordt de internationale concurrentiepositie van Nederland vanwege de ligging in de gematigde zone, voor de landbouw en de recreatiesector waarschijnlijk gunstiger ten opzichte van andere delen van Europa, zoals het mediterrane gebied.

De noodzaak om het beleid voor de veiligheid tegen overstromingen, de zoetwatervoorziening en de inrichting van het landelijk en stedelijk gebied te herzien, komt dus zeker niet alleen voort uit de klimaatverandering. De keuzes en ambities moeten ook regelmatig worden herijkt in het licht van een sterk toegenomen bevolkingsomvang en geïnvesteerd vermogen in overstromingsgevoelige gebieden, een veranderende maatschappelijke context, nieuwe technologieën en nieuwe inzichten. Tot dat laatste behoort ook het mettertijd langzaam toenemende inzicht in de mogelijke bandbreedtes en effecten van de klimaatverandering. De herijking van het waterveiligheids- en zoetwaterbeleid zoals de Deltacommissie die in 2008 agendeerde, kan dan ook niet los worden gezien van de bredere maatschappelijke context: in wat voor delta willen Nederlandse burgers, het bedrijfsleven en overheden wonen, werken en investeren? Welke kwaliteiten in deze delta worden belangrijk gevonden en in hoeverre willen en kunnen betrokken partijen rekening houden met toekomstige economische, demografische, sociaal-culturele en klimatologische ontwikkelingen? Zoals de Deltacommissie al aangaf: de klimaatopgave is niet zozeer acuut, als wel urgent; de keuzes die in de komende tijd worden gemaakt, bepalen niet alleen in hoeverre Nederland bestand is tegen klimaatveranderingen, maar vooral ook welke 'oplossingsruimte' er voor komende generaties wordt opengelaten.

1.3 Kenmerken van de opgave voor Nederland

Het klimaat in Nederland is aan het veranderen (zie bijlage). De temperatuur van lucht en water neemt geleidelijk toe, de jaarlijkse neerslag is in de afgelopen eeuw met 20 procent toegenomen, en er komen vaker intensievere regen- en onweersbuien voor. Die klimaatverandering zal waarschijnlijk doorzetten, maar hoezeer en hoe snel is nog zeer onzeker (IPCC 2007; KNMI 2006, 2008). Het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) heeft voor Nederland in vier scenario's de mogelijke klimaatveranderingen voor de komende vijftig tot honderd jaar geschetst (zie bijlage). In die scenario's varieert de verwachte temperatuurstijging tot 2100 van 1,8 tot 5,1 graden Celsius, en de verwachte stijging van de zeespiegel van 35 tot 85 centimeter. Verder wordt er in alle scenario's voor alle seizoenen een stijging in de frequentie en hevigheid van zware buien verwacht, waardoor de wateroverlast waarschijnlijk zal toenemen (KNMI 2006, 2008; zie bijlage). Volgens alle scenario's neemt het neerslagtekort in de zomer toe, maar hoe groot dat tekort zal zijn, verschilt sterk per scenario. Uitgaande van het zogeheten W+-scenario van het KNMI, loopt het neerslagtekort mogelijk op van 144 millimeter per jaar gedurende de afgelopen eeuw naar 220 millimeter per jaar in 2050, en in 2100 zelfs tot ruim 290 millimeter per jaar. Dat zou in 2100 dus neerkomen op een verdubbeling van het neerslagtekort (KNMI 2009a).

Het KNMI schat de kans dat de werkelijke veranderingen binnen deze marges blijven op zo'n 80 procent: er is dus ook een kleine kans dat de veranderingen sneller of juist minder snel plaatsvinden. Zo is er voor de zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust een worstcasescenario afgeleid van 1,2 meter in 2100 (Katsman et al. 2008). De gemeten temperatuurverandering in Nederland over de afgelopen decennia ligt eerder aan de boven- dan aan de onderkant van de verwachte klimaatscenario's. Dat betekent echter niet dat nu de meest ongunstige scenario's in Nederland het meest waarschijnlijk zijn.

Scenario's zijn niet bedoeld als voorspelling, maar om de onzekerheden zichtbaar te maken waarmee ook in de politieke besluitvorming rekening moet worden gehouden. Scenario's brengen mede de houdbaarheid van het huidige beleid in kaart, omdat ze een antwoord geven op de vraag hoe lang het huidige waterbeheer nog volstaat bij een veranderend klimaat. Deze benadering is voor het eerst toegepast bij de analyse van overstromingsrisico's in de studie *Nederland Later* (Kuijpers-Linde et al. 2007) en later uitgewerkt in de zogeheten knippuntenstudies (Kwadijk et al. 2008).

Het werk aan een delta is nooit af: er is blijvende aandacht nodig voor overstromingsrisico's en efficiënt waterbeheer. Enerzijds moet overtollig water worden afgevoerd, anderzijds moet zoet water worden aangevoerd om droogte en verzilting te bestrijden of de waterkwaliteit op orde te houden. Er is water nodig voor peilbeheer in het stedelijk en landelijk gebied, zodat er geen schade aan de fundering van gebouwen ontstaat of zodat landbouw mogelijk is. Tegelijkertijd moet zo veel mogelijk worden voldaan aan de voorwaarden voor de gewenste natuurkwaliteit. In Nederland is voor dit waterbeheer in de loop der eeuwen een ingewikkelde, efficiënte 'machinerie'

ontwikkeld. Klimaatverandering vergroot de opgaven voor deze ‘machinerie’; onzekerheid over de snelheid van veranderingen maakt het moeilijker de ‘machinerie’ actueel te houden zonder over- of onderinvesteringen.

Behalve klimaatverandering zijn toekomstige sociaaleconomische ontwikkelingen met veel onzekerheid omgeven, zeker op een termijn van twintig tot vijftig jaar (zie bijvoorbeeld CPB et al. 2006).

1.4 De noodzaak van een adaptieve strategie

De onzekerheden omtrent klimaatverandering vragen om een zogenoemde adaptieve strategie. Een dergelijke strategie is kortweg gericht op het tijdig nemen van benodigde maatregelen, niet te vroeg, niet te laat, om zowel onder- als overinvesteringen te voorkomen. Ook het Nationaal Waterplan (VenW 2009a) en het Deltaprogramma (2010a) hebben een adaptieve strategie als uitgangspunt. Daarvoor is inzicht nodig in de flexibiliteit van de mogelijke maatregelen en de kosten en opbrengsten ervan, maar ook in de mogelijkheden om zogenoemde geen spijt-maatregelen in te zetten. Geen spijt-maatregelen verminderen de kwetsbaarheid voor klimaatverandering en kunnen nu al kosteloos of tegen geringe kosten worden ingezet, of ze kunnen gemakkelijk en goedkoop ‘meeliften’ of ‘meekoppelen’ met ontwikkelingen die voortvloeien uit het realiseren van andere maatschappelijke doelen.

De flexibiliteit van maatregelen wordt vooral bepaald door de doorlooptijd die met de uitvoering ervan is gemoeid. Hoe langer de doorlooptijd, hoe minder flexibel een maatregel is in te zetten en aan te passen als de snelheid of omvang van klimaatveranderingen anders uitpakt dan verwacht. Vooral ruimtelijke ontwikkelingen en de ruimtelijke inrichting zijn trage processen met een lange doorlooptijd. Bovendien zijn ze op termijn van een generatie al min of meer onomkeerbaar. De keuzes die in de komende decennia voor de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting van Nederland worden gemaakt, bepalen dan ook in belangrijke mate de toekomstige ruimte voor het oplossen van met klimaatverandering gepaard gaande problemen (PBL 2009b).

Er is een groot aantal maatregelen mogelijk om Nederland minder kwetsbaar te maken voor klimaatverandering, maatregelen die zijn gericht op aanpassingen in gedrag of beheer, of technische en ruimtelijke maatregelen. Welke maatregelen uiteindelijk worden ingezet, is niet alleen afhankelijk van de flexibiliteit, de kosten, de effecten op kortere en langere termijn en de mogelijkheden van ‘meekoppeling’, maar ook van het gewenste eindbeeld voor de inrichting van Nederland. Belangrijke vragen daarbij zijn: welke rol wil en kan het Rijk spelen, bij wie komen de verantwoordelijkheden te liggen, en hoe worden de kosten en effecten over gebieden en sectoren verdeeld? De vraag is ook of Nederland vooral blijft vertrouwen op de technische mogelijkheden van waterbeheer (‘de machinerie’), of dat er ook wordt ingezet op een ruimtelijk beleid dat erop is gericht om de kwetsbaarheid te verminderen en oplossingsruimte voor komende generaties te behouden.

1.5 Leeswijzer

In het vervolg van dit rapport bespreken we voor de hiervoor genoemde opgaven de mogelijkheden om de klimaatbestendigheid van Nederland te verhogen en welke bestuurlijke opgaven in het verlengde daarvan liggen. In hoofdstuk 2 gaan we in op de beheersing van overstromingsrisico's; welke mogelijkheden zijn er om de veiligheid te vergroten en Nederland minder gevoelig voor klimaatverandering te maken? In hoofdstuk 3 komt de zoetwatervoorziening in Nederland aan bod en verkennen we de flexibiliteit van het watersysteem. Hoofdstuk 4 is gewijd aan het landelijk gebied en de natuur; we bespreken regionale perspectieven voor de landbouw en de herijking van natuurdoelen en de Ecologische Hoofdstructuur. In hoofdstuk 5 staat het stedelijk gebied centraal. In dat hoofdstuk ligt de focus op het in beeld brengen van de mogelijkheden om de stedelijke omgeving op verschillende schaalniveaus (gebouwen, straten, wijken) klimaatbestendig te maken.

In hoofdstuk 6, tot slot, bespreken we de bestuurlijke uitdagingen voor het Rijk. Die uitdagingen liggen niet alleen in het prioriteren van de opgaven en het ontwikkelen van een langetermijnvisie op de ruimtelijke inrichting van Nederland, maar tevens in het creëren van een bestuurlijke praktijk waarin klimaatbestendigheid een vanzelfsprekend en volwaardig onderdeel wordt van de investeringsafwegingen ten behoeve van die inrichting.

Beheersing van overstromingsrisico's

- Overstromingsrisico's worden bepaald door de kans op een overstroming en de mogelijke gevolgen daarvan. De klimaatverandering leidt zonder aanpassingen tot een grotere **kans** op overstromingen. Vooral door de toename van het geïnvesteerd vermogen en de bevolkingsgroei nemen de **gevolgen** van een overstroming toe. Door de verdere toename aan bebouwd gebied en de verwachte welvaartsgroei zal de waarde van het geïnvesteerd vermogen in het overstromingsgevoelig gebied de komende decennia nog met een factor twee tot drie toenemen.
- Het overstromingsrisico kan in Nederland structureel worden verkleind als de Rijksoverheid zich niet alleen zou richten op de beperking van de **kans** op een overstroming, maar ook op het structureel verkleinen van de **gevolgen** van een overstroming.
- Een doelmatige maatregel hiervoor is het versterken van dijken tot zogeheten doorbraakvrije dijken. Bij toepassing van doorbraakvrije dijken (deltadijken), vooral op plaatsen met hoge concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen, nemen de gevolgen sterk af en daarmee de schade- en slachtofferrisico's. Omdat de gevolgen van een overstroming bij doorbraakvrije dijken structureel kleiner zijn, neemt de kwetsbaarheid voor overstromingen structureel af en wordt Nederland ook minder gevoelig voor klimaatverandering en onverwachte extreme omstandigheden.
- De initiële investeringskosten van doorbraakvrije dijken zijn hoger dan die van conventionele dijken. De extra investeringskosten van doorbraakvrije dijken kunnen echter meevallen als kan worden meegekoppeld met bijvoorbeeld herstructurering van het stedelijk gebied langs de kust of rivieren ('multifunctionele dijken') of met het op orde brengen van de waterkeringen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma.
- In een strategie waarin de overstromingskansen centraal staan, zijn aanpassingen in de ruimtelijke inrichting noodzakelijk om de mogelijke gevolgen van een overstroming te beperken. Het toepassen van doorbraakvrije dijken kan deze opgave substantieel verminderen, omdat de snelheid, ernst en omvang van overstromingen sterk worden beperkt.

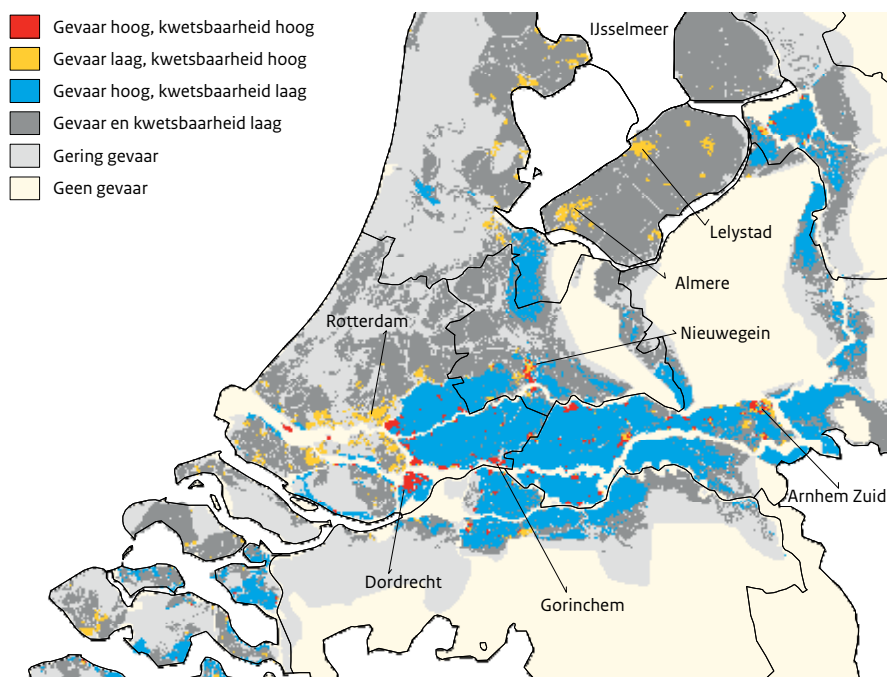
- *In het rivierengebied blijft sturing van de ruimtelijke inrichting nodig om ruimte te behouden voor het beheersen van grotere rivierafvoeren bij een mogelijk ongunstig snelle en hoge zeespiegelstijging op lange termijn; maatregelen in het kader van het programma Ruimte voor de Rivier volstaan dan niet meer.*
- *De inzet van doorbraakvrije dijken en sturing van de ruimtelijke ontwikkeling in het rivierengebied kunnen naar verwachting goed worden gecombineerd met vrijwel alle alternatieven op de langere termijn voor het Rijnmondgebied – open, gesloten of met stormvloedkeringen – en die voor het IJsselmeergebied – wel of geen peilverhogingen.*

2.1 Beheersen van overstromingsrisico's: kansen en gevolgen

Bijna 60 procent van het oppervlak van Nederland is gevoelig voor overstromingen vanuit zee of vanuit de rivieren. Ongeveer 3 procent daarvan ligt buitendijks; de rest ligt binnendijks en wordt beschermd door ruim 3.500 kilometer aan primaire keringen (duinen en dijken). Niet alle gebieden zijn even kwetsbaar: de grootste gevolgen van overstromingen kunnen optreden in de gebieden met hoge concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen (figuur 2.1). Klimaatverandering veroorzaakt naar verwachting een stijging van de zeespiegel, terwijl ook extreem hoge rivierafvoeren vaker zullen voorkomen (zie bijlage). Daardoor neemt ook het overstromingsgevaar toe, vooral in het benedenrivierengebied, de Rijn-Maasdelta, waar zich in steden als Rotterdam en Dordrecht grote bevolkingsconcentraties bevinden. Bovendien is het aantal inwoners en het geïnvesteerd vermogen in deze gebieden in de afgelopen decennia fors toegenomen (Kuipers-Linde et al. 2007). Het gevaar langs de kust lijkt minder urgent. Daar bieden de huidige methoden van zandsuppletie en versterking van de kustverdediging waarschijnlijk afdoende bescherming, zelfs bij een zeespiegelstijging van 1,5 meter per eeuw volgens het worstcasescenario (Deltacommissie 2008; Kuipers-Linde et al. 2007). Onderdeel van het veiligheidsstelsel in het kustgebied zijn enkele beweegbare keringen. Een aanpassing of vervanging van deze keringen vanwege de zeespiegelstijging is echter pas op zijn vroegst aan de orde in de tweede helft van deze eeuw (Kwadijk et al. 2008).

Het waterveiligheidsbeleid stuurt sinds de eerste Deltacommissie (1960) vooral op preventie tegen overstromingen en is daarbij primair gericht op het beheersen van de kans op een overstroming. Door dijkverbetering is Nederland sinds de jaren zestig van de twintigste eeuw veel veiliger geworden, een van de veiligste delta's in de wereld. Het veiligheidsrisico wordt echter niet alleen bepaald door de kans op een overstroming, maar ook door de gevolgen ervan. Een kleine kans met een groot gevolg kan weliswaar een beperkt risico betekenen, maar als de overstroming ondanks de kleine kans toch optreedt, is de maatschappelijke ontwrichting groot. Sinds de jaren zestig is het geïnvesteerd vermogen in het overstromingsgevoelige gebied verviervoudigd en is de bevolking in omvang verdubbeld. Naar verwachting kan het geïnvesteerd vermogen in

Figuur 2.1
Overstromingsrisico's



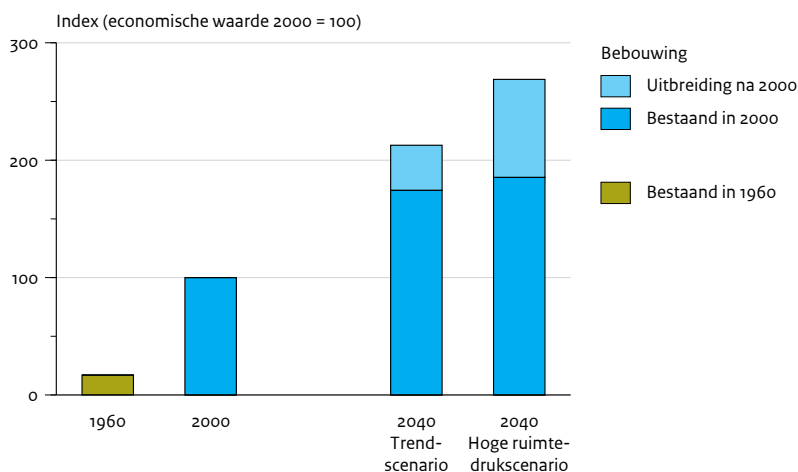
Bron: De Bruijn & Klijn (2009)

Niet alle gebieden zijn even kwetsbaar: de gevolgen van overstromingen zijn het grootst in de gebieden met de hoogste concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen en waar het gevaar (de kans, snelheid en waterdiepte) van overstromingen het grootst is.

de periode tot 2040 nog eens twee- tot driemaal toenemen, afhankelijk van de economische groei (Kuijpers-Linde et al. 2007; figuur 2.2). De mogelijke gevolgen van een overstroming worden daarmee ook steeds omvangrijker.

In het Nationaal Waterplan (VenW 2009a) is een herziening van het hoogwaterbeschermingsbeleid aangekondigd. Het nieuwe beleid zal niet alleen zijn gericht op het voorkomen van overstromingen, maar – meer dan voorheen – ook op het beheersen van de gevolgen ervan. In het ontwikkelen van de nieuwe strategie zullen, in aanvulling op de economische schade, ook het beperken van de slachtofferrisico's en maatschappelijke ontwrichting expliciet aandacht krijgen. In het Nationaal Waterplan wordt de doorbraakvrije dijk (ook wel deltadijk genoemd) als optie aangedragen. Bij een doorbraakvrije dijk is de kans op een doorbraak vrijwel afwezig en stroomt het water in

Figuur 2.2
Schadepotentieel overstromingsgevoelige gebieden



Bron: Kuijpers-Linde et al. (2007)

Door uitbreiding van het areaal bebouwd gebied en autonome waardetoename zal de waarde van het geïnvesteerd vermogen in de periode tot 2040 naar verwachting toenemen met een factor 2 (trendscenario) tot 3 (hoge ruimtedrukscenario).

het ergste geval over de dijk. Het overstromingsgevaar neemt hierdoor sterk af ten opzichte van een doorbraak van een conventionele dijk, waarbij de hoeveelheid water die het gebied binnenstroomt veel groter is en het water veel sneller en hoger stijgt (zie ook figuur 2.4). Hoewel het begrip 'risico' een bredere invulling moet krijgen (een samenspel van kansen en gevolgen), blijft het voorkómen van overstromingen de primaire pijler van het beleid. Allereerst zullen daartoe de normen voor de bescherming tegen overstromingen de komende jaren worden herzien (VenW 2009a). Een duurzame ruimtelijke inrichting en rampenbeheerplannen zijn aanvullende maatregelen om de gevolgen van overstromingen te verminderen.

2.1 Beschouwde opties

Bij het uitwerken van het waterveiligheidsprogramma in de periode tot 2014 wordt binnen het Deltaprogramma de 'meerlaagsveiligheid' uit het Nationaal Waterplan (VenW 2009a) als uitgangspunt gehanteerd. De eerste laag is preventie van overstromingen en heeft betrekking op het herijken van de normen voor de kansen op een overstroming. In aanvulling daarop zullen ook de mogelijke bijdrage van de ruimtelijke inrichting (tweede laag) en van de rampenbeheersing (derde laag) in

beschouwing worden genomen. De ruimtelijke inrichting en rampenbeheerplannen zijn gericht op het verminderen van de mogelijke *gevolgen* van een overstroming. In deze studie vergelijken we op nationale schaal de effecten op de waterveiligheid in Nederland van een aantal opties die primair zijn gericht op het beheersen van de kans op een overstroming met een aantal opties die ook de gevolgen van een overstroming beperken. De analyse is een uitbreiding van de analyse die in de PBL-studie *Nederland Later* is uitgevoerd (Kuijpers-Linde et al. 2007; Ligtoet et al. 2008). De opties zijn gericht op het beheersen van de overstromingsrisico's in binnendijks gebied. In buitendijks gebied, dat niet wordt beschermd door waterkeringen, zijn andere opties aan de orde om de overstromingsrisico's te beperken (zie het tekstkader 'Veerkracht in buitendijks gebied').

Veerkracht in buitendijks gebied

Zelfs onder de meest extreme omstandigheden kunnen de gevolgen van overstromingen beperkt blijven. Dit geldt ook voor de buitendijkse gebieden. Om de overstromingsrisico's in buitendijks gebied te beheersen, zijn er in grote lijnen twee strategieën mogelijk (Dessai & Van der Sluis 2007). De *weerstand* kan worden verhoogd, bijvoorbeeld door de gebieden op te hogen of hoog aan te leggen, zoals bij de buitendijkse gebieden van het Rotterdamse havengebied: de Tweede Maasvlakte wordt op +5 meter aangelegd, of de *veerkracht* kan worden versterkt, zodat de gevolgen van een overstroming beperkt blijven en gebieden zich snel kunnen herstellen als het water weer is verdwenen. Ter vergroting van de veerkracht is een divers pakket aan maatregelen mogelijk. Het kan dan bijvoorbeeld gaan om:

- het vergroten van de zelfredzaamheid van burgers door goede voorlichting, communicatie en een waarschuwingssysteem;
- het creëren van duidelijke evacuateroutes;
- het creëren van vluchtplaatsen in buitendijks gebied (verhoogde stadsdelen, overstromingsbestendige hoge gebouwen);
- zo bouwen en inrichten dat de schade aan gebouwen en elektriciteits- en communicatienetwerken beperkt blijft;
- het creëren van een platte organisatiestructuur, waardoor een snelle communicatie of besluitvorming mogelijk is over of voor de benodigde reacties bij dreigende waterstanden;
- het stratenstelsel zo te ontwerpen dat het water zo snel mogelijk weer wordt afgevoerd als de extreme gebeurtenis voorbij is;
- het vergroten van de diversiteit in het gebied, waardoor het risico kleiner wordt dat een gebied lange tijd niet goed functioneert door het tijdelijk wegvallen van een van de functies (De Jong 2008; Wardekker et al. 2010).

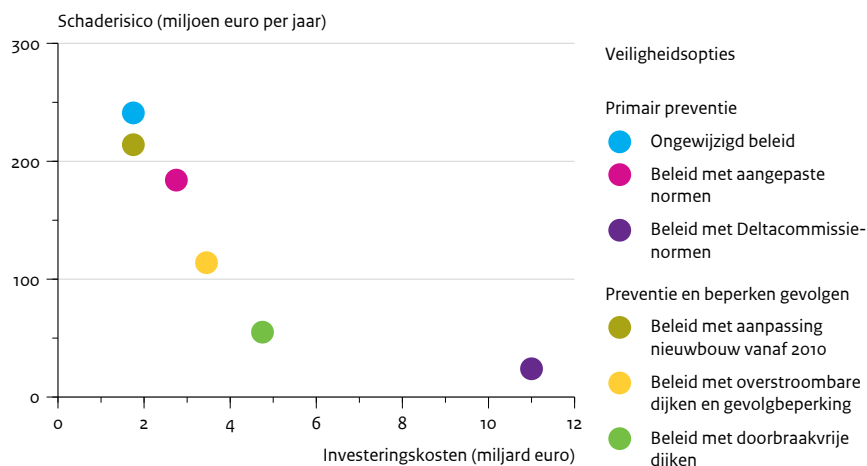
Op basis van kosten (investeringen) en baten (vermeden schade) kan een afweging worden gemaakt welke strategie het meest efficiënt is.

Om een eerste inzicht te krijgen in de kosten en effecten van verschillende strategieën zijn voor de periode 2000-2040 de volgende opties met elkaar vergeleken:

- Optie 1: voortzetting van *het huidige beleid*, dat wil zeggen het op orde brengen en houden van de waterkering volgens de *huidige* normen voor de waterveiligheid.
- Optie 2: alle *nieuwbouw* wordt in de periode 2010-2040 *buiten het overstromingsgevoelige gebied geplaatst*, gecombineerd met het handhaven van de *huidige beschermingsniveaus*. In deze optie wordt aangenomen dat er geen kosten zijn verbonden aan het op andere locaties tot ontwikkeling brengen van nieuwbouw. Optie 2 laat zo ten opzichte van optie 1 zien welke vermindering in schaderisico's ruimtelijke bijsturing kan opleveren.
- Optie 3: daar waar dat op basis van kosteneffectiviteit is gerechtvaardigd, wordt *extra geïnvesteerd in het aanscherpen van de veiligheidsnormen*. Uitgangspunt blijft echter het huidige veiligheidsbeleid, met nadruk op preventie en inzet van conventionele type dijken. In *Nederland Later* is al geïdentificeerd voor welke dijkeringen een verhoging van het beschermingsniveau rendabel is (zie ook Klijn et al. 2010). Dit is later bevestigd in een studie van Kind (2008).
- Optie 4: een verder *gedifferentieerd veiligheidsniveau in het rivierengebied*, met *ruimtelijke sturing* van de stedelijke ontwikkeling en gebruik van overstroombare dijksegmenten in gebieden met de kleinste schade- en slachtofferisico's. Met deze strategie wordt het veiligheidsniveau van de dijkeringen met de grootste concentraties van bevolking en geïnvesteerd vermogen structureel verhoogd. Tevens wordt oplossingsruimte in het rivierengebied behouden voor het beheersen van mogelijk grotere rivierafvoeren op de lange termijn (wanneer bij een hogere zeespiegel de huidige maatregelen van het programma Ruimte voor de Rivier niet meer voldoende zijn). Deze optie kan qua uitwerking worden gezien als het consequent verder doorzetten van de strategieën Ruimte voor Water en Leven met Water.
- Optie 5: het op strategische plaatsen en daar waar dat kosteneffectief is, *toepassen van doorbraakvrije dijken* (zie ook Silva & Van Velzen 2008; Klijn et al. 2010). In deze optie worden daartoe de dijkeringen met de hoogste bevolkingsconcentraties in de nabijheid van waterkeringen (De Bruijn & Klijn 2009) en die in het rivierengebied met doorbraakvrije dijken beschermd (Klijn et al. 2010). In de optie is als eerste verkenning de helft van de waterkeringen in de betreffende dijkeringen versterkt tot doorbraakvrije dijken en is aangenomen dat de schade en slachtoffers bij een overstroming met 50 tot 90 procent afnemen (zie verder Klijn et al. 2010).
- Optie 6: een generieke aanscherping *van de veiligheidsnormen* voor alle dijkeringen met een *factor 10*, met toepassing van het conventionele type dijken (Klijn et al. 2010).

De opties 1, 2, 3 en 4 zijn al uitgewerkt in de studie van Kuijpers-Linde et al. (2007); de opties 5 en 6 zijn toegevoegd voor deze analyse. De opties verschillen in investeringskosten en effecten op de economische schade en slachtoffers, de gevolgen voor de ruimtelijke inrichting, en de gevoeligheid voor de snelheid van klimaatverandering en daarmee samenhangende extreme omstandigheden. De belangrijkste karakteristieken van de beschouwde opties zijn samengevat in figuur 2.3, respectievelijk tabel 2.1).

Figuur 2.3

Indicatie van investeringskosten en schaderisico door overstrooming, 2020 – 2050

Bron: Klijn et al. (2010)

Voor alle opties is aangenomen dat het achterstallig onderhoud in de periode tot 2015 is weggewerkt en dat de waterkeringen voldoen aan de huidige wettelijke normen (Waterwet; VenW 2009b). Een aantal opties zal goedkoper uitvallen als de benodigde investeringen worden gecombineerd met de nog komende investeringen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma om dit achterstallig onderhoud weg te werken.

Het gericht sturen van overstroomingen met overstroombare dijken (optie 4) en de aanleg van doorbraakvrije dijken op strategische locaties (optie 5) leiden naar verwachting tot een forse reductie van de schaderisico's (figuur 2.3). Met het aanleggen van doorbraakvrije dijken neemt ook het risico op slachtoffers sterk af, omdat zulke dijken wel kunnen overstroom, maar de hoeveelheid water die het gebied binnenstroomt veel minder is en de snelheid en diepte van de overstrooming daarmee sterk afnemen. De gevolgen beperkt blijven tot (forse) wateroverlast (figuur 2.4). Ook het aantal dijkkringen waar een overstrooming in één keer grote aantallen slachtoffers kan maken, neemt bij toepassing van doorbraakvrije dijken belangrijk af (figuur 2.5).

De optie om uitgaande van het bestaande type dijken de veiligheid voor heel Nederland met een factor 10 aan te scherpen (optie 6), levert de laagste schaderisico's op. Maar deze optie is ook verreweg het duurst. Hoewel de kans op overstroomingen in deze optie kleiner is, zijn de mogelijke gevolgen nog steeds groot als er wél een overstrooming plaatsvindt.

Tabel 2.1

Karakteristieken van de opties ter vergroting van de veiligheid en de klimaatbestendigheid van Nederland

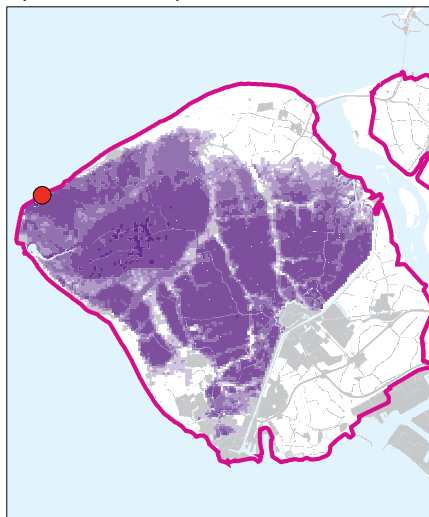
Opties	Beheers- baarheid van gevolgen van overstroming	Gevoeligheid voor klimaat- verandering/ ongunstige gebeurtenis	Consequenties voor ruimtelijke inrichting	Rendement van rampen- plannen	Mee- koppelings- mogelijk- heden
Optie 1	Beheers- baarheid gering; kans is bepalend	Gevoelig: hoogte/ sterkte waterkeringen gebaseerd op bepaalde afvoer	Aanpassen ruimtelijke inrichting van belang om kwetsbaarheid te verminderen	Rivierengebied goed vanwege lange reactietijd (dagen) Kustgebied beperkt door korte reactietijd (< etmaal)	Geen; grote opgave aanpassing inrichting stedelijk gebied
Optie 2	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Optie 3	Idem	Idem	Idem	Idem	Idem
Optie 4	Gevolgen beheersbaar doordat over- stromingen worden gestuurd	Afname gevoeligheid: door sturing van de overstroming blijven meest risicovolle plekken veilig	Sturing vooral in rivierengebied, maar grotere vrijheid beneden- strooms	Idem	Aangepaste bouw; landbouw, recreatie, natuur en landschap rivierengebied
Optie 5	Gevolgen beheersbaar: overstroming structureel minder gevaarlijk	Afname gevoeligheid: overstroming structureel minder gevaarlijk	Grote vrijheid achter dijken	Overall goed vanwege structureel minder gevaarlijke over- stromingen	Multi- functionele dijk in stedelijk gebied; reduceert opgave aanpassing inrichting gebied
Optie 6	Beheersbaarheid gering; kans op ramp met zeer ernstige gevolgen blijft aanwezig	Afname gevoeligheid: hoogte/sterkte gebaseerd op zeer zeldzame extreme situatie (over- dimensionering)	Aanpassen ruimtelijke inrichting van belang om kwetsbaarheid te verminderen	Idem	Idem

Als vanaf 2010 alle nieuwbouw buiten het overstromingsgevoelige gebied zou worden gelokaliseerd (optie 2), zullen de schaderisico's maar beperkt afnemen. Dit komt omdat het grootste deel van het geïnvesteerd vermogen al in bebouwd gebied aanwezig is en het aandeel nieuw bebouwd gebied beperkt is (vergelijk figuur 2.2).

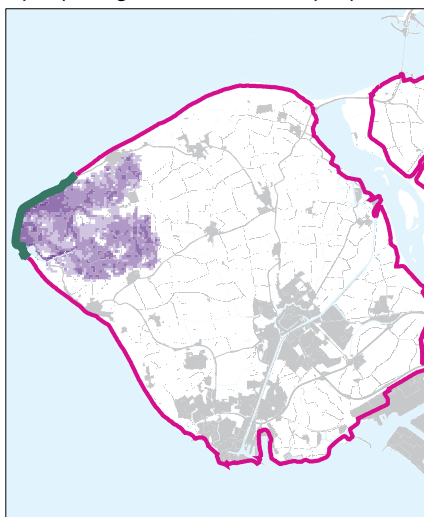
Figuur 2.4

Omvang overstroming bij conventionele en doorbraakvrije waterkering (Walcheren)

Bij conventionele dijk



Bij toepassing van een doorbraakvrije dijk



Waterdiepte

- Minder dan 20 cm
- 20 – 50 cm
- 50 cm – 1 meter
- 1 – 2 meter
- Meer dan 2 meter

 Dijkkring Doorbraakpunt Overslagzone Bebouwd gebied

0 2,5 5 km



Bron: Stijnen (2008)

Door de waterkeringen zodanig te versterken dat zij niet meer doorbreken, nemen in een overeenkomstige extreme situatie de omvang en de diepte van de mogelijke overstroming sterk af.

Juist omdat bij de optie waarin wordt gestuurd op de piekafvoer (optie 4) en bij de optie met doorbraakvrije dijken (optie 5) de mogelijke gevolgen bij een overstroming zoveel kleiner zijn, zijn deze opties ook minder gevoelig voor klimaatverandering en (onverwachte) extreme situaties.

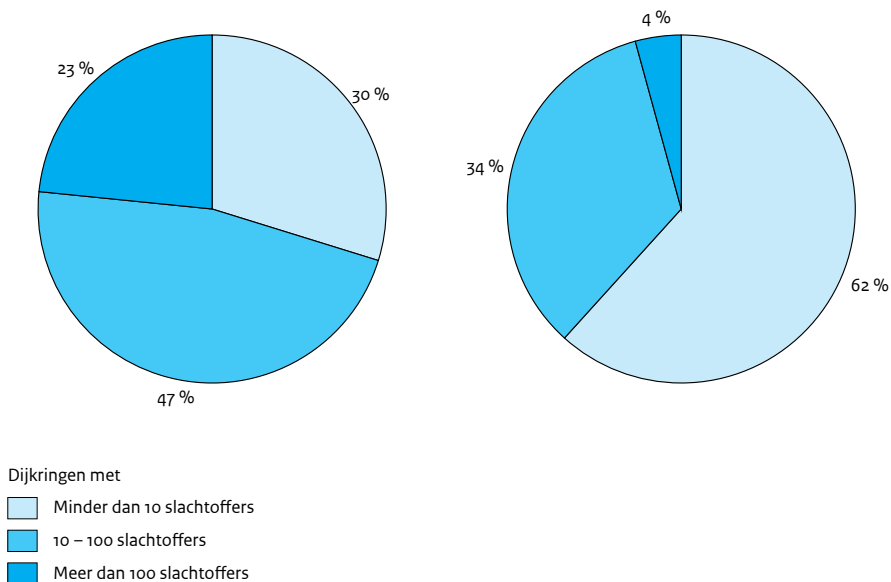
Ten opzichte van een strategie waarbij de normen worden aangepast op basis van kostenminimalisatie (optie 3), is het verlagen van de risico's in alle dijkringen (optie 6) een dure maatregel. Het gericht inzetten van deltdijken, al dan niet in combinatie met het controleren van overstromingen is doelmatiger (optie 4 en 5). Vanwege de aanvullende kosten van het doorbraakvrij maken van keringen, zijn dergelijke strategieën wel duurder, maar leveren zij per geïnvesteerde euro de meeste risicoreductie op.

Figuur 2.5

Geschatte aantal slachtoffers per dijkkring, 2050

Ongewijzigd beleid, conventionele dijken

Herzien beleid, gerichte inzet doorbraakvrije dijken



Bron: Klijn et al. (2010)

Bij toepassing van doorbraakvrije dijken neemt het aantal dijkkringen waar grote aantallen slachtoffers kunnen vallen naar verwachting sterk af.

2.3 Ruimtelijke consequenties

Sturing op de ruimtelijke inrichting van het rivierengebied

In de opties waarin primair wordt gestuurd op de kans op een overstroming (opties 1, 3 en 6), is aanvullende sturing op de ruimtelijke inrichting nodig om de gevolgen van een overstroming te verminderen (Pieterse et al. 2010). De opgave om dit realiseren, is binnen het Deltaprogramma neergelegd in het deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering. Het aanpassen van de ruimtelijke inrichting is echter een langdurig en moeilijk proces, gegeven het feit dat het grootste deel van het bebouwd gebied en de infrastructuur er nu al liggen. De verwachte nieuwbouw zal tot 2050 hooguit 20 procent van het areaal bebouwd gebied omvatten. Dit betekent dat de gevolgen van overstromingen pas op lange termijn door aanpassing van de ruimtelijke inrichting kunnen worden verminderd. Het rendement van rampenplannen is in het rivierengebied het grootst, omdat een piekafvoer enkele dagen van tevoren kan worden gesignaleerd. In dichtbevolkte kustgebieden is de reactietijd bij een overstroming vanuit zee kort, en zijn de mogelijkheden voor een evacuatie naar hoger gelegen locaties derhalve beperkt.



Bron: ANP/Hans Steinmeier

Ook in de toekomst is 'meer ruimte voor de rivier' een optie om steden als Deventer te vrijwaren van wateroverlast en overstromingen. Het behouden of uitbreiden van ruimte voor water in het rivierenlandschap vereist een gerichte sturing van de ruimtelijke ontwikkelingen.

Bij toepassing van doorbraakvrije dijken neemt het overstromingsgevaar direct zodanig af dat in de ruimtelijke inrichting van het achterliggende gebied minder rekening hoeft te worden gehouden met de gevolgen van overstromingen. De opgave om door aanpassing van de ruimtelijke inrichting de gevolgen van overstromingen te beperken, wordt daarmee substantieel minder. Voor alle opties blijft het uiteraard van belang om vitale infrastructuur, zoals elektriciteitscentrales, ziekenhuizen en communicatiecentra, minder gevoelig te maken voor overstromingen. Hiervoor is een Algemene Maatregel van Bestuur (AMvB) in voorbereiding. Ook het rendement van rampenplannen zal bij toepassing van doorbraakvrije dijken groter kunnen zijn, vooral in de kustgebieden, omdat daar de reactietijd beperkt is en grote evacuaties bij een dijkdoorbraak niet goed mogelijk zijn. Alleen in het rivierengebied blijft er dan een sturingsopgave voor de ruimtelijke inrichting, omdat daar op de lange termijn ruimte open moet blijven voor het beheersen van mogelijk omvangrijkere rivierafvoeren, in combinatie met een hogere zeespiegel (zie bijlage). Het openhouden van het rivierengebied betekent niet dat er geen activiteiten kunnen plaatsvinden. In het rivierengebied kan zodanig worden gebouwd dat de gevoeligheid voor overstromingen beperkt blijft, bijvoorbeeld door te bouwen op terpen of op palen. In dat gebied kan ook landbouw blijven plaatsvinden, kunnen recreatiegebieden worden ontwikkeld en kan worden meegekoppeld met het behouden of ontwikkelen van internationaal waardevolle riviernatuur en rivierlandschappen (zie ook figuur 4.2).

Als het vergroten van de klimaatbestendigheid, het verminderen van de kansen op grote maatschappelijke ontwrichting en het grenzen stellen aan slachtofferisico's (Jonkman et al. 2008) belangrijke doelen zijn, zijn doorbraakvrije dijken en sturing van de ruimtelijke ontwikkelingen in het rivierengebied doelmatige beleidsopties. Doorbraakvrije dijken integreren in de waterveiligheidsstrategie en het vervolgens realiseren van zo'n dijk vergen evenwel tijd. In de komende decennia kan in de veiligheidsstrategie geleidelijk worden overgeschakeld op deze oriëntatie op de gevolgen. Denkbaar is daarbij dat doorbraakvrije dijken eerst daar worden ingezet waar deze het grootste rendement hebben: in plaatsen met een hoge bevolkingsdichtheid en veel geïnvesteerd vermogen (zie figuur 2.1).

Vergeleken met het primair sturen van de overstromingskansen, zijn de benodigde initiële investeringen voor het beperken van de gevolgen van een overstroming hoger. Daar staan belangrijke baten tegenover, zoals structureel lagere veiligheidsrisico's, een grotere klimaatbestendigheid, en geen extra ruimtelijkeordeningsopgaven in de toch al complexe ruimtelijke inrichting van een dichtbevolkt gebied. De investeringskosten kunnen lager uitvallen als een koppeling kan worden gerealiseerd met bijvoorbeeld herstructurering van het stedelijk gebied langs rivieren en de kust (zie ook het tekstkader 'Multifunctionele doorbraakvrije dijken'), of met het op orde brengen van de waterkeringen in het Hoogwaterbeschermingsprogramma (Silva & Van Velzen 2008).

Keuze in de bescherming op lange termijn van de Rijn-Maasdelta

Voor de bescherming op langere termijn van de Rijn-Maasdelta is de keuze ingewikkeld: moeten de rivierarmen – waaronder de Nieuwe Waterweg – volledig worden afgesloten, is blijvende bescherming met stormvloedkeringen mogelijk of zijn volledig open zeearmen ook een haalbare optie? Uit analyses komt naar voren dat ook bij een zeespiegelstijging volgens het worstcasescenario pas over ongeveer vijftig jaar een strategische keuze zal moeten worden gemaakt over de wijze waarop het benedenrivierengebied het beste kan worden beschermd (zie bijvoorbeeld Klijn et al. 2010; Kwadijk et al. 2008). Ook leren de analyses dat in alle varianten voor het Rijnmondgebied, open of dicht, een forse stijging van de zeespiegel zich in het benedenrivierengebied ook vertaalt in een forse stijging van de maatgevende hoogwaterstanden. Dit is ofwel een direct gevolg van de doorwerking van de zeespiegelstijging, ofwel – in geval van afsluiting – een gevolg van toenemende rivierafvoeren (Klijn et al. 2010). Gezien de grote onzekerheden en de nog steeds beperkte zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust van hooguit 20 centimeter per eeuw (zie bijlage), gaat het PBL er voornamelijk van uit dat de huidige inrichting van de Rijn-Maasdelta volstaat. Eventuele latere ingrepen hebben, voor zover nu valt te overzien, ook geen grote invloed op de beschouwde opties voor het omgaan met overstromingsrisico's: naar verwachting zijn vrijwel alle ingrepen in het Rijnmondgebied te combineren met de beschouwde alternatieven (Klijn et al. 2010). Dit geldt ook voor eventuele ingrepen in het IJsselmeergebied (Meijer et al. 2010).

Multifunctionele doorbraakvrije dijken

Doorbraakvrije dijken zijn per kilometer duurder dan gewone dijken. Zeker als ze ‘sectoraal’ worden gefinancierd, komen de benodigde investeringen voor de optie met doorbraakvrije dijken hoger uit (figuur 2.3). Die grotere investering heeft echter ook grote baten: aanzienlijk lagere economische schade, kleinere slachtofferrisico's en een geringere kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Daardoor kan de kosteneffectiviteit van de investeringen in doorbraakvrije dijken uiteindelijk wel eens zeer gunstig zijn. De kosteneffectiviteit kan nog verder worden vergroot als de aanleg van doorbraakvrije dijken met andere functies kan worden gecombineerd. In het stedelijk gebied zijn er mogelijkheden voor deze zogenaamde multifunctionele doorbraakvrije dijken via het combineren met woon- en werkfuncties. Meervoudig ruimtegebruik in combinatie met verevening kan ervoor zorgen dat ook andere financieringsbronnen kunnen worden aangeboord voor de realisatie van doorbraakvrije dijken. In het stedelijk gebied zijn combinaties mogelijk met stedelijke herstructurering (Rotterdam) of met boulevardverbetering (Scheveningen). In het rivierengebied kan worden gedacht aan combinaties met wonen, recreatie en natuurontwikkeling (zie onder andere Klijn & Bos 2010; De Moel 2010).



Bron: Jacqueline van Eijk

De Scheveningenboulevard (in aanbouw) is een voorbeeld van een doorbraakvrije dijk in stedelijk gebied. De verhoogde en verbrede dijk wordt benut als boulevard met verschillende niveaus.

2.4 Bestuurlijke opgave

Inpassen van doorbraakvrije dijken en ruimtelijke sturing van het rivierengebied vergen tijd

Als het beperken van de slachtofferrisico's en van de gevolgen van overstromingen daadwerkelijk worden opgenomen in het waterveiligheidsbeleid, dan zullen de nadere inhoudelijke uitwerking, de bestuurlijke besluitvorming, en de communicatie over en implementatie van dit beleid de nodige tijd kosten. Gegeven de mogelijke veiligheidstoename enerzijds en de complexe opgave anderzijds, lijkt het gerechtvaardigd deze tijd te nemen in een zorgvuldig traject. Bij een geleidelijke invoering van de inzet van doorbraakvrije dijken in de veiligheidsstrategie, ligt het voor de hand om als eerste stap de meest risicovolle plekken aan te pakken (vergelijk figuur 2.1). Uit deze studie komt een belangrijke interactie naar voren tussen de keuze voor doorbraakvrije dijken en de noodzaak van ruimtelijke aanpassing van het stedelijk gebied gericht op het verminderen van de gevolgen van overstromingen. Dit vraagt om afstemming tussen de deelprogramma's Veiligheid en Nieuwbouw en Herstructurering binnen het Deltaprogramma, en om het ontwikkelen van gebiedsspecifieke veiligheidsstrategieën.

Verwacht mag worden dat een investeringsstrategie gebaseerd op een aangepast waterveiligheidsbeleid, ook een andere investeringsvraag gaat opleveren. In het uitwerkingstraject kan ook in beeld worden gebracht in hoeverre het wegwerken van de achterstand in de komende jaren kan worden gecombineerd met bijvoorbeeld de keuze voor het aanleggen van doorbraakvrije dijken op strategische locaties.

Integratie van het waterveiligheidsbeleid in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte?

In de nieuwe Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (I&M 2011) geeft het kabinet zijn visie op de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Een belangrijk onderwerp in die visie is de verdere decentralisatie en deregulering van het ruimtelijk beleid. De besluitvorming door het Rijk over waterveiligheid op basis van het Deltaprogramma is in 2014-2015 voorzien. In de Structuurvisie wordt gerefereerd aan klimaatverandering en is aangegeven dat beslissingen over de bescherming tegen hoog water en over de zoetwatervoorziening in het Deltaprogramma worden voorbereid. De mogelijke consequenties die kunnen voortvloeien uit een klimaatbestendige ontwikkeling worden in de Structuurvisie nog niet benoemd. Uit de voorgaande analyse komt naar voren dat bij een verdere decentralisatie en deregulering van het ruimtelijk beleid doorbraakvrije dijken als optie alleen maar interessanter worden, omdat er veel minder aansturing nodig is van aanpassingen in de ruimtelijke inrichting om de gevolgen van overstromingen te beperken. Een belangrijke opgave voor sturing van de ruimtelijke inrichting blijft dan beperkt tot het rivierengebied om de oplossingsruimte voor de verwerking van grotere rivierafvoeren op lange termijn te behouden.

Zoetwater- voorziening

- Ook in zeer droge jaren stroomt circa 80 procent van het zoete water dat door Nederland stroomt, via de Nieuwe Waterweg weg om de verzilting vanuit zee te bestrijden. Voor Nederland kan er in beginsel een belangrijke hoeveelheid extra water beschikbaar komen als de verziltingsbestrijding van de Nieuwe Waterweg met minder Rijnwater toe kan.
- Uitgaande van het huidige grondgebruik, lijkt de zoetwatervoorziening vanuit het IJsselmeergebied naar Noord-Nederland tot ongeveer 2050 voldoende. Met een beperkte extra peilfluctuatie van circa 30 centimeter kan naar verwachting in vrijwel alle gevallen worden voldaan aan de watervraag, ook in het meest droge KNMI-scenario (W+). Als de watervraag de komende decennia toeneemt, bijvoorbeeld vanuit de landbouw, dan komt de watervoorziening eerder onder druk te staan.
- Hoewel een landsdekkend beeld nog ontbreekt, wijzen beschikbare regiospecifieke studies uit dat de watervraag vanuit de regio's in laag-Nederland substantieel kan worden vermindert door optimalisatie van het waterbeheer, in combinatie met een flexibeler omgang van de zoutnormen. Hoogwaardige zoutgevoelige teelten, zoals de teelt in kassen, sierteelten en de tuinbouw, gaan al steeds meer over op een eigen zoetwatervoorziening, en worden daarmee losgekoppeld van het regionale watersysteem.
- Door de flexibiliteit te vergroten in zowel de watervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem als de watervraag vanuit de regio wordt Nederland minder gevoelig voor klimaatverandering. Een strategische afweging hierbij is de doelmatigheid van verziltingsbestrijding bij de Nieuwe Waterweg ten opzichte van de doelmatigheid van een grotere voorraadvorming in het IJsselmeergebied.
- Als de huidige situatie wat betreft de watervoorziening en waterverdeling blijft gehandhaafd, komt de opgave voor het vergroten van de klimaatbestendigheid en het faciliteren van een groeiende watervraag in de regio te liggen. Een dergelijke vraaggeoriënteerde benadering vergroot de druk op het optimaliseren van het waterbeheer en het efficiënt gebruik van het water.

- Als ervoor wordt gekozen de watervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem te vergroten, vermindert de druk op het efficiënt gebruik van water in de regio. Bij een dergelijke aanbodgeoriënteerde benadering liggen vragen voor als: waar, hoeveel en voor wie wordt het wateraanbod vergroot en hoe wordt dit gefinancierd?

3.1 Zoetwatervoorziening: vraag en aanbod

Klimaatverandering: het aanbod van zoet water neemt af, de vraag neemt toe

De opgave bij de zoetwatervoorziening is om in de zomers voldoende zoet water beschikbaar te hebben. Hoewel nog omgeven met onzekerheden, is de verwachting dat er door klimaatverandering in de zomers vaker drogere periodes zullen voorkomen. Dit heeft consequenties voor gebruikers van zoet water: het aanbod neemt af, en de vraag neemt toe. In het landelijk gebied zijn de landbouw en de natuur de belangrijkste watervragers. Veranderingen in de watervraag vanuit het landelijk gebied zullen dan ook vooral voortvloeien uit veranderingen in landbouw en natuur. De binnenscheepvaart vraagt een bepaalde waterdiepte en is daarmee een belangrijke vrager van rivierwater. In periodes met lage rivierafvoeren wordt de beladingsgraad van de binnenscheepvaart beperkt, wat consequenties kan hebben voor de concurrentiepositie van de binnenscheepvaart ten opzichte van rail- en wegvervoer.

Een groot deel van het water in Nederland wordt via de rivieren aangevoerd. Rijn en Maas leveren ongeveer 70 procent van de jaarlijkse totale hoeveelheid water, neerslag ongeveer 30 procent. Deze verdeling geldt zowel voor gemiddelde jaren als extreem droge jaren. Uiteindelijk wordt maar een beperkt deel van het water gebruikt, variërend van minder dan 5 procent in een gemiddeld jaar tot bijna 15 procent in een droog jaar. In de zomerperiode is er een neerslagtekort en is de aanvoer van water via de rivieren de belangrijkste bron. Het grootste deel van het water dat (via de Rijn) binnenkomt, stroomt – ook in extreem droge jaren – weg via de Nieuwe Waterweg ter bestrijding van de verzilting vanuit zee (figuur 3.1). Via het regionale watersysteem wordt in de zomerperiode een groot deel van Nederland voorzien van water vanuit de rijkswateren (figuur 3.1). Verreweg het grootste deel van dit water wordt gebruikt voor peilbeheer, het doorspoelen om verzilting te bestrijden en het beheer van de waterkwaliteit. Het directe gebruik in de landbouw voor irrigatie en drenking is op het totaal beperkt.

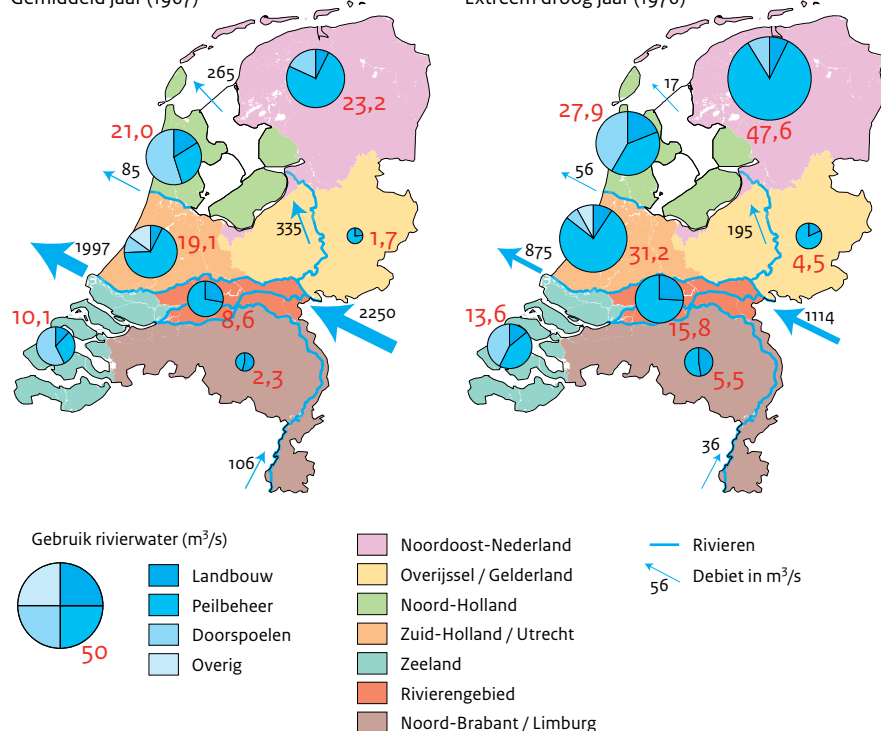
Er zijn grote verschillen in de wateraanvoer naar de verschillende regio's in Nederland. Delen van de hogere zandgronden in het oosten en zuiden van het land en delen van de zuidwestelijke delta (Zeeuwse en Hollandse eilanden) waar geen wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem is, zijn geheel afhankelijk van neerslag en de aanwezige grondwater- en oppervlaktewatervoorraden. De watervoorziening in het noorden van Nederland is te kenschetsen als een situatie met een groot voorraadbekken (IJssel- en Markermeer) en een geringe wateraanvoer (de IJssel), en het westen van Nederland als een situatie met een geringe zoetwatervoorraad (Haringvliet, Volkerak-Zoommeer), maar met een grote zoetwateraanvoer (de Rijn).

Figuur 3.1

Verdeling en gebruik van rivierwater

Gemiddeld jaar (1967)

Extreem droog jaar (1976)



Bron: Deltares

Onderscheiden zijn gebieden zonder aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem, het noorden met een groot zoetwaterbekken en kleine aanvoer en het westen met een grote aanvoer en een klein zoetwaterbekken.

De toekomstige watervraag is afhankelijk van de snelheid van klimaatverandering en de ontwikkeling van de watervraag

Uitgaande van *het huidige grondgebruik* kunnen rond 2050 knelpunten in de zoetwatervoorziening optreden als het droge W+-scenario van het KNMI werkelijkheid wordt (Klijn et al. 2010). Als echter – onafhankelijk van de klimaatverandering – het watergebruik in de komende decennia toeneemt, dan kan in drie van de vier KNMI-scenario's al eerder dan 2050 een watertekort optreden (Deltaprogramma 2011; Waterdienst 2011). De onzekerheden in ogenschouw nemend, lijkt het daarmee aannemelijk dat de watervraag in de komende decennia vooral zal worden bepaald door ontwikkelingen in de watervragende functies en minder door klimaatverandering. De vraag ligt daarmee voor of en in hoeverre de watervoorziening in de komende decennia moet worden uitgebreid, enerzijds voor het afdekken van eventuele klimaatrisico's,

anderzijds voor het faciliteren van een toenemende watervraag gekoppeld aan nieuwe economische activiteiten in bijvoorbeeld de landbouw.

De toekomstige waterbeschikbaarheid kan worden gestuurd via het wateraanbod uit het hoofdwatersysteem en via de watervraag vanuit de regio's. Op hoofdlijnen kunnen inhoudelijk de volgende beleidsopties worden onderscheiden:

1. *Het beperken van de regionale watervraag.* Het huidige niveau van de watervoorziening en de huidige waterverdeling over het hoofdwatersysteem blijven ongewijzigd. Dit betekent dat de opgave primair bij de regio's en watervragende sectoren komt te liggen wanneer als gevolg van klimaatverandering de watervraag of het watertekort toeneemt (zie verder paragraaf 3.2). De uitbreiding van de watervraag voor nieuwe economische activiteiten is dan beperkt.
2. *Het beperkt vergroten van het wateraanbod om klimaatrisico's te verkleinen.* Het niveau van het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem wordt vergroot, primair om de onzekere risico's bij klimaatverandering en droogte te kunnen pareren. Het is aan de regio's om deze extra ruimte te benutten voor extra watervragende functies of het beheersen van de klimaatrisico's (zie verder paragraaf 3.3).
3. *Het benutten van het aanwezige potentieel: structurele uitbreiding van het wateraanbod uit het hoofdwatersysteem.* Het niveau van de watervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem wordt in de zomerperiode sterk vergroot, waardoor er veel meer zoet water beschikbaar komt en er de komende decennia ruim voldoende water is voor economische activiteiten en het opvangen van eventuele effecten van een vérgaand ongunstige klimaatverandering. Ook kan worden overwogen om de watervoorziening uit te breiden naar gebieden die nu nog niet van water worden voorzien (zie figuur 3.1; zie verder paragraaf 3.3).

3.2 Opties voor het aanpassen van de watervraag

In optie 1 (het beperken van de regionale watervraag) komt de opgave voor het opvangen van een toenemende watervraag en de effecten van klimaatverandering primair bij de regio en de sectoren te liggen. Belangrijke watervragende functies in het landelijk gebied zijn daarbij vooral de landbouw en natuur. Verreweg het meeste water in het landelijk gebied wordt gebruikt voor doorspoelen en peilbeheer ten behoeve van landbouwkundig gebruik (vergelijk figuur 3.1). Maar ook veengebieden, stedelijk gebied en infrastructuur vragen water voor peilbeheer en het doorspoelen van stedelijk water. Het directe gebruik van water voor irrigatie in de landbouw is gering en omvat slechts 5 procent van het totale ingelaten water (Klijn et al. 2010; Passchier et al. 2009; Velstra et al. 2009; zie ook figuur 3.1). Dit betekent dat een besparing op het directe gebruik in de landbouw maar een kleine bijdrage kan leveren aan de mogelijke reductie van de watervraag.

In hoog-Nederland – waar geen water van buitenaf wordt aangevoerd – is dit echter één van de belangrijkste opties (zie het tekstkader 'Watervoorzieningsstrategie in hoog-Nederland: provincie Noord-Brabant').

Watervoorzieningsstrategie in hoog-Nederland: provincie Noord-Brabant

De provincie Noord-Brabant hanteert in het *Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015* (Provincie Noord-Brabant 2010) voor een duurzame watervoorziening voor de landbouw een rangorde in maatregelen. Daarin krijgen waterbesparing en betere benutting van gebiedseigen water de voorkeur boven de aanvoer van oppervlaktewater en het onttrekken van grondwater. De provincie onderzoekt in hoeverre bergingsbassins zijn te combineren met de toepassing van peilgestuurde drainagesystemen, naast extra berging in de bodem door bijvoorbeeld het realiseren van ‘zoetwaterbellen’ in het zeekleigebied. In het zuidwestelijk deel van het Brabantse zeekleigebied wordt een project voorbereid om op deze wijze gebruik te maken van kwelwater dat opwelt aan de voet van de Brabantse Wal en dat nu ongebruikt afvloeit naar de Westerschelde. Naast waterconservering is het doel beter en meer gebruik te maken van gezuiverd afvalwater in de precisielandbouw door het optimaal toedienen van vocht aan gewassen via geavanceerde technieken voor het voorspellen van vochttekorten. De grondwateronttrekking wordt beperkt tot de huidige onttrekking. Waarneming op afstand (via satellieten en andere hulpmiddelen) en precisielandbouw kunnen hierbij een belangrijke rol spelen. De landbouwsector zelf ziet mogelijkheden om met deze nieuwe technieken effectiever te beregenen en daarmee de hoeveelheid benodigd grondwater te verminderen. Daarmee zal ruimte ontstaan voor startende ondernemers en intensieve teelten als tuinbouw en boomteelt. Uitbreiding van de wateraanvoer via beken met de functie waternatuur is niet aan de orde, tenzij de wateraanvoer is gericht op het verbeteren van de natuurwaarden in deze gebieden of wanneer deze past in een integrale aanpak van de problemen, zoals bij de Groote Peel.

In laag-Nederland is de grootste ‘winst’ te behalen met een reductie van de watervraag, als de hoeveelheid water voor doorspoelen en peilbeheer kan worden beperkt.

De watervraag vanuit het regionale systeem kan op verschillende manieren worden teruggebracht, namelijk door:

- geen extra water inlaten en het accepteren van of verzekeren tegen de gevolgen van extreme weerssituaties;
- het vergroten van de watervoorraden en vasthouden van water in de regionale watersystemen van hoog- en laag-Nederland;
- het optimaliseren van het waterbeheer en het beperken van de hoeveelheid water voor doorspoelen en peilbeheer;
- het aanpassen of optimaliseren van het landgebruik of de teeltkeuze aan de watercondities.

Acceptatie van droogte- en verziltingsschade lijkt vooral reëel bij een beperkte klimaatverandering

De eerste optie is om de verziltings- en droogteschade te accepteren. De berekende jaarlijkse verziltingsschade en verdrogingschade in de landbouw bedraagt gemiddeld momenteel ongeveer 29 miljoen respectievelijk 350 miljoen euro per jaar. Deze schades kunnen bij het droogste KNMI-scenario (W+) oplopen tot 49 miljoen respectievelijk 650 miljoen euro per jaar in 2050. In de andere klimaatscenario's liggen de verwachte schades substantieel lager. Verziltingsschade is er vooral in laag-Nederland; de droogteschade is ongeveer gelijk verdeeld over hoog- en laag-Nederland (Klijn et al. 2010). In de grondgebonden landbouw echter, kan de berekende schadelast plaatselijk oplopen tot 30-40 procent van de potentiële opbrengst. In extreem droge jaren is de berekende droogteschade uiteraard substantieel hoger dan de gemiddelde waarde, en in de huidige situatie komt deze uit op ruim 2 miljard euro; in het droogste W+-scenario komen daar nog enkele honderden miljoenen bij (Klijn et al. 2010).

In vergelijking met de economische omvang van de landbouw (in 2009 ongeveer 15 miljard euro, exclusief de hokdieren en veeteeltcombinaties), komt de berekende schade in een gemiddeld jaar bij het huidige klimaat overeen met 1,9 procent van de economische omvang, en in een W+-scenario met 4,7 procent. In extreem droge jaren komt de berekende schade op respectievelijk 12,5 en 16,3 procent. Ook de – vooral verdrogingsgevoelige – natuur kan aanzienlijke schade oplopen door droogte en verzilting, wat consequenties kan hebben voor het voldoen aan internationale verplichtingen (PBL 2011c).

De berekende schades zijn *theoretisch* mogelijke schades. In de praktijk is er marktwerking en prijselasticiteit en kunnen minder goede oogsten worden gecompenseerd door hogere prijzen. Regionaal kunnen er echter grote verschillen optreden. De berekende potentiële schade als gevolg van klimaatverandering is daarom niet een-op-een te beschouwen als economische schade voor de landbouw. Wel geven deze cijfers aan dat de productieomstandigheden minder gunstig kunnen worden. De acceptatie van droogteschade zal sterk afhangen van het klimaatscenario en van de uiteindelijke daadwerkelijk geleden economische schade. Deze optie lijkt daarom vooral reëel bij een beperkte klimaatverandering en beperkte kans op grote schades. Daarnaast is het sinds 2010 voor akkerbouwers en vollegrondsgroentelers, boomkwekers, bloembollentelers en fruittelers mogelijk om een verzekering af te sluiten tegen de gevolgen van extreme weersituaties. Extreme regenval en extreme droogte vallen ook onder de verzekering; de overheid draagt tot 50 procent bij in de kosten van de premie.

Een sterke vergroting van de watervoorraden in de regio is veelal niet kosteneffectief

De watervoorraad in het regionale systeem kan worden vergroot door de aanleg van extra zoetwaterbekkens en door het verhogen van de grondwaterstanden in de winter. Lokale waterberging in de vorm van kleine waterplassen of bekkens is alleen rendabel in combinatie met intensieve teelten, zoals de teelt in kassen, de sierteelten en tuinbouw. Zelfvoorziening met grote waterplassen brengt in de huidige situatie circa 6 tot 8

procent aan ruimtebeslag met zich. Bij extreme klimaatverandering (W+-scenario) kan dat oplopen tot 11 à 13 procent. De kosten per kubieke meter water komen daarmee in de buurt van drinkwaterprijzen. Nieuwe plassen van enige omvang zijn in feite alleen te financieren als deze worden gecombineerd met woningbouw en de ontwikkeling van economische activiteiten (vooral recreatie) (Van Bakel et al. 2010; Querner et al. 2011).

Het Hoogheemraadschap van Rijnland (2008) komt in een studie naar de meest kosteneffectieve maatregelen voor zijn beheergebied tot de conclusie dat vooralsnog acceptatie van de droogte- en verziltingsschade het meest kosteneffectief is. De benodigde investeringen om extra water via het regionale watersysteem aan te voeren – hetzij vanuit het Markermeer, hetzij vanuit de Hollandse IJssel – wegen niet op tegen de verminderde schades in de landbouw en lijken daarmee niet kosteneffectief. Ook meer water vasthouden in de regionale watersystemen is geen interessante weg: de hoeveelheid water die in het grondwater kan worden geborgen is beperkt, omdat de kans op natschade door de hogere grondwaterpeilen dan hoger zou worden dan de kans op droogteschade.

Van Beek et al. (2008) hebben de kosten van het grootschalig vasthouden van water door verhoging van grondwaterpeilen indicatief geschat. Afhankelijk van de precieze maatregelen (stuwtjes, slootbodempluiging, en dergelijke) en de locatie waar deze worden genomen, variëren de geschatte kosten van 12 tot 163 miljoen euro per jaar. Daartegenover staat een verwachte afname van de schade in de landbouw van circa 12 miljoen euro per jaar. Dat lijkt weinig rendabel (Van Beek et al. 2008; vergelijk Van der Gaast & Massop 2007; Klijn et al. 2010; Kragt 2006). Ook een herstel van de historische beekhydrologie in hoog-Nederland, waarbij de piekafvoer wordt gedempt en het water vastgehouden, maakt reguliere landbouw vrijwel onmogelijk vanwege de hoge grondwaterstanden en veelvuldig voorkomende waterberging op het maaiveld.

Reductie van de watervraag door het optimaliseren van waterbeheer is een ‘geen spijt-optie’

Voor het regionale waterbeheer zijn er geen gedetailleerde waterbalansen beschikbaar van de verschillende beheergebieden. Dit betekent dat er maar beperkt inzicht is in de hoeveelheid water die vanuit het hoofdwatersysteem wordt ingelaten in de regionale wateren of die juist wordt uitgeslagen vanuit het regionale systeem op het hoofdwatersysteem (Klijn et al. 2010).

Hoewel een landsdekkend overzicht van de mogelijkheden nog ontbreekt, lijkt recent onderzoek in verschillende gebieden van laag-Nederland uit te wijzen dat er nog veel mogelijkheden zijn om de watervraag te verminderen (tabel 3.1). Het verminderen van die vraag heeft daarbij vooral te maken met de watervraag gekoppeld aan zoutnormen. Hoogwaardige zoutgevoelige teelten, zoals de teelt in kassen, de sierteelten en tuinbouw, gaan vanwege de benodigde waterkwaliteit al steeds meer over op een eigen watervoorziening en raken zo wat betreft de watervraag losgekoppeld van het regionale watersysteem. Deze mogelijkheid is economisch niet haalbaar voor de grootschaliger grondgebonden akkerbouw. De meeste akkerbouwgewassen zijn echter zouttoleranter

Tabel 3.1

Onderzoek naar optimalisatiemogelijkheden regionaal waterbeheer en zoetwatergebruik in de landbouw.

Bron	Onderzoeksgebied	Aard onderzoek	Mogelijke reductie watervraag
Lobbrecht (1997)	Delfland	Optimalisatie waterinlaat	50 procent
Van Kruiningen et al. (2004)	Noord-Holland	Wateropgave: effect zoutnormen oppervlaktewater >> klimaatverandering	>80 procent
Ten Voorde (2004)	Hollands Noorderkwartier	Optimalisatie waterinlaat	50 procent
Veltstra et al. (2010)	Hollands Noorderkwartier	Optimalisatie waterinlaat	50 procent
Van Bakel et al. (2010, 2011); Veltstra et al. (2009)	Nederland	Toelaatbare chlorideconcentraties in oppervlaktewater	90 procent
Turlings (2007)	Haarlemmermeer	Effecten stoppen doorspoelen	>50 procent
Klomp (2010); Veltstra et al. (2009)	Nederland	Extra waterberging in zoetwaterlenzen	>50 procent
Van Bakel & Stuyt (2011), Stuyt (2006)	Nederland	Zouttolerantie gewassen bodemvocht (precisielandbouw)	>50 procent
Balendonck (2011)	Nederland en internationaal	Optimalisatie landbouwwatergebruik bodemvocht (precisielandbouw)	10-60 procent

dan de hoogwaardige teelten (Van Bakel et al. 2010; Stuyt 2006; Velstra et al. 2009). Uit onderzoek blijkt bovendien dat het tijdelijk oplopen van de zoutgehaltes in het oppervlaktewater geen groot probleem is, omdat het zout nauwelijks de bodem indringt (Velstra et al. 2009). De graslanden die een groot deel van laag-Nederland beslaan, zijn weinig gevoelig voor hogere zoutgehaltes. Door optimalisatie van het waterbeheer in relatie tot zoutgehaltes, kan zo de watervraag in droge tijden met tientallen procenten worden teruggedrongen zonder schadelijke verhoging van de zoutgehaltes, zelfs in een extreem droog jaar als 2003 (Acacia Water 2009; Lobbrecht 1997; Velstra et al. 2010; Ten Voorde 2004) (tabel 3.1).

Op de Zeeuwse en Hollandse eilanden kan de invloed van zout grondwater in de wortelzone door een ander drainage- en waterpeilbeleid worden verminderd en kan de opbouw van de zoetwaterlenzen (zoet regenwater dat door een lagere soortelijke massa drijft op het diepere zoute grondwater) in de winter worden vergroot (Stuyt 2006). De mogelijkheden voor de optimalisatie van het waterbeheer en het efficiënter omgaan met water in de regionale watersystemen vragen nader onderzoek in de verschillende

delen van Nederland. Als in droge zomers inderdaad een substantiële reductie van de watervraag mogelijk is tegen lage kosten en zonder (of geringe) negatieve bijeffecten, dan lijkt deze optie een belangrijke geen spijt-maatregel waarmee de kwetsbaarheid van Nederland voor klimaatverandering belangrijk kan worden verminderd.

Aanpassing van de teeltkeuze: de markt blijft naar verwachting bepalend

In de huidige situatie blijkt de gewaskeuze nog weinig te zijn afgestemd op de waterbeschikbaarheid (Acacia Water 2009; Van Bakel et al. 2010; Klijn et al. 2010; Stuyt 2006). Blijkbaar wordt de zoetwatervoorziening nog niet als zwaarwegend probleem ervaren, en zijn de mogelijke risico's op verziltings- of verdrogingsschade weinig sturend (Kennis voor Klimaat 2009; Klijn et al. 2010; Stuyt 2006).

Figuur 3.2 laat zien dat er binnen de verschillende beheergebieden van de waterschappen substantiële verschillen in zoutnormen worden gehanteerd, en dat de ruimtelijke verdeling van de zoutgevoelige gewassen niet als vanzelfsprekend samenvalt met de gehanteerde zoutnormen. Volgens berekeningen van Kruiningen et al. (2004) vallen de verschillen in de watervraag tussen de uiteenlopende karakteristieke droogtejaren in het niet bij de verschillen in de watervraag gekoppeld aan de uiteenlopende zoutnormen. Een optimale afstemming tussen zouttolerantie van gewassen en zoutnormen kan dan ook substantieel bijdragen aan het verminderen van de watervraag. In de hoogwaardige landbouw (kassen, sierteelten, tuinbouw), waar de benodigde investeringen kunnen worden opgebracht, schakelen bedrijven nu al steeds meer over op het aanleggen van eigen watervoorraden, om zo onafhankelijk te worden van de kwaliteit van het regionale oppervlaktewater. De zoutnormen hoeven dan steeds minder op deze meest zoutgevoelige gewassen te worden afgestemd. De teeltkeuze wordt echter vooral bepaald door de markt en vooralsnog vrijwel niet door de waterbeschikbaarheid. Verwacht mag worden dat de dominantie van de markt in de teeltkeuze pas minder wordt als de landbouw met extreme klimaatverandering te maken krijgt en de jaarlijkse risico's op droogte- en verziltingsschade te groot worden.

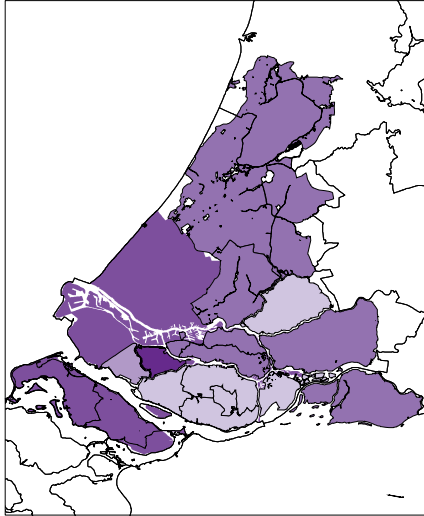
Grote regionale verschillen vragen om maatwerk

Binnen Nederland zijn er grote verschillen in landbouwtypen, internationale concurrentiekracht en de relatie tussen de watervraag en het stedelijk gebied. De opties om de watervraag vanuit het landelijk gebied te veranderen, hangen dan ook samen met de toekomstige ontwikkeling van de landbouw en de regionale herijking van de balans tussen landbouw, landschap en natuur. De vraag is of de landbouw in alle gebieden sturend blijft voor het waterbeheer, of dat er in sommige gebieden – namelijk waar de omstandigheden voor de landbouw minder gunstig zijn (veengebieden, zandgronden), de vraag naar landschappelijke kwaliteit groot is en de mogelijkheden voor natuurontwikkeling gunstig zijn – meer ruimte komt voor aanpassing van het waterbeheer en de watervraag vermindert (zie hoofdstuk 4). De grote regionale verschillen vragen dus maatwerk als het gaat om het verminderen van de kwetsbaarheid wat betreft de beschikbaarheid van zoet water. De gekozen maatregelen zullen daarbij in belangrijke mate worden bepaald door de eventuele veranderingen in de wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem.

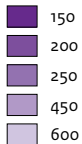
Figuur 3.2

Zoutnormen en zouttolerantie in Zuid-Holland

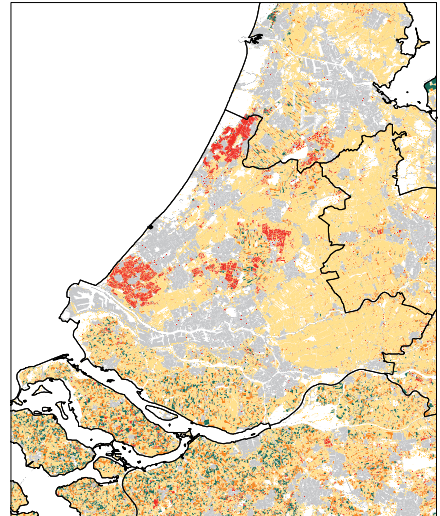
Zoutnorm inlaatwater



Chloridegrens inlaatwater (mg/l)

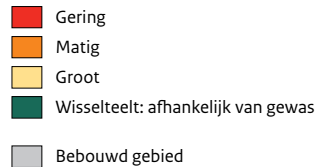


Zouttolerantie landbouwgewassen



Zouttolerantie

0 10 20 km



Bron: NHI (2010); Roest et al. (2004)

Het bijstellen van zoutgrenzen in regionale watersystemen en het verder aanpassen van zoutgevoelige teelten zijn mogelijk belangrijke opties om de watervraag vanuit het regionale systeem te verminderen, oplopend tot 40 à 50 procent reductie.

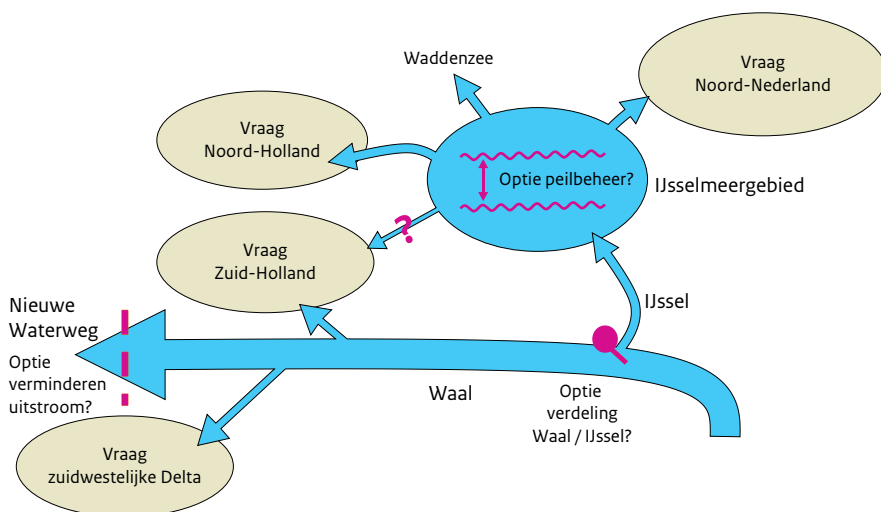
3.3 Opties voor het vergroten van het wateraanbod

Twee belangrijke mogelijkheden om het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem te vergroten, zijn:

- het vergroten van de bruikbare watervoorraad in het IJsselmeergebied en/of in de zuidwestelijke delta;
- het vergroten van de waterbeschikbaarheid in het rivierengebied door een effectievere zoutbestrijding vanuit zee bij de Nieuwe Waterweg; hierdoor kan meer zoet water beschikbaar komen in het gehele bevoorradingsgebied van de Rijn.

Figuur 3.3

Bovenregionale analyse van zoet water



Bron: PBL

Twee belangrijke mogelijkheden om de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem te vergroten, zijn het verminderen van de uitstroom van zoet water bij de Nieuwe Waterweg of het vergroten van de peilfluctuatie in het IJsselmeergebied. Wanneer er veel water bij de Nieuwe Waterweg kan worden gewonnen, kan (in droge tijden) worden overwogen de waterverdeling tussen de Waal en IJssel aan te passen en zo ook het IJsselmeergebied van meer water te voorzien.

De in paragraaf 3.1 genoemde opties wat betreft het wateraanbod zijn gericht op het beperken van klimaatrisico's (optie 2) en het faciliteren van watervragende functies door het benutten aanwezig potentieel: structurele uitbreiding van het wateraanbod vanuit hoofdwatersysteem (optie 3). Beide opties hebben tot doel het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem te vergroten, waarbij het primair gaat om het benutten van meer IJsselmeerwater door een grotere peilfluctuatie in te stellen, of door het verminderen van de hoeveelheid water die nodig is voor de verziltingsbestrijding bij de Nieuwe Waterweg (figuur 3.3).

Ter toelichting: een peilfluctuatie van 1 meter in het IJsselmeer komt overeen met een extra waterleverantie van circa 70 kubieke meter per seconde gedurende een zomerhalfjaar, ofwel bijna 10 procent van de zoetwaterstroom via de Nieuwe Waterweg in een extreem droog jaar (vergelijk figuur 3.1). Gegeven de nog grote onzekerheden kan eerst worden overwogen om met geringe ingrepen en tegen lage kosten de beschikbaarheid van water te vergroten (optie 2), of te investeren in structureel meer water, uit voorzorg of met het doel maximale ruimte te scheppen voor economische activiteiten (optie 3). Onvoldoende bekend is nog wat de mogelijkheden en kosten zijn

Tabel 3.2

Indicatie van de toekomstige aanbod-vraagratio in 2050 voor het IJsselmeergebied

	Eenheid	Huidige situatie	15 cm extra peilfluctuatie	30 cm extra peilfluctuatie
Peilfluctuatie in de zomer	Centimeter	20	35	50
Gemiddelde jaarlijkse aanbod/vraag (W+-2050)	Dekkings-percentage	97,7	98,3	98,2
Aanbod/vraag in extreem droog jaar (W+-2050)	Dekkings-percentage	72	78	85

Bron: Meijer et al. (2010)

om de verziltingsbestrijding bij de Nieuwe Waterweg effectiever te maken. Gezien de potenties van deze maatregel en de mogelijk geringe neveneffecten is dit een serieuze optie om te beschouwen.

Watervoorraad in het IJsselmeergebied schiet tekort in het meest droge scenario

Onduidelijk is nog of het vergroten van de bruikbare watervoorraad in het IJsselmeergebied, hetzij door peilopzet, hetzij door ‘uitzakken’ (meer water eruit pompen bij extreme droogte), de komende decennia echt nodig zal zijn. De oriënterende studies die tot nu toe zijn uitgevoerd (Klijn et al. 2010), lijken uit te wijzen dat er, uitgaande van het huidige landgebruik en het droogste scenario, in gemiddelde jaren tot circa 2050 in meer dan 95 procent van de jaren voldoende water beschikbaar is om aan de vraag te voldoen (tabel 3.2). In een extreem droog jaar treden op basis van het huidige grondgebruik in het W+-scenario in 2050 (zie bijlage, tabel B1 en B2) wel duidelijk tekorten op. Bij een beperkte extra peilfluctuatie van 30 centimeter neemt het aanbod in het W+-scenario al substantieel toe, maar blijven er risico's op watertekorten (tabel 3.2). Als de watervraag in het noorden echter toeneemt, door een groter watergebruik in de landbouw of door andere vormen van grondgebruik, dan kan in het droogste KNMI-scenario ook al vóór 2050 meer water nodig zijn (Deltaprogramma 2011). De onzekerheden in ogenschouw nemend, kan worden geconcludeerd dat de ontwikkelingen in het watergebruik in het voorzieningsgebied van het IJsselmeer in de komende decennia bepalender zullen zijn voor de watervraag dan de verwachte klimaatveranderingen.

Gegeven de onzekerheden kan worden overwogen om een beperkte extra peilfluctuatie mogelijk te maken, zoals nu met het voorlopige peilbesluit wordt beoogd om 30 centimeter extra peilfluctuatie mogelijk te maken. De kosten hiervan lijken beperkt, maar hierbij speelt ook de afweging met de mogelijk negatieve effecten op de buitendijkse natuur, de recreatiegebieden en de scheepvaart (Meijer et al. 2010).

Bij een veel grotere peilfluctuatie komt uiteraard meer water beschikbaar, maar gaan ook de kosten flink oplopen. Zo vraagt een extra peilopzet van 1 meter, conform het advies van de commissie-Veerman, een investering van ongeveer 4,4 tot 6,5 miljard euro; het incidenteel laten uitzakken van het IJsselmeer kost aanzienlijk minder en vraagt naar schatting 1 miljard euro (Van Beek et al. 2008). De vraag is wanneer dergelijk grote investeringen kosteneffectief zijn. Klijn et al. (2010) concluderen dat grootschalige ingrepen en een grote peilopzet van 1 meter voorlopig niet kosteneffectief zijn: de kosten wegen niet op tegen de vermeden landbouwschades. Als deze oplossingsruimte echter voor komende generaties in het IJsselmeergebied behouden moet blijven, dan moeten buitendijkse ontwikkelingen die op termijn eventuele peilfluctuaties beperken, in de komende decennia worden voorkomen.

Los van de watervoorziening speelt voor het IJsselmeer ook de vraag tot wanneer onder vrij verval kan worden gespuid op de Waddenzee. Er liggen nu al plannen om de huidige spuicapaciteit in de Afsluitdijk te verdubbelen, waarbij tot 2050 rekening wordt gehouden met een zeespiegelstijging van 25 centimeter. Dit is tweemaal zo snel als nu het geval is (DHW & Arcadis 2010; Rijkswaterstaat et al. 2009; VenW 2009), en daarmee lijkt de spuicapaciteit tot 2050 voldoende robuust vastgesteld. Recent onderzoek van het Centraal Planbureau geeft echter aan dat de inzet van pompen vanaf 2020 een gunstig alternatief kan zijn voor het waterpeilbeheer, omdat de goede beheersbaarheid van het waterpeil in het IJsselmeer door de inzet van pompen ook bijdraagt aan het verminderen van de overstromingsrisico's in de omliggende gebieden. In vervolgonderzoek zullen de verschillende spui- en pompalternatieven nader worden uitgewerkt en vergeleken (Grevers & Zwaneveld 2011).

Vergroting van de aanvoer via de IJssel: een interessant alternatief?

Een alternatief voor de lange termijn dat het onderzoeken waard lijkt, is om via de IJssel meer water naar het noorden aan te voeren, alleen in extreem droge tijden of structureel, hoewel het laatste ook belangrijke consequenties heeft voor de hoogwaterafvoeren. Ook in droge tijden is er nog relatief veel rivierwater voorhanden (figuur 3.1), en met een beperkte hoeveelheid extra water naar het noorden kan de watervraag rond het IJsselmeer worden afgedekt. Deze optie vraagt extra water vanuit de Rijn en een aangepaste (of flexibele) waterverdeling tussen IJssel en Waal, en heeft als consequentie dat er minder water voor de Waal (scheepvaart) en voor de zoutbestrijding via de Nieuwe Waterweg beschikbaar is. Deze optie hangt dan ook sterk af van de mogelijkheden om bij de Nieuwe Waterweg de verziltingsbestrijding effectiever in te richten (zie optie Nieuwe Waterweg hierna). Voordeel van deze optie lijkt dat er infrastructureel vrijwel niets aan het IJsselmeer hoeft te gebeuren. De ingrepen zitten dan vooral in de Nieuwe Waterweg en de aanpassing van de waterverdeling.

Zuidwest-Nederland: ontwikkeling van de waterkwaliteit in zoetwaterbekkens is beperkend

Het westen van Nederland heeft te maken met verzilting via het grondwater. Door de drooglegging van voorheen grote meren in het westen zijn diepgelegen droogmakerijen ontstaan, en juist in deze gebieden dringt het zoute grondwater binnen. Vanuit de Hollandse IJssel wordt bij Gouda zoet water ingelaten voor het peilbeheer en de verziltingsbestrijding in de regionale wateren. In de toekomst zullen er als gevolg van zeespiegelstijging en meer droge periodes vaker ongunstige situaties voorkomen. Bij de klimaatscenario's G+ of W+ (zie bijlage, tabel B1 en B2) is de inlaat vanuit de Hollandse IJssel bij Gouda in 2025 al niet meer bedrijfszeker door de toenemende verzilting vanuit zee (Klijn et al. 2010). De Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden hebben van oudsher een geringe hoeveelheid zoet water ter beschikking. Na de uitvoering van de deltawerken, het afsluiten van het Haringvliet en het verzoeten van het Volkerak-Zoommeer zijn er echter grote (maar in vergelijking met het IJsselmeer kleine) zoetwaterbekkens ontstaan die worden gebruikt voor de zoetwatervoorziening.

De door de afsluiting van de rivierarmen ontstane stilstaande zoute en zoete wateren, zoals de Grevelingen (zout) en het Volkerak-Zoommeer (zoet), hebben echter te maken met een achteruitgang van de waterkwaliteit en daarmee ook de ecologische kwaliteit. Als gevolg van vaak optredende blauwalgenbloei in het Volkerak-Zoommeer is de waterkwaliteit dikwijls onvoldoende voor gebruik in de landbouw, en bij een verdere temperatuurstijging mag worden verwacht dat de risico's op (blauw)algenbloei alleen maar toenemen (zie verder hoofdstuk 4). Overwogen wordt nu om de Grevelingen weer meer in open verbinding met de zee te stellen en het Volkerak-Zoommeer weer te verzilten (VenW 2009). Dit kan betekenen dat de beschikbaarheid van zoet water afneemt. Uitbreiding van de zoetwatervoorraad in het zuidwesten van Nederland lijkt daarom vanuit waterkwaliteitsoogpunt niet voor de hand te liggen. Gekoppeld aan het Kierbesluit zullen innamepunten voor landbouw en drinkwater verder naar het oosten worden gelegd.

De Nieuwe Waterweg: is een effectievere verziltingsbestrijding mogelijk?

Via de Rijn en de Nieuwe Waterweg is in beginsel een grote zoetwaterstroom beschikbaar: ook in droge jaren gaat ruim 800 kubieke meter per seconde aan zoet water via de Nieuwe Waterweg naar zee (figuur 3.1). Als de verziltingsbestrijding met slechts een deel van deze zoetwaterstroom toekan, kan de verziltingsproblematiek van de inname bij Gouda in beginsel worden opgelost en kan er zo voldoende zoet water beschikbaar komen voor het westen en zuidwesten van Nederland. Mogelijke varianten om zoutindringing te verminderen, zijn het getrapt ondieper maken van de Nieuwe Waterweg (nu tot in Rotterdam meer dan 20 meter diep), het plaatsen van kribben (permanent of tijdelijk), tijdelijk gedeeltelijk afsluiten, en het aanleggen van onderwaterdrempels of luchtbelchermen. Er is echter nog weinig bekend over de daadwerkelijke effecten van deze maatregelen op de indringing van de zouttong (Van Beek et al. 2008).



Bron: Rijkswaterstaat

Het waterbeheer rondom de Nieuwe Waterweg kan mogelijk een sleutelrol vervullen in de zoetwaterbeschikbaarheid in Nederland. Als de verziltingsbestrijding vanuit zee met minder water toekan, komt mogelijk een substantiële hoeveelheid extra zoet water beschikbaar.

Bij een substantiële vermindering van de hoeveelheid zoet water voor verziltingsbestrijding, kan meer zoet water voor het gehele watervoorzieningsgebied van de Rijn beschikbaar komen (Klijn et al. 2010). Afhankelijk van de hoeveelheid water die beschikbaar kan komen, is zo in zeer droge zomers ook een grotere wateraanvoer via de IJssel naar het IJsselmeer mogelijk (zie hiervoor).

Mocht meer water vanuit de Rijn beschikbaar komen, dan moet dit water ook nog de watervragende regio's kunnen bereiken. Hiervoor zijn ten opzichte van de huidige situatie mogelijk extra investeringen nodig. Extra aanvoer via het bestaande regionale watersysteem is waarschijnlijk inefficiënt, omdat zoet water vanuit de Rijn dan wordt gemengd met zilt water. Er is dan relatief veel zoet water nodig om de verzilting terug te dringen. Ook gebruikmaken van bestaande systemen is niet altijd eenvoudig, zoals bleek bij de grootschalige maatregelen in het droge jaar 2003 toen vanuit het Markermeer via de Tolhuisroute zoet water naar Zuid-Holland werd aangevoerd (Van Beek et al. 2008). Naast relatief hoge kosten (een half miljoen euro; VenW 2004b), had dit ook consequenties voor de scheepvaart en mogelijk voor de veiligheid (hogere waterstanden).

Een alternatief is aanvoer via een gescheiden oppervlaktewatersysteem, maar dit vraagt een grote investering en betekent een forse landschappelijke ingreep (Klijn et al. 2010). Ten slotte kan ook via pijpleidingen gericht water worden aangevoerd (Klijn et al. 2010). Deels gebeurt dit al. Zo heeft drinkwaterbedrijf Evides een pijpleiding aangelegd vanuit de Biesbosch naar Zuid-Beveland. De leiding wordt privaat beheerd. Boeren betalen hierdoor een hoger bedrag van 50 eurocent per kubieke meter voor de zoetwatervoorziening (Anonymus 2009). Een ander voorbeeld is de pijpleiding vanuit het Brielse Meer naar Delfland voor de zoetwatervoorziening van de industrie en tuinbouw. Deze pijpleiding is in beheer van het Hoogheemraadschap Delfland. De optie om via pijpleidingen extra wateraanvoer mogelijk te maken, vraagt substantiële investeringen en is dan ook vooral rendabel voor hoogrenderende landbouwvormen (kassen, fruit- en sierteelt, tuinbouw).

Voor de watervoorziening van de Rijn zijn internationale afspraken nodig

Nederland ligt aan de monding van vier internationale stroomgebieden: die van de Rijn, Maas, Schelde en Eem. Voor de zoetwatervoorziening is de Rijn verreweg het belangrijkste; slechts een klein deel van zuidelijk Nederland wordt voorzien van water uit de Maas (figuur 3.1). Uiteindelijk is de hoeveelheid water die Nederland binnenstroomt mede afhankelijk van het gebruik bovenstrooms. Recent is de Europese Hoogwaterrichtlijn in werking getreden, waarin de landen binnen rivierstroomgebieden worden verplicht in onderling overleg en in samenhang afspraken te maken over de beheersing van extreem hoge rivierafvoeren. Voor zover bekend zijn er voor het stroomgebied van de Maas ook afspraken geldig over de wateraanvoer van de Maas in droge jaren. Met België is er het Maasafvoeroverdrag, waarin is afgesproken dat het beschikbare water bij Monsin (in de buurt van Luik) fifty fifty wordt verdeeld tussen België en Nederland. Voor de Rijn (en de Waal) zijn er geen harde afspraken met buurlanden gemaakt. Wel zijn er streefwaarden benoemd voor een minimale diepte, maar in 2003 konden Duitsland en Nederland hier niet aan voldoen (VenW 2003). Door de ontwikkelingen in het klimaat wordt de kans op lagere rivierafvoeren groter. Hierdoor zullen maatregelen moeten worden genomen, niet alleen voor de zoetwatervoorziening, maar bijvoorbeeld ook voor de scheepvaart. Internationale afstemming over het watergebruik en de minimale afvoer van de Rijn wordt dan steeds belangrijker.

3.4 Ruimtelijke consequenties

Droogte en waterbeschikbaarheid zijn tot op heden nauwelijks sturend

Van het toepassen van 'water als ordenend principe' is in de huidige situatie nauwelijks sprake. De gewaskeuze is nog weinig afgestemd op de beschikbaarheid van water: zoutgevoelige gewassen staan op laaggelegen gronden met invloed van brak grondwater, en drooggevoelige teelten staan op hoge gronden (Acacia Water 2009; Van Bakel et al. 2010; Kennis voor Klimaat 2009; Klijn et al. 2010; Stuyt 2006). Zoetwatervoorziening wordt blijkbaar nog niet als een zwaarwegend probleem ervaren

en de mogelijke risico's op verziltings- of droogteschade zijn niet sturend. Historisch gezien is dit verklaarbaar. De afgelopen honderd jaar is het waterbeheer vergaand toegesneden op het huidige grond- en watergebruik en is het water vooral faciliterend geweest voor de ruimtelijke ontwikkeling. Droogte treedt minder vaak op dan grondwateroverlast. Voor de grondgebonden landbouw heeft het beperken van de schade door (grond)wateroverlast prioriteit boven het beperken van de schade door droogte. Om de grond vroeg in het jaar te kunnen bewerken, zijn in het voorjaar lage grondwaterstanden gewenst en is afvoer van het neerslagoverschot in de winter belangrijker dan het vasthouden van het tekort in de zomer. Mocht dit door klimaatverandering wel een probleem worden, dan kan door een aan de waterbeschikbaarheid aangepaste landbouw een (duurzame) oplossing zijn.

Vooral het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem is op langere termijn sturend

De ruimtelijke consequenties van het zoetwaterbeleid zullen vooral afhangen van de keuze om de huidige watervoorziening en waterverdeling te handhaven (optie 1), of de watervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem minder (optie 2) of meer (optie 3) uit breiden. Vooral optie 1 (huidige watervoorziening en beperking van de regionale watervraag) kan, als de klimaatverandering echt gaat doorwerken, uiteindelijk sterk sturend zijn voor het grondgebruik in de regio's. Naarmate er vaker watertekorten zijn, verzilting optreedt en schades onvoldoende worden gecompenseerd door verzekeringen of verhoogde prijzen van de producten, mag worden verwacht dat het waterbeheer in de regionale watersystemen zal worden geoptimaliseerd, efficiënter met water zal worden omgegaan en dat het ruimtegebruik zich steeds verder zal aanpassen aan de fysieke condities en waterbeschikbaarheid. Ook de landbouwsector zal zich naar verwachting dan meer gaan aanpassen. Dat kan door andere gewassen te gaan verbouwen, waar mogelijk over te stappen naar hoogwaardiger teelten waarbij de watervoorziening in eigen hand wordt gehouden, of door te gaan verbreden en andere bronnen van inkomsten te zoeken. Daar waar de landbouw zich verbreedt, is mogelijk een koppeling te bereiken met het behoud van natuur en landschapskwaliteiten (zie hoofdstuk 4). Een natuurlijker grondwaterpeilbeheer en het terugdringen van de aanvoer van gebiedsvreemd water verbeteren de condities voor natuurkwaliteit.

Het vergroten van het wateraanbod (opties 2 en 3) zal weinig sturend zijn voor de ruimtelijke ontwikkelingen, omdat – zoals ook nu het geval is – de waterbeschikbaarheid nauwelijks beperkend zal zijn voor het grondgebruik, vooral in optie 3. De grootste druk op optimalisatie van het waterbeheer en efficiëntie van watergebruik blijft dan liggen in de gebieden waar geen wateraanvoer plaatsvindt (delen van Oost- en Zuid-Nederland en de Zeeuwse en Hollandse eilanden), tenzij op termijn de mogelijkheden worden benut om ook in die gebieden gebruik te maken van het water uit het hoofdwatersysteem. Dit kan gericht gebeuren via pijpleidingen, zoals nu ook al gebeurt bij de aanvoer van water uit het Brielse Meer naar Delfland en de aanvoer vanuit de Biesbosch naar Tholen. De benodigde investeringen kunnen binnen de landbouwsector alleen worden opgebracht door hoogwaardige landbouwbedrijven

(Klijn et al. 2010). Als het water beperkend blijft, zal in deze gebieden het (grond)water sterk sturend blijven voor het grondgebruik.

Balans tussen zoet en zout vraagt om fundamentele keuze in de zuidwestelijke delta en Rijnmond

Keuzes over de rol die de zuidwestelijke delta en Rijnmond gaan spelen in het zoetwaterbeheer zullen belangrijke consequenties hebben voor de grote wateren in die gebieden en voor de gebieden die afhankelijk zijn van de zoetwatervoorziening (Zuid-Holland, Zuid-Hollandse en Zeeuwse eilanden). Enerzijds kan de verzilting van het gebied toenemen door het uitvoeren van het Kierbesluit Haringvliet en het mogelijk verzilten van het Volkerak-Zoommeer, anderzijds kan er ook zoet water beschikbaar komen door een effectiever bestrijding van de verzilting van de Nieuwe Waterweg. De besluiten werken wat betreft de watersystemen ruimtelijk door in de aard van de ecosystemen (meer getijdeachtige systemen in plaats van zoete meren) en ook in de daarmee verbonden economische activiteiten, zoals visserij en recreatie. Zoals uit het voorgaande blijkt, hangt de ruimtelijke doorwerking af van de mogelijkheden voor wateraanvoer van buitenaf (aanleg/financiering pijpleidingen) en van de mogelijkheden om in de gebieden zelf het waterbeheer en -gebruik te optimaliseren.

3.5 Bestuurlijke opgave

Samenhang visievorming en besluitvorming tussen deelgebieden

Uit de analyse komt naar voren dat er wat betreft de zoetwatervoorziening een grote samenhang is tussen de verschillende deelgebieden in het Deltaprogramma: het IJsselmeergebied (peilbesluit), de Rijnmond (effectiviteit verziltingsbestrijding), het rivierengebied (afvoerverdeling tussen de IJssel en de Waal) en de zuidwestelijke delta (zoet versus zout). Het peilbesluit voor het IJsselmeergebied kan op zichzelf worden genomen, maar keuzes voor de lange termijn hangen ook af van de mogelijkheden die er bij Rijnmond zijn om de verziltingsbestrijding van de Nieuwe Waterweg effectiever in te richten en bij het rivierengebied om de waterverdeling in droge tijden aan te passen. De mogelijkheden rond de Nieuwe Waterweg om op effectieve wijze meer Rijnwater te kunnen benutten, zijn ook op nationale schaal in belangrijke mate richtinggevend voor het ontwikkelen van een zoetwaterstrategie voor de lange termijn. Om een goede afweging te kunnen maken, is het nodig om vanuit een nationaal perspectief inhoudelijk samenhangende en consistente opties te benoemen en de kosten en baten daarvan in beeld te brengen.

Vastleggen van verantwoordelijkheden: wie is waarvoor verantwoordelijk?

Anders dan de 'veiligheid tegen overstromen' is de zoetwatervoorziening zowel een collectief als een sectoraal belang. De vraag is in hoeverre eventuele aanpassingen van de zoetwatervoorziening en de financiering daarvan onder de verantwoordelijkheid van de Rijksoverheid of regionale overheden gaan vallen, of dat dit primair bij de sectoren zelf wordt neergelegd. Wat kan en wil het Rijk doen aan het vergroten van het

wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem? In paragraaf 3.2 en 3.3 zijn drie strategische opties beschreven: één gericht op het behouden van het huidige wateraanbod en beperken van de regionale watervraag (optie 1) en twee gericht op het vergroten van het wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem (optie 2 en 3). Bij het uitwerken van een zoetwaterstrategie en het maken van strategische keuzes zijn de volgende vragen aan de orde:

- Welke verantwoordelijkheid neemt het Rijk in de zoetwatervoorziening: worden zo veel mogelijk alle gebruiksfuncties van zoet water voorzien in gebieden waar wateraanvoer vanuit het hoofdwatersysteem mogelijk is, of wordt er onderscheid gemaakt tussen collectieve gebruiksfuncties (verdringingsreeks categorie 1 en 2) en sectorale gebruiksfuncties (verdringingsreeks categorie 3 en 4)?
- Komen er concrete doelen voor waterleverantie vanuit het hoofdwatersysteem naar de watervoorzieningsgebieden?
- Waar en voor wie worden eventuele aanpassingen in de watervoorziening doorgevoerd en hoe worden deze aanpassingen gefinancierd (publiek of privaat)?

Landelijk gebied, landbouw en natuur

- Ontwikkelingen in de landbouw worden primair bepaald door marktontwikkelingen. In het algemeen geldt dat hoe kapitaalintensiever de landbouw is, hoe gemakkelijker de sector zich aanpast aan klimaatverandering.
- De ruimtelijke keuzes bij de afronding van de Ecologische Hoofdstructuur bepalen in belangrijke mate de uiteindelijke kwaliteit en klimaatbestendigheid van de natuur in Nederland. Afronding volgens het huidige beleid leidt naar verwachting op langere termijn tot verlies van biodiversiteit, waardoor niet aan internationale verplichtingen kan worden voldaan. Onderzoek wijst uit dat een klimaatbestendige ontwikkeling van de natuur gebaat is bij een grotere ruimtelijke samenhang van natuurgebieden. Dit vraagt om een herziening van de visie op het eindbeeld van de Ecologische Hoofdstructuur.
- De rijkswateren maken deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura 2000-gebieden en vertegenwoordigen in internationale context belangrijke biodiversiteits- en ecosysteemwaarden. Dit vraagt op rijksniveau om een duidelijke visie op de natuurontwikkeling in relatie tot de zoetwater- en veiligheidsopgaven in verschillende gebieden. Dit geldt vooral voor het getijdengebied van de zuidwestelijke delta, het IJsselmeergebied en het rivierengebied.
- Er zijn in Nederland grote verschillen in landbouwtypen, verschillen die samenhangen met een oriëntatie op de regionale, de Europese of de mondiale markt. Hierdoor is er ook regionale variatie in de perspectieven voor een herijking van de balans tussen landbouw enerzijds en natuur en landschap anderzijds, en daarmee ook in de kansen voor meekoppeling. Voor een koppeling tussen natuur, landschap en verbrede landbouw met een aangepast waterbeheer, lijken er vooral mogelijkheden te liggen in delen van het westelijk veenweidegebied en delen van zuidelijk en oostelijk Nederland met interessante mozaïeklandschappen van bossen, heide en beekdalsystemen.
- Klimaatverandering vergroot de beleidsopgave voor de waterkwaliteit. Vooral in warmere en drogere zomers zal de kans op (blauw)algenbloei en lagere zuurstofgehaltes toenemen. Het

terugdringen van de voedingsstoffen- of nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater vanuit landbouwgronden kan op langere termijn een belangrijke bijdrage leveren aan het verminderen van de invloed van klimaatverandering op de waterkwaliteit en de ecologische kwaliteit.

- *Klimaatverandering kan leiden tot wateroverlast vanwege piekbuien of langdurige natte periodes, maar ook tot zoetwatertekorten bij langdurige droogte. Dit vraagt om maatwerk bij de inrichting van watersystemen, waarbij het Investeringsbudget Landelijk Gebied een belangrijke bron van financiering is.*

4.1 Landbouw, natuur en klimaatverandering

Zoals in hoofdstuk 3 al naar voren kwam, kan het zoetwaterbeheer in Nederland niet los worden gezien van de ruimtelijke ontwikkelingen in de verschillende regio's. Landbouw en natuur zijn de grootste watervragers in het landelijk gebied. Met respectievelijk 55 procent en 12 procent van het landoppervlak van Nederland zijn ze tevens in belangrijke mate bepalend voor de landschappelijke kwaliteit (CBS 2011). De huidige watervoorziening is toegesneden op het huidige grondgebruik door de landbouw. De watervraag zal in de komende decennia naar verwachting niet zozeer worden bepaald door klimaatverandering, maar veeleer door veranderingen in de landbouw.

Voor de watervraag is het vooral van belang of de landbouw de primaire functie blijft in het landelijk gebied, of de zoetwatervoorziening dient te worden uitgebreid om de landbouwproductie te maximaliseren, of dat er gebiedsgericht een differentiatie mogelijk is waarbij de balans tussen landbouw enerzijds en natuur en landschap anderzijds kan variëren. Tevens is van belang hoe de interactie met natuur en de beoogde afronding van de Ecologische Hoofdstructuur worden vormgegeven. De ruimtelijke keuzes die daarbij worden gemaakt, bepalen in belangrijke mate de uiteindelijke kwaliteit en klimaatbestendigheid van de natuur in Nederland. In dit hoofdstuk schetsen we vanuit een ruimtelijk perspectief kort de opties voor de landbouw en de natuur. Vervolgens geven we een indicatie van gebieden waar kansen liggen voor koppeling tussen een klimaatbestendige natuurontwikkeling en een verbrede landbouw met aangepast waterbeheer.

De rijkswateren maken alle deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura 2000-gebieden en vertegenwoordigen belangrijke biodiversiteits- en ecosysteemwaarden in internationale context. In paragraaf 4.3 wordt ingegaan op een aantal voorliggende keuzes op rijksniveau bij de ontwikkeling van natuurwaarden in relatie tot de zoetwater- en veiligheidsopgaven in de verschillende watersystemen.

4.2 Ruimtelijke perspectieven: landbouw

De landbouw is primair economisch gedreven en adaptief

Circa 55 procent van Nederland bestaat uit landbouwgronden. Daarmee bepaalt de landbouwsector in belangrijke mate de kwaliteit van het landelijk gebied. De

belangrijkste drijvende krachten van de landbouw zijn de economie en de ontwikkeling van de mondiale markt, de Europese markt en (in beperkte mate) de regionale of lokale markt. De landbouw kan in beginsel goed reageren op geleidelijke klimaatveranderingen, omdat de benodigde wijzigingen in gewasteelten, landbouwsystemen en eventuele aanpassingen in infrastructurele werken een relatief korte reactietijd hebben. De landbouw is mogelijk wel gevoelig voor een eventuele toename van weersextremen of nieuwe ziekten en plagen (Van de Sandt & Goosen 2011). Bij een geleidelijke klimaatverandering zijn de effecten op de landbouw zelfs overwegend positief – het groeiseizoen wordt langer en het koolstofdioxidegehalte neemt toe –, en heeft de Nederlandse landbouw vanwege de ligging in de gematigde zone een gunstige concurrentiepositie ten opzichte van de landbouw in de mediterrane zone.

De inrichtingseisen voor grondgebonden landbouw bieden weinig speelruimte

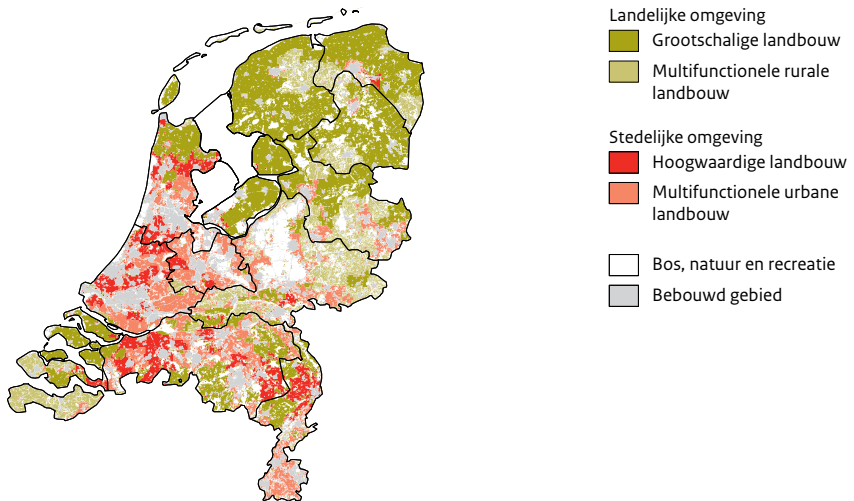
De huidige problemen in het landelijk gebied – wateroverlast of juist watertekort, verzilting, verdroging en bodemdaling – zijn veelal een gevolg van in het verleden gemaakte keuzes voor de inrichting ervan. Deze problemen zijn vaak het gevolg van onverenigbare eisen die de verschillende functies aan het watersysteem stellen, vooral de grondgebonden landbouw en natuur. Landbouw stelt andere eisen aan de grondwaterstand en de waterkwaliteit dan natuur, terwijl zij beide afhankelijk zijn van hetzelfde watersysteem. De huidige inrichting van het landelijk gebied is primair toegesneden op het landbouwkundig gebruik, en de landbouw is nauwelijks meer gekoppeld aan fysieke geschiktheid: ook slappe veenbodems en arme, droge zandgronden zijn uiteindelijk geschikt gemaakt als landbouwgrond.

Ook het regionale watersysteem is vrijwel geheel afgestemd op de eisen van de landbouw, vooral op het voorkómen van natschade ten gevolge van hoge grondwaterstanden en water op het land. Door drainage, ontwatering en snelle afvoer via rechtgetrokken beken en vaarten, wordt het winterse neerslagoverschot versneld afgevoerd en de grondwaterstand laag gehouden. Een geringe opbouw van de watervoorraad in de winter, wateroverlast benedenstrooms, watertekort in de zomer, bodemdaling in veengebieden, verzilting en verdroging van de natuur door de lage grondwaterstand, verminderde kwel en inlaat van gebiedsvreemd water, vormen hiervan de keerzijde. Klimaatverandering vergroot de bestaande opgaven. Omdat (grond)wateroverlast veel vaker optreedt, zal naar verwachting het voorkómen van schade door wateroverlast vooralsnog prioriteit blijven houden boven het voorkomen van droogteschade.

Het Investeringsbudget Landelijk Gebied is belangrijk voor het beperken van de wateroverlast

Als gevolg van klimaatverandering nemen naar verwachting de frequentie en de intensiteit van piekbuien toe. Daarmee neemt de kans op waterlast toe, ook in de zomers (zie bijlage). In het Nationaal Bestuursakkoord Water (VenW et al. 2003) is dit onderkend en zijn afspraken gemaakt om het regionale watersysteem in 2015 op orde te hebben, mede in het licht van de verwachte klimaatverandering. Inmiddels worden

Figuur 4.1
Typering van agrarisch gebied, 2010



Bron: Agricola et al. (2010)

Gebieden met een relatief lage concurrentiekracht in een stedelijke of rurale omgeving bieden kansen voor een multifunctionele landbouw en meekoppeling met natuur en landschap.

allerlei maatregelen genomen, bijvoorbeeld het aanleggen van 35.000 hectare waterbergingsgebied in combinatie met landbouw, recreatie en natuur (Kragt 2006; PBL 2008). De financiering van deze maatregelen loopt voornamelijk via het Investeringsbudget Landelijk Gebied (ILG). De mogelijke bezuinigingen op dit budget vormen een bedreiging voor de uitvoering van ongeveer een derde van de voorgenomen maatregelen.

Grote regionale verschillen

In het landelijk gebied van Nederland vertoont het landschap grote regionale verschillen. Dit hangt samen met een verschillende verdeling tussen typen landbouw en typen natuur. De verschillen hebben te maken met de fysieke omstandigheden, zoals bodemtypen (klei, veen of zand), de beschikbaarheid van water en de nabijheid van stedelijk gebied of internationale transportverbindingen. In figuur 4.1 is globaal aangegeven waar zich op dit moment in Nederland de meest concurrentiekrachtige landbouw bevindt en waar de minder rendabele landbouw.

Bij de concurrentiekrachtige landbouw is er onderscheid te maken tussen hoogwaardige landbouwtypen in een stedelijke omgeving, zoals de glastuinbouw, boom-, heester- en sierteelt en bollenteelt in het westen van Nederland, en de intensieve veehouderij en de

daarmee verbonden grondgebonden voedselproductie en (glas)tuinbouw in Brabant en Noord-Limburg. De hoogwaardige landbouw in het westen, waar vier van de vijf zogeheten greenports liggen, is het meest zoutgevoelig en voorziet nu al steeds meer zelf in zijn zoetwaterbehoefte. Deze landbouw wordt daarmee dus steeds minder afhankelijk van het oppervlaktewater, bijvoorbeeld door opvang en berging van water bij kassen, of een zelfvoorzienend gietwatersysteem voor de sierteelten. De verwachting is dat deze trend van gehele of gedeeltelijke loskoppeling van het oppervlaktewater zal doorzetten. In Brabant draait de intensieve veehouderij primair op leidingwater, nagenoeg onafhankelijk van het regionale watersysteem.

In de veen- en kleigebieden van noordelijk Nederland en in delen van oostelijk en westelijk Nederland bevindt zich een concurrentiekrachtige, grootschalige grondgebonden landbouw. In deze landbouwgebieden opereren de landbouwbedrijven op de wereldmarkt. Vooral in droge jaren wordt hier vanuit het oppervlaktewater geïrrigeerd. De toegevoegde waarde van de grondgebonden landbouw (akker- en weidebouw) is beduidend geringer dan die van de hoogwaardige landbouwtypen (zoals glastuinbouw en sierteelten). De beslissing om tijdens langdurig droge periodes wel of niet te beregenen, is voor deze bedrijven een economische afweging tussen enerzijds de kosten voor beregening en anderzijds de gewasschade door droogte. Bij hogere opbrengsten voor de gewassen zijn zulke bedrijven eerder geneigd om kosten te maken voor beregening en kan de behoefte aan zoet water toenemen, tenzij er meer gericht wordt geïnvesteerd in innovatieve waterefficiënte technieken.

Naast de concurrentiekrachtige landbouw kunnen ook minder concurrentiekrachtige, multifunctionele landbouwgebieden worden onderscheiden, zoals in de extensief beheerde delen van het westelijk veenweidegebied en delen van oostelijk en noordelijk Nederland en Zeeuws-Vlaanderen (figuur 4.1). In deze gebieden leiden fysieke of landschappelijke beperkingen tot minder hoge gewasopbrengsten. Het begrip ‘multifunctionele landbouw’ heeft vooral betrekking op maatschappelijke diensten of groen-blauwe diensten, zoals waterberging en landschapsbeheer. Vergoedingen hiervoor vormen extra inkomsten voor de agrarische onderneming. Een deel van deze bedrijven genereert ook extra inkomen met activiteiten in het kader van verbrede landbouw, zoals zorgboerderijen, toerisme en recreatie, en de verkoop van streekproducten. De ligging, nabij steden of juist in het landelijk gebied, is vaak bepalend voor het type verbreding.

Gezien de beperkte speelruimte in het waterbeheer ten behoeve van een productieve landbouw, is er voor aanpassingen in het waterbeheer ook slechts een beperkt aantal opties. Op hoofdlijnen zijn deze opties (naast de watersysteemgerichte opties, zie hoofdstuk 3):

- de landbouw wordt grotendeels zelfvoorzienend en wordt daarmee (deels) losgekoppeld van het regionale waterbeheer. Dit is alleen mogelijk bij de kapitaalintensieve teelten;
- het vergroten van de efficiëntie van het watergebruik in de grootschalige, grondgebonden landbouw; en

- een overgang naar een multifunctionele landbouw, met een aangepast waterbeheer en met een breder pallet aan inkomstenbronnen (verbrede landbouw).

De perspectieven voor een herijking van de balans tussen landbouw, landschap en natuur hangen mede af van regionale verschillen in landbouwtypen. Op basis van beschikbare gegevens lijken er voor de koppeling tussen natuur, landschap en een verbrede landbouw met een aangepast waterbeheer, vooral mogelijkheden te zijn in delen van het westelijk veenweidegebied en delen van zuidelijk en oostelijk Nederland (figuur 4.1), met interessante mozaïeklandschappen van bossen, heide en beekdalsystemen.

4.3 Ruimtelijke perspectieven: natuur

Effecten van klimaatverandering op natuur spelen nu al

Natuur is dynamisch; verschillende ontwikkelingsstadia volgen elkaar continu op. Klimaatverandering voegt daar nog extra dynamiek aan toe, want ook de natuur zal worden blootgesteld aan verstoringen, zoals extreme neerslag en droge periodes die in frequentie en intensiteit zullen toenemen. De effecten op de natuur zijn nu al zichtbaar en nemen naar verwachting toe. Door temperatuurstijging en verandering van neerslagpatronen verschuiven klimaatzones. Omdat de Nederlandse natuur nogal versnipperd is, zal een deel van de soorten niet in staat zijn naar nieuw geschikt leefgebied te migreren. Dit hangt ook samen met de geringe internationale aansluiting van natuurgebieden; huidige en toekomstige geschikte klimaatzones liggen soms honderden kilometers uit elkaar. De milieudruk op natuur neemt de laatste decennia af. Ondanks deze afname blijven verdroging, vermesting en verzuring een aanzienlijke belasting voor de natuur. Klimaatverandering kan de negatieve invloed van deze knelpunten versterken.

Sommige soorten zullen in aantal achteruitgaan of mogelijk zelfs uit Nederland verdwijnen. Andere soorten krijgen echter de kans zich hier te vestigen. Zij kunnen de functies van verdwijnende soorten overnemen. De natuur zal te maken krijgen met continue veranderingen in de soortensamenstelling en condities in de leefgebieden. Dit betekent risico's voor de biodiversiteit. Toch kan bij een veranderend klimaat de biodiversiteit op peil blijven, mits de natuur voldoende in staat is zich aan te passen aan de veranderingen. Dat kan in grote aaneengesloten natuurgebieden met veel geofysische heterogeniteit. Zeker als natuurgebieden ook internationaal zijn verbonden, kunnen bedreigde soorten nieuwe gebieden in een geschikte klimaatzone bereiken. Klimaatverandering vergroot dus de bestaande opgaven om de ruimtelijke samenhang te vergroten door het verbinden van natuurgebieden en het verbeteren van de milieukwaliteit (Vonk et al. 2010).

Klimaatbestendige ontwikkeling van de natuur

Verkenkend onderzoek naar de mogelijkheden voor een klimaatbestendiger natuurontwikkeling in Nederland geeft aan dat gerichte ruimtelijke aanpassingen in de afrondingsfase van de Ecologische Hoofdstructuur een klimaatbestendiger natuur

Figuur 4.2

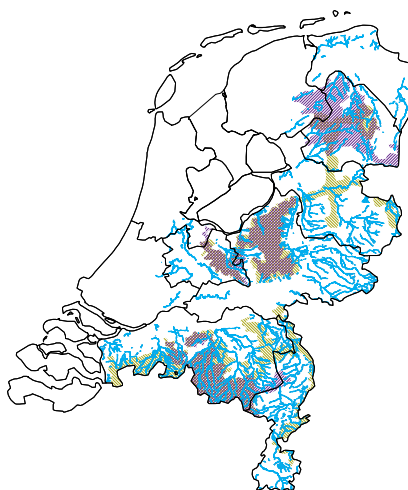
Zoekgebieden voor klimaatadaptatie van natuur

Duin, kust en moeras



 Duin en kust
 Moeras

Bos, heide en beekdalen



 Bos
 Heide
 Beekdalen

Bron: Vonk et al. (2010)

Links in deze figuur is de internationaal kenmerkende natuur binnen Nederland weergegeven: kust en duin, getijdengebied, Waddenzee, IJsselmeergebied, rivierengebied en veenmoeras. Rechts in de figuur gaat het om natuur die kenmerkend is voor de hogere zandgronden in Nederland: bos, heide en beekdalen).

opleveren (PBL 2011a; Vonk et al. 2010). In figuur 4.2 zijn de gebieden (corridors en clusters) aangegeven die van belang zijn voor een klimaatbestendige natuurontwikkeling. Daarbij is onderscheid gemaakt in internationaal belangrijke ecosystemen binnen Nederland – rivieren, kustzone, getijdengebieden, grote meren en veenmoerassen) en de voor Nederland kenmerkende natuur op de hogere zandgronden – clusters van bos en heide en beekdalsystemen.

De strategie van corridors en clusters houdt in dat maatregelen geconcentreerd worden toegepast. Die worden kosteneffectiever, omdat ze op de meest geschikte locaties worden ingezet en omdat ruimtelijk geconcentreerde maatregelen elkaar versterken. De corridor functioneert als zoekgebied voor ingrepen, zoals het verbinden en vergroten van natuurgebieden, het bevorderen van heterogeniteit in natuurgebieden en omringend landschap en het verbeteren van de standplaatscondities, bijvoorbeeld door meer ruimte te bieden aan landschapsvormende processen. De ingrepen vergroten het aanpassingsvermogen van het ecosysteem ter plaatse en bieden soorten tegelijkertijd de mogelijkheid om te migreren naar gunstiger klimaatzones als het lokale klimaat ongeschikt wordt.

Vanuit het internationale belang verdienen op rijksniveau de duingebieden, de Waddenzee, het IJsselmeergebied, het getijdengebied in het zuidwesten van Nederland, de riviernatuur- en landschappen en de veenmoerassen prioriteit. Veel van deze gebieden zijn Natura 2000-gebieden, met uitzondering van de veenmoerassen, belangrijke gebiedsdelen in het Deltaprogramma (in de deelprogramma's voor de kustzone, de Waddenzee, de zuidwestelijke delta, het IJsselmeergebied en het rivierengebied; zie verder paragraaf 4.4).

Klimaatverandering vergroot ook de beleidsopgave voor de waterkwaliteit

Klimaatverandering heeft via temperatuurstijging en verandering van neerslagpatronen niet alleen invloed op de waterbeschikbaarheid (zie hoofdstuk 3), maar ook op de chemische en ecologische kwaliteit van het watersysteem; denk aan een verschuiving van soorten, een mismatch van levenscycli, en vergroting van de voedselrijkdom (eutrofiëring). Niet alleen de luchttemperatuur stijgt, maar ook de watertemperaturen stijgen in Nederland, zowel in meren en rivieren als in de Noordzee (PBL 2005, 2009b). In de rivieren wordt de temperatuurstijging als gevolg van klimaatverandering versterkt door de lozing van koelwater van energiecentrales. De temperatuurstijging van het water heeft nu al geleid tot verschuivingen in het voorkomen van soorten. Vooral in de kustzone is het aandeel van soorten met een zuidelijker verspreidingsgebied sterk toegenomen. In het IJsselmeer neemt de vitaliteit van de spieringpopulatie (een koudwatersoort) af als gevolg van de temperatuurstijging van het IJsselmeerwater, wat ook gevolgen heeft voor de voedselsituatie van visetende vogels.

Klimaatverandering verhoogt waarschijnlijk het risico van eutrofiëring (PBL 2008). Vooral in warmere en drogere zomers zal daardoor – bij hogere temperaturen in combinatie met een langere verblijftijd van het water in rivieren, meren, (verstuwde) beken en vaarten en kanalen – de kans op (blauw)algenbloei en lagere zuurstofgehaltes toenemen. De beleidsopgave om de negatieve effecten van eutrofiëring tegen te gaan, zal daardoor eerder groter dan kleiner worden. De (in)directe doorwerking van klimaatverandering via de verwachte temperatuurstijging en de verandering van neerslagpatronen is daarbij nauwelijks te beïnvloeden – dit verloopt via het mitigatiespoor, dat wil zeggen het terugdringen van de uitstoot van broeikasgassen. Alleen in de rivieren kan het verminderen van koelwaterlozingen belangrijk bijdragen aan het verminderen van de temperatuurstijging van het water.

Het terugdringen van de voedingsstoffen- of nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater kan op langere termijn substantieel bijdragen aan het verminderen van de invloed van klimaatverandering op de chemische en ecologische waterkwaliteit. Voor de grote rivieren is het perspectief hiervoor gunstiger dan voor de regionale wateren. Door een forse inhaalslag van de waterzuivering in België, Frankrijk en Duitsland, neemt de nutriëntenbelasting van de Maas en de Rijn vanuit het buitenland naar verwachting met 15 tot 35 procent af (PBL 2008).

Ook in Nederland zal naar verwachting de belasting vanuit de waterzuiveringsinstallaties verder afnemen. De belasting vanuit de landbouwgronden daarentegen, zal nauwelijks afnemen. Uitgaande van het huidige beleid, zal rond 2030

circa 75 procent van de nutriëntenbelasting in de regionale wateren afkomstig zijn uit landbouwgronden. Om de waterkwaliteit in de regionale wateren te verbeteren, ligt er daarom een belangrijk aangrijpingspunt bij zowel de bemestingsintensiteit (mestgift) als bij het beperken van de uit- en afspoeling (PBL 2008). De jaarlijkse kosten om de belasting vanuit de landbouwgronden over geheel Nederland substantieel terug te dringen met bijvoorbeeld de inzet van natte bufferstroken of zuiveringsmoerassen liggen echter hoog, en bedragen naar schatting 300 tot 600 miljoen euro per jaar (PBL 2008). Gegeven de hoge kosten en de nog bestaande onzekerheden over de effectiviteit van natte bufferstroken en zuiveringsmoerassen, kan voor het terugdringen van de nutriëntenbelasting ook worden gekozen voor een verdergaande reductie van de mestgift, bijvoorbeeld conform de Goede Landbouwpraktijk (PBL 2007).

4.4 Regionale perspectieven: koppeling landbouw en natuur

De regionale perspectieven voor landbouw, landschap en natuur verschillen

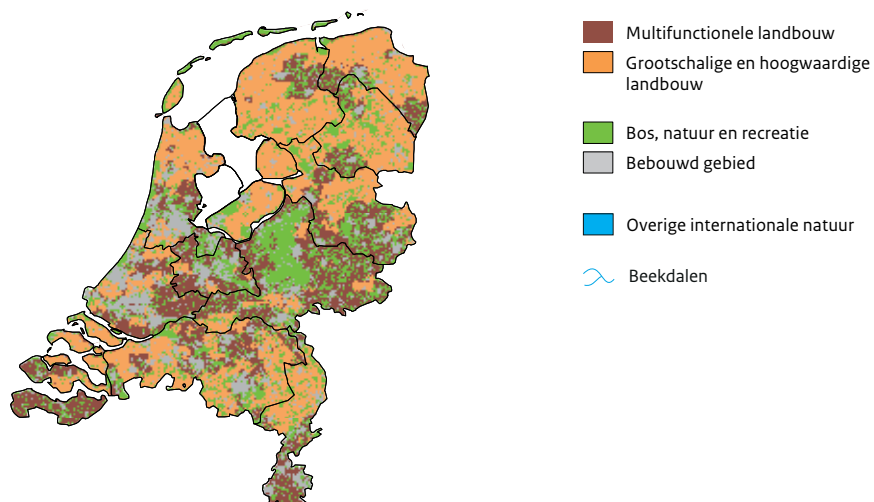
Landbouw en natuur stellen verschillende eisen aan hun omgeving. Zo gaat een nat, hoger liggend veengebied niet samen met een aangrenzend productiegericht landbouwgebied, ook niet wanneer dat kunstmatig wordt gevoed met gebiedsvreemd (zoet) water. Verbrede landbouw kan de brug slaan tussen behoud van het agrarisch landschap en een verbetering van de natuurkwaliteit, zowel in het watersysteem als op het land. Er zijn ook nu al in Nederland grote verschillen in landbouwtypen qua oriëntatie op de mondiale, Europese of juist meer regionale markt. Hierdoor variëren ook de perspectieven voor een herijking van de balans tussen landbouw, landschap en natuur regionaal. De kansen voor koppeling met aangepaste, verbrede landbouw zijn regiogebonden, maar niet vanzelfsprekend en afhankelijk van bijvoorbeeld de beschikbare gelden voor agrarisch natuurbeheer (uit het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid en het Investeringsbudget Landelijk Gebied), en de markt voor zorgboerderijen, recreatie, toerisme en regionale producten.

Kansen voor koppeling van landbouw en natuur?

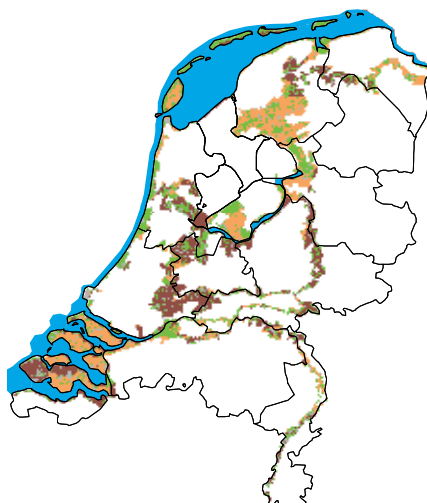
Een combinatie van de kaart met landbouwtypen en die met de zoekgebieden voor een klimaatbestendige ontwikkeling van de Ecologische Hoofdstructuur (zie figuur 4.3) laat kansen zien voor de koppeling van natuur met een minder concurrentiekrachtige landbouw (verbreding), vooral in westelijk Nederland (in de veengebieden) en in delen van het rivierengebied. Het westelijk veenweidegebied vormt als onderdeel van het Groene Hart een belangrijk nationaal landschap, en ook het IJsseldal is vanuit landschappelijk oogpunt van belang. Mogelijk zijn er in deze gebieden aanknopingspunten voor een herijking van de balans tussen landbouw, landschap en natuur op nationaal niveau, bij voorkeur in nauw overleg met de provincies die verantwoordelijk zijn voor de regionale ruimtelijke ontwikkeling. Verbreding van de landbouw, behoud van het landschap en vérgaander agrarisch natuurbeheer kunnen zo

Figuur 4.3
Combinatiemogelijkheden van natuur en landbouw

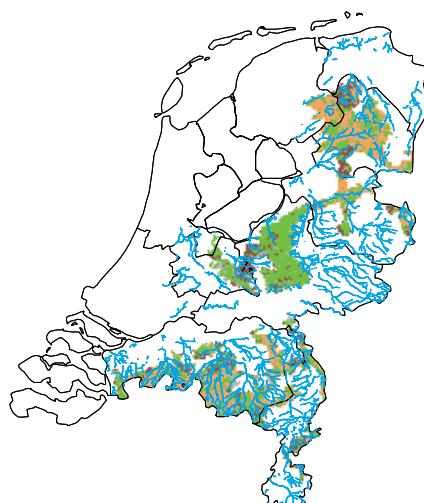
Typering agrarisch gebied



Combinatie met duin, kust en moeras



Combinatie met bos, heide en beekdalen



Bron: Agricola et al. (2010); Vonk et al. (2010)

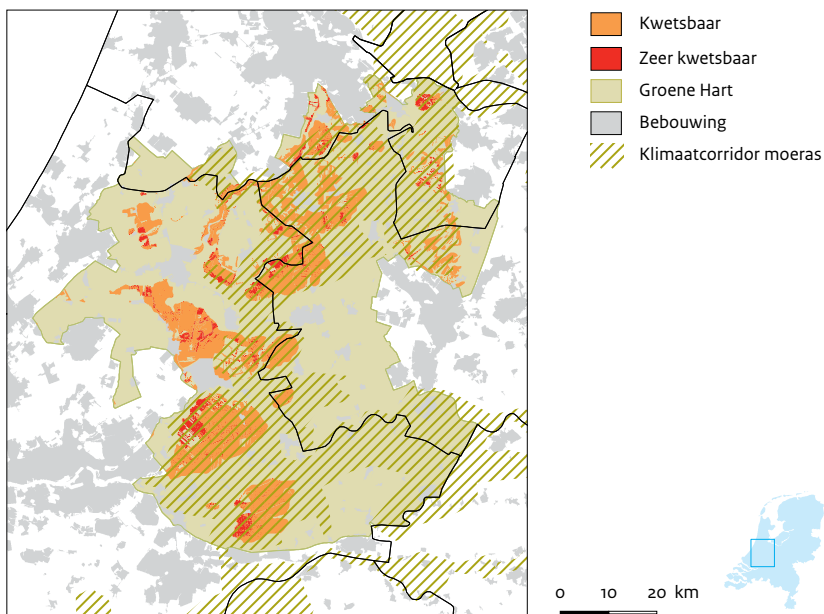
wellicht gebiedsgericht worden vormgegeven. Daarbij speelt ook de interactie tussen stad en landelijk gebied een belangrijke rol met het oog op recreatieve mogelijkheden. In gebieden met de meest concurrentiekrachtige grondgebonden landbouw zal de balans tussen landbouw, landschap en natuur uiteraard anders uitvallen dan in andere gebieden.

Multifunctionele adaptatie: het westelijk veenweidegebied

De laaggelegen gebieden met een pure veenbodem in de westelijke veenweiden zijn het meest kwetsbaar voor bodemdaling (zie figuur 4.4). Door vernatting en verhoging van de waterstanden in deze gebieden neemt de bodemdaling af of kan zelfs worden gestopt wanneer een plas-drassituatie wordt gecreëerd. Vernatting biedt zo kansen voor de ontwikkeling van internationaal belangrijke natte veennatuur, zoals moeras. Hierbij gaat het om voedselrijke typen die een habitat bieden aan karakteristieke vogelsoorten. Het moeras in het westelijk veenweidegebied draagt bij aan de realisatie van een moerascorridor en daarmee aan het adaptief vermogen van moerasnatuur in Nederland (Vonk et al. 2010).

Figuur 4.4

Kwetsbaarheid van gebieden voor bodemdaling



Bron: Vonk et al. (2010)

Multifunctionele adaptatie: beeksystemen

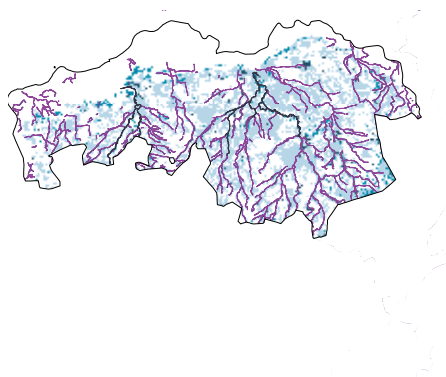
Beeksystemen kunnen een sleutelrol vervullen bij een geïntegreerde regionale klimaatadaptatie van de hogere zandgronden (Verdonschot 2010; Vonk et al. 2010). Het herstel van natuurlijke en stromende beeklopen (natuurontwikkeling) kan bijdragen aan het opvangen van wateroverlast bij piekafvoeren. De beken vormen een stelsel van natuurlijke verbindingen voor natuur. Als het beekstelsel veel ruimte heeft, is er ruimte voor landschapsvormende processen, zoals meanderen. Zo ontstaan meer geleidelijke overgangen van hoge naar lage dynamiek, waarmee weersextremen beter kunnen worden opgevangen. Veel beeksystemen zijn grensoverschrijdend, zij bevorderen de ruimtelijke samenhang over de grenzen heen.

In Noord-Brabant liggen gebieden die kansrijk zijn voor multifunctionele adaptatie door beekontwikkeling, blauwe diensten, verbrede landbouw en recreatieve diensten (zie figuur 4.5).

Figuur 4.5

Potentie voor multifunctionele adaptatie in Noord-Brabant

Potentie voor beekontwikkeling

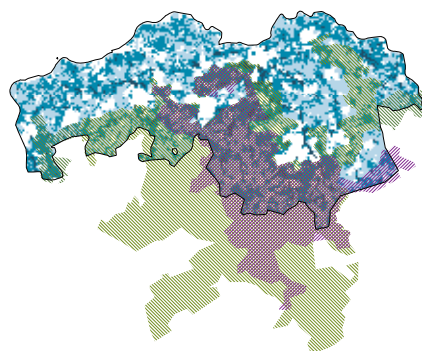


Potentie op basis van standplaatscondities

- Laag
- Midden
- Hoog
- Beken



Potentie voor multifunctionele adaptatie



Potentie voor multifunctionele adaptatie

- Laag
- Midden
- Hoog
- Zijtakken klimaatcorridor bos
- Clusters van heidegebieden



Bron: Agricola et al. (2010); Vonk et al. (2010)

Voor de internationaal belangrijke veenweidegebieden is van belang of er op rijksniveau wordt gekozen voor het behoud van de primaire functie van de landbouw in alle regio's, of voor regionale differentiatie. Figuur 4.3 laat zien dat in de noordelijke veengebieden veel grootschalige concurrerende landbouw wordt bedreven, maar dat het veengebied in het westen grotendeels samenvalt met multifunctionele landbouw. Uitgaande van deze situatie kan bijvoorbeeld in het noorden de landbouw de primaire functie blijven (met als keerzijde een lagere natuurkwaliteit), en kan in het westen een evenwichtiger balans tussen landbouw, landschap en natuur worden gevonden, mede met het oog op de bodemdaling en het verbeteren van de recreatieve en landschappelijke waarden in het Randstedelijk gebied. Verschillende onderzoeken wijzen uit dat de verhouding tussen kosten en baten niet vanzelfsprekend gunstig uitvalt voor het huidige landbouwkundig gebruik (zie bijvoorbeeld Bos & Vogelenzang 2010; Stuijt 2006). Wanneer de moeilijk in geld uit te drukken natuurwaarden en de effecten op het verminderen van de broeikasgasemissies worden meegewogen, komen ook beheerstrategieën met hogere waterpeilen, verbrede landbouw en geringere bodemdaling in beeld. Uitgaande van een dergelijke gebiedsgedifferentieerde aanpak, kunnen zo op langere termijn in het noorden de meestal dunne veenpakketten grotendeels verdwijnen, maar kunnen in het westen, waar de dikste veenpakketten liggen, de ook in Europees opzicht unieke kwaliteiten van het laagveengebied behouden blijven (zie ook de tekstkaders 'Multifunctionele adaptatie').

4.5 Rijkswateren: balans tussen natuur, veiligheid en zoet water

Watersystemen Deltaprogramma: belangrijke internationale natuurwaarden

Het hoofdwatersysteem omvat belangrijke gebieden met internationale natuurwaarden: de Waddenzee, het IJsselmeergebied, het rivierengebied en de zuidwestelijke delta (zie ook figuur 4.2). Grote delen hiervan zijn onderdeel van Natura 2000-gebieden in Nederland. De visie op de (te ontwikkelen) landschappelijke en natuurkwaliteit in de verschillende gebieden is mede vormend voor de keuzes bij de veiligheid en de zoetwatervoorziening.

In relatie tot natuur zijn de opgaven voor de rijkswateren het ontwikkelen van meer natuurlijk functionerende oeverssystemen, het herstel van natuurlijke (geleidelijke) zoet-zoutovergangen en het passeerbaar maken van stuwen en sluizen voor vismigratie. Door het bouwen van dammen en sluizen is het watersysteem sterk gecompartmenteerd en zijn grote delen van het getijdengebied verdwenen (de Zuiderzee, de zuidwestelijke delta). Duidelijke voorbeelden in deze context zijn de Afsluitdijk, de Haringvlietdam, de sluizen bij IJmuiden en de stuwen in het rivierengebied. Deze dammen, sluizen en stuwen beperken de uitwisselingsmogelijkheden tussen watersystemen en vormen voor trekvisserij barrières in de trekroutes. Het kunstmatige waterpeilregime heeft tot gevolg gehad dat de oeverarealen sterk in omvang zijn afgenomen, en door het ontbreken van

een natuurlijke waterpeilfluctuatie, met vernatting in de winter en droogval in de zomer, is de natuurwaarde verminderd.

Fundamentele keuzes maken

Op nationale schaal ligt er voor het IJsselmeergebied, de zuidwestelijke delta en het rivierengebied een aantal fundamentele keuzes voor:

- *Het IJsselmeergebied: peilbeheer versus oeverarealen en verbetering van de vismigratie.* Bij de natuur- en landschapskwaliteit in het IJsselmeergebied gaat het om de spanning tussen peilfluctuaties ten behoeve van de zoetwatervoorziening (zie ook hoofdstuk 3), en het behoud of ontwikkelen van moeras- en oeverarealen en de mogelijkheden voor verbetering van de vismigratie tussen het IJsselmeer en de Waddenzee. Het moerasareaal is in het IJsselmeer en Markermeer zeer beperkt (enkele procenten van het totale areaal) en de kwaliteit en ontwikkelingen zullen in belangrijke mate afhangen van het toekomstig peilbeheer en het al of niet uitbreiden van moerasarealen, bijvoorbeeld door de ontwikkeling van vooroevers of brede glooiende oeverzones in combinatie met het vergroten van de veiligheid. Bij een aanzienlijke peilopzet verdwijnen de huidige oeverarealen, tenzij de fysieke inrichting van de oeverzones wordt aangepast. Bij een geleidelijke verlaging van het peil in de zomerperiode ('uitzakken van het waterpeil') kan de oeverontwikkeling daarentegen juist worden gestimuleerd.
- *De Waddenzee: natuurlijke processen en vergroten veiligheid.* De natuurlijke processen in de Waddenzee kunnen een bijdrage leveren aan de veiligheid via de vorming van ondieptes en kwelders voor de kust. Kwelders vertegenwoordigen een hoge natuurkwaliteit binnen de Waddenzee en kunnen tegelijkertijd als een uitgestrekte vooroever langs de dijken de veiligheid vergroten. De natuurlijke processen in de Waddenzee zijn verder gebaat bij geleidelijke overgangen van zout naar zoet water. Permanente zoet-zoutgradiënten zijn nog aanwezig in het Eems-Dollard getijdengebied. De geleidelijke zoet-zoutovergangen bij het IJsselmeer en het Lauwersmeer zijn door de afdamming verdwenen. Hier is de opgave om binnen de bestaande situatie de uitwisseling en migratie van soorten tussen de verschillende systemen te verbeteren.
- *De zuidwestelijke delta: zout versus zoet.* Bij de natuurkwaliteit in de zuidwestelijke delta gaat het om de spanning tussen herstel van de zoet-zoutdynamiek kenmerkend voor getijdensystemen en de opgaven voor de zoetwatervoorziening van de landbouw op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. In de zuidwestelijke delta kan op een schaal van betekenis de zoet-zoutdynamiek worden hersteld (Haringvliet, Grevelingenmeer, Veerse Meer, Volkerak-Zoommeer). Het Haringvliet is de belangrijkste schakel tussen Noordzee en Rijn en is voor de vismigratie van groot belang. In het Grevelingenmeer, het Veerse Meer en het Volkerak-Zoommeer neemt de waterkwaliteit in toenemende mate af als gevolg van de afsluitingen en de verdwenen waterdynamiek, Hierdoor gaat niet alleen de natuurkwaliteit achteruit, maar ook de recreatieve waarde. In hoofdstuk 3 kwam al naar voren dat er in beginsel vanuit de Rijn meer zoet water beschikbaar kan komen als de verziltingsbestrijding bij de Nieuwe Waterweg efficiënter wordt uitgevoerd. Dit water kan dan in een verziltende delta, bijvoorbeeld

via pijpleidingen, naar de Zeeuwse en Hollandse eilanden worden aangevoerd, zoals ook nu al water vanuit de Biesbosch naar Tholen wordt gevoerd. De zoetwatervoorziening voor deze gebieden lijkt daarmee op voorhand niet beperkend, maar de wenselijkheid en haalbaarheid hangen uiteindelijk in belangrijke mate af van de mogelijkheden tot het optimaliseren van het zoetwaterbeheer op de eilanden zelf (zie ook paragraaf 3.2), en van de kosten en de financiering van de wateraanvoer van buitenaf (publiek, privaat of een combinatie van beide).

- *Het rivierengebied: koppeling behoud open ruimte en langetermijnveiligheid?* In het rivierengebied speelt de vraag of er open ruimte behouden blijft voor de verwerking van grotere rivierafvoeren op langere termijn. Het rivierenlandschap en daarmee verbonden zoetwatermoerassen zijn van groot belang voor een klimaatbestendige ontwikkeling van de natuur (figuur 4.3). In gebieden langs de Waal en langs de IJssel zijn derhalve interessante mogelijkheden om deze doelen met elkaar te combineren. Dit vraagt wel sturing van de ruimtelijke inrichting in deze gebieden (zie hoofdstuk 2).

4.6 Bestuurlijke opgave

Grote afstemmingsopgave

Uit hoofdstuk 3 en ook uit dit hoofdstuk blijkt dat een strategie voor de zoetwatervoorziening in Nederland niet los kan worden gezien van een langetermijnvisie op de ruimtelijke ontwikkelingen in de verschillende regio's. De landbouw staat daarin als grootste watervrager centraal, maar ook de eindbeelden voor de natuur en de regionale ambities zijn mede bepalend voor de ruimtelijke ontwikkelingen en het waterbeheer. Op rijksniveau ligt hier een belangrijke afstemmings- en integratieopgave tussen de ministeries van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (landbouw, natuur) en Infrastructuur en Milieu (ruimte, water) en tussen de Rijksoverheid en de provinciale overheden (zie ook het tekstkader 'Natuurbranden').

De rijkswateren maken deel uit van de Ecologische Hoofdstructuur en de Natura 2000-gebieden en vertegenwoordigen in internationale context belangrijke biodiversiteits- en ecosysteemwaarden. Dit vraagt op rijksniveau een samenhangende visie op de natuurontwikkeling in relatie tot de zoetwater- en veiligheidsopgaven in verschillende gebieden. Hier ligt vooral een afstemmingsopgave tussen de genoemde ministeries.

Decentralisatie: complexe en onzekere omgeving voor zoet water in relatie tot landbouw, natuur, landschap

Het huidige kabinet zet in op een verdere decentralisatie en deregulering van het ruimtelijk beleid. Het is op voorhand echter niet eenduidig hoe deze decentralisatie kan gaan uitwerken en op welke wijze het eventuele nationale belang wordt gewaarborgd. De gevolgen van decentralisatie zijn daarmee nog moeilijk in te schatten. Mogelijk zullen de verschillen tussen de landsdelen in ruimtelijk beleid en ontwikkeling toenemen, maar ook kan door onderlinge afspraken de variatie uiteindelijk beperkt blijven. Voor de voorkeursstrategie voor de zoetwatervoorziening is daarmee een nog



Bron: De Jong Luchtfotografie

Het beleid voor een klimaatbestendige natuur kan worden gekoppeld aan ander beleid voor verschillende functies en doelen. Deze kans ligt onder andere bij de ontwikkeling en uitvoering van het Deltaprogramma en het programma Ruimte voor de Rivier. De ontpoldering van de Noordwaard in de Biesbosch is een van de mogelijke maatregelen.

moeilijk te doorgronden speelveld ontstaan in samenhang met de landbouw (primair marktgedreven, wel generiek beleid, zware belangen in regionaal waterbeheer), natuur (nationale doelen voor de Ecologische Hoofdstructuur, decentrale uitvoering en privatisering, internationale verplichtingen, rijksverantwoordelijkheid), landschap (geen nationaal beleid meer) en regionale ruimtelijke ambities.

Natuurbranden: een onderschat omgevingsrisico met een grote maatschappelijke impact

In Nederland hebben de afgelopen jaren diverse grote natuurbranden gewoed. Voorbeelden zijn de duinbranden bij Bergen/Schoorl in Noord-Holland (nazomer 2009, april 2010 en april 2011), op de Strabrechtseheide in Noord-Brabant (juli 2010), in het Drentse Fochteloërveen (april 2011) en zeer recent nog de veenbrand in natuurgebied Aamsveen bij Enschede (juni 2011). Net over de grens met Duitsland vond in juni 2011 in Amtsvonn een grote bosbrand plaats en een maand eerder vlak over de grens met België op de Kalmthoutse heide.

Een natuurbrand heeft niet alleen gevolgen voor de natuur, maar brengt ook veiligheidsrisico's met zich en effecten op de economie, de recreatie en de samenleving als geheel. Denk bijvoorbeeld aan vitale infrastructuur in het gebied, zoals hoogspanningskabels, telecommunicatiemasten, snel- en spoorwegen, en waterleidingen. En wellicht verrassend: drinkwaterbedrijven halen een substantieel deel van hun drinkwater uit putten die in natuurgebieden liggen. Naast schade aan de natuur en veiligheidsaspecten, kunnen natuurbranden dus een substantieel maatschappelijk effect hebben. Oplossingen om de risico's van natuurbranden te verlagen, raken aan veel beleidsterreinen, vooral op het gebied van de ruimtelijke ordening en natuurbeheer en -onderhoud, zoals het al dan niet laten liggen van omgevallen bomen en snoeihout.

Een analogie met het externe veiligheidsbeleid is op haar plaats. Het externe veiligheidsbeleid is gericht op het voorkomen van risicovolle situaties, bijvoorbeeld door daar vroegtijdig rekening mee te houden in de ruimtelijke planvorming. Redenerend vanuit de risico's van natuurbranden, zou dit betekenen dat bij het plannen van nieuwbouw of uitbreiding van woonwijken en recreatiegebieden rekening wordt gehouden met de risico's van een natuurbrand in het beoogde gebied. Andersom geldt dat het bij het plannen van nieuwe natuur raadzaam is rekening te houden met de risico's die dat nieuwe natuurgebied oplevert voor burgers, bedrijven, vitale infrastructuur en dergelijke. Ook zou waterbeleid gericht op het tegengaan van verdroging vooral daar kunnen worden ingezet waar dit effectief is om natuurgebieden klimaatbestendiger te maken uit het oogpunt van natuurbranden. Dit neemt niet weg dat onder voorwaarden bepaalde risicovolle situaties toch moeten worden toegestaan. Dat betekent dat een maatschappelijke discussie over de risicoacceptatie moet worden gevoerd.

In de *Nationale Risicobeoordeling* (BZK 2009) zijn acht scenario's uitgewerkt die kunnen leiden tot maatschappelijke ontwrichting en aantasting van de vitale belangen van Nederland. Een ervan is het scenario 'Onbeheersbare natuurbrand en grootschalige evacuatie'. De waarschijnlijkheid van dit scenario is geclassificeerd als 'zeer voorstelbaar' en is representatief bevonden voor gebieden als de Veluwe, Utrechtse Heuvelrug en Sallandse Heuvelrug (naaldbos,

recreatie, bewoning en vitale infrastructuur). Gesteld is dat aanvullend onderzoek nodig is naar de representativiteit van dit scenario voor andere natuurgebieden (duin, heide, loofbos en veen). De rapporteurs constateren: 'Een onbeheersbare natuurbrand kan zich snel uitbreiden tot een grootschalig incident met een niet te onderschatten impact' (BZK 2009). Immers: natuurgebieden in Nederland zijn intensief verweven met uiteenlopende gebruiksfuncties en vitale infrastructuur.

Wanneer het neerslagtekort en de frequentie van aanhoudende droge zomerperiodes zullen toenemen (zie ook bijlage), zullen vaker situaties met grotere vochttekorten en extreme droogte optreden. De verwachting is dat daardoor de frequentie van natuurbranden zal toenemen. Meer droogte zal mogelijk ook leiden tot een verdere toename van de recreatiedruk in natuurgebieden, een ongunstige combinatie uit het oogpunt van natuurbrandrisico's.

Uit onderzoek is gebleken dat de kans op een onbeheersbare natuurbrand aanzienlijk is. In het grootste bos- en natuurgebied van ons land, de Veluwe, is deze kans gemiddeld een keer per 25 jaar, en een keer per twee jaar in jaren met grote droogte. Deze kans is aanzienlijk groter dan maatschappelijk aanvaardbaar wordt geacht voor andere omgevingsrisico's, zoals overstromingen en vervoer, opslag en gebruik van gevaarlijke stoffen (Van Gullik 2008).

In Nederland vormen natuurbranden een beleidsarm dossier in vergelijking met andere fysieke veiligheidsrisico's. Een heldere verantwoordelijkheidsverdeling ontbreekt tussen diverse publieke en private partijen die een rol spelen in de veiligheidsketen. Provincies en gemeenten hebben een belangrijke regisserende rol, gezien hun verantwoordelijkheden op het gebied van ruimtelijke ordening, leefomgeving, economie en recreatie. Grote vraag is wat deze verantwoordelijkheid inhoudt, ook met het oog op de decentralisatie van rijkstaken op het terrein van ruimtelijke ordening, natuur en recreatie naar de provincie (I&M 2011). Onduidelijk is of en in welke mate het Rijk systeemverantwoordelijkheid in deze blijft houden. De Inspectie Openbare Orde en Veiligheid (IOOV) heeft in haar recente themarapport *Natuurbranden* (2011) de wenselijkheid van een heldere verantwoordelijkheidsverdeling en interbestuurlijke samenwerking aangegeven. Ook heeft de Inspectie het belang van onderzoek en een goede natuurbrandregistratie benadrukt.

Objectieve statistische en onderzoeksgegevens ontbreken grotendeels om de relatie tussen natuurbeheer, klimaatverandering en natuurbranden te kunnen onderbouwen. Goed gedocumenteerd feitenmateriaal zou de discussie binnen alle bestuurslagen over dit onderwerp vergemakkelijken en versnellen. Met een integrale risicoanalyse van de 'hotspots onbeheersbare natuurbranden' kan worden gestimuleerd dat betrokken partijen gezamenlijk werken aan een afgewogen pakket van maatregelen in de risico- en crisisorganisatie.

Betrokken publieke en private partijen vragen om helderheid over de verantwoordelijkheidsverdeling tussen de diverse bestuurslagen bij natuurbranden. Bijvoorbeeld over de wijze waarop belangenafwegingen integraal en vroegtijdig kunnen worden meegenomen op gemeentelijk, provinciaal en rijksniveau. Hiertoe is in december 2009 het landelijk project Interbestuurlijke Samenwerking Natuurbranden gestart. Tijdens een grote conferentie op 10 november 2011, waaraan alle bestuurslagen zullen deelnemen, zal het oplossen van het vraagstuk van de interbestuurlijke verantwoordelijkheidsverdeling centraal staan. Ook zal dan een gezamenlijk actieprogramma tussen publieke en private partijen worden getekend.

Recent is het Nationaal Informatieknooppunt Natuurbranden ingericht. Zie www.infopuntnatuurbranden.nl voor een overzicht van publicaties die zijn verschenen over natuurbranden.

Stedelijk gebied

- Door klimaatverandering neemt de kans toe dat het stedelijk gebied herhaaldelijk last krijgt van regenwateroverlast door piekbuien, van droogte en van hitteopbouw. Wateroverlast is een lokaal verschijnsel, maar kan in heel Nederland plaatsvinden. Droogte daarentegen is een probleem op landelijke schaal. Hiteopbouw in steden is alleen een probleem in extreem warme zomers.
- Door stedelijke ontwikkelingen in het westen van het land nemen de potentiële gevolgen (de risico's) van mogelijke overstromingen hier toe.
- Klimaatverandering kan een ongunstige invloed hebben op de volksgezondheid. Voorlichting en technische en ruimtelijke (her)inrichtingsmaatregelen kunnen worden ingezet om de gezondheidsrisico's te verkleinen. Ook het meenemen van klimaatbestendigheid in (ruimtelijke) planvorming en beleid voor stedelijke (her)inrichting kan hieraan bijdragen.
- Het stedelijk gebied is voortdurend in ontwikkeling: kantoren en woningen worden gebouwd, infrastructuur wordt aangelegd, wijken en bedrijventerreinen worden geherstructureerd en rioleringen vervangen. Als met investeringen in het stedelijk gebied in de komende decennia consequent rekening wordt gehouden met de eisen die klimaatbestendigheid stelt, kan klimaatadaptatie worden ingepast tegen zo gering mogelijke kosten.
- Op korte termijn kunnen goedkope en flexibele maatregelen worden getroffen, zoals het aanpassen van gebouwen, bijvoorbeeld door isolatie en de aanleg van groene daken, en het aanpassen van de bestrating voor waterberging. Of deze maatregelen ook daadwerkelijk kunnen worden uitgevoerd, hangt af van het eigendom, de voorkeuren van eigenaren en de financiële ruimte. Energiebesparingsmaatregelen kunnen goed met dit soort aanpassingen meekoppelen. Woningbouwcorporaties en particuliere eigenaren zijn op dit schaalniveau de belangrijkste actoren. De mogelijkheden tot meekoppeling verschillen tussen groei- en krimpgebieden.
- Systeemaanpassingen op wijk- en stadsniveau, zoals de aanleg van parken, straatgroen, vijvers en waterpartijen, warmte-koudeopslagsystemen en het bijstellen van rioleringsystemen zijn

weliswaar effectief, maar hebben een langere doorlooptijd en zijn ingrijpender om te kunnen realiseren. Gemeenten en projectontwikkelaars zijn hier de belangrijkste actoren.

- De meeste effecten van klimaatverandering in het stedelijk gebied zijn beleidsmatig afgedekt; het gaat dan om onderwerpen als de veiligheid binnendijs, wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit. Voor het beperken van overstromingsrisico's in buitendijs gebied en het tegengaan van hitteopbouw in het stedelijk gebied is geen generiek, kaderstellend beleid voorhanden.

5.1 Klimaatopgaven liggen vooral in de binnenstedelijke gebieden

Door klimaatverandering nemen de droogte, de frequentie en intensiteit van piekbuien en de kans op warme zomers toe in alle klimaatscenario's van het KNMI (zie bijlage). Dit leidt in het stedelijk gebied tot grotere kansen op overstromingen, wateroverlast door extreme neerslag, droogte, watertekorten en op het vasthouden van warmte in bebouwd gebied ('hiteopbouw', oplopend tot 'hitestress' in extreem warme zomers). De klimaateffecten en daarmee de uiteindelijke opgaven voor een klimaatbestendige ontwikkeling in het stedelijk gebied verschillen sterk per type stadswijk. Of deze klimaatgerelateerde effecten schade of overlast veroorzaken, wordt bepaald door het type, de dichtheid en de kwaliteit van de bebouwing, de aanwezigheid van openbaar groen (parken en bomen in straten), de aanwezigheid van waterpartijen (vijvers, singels) en de staat van onderhoud van de riolering. Vooral in de hoogstedelijke centra zijn de risico's het hoogst, daar waar immers de meeste mensen wonen en het geïnvesteerd vermogen het grootst is.

Het overstromingsrisico in binnendijs gebied neemt toe; het buitendijs gebied is na aanpassing relatief veilig

De gevoeligheid van het stedelijk gebied voor overstromingsrisico's neemt toe, omdat er steeds meer wordt geïnvesteerd in woningen, bedrijven of kantoren. De binnendijs overstromingsrisico's zijn behandeld in hoofdstuk 2. Daar is ook aangegeven waar binnendijs de gebieden liggen die bij een overstroming potentieel de grootste economische schade ondervinden en de meeste slachtoffers tellen (zie ook figuur 2.1). De gevoeligheid van het stedelijk gebied voor overstromingen verschilt tussen binnendijs en buitendijs gebieden. Ongeveer 3 procent van het landareaal in Nederland ligt buitendijs en in dat gebied staan circa 115.000 woningen. In het buitendijs gebied is de kans op een overstroming het grootst. De schade en het aantal slachtoffers als gevolg van een overstroming zullen hier echter beperkt zijn, door de voorspelbaarheid van de overstroming en de geringe overstromingshoogte. Het grootste areaal bebouwd buitendijs gebied bevindt zich in Rotterdam en de Drechtsteden. Gesitueerd in het overgangsgebied tussen rivier en zee, is dit gebied het meest gevoelig voor overstromingen. Door in buitendijs gebieden aangepast te bouwen, kan goed worden geanticipeerd op de overstromingsrisico's. Die risico's



Bron: ANP/Jan Luursema

Door de toename van piekbuien neemt de kans op wateroverlast in het stedelijk gebied toe. Ook een ongunstige inrichting van de straten (straatbrede drempels, verlaagde stoepen, geringe hoogteverschillen) kan bijdragen aan een toename van de wateroverlast.

kunnen vérgaand worden gereduceerd, omdat de maximaal mogelijke waterhoogte goed is vast te stellen. In diverse buitendijkse gebieden, zoals in Rotterdam, wordt al onderzocht wat de bebouwingsmogelijkheden zijn.

Wateroverlast door piekneerslag neemt toe

Steden in Nederland hebben met enige regelmaat te maken met wateroverlast door piekbuien. Wateroverlast kan leiden tot directe waterschade, maar ook tot uitval van nutsvoorzieningen door schade aan nutsleidingen en schakelstations (Van de Ven et al. 2011). Zowel de hoeveelheid regen als de intensiteit van de buien is in de afgelopen eeuw met circa 20 procent toegenomen en in alle klimaatscenario's neemt de intensiteit van de neerslag verder toe (zie bijlage, figuur B1 en B2). Steden in het westen van het land kunnen door de nabijheid van een warmer wordende Noordzee te maken krijgen met meer en/of zwaardere buien dan steden elders in het land. De onzekerheden zijn echter groot (zie bijlage). De kans op wateroverlast in het stedelijk gebied is afhankelijk van de afvoercapaciteit van het rioolsysteem en de mogelijkheid om water te bergen, bijvoorbeeld in waterpartijen als vijvers, grachten, singels, op straat en in stedelijk groen (zie ook figuur 5.3). Steden die in de benedenloop van beken liggen, zijn ook afhankelijk van het waterbeheer bovenstrooms. Het meest gevoelig voor een toename van piekbuien zijn de hoogstedelijke centra (Van de Ven et al. 2010).

Klimaatverandering zal in toenemende mate tot gezondheidseffecten leiden

Klimaatverandering wordt wereldwijd, maar ook in Europa vaak in verband gebracht met ziekte en (voortijdige) sterfte door hittestress, luchtverontreiniging (zomersmog), slechte waterkwaliteit, allergieën en aan insecten en teken verbonden infectieziekten (Confalonieri et al. 2007). Door klimaatverandering zal waarschijnlijk ook in Nederland een aantal van deze gezondheidsklachten toenemen (Huynen et al. 2008; PBL 2005, 2009b). Vooral in de hoogstedelijke centra zal dit het geval zijn. Klimaatverandering kan overigens ook positieve effecten hebben, zoals de afname van het aantal strenge winters en de daaraan gekoppelde sterfte.

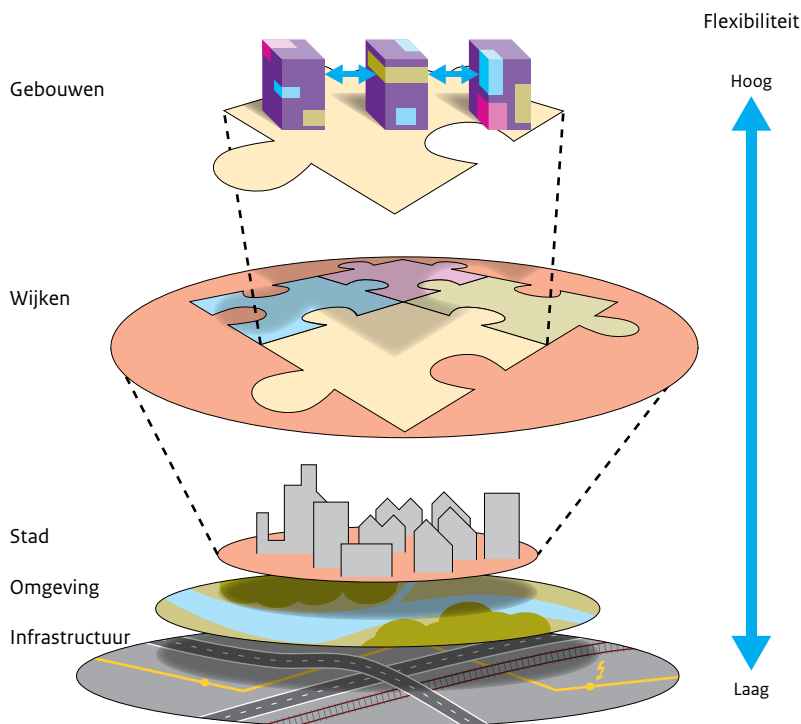
Droogte heeft invloed op het stedelijk groen, de waterkwaliteit en de bebouwing

Periodes van droogte (gebrek aan neerslag) kunnen leiden tot watertekorten, die in het stedelijk gebied nadelige gevolgen kunnen hebben voor het stedelijk groen, voor de waterkwaliteit. Bij hogere temperaturen en een afname van doorspoelwater verslechtert de microbiologische kwaliteit van het water. Daarnaast kan droogte effect hebben op de grondwaterstanden. Te lage grondwaterstanden zijn echter voornamelijk het gevolg van inrichtingstechnische onvolkomenheden, zoals de drainerende werking van lekke riolen of het wegzakken van grondwater naar een aangrenzende polder (TNO 2008; Van de Ven 1998). Te lage grondwaterstanden kunnen tot extra bodemdaling en zetting leiden (vooral in veengebieden) en tot paalrot, een belangrijke schadepost bij woningen en gebouwen die zijn gefundeerd op houten palen, zoals in de historische centra van steden als Amsterdam, Rotterdam, Leiden en Delft. Ongeveer een derde van de historische gebouwen in Nederland is gevoelig voor paalrot. De invloed van klimaatverandering hierop is niet goed te voorspellen, maar is naar verwachting gering (Van de Ven et al. 2011).

Het huidige beleid is vooral gericht op het beperken van de gevolgen van hitteopbouw, niet op het voorkómen ervan

In steden is het altijd al warmer dan op het platteland. Vooral stedelijke centra, bedrijventerreinen en industriële gebieden zijn gevoelig voor hitteopbouw (Van de Ven et al. 2010). Klimaatverandering leidt naar verwachting tot hogere temperaturen in de stad. Naarmate de gemiddelde temperatuur toeneemt, zal de stedelijke hitteopbouw ook toenemen (Van de Ven et al. 2011). 'Hittestress' komt incidenteel voor, in extreem warme zomers; zo zijn in de extreem warme zomer van 2003 in Nederland en Europa slachtoffers gevallen door onvoldoende zorg en alertheid (PBL 2005). Volgens de klimaatscenario's van het KNMI komen extreme warmteperiodes in de komende decennia vaker en intenser voor (zie bijlage). Uitgaande van deze scenario's en de toename van het aantal dagen met temperaturen boven de 20, 25 of 30 °C in 2050, geven eerste schattingen aan dat de 'sterfterisico's' van hittestress in Nederland zonder verdere maatregelen kunnen toenemen met 25 tot 100 procent (Huynen et al. 2008). Voorlichting aan en zorg voor kwetsbare groepen, zoals ouderen en chronisch zieken, kunnen bijdragen aan het beperken van de risico's. Hittestress kan ook leiden tot

Figuur 5.1
Schaalniveaus voor adaptatiemaatregelen



In het stedelijk gebied liggen op verschillende schaalniveaus aangrijpingspunten voor het inpassen van klimaatgerelateerde aspecten in de planvorming en uitvoering. De flexibiliteit om in de tijd aanpassingen door te voeren, is mede afhankelijk van het schaalniveau.

arbeidsverzuim en dus ook economische gevolgen hebben. Van de potentiële economische schadeposten zijn geen ramingen bekend. Voor het met infrastructurele maatregelen beperken van de hitteopbouw in stedelijk gebied is geen beleid geformuleerd.

5.2 Beschouwde opties voor gebouw, wijk en stad

In het stedelijk gebied zijn diverse aangrijpingspunten voor het nemen van klimaatadaptatiemaatregelen. Daarbij kunnen de volgende schaalniveaus worden onderscheiden (figuur 5.1.):

- de gebouwen en de interactie met de wijk en de straat;
- de wijk en de interactie met de stad als geheel; en
- de stad als geheel en de interactie met de omgeving.

Wat de maatregelen betreft, kunnen ‘inrichtingsmaatregelen’ en ‘systeemmaatregelen’ worden getroffen. ‘Inrichtingsmaatregelen’ liggen veelal op gebouw- en straatniveau en zijn technisch gezien snel en eenvoudig uit te voeren. Op gebouwniveau zijn woningisolatie of de aanleg van groene daken voorbeelden; op straatniveau zijn het aanpassen van de bestrating voor waterberging en de aanplant van bomen flexibele maatregelen. Of dergelijke inrichtingsmaatregelen ook daadwerkelijk worden getroffen, is mede afhankelijk van sociaaleconomische factoren (zoals subsidieregelingen en de financiële draagkracht van eigenaren) en voorkeuren van eigenaren (particulieren, woningcorporaties, gemeenten). ‘Systeemmaatregelen’, zoals de aanleg van groen-blauwe structuren (parken, straatgroen, vijvers, waterpartijen), warmte-koudeopslag en aanpassing van de riolering, liggen meestal op wijk- en stadsniveau. Zulke maatregelen zijn minder flexibel, ingrijpender en hebben een lange doorlooptijd.

Zowel op gebouw- en straat-, als wijk- en stadsniveau zijn voldoende, effectieve maatregelen beschikbaar

Er is een scala aan maatregelen inzetbaar om op gebouw-, straat-, wijk- of stadsniveau een klimaatbestendige ontwikkeling van het bebouwd gebied te krijgen. Tabel 5.1 bevat een overzicht van mogelijke maatregelen. Per adaptatiemaatregel is een inschatting gemaakt:

- voor welk klimaatprobleem de maatregel een (deel)oplossing geeft;
- in hoeverre de maatregel indirecte effecten heeft op de leefomgevingskwaliteit of tevens leidt tot een win-winsituatie); en
- in hoeverre de maatregel flexibel is in te zetten (inrichtingsmaatregel) of niet (systeemmaatregel).

Geconcludeerd kan worden dat er veel koppelingen mogelijk zijn tussen klimaatadaptatiemaatregelen, het verbeteren van de leefomgevingskwaliteit en het beperken van de uitstoot van broeikasgassen via energiebesparing. Waterpartijen, parken, bomen langs de straat, goede en energetisch zuinige woningen, en een groen-blauwe dooradering van de stad met aansluiting op het landelijk gebied kunnen in belangrijke mate bijdragen aan de kwaliteit van de leefomgeving. Door bij geplande en nieuwe investeringen in de gebouwde omgeving en in stedelijke voorzieningen consequent rekening te houden met de eisen die klimaatbestendigheid stelt, kunnen – zonder dat er sprake is van een op dit moment urgent probleem – de extra kosten hiervoor gering zijn. Gemeenten zouden hier nadrukkelijker de regierol op zich kunnen nemen. De mogelijkheden om in het stedelijk gebied klimaatbestendigheid mee te nemen bij geplande en nieuwe investeringen verschillen tussen groei- en krimpregio’s.

Zoals uit tabel 5.1 naar voren komt, is energiebesparing een belangrijke drijvende kracht voor maatregelen die ook de hitteopbouw verminderen. De effectiviteit van de maatregelen is sterk afhankelijk van de uitvoerbaarheid van de plannen. Zo constateren Faber en Hoppe (te verschijnen) dat een goed vormgegeven stringente regelgeving verdergaande innovatie kan tegengaan. Deze auteurs hebben als voorbeeld de

Tabel 5.1

Effecten van mogelijke maatregelen om de klimaatbestendigheid van stedelijk gebied te vergroten

	Over- stroming buiten- dijks	Beperken water- overlast	Beperken hitte- opbouw	Beperken droogte	Meekoppeling		Flexibiliteit van implemen- tatie ³
					LOK ¹	Energie- besparing	
Gebouw							
Oriëntatie op de zon			+			+	Gering
Aanbrengen isolatie			+			+	Groot
Inzet groene daken			+			+	Groot
Inzet airco			+			-	Groot
Aanpassen drempelhoogte		+					Groot
Verhoogd bouwen	+	+					Gering
Drijvend bouwen	+	+					Gering
Wijk							
Verbeteren huidige watersysteem		+					Gering
Waterberging op straat		+				-	Groot
Waterberging onder straat		+					Gering
Aanleg waterpartijen		+	+		+		Gering
Verbeteren riolering		+		(+) ²			Gering
Afkoppelen (scheiden van afval- en hemelwater)				+		+	Gering
Hydrologische isolatie				+			Gering
Aanleg parken		+	+		+	?	Gering
Aanleg straatgroen			+		+	?	Gering
Aanleg warmte- koudeopslag			+			+	Gering
Vluchtplaatsen	+						Gering

	Overstroming buitendijks	Beperken water-overlast	Beperken hitte-opbouw	Beperken droogte	Meekoppeling		Flexibiliteit van implementatie ³
					LOK ¹	Energie-besparing	
	Stad						
Groene dooradering		+	+		+	?	Gering
Blauwe dooradering		+	+	+	+	?	Gering
Vluchtroutes	+						Groot
Voorlichting en informatie	+	?	?	?			Groot
Waarschuwingssysteem	+	?					Groot

Bron: gebaseerd op Van de Ven et al. (2011)

¹ LOK: leefomgevingskwaliteit buitenshuis.

² Daar waar de riolering onbedoeld drainerend werkt.

³ Systeemmaatregelen: flexibiliteit gering, inrichtingsmaatregelen: flexibiliteit groot.

Legenda

+	Positief effect
-	Negatief effect
?	Onbekend effect
Blanco	Neutraal effect
	Grote flexibiliteit
	Geringe flexibiliteit

energieprestatienorm uitgewerkt en volgens hen is de markt erop gericht te voldoen aan de minimale eisen omtrent de energieprestatie van nieuwe woningen, maar wordt er niet aanzet tot verdergaande innovaties.

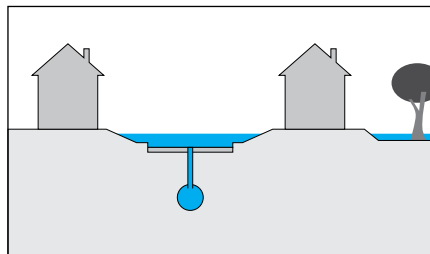
Overstromingen in buitendijks gebied: fysieke aanpassingen hebben een lange doorlooptijd

In buitendijks gebied kunnen zelfs onder de meest extreme omstandigheden de gevolgen van overstromingen beperkt blijven, mits bij de ontwikkeling van dat gebied rekening is gehouden met de kans op overstromingen (zie ook het tekstkader 'Veerkracht in buitendijks gebied', paragraaf 2.2). Om de schade van bestaand stedelijk areaal te beperken, is het aantal mogelijke fysieke maatregelen gering, namelijk het verhoogd of drijvend bouwen en de aanleg van vluchtplaatsen (tabel 5.1). Deze maatregelen hebben een geringe flexibiliteit, of, met andere woorden, een lange doorlooptijd. Verhoogd en drijvend bouwen en de aanleg van vluchtplaatsen kunnen mogelijk meeliefen met herstructurerings- en nieuwbouwactiviteiten, maar vooral verhoogd en drijvend bouwen zijn moeilijk uitvoerbaar in bestaande (deels historische) stadsdelen. Wel snel

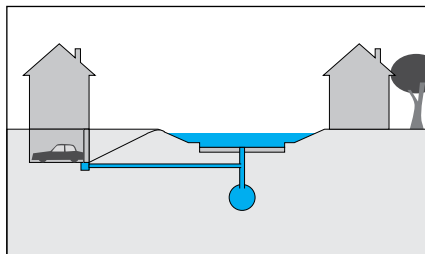
Figuur 5.2

Maatregelen tegen regenwateroverlast

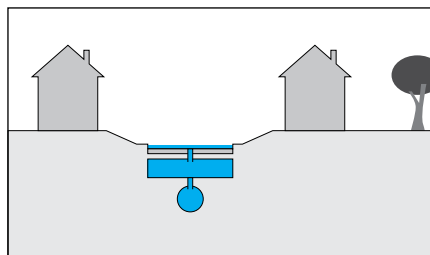
Waterberging op straat en
in groenvoorziening



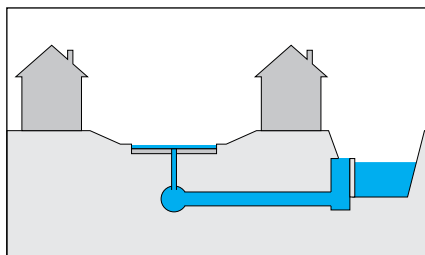
Gebouwen beschermen door
drempels en drainage



Ondergrondse berging



Berging in open water



realiseerbaar zijn een goede informatievoorziening en een waarschuwingssysteem, gekoppeld aan voor de bewoners bekende vluchtroutes.

Ruimtelijke aanpassingen zijn doelmatig om wateroverlast terug te dringen

De aanpak van wateroverlast vraagt maatregelen op straat-, wijk- en stadsniveau. Op straatniveau zijn de maatregelen flexibel in te zetten (zie hiervoor), maar een aanpassing op wijkniveau van het rioleringssysteem, de aanleg van ondergrondse wateropslag, de aanleg van parken en het realiseren van meer groen-blauwe dooradering in de wijk zijn vooral in te zetten bij herstructurering en nieuwbouw en zijn dus weinig flexibel inzetbaar. De robuustheid van dergelijke maatregelen is echter groot, en ze dragen positief bij aan het leefomgevingsklimaat in de stad. Flexibele maatregelen op straatniveau (figuur 5.2) kunnen dikwijls meeliften met onderhouds- of vervangingswerkzaamheden. Dit zijn ook de belangrijkste terugvalopties als er geen systeemmaatregelen haalbaar zijn (aanpassing van de riolering, de aanleg van waterpartijen of stedelijk groen voor uitbreiding van de waterbergingscapaciteit). Veel winst valt te behalen door het verkrijgen van een beter inzicht in het functioneren van het huidige stedelijk watersysteem en gerichte verbeteringen. Het verbeteren van het huidige watersysteem en een verbeterde inrichting van de openbare ruimte zouden volgens recente onderzoeken een besparing kunnen opleveren van 9 miljard euro ten opzichte van de geraamde 12,5 miljard euro aan

investeringskosten als alleen door aanpassing van het rioolstelsel de wateroverlast zou moeten worden opgevangen (NLingenieurs 2010; RIONED 2007, 2011).

Voor droogte zijn geen flexibele maatregelen voorhanden

Het aantal maatregelen voor het tegengaan van droogteproblemen is beperkt en heeft een geringe flexibiliteit (tabel 5.1). Te lage grondwaterstanden zijn namelijk vooral het gevolg van inrichtingstechnische onvolkomenheden, zoals de drainerende werking van lekke riolen of het wegzakken van grondwater naar een aangrenzende polder. Het afkoppelen van afval- en regenwaterstroming in rioleringen, aangevuld met verbeteringen van de waterinfiltratie in de bodem leidt in beperkte mate tot minder watertekort in droge periodes. Dit draagt wel bij aan besparingen bij rioolwaterzuiveringsinstallaties (lagere energiekosten en minder kans op overstort). Nog nader onderzocht dient te worden hoe verlaging van de grondwaterstand in droge tijden kan worden voorkomen in stedelijke gebieden die daar gevoelig voor zijn (extra waterbehoefte en wateraanvoersysteem) (Van de Ven et al. 2010).

Gezondheidsmaatregelen zijn aanwezig, vooral beleidsaandacht gevraagd

Er zijn diverse maatregelen voorhanden om de mogelijke gezondheidsproblemen (warmteoverlast, luchtverontreiniging, allergieën en infectieziekten) tegen te gaan. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO 2010) heeft recent aangegeven dat er op vier niveaus adaptatiemaatregelen kunnen worden getroffen:

1. gezondheid integraler meenemen in beleid, bijvoorbeeld bij stedelijke nieuwbouw en herstructurering;
2. versterking van de gezondheidszorg, zowel kwantitatief als kwalitatief (bijvoorbeeld training van gezondheidsexperts);
3. betere voorlichting en communicatie, bijvoorbeeld over de implementatie van een hitteplan; en
4. monitorings- en risicoschattingsonderzoek, bijvoorbeeld naar hitteopbouw, allergieën en infectieziekten.

Bij nieuwbouw en herstructurering kan gezondheid worden meegenomen als ruimtelijke opgave bij duurzame (emissiearme) mobiliteit, hittebestendig bouwen en verkoelende openbare ruimte. Ook kan ze als randvoorwaarde worden meegenomen bij schone en veilige waterberging en riolering, behoud van de kwaliteit van het binnenmilieu en de kwaliteit van het stedelijk 'groen en blauw'. In Nederland is beleidsmatig nog relatief weinig aandacht voor de gezondheidseffecten van klimaatverandering. In aansluiting op internationale voorstellen van de Europese Commissie, het Europees Milieuagentschap en de Wereldgezondheidsorganisatie zouden meer initiatieven kunnen worden overwogen.

Tegengaan van hitteopbouw: koppel energiebesparing en de kwaliteit van de leefomgeving

Wat betreft hitteopbouw ligt de grootste opgave in de hoogstedelijke centra. Hier zijn in eerste instantie de maatregelen kansrijk die weinig ruimte vragen (isolatie, groene daken,



Bron: Jacqueline van Eijk

Het aanleggen van groenstructuren, straatbeplanting, vijvers en watergangen vergroot de leefomgevingskwaliteit en draagt tevens bij aan het verminderen van de hitteopbouw en de kans op wateroverlast.

bomen langs de straat, warmte-koudeopslagsystemen). Deze maatregelen vallen samen met maatregelen die kunnen worden genomen voor energiebesparing (tabel 5.1). Of er eventueel meer ruimte beschikbaar komt voor openbaar groen of waterpartijen, hangt af van de mate van verdichting die in de bebouwing wordt gerealiseerd. Juist bij een grotere verdichting kan door meer openbare ruimte een belangrijke meerwaarde in de leefomgevingskwaliteit worden gerealiseerd (Uijtenhaak et al. 2010).

Grote variatie in stedelijk gebied vraagt maatwerk

Er kan geen generiek toepasbaar maatregelenpakket voor al het stedelijk gebied worden gegeven (Van de Ven et al. 2011). Dit wordt verhinderd door de grote verschillen in inrichting van het stedelijk watersysteem, de wijken, de gebouwen en de openbare ruimte en daarmee de verschillen in gevoeligheid voor klimaatverandering. Uiteindelijk zullen de betrokken partijen voor elke stad of wijk of elk gebouw waar een ingreep wordt overwogen, moeten onderzoeken welke opgave voortvloeit uit het klimaatbestendig maken van het gebied en welke mogelijkheden er zijn om concrete maatregelen in te passen in de planvorming en -uitvoering. Een maatschappelijke kosten-batenanalyse kan hierbij behulpzaam zijn, zowel bij het bepalen van de opgave en de oorzaken daarvan, als bij het vaststellen van de maatregelen die op een doelmatige wijze kunnen bijdragen aan het aanpakken van de verwachte problemen (zie ook paragraaf 6.1).

Tabel 5.2

Mogelijkheden voor de inzet van maatregelen voor een klimaatbestendige ontwikkeling van het stedelijk gebied

	Niet-flexibele systeemmaatregelen	Flexibele inrichtingsmaatregelen
Nieuwbouw	Ja	Ja
Herstructurering	Ja	Ja
Bestaande bouw/renovatie	Nee	Ja

5.3 Ruimtelijke consequenties

Integratie in ruimtelijke planvorming en (her)bouwplannen

Een klimaatbestendige stedelijke ontwikkeling vraagt zowel aandacht op systeemniveau als op inrichtingsniveau. In het eerste geval zijn gemeenten en projectontwikkelaars de actoren, in het tweede geval particulieren, woningcorporaties en gemeenten). Vanwege de veelal hoge kosten, zal vaak pas worden gekozen voor ruimtelijke systeemgerichte maatregelen (zoals de aanleg van groen-blauwe dooradering, aanpassing van de riolering en warmte-koudeopslag) als deze kunnen meekoppelen met een bestaande investeringsagenda. Dergelijke agenda's kunnen zijn gericht op het creëren van een aantrekkelijke leefomgeving, het verbeteren van de kwaliteit van wijken, het omgaan met demografische krimp en sociale veiligheid, of het versterken van een economisch aantrekkelijk vestigingsklimaat (inclusief toerisme). Het vergroten van de klimaatbestendigheid kan daarbij als een toegevoegde ruimtelijke kwaliteit worden beschouwd. De meerkosten van het meenemen van klimaatbestendighedsmaatregelen kunnen beperkt en soms zelfs afwezig zijn als de opgave vanaf het begin van het ontwerp- en planningsproces in het stedelijk gebied wordt meegenomen (Pijnappels & Sedee 2010).

De flexibiliteit van systeemmaatregelen in het stedelijk gebied is zoals gezegd beperkt. Bij nieuwbouw of herstructurering kan met aanpassingen op systeemniveau makkelijker worden ingespeeld op klimaatverandering dan bij bestaande bouw (tabel 5.2; zie ook tabel 5.1). In bestaande wijken kan bij vervanging, onderhoud of renovatie rekening worden gehouden met inrichtingsmaatregelen (zoals het isoleren van gebouwen, aanpassing van het straatprofiel en de aanleg van straatgroen) om de klimaatbestendigheid te verhogen.

In de toekomst zullen meer stedelijke gebieden in Nederland te maken krijgen met krimp, met vergaande consequenties voor de nieuwbouw- en herstructureringsplannen in deze gebieden (PBL te verschijnen).

5.4 Bestuurlijke opgave

De beleidsaandacht van het Rijk voor thema's als waterveiligheid, wateroverlast, watertekort en hitteopbouw wisselt, zowel in omvang als in benaderingswijze. Voor waterveiligheid 'binnendijks', dat valt onder het thema 'Veiligheid tegen overstromen' (zie hoofdstuk 2), is generiek beleid ontwikkeld. Voor buitendijkse gebieden is het beleid dat de verantwoordelijkheid voor de gevolgen van een overstroming ligt bij de particulieren/eigenaren van gebouwen. In het Nationaal Bestuursakkoord Water plus (2008) is afgesproken om wateroverlast en watertekort op korte termijn aan te pakken (voor 2015). Ook voor hittestress in de stad, die zich vooralsnog incidenteel voordoet, is geen generiek beleid geformuleerd voor een fysieke inrichting gericht op het beperken van hitteopbouw. Om de gezondheidseffecten van hittestress te beperken, zijn een goede voorlichting en informatievoorziening, de installatie van monitorings- en waarschuwingssystemen en een goede voorbereiding vanuit de zorgsector van essentieel belang. Burgers en zorginstellingen weten dan hoe zij moeten handelen bij extreme hitte (WHO 2011). Gemeentelijke gezondheidsdiensten (GGD's) hebben inmiddels actieplannen, vooral gericht op kwetsbare groepen (ouderen en chronisch zieken), waarmee de gezondheidsrisico's van een aanhoudende hittegolf kunnen worden bestreden. Op nationale schaal heeft het ministerie van VWS in 2007 een Nationaal Hitteplan uitgebracht, dat in 2010 is bijgesteld (RIVM 2011). Veel maatregelen gericht op energiebesparing leveren ook een bijdrage aan het voorkomen van hitteopbouw of -stress. Toenemende zomersmog zal extra druk zetten op de aanscherping van het Europese en stedelijke luchtbeleid.

Bestuurlijke complexiteit: wie is verantwoordelijk voor de klimaatbestendigheid van de stad?

Zowel het Rijk als de provincies en gemeenten hebben verantwoordelijkheden voor de klimaatbestendigheid van het stedelijk gebied. Wie is verantwoordelijk voor welke effecten van klimaatverandering (tabel 5.3)? De gemeenten hebben in de huidige wetgeving de eerste verantwoordelijkheid, in combinatie met de provincie en het waterschap. Het Rijk heeft via regelgeving (zoals het Bouwbesluit en richtlijnen voor de hoeveelheid areaal groen per inwoner) en ruimtelijke besluiten op nationaal niveau een belangrijke sturende rol richting gemeenten, provincies en waterschappen. De flexibiliteit om te reageren op klimaatverandering is op het schaalniveau van de stad of wijk gering. Denk hierbij aan nieuwbouw en herstructurering, de aanleg van groen-blauwe structuren en de ontwikkeling van warmte-koudeopslagsystemen, maar ook aan vervangingswerkzaamheden aan bijvoorbeeld het rioleringssysteem. Er zijn aanzienlijke kansen om klimaatadaptatie 'mee te laten liften' met bestaande investeringsplannen in (de kwaliteit van) het stedelijk gebied. Het niet benutten van deze kansen brengt het risico van onderinvesteringen met zich.

Al met al kan worden geconcludeerd dat de meeste effecten van klimaatverandering in het stedelijk gebied beleidsmatig zijn afgedekt (veiligheid binnendijks, wateroverlast, watertekort en waterkwaliteit). De verantwoordelijkheid voor de

Tabel 5.3

Verdeling verantwoordelijkheden klimaatadaptatie in stedelijk gebied

Aandachtsgebieden	Kaderstellend	Uitvoering
Waterveiligheid – binnendijs	Rijk ¹	Waterschappen en Rijkswaterstaat
Waterveiligheid – buitendijs	Geen; risico's bij overstroming zijn voor particulieren/eigenaren van gebouwen ²	Gemeenten ²
Wateroverlast	Nationaal Bestuursakkoord Water: werknormen wateroverlast ³	Gemeenten en waterschappen
Watertekort en schade aan gebouwen en infrastructuur	Geen normen; wel procesafspraken in nationale verdringsreeks ⁴	Rijkswaterstaat en waterschappen
Waterkwaliteit	Rijk; normen Kaderrichtlijn Water ⁵	Rijkswaterstaat en waterschappen
Hitteopbouw/ energiebesparing	Nationaal Hitteplan; geen beleid fysieke inrichting; wel normen voor energieprestatie van gebouwen ⁶	Hittestressplannen GGD's Particulieren, woningbouwverenigingen, gemeenten ⁷

1 De veiligheidsnormen zoals vastgelegd in de Waterwet (VenW 2009b) worden heroverwogen. Het Rijk is kaderstellend voor de primaire keringen; voor secundaire keringen is de provincie kaderstellend.

2 Er zijn geen generieke veiligheidsnormen voor buitendijs wonen; de risico's bij overstromingen zijn voor particulieren/eigenaren van gebouwen. Gemeenten zijn verantwoordelijk voor de rampenbeheersing (evacuatieplannen bij overstroming en uitvoering hiervan).

3 De werknormen voor wateroverlast zijn vastgelegd in het Nationaal Bestuursakkoord Water (VenW et al. 2003).

4 Er zijn geen normen voor watertekort; wel zijn er procesafspraken gemaakt over de waterverdeling bij grote watertekorten ('nationale verdringsreeks'). De Landelijke Commissie Waterverdeling heeft bij grote watertekorten een coördinerende rol (VenW 2009a).

5 In het kader van de Kaderrichtlijn Water (EG 2000) hebben de verantwoordelijke waterbeheerders waterkwaliteitsnormen vastgesteld.

6 Er zijn geen normen voor het voorkomen van hittestress. Wel zijn er richtlijnen voor energiebesparing, die relevant zijn in verband met mogelijke meekoppelingen: de energieprestatienorm van gebouwen (EPN) en de energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) (NNI 2011a,b).

7 Op het niveau van gebouwen ligt de uitvoering primair bij particulieren, woningbouwverenigingen en gemeenten; bij ontwerp/uitvoering kan rekening worden gehouden met hitteopbouw. Op wijkniveau liggen ontwerp en uitvoering bij de gemeenten; ook hier kan bij het ontwerp rekening worden gehouden met hitteopbouw.

schade van lage grondwaterstanden aan particuliere gebouwen (zetting, paalrot) is echter nog onduidelijk, hetgeen een belangrijk knelpunt is bij de financiering van de benodigde herstelwerkzaamheden. Er is geen generiek kaderstellend beleid voor de overstromingsrisico's in buitendijkse gebieden en voor de fysieke inrichting gericht op het beperken van hitteopbouw.

Klimaatbestendigheidsplannen

Een mogelijk interessant instrument om zicht te krijgen op de klimaatbestendigheidsopgave voor het stedelijk gebied zijn klimaatbestendigheidsplannen, op te stellen door de gemeenten. In die plannen kan inzichtelijk worden gemaakt hoe groot de opgave is, welke opties voorhanden zijn en welke keuzes de gemeente uiteindelijk maakt voor bestaand bebouwd gebied en de eventuele nieuwbouw- en herstructureringsgebieden bij het beheersen van de risico's van klimaatverandering. Een dergelijke verplichting tot een beoordeling van ruimtelijke plannen op klimaatbestendigheid en het opstellen van een actieprogramma op gemeentelijk niveau geldt bijvoorbeeld in het Verenigd Koninkrijk (Swart et al. 2009). Hiermee kan de opgave aan burgers en bedrijfsleven worden verduidelijkt en kan worden aangegeven welke verantwoordelijkheden de gemeente voor haar rekening neemt en welke opgaven resten voor de andere partijen.

Bestuurlijke uitdagingen

- Het Rijk heeft een directe verantwoordelijkheid voor de veiligheid tegen binnendijkse overstromingen en voor de zoetwatervoorziening op regionaal en rijksniveau. Voor andere onderwerpen die onder invloed staan van klimaatverandering heeft het Rijk een systeemverantwoordelijkheid. Dat wil zeggen dat het Rijk voor lagere overheden (gemeenten, waterschappen en provincies) en burgers en bedrijven de juiste randvoorwaarden moet scheppen om maatregelen te treffen als klimaatverandering daartoe noopt. De belangrijkste verantwoordelijkheden betreffen in dit geval hitteopbouw en wateroverlast.
- Een belangrijke randvoorwaarde is het maken van duidelijke afspraken over de verdeling van verantwoordelijkheden. Wie is verantwoordelijk voor het formuleren en uitvoeren van aanpassingsmaatregelen bij klimaatverandering? Welke taken ziet de Rijksoverheid voor zichzelf weggelegd en wat verwacht ze van lagere overheden, het bedrijfsleven en burgers aan investeringen in klimaatadaptatie? Wie is verantwoordelijk voor welke schade door klimaatverandering?
- Het Rijk kan op verschillende manieren bijdragen aan verankering van klimaatadaptatie in de praktijk van het afwegings- en financieringsproces van ruimtelijke investeringen. Systematische agendering van klimaatadaptatie in het stedelijk gebied kan bijvoorbeeld worden ondersteund door klimaatbestendigheidspunten op gemeentelijk niveau en door het langetermijnperspectief expliciet mee te nemen in bestaande afwegingskaders rond ruimtelijke investeringen. Mogelijkheden om investeringen in klimaatadaptatie terug te verdienen, kunnen worden vergroot, bijvoorbeeld door bestaande mogelijkheden voor kostenverhaal via de grondexploitatie te ondersteunen, en de beperkingen daarvan te repareren.
- Vooralsnog bepaalt niet de ernst van de gevolgen van klimaatverandering het tijdstip en ritme van investeringen in adaptatie, maar de beleidsurgentie van andere maatschappelijke ontwikkelingen. Door klimaatinvesteringen te laten meeliften met andere investeringen, zijn er kansen om de

agenda te verbreden en een betere leefomgevingskwaliteit te ontwikkelen. Ook beperkt meeliften het risico op desinvesteringen.

- *Door integratie van klimaatbestendigheid in ruimtelijk beleid, zoals verwoord in de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte, komt er een extra opgave bij de ruimtelijke ordening te liggen, namelijk het terugdringen van de mogelijke gevolgen van een overstroming. Dit beperkt de ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden. Uitgaande van een verder gedecentraliseerde ruimtelijke ordening in Nederland, biedt in het stedelijk gebied een gerichte inzet van doorbraakvrije dijken perspectief, omdat dan minder rekening hoeft te worden gehouden met de gevolgen van een overstroming.*

6.1 Veelzijdige uitdagingen

De bestuurlijke uitdagingen voor het Rijk zijn veelzijdig. Ze liggen zowel in het ontwikkelen van een langetermijnvisie voor klimaatadaptatie, als in de verdeling van verantwoordelijkheden en het faciliteren van lagere overheden, bedrijven en burgers in het treffen van maatregelen die zijn gericht op het omgaan met klimaatverandering. Het Rijk heeft een directe verantwoordelijkheid voor strategische keuzes ten aanzien van de fysieke hoofdsystemen op Nederlands grondgebied. Daarnaast hebben ook lagere overheden, bedrijven en burgers verantwoordelijkheid. Of in klimaatadaptatie zal worden geïnvesteerd, is afhankelijk van de interactie tussen overheden onderling, tussen overheden en burgers en tussen overheden en de private sector. Van belang voor een goede interactie is duidelijkheid van rijkswege over de verdeling van de verantwoordelijkheden en risico's. Bovendien is het Rijk verantwoordelijk voor het creëren van het juiste instrumentele raamwerk waarbinnen andere actoren hun ruimtelijke investeringen optimaal kunnen afstemmen.

6.2 Verantwoordelijkheidsverdeling

Rijksverantwoordelijkheden en decentrale verantwoordelijkheden

Het huidige kabinet zet bij het ruimtelijk beleid in op een verdere decentralisatie. De wens tot een fundamentele herijking van verantwoordelijkheden vraagt echter ook om bezinning over wat rijkstaken zouden moeten blijven. In de *Beleidsbrief Infrastructuur en Milieu* van het ministerie van IenM (2010) wordt aangegeven dat de bescherming van de nationale belangen een rijkstaak is.

Het ministerie benoemt als rijkstaken in ieder geval:

- het vaststellen van de basishoudingen op het gebied van milieu, leefomgeving, (water) veiligheid en het beschermen van unieke ruimtelijke waarden;
- het scheppen van de ruimtelijke voorwaarden voor (inter)nationale hoofdnetten (weg, spoor, water, lucht, energie, natuur, landschap, buisleidingen, hoogspanningsleidingen en energiecentrales); en
- het scheppen van de voorwaarden voor versterking van de ruimtelijk-economische structuur, onder andere in relatie tot verstedelijking en het vestigingsklimaat, in het bijzonder mainports, brainports en greenports.

Deze rijkstaken hebben veelal betrekking op de *hoofdstructuur van het ruimtelijk systeem* en de onderdelen daarvan die het functioneren van de Nederlandse economie en maatschappij faciliteren (het watersysteem, mobiliteits- en energienetwerken en de ruimtelijk-economische structuur), of op de *collectieve waarden* waarvoor de marktwerking imperfect is (de waterveiligheid, het beschermen van unieke ruimtelijke waarden, de ruimtelijke voorwaarden voor natuur en landschap).

In de voorgaande hoofdstukken zijn enkele *strategische keuzes* op rijksniveau aan de orde gekomen, die bepalend zullen zijn voor het waarborgen van collectieve waarden en de hoofdstructuur van het ruimtelijk systeem. Deze strategische keuzes hebben betrekking op:

- De *waterveiligheid*, die in het kader van de nationale veiligheidsstrategie wordt heroverwogen, inclusief de daarbij behorende investeringsstrategie (hoofdstuk 2). Dit gaat verder dan een herijking van de veiligheidsnormen voor de primaire waterkeringen op basis van de overstromingskans, maar vraagt een daadwerkelijke overgang naar een overstromingsrisicobenadering. Een gerichte inzet van doorbraakvrije dijken en het al of niet sturen van de stedelijke ontwikkeling vormen daarbij in onderlinge samenhang de basis voor een nieuwe veiligheids- en investeringsstrategie op nationale en regionale schaal.
- De *zoetwatervoorziening*, die om een heroverweging vraagt van het zoetwatervoorzieningsbeleid en de financiering daarvan (hoofdstuk 3). Blijft de huidige zoetwaterverdeling over Nederland gehandhaafd of gaat die veranderen? Wordt de watervoorraad in het IJsselmeergebied vergroot? Hoe ontwikkelt zich de verziltingsbestrijding bij de Nieuwe Waterweg? Deze vragen kunnen niet los worden gezien van de ambities van de rijksoverheid voor de landbouw en de natuur in de verschillende delen van Nederland (hoofdstuk 4).
- De *natuur*, waarvoor een herijking nodig is van de visie op de Ecologische Hoofdstructuur, voortkomend uit het internationale belang van Nederlandse ecosystemen en klimaatverandering. Welke prioritering vloeit voort uit de herijking? Worden onomkeerbare ruimtelijke ontwikkelingen voor toekomstige kwaliteitsverbetering geweerd? Welke natuurambities worden voor de rijkswateren neergelegd?

Een vierde strategische keuze betreft de vraag op welke gebieden de decentrale overheden de primaire verantwoordelijkheid hebben. Essentieel is dat de gemeenten de opgave voor klimaatadaptatie op het lokale niveau op zich nemen, omdat in het stedelijk gebied grote kansen liggen om ‘mee te liften’ en daar tegelijkertijd aanzienlijke risico’s op onderinvesteringen zijn (hoofdstuk 5). Maar ook wat betreft natuur en de inrichting van het landelijk gebied moeten dergelijke keuzes worden gemaakt.

Over de taakverdeling tussen het Rijk en de decentrale overheden zijn in het kader van het *Bestuursakkoord 2011-2015* (BZK 2011) afspraken gemaakt. Voor het waterbeleid is in dat akkoord een onderscheid gemaakt tussen ‘de overheid’ die verantwoordelijk is voor het vaststellen van de doelen en de daarbij horende normen en beleid (de overheid als

kadersteller) en ‘de overheid’ die verantwoordelijk is voor de uitvoering en het beheer (de overheid als uitvoerder). Wat betreft de waterveiligheid van de primaire waterkeringen ligt de kaderstellende taak bij het Rijk, en liggen de uitvoerende taken bij Rijkswaterstaat en de waterschappen. Als het gaat om wateroverlast (inclusief de regionale keringen) ligt de kaderstellende taak bij de provincies en de uitvoerende taak bij het waterschap. De kaderstellende taak voor de waterkwaliteit ligt bij het Rijk als het gaat om de rijkswateren, bij de provincie als het gaat om regionale wateren of grondwater. Uitvoerende overheden zijn hier Rijkswaterstaat en de waterschappen. De kaders voor de zoetwatervoorziening worden vastgelegd door het Rijk in de verdringingsreeks, waarmee de waterverdeling wordt geregeld bij watertekorten. De kaderstellende overheden integreren het waterbelang in hun integrale ruimtelijke plannen, zoals structuurvisies, en zien af van specifieke waterplannen. De uitvoerende overheden werken met beheerplannen en overleggen jaarlijks over de voortgang hiervan met de kadersteller. Gemeenten zijn verantwoordelijk voor het rioleringsbeheer en hebben zorgplichten voor overtollig hemelwater, afvalwater en grondwater in de bebouwde omgeving. Voor uitvoeringsmaatregelen die de waterkwaliteit van stedelijk water betreffen, maken gemeenten afspraken met de waterschappen. In hetzelfde akkoord is afgesproken dat het natuurbeleid grotendeels wordt overgelaten aan de provincie. Wat betreft de natuurkwaliteit van gebieden, is de rol van het Rijk beperkt tot het stellen van kaders op grond van internationale en Europese verplichtingen en tot de strategische nationale ruimtelijke planning. Provincies zijn verantwoordelijk voor de inrichting van het landelijk gebied en het regionale beleid voor natuur en landschap. Zij stemmen af met de uitvoering van provinciaal en gemeentelijk beleid op het gebied van ruimtelijke ordening, water en milieu en hebben een bovenlokale regiefunctie.

Kortom, de directe verantwoordelijkheid voor veel klimaatgerelateerde dossiers ligt vaak expliciet *niet* bij het Rijk, maar bij gemeenten, provincies en waterschappen. Zijn systeemverantwoordelijkheid vraagt van het Rijk echter wel de taak op zich te nemen om de juiste randvoorwaarden voor decentrale overheden te creëren, om klimaatadaptatie op andere schaalniveaus te faciliteren. De Rijksoverheid creëert deze randvoorwaarden niet alleen door een raamwerk van strategische beslissingen aan te reiken waarbinnen gemeenten, waterschappen en provincies hun eigen keuzes moeten maken, maar ook door het aanreiken van een instrumenteel raamwerk waarbinnen andere overheden en maatschappelijke actoren hun ruimtelijke investeringen optimaal kunnen afstemmen op de mogelijke gevolgen van toekomstige klimaatveranderingen. In paragraaf 6.3 wordt verder ingegaan op deze uitdaging.

Duidelijke keuzes over de verdeling van risico's tussen overheid en burgers

Hogere en lagere overheden nemen de verantwoordelijkheid voor het formuleren en uitvoeren van aanpassingsmaatregelen. Maar dat betekent niet dat burgers of bedrijven zelf geen verantwoordelijkheden hebben of geen risico's meer lopen. Welke bescherming tegen klimaatgerelateerde risico's wordt vanuit de overheid gegarandeerd en welke risico's moeten burgers en bedrijven zelf dragen? De overheid heeft volgens

artikel 21 van de Grondwet een zorgplicht voor de ‘bewoonbaarheid van het land’, maar dat betekent niet dat de overheid elk belang voor elke schade kan behoeden (Driessen et al. 2011). Belangrijk is dus een heldere communicatie van overheidswege over de eigen verantwoordelijkheid van burgers en bedrijfsleven.

Er is een minimumniveau van bescherming tegen risico’s door de overheid. Bij waterveiligheid is dat niveau heel hoog, voor andere onderwerpen, zoals wateroverlast en watertekort, liggen de eisen wellicht lager. Sommige gebeurtenissen vallen onder de noemer van ‘pech’ of ‘bedrijfsrisico’. Een heldere communicatie over de politieke keuzes die worden gemaakt in de verdeling van risico’s draagt ertoe bij dat burgers realistische verwachtingen hebben. Ook zou hiermee het zelfregulerende vermogen (Van Rijswijk & Salet 2010) en het improvisatievermogen (Gupta et al. 2010) in de samenleving op peil blijven.

Deze politieke keuzes kunnen afwijken van de *huidige* verdeling van het risico. Maatregelen voor klimaatadaptatie moeten worden getroffen binnen al bestaande ruimtelijke structuren en historisch gegroeide patronen van verdeling van ruimtelijke functies en eigendomsrechten (Driessen et al. 2011). Veel van de in deze studie voorgestelde opties voor adaptatie gaan gepaard met een herverdeling van de risico’s of van de kosten om risico’s te verminderen. De herverdeling vindt plaats tussen regio’s – bijvoorbeeld Noord-Nederland versus de westelijke veenweidegebieden –, tussen landgebruiksfuncties – landbouw versus natuur – of tussen overheden, het bedrijfsleven en burgers.

Een voorbeeld is de zoetwatervoorziening. Vergeleken met de veiligheid tegen overstroming is de zoetwatervoorziening van minder algemeen belang. Tot hoever reikt de verantwoordelijkheid van het Rijk als het gaat om eventuele aanpassingen in de watervoorziening voor de landbouw – hetzij als gevolg van klimaatverandering, hetzij als gevolg van een toename in het watergebruik – en hoe worden eventuele aanpassingen gefinancierd? Een ander ambitieniveau voor de landbouw voor bepaalde delen van Nederland kan betekenen dat de overheid niet automatisch zoet water levert. Het is in dat geval aan het landbouwbedrijf om maatregelen daartegen te nemen of schade in te calculeren. Het is aan de overheid om duidelijk te maken waar haar grenzen liggen wat betreft haar zorgplicht en wat ze van bedrijfsleven en burger verwacht aan investeringen in klimaataanpassing, zodat andere actoren hun keuzes daarop kunnen aanpassen.

Ook als de verantwoordelijkheidsverdeling tussen overheid en burger *formeel* niet verandert, kan klimaatverandering in de praktijk toch een zwaardere verantwoordelijkheid voor de burger betekenen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de hemelwaterafvoer (Bergsma et al. 2009). De gemeente is alleen verantwoordelijk voor exceptionele buien, verder moeten grondeigenaren de structurele verwerking zelf regelen. Klimaatverandering zorgt ervoor dat de huidige ‘uitzonderlijke’ buien onderdeel worden van het ‘structurele’ risico. Dit komt neer op een grotere verantwoordelijkheid van de individuele perceeleigenaar ten opzichte van de huidige situatie.

Afwenteling

In een afbakening van verantwoordelijkheden ligt in principe ook vast wanneer risico's worden *afgewenteld* op anderen of op de overheid: welk risico hoort bij welke actor te liggen? Dit is uiteindelijk een politieke beslissing. Als beken op zandgronden ondieper worden gemaakt om steden stroomafwaarts van wateroverlast te vrijwaren, wentelt de stad dan zijn probleem af op de boeren bovenstrooms, of wordt in zo'n geval een situatie uit het verleden 'goedgemaakt' waarin agrariërs om landbouwgrond te winnen beken rechtrokken en zo het probleem afwentelden op de steden benedenstrooms? Kan worden gesproken van afwenteling van het risico wanneer een burger buitendijks gaat wonen en toch verwacht dat hij zal worden beschermd en geëvacueerd? En als door de ontwikkeling van een nieuwe woonwijk waterbergingsruimte verloren gaat, wentelt de gemeente dan problemen op het waterschap af?

Afwenteling kan niet altijd worden voorkomen. Als de overheid duidelijkheid biedt over de grenzen van haar taak en de manier waarop ze afwenteling zal tegengaan of reguleren, kunnen burger en bedrijfsleven gericht en efficiënter hun investeringen plannen. Duidelijkheid hieromtrent kan tevens leiden tot het aangaan van nieuwe coalities tussen maatschappelijke partijen, zoals veebedrijven die in het veenweidegebied samenwerken om via het poolen van land beter om te gaan met een nieuw peilregime.

6.3 Verankering klimaatbestendige ontwikkeling in beleidsinstrumenten

Naast het helder aangeven van de verdeling van verantwoordelijkheden heeft het Rijk ook systeemverantwoordelijkheid in het aanreiken van het juridische en instrumentele raamwerk voor de investeringsbeslissingen die op een lager schaalniveau moeten worden genomen. De bestuurlijke uitdaging voor het Rijk ligt ook in de aanpassing van dit raamwerk op de langetermijnproblematiek van de klimaatverandering (vergelijk Gupta et al. 2010).

Het huidige juridische instrumentarium van de beleidsvelden water, ruimtelijke ordening, bouw, natuur en milieu is in beginsel ook inzetbaar voor het 'nieuwe' doel klimaatadaptatie. De gereedheidskist is voldoende gevuld. Gezien de onzekerheid die de langetermijnhorizon van klimaatverandering met zich brengt, kan het instrumentarium hoogstens op een aantal punten worden verbeterd om meer flexibiliteit en meer maatwerk op lokaal niveau mogelijk te maken. Dit is – gezien de termijn waarop klimaatverandering speelt – in principe goed mogelijk (Driessen et al. 2011).

De bestuurlijk-institutionele uitdaging ligt vooral in het creëren van de randvoorwaarden voor een bestuurlijke praktijk waarin dit instrumentarium ook daadwerkelijk wordt *ingezet* op het moment dat er ruimtelijk moet worden geïnvesteerd of ruimtelijke reserveringen moeten worden gemaakt. Hoe klimaatadaptatie aan concrete initiatieven en belangen te koppelen? Hoe een langetermijnvisie te koppelen



Bron: Hollandse Hoogte/David Rozing

Bij elke ingreep in de ruimtelijke ontwikkeling en inrichting is het mogelijk de klimaatbestendigheid van het gebied of gebouw te vergroten. Het benutten van de kansen vraagt vroege agendering van de opgave in het ontwerp- en planvormingsproces en verankering van de klimaatopgave in afwegings- en financieringsmechanismen.

aan besluitvorming op de korte en middellange termijn? Hoewel er talrijke losse initiatieven op het gebied van klimaatadaptatie bestaan, is het bestuurlijk systeem onvoldoende ingesteld op een problematiek die op zulke lange termijn speelt en met zulke onzekerheden is omgeven (VROM-raad 2007). Bestuurders zien deze uitzonderlijk lange termijn in de praktijk als een belangrijke barrière in het dossier (Biesbroek et al. te verschijnen; Vrom-inspectie 2010). Het onderwerp klimaatverandering kan meer worden verankerd in de praktijk van ruimtelijke planning en inrichting, zodat de verbinding tussen investeringsbeslissingen en klimaatbestendigheid minder afhankelijk wordt van het enthousiasme van een wethouder of van een tijdelijke subsidie. Dit vraagt aanpassingen in zowel het afwegingsproces als in de financieringsmogelijkheden.

Verankering in afwegingsproces en financieringsmechanismen

Gezien de lange termijn waarop klimaatverandering speelt, is het niet vanzelfsprekend dat de bestendigheid van de investering tegen toekomstige klimaatveranderingen wordt meegewogen in besluitvormingsprocessen rond ruimtelijke investeringen en reserveringen. Deze termijn ligt immers ver voorbij politieke termijnen of de gebruikelijke plannings- of afschrijvingshorizon (VROM-raad 2007). Hoewel in sommige gemeenten klimaatadaptatie onderdeel is van het bredere klimaat(mitigatie)beleid, is het probleem nog niet zodanig verankerd dat het vanzelfsprekend op de agenda

verschijnt (VROM-inspectie 2010). Dit ‘agenderingsprobleem’ speelt vooral bij relatief onomkeerbare investeringen, zoals op wijkniveau in het stedelijk gebied. Investerings met een grotere flexibiliteit, zoals het vervangen van straatprofielen, kunnen worden gedaan op het moment dat zich problemen voordoen en het onderwerp dus vanzelf op de agenda verschijnt. Besluitvorming over inflexibele investeringen vindt vaak ver van tevoren plaats, op een moment waarop er wellicht nog geen probleem te bekennen is.

Er is een scala aan mogelijkheden om klimaatadaptatie te verankeren in het afwegingsproces. Een mogelijkheid is via de weg van de kennisvergaring, bijvoorbeeld de verplichting voor gemeenten en provincies om een beoordeling te geven over hun kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Welke gevolgen heeft klimaatverandering voor hun beleidsdoelen? Zijn hun ruimtelijke plannen robuust als wordt gekeken naar mogelijke omstandigheden op een termijn van vijftig tot honderd jaar? Een verplichting tot een beoordeling en het opstellen van een actieprogramma geldt in het Verenigd Koninkrijk (Swart et al. 2009). Een tweede mogelijkheid is om klimaatverandering een verplicht onderdeel te laten zijn in bestaande toetsingsprocessen als (plan-) Milieueffectrapportages en de watertoets (Deltares 2008; Van Dijk 2008; Leusink & Zanting 2008), maar ook de maatschappelijke kosten-batenanalyse die centraal staat in het Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport (zie het tekstkader ‘Maatschappelijke kosten-batenanalyse’). Door informatievergaring over de effecten van klimaatverandering te koppelen aan het besluitvormingstraject bij concrete projecten, kan het onderwerp ook meer politieke aandacht krijgen: voor- en tegenstanders van het project zullen de deugdelijkheid van de argumentatie over klimaatbestendigheid kritisch tegen het licht houden. Deze politieke aandacht is belangrijk, omdat het gevaar bestaat dat adaptatie met een procedurele verankering wel op de ambtelijke agenda verschijnt, maar dat het uitsluitend een kwestie van ‘afvinken’ wordt. Terwijl het doel juist is om klimaatadaptatie zelf onderdeel te laten zijn van ambities en creativiteit. Of zoals Van Buuren et al. (2010) het formuleren: ‘Als de overheid niet oppast, wordt klimaatverandering de zoveelste vervelende hobbel die overheden zelf, maar ook bedrijven en particulieren moeten nemen alvorens zij hun ambities kunnen realiseren.’ Op de lange duur zou klimaatbestendigheid onderdeel kunnen worden van de norm ‘goede ruimtelijke ordening’, de hoogste norm in de ruimtelijke ordening (Driessen et al. 2011). Deze is in de wet niet inhoudelijk vastgelegd, maar er wordt in de jurisprudentie invulling aan gegeven. Dit zou de meest elegante weg zijn, omdat bij bezwaar en beroep naar deze norm kan worden verwezen, en deze in het hele afwegingsproces kan doorwerken zonder dat er een verplicht nieuw toetsingselement wordt geïntroduceerd.

Daarnaast kan klimaatadaptatie beter in de praktijk worden verankerd als duidelijker is hoe betrokken partijen de – soms geringe, soms aanzienlijke – extra kosten kunnen financieren op een manier die verder gaat dan incidentele financiering, bijvoorbeeld via subsidiepotjes. Structurele financiering betekent dat er zekerheid wordt gegeven. Dit kan bijvoorbeeld via een overheidsfonds, zoals het Deltafonds. Een dergelijk fonds maakt het mogelijk om de voor investering in waterveiligheid benodigde middelen af te

schermen van de reguliere begroting en deze zo voor een lange periode veilig te stellen tegen de politieke waan van de dag. Deze methode heeft echter ook nadelen. Het voordeel van onttrekking aan de integrale afweging kan ook als een nadeel worden geïnterpreteerd, omdat sectorale financiering mogelijk belemmerend werkt voor integrale gebiedsontwikkeling. Een tweede nadeel van het bij voorbaat veiligstellen van de middelen is dat een prikkel tot efficiëntie is weggehaald. Dit brengt het gevaar van *gold plating* met zich (Driessen et al. 2011); gekozen wordt voor de kwalitatief hoogwaardigste uitvoering, niet voor de meest efficiënte.

Een andere manier van financiering is door investeerders structureel de mogelijkheid te geven om hun investeringen in adaptatiemaatregelen terug te krijgen via kostenverhaal, verevening of via een markt voor klimaatdiensten. Kostenverhaal kan nu al via een grondexploitatieregeling worden geregeld, als ‘nadere eisen’ aan de locatie, uitvoering van bouwwerken, nutsvoorzieningen en de inrichting van openbare ruimten. De vraag is echter of gemeenten deze ‘nadere eisen’ in de praktijk ook daadwerkelijk zullen stellen aan ontwikkelaars van woningbouwlocaties; die zitten niet te wachten op extra kosten. De projectontwikkelaar loopt het risico dat investeringen in klimaatverandering niet volledig in de vastgoedprijs tot uitdrukking komen en dus niet worden terugverdiend – bijvoorbeeld omdat de adaptatiemaatregel de koper geen direct financieel voordeel oplevert, of omdat er sprake is van marktomstandigheden waarin de woning ook zonder aanpassing goed kan worden verkocht (Faber & Hoppe te verschijnen). Omdat gemeenten meestal grote waarde hechten aan doorgang van projecten bestaat het gevaar dat klimaatadaptatiemaatregelen in de loop van het proces sneuvelen (Vrom-inspectie 2010). Extra instrumentarium kan nodig zijn om de ‘klimaatactieve’ gemeenten sterker te laten staan in het onderhandelingsproces met ontwikkelende partijen, bijvoorbeeld doordat ze zich kunnen beroepen op gemeentelijk generiek beleid voor verhaal van dit soort kosten (vergelijk Munoz Gielen 2009). Een dergelijk beleid zou ontwikkelaars vanaf het begin duidelijk maken op welke kosten ze moeten rekenen. De kans dat maatregelen worden opgenomen in het grondexploitatieplan kan ook al worden vergroot door hierover expliciet bepalingen op te nemen in het Besluit ruimtelijke ordening (Driessen et al. 2011). Omdat het publiekrechtelijk traject vaak fungeert als een stok achter de deur voor privaatrechtelijke onderhandelingen, kan opname in de kostensoortenlijst helpen.

Kostenverhaal via de grondexploitatieregeling is ook lastiger wanneer adaptatiemaatregelen buiten het plangebied worden gerealiseerd en de baten niet volledig aan het gebied kunnen worden toegerekend. Er zijn voorstellen voor constructies om dit probleem – dat veel breder geldt dan alleen voor klimaatadaptatie – via regionale verevening op te lossen (Driessen & Spit 2010; Novioconsult 2010, Ecorys 2010). Op regionale schaal kan bijvoorbeeld een fonds worden gevormd voor maatregelen die de hele regio ten goede komen. De kosten van deze maatregelen kunnen in de exploitatieopzet van projectontwikkelingen worden opgenomen in de vorm van een fondsbijdrage, mits er een structuurvisie aan ten grondslag ligt. Ten slotte kunnen de financieringsmogelijkheden structureel worden vergroot door private partijen meer mogelijkheden te geven investeringen in adaptatie terug te verdienen via een marktmechanisme. Een bekend voorbeeld is de introductie van

Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Binnen het Deltaprogramma wordt ook onderzocht hoe de maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) het beste kan worden toegepast in de besluitvormingsprocedure en hoe collectieve, doorgaans moeilijk te monetariseren kwaliteiten daarin een plek kunnen krijgen. Daarbij speelt het belang om niet alleen directe (sectorale) effecten van ingrepen te evalueren, maar ook om op een integrale wijze directe en indirecte effecten, alsmede winnaars en verliezers op een rij te zetten en duidelijk te communiceren over de voor- en nadelen van ingrepen.

Onderdeel van een dergelijke MKBA zijn de 'basiswaarden' die in het *Nationaal Waterplan* (VenW 2009) zijn benoemd en die bij de beoordeling van alternatieven in het Deltaprogramma expliciete aandacht vragen. Het gaat om de waarden solidariteit, flexibiliteit en duurzaamheid. Bij *solidariteit* gaat het om de afweging van effecten over generaties heen, en de verdeling van de effecten van maatregelen over gebieden en over sectoren (ofwel de verdeling van de lusten en de lasten). *Flexibiliteit* gaat over de inzetbaarheid en omloopsnelheid van maatregelen in het licht van de onzekerheden omtrent klimaatverandering en over flexibiliteit in investeringsritme. Onder *duurzaamheid* wordt een groot aantal waarden benoemd voor het fysieke systeem (zoals natuurkwaliteit, landschapskwaliteit, energie- en grondstoffengebruik, natuurlijke processen), het sociale systeem (betrokkenheid lokale actoren, verstoring in het gebied) en het economische systeem (kansen internationale profilering, kansen lokaal bedrijfsleven).

Deze basiswaarden maken in principe onderdeel uit van een MKBA en dwingen degene die de MKBA uitvoert en de beleidsmaker in feite om op eenduidige wijze voor het nul-alternatief en projectalternatieven de effecten van het wel of niet uitvoeren van maatregelen te definiëren. De wijze waarop duurzaamheid wordt ingevuld, beïnvloedt de directe, indirecte en externe effecten die worden beschouwd. De wijze waarop maatregelen flexibel kunnen worden ingezet, beïnvloedt de alternatieven die worden beschouwd (op welk moment worden maatregelen ingezet). De mate van solidariteit van alternatieven wordt geïllustreerd aan de hand van een overzicht van wie positieve en negatieve effecten ervaart. Deze basiswaarden komen dus in alle fasen van de MKBA terug. Zij maken dat de MKBA meer is dan een instrument dat wordt ingezet bij het beoordelingsproces. Al bij het planvormings- en ontwerpproces is de MKBA-methodiek behulpzaam bij het formuleren van doelstellingen en het beschrijven van de wijze waarop de alternatieven bijdragen aan de doelstelling. Door al in deze fase na te denken over doelen, middelen en effecten wordt besluitvorming transparanter.

In een MKBA worden alle toekomstige kosten en baten omgerekend naar hun huidige waarde, waarna de netto contante waarde wordt berekend. MKBA's van projecten die op korte termijn hoge investeringen vragen maar die over een

lange periode baten opleveren, worden vaak bekritiseerd. Het hanteren van een hoge discontovoet maakt dat de huidige waarde van baten in de verre toekomst grotendeels wegvalt. Recent onderzoek van CBP en PBL (zie Aalbers & Vollebergh te verschijnen) laat echter zien dat de gangbare disconteringsmethodiek niet correct is als het project leidt tot een verandering van het systematisch risico of van het marktrisico. Een dijkversterking leidt bijvoorbeeld tot een daling van het marktrisico voor alle investeringen achter de dijk. Investerings ter vermindering van wateroverlast leiden na de investering tot een ander systematisch risico dan in de periode daarvoor. In de standaard MKBA-methodiek kan hier slechts gedeeltelijk rekening mee worden gehouden; deze zou daarom in bepaalde gevallen moeten worden vervangen door methoden die hiervoor wel geschikt zijn, zoals een *real options*-aankpak. In afwachting van betere vuistregels heeft de Tweede Kamer in 2009 alvast besloten om bij projecten waar langetermijnonomkeerbaarheden een rol spelen, de risico-opslag te verlagen van 3 procent naar 1,5 procent (Inspectie der Rijksfinanciën 2009) waardoor in deze gevallen een lagere discontovoet kan worden toegepast.

‘blauwe diensten’ door agrariërs, bijvoorbeeld het opvangen van overtollig water. Hieraan kan nog een dimensie worden toegevoegd door deze diensten verhandelbaar te maken (Jantzen et al. 2003).

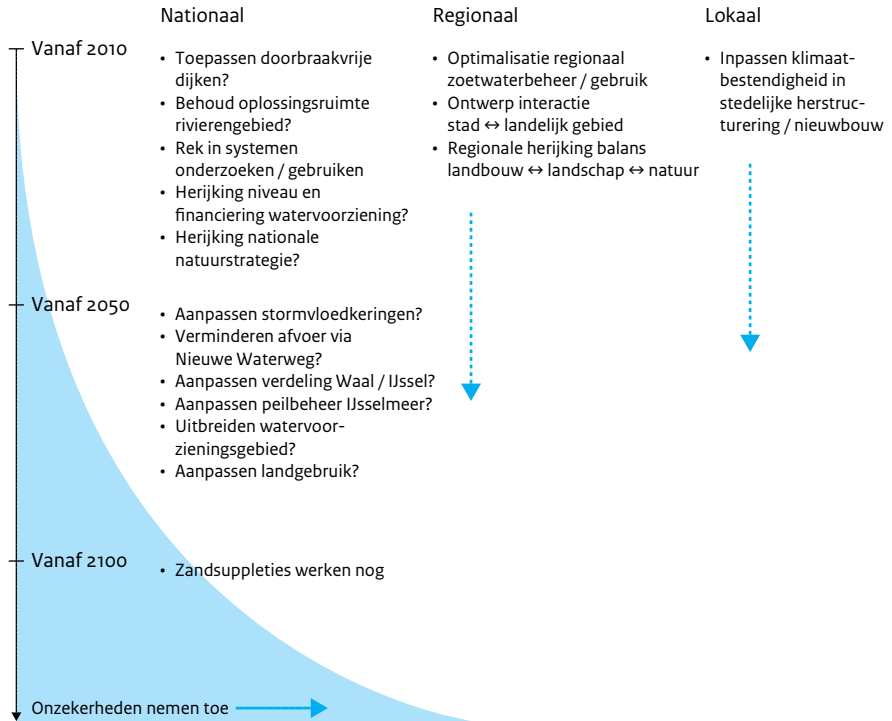
6.4 Beleidsagenda bepaalt de urgentie

Klimaatverandering is een onzeker en zeer geleidelijk proces. De gevolgen worden pas op lange termijn zichtbaar. In het licht van de ruimtelijke ontwikkeling is het niettemin wenselijk om nu al rekening te houden met de mogelijke gevolgen op de langere termijn. Nederland staat immers voor belangrijke ruimtelijke investeringen: niet alleen in de inrichting van het watersysteem, maar ook in de verstedelijking, de aanleg van nieuwe infrastructuur, de versterking van mainports en greenports, het verbeteren van het woon- en leefklimaat en het waarborgen van de biodiversiteit.

Vanwege de relatieve traagheid in ruimtelijke ontwikkelingen vragen deze juist de komende jaren expliciete aandacht. Bij elke ruimtelijke ingreep kan worden bezien hoe klimaatbestendigheid het beste kan worden ingepast. In figuur 6.1 is, gebaseerd op de voorgaande hoofdstukken, aangegeven welke keuzes er de komende tijd al voorliggen en waar, ‘meeliftend’ met de actuele beleidsagenda, al kan worden geanticipeerd op mogelijke veranderingen in het klimaat.

Systeemveranderingen zijn pas op de lange termijn noodzakelijk: tot 2050 is het systeem op een aantal punten nog robuust (stormvloedkeringen, het peilbeheer in het IJsselmeer, enzovoort) en zijn de ‘knikpunten’ nog niet bereikt. Op deze lange termijn gelden vele onzekerheden, waarvan de onzekerheid over de effecten van

Figuur 6.1
Keuzes klimaatadaptatie



Bron: PBL

Meelifend met en gekoppeld aan de actuele beleidsagenda kan er de komende jaren al worden geanticipeerd op de mogelijke klimaatverandering.

klimaatverandering maar één onderdeel is. Het verloop van autonome ruimtelijke ontwikkelingen op het gebied van wonen, werken en mobiliteit is op deze termijn moeilijk te voorspellen. De bandbreedte tussen 'hoge' en 'lage' scenario's is groot. De toename van de bevolking, de woningvraag, de werkgelegenheid en het verkeer vertraagt en slaat in veel regio's geleidelijk om in krimp, terwijl andere regio's nog flink doorgroeien. Maar of en zo ja wanneer die omslag in welke regio's zal plaatsvinden, is erg onzeker, terwijl groei of krimp wel vraagt om totaal verschillende investeringsstrategieën.

Demografische en economische ontwikkelingen zijn voor ruimtelijke investeringsstrategieën voornamelijk van groter belang dan de klimaatverandering. Nu al forse investeringen en maatregelen inzetten op basis van 'knikpunten' in de verre toekomst is dan ook geen verstandige strategie (zie ook CPB 2011). Het openhouden van opties om toekomstige maatregelen te kunnen treffen als dat nodig is, is wel van

belang, bijvoorbeeld het behoud van open ruimte in het rivierengebied (zie hoofdstuk 2). Investerings in adaptatie zijn volgend, maar ‘meeliftend’ met ruimtelijke investeringen kan op nationaal, regionaal en lokaal niveau de ruimtelijke inrichting worden aangepast en robuuster gemaakt tegen klimaatverandering. Nu meeliften vermijdt niet alleen risico’s, maar levert ook nieuwe kansen op.

6.5 Afstemming met de Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte

In de nieuwe Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte (IenM 2011) geeft het kabinet zijn visie op de ruimtelijke ontwikkelingen in Nederland. Een belangrijk onderwerp daarbij is de verdere decentralisatie van het ruimtelijk beleid. In de visie wordt gerefereerd aan klimaatverandering en is aangegeven dat beslissingen over de veiligheid tegen hoog water en over de zoetwatervoorziening worden voorbereid in het Deltaprogramma. De mogelijke ruimtelijke consequenties van een klimaatbestendige inrichting worden nog niet genoemd. Uit dit rapport en uit de ex-ante evaluatie van de Structuurvisie (PBL 2011b) komt evenwel naar voren dat integratie van klimaatbestendigheid in ruimtelijk beleid een aantal belangrijke gevolgen kan hebben voor de ruimtelijke ontwikkeling.

Ten eerste komt de opgave om de mogelijke gevolgen van een overstroming terug te dringen bij de ruimtelijke ordening te liggen als wordt vastgehouden aan een veiligheidsstrategie die primair is gebaseerd op het voorkómen van een overstroming. Dit is een moeizaam en langdurig proces, omdat de bestaande stedelijke inrichting en infrastructuur slechts zeer geleidelijk zijn aan te passen. Uitgaande van een verder gedecentraliseerde ruimtelijke ontwikkeling in Nederland ligt de inzet van doorbraakvrije dijken meer voor de hand als optie voor het structureel terugdringen van de gevolgen van overstromingen. Om de oplossingsruimte voor de toekomst in het rivierengebied te behouden, zou dan alleen in het rivierengebied ruimtelijke sturing nodig zijn (zie hoofdstuk 2).

Ten tweede hangt de mate waarin het waterbeheer en daarmee ook het grondgebruik regionaal wordt toegesneden op het verminderen van de risico’s van klimaatverandering sterk af van de mate waarin de zoetwatervoorziening vanuit het hoofdwatersysteem wordt vergroot. Landbouw en natuur zijn in het landelijk gebied belangrijke watervragers en dragers van de landschappelijke kwaliteit, maar hebben op veel punten tegengestelde eisen. Als het waterbeheer primair blijft afgestemd op de eisen vanuit de landbouw, leidt dit tot blijvend ongunstige watercondities voor de natuur.

Ten derde vraagt een klimaatbestendige natuurontwikkeling van de internationaal belangrijke natuur in Nederland om ruimtelijke samenhang op bovenprovinciaal niveau en verbetering van de watercondities. Voor een gerichte ruimtelijke aanpassing van de Ecologische Hoofdstructuur lijken er daarbij voor de koppeling tussen natuur en een verbrede landbouw met een aangepast waterbeheer vooral mogelijkheden te liggen in delen van de westelijke veenweidegebieden en delen van zuidelijk en oostelijk

Nederland. Om de kansen voor een klimaatbestendige natuurontwikkeling te behouden en op termijn te benutten, is het op nationale schaal van belang om onomkeerbare ontwikkelingen in deze kansrijke gebieden te vermijden en zicht te hebben op een gerichte rol en financiering van de landbouw als cultuur- en/of natuurbeheerder in deze gebieden.

Bijlage

Klimaatverandering in Nederland

In deze bijlage gaan we in op de klimaatverandering en enkele mogelijke effecten daarvan op de waterhuishouding in Nederland gedurende de eenentwintigste eeuw. Uitgangspunt zijn de vier klimaatscenario's van het KNMI (2006) voor de eenentwintigste eeuw. Deze scenario's verschillen onderling in de wereldwijde temperatuurstijging en de ontwikkeling van de overheersende windrichting in West-Europa. Waar mogelijk geven we ook informatie over meer extreme scenario's. Die zijn op zichzelf minder waarschijnlijk, maar kunnen wel meewegen bij het ontwikkelen van nieuw beleid.

De al waargenomen veranderingen worden in deze analyse als vertrekpunt genomen. Want dát het klimaat in Nederland verandert, staat vast (zie figuur B1). Nederland is natter geworden; de gemiddelde jaarlijkse neerslag in Nederland is in de periode 1906-2007 met 18 procent toegenomen (KNMI 2008). Ook zijn de frequentie en de hevigheid van piekbuien toegenomen, vooral in de winter (KNMI 2008) en vooral in West-Nederland (Van der Schier et al. 2009). Zo is de hoogste tiendaagse neerslagsom in de winter sinds 1906 met 29 procent gestegen. De zeespiegel voor de Nederlandse kust is in de twintigste eeuw ongeveer 20 centimeter gestegen (Dillingh et al. 2010; Katsman et al. 2008). Maar niet alles is al aan het veranderen. Zo laten de piekafvoeren van de rivieren nog geen trend zien (Kwadijk 2008) en is er nog geen versnelling in de stijging van de zeespiegel voor de Nederlandse kust waar te nemen (Dillingh et al. 2010).

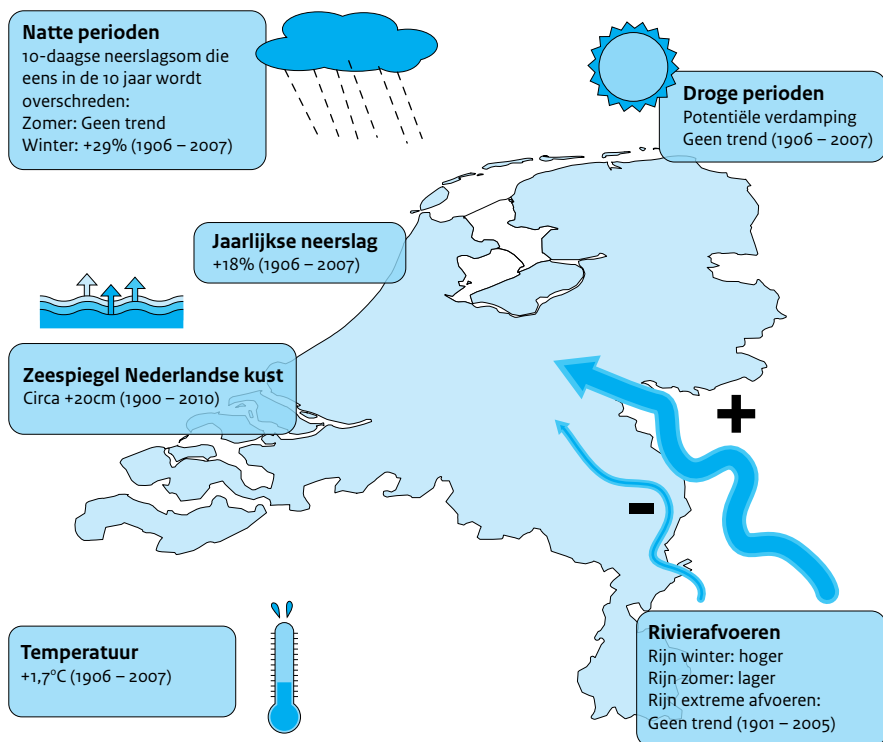
Mogelijke veranderingen en onzekerheden

De verwachting is dat de waargenomen trends zich in de toekomst zullen voortzetten. Hoe groot de klimaatverandering zal zijn en met welke snelheid zij zich zal voltrekken, is echter niet met zekerheid te stellen; ook is er weinig zekerheid over lokale en extreme veranderingen.

Figuur B2 en tabel B1 geven een beeld van het mogelijke klimaat in 2100 in Nederland op basis van de KNMI-scenario's. Wat betreft de temperatuur laten die scenario's tot 2050 een stijging zien van de jaargemiddelde temperatuur van 1 tot 2,6°C, en tot 2100 van 1,8 tot 5,1°C (tabel B1). De verandering van de neerslag zal sterk afhangen van het al dan niet veranderen van de luchtcirculatie. Als die ongeveer gelijk blijft, kan de gemiddelde jaarlijkse neerslag tot 2050 met 3 tot 6 procent toenemen, en tot 2100 met 6 tot 13 procent (tabel B1). Vindt er echter een omslag plaats in de luchtcirculatie, dan zal de neerslag tot 2100 mogelijk juist dalen met 2 tot 4 procent. Dit effect van een veranderende luchtcirculatie is vooral zichtbaar in de verwachte zomerneerslag (tabel B1). Verder laten alle scenario's voor alle seizoenen een stijging in frequentie en

Figuur B1

Waargenomen veranderingen, 1900 – 2010



Bron: Dillingh et al. (2010); KNMI (2008); PCCC (2009)

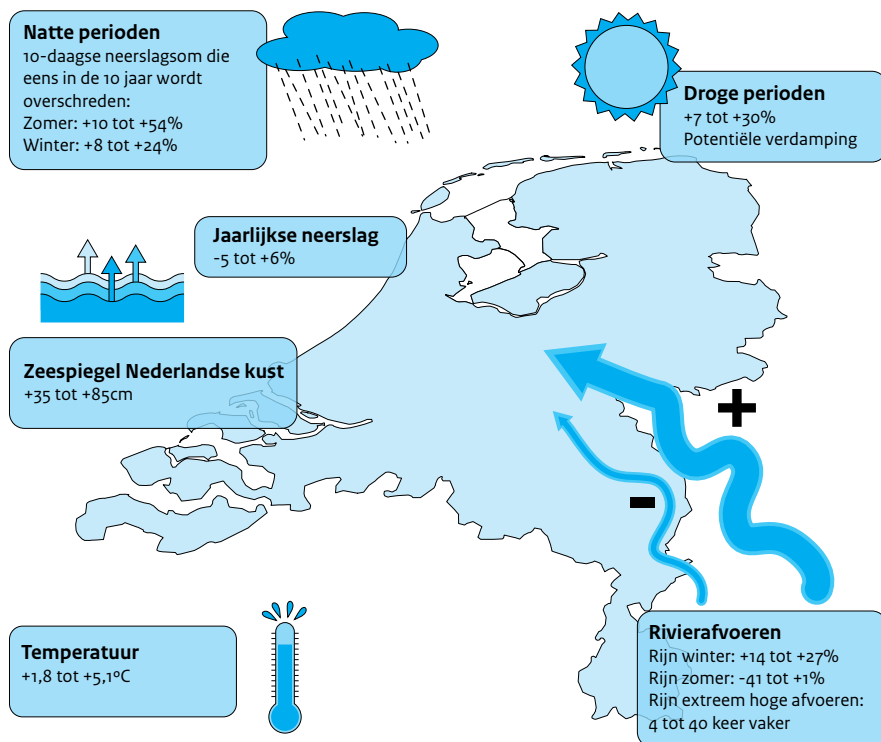
hevigheid van zware buien zien (KNMI 2009a), waardoor de kans op wateroverlast naar verwachting zal toenemen. De verschillen tussen de scenario's zijn het grootst voor de zomer (tabel B1; KNMI 2009b).

(Sterk) toenemend neerslagtekort en droogte

Omdat de temperatuur en neerslag naar verwachting niet in gelijke mate veranderen, zal het neerslagtekort in Nederland veranderen. Historisch toont het neerslagtekort van jaar tot jaar een grote variatie, waarbij tot nu toe geen duidelijke trend is waar te nemen (KNMI 2009b). Het gemiddelde tekort voor de periode 1906-2006 was 144 millimeter per jaar, met 1949 en 2003 als droge jaren (tekort rond 230 millimeter) en 1976 als extreem droog jaar (tekort 361 millimeter) (Klijn et al. 2010; KNMI 2009b). De scenario's uit 2006 van het KNMI laten een toename zien van het neerslagtekort voor de zomer, maar de grootte van de verandering verschilt sterk tussen de scenario's (tabel B2). In de G- en W-scenario's is de toename beperkt, terwijl de grootste toename wordt verwacht

Figuur B2

Mogelijke klimaatveranderingen 1990 – 2100, volgens de KNMI'o6-scenario's



Bron: KNMI (2008, 2009a,b), Kwadijk (2008)

voor het W+-scenario. In dit scenario gaat het gemiddelde mogelijk naar 220 millimeter per jaar in 2050 (+50 procent ten opzichte van de afgelopen eeuw) en zelfs ruim 290 millimeter per jaar (+100 procent) in 2100 (KNMI 2009b). Dit is nog wel minder extreem dan in 1976. Kijkend naar een neerslagtekort dat nu in een droog jaar voorkomt (bijvoorbeeld 1949), dan valt uit tabel B2 af te leiden dat een dergelijk jaar bij het G+-scenario een matig droog jaar zou zijn en bij het W+-scenario een gemiddeld jaar kan worden. De sterke toename in dit W+-scenario komt doordat in dit scenario een temperatuurstijging – en bijgevolg een toenemende potentiële verdamping – wordt gecombineerd met een afnemende neerslag.

Tabel B1

Klimaatverandering in Nederland, 2100 ten opzichte van 1990

2100		G	G+	W	W+
Wereldwijde temperatuurstijging		+2°C	+2°C	+4°C	+4°C
Verandering in luchtcirculatie		Nee	Ja	Nee	Ja
Jaar-gemiddelde	Gemiddelde temperatuur	+1,8°C	+2,5°C	+3,5°C	+5,1°C
	Gemiddelde jaarlijkse neerslag	+6%	-2%	+13%	-4%
	Referentie verdamping	+6%	+12%	+12%	+24%
Winter	Gemiddelde temperatuur	+1,8°C	+2,3°C	+3,6°C	+4,6°C
	Koudste winterdag per jaar	+2,1°C	+2,9°C	+4,2°C	+5,8°C
	Gemiddelde neerslaghoeveelheid	+7%	+14%	+14%	+28%
	Aantal natte dagen (>0,1 mm)	0%	+2%	0%	+4%
	Tiendaagse neerslagsom die eens in de tien jaar wordt overschreden	+8%	+12%	+16%	+24%
	Hoogste daggemiddelde windsnelheid per jaar	-1%	+4%	-2%	+8%
Zomer	Gemiddelde temperatuur	+1,7°C	+2,8°C	+3,4°C	+5,6°C
	Warmste zomerdag	+2,1°C	+3,8°C	+4,2°C	+7,6°C
	Gemiddelde neerslaghoeveelheid	+6%	-19%	+12%	-38%
	Aantal natte dagen (>0,1 mm)	-3%	-19%	-6%	-38%
	Dagelijkse neerslaghoeveelheid die eens in de tien jaar wordt overschreden	+27%	+10%	+54%	+20%
	Referentie verdamping	+7%	+15%	+14%	+30%
Zeespiegel	Absolute stijging	35-60 cm	35-60 cm-	40-85 cm	40-85 cm

Bron: KNMI (2006, 2009a); bewerking jaarcijfers PBL

Tabel B2

Neerlagtekort en herhalingstijd voor vier karakteristieke jaren

Soort jaar	Neerslagtekort 2050 (in mm)					Herhalingstijd 2050				
	Huidig	G	G+	W	W+	Huidig	G	G+	W	W+
Gemiddeld 1906-2007	144	151	179	158	220					
Matig droog (1996)	199	208	230	217	265	7	6	3	5	2
Droog (1949)	226	237	270	248	315	12	10	5	8	2
Zeer droog (1959)	352	366	397	381	440	71	52	31	40	20
Extreem droog (1976)	361	376	404	391	443	89	64	36	47	22

Bron: Klijn et al. (2010); KNMI (2009b)

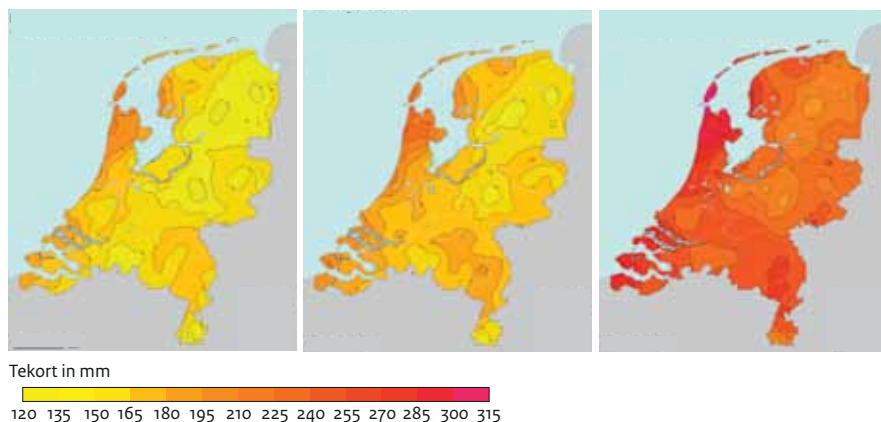
Figuur B3

Maximaal neerslagtekort (mediaan)

Langjarig gemiddelde
(1981 – 2010)

Warm scenario (W; rond 2050)

Warm scenario met veranderde
luchtcirculatie (W+; rond 2050)



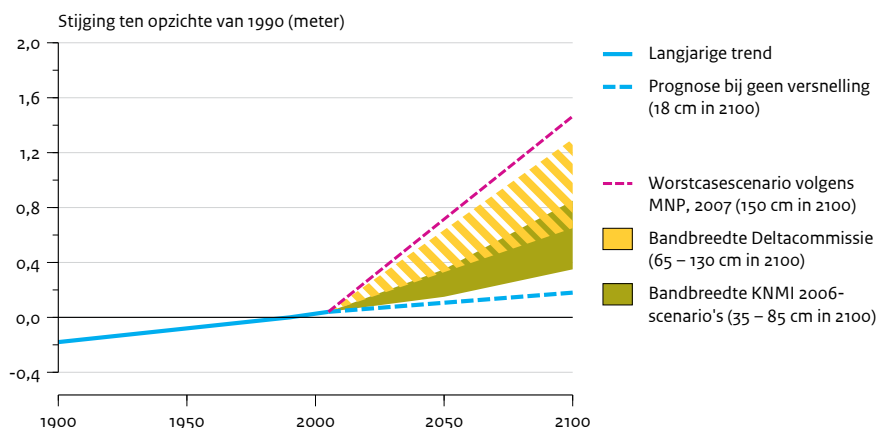
Bron: KNMI (2009b)

Er is ook een ruimtelijk patroon in het neerslagtekort (figuur B3), met de grootste tekorten en droogte aan de kust. Dit ruimtelijk patroon hangt samen met huidige regionale verschillen in temperatuur en neerslag binnen Nederland; de scenario's geven nauwelijks een ruimtelijk verschil aan.

De zeespiegel blijft stijgen, maar met welke snelheid is onzeker

De toekomstige zeespiegelstijging is nog met veel onzekerheid omgeven door kennisleemtes in het klimaatsysteem, onzekerheden over het afsmelten van de ijskappen op Groenland en West-Antarctica en over de toekomstige uitstoot van broeikasgassen. Figuur B4 geeft de bandbreedtes weer zoals die van verschillende kanten worden gegeven voor de zeespiegel voor de Nederlandse kust. Volgens de KNMI-scenario's kan de zeespiegel in 2100 ten opzichte van 1990 met 35 tot 85 centimeter zijn gestegen. Andere studies komen met aanvullende, mogelijk worstcaseprojecties waarbij wordt uitgegaan van een extremer uitzetting van oceaanwater en een snellere afsmelting van ijskappen. Zo denkt de Deltacommissie (2008) dat tot 2100 een zeespiegelstijging van 55 tot 120 centimeter mogelijk is, en tot 2200 van 200 tot 400 centimeter. Hierbij is geen rekening gehouden met bodemdaling en het gravitatie-effect. De eerste zou het netto effect van de zeespiegelstijging versterken, al is een netto-effect voor Nederland gezien de grote geografische variatie moeilijk te geven. Verandering in gravitatie zou de zeespiegelstijging voor de Nederlandse kust (sterk) kunnen verlagen. Dit speelt echter pas op de hele lange termijn (na 2100).

Figuur B4
Zeespiegelstijging

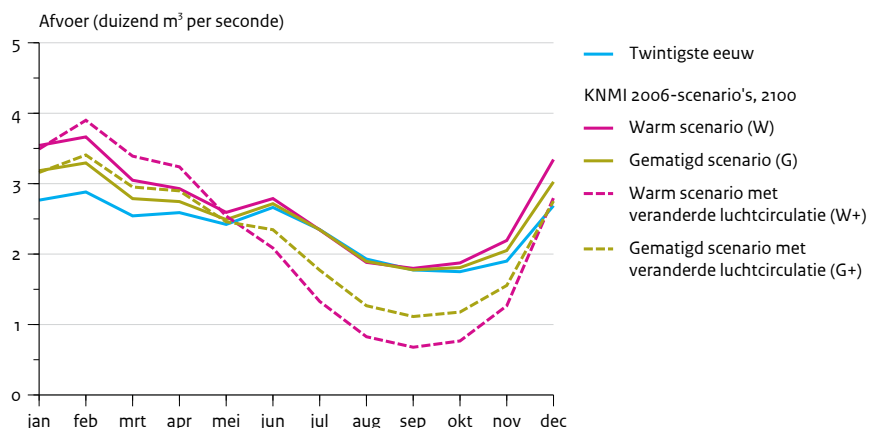


Bron: Kuijpers-Linde et al. (2007)

Rivierafvoeren laten vooral een verandering in de ‘+-scenario’s’ zien

Kwadijk (2008) geeft een projectie op basis van de KNMI-scenario's dat de gemiddelde afvoeren van zowel Rijn als Maas vooral in de winter en het voorjaar zullen stijgen (figuur B5). Hoe de zomerafvoer zich in de toekomst ontwikkelt, is onzekerder. Deze kan min of meer gelijk blijven – in de scenario's zonder verandering in de luchtcirculatie –, maar ook sterk afnemen (met ruim 40 procent) als de luchtcirculatie wel verandert (Van Beek et al. 2008; Kwadijk 2008). Naarmate de omvang van de gletsjers in de Alpen verder afnemen, is de verwachting dat de Rijn steeds meer het karakter krijgt van een regenrivier, met 's winters hogere en 's zomers lagere afvoeren. Een sterke afname van rivierafvoeren in de zomer kan grote gevolgen hebben voor de landen in het Rijnstroomgebied. Zo kan een lage rivierafvoer de scheepvaart hinderen en is er een negatieve invloed op de waterkwaliteit en de beschikbare hoeveelheid zoet water en koelwater.

Figuur B5
Rijnafvoer bij Lobith



Bron: Kwadijk (2008)

Extreem hoge/maatgevende rivierafvoeren worden mogelijk normaal in 2100

Voor de waterveiligheid van Nederland is het van belang een inschatting te hebben van hoe extreem hoge afvoeren van de rivieren zullen wijzigen door klimaatverandering. Met de geplande maatregelen en ruimtelijke reserveringen in bijvoorbeeld het programma Ruimte voor de Rivier zijn rivierafvoeren van de Rijn tot 16.000-18.000 kubieke meter per seconde (bij Lobith) naar verwachting beheersbaar. Voor de Maas ligt deze maatgevende afvoer bij 4.600 kubieke meter per seconde (VenW 2009a). De verwachting is dat ook extreem hoge afvoeren van Rijn en Maas in de winter en het voorjaar mogelijk zullen toenemen doordat de (extreme) neerslag in geheel West-Europa zal toenemen. Dit beeld wordt ook gegeven in alle KNMI-scenario's (tabel B2). Zonder klimaatverandering zou de verwachte afvoer die zich eens in de 1.250 jaar op de Rijn voordoet bij Lobith (Q_{1250} is maatgevend voor het veiligheidsbeleid in Nederland) bij 16.000 kubieke meter per seconde liggen. Onder een gematigd G-scenario kan deze tot 2100 stijgen tot 18.500 kubieke meter per seconde en onder het meest extreme W+-scenario zelfs tot 21.500 kubieke meter per seconde (tabel B3) (Kwadijk 2008). Omgekeerd wordt een afvoer van 16.000 kubieke meter per seconde (het huidige veiligheidsniveau) nu eens in 1.250 jaar op de Rijn overschreden, terwijl een dergelijke situatie zich in 2100 tussen eens in de 250 jaar (G-scenario) en eens in de 50 jaar (W+-scenario) kan voordoen. Piekafoeren die nu als (zeer) hoog worden beschouwd, kunnen dan dus mogelijk bijna normaal zijn. Voor de Maas zijn de verwachte veranderingen in extreem hoge afvoeren veel beperkter en zal een overschrijding van de huidige normen (4.500 kubieke meter per seconde) ook in 2100 nog steeds zelden voorkomen.

Tabel B3

Range van maximale rivierafvoeren (in m³/s) van de Rijn in 2100 bij verschillende herhalingsjaren

Rijn	Herhalingsjaren (jaren)				
	50	100	250	500	1.250
Controle (1901-2004)	11.500	125.000	14.000	15.000	16.000
Minimum schatting 2100 (G)	13.000	145.000	16.000	17.000	18.500
Maximale schatting 2100 (W+)	15.500	17.000	18.500	20.000	21.500

Bron: Kwadijk (2008)

Hierbij dient te worden opgemerkt dat het om potentiële extreme afvoeren gaat. Vooral voor de Rijn geldt dat de uiteindelijke afvoeren sterk afhangen van de situatie in het bovenstrooms gebied in Duitsland. Momenteel is de huidige afvoercapaciteit van de Rijn bovenstrooms van Lobith onvoldoende om afvoergolven van meer dan 15.000 kubieke meter per seconde te verwerken, waardoor bij extreem hoge rivierafvoeren daar eerst overstromingen zullen optreden, en er bij Lobith minder water het land binnenkomt. Als deze overstromingen bovenstrooms plaatsvinden, wordt het maximum bij Lobith geschat op 15.500 tot 17.500 kubieke meter per seconde, zelfs bij een afvoergolf van 22.000 kubieke meter per seconde (Deltacommissie 2008; Kwadijk 2008). De kans op een overschrijding van de maatgevende afvoer van 18.000 kubieke meter per seconde is in Nederland in zulke gevallen minimaal. Maar als in de toekomst de dijken in Duitsland worden verhoogd, bijvoorbeeld omdat de Duitsers in de toekomst de steden beter willen beschermen, dan kunnen dergelijke overschrijdingen zich wel in Nederland voordoen.

Literatuur

- Aalbers, R. & H. Vollebergh (te verschijnen), *Evaluating risky projects: going beyond CAPM-NPV*, Den Haag: CPB.
- Acacia Water, Leven met Water & STOWA (2009), *Leven met zout water. Overzicht huidige kennis omtrent interne verzilting*, Levenmetzoutwater.nl.
- Agricola, H.J., H. Goosen, P.F.M. Opdam & R.A. Smidt (2010), *Kansrijke gebieden voor groenblauwe mantels in de provincie Noord-Brabant*, Wageningen: Alterra.
- Anonymus (2009), 'Zoetwatervoorziening Zuidwest-Nederland grote legpuzzel', *Vakblad H₂O* 12: 5.
- Bakel, J. van, N. Kielen, O. Clevering & K. Roest (2010), 'Waterkwaliteit en landbouw: mag het ook een beetje zouter zijn?', *Vakblad H₂O* 5: 56-59.
- Bakel, P.J.T. & L.C.P.M. Stuyt (2011), *Actualisering van de kennis van de zouttolerantie van landbouwgewassen, op basis van literatuuronderzoek, inventarisatie van expertkennis en praktische ervaringen*, Wageningen: Alterra.
- Balendonck, J. (2011), *FLOW-AID Project*, Wageningen University and Research centre, <http://www.flow-aid.wur.nl/UK/>.
- Beek, E. van, M. Haasnoot, K.M. Meijer, J.R. Delsman, J.J.J.C. Snepvanger, G. Baarse, R. van Ek, G.F. Prinsen, J.C.J. Kwadijk & J.W. van Zetten (2008), *Verkenning kosteneffectiviteit van grootschalige maatregelen tegen droogteschade als gevolg van de G+ en W+ klimaatscenario's*, Delft: Deltares.
- Bergsma, E., J. Gupta & P. Jong (2009), *IC12: Institutions for climate change, case study on individual responsibility in adaptive capacity*, Working document 7, Amsterdam: IVM.
- Biesbroek, R., R.J. Swart, T.R. Carter, C. Cowan, T. Henrichs, H. Mela, M.D. Morecroft & D. Rey (2010), 'Europe adapts to climate change. Comparing national adaptation strategies', *Global Environmental Change* 20: 440-450.
- Biesbroek, G., R. Termeer, C.J.A.M. Klostermann & P. Kabat (te verschijnen), *Barriers in the governance of climate change adaptation: survey of the Netherlands*.
- Boosten, M., C. de Groot & J. van den Briel (2009), *Inventarisatie van de ontstaans- en escalatierisico's van natuurbranden op de Veluwe*, Wageningen: Stichting Probos.
- Bruijn, K.M. de & F. Klijn (2009), 'Risky places in the Netherlands. A first approximation for floods', *Journal of Flood Risk Management* 2: 58-67.
- Bulthuis, J. (2008), *De IJsselvallei als klimaatbuffer*, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Buuren, A. van, P. Driessen & G. Teisman (2010), 'Klimaatbestendigheid: tussen ordening en adaptiviteit. Een kritische slotbeschouwing over de legitimiteit van klimaatadaptatie', *Beleid en Maatschappij* 1: 85-95.
- BZK (2009), *Nationale Risicobeoordeling. Bevindingenrapportage 2008*, Den Haag, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

- BZK (2011), *Bestuursakkoord 2011-2015*, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, Interprovinciaal Overleg, Unie van Waterschappen en Rijk. Den Haag: Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties.
- CBS (2011), *Statline. Bodemgebruik; naar gebruiksvorm en gemeente*, Den Haag, Centraal Bureau voor de Statistiek.
- Confalonieri U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue, R.S. Kovats, B. Revich, A. Woodward (2007), 'Human health 2007', pp. 391-431 in M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson (eds.), *Climate change 2007. Impacts, adaptation and vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press.
- CPB, MNP & RPB (2006), *Welvaart en leefomgeving. Een scenariostudie voor Nederland in 2040*, Den Haag: CPB, MNP & RPB.
- Deltacommissie (2008), *Samen werken met water. Een land dat leeft, bouwt aan zijn toekomst*, Den Haag: Deltacommissie.
- Deltaprogramma (2010a), *Deltaprogramma 2011. Werk aan de delta – investeren in een veilig en aantrekkelijk Nederland nu en later*, Den Haag: Ministeries van VenW, LNV & VROM.
- Deltaprogramma (2010b), *Nieuwbouw en herstructurering. Samenvatting Plan van Aanpak*, Den Haag: Ministeries van VenW, LNV & VROM.
- Deltares (2008), *Klimaatbestendige inrichting van Nederland. Opgave voor de Rijksoverheid?*, Delft: Deltares.
- Deltares (2009), *Leven met afgekoppeld regenwater*, Delft: Deltares.
- Deltares (2011), *Zoetwatervoorziening in Nederland. Landelijke analyse knelpunten in de 21e eeuw, conceptrapportage voor het Deltaprogramma Zoetwater*, Delft: Deltares.
- Dessai, S. & J. van der Sluijs (2007), *Uncertainty and climate change adaptation. A scoping study*, Utrecht: Copernicus Institute of the University of Utrecht.
- DHV & Arcadis (2010), *DHV en Arcadis werken aan nieuw spuicomplex in Afsluitdijk*, persbericht, 12 juli 2010, Amersfoort: DHV.
- Dijk, J. van (2008), *Water and environment in decision making. Water assessment, environmental impact assessment and strategic environmental assessment in Dutch planning. A comparison*, Delft: Eburon.
- Dillingh, D., F. Baart & J.G. de Ronde (2010), *Definitie zeespiegelstijging voor bepaling suppletiebehoefte. Rekenmodel t.b.v. handhaven kustfundament*, Deltares rapport 1201993-002, Delft: Deltares.
- Driessen, P., & T. Spit (2010), 'De bekostiging van klimaatadaptatie. Arrangementen voor een legitieme balans van baten en lasten', *Beleid en Maatschappij* 1: 73-84.
- Driessen, P.P.J., A.A.J. de Gier, S.V. Meijerink, W. Pot, M.A. Reudink, H.F.M.W. van Rijswijk, B.J. Schueler, J. Tennekes & C.J.A.M. Termeer (2011), *Beleids- en rechtswetenschappelijke aspecten van klimaatadaptatie*, Wageningen: Kennis voor Klimaat.
- Ecorys (2010), *Financieringsmiddelen uit gebiedsontwikkeling en bestemmingswijzigingen. Een verkenning van de publiekrechtelijke mogelijkheden van planbatenheffing, bovenplanse verevening en verruiming van het huidige kostenverhaal*, Rotterdam: Ecorys.
- EG (2000) *Kaderrichtlijn Water, Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad*, Brussel; Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen.

- Eichholtz, P., N. Kok, & J.M. Quigley (2009), *Doing well by doing good? Green Office Buildings*, Berkeley, CA: Maastricht University & University of California.
- Everse, C.A. & M.J. van Kruining (2009), *Klimaatbestendigheid van de nationale netwerken*, rapport naar aanleiding van de gelijknamige workshop, gehouden op 16 oktober 2009, De Bilt: Grontmij.
- Faber, A. & F Hoppe (te verschijnen), 'Co-constructing a sustainable built environment in the Netherlands. Dynamics and opportunities in an environmental sectoral innovation system', *Energy Policy* (submitted).
- Fritz, J., G. Bloemberg, S. Clarisse & R. Stroet (2009), 'Het grondwaterregime van Delft doorgrond', *Vakblad H₂O* 18: 23.
- Gaast, J.W.J. van der & H.T.H. Massop (2007), *Reconstructie van de historische hydrologie. Pilotstudie voor een stroomgebied in hoog Nederland*, Alterra 2007 rapport 1466, Wageningen: Alterra.
- Gemeente Gouda (2005), *Watervraag Gouda CASE 2005*, http://www.helpdeskwater.nl/aspx/download.aspx?File=/publish/pages/15783/beschrijving_gouda.pdf.
- Grevers, W. & P. Zwaneveld (2011), *Een kosteneffectiviteitsanalyse naar de toekomstige inrichting van de Afsluitdijk*, Den Haag, Centraal Planbureau.
- Gulik, A.T.W. van (2008), *Natuurbrand, een onderschat risico. Kwantitatieve en kwalitatieve benadering om te komen tot bestuurlijke en operationele prioritering in de risico's in de Veiligheidsregio Noord- en Oost-Gelderland*, Master of Public Safety, Delft: Technische Universiteit Delft.
- Gupta, J., C. Termeer, J. Klostermann, S. Meijerink, M. van den Brink, P. de Jong, S. Nooteboom & E. Bergsma (2010), 'The adaptive capacity wheel. A method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society', *Environmental Science and Policy* 13: 459-471.
- Heijnen, A. & A. Getz-Smeenk (2011), 'Natuurbrand in Nederland: veel meer dan brand alleen', *Magazine nationale veiligheid en crisisbeheersing* 1: 58-59.
- Hoogheemraadschap van Rijnland (2008), *Verzilting en waterbehoefte nu en in de toekomst. Achtergronden, beleid en ontwikkelingen*, Leiden: Hoogheemraadschap van Rijnland.
- Huynen, M.M.T.E., A.E.M de Hollander, P. Martens & J.P. Mackenbach (2008), *Mondiale milieuveranderingen en volksgezondheid. Stand van de kennis*, Bilthoven: RIVM.
- HydroLogic (2010), *Project HydroCity. Een online platform als brug naar een klimaatadaptieve stad*, Amersfoort: HydroLogic BV & NEO BV.
- I&M (2010), *Beleidsbrief Infrastructuur en Milieu*, kenmerk IenM/BSK-20 10/33455, 26 november 2010, Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- I&M (2011), *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*, Den Haag, Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Inspectie der Rijksfinanciën (2009), 'Kamerbrief inzake lange termijn discontovoet', IRF 2009-1171.
- IOOV (2011), *Natuurbranden. Onderzoek naar de voorbereidingen in de veiligheidsregio's*, Den Haag; Inspectie Openbare Orde en Veiligheid.
- IPCC (2007), *Climate change 2007. The physical science basis*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Jantzen, J., M. Blom, R. Wit & M. Maresch (2003), *Duurzaamheidsbank Brabant, winst maken van duurzaamheid*, 's-Hertogenbosch: Provincie Noord-Brabant.
- Jong, A. de (2008), *Veerkracht als strategie voor klimaatadaptatie onder onzekerheid. Onderzoek aan de hand van de casus 'het buitendijks gebied van de gemeente Rotterdam'*, Utrecht: Utrecht University, Copernicus Institute.
- Jonkman, B., R. Jongejan, B. Maaskant, M. Kok, & H. Vrijling (2008), *Verkenning slachtofferrisico's in het hoogwaterbeschermingsbeleid*, rapport 9T2050Ao, Rotterdam: Royal Haskoning.
- Katsman, C.A., W. Hazeleger, S. Drijfhout, G.J. van Oldenborgh & G. Burgers (2008), 'Climate scenarios of sea level rise for the northeast Atlantic Ocean. A study including the effects of ocean dynamics and gravity changes induced by ice melt', *Climatic Change* 91: 351-374.
- Kennis voor Klimaat (2009), *Vraag en aanbod van zoetwater in de Zuidwestelijke Delta. Een verkenning*, KvK rapportnummer 017/09, Utrecht: Kennis voor Klimaat/ Programmabureau Zuidwestelijke Delta.
- Kind, J. (2008), *Kentallen kosten-batenanalyse waterveiligheid 21^e eeuw*, rapport WD 2008 044, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Klijn, F. & M. Bos (2010), *Deltadijken: ruimtelijke implicaties. Effecten en kansen van het doorbraakvrij maken van primaire waterkeringen*, rapportnummer 1201353-000-VEB-0007, Delft: Deltares.
- Klijn, F., J. Kwadijk, K. de Buijn & J. Huinink (2010), *Overstromingsrisico's en droogterisico's in een veranderend klimaat. Verkenning van wegen naar een klimaatveranderingsbestendig Nederland*, rapportnummer 1002565-000, Delft: Deltares.
- Klok, L., H. ten Broeke, T. van Harmelen, H. Verhagen, H. Kok & S. Zwart (2010), *Ruimtelijke verdeling en mogelijke oorzaken van het hitte-eiland effect*, TNO-rapport 034-UT-2010-01229_RPT-ML, Delft: TNO.
- Klomp, H. (2010), 'Verticale drainage houdt polder zoet', *C2W (Chemisch2Weekblad)*, 21 november 2010, <http://www.c2w.nl/verticale-drainage-houdt-polder-zoet.114192.lynx>.
- KNMI (2006), *KNMI Climate change scenarios 2006 for the Netherlands*, KNMI Scientific Report WR 2006-01, De Bilt: KNMI.
- KNMI (2008), *De toestand van het klimaat in Nederland 2008*, De Bilt: KNMI.
- KNMI (2009a), *Klimaatschetsboek Nederland, het huidige en toekomstige klimaat*, report 223, De Bilt: KNMI.
- KNMI (2009b), *Klimaatverandering in Nederland. Aanvullingen op de KNMI'06 scenario's*, De Bilt: KNMI.
- Kragt, F.J. (2006), *Audit Waterbeleid 21^e eeuw. Analyse van de opgaven wateroverlast volgens het Nationaal Bestuursakkoord Water*, MNP-rapport 555060002/2006, Bilthoven: MNP.
- Kruiningen, F. van, E..Oomen, F. van Schaik & J. Filius (2004), *Onderbouwing wateropgave Noord-Holland*, versie 2 september 2004, Leiden: Hoogheemraadschap van Rijnland/ Waterschap Groot-Haarlemmermeer.
- Kuijpers-Linde, M.A.J. & K.T. Geurs et al. (2007), *Nederland Later. Tweede duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland*, Bilthoven: MNP.

- Kwadijk, J., (2008), *Scenario's voor water in Nederland. Technisch achtergrondrapport tbv de studie Klimaatbestendigheid van Nederland-waterland*, Delft: Deltares.
- Kwadijk, J., A. Jeuken & H. van Waveren (2008), *De klimaatbestendigheid van Nederland. Verkenning van knippunten in beheer en beleid voor het hoofdwatersysteem*, Delft: Deltares.
- Langeveld, J. & E. Schilling (2010), 'Extreme' neerslag en riolering in de praktijk: een "t=10" in Nijmegen in beeld gebracht, *Vakblad H₂O* 23: 27-29.
- Leusink, A. & H.A. Zanting (red.) (2008), *Naar een klimaatbestendig Nederland. Kaders voor afweging, definitiestudie fase 1*, Den Haag: Leven met Water, Klimaat voor Ruimte & Habiforum.
- Ligtvoet, W., J. Knoop, B. Strengers & A. Bouwman (2008), 'Veiligheid tegen overstromen. Verkenning lange termijn opgave klimaatbestendigheid van Nederland', *Nederland Geografische Studies* 378: 27-44.
- LNV (2010), *Kabinetsreactie op het EU-groenboek bosbescherming*, briefkenmerk NLP.2010/2227, Den Haag: Ministerie van LNV.
- Lobbrecht, A.H., (1997), *Dynamic water-system control. Design and operations of regional water-resources systems*, proefschrift Technische Universiteit Delft, Delft: TU.
- Meijer, K., J. Delsman, G. Prinsen & W. Snijders (2010), *Quick scan peilbesluit IJsselmeergebied 2013*, projectnummer 1201215-000, Delft: Deltares.
- Moel, H. de (ed.) (2010), *De klimaatdijk in de praktijk. Gebiedsspecifiek onderzoek naar nieuwe klimaatbestendige dijkverbeteringsalternatieven langs de Nederrijn en Lek*, Amsterdam: Kennis voor Klimaat.
- Munoz Gielen, D. (2009), 'Flexibiliteit planvorming beïnvloedt tegenprestaties markt', *Rooilijn* 3: 158-167.
- Nelen, F. (2008), 'Praktische invulling van het stedelijk waterbeheer', *Vakblad H₂O* 13: 6.
- NHI (2010), 'Distributiemodel van het NHI', <http://www.nhi.nu.referenties.html>, geraadpleegd op 1 december 2010.
- NLingenieurs (2010), *Position paper riolering*, Den Haag: NLingenieurs.
- NNI (2011a), *Energieprestatienorm van gebouwen (EPG)*, NEN 7120, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- NNI (2011b), *Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG)*, NVN 7125, Delft: Nederlands Normalisatie Instituut.
- Novioconsult (2010), *Betalen voor klimaatmaatregelen. Essay over financieel instrumentarium Klimaatadaptatie*, Nijmegen: Novioconsult.
- ONRI (2006), *Herijking regenwaterbeleid*, brief ONRI aan Vaste Kamercommissies Tweede Kamer V&W en VROM, dd. 16-8-2006, Den Haag: ONRI.
- Passchier, R., F. Klijn & H. Holzhauser (2009), *Beleidsomslagpunten in het zuidwestelijk estuariumgebied? Verkenning van klimaatveranderingsbestendigheid*, Deltares-rapport 1200163-006, Delft: Deltares.
- PBL (2005), *Effecten van klimaatverandering in Nederland*, MNP-rapport 773001034, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- PBL (2007), *Werking van de Meststoffenwet 2006*, publicatie 500124001, Bilthoven: Milieu- en Natuurplanbureau.
- PBL (2008), *Kwaliteit voor later. Ex ante evaluatie Kaderrichtlijn Water*, PBL-publicatienummer 50014001/2008, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.

- PBL (2009a), *Zeespiegelstand langs de Nederlandse kust en mondiaal, 1891-2008*, www.compendiumvoordeleefomgeving.nl, geraadpleegd op 1 december 2010.
- PBL (2009b), *Wegen naar een klimaatbestendig Nederland*, PBL-publicatienummer 500078001, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2010), *Balans van de Leefomgeving 2010*, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2011a), *Herijking van de Ecologische Hoofdstructuur. Quick Scan van varianten*, PBL-publicatienummer 500414007, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2011b), *Ex-ante evaluatie Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*, PBL-publicatienummer 5001255001, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2011c), *Natura 2000 in Nederland. Juridische ruimte, natuurdoelen en beheerplanprocessen*, PBL-publicatienummer 555084001, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (te verschijnen), *Ruimtelijke verkenning*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PCCC (2009), *De Staat van het Klimaat 2008*, De Bilt/Wageningen: KNMI/WUR.
- Pieterse, N., J. Knoop, K. Nabielek, L. Pols & J. Tennekes (2010), *Overstromingsrisicozonering in Nederland*, ISBN 978-90-78645-30-6, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Pijnappels, M.H.J. & A.G.J. Sedee (2010), *Klimaat als kans. Adaptatie aan klimaatverandering in de ruimtelijke ordening*, ISBN 9789490070311, Amsterdam: Kennis voor Klimaat.
- Pols, L., P. Kronberger, N. Pieterse & J. Tennekes (2007), *Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave*, Rotterdam/Den Haag: NAI Uitgevers/Ruimtelijk Planbureau.
- Provincie Noord-Brabant (2010), *Provinciaal Waterplan Noord-Brabant 2010-2015. Waar water werkt en leeft*, Den Bosch: Provincie Noord-Brabant.
- Querner, E.P., P.C. Jansen & C. Kwakernaak (2011), *Verkenkend onderzoek naar mogelijkheden voor zelfvoorzienende watersystemen*, Alterra-rapport 2110, Wageningen: Alterra.
- Rijkswaterstaat (2008), *Klimaatverandering en verzilting. Modelstudie naar de effecten van KNMI '06 klimaatscenario's op de verzilting van het hoofdwatersysteem in het noordelijk deltabekken*, rapportnummer 2008.035, Lelystad: Rijkswaterstaat Waterdienst.
- Rijkswaterstaat, provincie Noord-Holland & provincie Friesland (2009), *Dijk en meer. Eindrapportage verkenning toekomst Afsluitdijk*, Den Haag: Rijkswaterstaat.
- Rijswick, M. van & W. Salet (2010), 'Een strategisch kompas voor duurzame beheersing van klimaatvraagstukken', *Beleid en Maatschappij* 1: 43-58.
- RIONED (2007), *Visie Stichting RIONED. Klimaatverandering, hevige buien en riolering*, Ede: RIONED.
- RIONED (2011), *Kennisstrategie voor doelmatig stedelijk waterbeheer*, Stichting RIONED.
- RIVM (2011), *Toolkit voor publiekscommunicatie*. Hitte, http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Professioneel_Praktisch/Interventies/Toolkit_voor_publiekscommunicatie_Hitte, geraadpleegd op 11 juli 2011.
- Roest, C.W.J., P.J.T. van Bakel & A.A.M.F.R. Smit (2004), *Actualisering van de zouttolerantie van land- en tuinbouwgewassen ten behoeve van de berekening van de zoutschade in Nederland met het RIZA-instrumentarium*, briefadvies t.b.v. Droogtestudie Nederland, Wageningen: Alterra.
- Sandt, K. van de & H. Goosen (red.) (2011), *Klimaatadaptatie in het landelijk gebied. Verkenning naar wegen voor een klimaatbestendig Nederland*, Wageningen, Wageningen UR.

- Schelhaas, M.J. & M. Moriondo, (2007), 'Bosbranden en klimaatverandering', *Vakblad Natuur Bos Landschap* 4: 8.
- Schier, G. van der, T. Prozny & A.M.G. Klein Tank (2009), *Assessment van regionale klimaatverschillen binnen Nederland onder klimaatverandering; bijdrage aan klimaatbestendig Nederland*, De Bilt: KNMI.
- Silva, W. & E. van Velzen (2008), *De dijk van de toekomst? Quick scan Doorbraakvrije dijken*, Deltares-rapport Q4558.32, Utrecht: Deltares.
- Stijnen, J. (2008), *Resultaten waterbezwaar*, Lelystad: HKV lijn in water.
- Stuyt, L.C.P.M. (2006), *Transitie en toekomst van Deltalandbouw*, Wageningen: Alterra.
- Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel, J.G. Kroes, E.J. Bos, M. van der Elst, B. Pronk, P.J. Rijk, O.A. Clevering, A.J.G. Dekking, M.P.J. van der Voort, M. de Wolf & W.A. Brandenburg (2006), *Transitie en toekomst van Deltalandbouw. Indicatoren voor de ontwikkeling van de land- en tuinbouw in de Zuidwestelijke Delta van Nederland*, Alterra-rapport 1132, Wageningen: Alterra.
- Stuyt, L.C.P.M., P.J.T. van Bakel & H.T.M. Massop (2011), *Basic Survey Zout en Joint Fact Finding effecten van zout. Naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland*, Alterra-Eindrapport Basic Survey Zout, Wageningen: Alterra.
- Swart, R., R. Biesbroek, S. Binnerup, T.R. Carter, C. Cowan, T. Henrichs, S. Loquen, H. Mela, M. Morecroft, M. Reese & D. Rey (2009), *Europe adapts to climate change. Comparing national adaptation strategies*, PEER Report No.1.
- TNO (2008), *Toekomst van de Nederlandse grondwatervoorraad in relatie tot klimaatverandering*, TNO-rapport 2008-U-R0074/B, Utrecht: TNO.
- Turlings, L. (2009), *Herstel van water- en ecologische kwaliteit: verzilting bestrijden of juist toejuichen?*, <http://www.levenmetzoutwater.nl/downloads.html#symposium>.
- Uijtenhaak, R., C. ten Dijke & B. Mispelblom Beijer (2010), *Prachtig compact NL*, Den Haag: College van Rijksadviseurs.
- Veldhuis, J.A.E. ten (2010), *Quantitative risk analysis of urban flooding in lowland areas*, proefschrift TU Delft, Delft: TU Faculteit Civiele Techniek.
- Velstra J., M. Hoogmoed & K. Groen (2009), *Inventarisatie maatregelen omtrent interne verzilting*, Leven met Zoutwater, Gouda: Acacia Water.
- Velstra, J., K. Groen & M. Boomgaard (2010), 'Mogelijkheden voor beperking van inlaatwater in polders', *Vakblad H₂O* 17: 43-44.
- Ven, F.H.M. van de (1998), *Waterbeheersing stedelijke gebieden*, collegedictaat CTIw5510, Delft: TU Faculteit Civiele Techniek.
- Ven, F. van de, M.C. ten Veldhuis & F. Clemens (2009), 'Betekent een ander klimaat grotere riolen?', *Vakblad H₂O* 16/17: 28.
- Ven, F. van de, E. van Nieuwkerk, K. Stone, C. Zevenbergen, W. Veerbeek, J. Rijke & S. van Herk (2011), *Building the Netherlands climate proof. Urban areas*, 1201082-000-VEB-0003, Delft/Utrecht: Deltares/UNESCO-IHE.
- VenJ (2011), *Beleidsreactie natuurbranden*, briefkenmerk 2011-2000204312, Den Haag: Ministerie van Veiligheid en Justitie.
- VenW (2003), *Brief aan Tweede Kamer*, 25 augustus 2003, brief kenmerk 03/46/VW, 2020316100, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

- Ven W (2004a), *De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006 VTV*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- VenW (2004b), *Evaluatienota waterbeheer aanhoudende droogte 2003*, Den Haag: DGW.
- VenW (2009a), *Nationaal Waterplan 2009-2015*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- VenW (2009b), 'Waterwet', *Staatsblad* 490, Den Haag: SDU uitgevers.
- VenW, IPO, VNG & UvW (2003), *Nationaal Bestuursakkoord Water*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- VenW, IPO, VNG & UvW (2008), *Nationaal Bestuursakkoord Water. Actueel*, Den Haag: Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Verdonschot, P. (2010), *Het brede beekdal als klimaatbestendige buffer in de veranderende leefomgeving. Flexibele toepassingen van het 5B-concept in Peel en Maasvallei*, Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Vonk, M., C.C. Vos, & D.C.J. van der Hoek (2010), *Adaptatiestrategie voor een klimaatbestendige natuur*, PBL-publicatienummer 500078002, Den Haag/Bilthoven: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Voorde, M. ten (2004), *Watertekort in het Hollands Noorderkwartier. Het bepalen van de kwantitatieve bijdrage van oplossingen voor het watertekort en een uitwerking van het watertekort in de Schermer-Noord*, afstudeeronderzoek, Enschede: Universiteit Twente Civiele Techniek, Afdeling Waterbeheer.
- Voorde, M. ter & J. Velstra (red.) (2009), *Leven met zout water. Overzicht huidige kennis omtrent interne verzilting*, Acacia water, Leven met water, STOWA-rapport 2009-45, Utrecht: STOWA.
- Vrom-inspectie (2010), *Doorwerking van klimaatadaptatie in ruimtelijke plannen. Een monitoring van de gemeentelijke praktijk*, Den Haag: Ministerie van VROM.
- VROM-raad (2007), *De hype voorbij. Klimaatverandering als structureel ruimtelijk vraagstuk*, Den Haag: VROM-raad.
- VWS (2007), *Hitteplan 2007*, Den Haag: Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport.
- Wardekker, J.A., A. de Jong, J.M. Knoop & J.P. van der Sluijs (2010), 'Operationalising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes', *Technological Forecasting and Social Change* 6: 987-998.
- Waterdienst (2011), *Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses. Fase 1 Deelprogramma zoetwater*, in opdracht van het Deltaprogramma Programmateam Zoetwater.
- Werkgroep Binnenstedelijk Bouwen (2010), *Prachtig compact NL*, Den Haag: College van Rijksadviseurs.
- WHO (2010), *Policy options for climate change and health*, report on a joint WHO-PBL technical meeting, Bonn: WHO.
- WHO (2011), *Heat-health action plans*, <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/Climate-change/activities/prevention,-preparedness-and-response>, geraadpleegd op 8 juli 2011.
- WL (1998), *De Rijn op termijn*, Delft: WL | Delft Hydraulics.

De Nederlandse delta is kwetsbaar voor de mogelijke gevolgen van klimaatverandering, zoals een stijging van de zeespiegel of hogere rivierafvoeren. In dit rapport geeft het Planbureau voor de Leefomgeving handvatten voor een samenhangende en doelmatige strategie om Nederland klimaatbestendig te maken op het gebied van de veiligheid tegen overstromen, de zoetwatervoorziening en de ontwikkeling van natuur en het stedelijk gebied.

Uit deze studie blijkt dat Nederland zich in beginsel goed zal kunnen aanpassen aan klimaatverandering, maar dat dit op rijksniveau een aantal structurele keuzes vraagt. Het gaat daarbij om het al of niet inzetten van doorbraakvrije dijken, het behouden van open ruimte in het rivierengebied en de mogelijkheid om via aanpassingen in de Nieuwe Waterweg structureel meer zoet water beschikbaar te maken. Wil de natuur beter kunnen reageren op klimaatverandering, dan is het bovendien nodig om de ruimtelijke samenhang van natuurgebieden te vergroten. In het stedelijk gebied kunnen extra kosten in de toekomst aanzienlijk worden beperkt door op korte termijn rekening te houden met de eisen van klimaatbestendigheid.

Planbureau voor de Leefomgeving

Postadres
Postbus 30314
2500 GH Den Haag

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

www.pbl.nl

September 2011

