



Rijkswaterstaat

WD/0208/TD/01

Rijkswaterstaat is de uitvoeringsorganisatie van het ministerie van Verkeer en Waterstaat die zorgt dat verkeer en water op de nationale netwerken kunnen stromen en die werkt aan droge voeten en voldoende en schoon water. www.rijkswaterstaat.nl

Randstad in zicht Lange termijn perspectieven voor water en ruimtelijke ontwikkeling in de Randstad

Randstad in zicht

Lange termijn perspectieven voor water en
ruimtelijke ontwikkeling in de Randstad

2008.004





Rijkswaterstaat

Randstad in zicht

Lange termijn perspectieven voor water en ruimtelijke
ontwikkeling in de Randstad

februari 2008

Michaël van Buuren - RWS Waterdienst
Pieter Schengenga - H+N+S Landschapsarchitecten
Lodewijk van Nieuwenhuijze - H+N+S Landschapsarchitecten

in opdracht van het Directoraat-Generaal Water van het
Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Colofon

Auteurs:

Michaël van Buuren - RWS Waterdienst

Pieter Schengenga - H+N+S Landschapsarchitecten

Lodewijk van Nieuwenhuijze - H+N+S Landschapsarchitecten



Contactpersoon DG Water:

Aline Arends

Opmaak en druk:

Thieme Deventer, Deventer

Rijkswaterstaat Waterdienst

Rapport nr.: 2008.004

ISBN: 978 – 90 – 369 – 1435 - 2

Inhoudsopgave

1. Inleiding 5

- 1.1. Achtergrond en aanleiding 5
- 1.2. Probleem- en doelstelling 6
- 1.3. Brochure en rapport 7

2. De toekomstige ontwikkeling van de watersystemen van West-Nederland 9

- 2.1. De watersystemen van West-Nederland 9
- 2.2. Het risico neemt toe 13
- 2.3. Het wordt (soms) natter 15
- 2.4. Het wordt warmer en droger 17
- 2.5. Het wordt zouter 19
- 2.6. Het wordt lager 21
- 2.7. De wateropgaven gecombineerd 23

3. Trends in het ruimtegebruik in West-Nederland 27

- 3.1. Inleiding 27
- 3.2. Wonen en werken 29
- 3.3. Natuur, landbouw en mobiliteit 33
- 3.4. Conclusies 39

4. Opties en perspectieven waterbeheer en waterveiligheid 41

- 4.1. Hoofdthema's waterbeheer en waterveiligheid 41
- 4.2. Op koers naar meer duurzaamheid 42
- 4.3. Over opties en perspectieven 44
- 4.4. Opties en perspectief voor het waterbeheer 44
- 4.5. Opties en perspectief waterveiligheid 48
- 4.6. Integraal perspectief 51

5. Epiloog 55

* de belangrijkste bevindingen samengevat

Bijlagen I t/m V 59

- I. Het risico neemt toe – toelichting en verantwoording 61
- II. Het wordt (soms) natter – toelichting en verantwoording 71
- III. Het wordt warmer en droger – toelichting en verantwoording 79
- IV. Het wordt zouter – toelichting en verantwoording 87
- V. Het wordt lager – toelichting en verantwoording 93

Literatuurverwijzingen 97

1. Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

De motie Lemstra, door de Eerste Kamer aangenomen bij de behandeling van de Nota Ruimte in 2005, markeert een belangrijk moment in de visie- en beleidsvorming over de ruimtelijke ontwikkeling van Nederland. De motie stelt de vraag in hoeverre planvorming en beleid voor de ruimtelijke ordening en inrichting voldoende inspeelt op **lange termijn ontwikkelingen** die zich aftekenen rond economische ontwikkeling, verstedelijking en klimaatverandering. Men constateert een gebrek aan een heldere visie over de wijze waarop op dergelijke lange termijn ontwikkelingen ingespeeld kan of moet worden. Parallel hieraan zijn ook door andere ontwikkelingen de klimaatverandering en de ruimtelijke gevolgen daarvan hoog op de politieke agenda gekomen. Voorbeelden zijn de presentatie van de film “An inconvenient truth” door Al Gore (2006), het beschikbaar komen van nieuwe klimaatmodellen door het KNMI (2006) en het IPCC (2007). In het kielzog hiervan is een reeks van adviezen en studies verschenen die ingaan op de (ruimtelijke) gevolgen van de klimaatverandering (zie bijvoorbeeld: het rapport “Nederland Later” van het MNP uit 2007; het advies van de VROM raad “De hype voorbij” uit 2007 en het rapport “Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave” van het RPB uit 2007). Voor de Nederlandse regering vormden deze ontwikkelingen het startpunt voor een heroriëntatie op en - mogelijke - aanscherping van het ruimtelijk beleid uit de Nota Ruimte via de start van het Adaptatieprogramma Ruimte en Klimaat (ARK) en het opstellen van de startnotitie Randstad 2040.

Voor Dg Water is de aandacht voor de lange termijn ruimtelijke ontwikkelingen, de klimaatverandering in het bijzonder, van groot belang. Juist ook voor het realiseren van de doelstellingen voor het waterbeleid zoals zijn neergelegd in het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW), in het ruimtelijk waterbeleid uit de Nota Ruimte en in de Watervisie.

Tegen deze achtergrond is door Dg Water aan RWS Waterdienst en H+N+S Landschapsarchitecten gevraagd een verkenning te maken van de lange termijn opgaven en perspectieven voor water en ruimtelijke ontwikkelingen voor het westen van Nederland, i.c. de Randstad (figuur 1). Er is voor dit gebied gekozen in verband met de (economische) betekenis van het gebied voor Nederland in zijn geheel, de rijksbetrokkenheid bij de ontwikkeling van het gebied (onder andere via de Uitvoeringsprogramma's van de Nota Ruimte, het Urgentieprogramma Randstad en de lange termijn agenda Randstad 2040) en het gegeven dat hier belangrijke watervraagstukken spelen. Bij dit laatste kan worden gedacht aan de veiligheid (o.a. zwakke schakels, sterk verstedelijkte dijkringen, compartimentering), de

waterkwantiteit (wateroverlast), de waterkwaliteit (verzilting; voldoen aan de KRW doelstellingen) en de kosten van het waterbeheer (peilbeheer in polders en droogmakerijen). Dit rapport doet verslag van de verkenning.

.....
Figuur 1

De ligging van het studiegebied: de Randstad en omgeving.



1.2 Probleem- en doelstelling

Bovengenoemde lange termijn ontwikkelingen zullen in de komende kabinetsperiode - naar verwachting - belangrijke invloed hebben op koers en inhoud van (nieuw) ruimtelijk beleid voor het westen van het land, i.c. de Randstad. Deze ontwikkelingen zijn daarmee van groot belang voor de (verdere) doorwerking van het waterbeleid in de ruimtelijke ordening. Een goede positionering van Dg Water in de daarvoor relevante (beleids)trajecten vergt een heldere en inhoudelijk goed onderbouwde duiding van de wateropgaven - in hun onderlinge samenhang - en van de wijze waarop deze zijn gerelateerd aan de lange termijn ruimtelijke ontwikkelingen van West-Nederland (Randstad e.o.) op verschillende schaalniveau's. Op onderdelen (zoals voor de zwakke schakels, ruimte voor de rivier, veenweide) zijn de inzichten aanwezig. Een integratie van de verschillende thema's in samenhangende opgaven en perspectieven voor de lange termijn voor water en ruimtelijke ontwikkeling, ontbreekt vooralsnog.

Het **doel** van het project kan worden omschreven als het identificeren van de (ruimtelijke) wateropgaven voor de lange termijn en daaruit afleiden van ontwikkelingsperspectieven voor water in de Randstad. Het project voldoet aan de navolgende specificaties:

- het verbindt de wateropgaven - en daarvoor bestaande inzichten en oplossingsrichtingen - rond (water)veiligheid, waterkwantiteit (watertekorten, wateroverlast) en waterkwaliteit op het niveau van West-Nederland (Randstad en omgeving);
- het neemt de meest relevante lange termijn ontwikkelingen (klimaatverandering, verstedelijking, ruimtelijke investeringen) als vertrekpunt;
- het brengt een relevant spectrum aan denkbare, duurzame ruimtelijke perspectieven van West-Nederland en de betreffende

watersystemen - gegeven die wateropgaven en lange termijn ontwikkelingen - in beeld;

- het biedt aanknopingspunten om de (integrale) wateropgaven - vanuit die lange termijn perspectieven - te verankeren in discussies en besluitvorming rond ruimtelijke ontwikkeling en inrichting voor de korte (komende kabinetsperiode) en middellange termijn (voorbereiding beleidsinzet na 2015);
- het spreekt beleidsvoerders en andere betrokkenen in de ruimtelijke ordening aan door - letterlijk - de integrale, lange termijn opgaven voor water "op de kaart" te zetten;
- het wordt ontwikkeld in nauw overleg met (vertegenwoordigers van) Dg Water.

Het project is er uitdrukkelijk op gericht de (inhoudelijke) argumentatie en onderbouwing te leveren ten behoeve van de verdere beleidsinzet van Dg Water, gericht op de (discussies over de) toekomstige ruimtelijke ordening van West-Nederland.

Een **uitgangspunt** voor het project is de vooronderstelling dat - ondanks de lange termijn ontwikkelingen en de gevolgen daarvan die zich zullen aandienen - de Randstad ook in de verre toekomst een duurzaam, veilig en belangrijk woon, werk en recreatiegebied is en zal blijven. De zoektocht is erop gericht deze functies van het gebied, ondanks de (klimaat)veranderingen die zich aandienen, ook voor de lange termijn blijvend te waarborgen. Dat hiervoor aanpassingen nodig zullen zijn in de wijze waarop de ruimte en de watersystemen zijn ingericht of worden gebruikt, of waar welke gebruiksfuncties zijn gelokaliseerd, moge duidelijk zijn. Het gaat er bij dit uitgangspunt om aan te geven dat een strategie die bestaat uit het op termijn verlaten van het westen van Nederland niet als reële optie wordt meegenomen.

1.3 Brochure en Rapport

De resultaten van het project "Randstad in zicht" zijn beschreven in een brochure en een rapport. De brochure beschrijft de voornaamste resultaten van het project. De onderhavige rapportage geeft een uitgebreide beschrijving en verantwoording van de resultaten van het project.

Het rapport bestaat uit vijf hoofdstukken. In het tweede hoofdstuk is de toekomstige ontwikkeling van de watersystemen van de delta van West-Nederland beschreven. Hiervoor worden kaarten gepresenteerd en toegelicht, die samen een beeld geven van de (ruimtelijke) wateropgaven voor de toekomst. In hoofdstuk drie zijn belangrijke (andere) ruimtelijke ontwikkeling in het gebied beschreven. Daarbij wordt aangegeven hoe deze ontwikkelingen zijn gerelateerd aan de (ruimtelijke) wateropgave. Het vierde hoofdstuk schetst oplossingsrichtingen voor het aanpakken van die opgaven en laat zien welke keuzen voor ruimtelijke (her)inrichting daarvoor denkbaar zijn. Het laatste hoofdstuk vat de uitkomsten van het project samen in een serie stellingen en dilemma's.

2. De toekomstige ontwikkeling van de watersystemen van West-Nederland

2.1 De watersystemen van West-Nederland

De ontstaansgeschiedenis

Figuur 2.1

West-Nederland rond het begin van de jaartelling: een door rivieren doorsneden (laag)veenmoeras omzoomd door duinen, strandwallen en intergetijdengebieden. Bron: Atlas van Nederland, SDU (1984).



De ontstaansgeschiedenis van de watersystemen in de delta van West-Nederland kan worden getypeerd als een steeds weer wisselend samenspel van natuurlijke en door de mens bepaalde factoren en processen. Tot globaal het begin van de jaartelling overheersten natuurlijke processen (zie o.a. Van de Ven, 1993 ; Van der Ham, 2002). West-Nederland in die periode kan worden getypeerd als een (laag)veenmoeras, doorsneden door een aantal rivieren en aan de zeezijde begrensd door duinen, strandvlakten en een dynamisch intergetijdengebied (figuur 2.1).

Vanaf de Romeinse tijd zijn er in het gebied grote veranderingen opgetreden, zowel in de vorm van gerichte ingrepen als ten gevolge van natuurlijke processen. Vaak ook versterkten deze elkaar. Zo heeft het baggeren van turf (voor brandstof, maar ook voor de productie van zout) vanaf de late Middeleeuwen onder invloed van storm en stroming tot grote landverliezen aanleiding gegeven. Op zijn beurt is een deel van dat land weer teruggewonnen via het droogmalen van die plassen, waarbij de "droogmakerijen" zijn ontstaan (figuur 2.2). In de dwarsdoorsneden van figuur 2.3 zijn een aantal van de belangrijkste stappen in de natuurlijke en antropogene ontstaansgeschiedenis van West-Nederland verbeeld.

.....
Figuur 2.2

Verloren (donker blauw) en weer teruggewonnen land (bruin, groen en geel). Bron: Atlas van Nederland, SDU (1984)



Een aantal van de grote antropogene ingrepen die ten behoeve van het gebruik en de inrichting van het gebied gedurende de ontstaansgeschiedenis hebben plaatsgevonden, zullen ook in de komende decennia invloed uitoefenen op de wijze waarop de betreffende watersystemen zich ontwikkelen. Daarbij kan worden gedacht aan de grote inpolderingen, de afsluiting van estuaria en het intensieve, soms ook verontreinigende grondgebruik. In het verloop van dit hoofdstuk zal hierop nader ingegaan worden.

Toekomstige ontwikkelingen

Net als in het verleden dienen zich momenteel weer een aantal (fysieke) processen aan die de toekomstige ontwikkeling van de watersystemen in West-Nederland in belangrijke mate zullen beïnvloeden.

De voornaamste daarvan zijn:

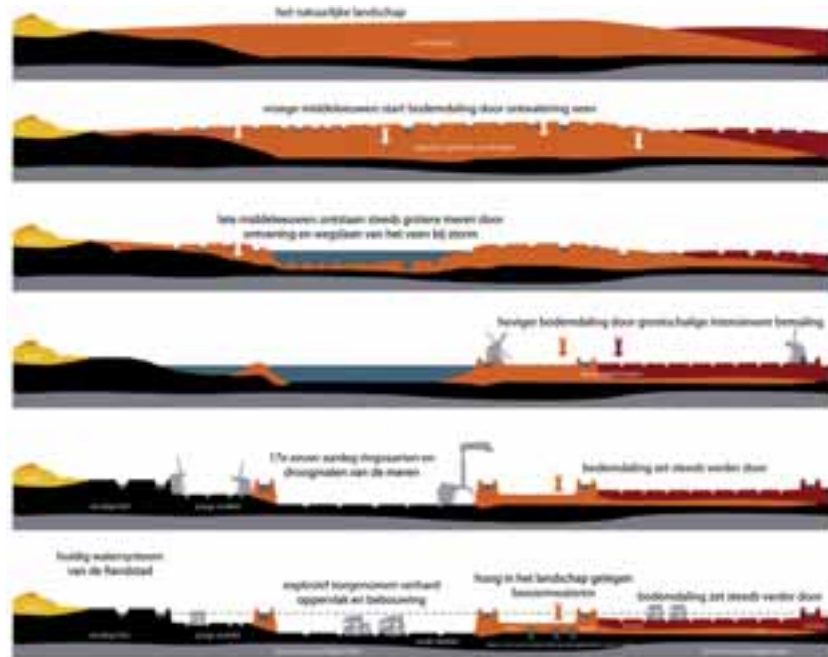
- de klimaatverandering; vooral tot uitdrukking komend in de stijging van het zeeniveau, in grotere fluctuaties van de afvoerregimes van de grote rivieren en een meer "gepiekt" neerslag en verdampingspatroon (perioden van meer droogte en wateroverlast volgen elkaar sneller op);
- de daling van het maaiveldniveau door tektonische processen en (vooral) ten gevolge van menselijk ingrijpen in gebieden met slappe (veen)bodems;
- de voortgaande ruimtelijke investeringen en veranderingen ten behoeve van vormen van grondgebruik, in het bijzonder voor verstedelijking, mobiliteit, recreatie en natuurontwikkeling.

In dit hoofdstuk is getracht de voornaamste, nu voorzienbare ontwikkelingen van de watersystemen in het gebied te karakteriseren. Het doel daarvan is tweeledig: enerzijds wordt getracht de veranderingen van (verschillende aspecten van) de watersystemen inzichtelijk te maken. De hoofdvraag daarbij is: waar spelen zich welke ontwikkelingen af, hoe hangen deze onderling samen en hoe zijn deze gekoppeld aan bestaand of toekomstig grond- en ruimtegebruik?

.....
Figuur 2.3

De ontstaansgeschiedenis van West-Nederland en zijn watersystemen.

Bron: H+N+S landschapsarchitecten, Aquade (2007)



De rest van dit hoofdstuk gaat in op het beantwoorden van deze vraag.

Ten tweede moet een nadere analyse van de daaruit voortvloeiende inzichten leiden tot een scherpe omschrijving van de voornaamste vraagstukken en opgaven die spelen ten aanzien van de lange termijn ontwikkeling van de watersystemen en het grond- en ruimtegebruik in het gebied. Deze aspecten komen aan de orde in de hoofdstuk 3 van dit rapport.

De lange termijn ontwikkelingen in zicht

De lange termijn ontwikkelingen van de watersystemen van West-Nederland zijn in een serie kaarten in beeld gebracht en nader toegelicht (kaarten 2.1 t/m 2.5; Bijlagen I tot en met V). De ontwikkelingen zijn achtereenvolgens als volgt gekarakteriseerd:

- het risico neemt toe;
- het wordt (soms) natter;
- het wordt warmer en droger;
- het wordt zouter;
- het wordt lager.

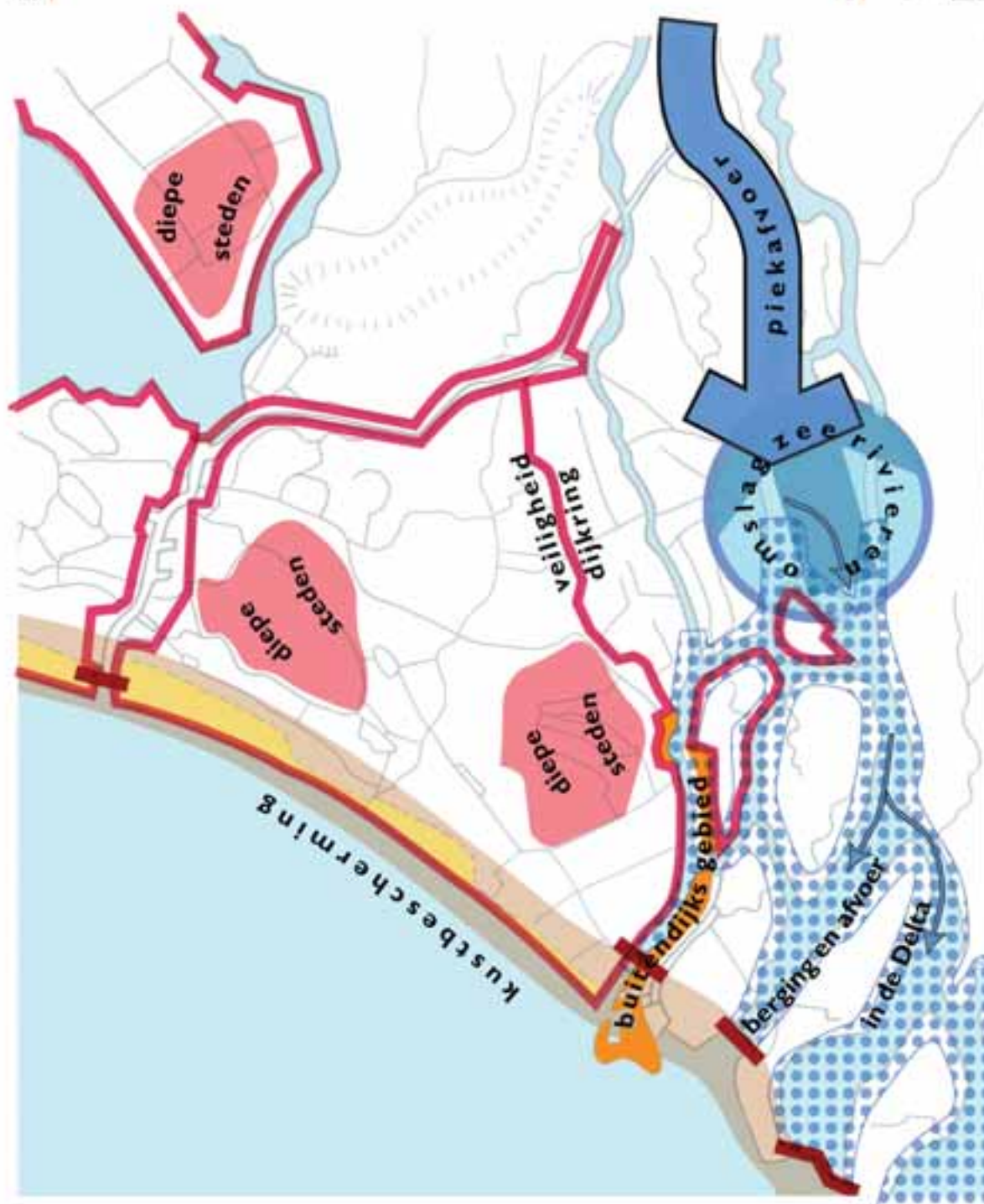
Elke kaart brengt in beeld:

- a. **waar** doet de ontwikkeling zich in West-Nederland voor? Dus: waar wordt het natter, droger, et cetera. Zo mogelijk wordt daar nog een differentiatie aangegeven van gebieden of de ernst van het vraagstuk.
- b. wat zijn de meest bepalende **watersysteemcomponenten** of -onderdelen relevant voor de geschetste ontwikkeling?
- c. wat zijn de meest **kwetsbare** of **veroorzakende** vormen van grondgebruik?

Waar mogelijk is ook een indicatie gegeven van het tijdsaspect van de geconstateerde ontwikkelingen. Daarbij wordt in gegaan op

Het risico neemt toe

kaart 2.1



seizoensdynamiek, maar ook op de termijn waarop ontwikkelingen zich zullen aandienen: nu, straks, later of ooit. Voor elk van de ontwikkelingen is in de bijlagen een gedetailleerd kaartbeeld gepresenteerd (respectievelijk de kaarten I, II, III, IV en V in de Bijlagen I tot en met V). Vervolgens zijn de voornaamste conclusies in dit hoofdstuk beschreven en op kaarten weergegeven (de kaarten 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 en 2.5). Tenslotte zijn de afzonderlijke (deel) conclusiekaarten samengebracht in één samenvattend beeld: kaart 2.6. De volgende paragrafen (2.2 tot en met 2.6) beschrijven de afzonderlijke ontwikkelingen en vatten deze samen (paragraaf 2.7).

2.2 Het risico neemt toe (kaart 2.1; Bijlage I)

Het waarborgen van de veiligheid wordt vooral op de *langere termijn* (vanaf 2050) een belangrijk vraagstuk. Aandachtsgebieden vanuit veiligheid bevinden zich in en aan de hoofdwatersystemen en betreffen een aantal dijkkringen.

Het rivierengebied

Een recente studie (Silva, 2007) toont aan dat de Waal uitermate kritisch is wat betreft het kunnen verwerken van de voor de lange termijn verwachte **piekafvoeren**. Juist ook na uitvoering van de maatregelen van de PKB "Ruimte voor de Rivier". Tevens moet worden bedacht dat door de zeespiegelstijging het "**overgangsgebied**" waar zowel rivierafvoeren als zeestanden de maatgevende condities bepalen naar het oosten verschuift. Ook dit gegeven maakt herbezinning op de maatregelen voor rivierverruiming noodzakelijk. Door de toenemende stijging van het zeeniveau zullen rivieren minder gemakkelijk op de zee kunnen afvoeren. Bovendien wordt verwacht dat - ook door toenemende stormintensiteit - de riviermondingen frequenter moeten worden afgesloten (MNP, 2007). Onder die omstandigheden zijn extra maatregelen nodig om het rivierwater zonder problemen te kunnen **afvoeren** of **bergen**.

Het gebied waar rivierafvoer en zeeinvloed samen de maatgevende omstandigheden bepalen is vanuit veiligheid dan ook een bijzonder gebied. Tegelijkertijd is het één van de meest dichtbevolkte en economisch belangrijkste gebieden van Nederland. Het beperken van (eventuele) overstromingsrisico's in het gebied vergt belangrijke en blijvende aandacht.

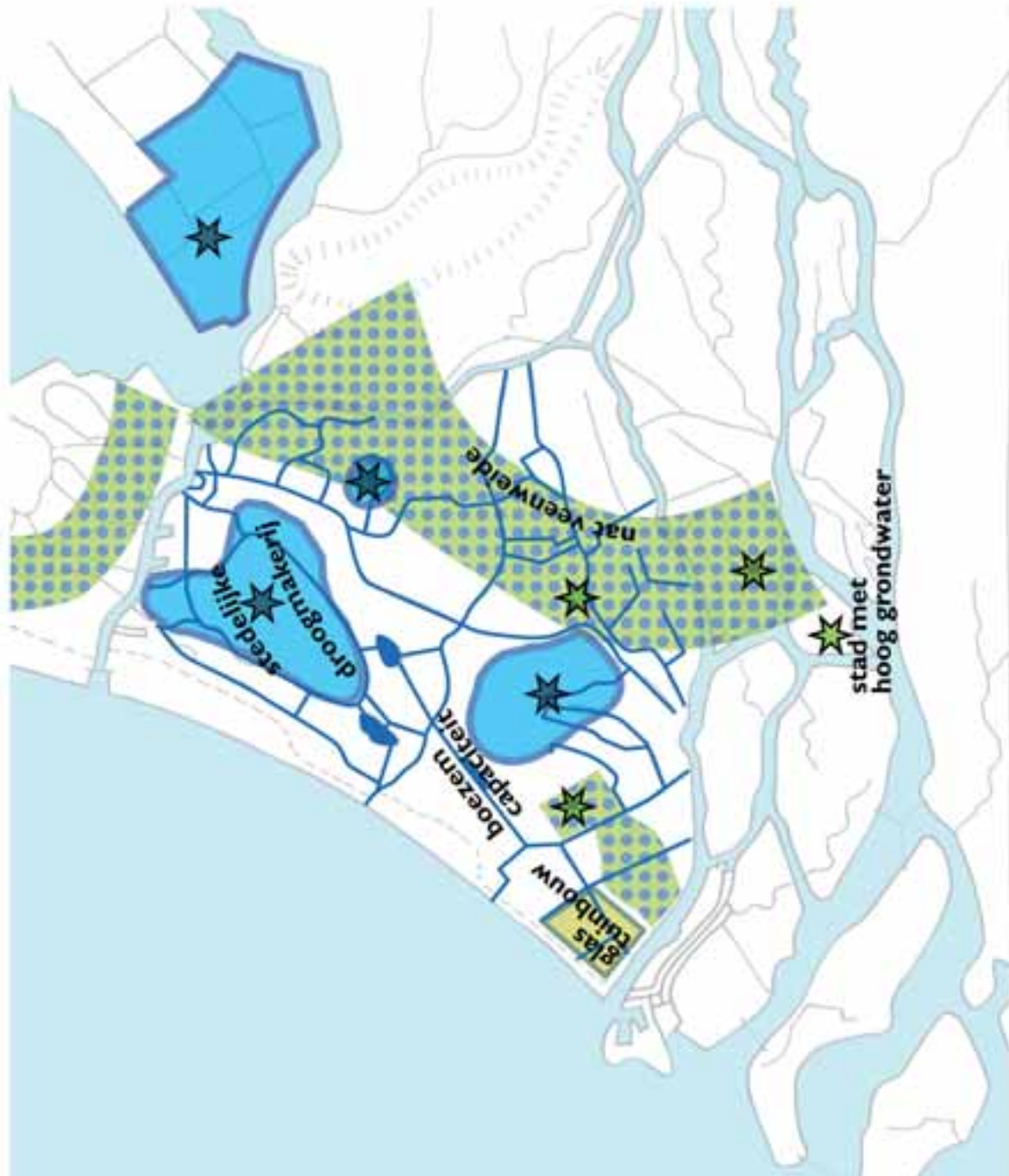
In een deel van de Rijn-Maasmonding, met name langs de Nieuwe Waterweg, worden voormalige, **buitendijkse gebieden** ontwikkeld tot woongebieden. Op lange termijn kan hier - door stijging van het zeeniveau en daarmee van het niveau van het maatgevend hoogwater - het veiligheidsrisico toenemen.

De Kust

De eerste prioriteit voor de **kustbescherming** is de aanpak van de "zwakke schakels"; het staande beleid is daar al op gericht. Na het realiseren daarvan lijkt de bescherming van de kust ook voor de lange termijn op orde. Het principe van het dynamisch handhaven van de bestaande kustlijn is daarvoor het richtsnoer. Wel is het van belang

Het wordt natter

kaart 2.2



te voorkomen dat (verdere) uitbreiding van kust- en badplaatsen op termijn ten koste gaat van de mogelijkheden deze vorm van (dynamische) kustbescherming te kunnen continueren.

De dijkringen

Een aantal (delen van) dijkringen zijn door een combinatie van grote - en nog verder stijgende - waarden, grote bevolkingsconcentraties, lage ligging en soms ook relatief gering beschermingsniveau, kwetsbaar en daarmee vanuit veiligheid belangrijke aandachtsgebieden. Een eventuele overstroming zal in deze gebieden grote gevolgen hebben. Specifieke aandacht is hiervoor geboden voor "de achterkant" van **dijkring 14**: het voornaaste risico voor deze dijkring lijkt - nadat de zwakke schakels zijn versterkt - juist langs de dijken en kaden langs de Hollandse IJssel en het Amsterdam-Rijn kanaal te liggen. In (voormalige) veengebieden vormen tevens de veenkaden vanuit veiligheid een belangrijk aandachtspunt.

Binnen dijkring 14 gaat het om de **diep gelegen, sterk verstedelijkte droogmakerijen** van de Haarlemmermeer¹, de Zuidplaspolder en Zuidelijk-Flevoland. Dit zijn tevens gebieden waar nog grote nieuwe ruimtelijke investeringen (woningbouw, bedrijvigheid, infrastructuur) op stapel staan. In Zuidelijk-Flevoland is het de vraag in hoeverre het huidige veiligheidsniveau - vergeleken met dat van dijkring 14 - in de (nabije?) toekomst nog in verhouding staat tot het geïnvesteerde vermogen en bevolkingsdichtheid. Eenzelfde overweging geldt de dijkring rond het Noordzeekanaal en die van IJsselmonde. Bij het beschermen van bestaand stedelijk gebied liggen mogelijkheden om aan te sluiten bij de herstructurering van deze gebieden.

2.3 Het wordt (soms) natter (kaart 2.2; Bijlage II)

De kaart geeft aan dat er een aantal (typen) gebieden zijn waar in perioden met grote neerslag de mogelijkheden water af te voeren of te bergen (nog meer) onder druk komen te staan. Dit vraagstuk is vooral relevant in intensief gebruikte, sterk bebouwde gebieden (steden, glastuinbouw) waar het van groot belang is te voorkomen dat die extra hoeveelheden water problemen opleveren.

De belangrijke aandachtsgebieden vormen de laag gelegen, sterk **verstedelijkte droogmakerijen** (Haarlemmermeer, Zuidplaspolder, Zuidelijk-Flevoland, Mijdrecht). De - nog toenemende - bebouwing en het verharde oppervlak in deze gebieden brengen met zich mee dat wateroverlast verder toeneemt, met navenant groter risico op ongerief, schade en ontreddering. De stedelijke wateropgaven die hieruit voortvloeien, laten zich wellicht combineren met (andere) herstructureringsprocessen in bestaand stedelijk gebied. In veel

.....

¹ Uit recente studies in het kader van het project "Veiligheid Nederland in Kaart" blijkt dat de kans op het onder water lopen van de Haarlemmermeerpolder zeer gering is. Niettemin blijft het gebied - door het grote en nog toenemende geïnvesteerde vermogen - een belangrijk aandachtsgebied vanuit het perspectief van het overstromingsrisico.

Het wordt warmer en droger

kaart 2.3



glastuinbouwgebieden - met name het Westland - ontbreekt momenteel de ruimte om de overvloedige neerslag te bergen: wateroverlast heeft zich de laatste jaren al herhaaldelijk voorgedaan. Dat geldt ook voor bijvoorbeeld de **binnensteden** van Delft en Gouda en in bepaalde wijken van de Rotterdamse agglomeratie.

In een deel van genoemde gebieden hangt de wateroverlast-problematiek ook samen met een (structureel) gebrek aan voldoende **(afvoer)capaciteit van het boezemsysteem**. Daarbij gaat het niet alleen om de omvang (het volume), maar ook om de mogelijkheden om wateroverschotten vlot te kunnen afvoeren op het buitenwater (bijvoorbeeld door het ontbreken van verbindingen in het netwerk en of door gebrek aan capaciteit om water uit te malen of te spuien).

De laatste categorie aandachtsgebieden zijn de natste, laagste gedeelten van de **veenweidegebieden**. Deze liggen in een noord-zuid zone ongeveer in het centrum van het studiegebied en in Midden-Delfland. In natte perioden van het jaar zijn de waterstanden hier in de huidige situatie al hoog. Extra neerslag kan dan niet of nauwelijks worden geborgen, wat snel tot zeer hoge waterstanden en zelfs overstroming kan leiden. Hoewel het gebruik - veenweide, dus grasland - hoge waterstanden relatief goed verdraagt, wordt het bij grote en langduriger wateroverlast (vooral in het voorjaar) op langere termijn de vraag in hoeverre dit gebruik economisch rendabel en daarmee mogelijk blijft. Het grote aantal peilvakken en beheerseenheden – dat in de recente geschiedenis vaak ook nog is toegenomen – betekent aanzienlijke beheerskosten voor het waterbeheer in deze gebieden.

2.4 Het wordt warmer en droger (kaart 2.3; Bijlage III)

Er zijn verschillende gebieden waar vooral de watervoorziening - in de zin van het handhaven of verder verbeteren van de waterkwaliteit - in warme en droge perioden van het jaar onder druk komt te staan². Dit heeft te maken met de hogere temperaturen, de toenemende verdamping, het gebrek aan (door)stroming en de afnemende beschikbaarheid van (zoet) water van voldoende kwaliteit (bijvoorbeeld via de grote rivieren). Tegelijkertijd neemt de watervraag - uiteraard in de langere perioden van warmte en droogte - vanuit belangrijke of kwetsbare vormen van grondgebruik toe.

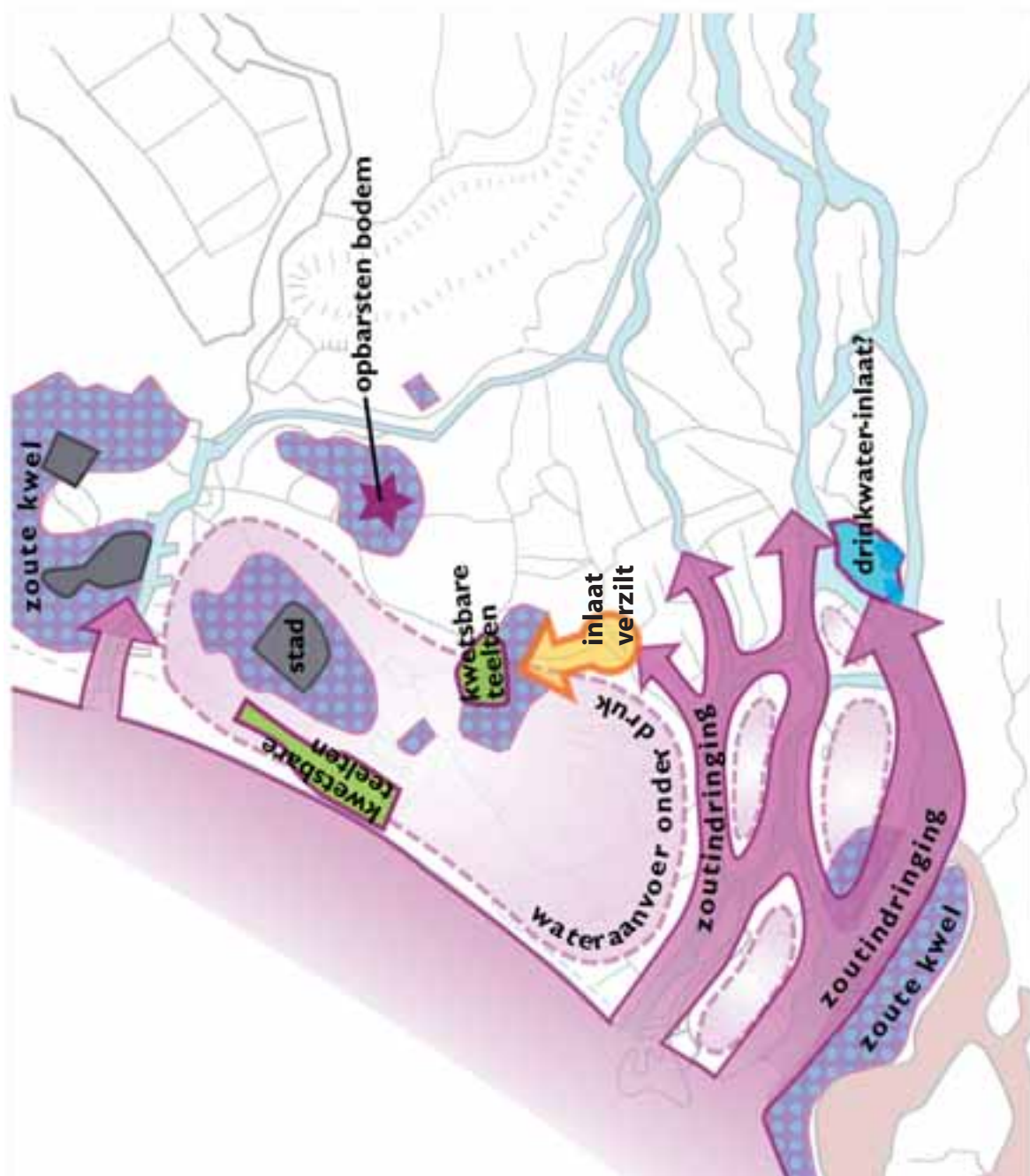
Stagnante, geïsoleerde wateren zijn bij hoge temperaturen, grote verdamping en onvoldoende mogelijkheden voor wateraanvoer van elders extra gevoelig voor **kwaliteitsproblemen** als algengroei en botulisme. Het is de vraag in hoeverre verbeteringen die de laatste decennia - vooral door aanpak van overbesteding - zijn geboekt, daarmee bestendig kunnen worden. Dat geldt bijvoorbeeld voor de afgesloten compartimenten in de Zuid-Westelijke delta, de Randmeren

.....

² Strikt genomen hoort hierbij ook het vraagstuk van de verzilting. Gezien het belang van deze ontwikkeling, wordt daar in paragraaf 2.5 afzonderlijk aandacht aan gegeven.

Het wordt zouter

kaart 2.4



en ook in het gebied van het IJmeer en Markermeer. In het gestuwde traject van Nederrijn en Lek ontstaan onder warme en droge condities kwaliteitsproblemen: het water stagneert en kan snel opwarmen. Het zuurstofgehalte voor **zalmachtigen** zal daarbij snel kritische waarden bereiken. Verder is dit een vraagstuk dat zich diffuus in kleine, regionale wateren afspeelt en lokaal vooral voor **(water)afhankelijke natuurgebieden** een belangrijke factor is.

In het westelijk deel van het studiegebied zijn concentraties van recreatiegebieden met **zwemwater** waar in droge, warme perioden toenemende gezondheidsrisico's dreigen. Juist ook door het toenemende gebruik in deze dichtbevolkte gebieden met een grote vraag naar (water)recreatie. Ook **kwetsbare teelten**, in het bijzonder de bollen- en boomteelt - zowel potentiële 'veroorzakers' van vervuiling als zeer kritische watervragers - vragen aandacht in het westelijk deel van het gebied.

In de zone met (zeer) natte **veenweidegebieden** in het centrum van het gebied kan een langdurige droge periode problemen veroorzaken. Ten eerste geldt dat voor een aantal kwetsbare, natte natuurgebieden in deze zone. Voorts leidt verdroging en uitdroging tot een versterkte veenafbraak en daarmee intensivering van de daling van het maaiveld. In gebieden met veenkaden ontstaat onder dergelijke condities een vergroot veiligheidsrisico.

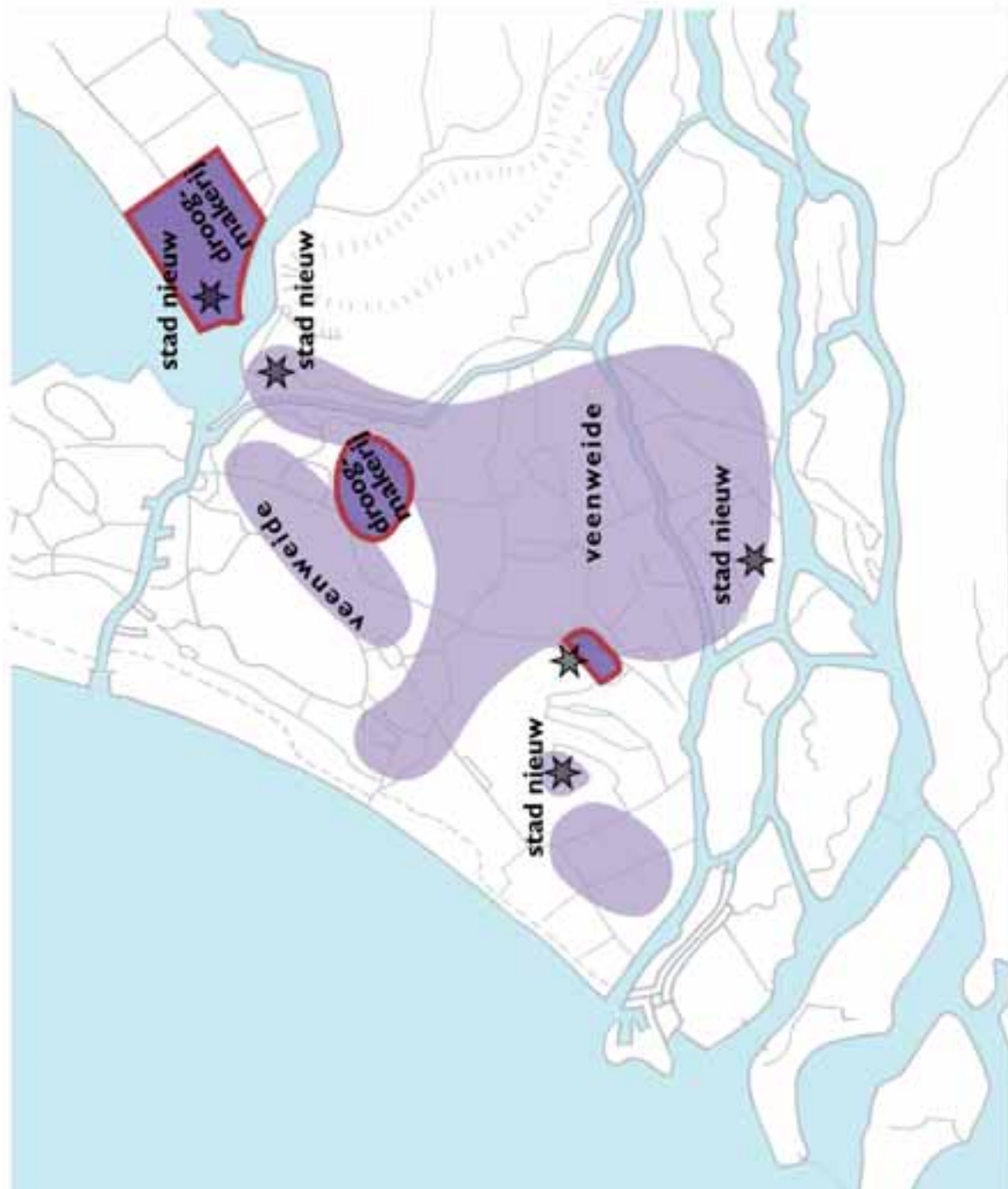
Problemen met thermische verontreiniging lijken zich - mede gebaseerd op de ervaringen uit de warme zomer van 2003 - vooral af te spelen in de **zone Amsterdam-Rijnkanaal - Noordzeekanaal**. Hier bevinden zich energiecentrales waar - door de geringe aanvoermogelijkheden - de koelwatervoorziening onder druk komt te staan. Voor de **scheepvaart** is vooral de bevaarbaarheid van de Waal en de Rijn-Maasmonding cruciaal. Ook hier geeft de droge zomer van 2003 een doorzicht naar mogelijke effecten van verdere opwarming van het klimaat: de vaargeul diende te worden versmald, omdat alleen in het midden van de Waal de vaardiepte voldoende kon worden gegarandeerd. Het valt te verwachten dat dit effect in de toekomst vaker zal optreden.

2.5 Het wordt zouter (kaart 2.4; Bijlage IV)

De zoetwatervoorziening in vooral het westelijk deel van het studiegebied staat onder druk. Daarvoor verantwoordelijk zijn de **zoutindringing** via de riviermondingen en het Noordzeekanaal en een verziltingstrend in het grondwater (**o.a. zoute kwel**). Het eerste proces treedt voornamelijk op in droge perioden: via de waterinlaatpunten kunnen ook de boezem en daarmee verbonden polders verzilten. De verzilting via het grondwater is - in de gebieden waar het optreedt - veeleer een jaarrond proces dat zich meer diffuus manifesteert. Wel zal het zilte grondwater in droge perioden door de toenemende verdamping eerder tot hoog in het profiel kunnen reiken. Lokaal, maar met een duidelijk concentratiegebied in de Ronde Venen wordt voor 2050 het **opbarsten van bodems** - en daarmee een intensivering van toevloed van zout grondwater - verwacht.

Het wordt lager

kaart 2.5



De kwetsbare functies en vormen van grondgebruik zijn in kaart 2.4 weergegeven. Al genoemd zijn de **innamepunten** die - mogelijk - met zouter (rivier)water te maken krijgen. De mogelijkheden voor de **aanvoer** van voldoende zoet water komen daarmee ernstig onder druk. Juist ook wanneer wordt bedacht dat ook in droge perioden de totale hoeveelheid water die beschikbaar is afneemt en de verdamping juist toeneemt (zie 2.4). Cruciaal daarbij is het innamepunt rond Gouda, waar nu een groot deel van het water voor Zuid-Holland wordt onttrokken (vooral voor het doorspoelen als maatregel om de verzilting aan te bestrijden). Ten oosten van Rotterdam gaat het ook om innamepunten voor de drinkwaterbereiding. Een duidelijke verzilting dient zich momenteel al aan in de gebieden met **kwetsbare teelten**. Het gaat daarbij om de grondgebonden tuinbouw en specifieke vormen van akkerbouw op Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Mede veroorzaakt door (korte) kwelstromen vanuit de Grevelingen. Kwetsbare gebieden zijn ook het boomteelt gebied rond Boskoop en de bollenstreek. Verder zijn stedelijke gebieden in de Haarlemmermeer en ten noorden van het Noordzeekanaal (Purmerend, Zaanstad) aandachtsgebieden in verband met het **stedelijk groen**: er is hier al een duidelijke verziltingstrend waarneembaar (chloride gehalte boven 600mg/l). Op de langere termijn komt ook in andere (stedelijke en recreatie)gebieden de bestaande begroeiing onder invloed van de verzilting. Dit zal de kwaliteit, de gebruiksmogelijkheden en de waardering door bewoners van die gebieden ernstig beïnvloeden.

2.6 Het wordt lager (kaart 2.5; Bijlage V)

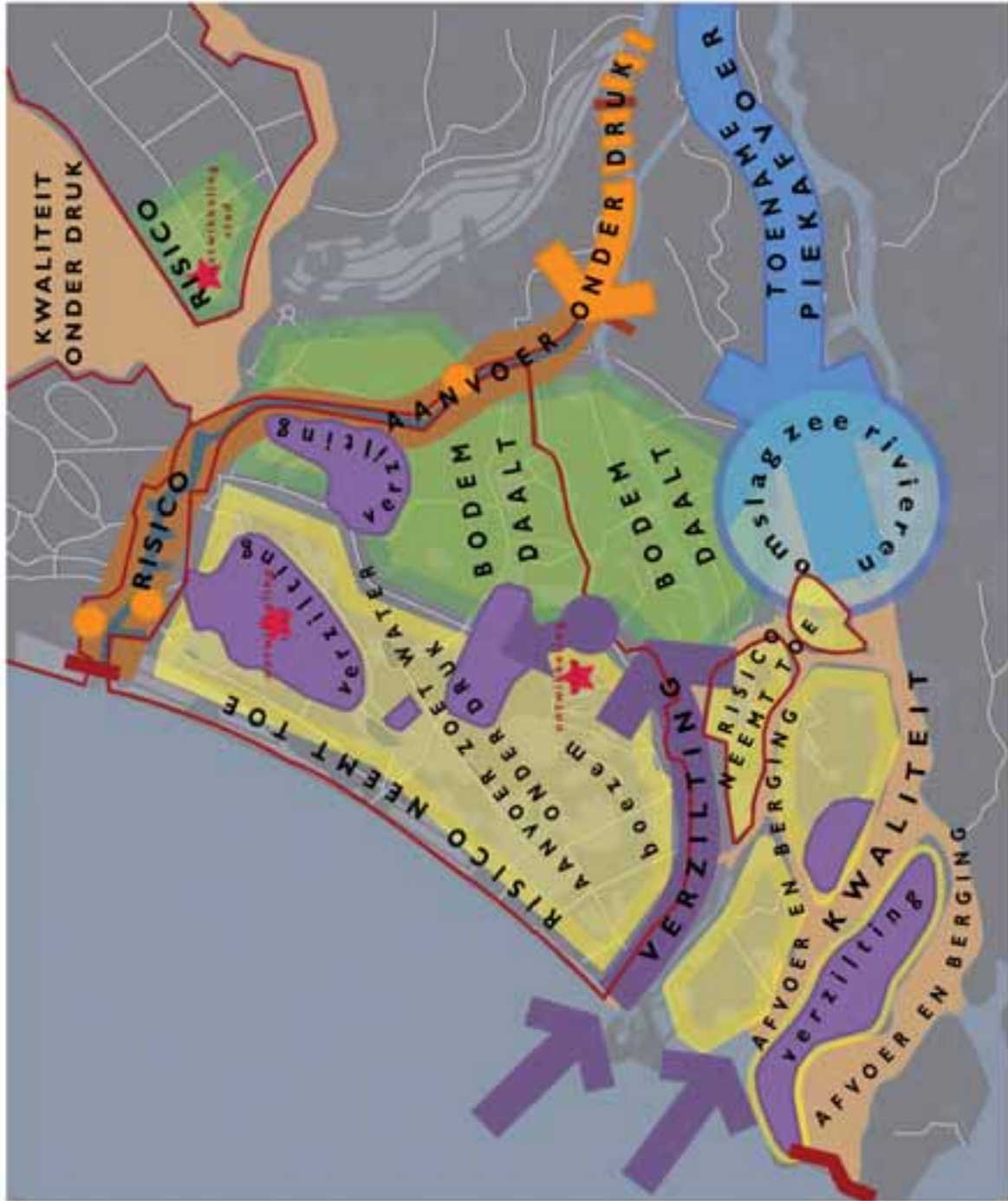
De bodemdaling draagt op een aantal plaatsen bij aan het verscherpen van het veiligheidsvraagstuk doordat een diepere ligging³ de gevolgen van een eventuele overstroming versterkt. Daar komt nog bij dat op een aantal van de plekken met sterke bodemdaling locaties voor **nieuwe verstedelijking** zijn voorzien. Dat geldt vooral voor verstedelijkingslocaties in diepe droogmakerijen (Almere, delen van de Zuidplaspolder) en op kwetsbare veen(weide)gebieden (een deel van polder Mijdrecht, Bloemendalerpolder, Krimpen). De daling van de bodem kan – in het bijzonder bij ongelijkmatige zettingen - leiden tot schade aan funderingen en gebouwen.

In **veenweidegebieden** hangt de bodemdaling vooral samen met de ontwatering. Juist in het droogste gedeelte van het jaar is de daling relatief sterk; het opzetten van polderpeilen kan dit tegengaan. Echter, in zulke droge perioden zal de beschikbare hoeveelheid water om zo'n peilstijging te kunnen realiseren kritisch zijn. Mede daarom is het veenweidegebied in kaart 2.5 als aandachtsgebied aangegeven. Langs de randen en in de veenweidegebieden zijn een aantal wat grotere

.....
³ Hierbij moet - wellicht ten overvloede - worden aangetekend dat een "lagere maaiveldligging" alleen niet tot een meer onveilige situatie leidt. Wel zal een lagere ligging bij het daadwerkelijk optreden van een overstroming grotere gevolgen hebben.

Stapelkaart conclusies

kaart 2.6



stedelijke uitbreidingslocaties voorzien: bij Zaandam, Purmerend, in de Bloemendalerpolder bij Weesp, bij Utrecht, Gouda, Delft en Krimpen a/d Lek. Bouwactiviteiten op deze bodems is ongunstig en zal in de toekomst tot belangrijke funderingsproblemen (en navenante kosten) kunnen leiden.

2.7 De wateropgaven gecombineerd (kaart 2.6)

In de voorgaande paragrafen zijn de voornaamste toekomstige watervraagstukken gekarakteriseerd. Combinatie van de daarbij gepresenteerde kaarten brengt de voornaamste (ruimtelijke) wateropgaven voor de toekomst in beeld. Deze “combinatiekaart” (**kaart 2.6**) geeft aan waar welke opgaven samenvallen en welke van de wateropgaven daarbij al dan niet in combinatie voorkomen.

De combinatiekaart

Op de combinatiekaart (**kaart 2.6**) tekenen zich een aantal verschillende zones af.

Het zuidelijk deel van het studiegebied

Langs de zuidzijde van het studiegebied worden de lange termijn ontwikkelingen vooral bepaald door de (wederzijdse) beïnvloeding van rivier en zee. Hier overheerst het vraagstuk van de **overstromingsrisico's** (veiligheid). Zoals in paragraaf 2.2 is aangegeven is in dit zeer dicht bevolkte en intensief gebruikte gebied (hoog slachtoffer en schadepotentieel) voor de langere termijn niet zozeer de bescherming tegen de zee het voornaamste probleem, maar zal de aandacht zich moeten richten op de rivieren die in de toekomst door het stijgende zeeniveau steeds moeilijker hun afvoer kwijt kunnen. Met andere woorden, het is vooral “de achterdeur” van de Randstad die aandacht zal gaan vragen.

Door de zeespiegelstijging zal het **omslagpunt** waar zee- én rivierinvloed de maatgevende omstandigheden bepalen stroomopwaarts verschuiven. Dit kan - op termijn - gevolgen hebben voor de effectiviteit van rivierverruimende maatregelen die in dit gebied worden uitgevoerd met voornamelijk hoge piekafvoeren als maatgevende omstandigheid. De Waal/Boven-Merwede/Beneden-Merwede en de Maas lijken de (extreme) **piekafvoeren** die voor de lange termijn worden verwacht, niet te kunnen verwerken. Tegelijkertijd is de bevaarbaarheid van deze drukste vaarweg van Europa in tijden van lage rivierafvoer in het geding. Meer naar het westen toe overheerst vanuit veiligheid het vraagstuk van de komberging: hoe bij afsluiting van de riviermondingen de rivierafvoeren probleemloos te verwerken? Verder speelt het probleem van de overstromingsrisico's bij de dijkringen van het Eiland van Dordrecht en IJsselmonde. Er is in deze gebieden nog een belangrijke uitbreiding van de woon- en werkgebieden voorzien, maar de bestaande beschermingsniveaus van deze dijkringen lijken daarbij achter te blijven.

In het zuidelijk deel van het studiegebied is ook de **verzilting** via de open (of open te stellen) riviermondingen en de daaraan gekoppelde inperking van de mogelijkheden voor de inlaat van zoetwater voor allerlei doeleinden van groot belang. In de akkerbouwpolders van de Zuid-Hollandse eilanden verscherpt het probleem van de verzilting zich door de invloed van zout grondwater. In de afgesloten bekkens van de zuidwestelijke delta zullen in warme perioden met stagnerend of nauwelijks stromend water naast de toenemende verzilting (ook) andere problemen met de waterkwaliteit sterker op de voorgrond gaan treden (o.a. algenbloei).

Het meest westelijke deel van het studiegebied

In dit deel van het studiegebied zijn het vooral de toekomstige vraagstukken rond het teveel of juist het tekort aan water (van een goede kwaliteit) die om belangrijke keuzen vragen. Het scherpst lijkt het probleem in het meest westelijke deel van het gebied langs de kust en in de zone van de meest laag gelegen veenweide gebieden. Het **boezemsysteem** - of wellicht beter: het netwerk van verschillende boezemstelsels - neemt bij die vraagstukken een belangrijke plaats in. Niet alleen in verband met de functie van het boezemstelsel voor wateraanvoer en waterafvoer. Maar ook omdat het systeem mogelijk aanknopingspunten biedt voor compartimentering van het gebied.

In het deel van het gebied langs de kust speelt de **verzilting** via grondwater en oppervlaktewater. Dit laatste hangt samen met het – reeds in de nabije toekomst - steeds grotere gevaar van het verzilten van de innamepunten langs de rivieren door het indringen van zoutwater. In het bijzonder het grote risico op verzilting van het inlaatsysteem bij Gouda - zeg maar het “infuus” van Zuid-Holland waar voor het “integraal doorspoelen” van gebieden grote hoeveelheden zoetwater worden ingelaten - is daarbij cruciaal. **Aanvoer van zoet water** van elders (zoals uit het IJmeer en Markermeer) via het bestaande boezemsysteem is, gezien de ervaringen uit 2003, geen sinecure en de afstand is relatief groot. Het verziltende gebied van de ronde venen bevindt zich nabij het Amsterdam Rijnkanaal waarmee ook op langere termijn wellicht, makkelijker zoet water vanuit het riviersysteem kan worden aangevoerd.

De veen(weide)gebieden

In het laagste deel van de veenweidegebieden is het peilbeheer het belangrijkste vraagstuk: wordt het natter dan treedt hier door de relatief hoge grondwaterstanden snel wateroverlast op. Terwijl een toename van droogte (extra) bijdraagt aan de inklinking van het veen, de belangrijkste reden voor verdere **bodemdaling** in het gebied. Het is de vraag, gezien deze ontwikkelingen, of de melkveehouderij in deze meest laaggelegen delen van de veenweide gebieden op termijn en op grote schaal nog te combineren is met de maatregelen die voor de aanpak van deze problemen nodig zijn (hoofdstuk 2). Specifieke aandachtspunten zijn nog de watervoorziening (kwantiteit en kwaliteit) van een aantal grote (moeras)natuurgebieden. Juist in deze veenweidezone liggen grote natuurkernen die ook een onderdeel

vormen van de Natte As: het stelsel van natte natuurgebieden dat een verbinding vormt tussen Biesbosch en IJsselmeer. Tenslotte is het streven in de veenweidegebieden er op gericht tot beter en efficiënter beheerbare eenheden te komen.

Verstedelijkte gebieden

Naast voornoemde problemen met de waterkwantiteit en kwaliteit blijft ook in het centrale deel van het gebied aandacht nodig voor **overstromingsrisico's** (veiligheid). De grote bevolkingsconcentraties en het enorme economische belang van het gebied voor Nederland liggen daaraan ten grondslag: een eventuele overstroming heeft hier zeer grote gevolgen. In het bijzonder gaat het om de Haarlemmermeer en de Zuidplaspolder: dit zijn de laagste delen van het gebied, waar bovendien nog grote ruimtelijke investeringen en **stedelijke uitbreidingen** op de rol staan. De zone van de Oude Rijn is een natuurlijke barrière die de dijkkring Centraal Holland in een noordelijk en een zuidelijk deel verdeelt en zo wellicht een rol kan spelen in de compartimentering van het gebied waarmee de gevolgen van een overstroming kunnen worden verminderd. Ook andere dijken en kaden spelen daarin mogelijk een rol.

Speciale aandacht is geboden voor de stabiliteit van veenkaden die in een groot deel van het gebied het stelsel van regionale waterkeringen domineren. Aan de "buitenzijde" van de dijkkring moet vooral worden gekeken naar de **"achterzijde" van dijkkring 14**: de zwakke plek in de bescherming van dijkkring 14 lijkt op termijn juist aan die kant van het gebied te liggen.

Zuidelijk-Flevoland is een apart aandachtsgebied: de **bodemdaling** is sterk, terwijl in en om Almere grote **stedelijke uitbreidingen** gepland zijn. Het beschermingsniveau van deze dijkkring is - in vergelijking tot andere delen van de Randstad relatief laag. Een en ander betekent dat hier een groeiend **veiligheidsrisico** bestaat. De sterke daling van het maaiveld vraagt aandacht voor (voorkomen van) problemen met de funderingen. Tegelijkertijd is één van de nieuwe uitbreidingslocaties van Almere gepland in het laagste deel van Zuidelijk-Flevoland waar wateroverlastproblemen op kunnen treden.

Tenslotte is de zone van het **Amsterdam-Rijnkanaal** en **Noordzeekanaal** strategisch nog van belang in verband met de watervoorziening voor de industrie, het koelwater en de bevaarbaarheid. Ook in dit gebied is het de vraag in hoeverre het bestaande veiligheidsniveau (1: 1250) nog in overeenstemming is met de - nog toenemende - economische belangen en waarden van het gebied.

3. Trends in het ruimtegebruik in West-Nederland

3.1 Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk is ingegaan op de toekomstige ontwikkeling van de watersystemen in West-Nederland. Daarbij is ook het ruimtegebruik aan de orde gekomen. In dit hoofdstuk wordt nader stil gestaan bij trends in de toekomstige ontwikkeling van een aantal van de belangrijkste vormen van gebruik in het studiegebied. Het doel is te bezien of de in het voorgaande hoofdstuk beschreven (ruimtelijke) wateropgaven, gezien die trends, aanscherping of nuancering nodig maken. Dit hoofdstuk geeft geen compleet beeld van alle ruimtelijk relevante ontwikkelingen; de analyse is grotendeels beperkt tot inzichten die zijn verzameld in het rapport “Nederland Later” van het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP, 2007).

“Nederland Later”

Het rapport “Nederland Later” (MNP, 2007) schetst voor 2040 mogelijke ontwikkelingsscenario's voor het ruimtegebruik in Nederland⁴. Er is daarbij een onderscheid gemaakt tussen het zogenaamde “trendscenario”, het “hoge ruimtedruk scenario” en een aantal scenario's die zijn gebaseerd op een divers pallet aan - op verschillende normatieve vertrekpunten gebaseerde - “kijkrichtingen”. Voor deze scenario's en kijkrichtingen (en voor een combinatie van die kijkrichtingen) zijn vervolgens kaartbeelden weergegeven waarin het grondgebruik voor 2040 is verbeeld.

Het Trendscenario⁵ beoogt een beeld te schetsen van de toekomstige ontwikkeling van het grondgebruik bij trendmatig doorzetten van ontwikkelingen (klimaatverandering, economische groei, demografie) en al ingezet beleid, zoals deze zich momenteel aandienen. Het Hoge ruimtedruk scenario⁶ gaat uit van een extra economische groei ten opzichte van de trend. Deze groei manifesteert zich in het bijzonder

⁴ Het toekomstig ruimtegebruik is in “Nederland Later” gemodelleerd met de zogenaamde “Ruimtescanner”. Dit model weegt vraag en aanbod van verschillende ruimtegebruiksfuncties af op basis van een economisch evenwichtsprincipe. Bij de allocatie van het gebruik spelen het bestaande ruimtegebruik, de ruimtevraag per type gebruik en geschiktheidskaarten voor verschillende gebruiksvormen een rol. Zie verder: MNP, 2007.

⁵ In het Trendscenario is voor de demografische en economische ontwikkeling van Nederland gebruikt gemaakt van het scenario “Transatlantic Market” van de WLO studie (CPB, MNP en RPB, 2006). Voor internationale ontwikkelingen en verondersteld nationaal beleid zijn in het Trendscenario andere keuzen gemaakt dan in dit WLO scenario (MNP, 2007).

⁶ Het Hoge ruimtedrukscenario is voor wat betreft de demografische ontwikkeling en economische groei gebaseerd op het scenario “Global Economy” van de WLO studie (CPB, MNP en RPB, 2006). Overigens zijn gelijke keuzen gemaakt als bij het Trendscenario (MNP, 2007).

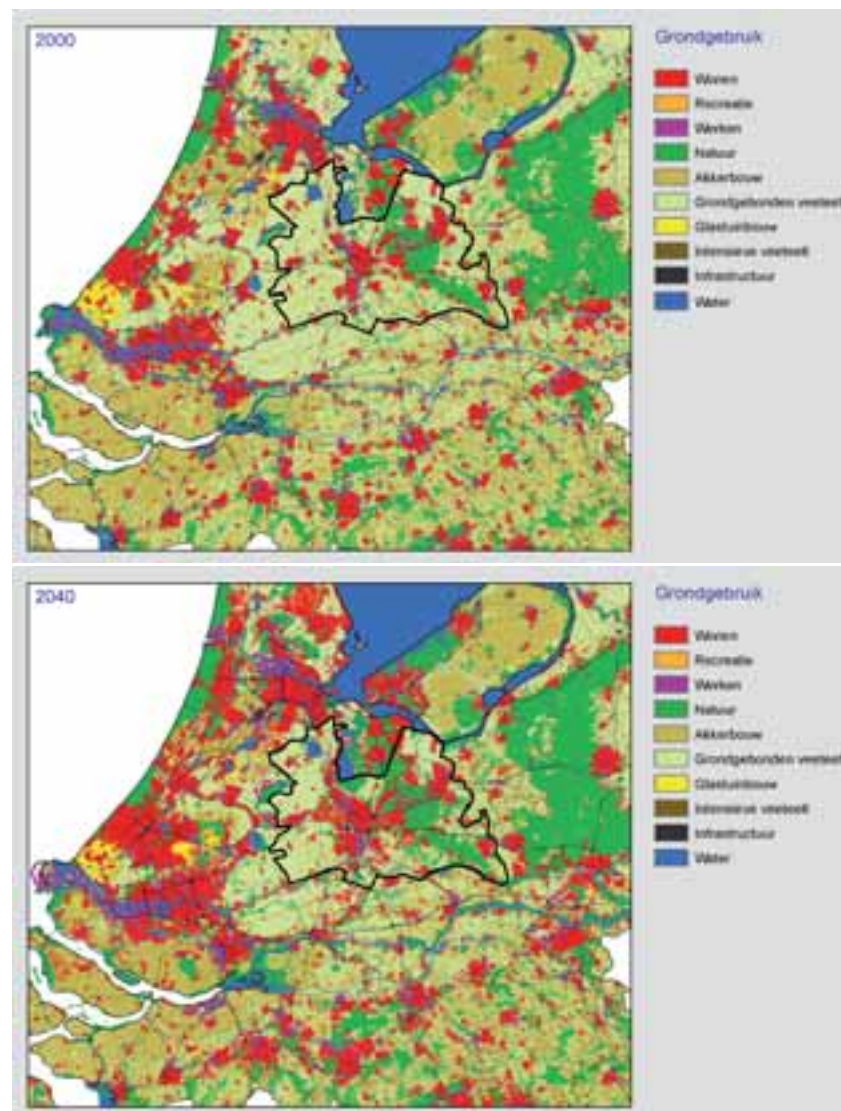
in een groter ruimtebeslag voor wonen en werken. De verschillende “Kijkrichtingen” die het MNP onderscheidt, brengen de ontwikkeling van het ruimtegebruik in beeld in het licht van een aantal voor de fysieke leefomgeving relevante (beleidsmatige) keuzen. Het gaat daarbij onder andere om alternatieve locatiekeuzen - ten opzichte van de trend - voor nieuwe woon- en werkgebieden en voor de wijze waarop natuurgebieden worden gelokaliseerd. Hoewel ook de kijkrichtingen voor de nadere reflectie op (on)mogelijkheden van ruimtelijk en waterbeleid van grote waarde zijn, is voor het doel in dit hoofdstuk geput uit het Trendskenario en het Hoge ruimtedruk scenario. Deze keuze komt voort uit het doel van de analyse in dit hoofdstuk waar juist de trendmatige ontwikkelingen centraal staan.

In het vervolg van dit hoofdstuk komen achtereenvolgens aan de orde de toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen van:

- wonen en werken;
- mobiliteit;
- natuur;
- landbouw.

Figuur 3.1

De ontwikkeling van het ruimtegebruik volgens “Nederland Later” in respectievelijk de bestaande situatie (boven) en volgens het Hoge ruimtedruk scenario (onder). Bron: MNP, 2007.

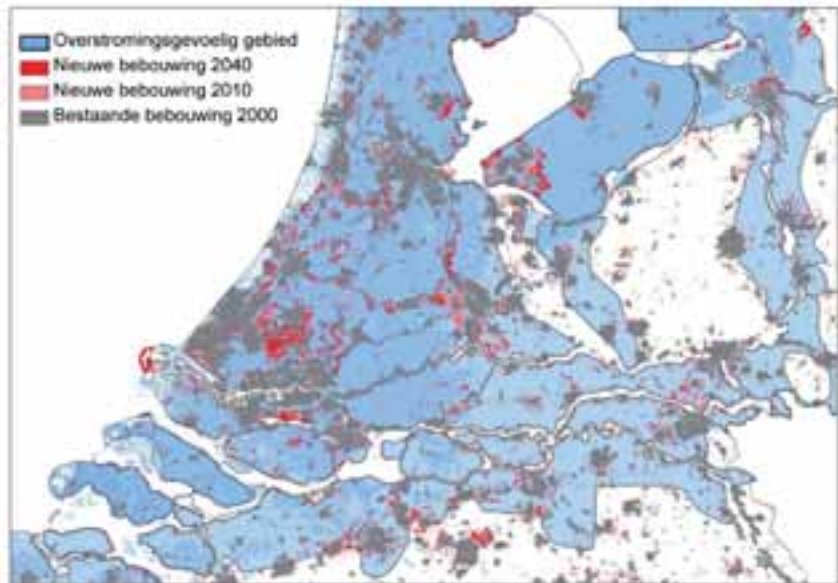


3.2 Wonen en werken

In de scenariostudies van “Nederland Later” is veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van het ruimtebeslag voor wonen en werken. De verschillen in de ruimtelijke beelden voor de ontwikkeling van het ruimtegebruik als gepresenteerd in figuur 3.1 zijn vooral te verklaren uit verschillen in aanspraken op ruimte voor deze twee vormen van grondgebruik. In figuur 3.2 is deze ontwikkeling nog eens uitgelicht: er is in beeld gebracht waar in 2010 en 2040 volgens het Trendscenario nieuwe locaties voor wonen en werken worden verwacht. Het grootste deel van deze gebieden maken deel uit van dijkkringen en zijn dus - bij een eventuele dijkdoorbraak - gevoelig voor overstromingen.

Figuur 3.2

Toename van de bebouwing voor wonen en werken in 2010 en 2040 ten opzichte van de bestaande situatie (2000) volgens het Trendscenario. Het grootste deel van het bebouwde gebied en de uitbreidingen daarvan maken deel uit van de dijkkringen en zijn gevoelig voor overstromingen. Bron: MNP, 2007.



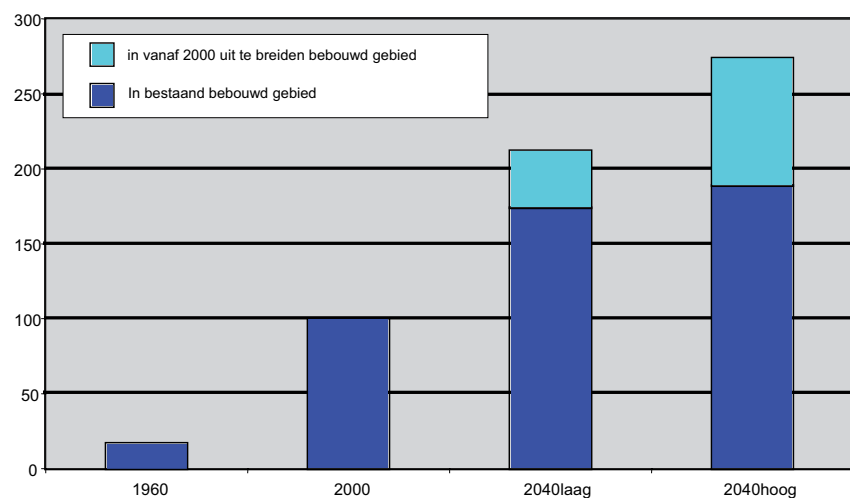
De kaart van figuur 3.2 maakt duidelijk dat trendmatig het overgrote deel van de nieuwe bebouwing voor wonen en werken is gelegen in overstromingsgevoelig gebied. Een grote toename van de bebouwde oppervlakte wordt verwacht voor het gebied tussen Rotterdam en Den Haag, dat vooral in het Hoge ruimtedruk scenario vrijwel volledig bebouwd raakt. Behalve al bekende grote (bestaande) locaties voor nieuwbouw (Zuidplaspolder, Haarlemmermeer en omgeving en Almere) springen vooral in het Hoge ruimtedruk scenario een aantal andere concentratiegebieden voor nieuwe bebouwing in het oog. Het gaat om de zone langs de Oude Rijn, de oostrand van de Randstad (Schoonhoven - Nieuwegein - Utrecht - Amsterdam) en het poldergebied ten noorden van Amsterdam. Veel kleinere steden en dorpen, verspreid over het hele studiegebied, zullen nog flink uitbreiden.

Niettemin, het grootste aandeel van de bebouwing op het kaartbeeld voor het jaar 2040, bestaat uit de nu al aanwezige bebouwde oppervlakte. Hier bevindt zich ook de grootste bestaande geïnvesteerde waarde. Dit wordt ook nog eens geïllustreerd door figuur 3.3, waarin de toename van het schadepotentieel bij een overstroming voor het Trendscenario en het Hoge ruimtedruk scenario ten opzichte

van de huidige situatie zijn afgezet. Zeker in het Trendscenario komt de toename van het schadepotentieel bij een overstroming voor het grootste deel op het conto van de waardevermeerdering van het bestaande bebouwde areaal. In het Hoge ruimtedruk scenario is de toename van het schadepotentieel ongeveer gelijk verdeeld over de waardestijging van de bestaande en de nieuw bebouwde gebieden (MNP, 2007). Dit is een belangrijk gegeven wanneer het gaat om het borgen van de veiligheid tegen overstromingen: het beschermen van de bestaande bebouwing (bewoners en geïnvesteerde waarden) is en blijft ook in de toekomst de grootste opgave. Daarbij moet worden bedacht dat in het bestaande stedelijk gebied ook grote opgaven liggen rond de stedelijke wateropgave (voorkomen van wateroverlast het borgen van een goede - en zoete - waterkwaliteit). Tegelijkertijd is in deze gebieden ook de noodzaak voor de stedelijke herstructurering en de kwaliteitsverbetering van het stedelijk leefklimaat van groot belang.

Figuur 3.3

De toename van het schadepotentieel tussen 1960 en 2000 en de verwachte stijging in 2040 in Trendscenario en Hoge ruimtedruk scenario. Het bovenste deel van de staafdiagrammen voor 2040 heeft betrekking op uitbreiding van de bebouwing. Bron: MNP, 2007.



Bij figuur 3.3 moet nog worden bedacht dat het aanpassen van bebouwing aan (eventuele) overstromingsschade (door aangepast bouwen of het nemen van andere maatregelen waarmee de schade kan worden beperkt) voor grootschalige nieuwbouw over het algemeen makkelijker te realiseren is dan voor bestaande bebouwing. Van uit dit oogpunt is de opgave voor herstructurering van bestaand stedelijk gebied (zie Hoofdstuk 2) een belangrijke kans; juist om ook in het bestaand stedelijk gebied eventuele gevolgen van overstromingen beter te kunnen opvangen of voorkomen.

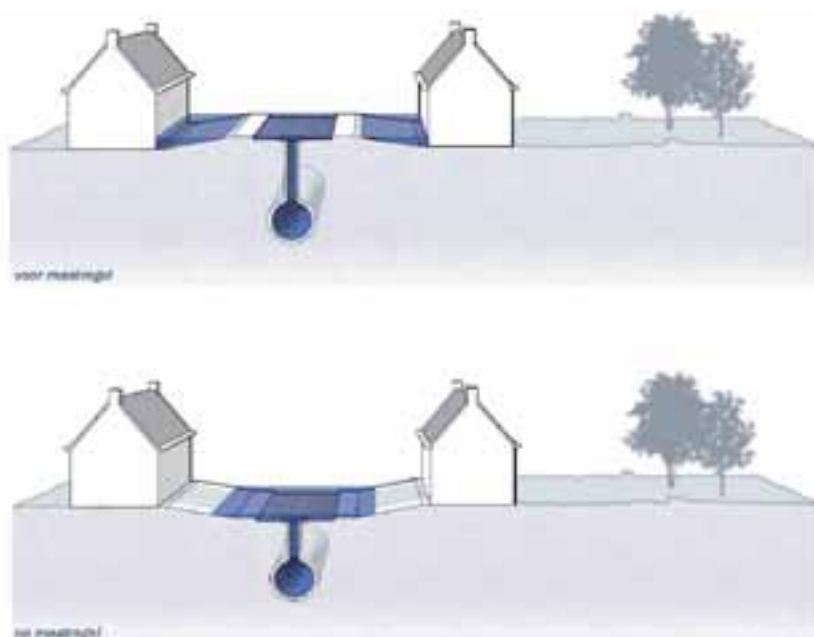
Relatie met de wateropgave

Aandacht voor het bestaand stedelijk gebied is - naast hetgeen hiervoor is gesteld omtrent de betekenis van dit gebied in het perspectief van waterveiligheid - ook van belang in verband met de (toekomstige) stedelijke wateropgaven rond waterkwantiteit en waterkwaliteit. Een nadere analyse van de KNMI-scenario's uit 2006 ten opzichte van de scenario's die zijn gebruikt voor het Nationaal Bestuursakkoord Water geeft aan dat extra aandacht nodig is voor het vraagstuk van de stedelijke wateroverlast; er bestaat een groot risico dat de gestelde beleidsdoelen niet gehaald kunnen worden⁷.

Ook RIONED pleit in zijn visie “Klimaatverandering, hevige buien en riolering” (2007) voor meer aandacht voor de gevolgen van het klimaat voor de stedelijke wateropgave. Men geeft aan dat het traditionele rioolstelsel de toenemende hoeveelheden (regen)water niet aan kan en dat er in het stedelijk gebied aanvullende maatregelen nodig zijn (figuur 3.4). Ruimte vinden waar water (tijdelijk) kan verblijven, extra mogelijkheden voor infiltratie of ruimte voor (piek) berging zijn voorbeelden van dergelijke maatregelen. Een betrekkelijk nieuw aandachtspunt betreft de toenemende zoutbelasting in een deel van de steden in de West-Nederlandse delta (zie ook paragraaf 2.5). Het grootste deel van de begroeiing in tuinen, parken en andere delen van de openbare ruimte is maar beperkt bestand tegen verzilting. De exacte omvang van dit probleem is nog niet bekend.

Figuur 3.4

Eén van de suggesties uit de Visie van RIONED voor het vergroten van de mogelijkheden om water tijdelijk op straat te bergen door het verlagen van het straatniveau en het aanbrengen van stoepranden. Bron: RIONED, 2007.



Kansen voor aanpak

Naast de al als “stedelijk herstructureringsgebied” aangemerkte delen van bestaande steden (zie bijvoorbeeld “De Nieuwe Kaart van Nederland” en de kaarten in de bijlagen II en V) zullen de zich de komende decennia ook daarbuiten mogelijkheden aandienen om in bestaand stedelijk gebied de bestendigheid tegen overstromingen te verhogen, dan wel de gevolgen van overstromingsschade te beperken. Maar ook om andere aspecten van de stedelijke wateropgave (wateroverlast, waterkwaliteit) op te pakken. Het (meer) klimaatbestendig maken van (bestaand) stedelijk gebied is bovendien een opgave die een impuls kan geven aan de transformatieprocessen die zich in stedelijke gebieden altijd voordoen. Juist in West-Nederland - het domein van de “Hollandse Waterstad” (Hooijmeijer, Meyer en Nienhuis, 2005) - is de ontwikkeling van steden nauw verbonden

⁷ De analyse schetst een zelfde gevolgtrekking voor het probleem van de watertekorten. De analyse is op dit moment - februari 2008 - nog niet gepubliceerd.

aan die van de waterhuishouding. Het (weer) oppakken van deze traditie kan bijdragen aan de benodigde kwaliteitsimpuls die ook vanuit stedenbouwkundig perspectief in deze gebieden nodig is. De revitalisering van veel oude haven- en industriegebieden - zie bijvoorbeeld in Rotterdam, maar ook op veel andere plaatsen in de wereld - geeft daarvan de potenties aan. Nadere aandacht en studie kan aangeven of, en zo ja, hoe ook de bredere, lange termijn (stedelijke) wateropgaven zich laten meekoppelen met stedelijke transformatieprocessen.

Een indicatie van de omvang en de ligging van de gebieden die de komende decennia voor herstructurering in aanmerking komen is te ontleen aan een studie van MUST (2007), uitgevoerd in het kader van het WINN project "De stromende stad". In dit project is het bestaand stedelijk gebied in en om de grote rivieren gekarakteriseerd. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen drie categorie'n stedelijk gebied (figuur 3.5). Men verwacht dat vooral de delen van de steden die zijn ontstaan in de periode tussen 1950 en 1990 de komende decennia - door een combinatie van factoren - in aanmerking komen voor herstructurering. Zoals het kaartbeeld weergeeft, is dit een zeer groot deel van het bestaande stedelijk gebied. Hier liggen naast kansen om de bestendigheid tegen overstromingen te vergroten ook mogelijkheden en aanleidingen om andere onderdelen van de stedelijke wateropgave aan te pakken. MUST (2007) heeft deze verkend in een serie "ontwerp oefeningen" voor Maastricht en het stedelijk gebied rondom De Noord (figuur 3.6).

Figuur 3.5

Een karakterisering van het stedelijk gebied rondom de grote rivieren. Vooral het stedelijk gebied ontstaan in de periode 1950 - 1980 (donker oranje) komt de komende decennia in aanmerking voor herstructurering. Bron: MUST, 2007.



Eén van de door MUST (2007) uitgewerkte voorbeelden om ruimte voor water en stedelijke vernieuwing te combineren; het voorbeeld van het gebied van de Noord in Zuid-Holland.



Natuur

Randstad in zicht

Figuur 3.7

De trendmatige uitbreiding van het areaal natuurgebieden in 2040 (donkergroen) en ten opzichte van de bestaande situatie (lichtgroen).
Bron: MNP, 2007.



De door het MNP (2007) verwachte trendmatige ontwikkeling van het areaal natuurgebieden bestaat onder anderen uit een combinatie van toe- en afname van natuurgebieden. De toename bestaat uit het realiseren van de natuur(ontwikkelings)plannen als vastgelegd in de Ecologische Hoofdstructuur en de provinciale invullingen daarvan in de periode tot 2020. Zo komt bijvoorbeeld de toename van het areaal buitendijkse natuurgebieden in het kader van het project Deltanatuur en ten gevolge van de NURG (nadere uitwerking rivieren gebied) projecten in beeld. Verspreid door het gebied worden kerngebieden voor natuur (zoals bijvoorbeeld plassen- en moerasgebieden) uitgebreid en verschijnen (ecologische) verbindingzones tussen al bestaande natuurgebieden. Opvallend is ook het verdwijnen van natuurgebieden: zowel ten opzichte van de bestaande situatie als bij vergelijking tussen het Trendscenario en het Hoge ruimtedruk scenario. Het gaat hier vooral om bestaande, braakliggende terreinen - die in de bestaande situatie als "natuurgebied" zijn aangeduid - en die in de toekomst voor woningbouw of voor het ontwikkelen van bedrijventerreinen in aanmerking komen.

Relatie met de wateropgave

De uitbreiding van het areaal natuurgebieden biedt kansen voor het realiseren van de wateropgaven zoals die in hoofdstuk 2 zijn gesignaleerd. Deze kansen lijken vooral aanwezig bij het realiseren van nieuwe (moeras)natuurgebieden. Zeker wanneer het daarbij gaat om het bewerkstelligen van relatief grote oppervlakten, met op "zelfvoorziening" gebaseerde, meer natuurlijke watersystemen. Een deel van de opgave van de robuuste ecologische verbindingzone van de "Natte As" bestaat uit het ontwikkelen van dergelijke (moeras) gebieden.

Toch moet ook worden aangestipt dat "natuur" zich niet zonder meer makkelijk laat combineren met het uitbreiden van "ruimte voor water"

en het daarmee aanpakken van de (lange termijn) wateropgaven. Daarvoor liggen ecologische en waterhuishoudkundige of hydraulische doelstellingen soms te ver uiteen. Een welhaast “klassiek” voorbeeld is het realiseren van buitendijkse natuur langs de grote rivieren: vooral het ontstaan van “ruwere begroeiing” (wanneer weiland wordt omgezet in natuurlijk grasland, ruigten of zelfs bos) kan in perioden van grote pieken de afvoer belemmeren. Rijkswaterstaat pakt dit onbedoelde neveneffect van natuurontwikkeling in de uiterwaarden aan met het project “Stroomlijn” (Rijkswaterstaat, 2007). Ook het (tijdelijk) bergen van water - vooral in bestaande natuurreservaten die voor een specifiek fauna- of florabeheer heel specifieke waterhuishoudkundige condities vereisen - is vanuit ecologische doelstellingen niet altijd gewenst. In het kader van het project “Waterberging en Natuur” zijn op een praktijkschaal proeven met de combineerbaarheid van beide vormen van grondgebruik uitgevoerd. Ook uit dit uitgebreide onderzoek komt een genuanceerd beeld naar voren van de combineerbaarheid van waterberging en natuurontwikkeling.

De klimaatverandering kan ook andere kansen voor ecologie en natuurontwikkeling opleveren. Zo is de verzilting voor de landbouw - zeker voor gevoelige teelten - een problematische ontwikkeling. Maar voor het ecologisch functioneren van gebieden biedt dit interessante perspectieven wanneer de verzilting zodanig voortschrijdt - of liever: wordt getolereerd - dat er jaarrond een zout of zilt milieu ontstaat. Dat zou, afgezet tegen het huidige “doorspoelbeleid” waarin zoute of zilte tot zoete omstandigheden elkaar soms meermalen per jaar afwisselen, vanuit ecologische perspectief absoluut te prefereren zijn. Dit draagt ook bij aan het realiseren van KRW doelstellingen.

Een vergelijking van de uitbreiding van de natuurgebieden als weergegeven in figuur 3.7 met de (conclusie)kaarten uit hoofdstuk 2 wijst op een aantal kansrijke perspectieven. Het realiseren van grote moerasgebieden in de westelijke veenweidezone zal de tolerantie van de laagste delen van dit gebied voor het optreden van hoge waterpeilen vergroten. En daarmee de aanspraak op de capaciteit van het boezemstelsel in natte perioden kunnen verminderen. Tegelijkertijd zal een hoger (eigen) waterpeil een bijdrage leveren aan het verminderen van de bodemdaling en de behoefte voor het inlaten van (gebiedsvreemd) water kunnen reduceren.

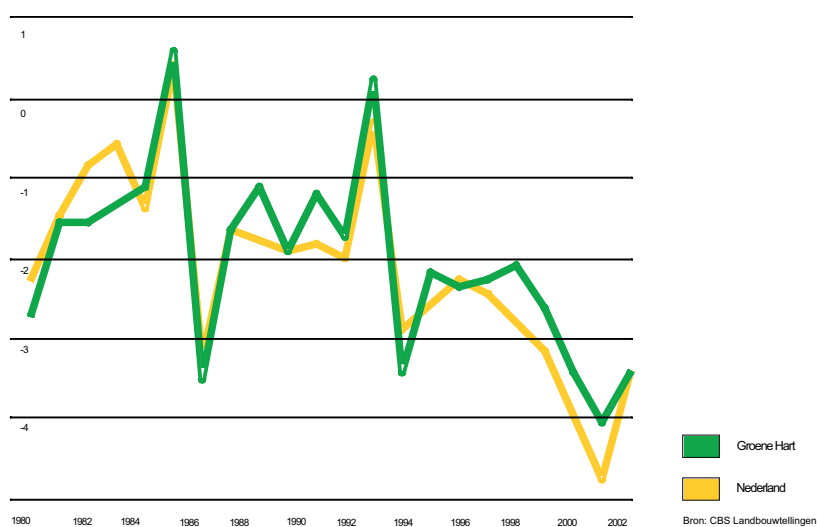
Landbouw

De landbouw speelt in de ruimtelijke ontwikkeling als gekarakteriseerd in “Nederland Later” vooral een rol als “ruimte leverancier”: er is van uitgegaan dat ruimtelijke aanspraken voor wonen, werken en natuur een zwaarder gewicht in de schaal leggen en daarmee het agrarisch gebruik verdringen (mond mededeling auteurs). De kaartbeelden van de scenario's (zie ook figuur 3.1) vertonen dan ook een afname van het totale areaal voor de landbouw. Dat geldt in het bijzonder voor de akkerbouw en de grondgebonden veeteelt. Voor meer intensieve teelten (glastuinbouw en intensieve veehouderij) laten de kaartbeelden naast afname ook op enkele plekken een toename zien.

Hier is een kanttekening op zijn plaats. De toekomstige ruimtelijke ontwikkeling van de landbouw is reeds lange tijd in debat. Zie bijvoorbeeld Van der Weijden et al. (1984), Hetsen en Hidding (1991), Van Eck et al. 1996; Hillebrand en Koole, 1999) maar ook meer recent: CPB, MNP en RPB, 2006. Het is onomstreden dat het aantal bedrijven en het aantal personen dat in de agrarische sector werkzaam is sterk daalt; een daling die door verdere schaalvergroting, intensivering en technologische ontwikkeling nog zal voortzetten. Het is echter de vraag of deze daling ook in gelijke mate leidt tot (toename van) het vrijkomen van agrarische grond. Zo blijkt uit de studie "Het gedeelde land van de Randstad" (RPB, 2005) dat het aandeel agrarische ondernemers al decennia daalt (zie figuur 3.8), maar dat het areaal agrarische grond in de periode tussen 1996 en 2000 slechts met 0.6 procent is afgenomen.

Figuur 3.8

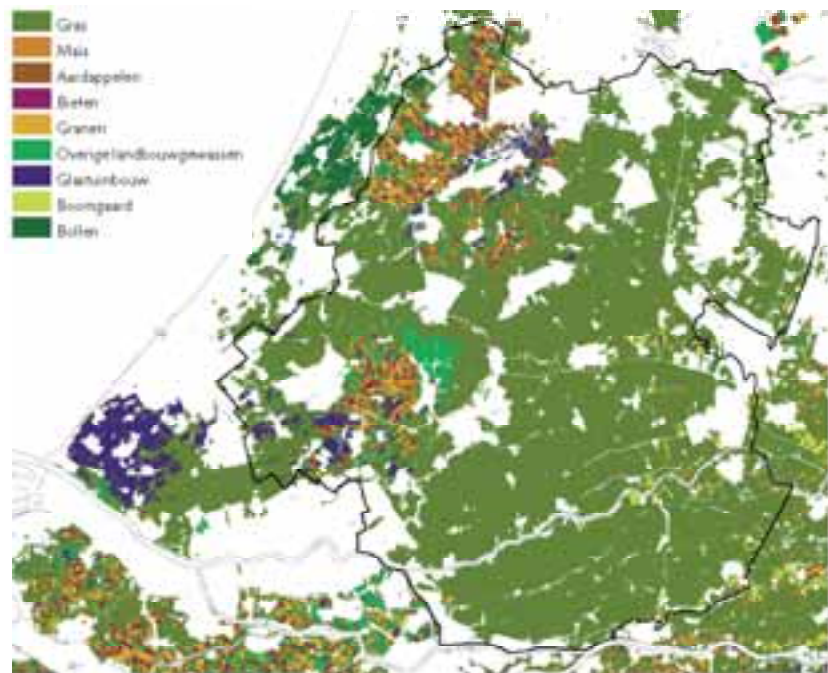
De jaarlijkse verandering van het aantal landbouwbedrijven tussen 1980 en 2002 (in percentage).
Bron: RPB, 2005.



Ondanks de in "Nederland Later" veronderstelde afname van het agrarisch areaal, valt het op dat de grote lijnen en de ruimtelijke differentiatie van het agrarisch gebruik in de door het MNP (2007) opgestelde kaartbeelden niet structureel wijzigt: de kerngebieden voor glastuinbouw in het Westland en in het glastuinbouwgebied tussen, globaal, Rotterdam-Noord en Zoetermeer blijven aanwezig. Hetzelfde geldt voor de intensieve teelten van Boskoop en (wel sterk in areaal gereduceerd) van de Bollenstreek (in de kaartbeelden van met MNP onder "akkerbouw" geschaard). In de droogmakerijen en in grote delen van de Zuid-Hollandse en Zeeuwsche eilanden blijft akkerbouw het dominante landbouwkundig gebruik, en in de veenweidegebieden de melkveehouderij (vergelijk ook figuur 3.9 en 3.1).

Figuur 3.9

De classificatie van de landbouwsector in het Groene Hart en omgeving. Bron: RPB, 2005.



Relatie met de wateropgave

Gezien ook de ontwikkelingen die in hoofdstuk 2 zijn geconstateerd, is het de vraag of deze 'congruentie' van het bestaande en toekomstige grondgebruik in de landbouw houdbaar is. In het bijzonder de nog verdere toename van de verzilting in vooral de droogmakerijen en lage polders in het westelijk deel van het gebied - in combinatie met de beperkingen die worden verwacht voor het aanvoeren van voldoende en voldoende zoet water in droge perioden - stelt de toekomst van de relatief meest gevoelige tuin- en akkerbouwteelten ter discussie. Ook het bestaande landbouwkundige gebruik (melkveehouderij) van de laagste delen van het bestaande veenweidegebied - waar in natte perioden snel zeer hoge waterstanden optreden, maar tegelijkertijd de risico's op daling van de bodem door het 'opbranden' van het veen het grootst zijn - staat ter discussie. Zie hiervoor de ontwikkelingen rond het "functie volgt peil principe" (zie bijvoorbeeld: Dijkman, 2004; Bosch en Slabbers, 2006).

Met andere woorden, er dienen zich ook in de landbouw een aantal ontwikkelingen aan die zich laten "meekoppelen" met het realiseren van de (ruimtelijke) wateropgaven. Niettemin is hier ook een kanttekening op zijn plaats. Eenduidige uitkomsten voor wat betreft de toekomstige ontwikkeling van de landbouw - zeker op wat langere termijn - zijn uit de geschetste ontwikkelingen niet af te leiden. Dynamiek is er zeker, maar keer ook keer wordt duidelijk dat de landbouw een sector is waarin individuele ondernemers op individuele, bedrijfseconomische gronden besluiten nemen, met een zeer gedifferentieerde en vaak onvoorspelbare invloed op de feitelijke ruimtelijke ontwikkeling. De kengetallen van de landbouwontwikkeling van de laatste decennia maken duidelijk dat "de landbouw" - zeker wanneer dit wordt gemeten in areaal met landbouwkundig gebruik - niet "verdwijnt". Het adaptatievermogen en flexibiliteit van individuele ondernemers is groot. Kansen voor het toekomstige waterbeheer

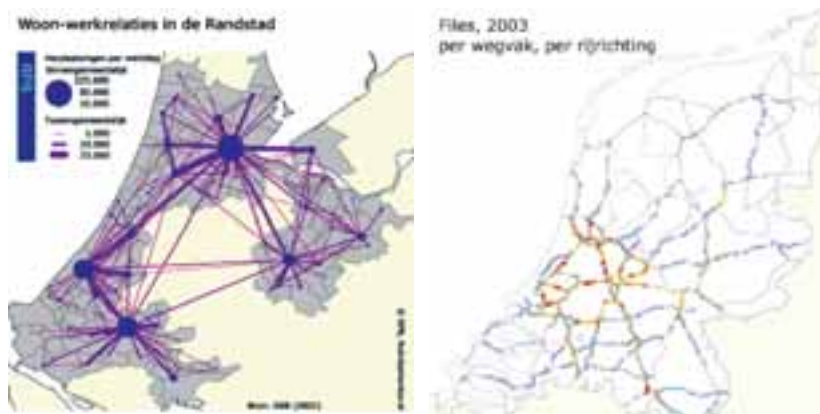
liggen wellicht juist in het inzetten op systeeminnovaties in de landbouwsector zelf.

Mobiliteit

Het mobiliteitsvraagstuk in het gebied van de Randstad en omgeving is een belangrijk probleem. Dit komt bijvoorbeeld tot uitdrukking in de intensiteit van de woon-werk bewegingen en de files die - mede door die bewegingen - jaarlijks ontstaan (figuur 3.10).

Figuur 3.10

De woon-werkrelaties en het aantal files op het hoofdwegennet in 2003 als uitdrukking van het mobiliteitsprobleem in de Randstad en omgeving. Bron: ruimtemonitor RPB (EBB, 2002 en AVV).



De aanpak van het mobiliteitsvraagstuk is één van de speerpunten uit het Urgentieprogramma Randstad van het huidige kabinet. Een belangrijk onderdeel van dit programma is het oplossen van een groot aantal knooppunten op het (hoofd)verkeersnet.

Relatie met de wateropgave

De belangrijke verkeersaders die het westen van Nederland doorkruisen zullen in de komende jaren aangepakt worden (zie bijvoorbeeld het programma "Randstad Urgent" van het ministerie van verkeer en waterstaat uit 2007). Dit is een belangrijk gegeven, juist ook omdat wegen in het beleid voor waterveiligheid belangrijke aandachtspunten zijn of kunnen worden. Deze betekenis hangt samen met de mogelijkheid die aanleg of reconstructie van snelwegen biedt voor het compartimenteren van dijkringen. Op die wijze kan worden bijgedragen aan het beperken van schade bij eventuele overstromingen. Veel snelwegen liggen immers - voor een deel - vaak al hoog of worden voorzien van geluidswallen. Het is denkbaar dat de kaden en dijken die daarvoor worden aangelegd zodanig worden uitgevoerd dat ze daadwerkelijk een rol kunnen spelen in de compartimentering van gebieden. Tegelijkertijd is ook het kunnen evacueren van bewoners uit (delen van) het gebied in noodsituaties een belangrijke overweging die meegenomen moet worden bij de verdere planvorming voor (uitbreiding en aanpassing van) het vervoersnetwerk. Hierbij gaat het om realisering en ontwerp van (vlucht)routes naar veilige of hoger gelegen gebieden. In de Verenigde Staten is hiermee ervaring opgebouwd en zijn bijvoorbeeld de snelwegen zodanig ingericht dat in tijden van nood beide rijbanen voor evacuatie ingezet worden (zie bijvoorbeeld: Oosterberg et al., 2006). Het laten "meekoppelen" van het lange termijn veiligheidsbeleid met het mobiliteitsbeleid is een belangrijk, maar ook nog relatief onontgonnen veld voor nadere studie, ontwerp en beleidsvorming.

De ontwikkeling van MITT naar MIRT - zoals aangekondigd door het huidige kabinet - en waarmee toekomstige investeringen in mobiliteit en andere grote, strategische ruimtelijke investeringen beter op elkaar worden afgestemd, is daarvoor een impuls.

3.4 Conclusies

Voortbouwen aan het bestaande

Het beeld dat uit de voorgaande beschrijving naar voren komt is dat - ondanks ruimtelijke veranderingen die zich aandienen - Nederland in 2040 in veel opzichten erg lijkt op Nederland anno 2007. Het grootste deel van de inwoners, maar ook van de (economische en andere) waarden én nieuwe investeringen zullen zich concentreren in en direct rond bestaande bebouwde gebieden. In deze gebieden is zeker sprake van - soms zelfs grote - dynamiek, maar grote verschuivingen tussen de verschillende vormen van ruimtegebruik lijken niet direct aan de orde. Het ontwikkelen van nieuwe woon- en werkgebieden en grootschalige infrastructuur zijn daarop uitzonderingen, maar in vergelijking tot het bestaande en blijvende gebruik relatief beperkt van omvang. Ruimtelijke transformaties in de "groene ruimte" - natuurontwikkeling, agrarische ontwikkeling - voltrekken zich doorgaans veel langzamer of meer onvoorspelbaar dan we denken (of wensen). Op het schaalniveau van West-Nederland beschouwd zijn, met andere woorden, de mogelijkheden voor plotselinge, grootschalige transformaties of verschuivingen in het ruimtegebruik eigenlijk niet aan de orde. Het gestaag voortbouwen aan onze delta - waarmee wij reeds eeuwen geleden begonnen zijn - gaat voort. Uiteraard op basis van eigentijdse overtuigingen, middelen en inzichten over de belangrijke fysieke en maatschappelijke ontwikkelingen die zich aandienen.

Focus op het bestaande stedelijke gebied

Vanuit dit perspectief maakt de beschrijving van de ruimtelijke ontwikkelingen in dit hoofdstuk duidelijk dat bij de aanpak van de lange termijn (ruimtelijke) wateropgaven vooral het bestaande stedelijk gebied de grootste inspanningen vraagt⁸. Juist dit gebied vertegenwoordigt - ook in de toekomst - de voornaamste waarden en daarmee het hoogste schadepotentieel en het grootste aantal mogelijk slachtoffers bij een overstromingsramp. Een afdoende en blijvend hoogwaardige bescherming van dit stedelijk gebied én het inzetten op maatregelen die eventuele schade en slachtoffers kunnen beperken in die gebieden zijn daarmee van het grootste belang. Gelijktijdig zijn ook het bestaande stedelijk gebied en de daarbij of daarbinnen gesitueerde

.

⁸ Tegelijkertijd kunnen we constateren dat veel van de discussies - in politiek, bestuur en media - rond de lange termijn gevolgen van de klimaatverandering zich momenteel toespitsen op de vraag waar nieuwe uitbreidingen voor wonen en werken te lokaliseren. Natuurlijk blijft de keuze voor nieuwe stedelijke ontwikkelingen in de dijkringen van het westen van het land - in principe overstroombaar en vaak erg laag gelegen - een belangrijke afweging. Maar de aandacht daarvoor mag niet ten koste gaan van het bestaande stedelijk gebied waar de problemen voor de toekomst veel groter zullen zijn.

hoogwaardige en kritische vormen van gebruik het meest gevoelig voor de klimaateffecten van wateroverlast, verdroging en verzilting. Hiermee tekent zich voor de komende decennia in de reeds bebouwde gebieden een “integrale stedelijke wateropgave” (veiligheid, kwantitatief én kwalitatief waterbeheer) af.

Andere kritische vormen van gebruik

Ook buiten het bestaande stedelijke gebied zijn er belangrijke en kritische vormen van gebruik (bijvoorbeeld de intensieve grondgebonden teelten, zwemwater locaties of specifieke natuurgebieden) die bijzonder kwetsbaar zijn voor de gevolgen van de klimaatverandering. Ook deze vormen van gebruik vragen aandacht bij de aanpak van de ruimtelijke wateropgaven. Het lijkt ook duidelijk dat de grondgebonden landbouw zich - bijvoorbeeld via introductie van nieuwe teelten, bedrijfssystemen en andere innovaties - zeker in gebieden waar veel veranderingen op til zijn aan de nieuwe fysieke condities zal moeten aanpassen. Het blijvend en verdergaand aanpassen van de waterhuishoudkundige omstandigheden en -inrichting voor het bestaande gebruik zal niet alleen steeds duurder en minder duurzaam zijn, maar soms ook onmogelijk worden. Tegelijkertijd moet worden gerealiseerd dat het “open houden” (dat wil zeggen: niet verder volbouwen) van relatief nog weinig bebouwde gebieden ook in het perspectief van het kunnen opvangen van klimaatveranderingen een waardevol gegeven is. De grondgebonden landbouw is daarvoor - althans traditioneel - een belangrijke waarborg.

Handelingsperspectief

Overzien we dit spectrum van ruimtelijke ontwikkelingen en daaruit voortvloeiende aandachtspunten, dan komen de navolgende conclusies voor de (ruimtelijke) wateropgave naar voren:

- waarborg de bescherming van bestaand stedelijk gebied en de ontwikkelingskansen voor bestaande, hoogwaardige vormen van gebruik;
- zet in op het open houden van nog relatief weinig bebouwde gebieden, zeker rondom de Rijn-Maasmonding. Deze ruimte is van groot strategisch belang voor het waarborgen van veiligheid op lange termijn. Op lokaal niveau geldt hetzelfde voor (nog) open gebieden ten behoeve van ook op termijn kunnen realiseren van de ‘integrale stedelijke wateropgave’;
- benut de kansen bij “verbouw” processen. Daarbij gaat het om het benutten van de mogelijkheden voor het realiseren van de “integrale stedelijke wateropgave” die liggen bij de herstructurering en transformatie van bestaand stedelijk gebied. Maar ook bij de reconstructie van glastuinbouwgebieden. Meekoppelen is complex, maar in dit type gebieden de enige mogelijkheid;
- zet hoog in bij “nieuwbouw” processen. De aanleg van nieuwe natuurgebieden, nieuwe infrastructuur en nieuw stedelijk gebied biedt - in principe - de grootste mogelijkheden om daadwerkelijk “mee te koppelen” met het realiseren van de wateropgaven. Juist in nieuw te ontwikkelen stedelijke gebieden zijn de mogelijkheden om klimaatadaptatie te realiseren het grootst.

4. Opties en perspectieven waterbeheer en waterveiligheid

4.1 Hoofdthema's waterbeheer en waterveiligheid

Het uitgangspunt voor dit project is dat de delta van West-Nederland ook op lange termijn veilig kan worden gebruikt voor wonen, werken, recreëren en andere wezenlijke functies. Dit uitgangspunt betekent - gezien de lange termijn ontwikkelingen zoals in de voorgaande hoofdstukken gepresenteerd - dat er voor waterbeheer, inrichting en gebruik fundamentele keuzen noodzakelijk, maar ook mogelijk zijn. Twee vraagstukken voor de lange termijn zijn bij het maken van die fundamentele keuzen van cruciale betekenis:

1. de veiligheid;
2. het (integraal) waterbeheer.

Beide vraagstukken zijn hieronder nader toegelicht.

Veiligheid

Dit vraagstuk gaat over het, ook op de lange termijn, waarborgen van de veiligheid tegen overstroming; een existentiële randvoorwaarde voor het op de lange termijn garanderen van de ontwikkeling en het gebruik van het gebied. Het begrip 'veiligheid' combineert de ontwikkelingen die in hoofdstuk 2 zijn beschreven bij de thema's "het wordt risicovoller" met aspecten van de kaarten "het wordt warmer en droger" en "het wordt lager".

Voor het waarborgen van veiligheid bestaan in principe twee verschillende richtingen:

- veiligheid regelen aan de "buitenrand" van de dijkringen (in het hoofdsysteem); gekoppeld aan een "uniform" veiligheidsniveau binnen de dijkringen;
- veiligheid regelen binnen de dijkringen door in te zetten op allerlei maatregelen die de gevolgen van eventuele overstroming verminderen, al dan niet in combinatie met het aanpassen van de veiligheidsnormering.

Integraal waterbeheer

Bij het waterbeheer is combinatie van de nauw aan elkaar gerelateerde waterkwantiteits- en waterkwaliteitsvraagstukken aan de orde: het gaat er om ook op lange termijn voldoende water (niet te veel en niet te weinig), van voldoende kwaliteit, op de juiste plaats en op het juiste moment te kunnen waarborgen. Een en ander is nauw verbonden aan de mogelijke en wenselijke vormen van (grond)gebruik en overige functies van het gebied. Op deze wijze opgevat, overkoepelt het begrip 'waterbeheer' (een groot deel van) de ontwikkelingen die hiervoor zijn beschreven bij de thema's "het wordt zouter", "het wordt warmer en droger", "het wordt natter" en "het wordt lager".

Bij dit (integraal) waterbeheer is de fundamentele keuze aan de orde:

- is het wenselijk en mogelijk ook op lange termijn een sterk gereguleerd, integraal “zoet” (oppervlakte)watersysteem te handhaven in West-Nederland?
- of wordt ingezet op een ontwikkeling waarin - selectief - voor bepaalde gebieden gekozen wordt voor een (meer) natuurlijke peilfluctuatie, onafhankelijkheid van het boezemsysteem, waarbij eventuele verzilting wordt geaccepteerd en navenant het grondgebruik wordt aangepast?

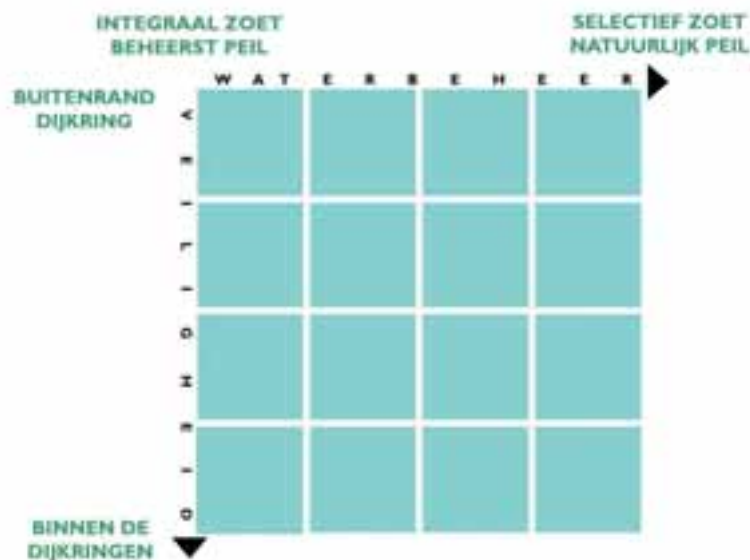
4.2 Op koers naar meer duurzaamheid

Het maken van de hiervoor beschreven fundamentele keuzen over waterbeheer en veiligheid kunnen als zelfstandige trajecten worden gezien. Dit is in de dagelijkse praktijk vaak het geval: waterbeheer en veiligheid vertegenwoordigen in de waterkolom immers niet zelden aparte domeinen. In het licht van de toekomstige vraagstukken is echter ook duidelijk geworden dat waterbeheer en veiligheid in toenemende met elkaar in samenhang dienen te worden beschouwd. Het gaat om keuzen waar vaak - vanuit een verschillend (water) vraagstuk - het zelfde gebied of het zelfde watersysteem een rol speelt, of zou moeten spelen.

Vanuit een dergelijk perspectief kan het (ruimtelijk) ‘vertalen’ van de hiervoor beschreven fundamentele keuzen over waterbeheer en veiligheid in concrete ruimtelijke ontwikkelingsmogelijkheden en maatregelen worden voorgesteld als in figuur 4.1. De twee “assen” (veiligheid en waterbeheer) bevatten verschillende keuzeopties; samen spannen deze een veld van verschillende mogelijkheden op. De keuzeopties voor het waterbeheer liggen in tussen het integraal “zoet” houden en het (blijvend) beheersen van de waterpeilen ten

Figuur 4.1

Een schematische voorstelling van de keuze opties voor “waterbeheer” en “veiligheid”. Samen spannen deze een breed veld van (combinaties van) ruimtelijke uitwerkingen en maatregelen op.



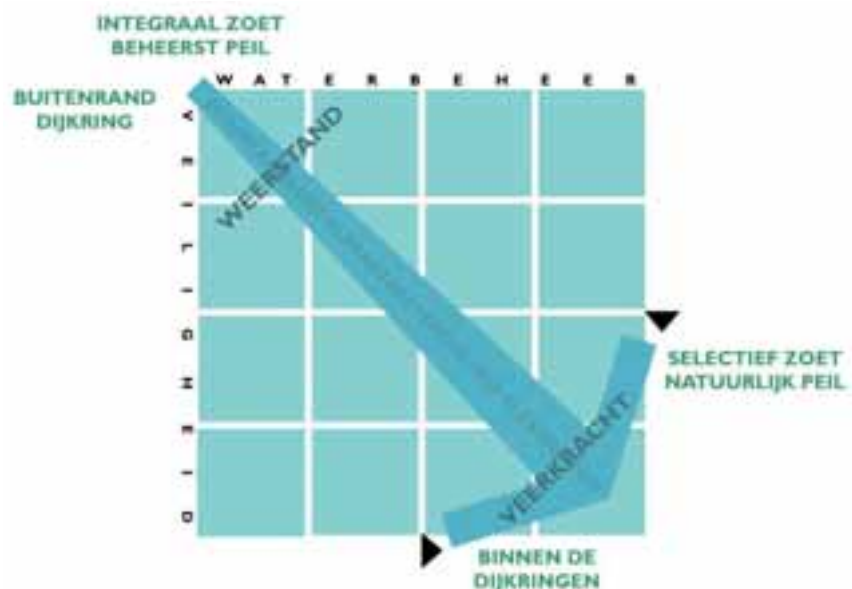
behoefte van het gebruik tot het in mindere of meerdere mate selectief zoet houden van watersystemen dan wel selectief natuurlijke peilen (laten) instellen. De keuzen voor veiligheid liggen tussen het volledig inzetten op de “buitenrand” van dijkkringen en het - in mindere of meerdere mate - ook inzetten van maatregelen binnen de dijkkringen om daarmee de gevolgen van eventuele overstromingen te beperken. In concrete ruimtelijke situaties kunnen verschillende combinaties van keuzen over waterbeheer en veiligheid aan de orde zijn.

De positie linksboven in het schema van figuur 4.1 reflecteert min of meer het huidige waterbeleid: oorspronkelijk is dit vooral gericht geweest op het realiseren van veiligheid “aan de buitenrand” van de dijkkringen. En op het - in toenemende mate - controleren van waterpeilen en zoet maken en houden van watersystemen ten behoeve van het gebruik. Inmiddels is - onder impulsen van de beleidsvoornemens rond “integraal waterbeheer”, “ruimte voor water” en de “risico benadering” voor de veiligheid een andere koers ingeslagen. Daarbij gaat het om bij te dragen aan (meer) duurzame en duurzaam gebruikte, watersystemen. Duurzaam is hier dan opgevat als een watersysteem dat is gericht op veerkracht, adaptatie en flexibiliteit ten aanzien van fysieke processen op de lange termijn. En waarin water - meer dan in het recente verleden - sturend wordt voor de wijze waarop ons land wordt gebruikt en ingericht.

Vanuit de opties voor waterbeheer en waterveiligheid geredeneerd, betekent in het schema van figuur 4.1 een koers van “linksboven” naar “rechtsonder” (figuur 4.2); in die richting nemen duurzaamheid, flexibiliteit en adaptief vermogen voor de fysieke veranderingen die zich ten gevolge van de klimaatwijzigingen voordoen, toe. Voor het gebruik betekent deze “koers naar meer duurzaamheid” een toenemende aanpassing aan de (fysieke) systeemeigenschappen van de betreffende watersystemen.

Figuur 4.2

Op koers naar meer duurzaamheid, flexibiliteit en adaptief vermogen.



4.3 Over opties en perspectieven

De toekomst van het watersysteem, de ruimtelijke ordening en het gebruik daarvan draaien om twee hoofdthema's: waterbeheer en waterveiligheid. Als reactie op de ongewenste gevolgen van klimaatverandering moeten voor beide afzonderlijke thema's keuzen gemaakt worden. In theorie zijn er telkens verschillende opties voorstelbaar. Deze zijn echter niet allemaal even noodzakelijk, realistisch of gewenst. In het vervolg van dit hoofdstuk zijn de opties verkent en zijn deze afgezet tegen een aantal criteria. Het resultaat is een strategische koers, een lange termijn perspectief voor water en ruimtelijke ordening in de Randstad; het gaat om een uitwerking van de koers naar (meer) duurzaamheid zoals aangegeven in paragraaf 4.2. Het lijkt aantrekkelijk om bij de uitwerking op zoek te gaan naar kansrijke combinaties van maatregelen in het kader van waterbeheer en waterveiligheid.

Criteria en argumenten om te kiezen

Het huidige watersysteem van West-Nederland is een bouwwerk waar al zo'n 1000 jaar aan gewerkt wordt. Het is niet af en zal ook nooit af zijn. Telkens weer was het noodzakelijk of gewenst om aanpassingen te doen. Enerzijds omdat de techniek steeds meer mogelijkheden bood het water ten gunste van het landgebruik te controleren. Grote werken en projecten, zoals Deltawerken of de aanpassingen van de grote rivieren, werden uitgevoerd als reactie op overstromingsrampen. In de afgelopen eeuwen heeft het watersysteem bewezen de voortdurende verbouwing aan te kunnen. Deze flexibiliteit is een grote kwaliteit. Nog steeds is Nederland een land van dijken, polders en boezems, met rivieren en de zee. Het fundament is goed en kan nog eeuwen mee. Maar vergt wel een grote en soms ingrijpende aanpassingsoperatie.

Nu de gevolgen van klimaatverandering zich aandienen, zijn nieuwe aanpassing van het watersysteem noodzakelijk. De theoretische opties worden in de volgende paragraaf uiteen gezet. Het belangrijkste argument om uit deze opties te kiezen is of deze op slimme wijze gebruik maken van het stevige fundament dat de afgelopen eeuwen gelegd is. Andere criteria zijn:

- Is deze optie geleidelijk te ontwikkelen? De gevolgen van klimaatverandering zullen zich niet gelijktijdig in het gehele gebied doen gelden.
- Blijft er voldoende flexibiliteit in het systeem om op onverwachte ontwikkelingen te reageren?
- Levert het op termijn een robuuster en duurzamer systeem als geheel op?

4.4 Opties en perspectief voor het waterbeheer

Cruciaal voor het waterbeheer is de verhouding tussen het hoofdwatersysteem en de polderwateren. De boezem neemt tussen beide niveaus een centrale positie in. In het waterkwantiteits- en kwaliteitsbeheer van de polders speelt de boezem een vooraanstaande

rol. De boezem voert in natte tijden water snel af naar de zee en de rivieren. De bergingscapaciteit van de polders zelf is beperkt. In droge tijden wordt water aangevoerd om de peilen in de polders aan te vullen en om de waterkwaliteit te waarborgen ("doorspoelen"). Door de boezem op deze wijze te benutten is de flexibiliteit voor het landgebruik maximaal vergroot, zelfs in van oorsprong zeer natte of zilte gebieden.

Wanneer de klimaatverandering doorzet zal de zoute kwel in een aantal diepe polders toenemen. De waterkwaliteit in natuur en recreatiegebieden wordt in droge tijden moeilijker te handhaven, terwijl in natte tijden meer water naar de boezem moet worden afgevoerd. Kortom: de druk op het boezemstelsel neemt toe. Er zit echter nu al weinig rek in het systeem. Bovendien worden de aanvoermogelijkheden van voldoende zoet water in de toekomst ernstig beperkt door verzilting van het buitenwater. De huidige afhankelijkheid tussen de polders en de boezem is op termijn niet vol te houden. Bovendien vraagt ook de bodemdaling in de veenweidegebieden om een oplossing.

In dit licht is het tijd voor een herbezinning op de verhouding tussen het hoofdwatersysteem, de boezem en de polders. Verschillende opties dienen zich aan.

Optie 1: boezem bedient de toenemende vraag

De vraag vanuit de verschillende polders is uitgangspunt. Deze aanspraak op de boezem zal toenemen om ongewenste gevolgen van klimaatverandering tegen te gaan. Het boezemsysteem wordt aangepast om hieraan te kunnen voldoen. Deze optie bouwt daarmee voort op het huidige functioneren van het watersysteem in het gebied. Ten eerste is de beschikbaarheid van grote hoeveelheden zoet water noodzakelijk. Omdat het water in de benedenrivieren op termijn te zout zal worden, moeten nieuwe bronnen, zoals het IJsselmeer, worden aangesproken. Het boezemnetwerk wordt verbouwd en uitgebreid met het oog op de nieuwe aanvoerroutes en het vergroten van de capaciteit. Bovendien wordt ook de maalcapaciteit vergroot om in natte tijden het extra polderwater richting de zee en de rivieren te kunnen transporteren.

Optie 2: overstappen op een brakke boezem

Een aantal van de belangrijkste inlaatpunten van de boezem, waaronder die aan de Hollandse IJssel bij Gouda, zullen verzilten. Er wordt voor gekozen dit te accepteren. Mogelijk wordt een scheiding aangebracht tussen een oostelijk gelegen zoet boezemstelsel en een westelijk brak of zout boezemstelsel. Er wordt hier brak water ingelaten, maar wel in ruime hoeveelheden. Dit is dus beschikbaar voor peilhandhaving in de polders. Het doorspoelen van zilte polders met zoet water is echter niet meer mogelijk, waardoor deze zullen verzilten. De boezem legt beperkingen op aan het landgebruik. Alleen de gebieden die minder afhankelijk zijn of kunnen worden gemaakt van wateraanvoer vanuit de boezem - bijvoorbeeld door een "gebiedseigen zoetwatersysteem" - houden hun flexibiliteit

Figuur 4.3



ten aanzien van het landgebruik. De boezem houdt wel zijn huidige functie voor de waterafvoer. In dat opzicht verschilt optie 2 niet van optie 1.

Overwegingen optie 1 en 2

Optie 1 redeneert vrijwel uitsluitend vanuit de gebruikerskant (de polders) en legt een grote druk op het boezemsysteem. De inschatting is dat deze strategie op termijn niet vol te houden is. Ten eerste betekent het een grote verbouwing van het bestaande boezemstelsel om nieuwe aanvoerroutes mogelijk te maken. Bovendien zijn de beschikbare waterhoeveelheden van nieuw aan te boren bronnen (zoals het IJmeer/ Markermeer, de rest van het IJsselmeer; de grote rivieren) niet oneindig groot. En de watervraag zal niet alleen in deze regio toenemen. Het zoet houden van de Zuid-Hollandse en Zeeuwse delta als exclusieve bron voor de Randstad is geen duurzame optie, onder andere vanwege de steeds groter wordende waterkwaliteitsproblematiek.

Optie 2 redeneert vooral vanuit de toekomstige beperkingen van het aanbod vanuit de boezems richting de polders. De wensen die voortkomen uit het huidige landgebruik worden genegeerd. De landgebruiksanalyse in hoofdstuk 3 laat echter zien dat, hoe groot de transformaties tot 2040 ook zijn, deze altijd nog maar een relatief klein deel van het oppervlak van de Randstad zullen beslaan. De omslag naar een brakke of zoute boezem vraagt om grote veranderingen in de polders. Het adaptief vermogen van een groot deel het gebied is echter beperkt. Bovendien lijkt deze optie maar zeer geleidelijk te faseren. Aantrekkelijk aan optie 1 is de flexibiliteit ten aanzien van het landgebruik. Optie 2 lijkt vooral aantrekkelijk omdat het een duurzamer systeem kan opleveren, waarin natuurlijke verschillen tussen gebieden meer tot hun recht komen. Het perspectief voor waterbeheer moet de aantrekkelijke kanten van beide opties combineren.

Perspectief waterbeheer (figuur 4.3)

Een **zoete boezem** wordt beschouwd als het fundament van het watersysteem van West-Nederland. Dit fundament vormt de constante waar omheen in de toekomst geleidelijk aanpassingen gedaan kunnen worden als reactie op de ongewenste gevolgen van klimaatverandering. Om op efficiënte wijze om te kunnen gaan met het beperkt beschikbare zoete water betreffen de aanpassingen zowel de vraag (polders) als aanbodszijde (boezem).

Er worden aanpassingen gedaan om de boezem zoet te kunnen houden, zoals het verleggen van inlaatpunten en het 'aanboren' van **nieuwe bronnen** zoals het IJsselmeer. Tegelijkertijd worden zoveel mogelijk polders minder afhankelijk van de boezem gemaakt. Hiervoor worden polders selectief afgekoppeld van de boezem om daarmee een eigen, lokale, soms zoute tot zilte waterkwaliteit en een zelfstandig waterkwantiteitsbeheer te ontwikkelen. Hierdoor kan de vraag naar zoet water van de hoogste kwaliteit zoveel mogelijk verminderd worden. Er komt een einde aan het onbeperkt doorspoelen van de verziltende polders. Dit leidt tot een grotere differentiatie aan polders en gebruiksmogelijkheden.

Een deel van de veenweidegebieden wordt **afgekoppeld** en vernat, zodat ook hier de aanspraken op de capaciteit van de boezem voor het inlaten of juist afvoeren van water afneemt. Door het verminderen van de totale vraag blijft het mogelijk om de meest kritische watervragers, bijvoorbeeld bijzondere teelten, kwetsbare stedelijke groenstructuur en waterafhankelijke natuurgebieden gericht te bedienen. Maatregelen die horen bij deze optie zijn bijvoorbeeld het vernatten van de veenweidegebieden en de aanleg van nieuwe gebieden voor **(seizoens)waterberging** met een flexibel peil in de diepe droogmakerijen. Maar ook voor piekberging in en direct om bestaande stedelijke gebieden.

Het ontwikkelingsperspectief gaat daarmee uit van een combinatie van verminderde vraag naar en het zoeken van nieuwe bronnen van zoet water. En naar meer mogelijkheden op gebiedsniveau water te bergen. Op die wijze kunnen de effecten van klimaatverandering in droge perioden, maar ook in nattere omstandigheden worden opgevangen. Het perspectief zal leiden tot meer **differentiatie** in de Randstad; differentiatie in peil en waterkwaliteit en daardoor ook in gebruiksperspectief. Tegelijkertijd kan er op deze manier geleidelijk (en op veel schaalniveaus en gebieden tegelijk) worden gebouwd aan een robuuster en natuurlijker watersysteem.

4.5 Opties en perspectief waterveiligheid

Cruciaal in het veiligheidsdenken is de relatie tussen kans op een overstroming en de mogelijke gevolgen bij een dergelijke ramp: het risico (= kans * gevolg). De kans wordt onder andere bepaald door de hoogte van de dijken. Deze is gebaseerd op de waterstand die bij een bepaalde (geaccepteerde) frequentie optreedt, het Maatgevend Hoog Water (MHW). Daarnaast wordt de kans natuurlijk ook bepaald door de sterkte van de dijken en menselijk handelen (onderhoud, werken op of aan de dijk, et cetera). De mogelijke gevolgen zijn afhankelijk van verschillende factoren. Ten eerste zijn de fysieke omstandigheden van een gebied bepalend. Hoe diep zal het gebied bij een dijkdoorbraak inunderen en hoe snel gebeurt dat dan? Wat is de afstand tot de locatie(s) waar de primaire keringen het begeeft? Welke barrières zijn er voor het toestromende water? Daarnaast speelt natuurlijk ook het gebruik van een gebied een grote rol. In intensief bebouwde gebieden met veel inwoners zal de schade bij overstromingen groter zijn.

West-Nederland bestaat uit dijkringen waaraan een verschillende norm (overschrijdingskans) is toegekend. Deze normen zijn tientallen jaren geleden ingesteld en gebaseerd op de toenmalige verschillen in gevolgschade bij mogelijke overstromingen. Sindsdien kende het hoogwaterveiligheidsdenken in Nederland een sterk accent op het consolideren van de afgesproken overstromingskansen. De gevolgzijde raakte op de achtergrond. Nu als gevolg van de klimaatverandering ook nog de zeespiegel zal stijgen en de rivieren meer water moeten verwerken, wordt het tijd voor een herbezinning op het waarborgen van de (water)veiligheid. De volgende opties dienen zich aan:

Optie 1: handhaven van de kans

De bestaande overschrijdingskans van de dijkringen wordt gehandhaafd. Er wordt extra ruimte voor de rivier gezocht om het MHW te kunnen handhaven en wanneer dat echt niet meer kan worden eventueel de dijken verhoogd. Daarbij ligt het accent niet langer alleen op de kust en de grote rivierdijken. Door een combinatie van hogere rivierafvoeren en verminderde afvoermogelijkheden daarvan door hogere zeestanden, verdient juist de 'achterzijde' van de dijkringen van West-Nederland (Hollandse IJssel, kades langs het Amsterdam-Rijnkanaal) extra aandacht. Het systeem met verschillende dijkringen en de wettelijke verankering van de overschrijdingskansen is duidelijk en goed. De verdediging tegen hoog water begint immers bij het verdedigen van de buitenrand. Inmiddels is er echter veel veranderd: nog nooit woonden zoveel mensen op de laagste delen van het land, nog nooit waren de investeringen hier zo hoog. Daarom is een aanvulling op het bestaande systeem gewenst.

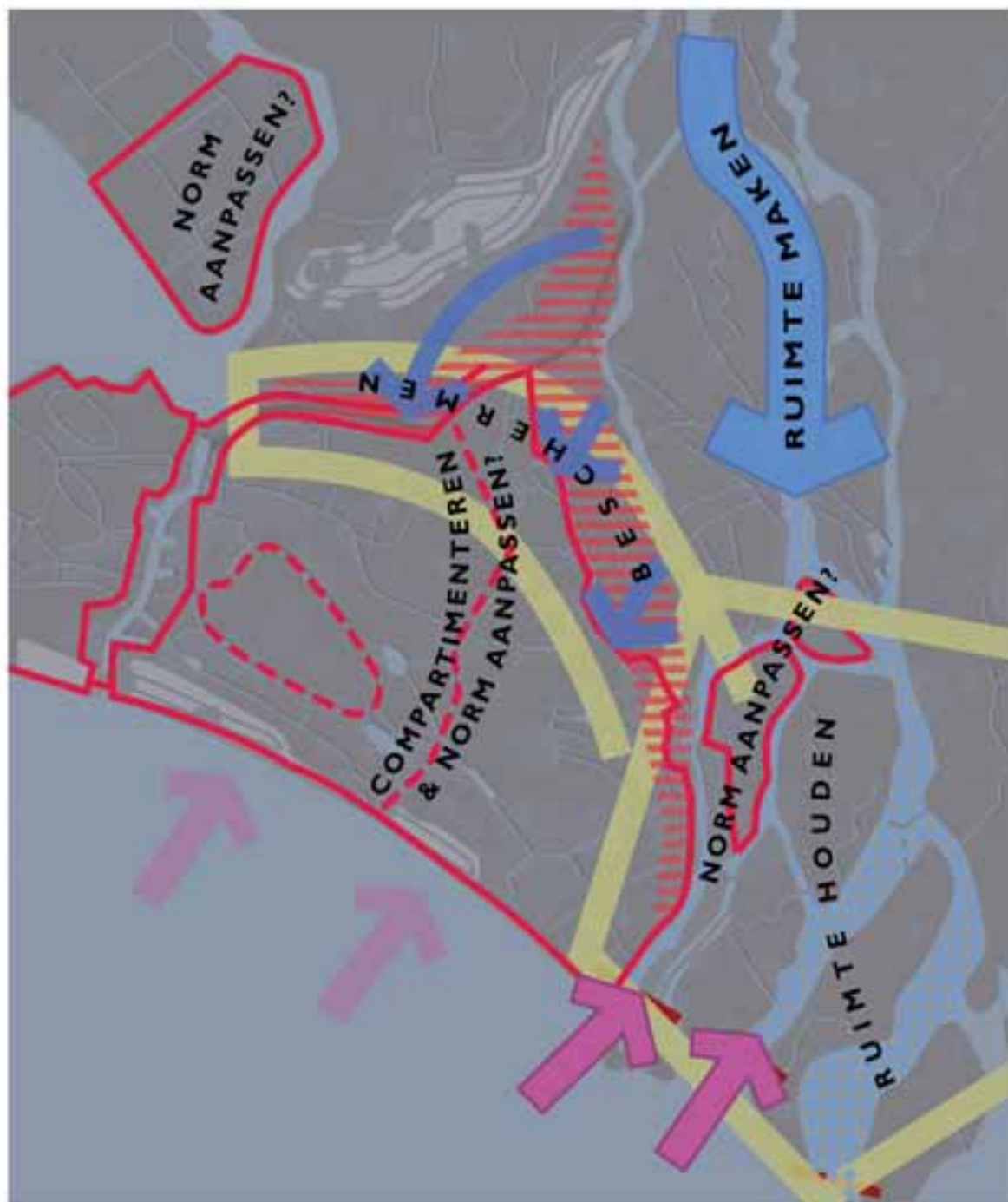
Optie 2: aanpassen van de normen

In een aantal dijkringen zijn het grondgebruik en de daarmee gepaard gaande investeringsniveaus en bevolkingsaantallen niet meer in overeenstemming met de in het verleden toegekende, toelaatbare overstromingskansen. Dat geldt onder andere voor Zuidelijk Flevoland en dijkringen in de Zuid-Hollandse delta (IJsselmonde en Dordrecht). Aanpassing van de norm (door het hanteren van een kleinere overschrijdingskans) voor deze dijkringen is een goede optie en kan beschouwd worden als het 'wegwerken van achterstallig onderhoud'. Het aanpassen van de norm alleen lijkt echter geen afdoende optie voor alle dijkringen. Ook in dijkkring 14 (die het grootste deel van de Randstad beslaat) zijn de investeringen in het grondgebruik sinds het instellen van de norm enorm toegenomen. Het is de vraag of een nog verdere verkleining van de overschrijdingskans naar bijvoorbeeld 1:20.000 een werkbare optie is. Andere faalmechanismen, zoals dijkdoorbraak en menselijk falen gaan ten opzichte van de overschrijdingskansen een grotere rol spelen, zodat de werkelijke kans op een ramp niet veel kleiner wordt. Vooral voor dijkkring 14 zijn aanvullende opties het overwegen waard. Juist ook om eventuele schades - die juist in deze dijkringen enorm hoog zijn - te voorkomen. En daarmee - een deel van - het "rest-risico" af te dekken (opties 3 en 4).

Optie 3: gevolgschade beperken

Het is mogelijk om niet alleen aan de kans, maar ook aan de gevolgen van een overstroming te sturen. De gevolgen kunnen onder andere beperkt worden door het opknippen van een dijkkring in meerdere kleine delen (compartimentering) of door het bouwen op hoge (opgehoogde plekken) die als vluchtplaats kunnen dienen. Ook een goedwerkend evacuatieplan, met hoogwatervrij gelegen vluchtroutes, is een optie. In het bijzonder in dijkkring 14, waar de overstromingskansen relatief gering is, is het risico vanwege de grote bevolkingsdichtheid toch groter dan in minder dicht bevolkte delen van Nederland. Het beperken van de gevolgschade lijkt hier een aantrekkelijke optie. Een zelfde redenering gaat ook op voor andere dijkringen die al intensief bewoond en gebruikt worden of die zich door verdere ruimtelijke investeringen in die richting ontwikkelen.

Figuur 4.4



Optie 4: strategische gebiedsreservering

De veiligheid van de dijkkring 14 (en de andere dijkkringen) blijft in grote mate afhankelijk van de mogelijkheid om ook in de toekomst grote hoeveelheden water in het benedenrivierengebied te kunnen verwerken. Hoe de zee en de rivieren elkaar hier bij de veranderende afvoeren en waterstanden zullen beïnvloeden is echter nog onzeker. De relatieve leegte van dit deel van het land maakt het mogelijk op termijn op deze onzekerheid in te kunnen spelen. Een strategische reservering van dit gebied is een aantrekkelijke optie: ruimte houden dus! Het vrijwaren van de ruimte van verdere ontwikkeling betekent ook een rem op de toename van de ernst van de gevolgen van een eventuele overstroming.

Perspectief veiligheid (figuur 4.4)

Anders dan bij het hoofdthema waterbeheer staan de opties voor waterveiligheid niet gelijkwaardig naast elkaar, maar zijn het aanvullingen op het huidige systeem. De boodschap is: het huidige systeem is goed en kan (en moet) op bepaalde plekken worden versterkt en uitgebouwd. De nadruk ligt daarbij op het overgangsgebied tussen zee en rivier in de Rijn-Maas monding en op het **beschermen** via de “achterzijde” van de dijkkring Centraal Holland. Juist ook om in de toekomst voldoende mogelijkheden te houden voor (extra) afvoer of berging is het van belang de bestaande open **ruimte** in en om de Rijn-Maas monding te **behouden**. Tevens is in een aantal sterk verstedelijkte of nog te verstedelijken dijkkringen een heroverweging van het **beschermingsniveau** aan de orde.

Naast de doorgaande - en lokaal te intensiveren - zorg voor veiligheid via het stelsel van primaire keringen dient er gewerkt te worden aan het beperken van de gevolgen van eventuele overstromingen. Dit vanuit het principe van de “integrale risicobenadering”. Het **compartimenteren** van grote dijkkringen (Centraal Holland; Flevoland) is daarvoor van groot belang. Een tweede aandachtspunt hierbij is het **(be)houden van ruimte**, in het bijzonder in de Rijn-Maasmonding: Juist waar nu relatief open, weinig verstedelijkte gebieden liggen en grote, ruimtelijke investeringen achterwege zijn gebleven, waardoor de overstromingsrisico's relatief beperkt blijven.

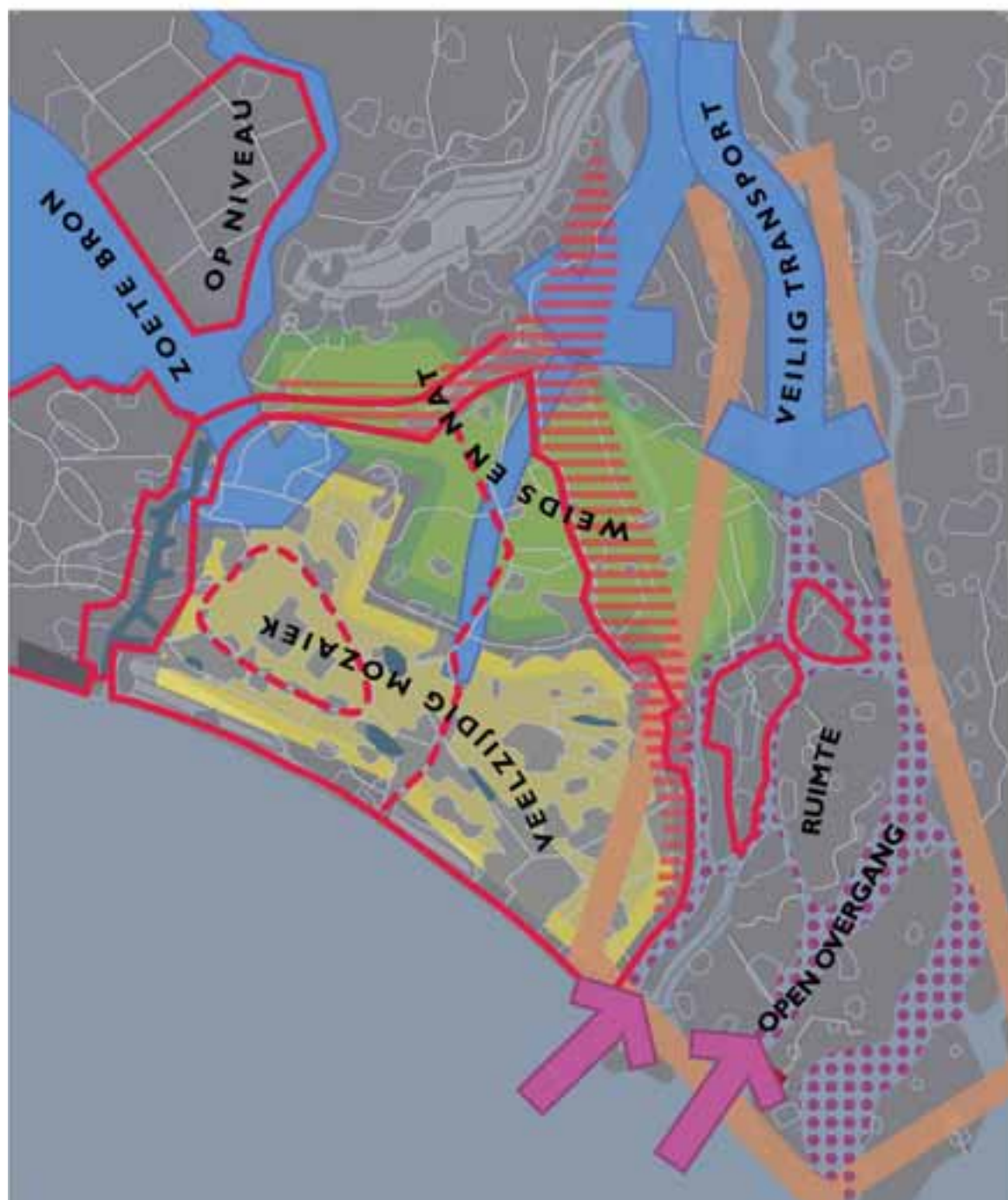
4.6 Integraal perspectief (figuur 4.5)

Het integraal perspectief legt de verbindingen tussen waterbeheer en veiligheid. Door de kaartbeelden voor waterbeheer en veiligheid te combineren ontstaat een overzicht van gebieden met een verschillend perspectief voor water en ruimtelijke ordening.

Estuarium: open overgang

Het Zuid-Hollands en Zeeuwse estuarium ontwikkelt zich als een robuust systeem. De verbindingen met de zee zijn zoveel mogelijk open, waardoor een stabiel en dynamisch (= natuurlijk) watersysteem ontstaat op de grens van zout en zoet water. De waterkwaliteitsproblematiek is hierdoor onder controle.

Figuur 4.5



De meest westelijke inlaatpunten voor zoet water vervallen. Nieuwe ontwikkelingen in het gebied worden zodanig uitgevoerd dat ze toekomstige grootschalige veranderingen in het watersysteem (bijvoorbeeld ruimte laten voor afvoeren of bergen van water) niet blokkeren. Of als aanpassen niet kan, worden nieuwe ontwikkelingen voorkomen.

IJsselmeer: zoete bron

De waterpeilen van het IJsselmeer worden zodanig aangepast dat er grotere, meer natuurlijke peilfluctuaties en variaties mogelijk zijn en dat het gebied kan functioneren als zoetwaterbron voor de meest kritische watervragers in de Randstad.

Centraal Rivierengebied: veilige vervoersader

Het veilige vervoer van grote hoeveelheden water (in natte tijden) blijft de belangrijkste opgave voor het rivierengebied. Meer ruimte voor de rivier is ook na het uitvoeren van de PKB "Ruimte voor de Rivier" nodig. Bovendien is ook de zorg voor de scheepvaartfunctie van de rivieren een blijvend aandachtspunt.

Veenweidegebied: nat en open

Door peilverhoging wordt verdere bodemdaling in het veenweidegebied beperkt en mogelijk gestopt. Wanneer de watervraag van nieuwe natte natuurgebieden vermindert, kan efficiënter met het beperkt beschikbare zoet water worden omgegaan. Dit ten gunste van kritische watervragers verder in het westen. De bescherming van de achterzijde van dijkkring 14 komt tot stand door ingrepen in het veenweidegebied.

Kustzone en polders: veelzijdig mozaïek

In de kustzone en de polders ontstaat een veelzijdig mozaïek van gebieden met verschillende (variatie in) waterpeilen en -kwaliteiten. Gebieden worden minder afhankelijk van de boezem. Op deze manier wordt ingespeeld op de beperkte zoetwateraanvoermogelijkheden. Ook in natte tijden zijn de polders minder kwetsbaar. In deze regio worden maatregelen om de gevolgschade bij overstroming te beperken het meest zichtbaar. Gedacht wordt aan compartimenteringsdijken (gekoppeld aan ringvaarten of grootschalige weginfrastructuur) en vluchtroutes. De verschillende wateromstandigheden bieden condities voor ontwikkeling van een gevarieerde regio.

Zuidelijk Flevoland: volwaardig Randstad

Het veiligheidsniveau van Flevoland houdt gelijke tred met de stedelijke ontwikkeling. Er wordt gedacht aan het verhogen van de buitendijk. Maar ook het compartimenteren van het gebied rond Almere als apart (onder)deel van de dijkkring Flevoland met een eigen lagere overschrijdingskans behoort tot de mogelijkheden. Verder wordt ingezet op hoogwatervrij bouwen en op de aanleg van vluchtroutes.

5. Epiloog

Het project “Randstad in Zicht” identificeert de (ruimtelijke) wateropgaven voor de lange termijn en schetst van daaruit ontwikkelingsperspectieven voor water en ruimte in de Randstad. De belangrijkste bevindingen van het project zijn hieronder puntsgewijs samengevat.

Klimaatbestendige en leefbare Delta

1. Het economisch hart van Nederland, de Randstad, is ontstaan dankzij een strategische ligging in de Delta en dankzij de kennis en kunde om de watersystemen van deze Delta te benutten en steeds weer aan veranderende fysieke en sociaal-economische processen aan te passen.
2. De klimaatverandering werkt in de komende eeuw door op vrijwel alle onderdelen van het watersysteem. De klimaatverandering maakt duidelijk waar zwakke schakels en kwetsbare plekken in het systeem liggen. Om de Randstad leefbaar en veilig te houden is adaptatie aan de gevolgen van klimaatverandering onvermijdelijk.
3. Het watersysteem van West Nederland beschikt over een groot adaptief vermogen. In de afgelopen eeuwen is het voortdurend aangepast aan veranderende eisen, wensen en mogelijkheden. In de toekomst moet en kan dat opnieuw.
4. De Randstad vertegenwoordigt een enorme sociaal-culturele en economische waarde. Het ‘verhuizen’ van de Randstad naar hogere en drogere delen van het land is daarom ongewenst, en gelukkig ook op de zeer lange termijn niet nodig.

Wat de analyse leert

5. De doorwerking van klimaatverandering in het watersysteem komt in beeld door de beschrijving van 5 processen:
 - Het risico neemt toe
 - Het wordt natter
 - Het wordt warmer en droger
 - Het wordt zouter
 - Het wordt lager
6. De klimaatverandering versterkt bestaande en bekende processen in het watersysteem. Die processen worden heviger en zullen elkaar versterken (bijvoorbeeld: de verzilting en de verminderde beschikbaarheid van zoet water in droge perioden). Tegelijkertijd moet worden geconstateerd dat gangbare oplossingen voor problemen (bijvoorbeeld het integraal doorspoelen van poldersystemen) niet meer afdoende zijn of zelfs onmogelijk worden. Hoogwaardige en veeleisende vormen van grondgebruik, bijvoorbeeld het stedelijke gebied en intensieve landbouwteelten, merken de gevolgen als eerste.
7. De gevolgen zijn merkbaar op een zodanige schaal dat oplossingen niet meer (alleen) op lokaal niveau gezocht kunnen

worden. Dit vraagt om intensieve samenwerking op alle schaalniveau's; binnen en buiten de watersector. Naast keuzen en initiatieven op regionaal niveau zijn hiervoor bovenregionale en nationale sturing en keuzes noodzakelijk.

Ontwikkelingsperspectief: op zoek naar meer duurzaamheid, flexibiliteit en veerkracht

8. Klimaatverandering vraagt om fundamentele keuzes ten aanzien van waterveiligheid en waterbeheer om ook in de toekomst een leefbare Randstad te garanderen. De koers is gericht op meer duurzaamheid, flexibiliteit en veerkracht in waterbeheer en waterveiligheid (zie 9 t/m 12).
9. De noodzakelijke aanpassing van het waterbeheer speelt al op korte termijn (vanaf nu). Het gaat er om een nieuwe verhouding te bepalen tussen het hoofdwatersysteem, de boezemwateren en de polders. Het is van belang selectief polders zelfvoorzienend te maken door deze 'af te koppelen' van het boezemsysteem. Op deze wijze wordt voorkomen dat alle vraagstukken van wateroverlast en -tekort altijd via het bovenliggende systeem worden opgelost. De omgang met verzilting speelt een centrale rol in deze discussie.
10. De beschikbaarheid van zoet water in het vertakte netwerk van boezemwaterlopen is van strategisch belang voor de ontwikkeling van het grondgebruik. Ook in de toekomst blijft de boezem daarom zoet om een beperkt aantal specifieke gebruikers selectief te kunnen bedienen.
11. De noodzakelijke aanpassing van de waterveiligheid is er op gericht de risicobenadering volwaardig in praktijk te brengen. Dat betekent meer sturen op het beperken van de gevolgen van een mogelijke overstroming, bijvoorbeeld door aanleg van compartimenteringsdijken, aangepast bouwen, of de aanleg van vluchtplaatsen en evacuatie of vluchtroutes. De noodzaak tot beperking van de gevolgschade in de Randstad op de korte termijn is een logisch gevolg van de (economische en bevolkings-)groei in de afgelopen halve eeuw.
12. De verdediging van zowel de kust als het achterland vindt voor de korte termijn nog steeds plaats op basis van de huidige dijkringen. Dit systeem met dijkringen met verschillende beschermingsniveaus is de belangrijkste basis voor de waterveiligheid en vormt, zeker voor de nabije toekomst de constante factor. Voor de lange termijn is een herijking noodzakelijk (zie hiervoor het traject van WV 21; Waterveiligheid 21-e eeuw). Naast de optie om het beschermingsniveau opnieuw in overeenstemming te brengen met de waarden binnen de dijkring, wordt daarbij gekeken naar normdifferentiatie binnen de dijkringen.

Strategische opgaven voor deelgebieden

13. Een aantal strategische opgaven op gebiedsniveau zijn onderscheiden. Op basis van overeenkomsten in gebiedseigenschappen en gevolgen van klimaatverandering zijn de volgende deelgebieden onderscheiden:

-
- Zuidelijke flank
 - Westflank van de Randstad
 - Centraal veenweidegebied
 - Oostflank
 - De (verspreid gelegen) stedelijke gebieden
14. De hoofdopgave voor de *zuidelijke flank* is ruimte maken en houden voor de doorvoer en berging van water van de grote rivieren richting de zee in een (zoveel mogelijk) open estuarium. Grootschalige ruimtelijke ontwikkelingen die de potentiële ruimte beperken zijn ongewenst. Op termijn wordt de inlaat van zoet water in het estuarium onmogelijk. De opgave is de (nu landbouw)gebieden hierop voor te bereiden: wordt er gekozen voor meer zelfvoorziening als het gaat om zoetwater of voor grondgebruik dat een grotere tolerantie heeft voor verzilting? Het beschermingsniveau van een aantal (stedelijke) dijkringen zal - door verdergaande verstedelijking - verder uit de pas gaan lopen bij het geïnvesteerde vermogen.
 15. In de *westflank* is het de opgave mogelijkheden te zoeken om polders af te koppelen om de druk op de boezem (kwantitatief en kwalitatief) zoveel mogelijk te beperken. Er zal daarmee een gevarieerd mozaïek van gebieden kunnen ontstaan met een eigen, zo natuurlijk mogelijk peil, peildynamiek en waterkwaliteit. Alleen de meest kritische vragers (bijvoorbeeld stedelijke groengebieden, natuurgebieden) worden selectief bediend door aanvoer van zoet water uit de boezem. Het poldermozaïek stuurt de ruimtelijke ontwikkeling van de westflank van de Randstad. Voor wat betreft waterveiligheid vragen de meest kwetsbare functies aandacht (waarborg van de veiligheid in verstedelijkte, en nog verder te verstedelijken gebieden).
 16. De opgave in het *centrale veenweidegebied* richt zich op het vernatten (behoud van het veen) en van het boezemsysteem afkoppelen van de laagste delen van het veen(weide)gebied (ontlasten van het boezemstelsel in perioden met grote afvoeren). Op het niveau van de poldereenheden zijn zelfstandig functionerende watersystemen (met lokale mogelijkheden voor berging) nodig. Dit biedt perspectieven voor combinatie met ontwikkeling van moerasnatuur.
 17. Aan de *oostflank* gaat het er om de daar aanwezige bronnen van zoet water (Natte Hart, grote rivieren) veilig te stellen en te benutten. Dit is noodzakelijk om het boezemstelsel ook voor de toekomst met (minder maar wel zoet) water te voorzien. Een tweede opgave in de oostflank is het waarborgen van de veiligheid van dijkkring Flevoland: een mogelijke optie is om het zuid-westelijk deel van die dijkkring - waar nog een grote verstedelijkingsopgave zal worden gerealiseerd - als een aparte eenheid met een hoog beschermingsniveau aan te merken.
 18. De integrale wateropgave (veiligheid, waterkwaliteit en waterkwantiteit) in het (bestaande) *stedelijke gebied* is hoogst urgent en kent zijn eigen complexiteit. Een van de voornaamste kansen om op die opgave in te spelen ligt in de stedelijke herstructureringsgebieden. Verder bouwen in droogmakerijen die al sterk verstedelijkt zijn - en dus ook in de toekomst

blijvend goed tegen overstroming moeten worden beschermd - is denkbaar. Mits flexibiliteit (ruimte) voor andere onderdelen van de "integrale stedelijke wateropgave" overblijft. En het beschermingsniveau overeen blijft - of wordt gebracht - met de toename van het geïnvesteerde vermogen / schadepotentieel of aantal mogelijke slachtoffers. Het (bestaande) stedelijk groen is één van de meest kritische gebruikers die ook in de toekomst zoet water vraagt.

19. Maatregelen die beargumenteerd worden vanuit de adaptatiegedachte moeten vooral bijdragen aan de veiligheid en leefbaarheid van het *huidige grondgebruik* (stedelijk gebied, natuur). De waarden van de Randstad in 2040 worden vooral bepaald door de investeringen die al gedaan zijn. Het nieuw te ontwikkelen gebied vormt een grote kans voor innovatieve oplossingen, hoewel ze slechts een relatief kleine toevoeging zijn ten opzichte van het bestaande bebouwde gebied. Innovaties die getest zijn in nieuwe gebieden kunnen later ook weer toegepast worden bij herstructurering van bestaande gebieden.

Samenwerking water en ruimtelijke ordening

20. De complexiteit van de ruimtelijke wateropgaven, waarbij verschillende gebieden, verschillende schaalniveaus en verschillende bestuurslagen en actoren vaak weer op verschillende wijze samenhangen, vergt intensieve samenwerking. Niet alleen tussen verschillende actoren van de 'water-sector', maar vooral tussen de 'water-sector' en de ruimtelijke ordening.
21. De uitdaging is om oplossingen te ontwerpen en uit te voeren die niet alleen het watersysteem duurzaam en veerkrachtig maken, maar ook bijdragen aan de aantrekkelijke ruimtelijke inrichting van de Randstad als geheel. Water als onderdeel van een metropolitaan park.

Bijlagen

In hoofdstuk 2 zijn vijf kaarten gepresenteerd die samen de voornaamste (ruimtelijke) wateropgaven voor de lange termijn in de Randstad en omgeving weerspiegelen. De hieronder gepresenteerde bijlagen bevatten de nadere verantwoording van deze kaarten. Daarbij wordt voor elke “het wordt ...” kaart ook een meer gedetailleerd kaartbeeld gepresenteerd waarin zo veel mogelijk voor het betreffende thema onderliggende informatie is samengebracht. Achtereenvolgens komen aan de orde:

- het risico neemt toe (Bijlage I en kaart I);
- het wordt (soms) natter (Bijlage II en kaart II);
- het wordt warmer en droger (Bijlage III en kaart III);
- het wordt zouter (Bijlage IV en kaart IV);
- het wordt lager (Bijlage V en kaart V).

Het risico neemt toe



Bijlage 1

Het Risico neemt toe - toelichting en verantwoording

(kaart I)

.....

Algemene toelichting bij het kaartbeeld (processen en componenten)

In discussies over “waterveiligheid” in relatie tot lange termijn ontwikkelingen is het begrip “risico” geïntroduceerd. Het risico is hierbij omschreven als de resultante van:

- de kans op het optreden van overstromingen, en;
- de gevolgen die dergelijke overstromingen hebben (in de zin van schade en of slachtoffers).

In het kort wordt deze relatie vaak uitgedrukt in de formule: $\text{risico} = \text{kans} * \text{gevolg}$. Deze risicobenadering bepaalt sinds het kabinetsstandpunt “Anders omgaan met water” (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2000) de koers van het waterveiligheidsbeleid. De wijze waarop die benadering nader uitgewerkt zal worden is onderdeel van het beleidstraject “Waterveiligheid 21-e eeuw”.

Er zijn twee dominante processen die het risico - opgevat zoals hierboven omschreven - vergroten: de klimaatverandering en de nog steeds toenemende waarde, investeringen en bevolking in overstroombare gebieden. Het is goed te realiseren dat de laatste decennia het risico vooral is toegenomen door de stijging van de waarde, ten gevolge van voortgaande investeringen, vermeerdering van de economische waarde en groei van de bevolking.

Klimaatverandering: grotere kans op overstroming

Door de klimaatverandering neemt de kans op het optreden van overstromingen⁹ toe. Van groot belang in dit verband is de stijging van de waterstanden op zee, in meren en rivieren, in combinatie met de toenemende kracht van golfslag op dijken en duinen door de toenemende stormen, golfopzet en stroming. Deze processen zijn in kaart I verbeeld: het gebied met stijgende (zee)waterniveaus is aangegeven, evenals de toenemende piekafvoeren op de rivieren en de grotere stormopzet op zee.

Rond de toename van stormen is relatief nog weinig bekend en wordt gepleit voor nader onderzoek (MNP, 2007). De verwachtingen van de mate waarin en het tempo waarmee de zeespiegel daadwerkelijk zal (kunnen) stijgen lopen uiteen. Het IPCC (IPCC, 2007) verwacht tot 2100 een stijging uiteenlopend van 18 tot 59 centimeter. In de nieuwste klimaatscenario's geeft het KNMI (KNMI 2006) voor deze periode een stijging van tussen de 35 en 85 centimeter aan. Deze KNMI getallen worden door het MNP (MNP, 2007) als de meest

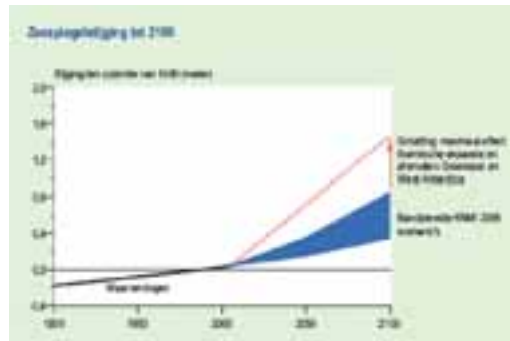
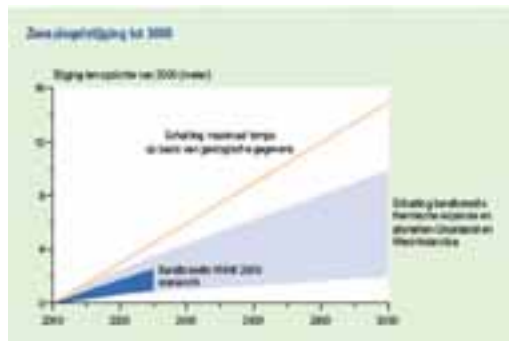
.....

⁹ Door de klimaatverandering zullen ook vaker heftige neerslagpieken optreden. Deze kunnen ook leiden tot het ontstaan van (lokale) overstromingen. Deze blijven in deze paragraaf buiten beschouwing en zullen worden behandeld bij “het wordt natter”.

..... waarschijnlijke bandbreedte voor de te verwachten zeespiegelstijging in de 21-e eeuw beschouwd.

Figuur B 1.1

De bandbreedte van de te verwachten (geschatte) omvang van de zeespiegelstijging. Bron: MNP, 2007.



Als “worst-case” beschouwt het MNP een zeespiegelstijging van 1.5 meter in de komende 100 jaar: dat is het niveau en het tempo waarmee op een termijn van 400 jaar de maximaal in ons land te hanteren zeespiegelstijging - door het MNP op 6 meter ingeschat - wordt bereikt. De houdbaarheid van Nederland zou dan in het geding komen. Gezien de door het IPCC en KNMI gehanteerde cijfers rond de zeespiegelstijging, is dit kritische niveau (nog) niet aan de orde¹⁰.

Een tweede belangrijk effect van de klimaatverandering die - op termijn - leidt tot een grotere overstromingskans is de toename van de rivierafvoeren. Voor de Rijn en de Maas wordt in 2100 uitgegaan van een flinke stijging van de maatgevende afvoer: bij Lobith (Rijntakken) stijgt de afvoer met 3000 tot 18.000 m³ per seconde; bij Eijsden (Maas) met 900 tot 4.600 m³ per seconde.

Misschien nog wel belangrijker is de combinatie van beide effecten. Een hoger zeeniveau leidt via open verbindingen tussen zee en rivier tot stijgende waterstanden in de Rijn-Maas monding en een stroomopwaartse verschuiving van de invloed van getijden. Hierdoor wordt het steeds moeilijker om - onder vrij verval - rivierwater op zee te kunnen afvoeren. Dit betekent gelijktijdig ook dat het gebied waar een combinatie van rivier- en zeeinvloed de maatgevende condities bepalen zich in oostelijke richting uitbreidt (zie kaart I). Uit een studie van Klijn et al. (2007) blijkt dat bij circa 2 meter zeespiegelstijging de getijdeninvloed tot aan Tiel reikt. Bij een stijging van 6 meter zelfs tot aan Lobith. De hogere waterstanden door zee en rivierinvloed en het - deels - verminderen van de mogelijkheden via vrij verval rivierwater op

¹⁰ In de huidige getallen van KNMI en IPCC is nog geen rekening gehouden met de gevolgen van eventueel versnelde afsmelting van de poolijskappen. Hieromtrent bestaan nog (te) veel vraagtekens. Het is mogelijk dat dit proces tot een snellere en grotere stijging van het zeeniveau aanleiding geeft. En dat zou verdere aanpassing van de kustverdediging kunnen betekenen.

zee af te kunnen laten, leiden tot grotere overstromingskansen in de dicht bevolkte en economische belangrijke Rijn-Maas monding.

Voortgaande ruimtelijke ontwikkeling: grotere gevolgen

Naast de toename van de kans zullen de gevolgen van eventuele overstroming groter worden. Dat heeft te maken met de groeiende waarde van onroerende en roerende goederen in de betreffende gebieden: er is en wordt nog volop geïnvesteerd in gebieden die bij een eventuele overstroming onder water komen te staan. Ook groeit de bevolking in die gebieden, waardoor het aantal mensen dat direct of indirect getroffen kan worden door (de gevolgen van) een overstroming stijgt. Behalve door toename van de (economische) waarde en van de bevolking, lijkt ook de kwetsbaarheid van onze samenleving voor (meer extreme) klimaat verschijnselen toe te nemen. De infrastructuur - wegen en spoorwegen voorop - blijkt gevoelig voor weersinvloeden waardoor zelfs bij nog niet zeer extreme gebeurtenissen ontwrichting en ontredde dreigen en soms zelfs al zijn ontstaan. De lijst met grotere en kleinere voorbeelden van dit verschijnsel groeit jaarlijks.

Dijkkringen

In het bestaande waterveiligheidsbeleid nemen “dijkkringen” een centrale plaats in: dit zijn - in principe - overstroombare gebieden die geheel of gedeeltelijk worden begrensd door dijken (primaire waterkeringen), duinen of hoge gronden. Voor elk van deze dijkkringen is in de Wet op de waterkering (herzien 17 juli 2007) een veiligheidsnorm aangegeven als “gemiddelde overstromingskans per jaar”. In tabel B 1.1 en op kaart I zijn de dijkkringen en bijbehorende veiligheidsnormen van het studiegebied weergegeven. In de kaart zijn ook de primaire waterkeringen weergegeven die de verschillende dijkkringen omgrenzen: langs de kust zijn dit duinen en in een aantal gevallen ook dijken. Langs de rivieren gaat het om de banddijken en langs het Amsterdam-Rijnkanaal om de kades langs dit kanaal.

De in de tabel aangegeven beschermingsniveaus zijn gebaseerd op een risicoafweging van de Deltacommissie in de jaren vijftig van de vorige eeuw (VNK, 2005). Het is de vraag of de genoemde beschermingsniveaus in verband met de voortgeschreden investeringen, de sindsdien toegenomen economische waarde en gegroeide omvang van de bevolking - nog wel adequaat zijn (zie bijvoorbeeld de discussie in het kader van het WV-21 traject). Bovendien zijn in Flevoland en IJsselmonde - in beide gebieden staan nog grote verstedelijkingsopgaven op de rol voor resp. Almere en de Rotterdamse agglomeratie - de beschermingsniveaus beduidend lager dan die in Noord- en Zuid-Holland. Een verschil dat - zeker op termijn - niet meer kan worden verklaard uit een structureel geringere mate van verstedelijking. Dit geldt ook voor de zone rond het Noordzeekanaal dat nu zelfs in het gebied met het laagste beschermingsniveau (1 : 1250) valt.

Potentiële schade bij overstroming van de dijkringen (kaart I)

Tabel B 1.1

De dijkringen van het studiegebied met de bijbehorende beschermingsniveaus volgens de Wet op de Waterkering.

Naam dijkkring	Norm (overstromingskans)
Noord-Holland, Zuid-Holland	1: 10.000
Flevoland, IJsselmonde, Voorne-Putten, Goeree-Overflakkee, Schouwen Duiveland, Tholen en St Phillipsland	1: 4.000
Lopikerwaard en Krimpenerwaard, Alblasserwaard en Vijfherenlanden, Hoekse Waard, Eiland van Dordrecht, Land van Altena, West-Brabant	1: 2.000
Kromme Rijn, Betuwe/Tieler- en Culemborgerwaard, Bommelerwaard, Gelderse Vallei, Noordzeekanaal zone	1: 1250

In het project “Veiligheid Nederland in kaart” (VNK, 2005) is een schatting gemaakt van de economische schade bij overstroming van de dijkringen. Op grond van gegevens over de maximale overstromingsdiepte is deze schade geschat voor alle dijkringen van Nederland. Deze getallen zijn geven met de belangrijkste (toekomstige) bebouwingslocaties per dijkkring een indicatie van de plekken die het meest gevoelig zijn voor overstroming, i.c. in de plekken waar de meeste schade en slachtoffers zullen optreden (kaart I). In tabel B.1.2 zijn een aantal gegevens van de (globale) schadeberekeningen uit het VNK project weergegeven.

Tabel B 1.2

Een aantal gegevens van de globale schadeberekeningen uit het project VNK die betrekking hebben op het studiegebied.

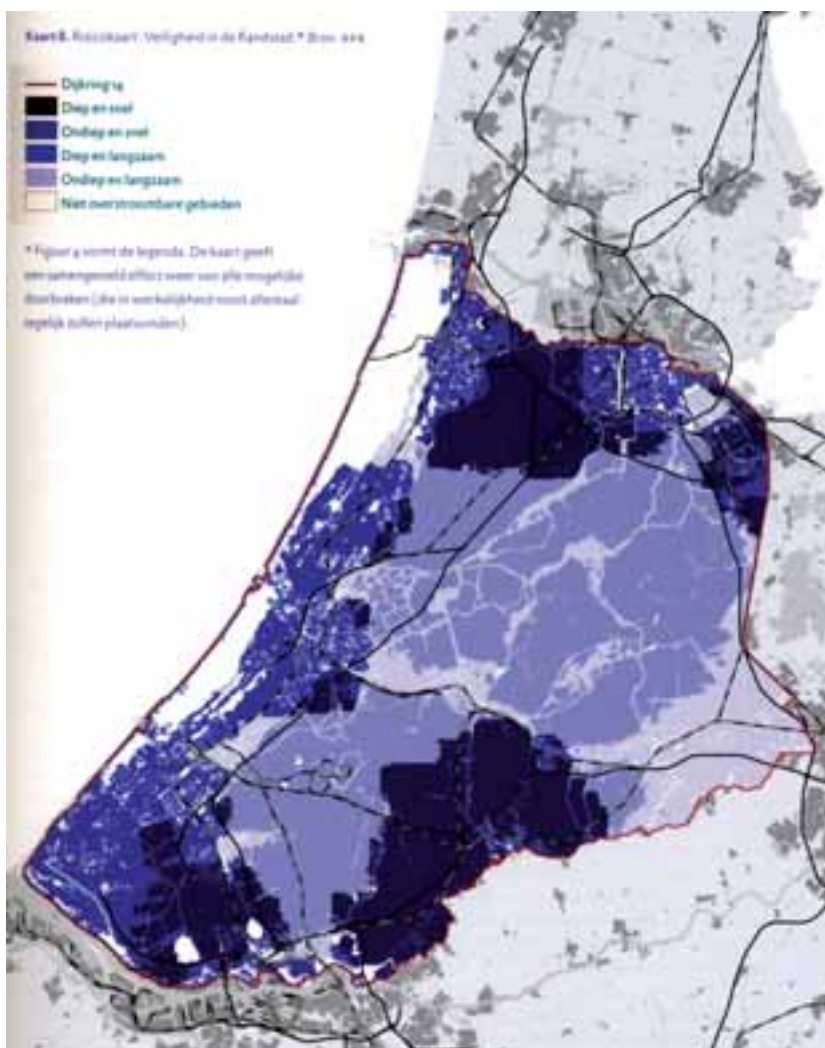
Naam dijkkring	Bedreiging	Oppervlakte (ha)	Aantal inwoners	Schade (miljard€)
Noord-Holland	zee, meer	153.000	959.000	58
Zuid-Holland	zee, rivier	223.000	3.255.000	290
Lopiker- en Krimpenerwaard	rivier	32.000	196.000	10
Alblasserwaard en Vijfherenlanden	rivier	39.000	197.000	19
Goeree-Overflakkee	Zee	22.000	46.000	3.7

Het risico is het grootst in een zone grenzend aan de primaire waterkeringen: als een kering het begeeft zullen immers de grootste gevolgen in de directe omgeving het snelst optreden en het hevigst zijn. Als indicatie voor dit gegeven is in de kaart I een zone van 5 kilometer langs de primaire keringen aangegeven. In het rapport “Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave” (fig. B 1.2; RPB, 2007) wordt het risico voor overstromen binnen een dijkkring inhoudelijk beter uitgewerkt door het combineren van gegevens over overstromingsdiepte en snelheid waarmee een deel van een dijkkring volstroomt: het hoogste risico ontstaat daar waar de diepte en de overstromingssnelheid groot zijn. Bij het opstellen van kaart I was deze methodiek nog niet voor het gehele studiegebied beschikbaar.

Naast de globale berekeningen voor alle dijkkringen zijn in VNK voor drie dijkkringen meer gedetailleerde “overstromingsscenario’s” berekend: voor de dijkkring Zuid-Holland bij tien denkbare

Figuur B 1.2

De risicokaart voor dijkkring 14 (grootste deel van Zuid-Holland) volgens de systematiek als voorgesteld door RPB (2007): gebaseerd op combinatie van diepteligging en overstromingssnelheid.



doorbraak locaties¹¹. De schadebedragen die voortkomen uit de meer gedetailleerde berekeningen zijn aanmerkelijk lager dan de globale schattingen per dijkkring: de gedetailleerde berekeningen voor dijkkring Zuid-Holland variëren van 1.9 tot 37.2 miljard euro; de globale berekening kwam uit op 290 miljard euro (VNK, 2005). Deze verschillen hebben te maken met het gegeven dat bij een eventuele doorbraak niet de gehele dijkkring (daarbij is in de globale berekening uitgegaan), maar eerder delen van de dijkkring feitelijk onder water komen te staan, met een aanzienlijke afname van het

¹¹ Bij het uitvoeren van die berekeningen is gebleken dat de Haarlemmermeer - ondanks de diepe ligging (zie kaart I en ook figuur B 1.2) - zodanig is gelegen, dat bij eventuele doorbraak van de primaire keringen deze droogmakerij niet snel onder water zal lopen. De kans op overstroming is daarmee gering. Gezien de grote - en door voortgaande investeringen in infrastructuur en verstedelijking nog groeiende economische waarde - zal de schade echter zeer groot zijn. Dit rechtvaardigt desondanks voor dit gebied zeer alert te blijven.

totale schadepotentieel als gevolg. Dijkringen zullen niet uniform en volledig onderstromen door verschillen in hoogteligging, maar ook door het voorkomen van secundaire dijken, kades en andere dijkachtige terreinvormen. In kaart I zijn ook alle andere keringen en dijken weergegeven (data ontleent aan de Compartimenteringsstudie, Rijkswaterstaat Waterdienst, 2007). Het gaat om landschapselementen die wellicht ook bij het compartimenteren van dijkringen - één van de maatregelen waarmee de gevolgen van een overstroming kunnen worden verminderd - een rol kunnen spelen. Hierbij moet tot slot nog worden bedacht dat een belangrijk deel van de in kaart I weergegeven secundaire waterkeringen bestaat uit (kernen van) veenkades. De stabiliteit van die kades is onder invloed van toenemende (zeer) droge omstandigheden die voor de toekomst worden verwacht een belangrijke factor in het overstromingsrisico vanuit de regionale watersystemen. Maar kan ook de geschiktheid van die keringen voor compartimentering van de dijkkring(en) negatief beïnvloeden.

Kustbescherming

In het licht van de verwachtingen over de zeespiegelstijging zal - met de huidige bekende technieken en methoden - de kustbescherming gebaseerd op de principes van het "dynamische handhaven van de kustlijn" (Min. V&W 2000) en "zand als ordenend principe" (Min VROM 2006) voldoende veiligheid bieden. Cruciaal in het beleid is de zogenaamde "basiskustlijn": afwijkingen hiervan worden jaarlijks geïnventariseerd en bij (te grote) afwijkingen wordt zand aangevoerd (zandsuppletie)¹².

Voor het kunnen handhaven van de kustbescherming zal in het kustfundament - het zandige gebied op zee en land dat de functies in het kustgebied draagt; zie kaart I - voldoende ruimte beschikbaar moeten zijn en blijven voor versterking van de zeewering en wellicht voor bredere waterkeringen. Er zijn al plekken aangegeven die zwakke schakels in de kustverdediging vormen (de "prioritaire zwakke schakels"), waar dit beleid al is ingezet. Ook op andere plekken moet met eventuele verbreding van de waterkeringen rekening gehouden worden. Dat kan door daarvoor ruimte te reserveren of te vrijwaren van (intensieve en grootschalige) ruimtelijke ontwikkelingen die zich verzetten tegen eventuele versterking van de kustverdediging.

Ruimte voor de Rivier

De basis om ook op lange termijn de stijgende piekafvoeren op de rivieren probleemloos te kunnen verwerken is het realiseren van (meer) ruimte voor de rivieren. Door het rivierbed te vergroten - waarvoor verschillende maatregelen denkbaar zijn (zie bijvoorbeeld: Schielen, Silva en Kuggeleijn, 2004) - kunnen grotere (piek)afvoeren worden

.....

¹² Met dit beleid wordt getracht om structurele kustachteruitgang te bestrijden. De ligging van de kustlijn op 1 januari 1990 (de basiskustlijn) is daarvoor maatgevend. Wordt die basiskustlijn overschreden, dan wordt in principe ingegrepen. Dat betekent meestal dat er een zandsuppletie wordt uitgevoerd. Inmiddels heeft de basiskustlijn zich in de praktijk bewezen als een prima hulpmiddel om de zandvoorraad in de ondiepe kustzone (tussen NAP +3 en -6 meter) te handhaven.

verwerkt, zonder dat het niveau van de maatgevende waterstanden wordt overschreden.

Voor de korte termijn zijn maatregelen hiervoor al geïdentificeerd in de Planologische Kernbeslissing "Ruimte voor de Rivier" (Rijntakken en Rijn-Maasmonding) en de Maaswerken (Maas tot Hedikhuizen). De kaart I geeft aan in welke gebieden van het studiegebied dergelijke maatregelen zijn voorzien. Het gaat om projecten in de Noordwaard, de Overdiepse polder (in beide gevallen zogenaamde "ontpolderingen"), het Munnikenland (dijkverlegging) en enige aanpassingen aan dijken en kades in het Biesboschgebied en langs de Oude Maas en de Lek.

In de Lange Termijn Visie "Ruimte voor de Rivier" en de "Integrale Verkenning Maas" (IVM) 2 zijn de maatregelen voor het realiseren van de lange termijn (tot 2100) verkend en in beeld gebracht. Een maatregel in het studiegebied in dit verband is het gebruik van het Volkerak/Zoommeer om delen van de rivierafvoer op te vangen als de afvoermogelijkheden naar zee zijn geblokkeerd in verband met hoge zeestanden. Voorts is het van belang aan te geven dat voor de lange termijn ook wordt gekeken naar de mogelijkheden en de voor- en nadelen van het wijzigen van de afvoerverdeling over de Rijntakken. En naar de gevolgen die dat kan hebben voor het gebied van de Bendenrivieren of van het Natte Hart.

Een recente studie (Silva, 2007) geeft aan dat de Waal tussen globaal Nijmegen en Woudrichem voor het kunnen realiseren van de lange termijn opgave van de PKB "Ruimte voor de Rivier" van dit riviertraject uitermate kritisch is. Het ontbreekt hier aan mogelijkheden om - via uitsluitend maatregelen in het rivierbed; "buitendijks" en binnen de aannamen en uitgangspunten van de PKB RvdR - voor de lange termijn voldoende ruimte voor de rivier te vinden. Dit heeft te maken met de grote hoeveelheden water die via een - zeker lokaal - relatief smal rivierbed verwerkt moet worden. Dit "kritische traject" van de Waal is in kaart I aangegeven.

Wellicht nog belangrijker voor de lange termijn in het (beneden) rivierengebied zijn de gevolgen van de intensivering en verplaatsing van de interactie tussen hoger zeeniveau en rivierafvoer. In een groter gebied - de omvang daarvan hangt af van het niveau waarmee de zeespiegel stijgt - zal naast de rivierafvoer ook de zee invloed (getijden, golfwerking, opstuwing) de maatgevende condities bepalen (kaart I); dit kan betekenen dat moet worden gezien of aanpassing van de maatregelen uit de PKB "Ruimte voor de Rivier" nodig is. Ten gevolge van de geschetste veranderingen zullen zich vaker situaties voordoen waarin - door hoge zeeniveaus, al dan niet in combinatie met golf- en windwerking en het sluiten van de (stormvloed)keringen - de waterstanden in de rivieren (erg) hoog oplopen. Dit leidt tot een toename van het overstromingsrisico in dit dicht bevolkte en economisch belangrijke gebied. Het is daarbij goed te realiseren dat uit recente studie blijkt dat vooral "de achterkant" van dijkkring 14 (de primaire keringen langs de Hollandse IJssel en in mindere mate langs het Amsterdam-Rijnkanaal; berekeningen in het kader van VNK 2) aandacht behoeft. De zwakke plek in deze dijkkring

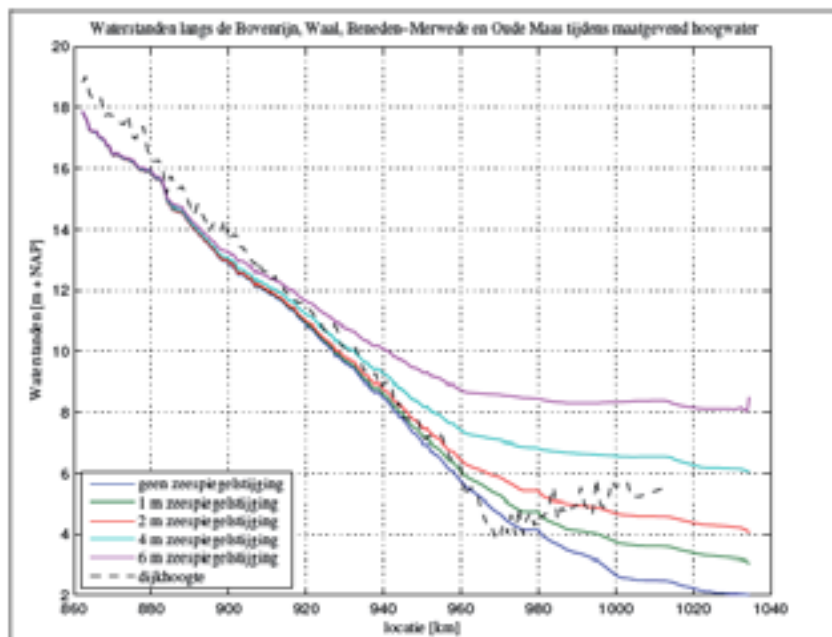
zit op termijn (wanneer de zwakke schakels aan de kust “in orde gebracht zijn”) wellicht vooral aan deze zijde van het gebied.

Het is voorts van belang te realiseren dat bij een toenemende stijging van het zeeniveau in het gebied met zeeinvloed ook de maatgevende hoogwaterstanden toenemen. In een verkennende studie van Kwadijk (in concept) is voor verschillende niveaus van zeespiegelstijging nagegaan wanneer deze verhoogde maatgevende waterstanden het huidige niveau van de primaire keringen benaderd of overschrijdt (figuur B 1.3). Hieruit blijkt dat dit lokaal al aan de orde kan zijn op trajecten langs Waal en Beneden-Merwede bij een stijging van 1 of 2 meter. Over het algemeen is dit pas het geval bij zeespiegelstijgingen van 2 meter of meer (Kwadijk, in concept).

In theorie zijn er verschillende mogelijkheden om met dergelijke omstandigheden om te gaan. Uitenlopend van bijvoorbeeld het uitmalen van het water, het verhogen van de bandijken en of secundaire keringen, het compartimenteren van gebieden of het tijdelijk opslaan van het water in retentiegebieden (vergroten van de mogelijkheden voor komberging). In de Zeeuws-Zuid-Hollandse delta is het weliswaar denkbaar ruimte voor een dergelijke optie

Figuur B 1.3

De maatgevende waterstanden bij verschillende niveaus van zeespiegelstijging, afgezet tegen de bestaande hoogte van de primaire waterkeringen in het gebied van Bovenrijn, Waal, Beneden-Merwede en Oude Maas. Bron: Kwadijk, in concept.



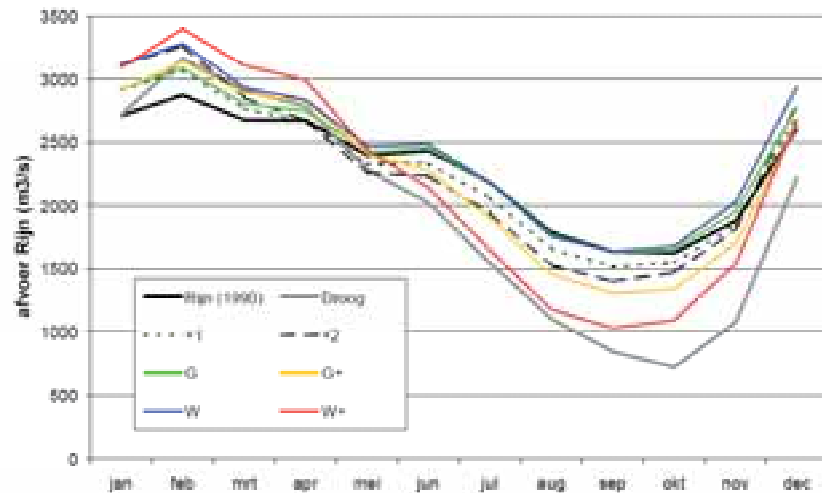
te vinden, maar het is zeer de vraag of dat de grote hoeveelheden water die onder die condities worden afgevoerd, hier daadwerkelijk opgevangen kunnen worden. Bovendien betekent het gebruiken van de zuidwestelijke delta als (structurele) maatregel voor retentie dat dit gebied (of delen daarvan) niet meer ingezet kan worden als noodmaatregel. In dit verband is voorgesteld (tijdelijk) de afvoerverdeling tussen Waal en IJssel zodanig te verleggen, dat onder dergelijke omstandigheden het IJsselmeer/ Markermeer - het grootste bekken van ons land - ingezet kan worden (MNP, 2007).

Hoe dan ook, vaker en hogere waterstanden en uitbreiding van de zeeinvloed zullen er toe leiden dat (meer) buitendijkse gebieden

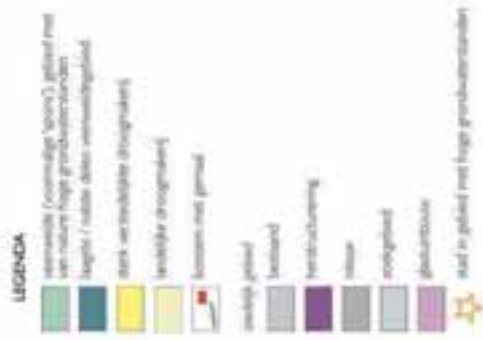
een grotere kans op overstroming krijgen. Met name in de Rijn-Maasmonding, maar ook daarbuiten (Amercentrale, Moerdijk, langs de Lek en de Waal), zijn buitendijks belangrijke bedrijven aanwezig. En in toenemende mate door herstructurering van haventerreinen – woongebieden (kaart I). In dse westzijde van het gebied liggen deze terreinen vaak (relatief) hoog. Aan de oostzijde van het benedenrivierengebied liggen ze vaak lager; hetgeen op termijn een groter overstromingskans met zich meebrengt.

Figuur B 1.4

Het afvoerregime van de Rijn bij een aantal verschillende klimaatscenario's: het regime zal in alle scenario's 'grilliger' (met meer extreme hoge en lage afvoeren) verlopen. Bron: Klijn et al, 2007.



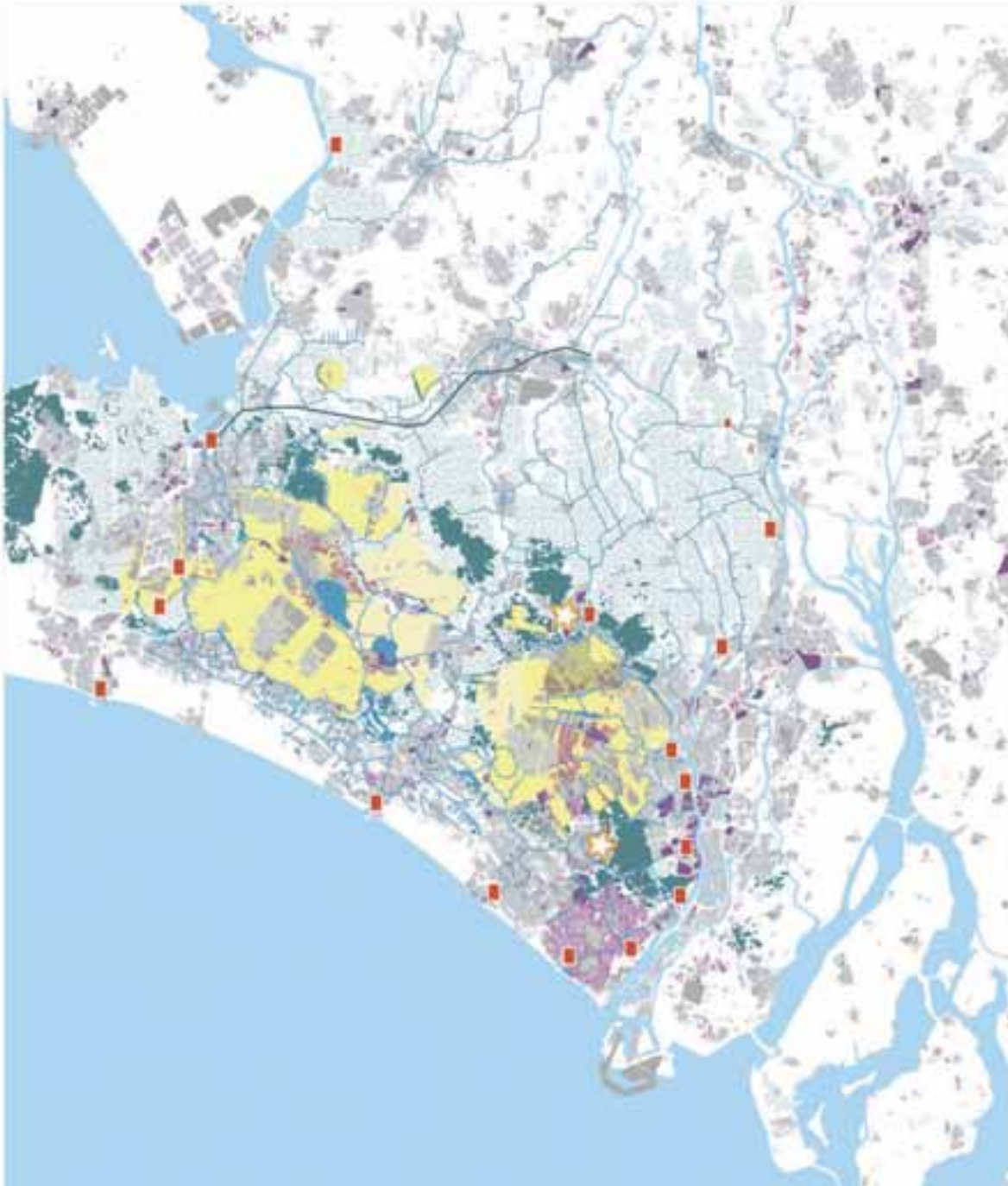
Het wordt natter



Large format photographs for sale at roadside
outlet in the Republic

RWS-RIZA

25 JAN 2007



Bijlage 2

Het wordt (soms) natter - toelichting en verantwoording

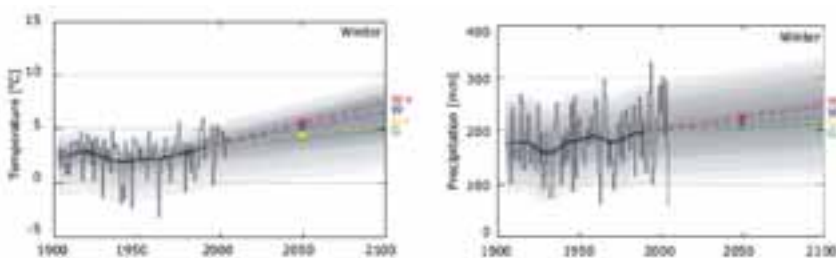
(kaart II)

Algemene toelichting bij het kaartbeeld (processen en componenten)

De klimaatveranderingen gaan gepaard aan een verschuiving van de neerslagpatronen: het KNMI (2006) geeft aan dat in de winter de neerslagoverschotten toenemen, maar dat ook een toename ontstaat van hevige buien. Ook het riviersysteem van de Rijn(takken) krijgt meer een "regenwater afhankelijk" regime: met in natte perioden grotere (piek)afvoeren als gevolg. Bovendien zal door de zeespiegelstijging in West-Nederland en (meer lokaal en periodiek) door hogere standen in rivieren, meren en (andere) boezemwateren ook een verhoging van de grondwaterdruk ontstaan, die tot meer (lokale) kwel zal leiden. Het gevolg is dat er een groter aanbod aan water ontstaat. Voor de winterperiode is dat overal en structureel. Voor andere delen van het jaar is dat meer lokaal of alleen voor kortere perioden het geval; juist in de zomerperiode zullen de meest hevige regenbuien optreden. In hoeverre het toegenomen wateraanbod ook daadwerkelijk tot nattere omstandigheden leidt, is natuurlijk afhankelijk van de mogelijkheden die bestaan voor het afvoeren van het water.

Figuur B 2.1

De ontwikkeling van de temperatuur en de neerslag in de winterperiode voor de verschillende KNMI scenario's tot 2100. In alle scenario's nemen de temperaturen en de neerslaghoeveelheden toe.
Bron: KNMI, 2006.



Het polder-boezemstelsel

Het studiegebied bestaat - buiten het duingebied en de stuwwallen - uit een aaneenschakeling van polders, omgeven door boezemwateren of door het 'buitenwater' (zee, rivieren, meren) waarop via gemalen of onder vrij verval via spuisluizen het neerslagoverschot kan worden afgevoerd. Het buitenwater, het boezemstelsel en de belangrijkste (boezem)gemalen zijn in kaart II weergegeven. De meeste boezemwateren kennen een winter- en een zomerpeil; door afvoer en soms ook aanvoer wordt getracht die peilen te handhaven. In West-Nederland liggen deze peilen in het algemeen tussen de -0.40 en 0 m ten opzichte van NAP (Klijn et al., 2007).

Door stijgende zee-, rivier- en meerstanden zullen de mogelijkheden voor het afvoeren van water uit de boezems onder vrij verval afnemen. Ook zal daarbij de capaciteit van (boezem)gemalen een steeds groter probleem kunnen worden. Om een indicatie te geven: Klijn et al. (2007) becijferen dat voor het afmalen van het totale, voor 2100 verwachte neerslagoverschot, een pompcapaciteit nodig is van 900 tot 1500 m³ per seconde, een investering van circa 1.5 miljard euro¹³.

Polders zijn er in vele soorten en maten (zie bijvoorbeeld Geuze, 2005 en Reh, Steenberghe en Aten, 2005). Een belangrijk verschil in het gebied zijn de (zeer) laaggelegen droogmakerijen, de relatief hoger gelegen veenweidepolders en de natte gebieden tussen en langs de strandwallen en duinen. Vooral in de veenweidegebieden zijn de polders vaak in kleinere eenheden opgedeeld met eigen gemalen en (zomer- of winter)peilen. De kleinste eenheden zijn de individuele onderbemalingen: een peilval bestaande uit één of hooguit enkele percelen dat door een individuele eigenaar - vaak met een weidemolentje - op een (lager) peil wordt gehouden. In de veengebieden worden ook voor bebouwing(slinten; zie kaart II) aparte (hogere) peilen aangehouden; dit om ongelijke zettingen en daarmee aantasting van de (fundering van) bebouwing te voorkomen of te verminderen.

Figuur B 2.2

De polders - vooral in het veenweidegebied - zijn vaak in verschillende peilvakken verdeeld. Daarbinnen bestaan op perceelsniveau vaak nog weer aparte eenheden via lokale 'onderbemaling'.



Gevolgen van de toename van neerslagoverschotten

De aard en ernst van problemen die (kunnen) ontstaan door de toenemende neerslagoverschotten hangen in de polders af van de fysische omstandigheden (hoogteligging, bodemopbouw), in combinatie met het grondgebruik (verhard oppervlak of niet; al dan niet gevoelige teelten of vormen van gebruik, et cetera). Op grond van (combinaties van) dergelijke omstandigheden en gebruik is in kaart II een onderscheid gemaakt tussen verschillende soorten gebieden. Het boezemstelsel zelf is op de kaart opgenomen omdat de (beperkte) capaciteit van de boezem voor het goed kunnen afvoeren van de toenemende neerslagoverschotten in de toekomst toenemende mate

¹³ Klijn et al. (2007) geven aan dat deze capaciteit ongeveer overeenkomt met vijf maal de capaciteit van het grootste pompstation ter wereld in Egypte (capaciteit 300 m³ per seconde) en een investering van circa 300 miljoen €. Ze werken deze rekensom nog verder uit. Wanneer ook de riviermondingen door (verder) stijgende zeespiegel afgesloten dienen te worden, dan komt daar nog eens een behoefte aan 60 van dergelijke megagemalen bij voor het verzorgen van de afvoer van de Rijn takken. Het inzetten van het IJsselmeer kan dat aantal beperken tot 12 (6 aan de Rijn-Maas monding en 6 aan de Afsluitdijk), maar vergt wel zeer grote aanpassingen van IJsseldal en IJsselmeer(dijken).

problemen kan veroorzaken (zie bijvoorbeeld: Waterrijk, Vereniging Deltametropool, 2000).

De veenweidepolders

Zoals de benaming aangeeft gaat het hier om (overwegend, van oudsher) weidegebieden (melkveehouderij) op door veen gedomineerde bodems (groen aangegeven op kaart II). In deze gebieden is een intensief netwerk van watergangen en poldersloten aanwezig met een relatief groot oppervlak aan water (ten opzichte van het land). Gelijktijdig zijn de waterpeilen - en navenant de grondwaterstanden - in deze gebieden relatief hoog. De gebieden reageren daardoor - ondanks het relatief grote aandeel oppervlakte water - relatief snel op neerslag. Dat geldt vooral voor de laagste, natste gedeelten van het veenweidegebied (donker groen op de kaart): de toekomstige neerslagoverschotten zullen juist hier veelvuldig tot overstromingen leiden, waardoor de mogelijkheden voor gebruik van de betreffende gebieden voor (economisch rendabele) melkveehouderij afnemen of zelfs verdwijnen. Het gaat om gebieden waar een ontwikkeling als (moeras)natuurgebied eerder tot de meest reële opties behoort. In het centrale deel van het studiegebied behoren de meest westelijke delen van de veenweidepolders polders tot deze zeer natte gedeelten van het gebied. In wat hoger gelegen, beter te ontwateren veenweidegebieden, kan het neerslagoverschot beter worden verwerkt. Hier lijkt ook op de wat langere termijn het gebruik voor de melkveehouderij, al dan niet ondersteund vanuit natuur- en landschapsbeheer, tot de mogelijkheden te behoren.

In de gebieden met veenbodems zijn ook steden tot ontwikkeling gekomen: vaak gaat het om steden ontstaan op hogere, stevigere gronden (oeverwallen) langs riviertjes die bij de grote uitleg (vooral in de twintigste eeuw) over het veen(weide)gebied zijn uitgegroeid. Juist in dergelijke plaatsen treed bij hevige regenval ten gevolge van de relatief hoge grondwaterstanden en het geringe bergend vermogen van de veengronden relatief snel wateroverlast op. Vooral Gouda en Delft kampen met dit probleem. Waar (binnen) dergelijke gebieden plannen zijn voor herstructurering dan is dat een kans om mogelijke wateroverlast vraagstukken aan te pakken; vandaar dat deze herstructureringsgebieden op kaart II apart aangegeven zijn.

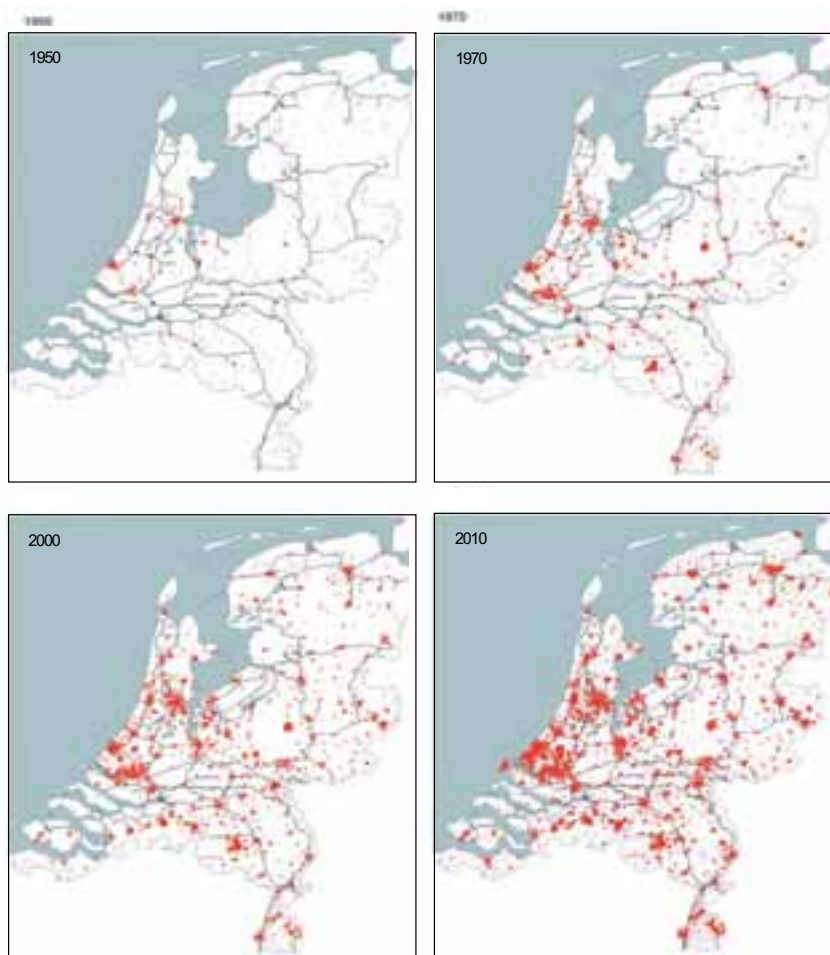
De droogmakerijen

De droogmakerijen (de geel gekleurde vlakken in kaart II) zijn laag tot zeer laag (maaiveldshoogten van 6 tot 7 meter beneden NAP komen voor) gelegen kleigebieden. De waterhuishoudkundige toestand is over het algemeen goed regelbaar, passend bij het (oorspronkelijk) gebruik voor de akkerbouw (waarvoor deze gebieden ook zijn drooggemalen). Ten opzichte van de veenweidegebieden is het areaal water (veel) geringer, zijn de grondwaterstanden en polderpeilen dieper en is de draagkracht van de bodem groter. Door de diepe ligging ontstaan grondwaterstromen vanuit de omgeving en of van regionale oorsprong; het zijn ook juist deze gebieden waar door het stijgende zeeniveau de kwelstromen (zie Klijn et al., 2007) zullen intensiveren.

De relatief goede draagkracht van de bodem en de ligging temidden van de Randstad (bevolkingsgroei, economische ontwikkeling) en bij of aan belangrijke infrastructuur (snelwegen, Schiphol, Noordzeekanaal zone) verklaart waardoor vooral na de Tweede Wereldoorlog een enorme expansie van het bebouwde areaal juist in de droogmakerijen heeft plaatsgevonden. Een groei die zich - getuige de nieuwe verstedelijkingslocaties op de Nieuwe Kaart van Nederland - ook het komende decennium zal voortzetten (zie figuur B 2.3).

Figuur B 2.3

De expansie van het verstedelijkte areaal in Nederland in de periode 1900 t/m 2010. Bron: Rijkswaterstaat RIZA, 2000.



Deze verstedelijking heeft zich niet in alle droogmakerijen in dezelfde mate voorgedaan. Daardoor is er een aantal droogmakerijen, dat niet of nauwelijks (licht geel in kaart II) en droogmakerijen die juist sterk verstedelijkt zijn (donker geel in kaart II). In de eerst genoemde gebieden zal een toename van de neerslagoverschotten relatief probleemloos verwerkt kunnen worden (zolang de boezem en (af) maalcapaciteit toereikend zijn). In de verstedelijkte droogmakerijen zullen echter veel eerder (grote) wateroverlastproblemen optreden (zie onder "verstedelijkte gebieden").

Verstedelijkte gebieden

In (bestaand) stedelijk gebied - in droogmakerijen, maar ook in intensief bebouwde oppervlakten daarbuiten - is er een toenemende behoefte aan mogelijkheden om de van het verharde oppervlakte,

relatief snel afstromende neerslagoverschotten (tijdelijk) te bergen. In veel gebieden is het bestaande - vaak met rioolwaterafvoer gecombineerde - hemelwaterafvoerstelsel ontoereikend. De grote problemen door wateroverlast na perioden met hevige (zomer!) of langdurige regenval van de laatste jaren (Rotterdam, Egmond) maken dit duidelijk. Door combinatie van hemel- en rioolwaterafvoer ontstaan hier ook problemen met de waterkwaliteit: bij een te groot aanbod zal het water zonder zuivering op het oppervlaktewater stelsel worden geloosd ('rioolwater overstort'). De organisatie Rioned heeft in september 2007 gewezen op de noodzaak snel te investeren in het vergroten van de afvoer- of bergingsmogelijkheden en het afkoppelen van hemel- en rioolwaterstelsels. In veel plaatsen in Nederland is hiermee reeds een begin gemaakt.

De urgentie van dit vraagstuk in (bestaand) stedelijk gebied blijkt ook uit de studie van Van Vuren en Kwadijk uit 2007. In die studie zijn de wateropgaven die ten grondslag hebben gelegen aan het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) nog eens doorgelicht met de (nieuwe) KNMI scenario's uit 2006. Hieruit blijkt dat - naast intensivering van de droogte problemen - vooral de stedelijke wateropgave ten opzichte van de oorspronkelijke taakstelling ernstiger is dan destijds voorzien. Ook dit rechtvaardigt (hernieuwde) aandacht van het teveel aan water in stedelijke gebieden.

Het uitbreiden van verstedelijkte gebieden kan het vraagstuk van de stedelijke wateropgave nog verder verscherpen. Natuurlijk, bij de ontwikkeling van nieuw stedelijk gebied bestaan - relatief - de beste condities om met de (nieuwe) wateropgaven rekening te houden. Zo brengen waterbeheerders bijvoorbeeld via het instrument van de watertoets in toenemende mate en vanaf de vroegste planstadia de wateropgaven naar voren. Juist op die momenten in de planvorming bestaan vaak nog mogelijkheden om ruimte voor water te vinden of om andere maatregelen te nemen om problemen met de kwaliteit of de kwantiteit van het water aan te pakken (zie bijvoorbeeld Evaluatie Watertoets). Toch blijkt het voldoen aan de stedelijke wateropgave vaak een sluitstuk op de planvorming. Bovendien, ook wanneer in de nieuw toegevoegde stedelijke gebieden de wateropgave afdoende kan worden aangepakt, betekent het nieuw gebouwde stedelijk gebied wel dat op niveau van de betreffende polder - of beheerseenheid - de ruimte voor het opvangen van wateroverlast problemen in het reeds bestaande stedelijk gebied kleiner wordt en daarmee de stedelijke wateropgave kan verzwaren. Op kaart II zijn de geprojecteerde, nieuwe stedelijke gebieden (gebaseerd op de Nieuwe Kaart van Nederland, versie 2007) apart aangegeven. Het gaat vooral om gebieden in de Haarlemmermeer en in Zuidelijk Flevoland. De plannen voor (verdere) verstedelijking van de Zuidplaspolder zou ook daar zulke problemen oproepen. Net als aangegeven bij steden in de veengebieden, vormen herstructureringsgebieden een potentiële (vaak ook enige kans) om in bestaand stedelijk gebied de wateroverlast opgave aan te pakken door het realiseren van bergingsmogelijkheden, i.c. ruime voor het water (paarse gebieden op kaart II).

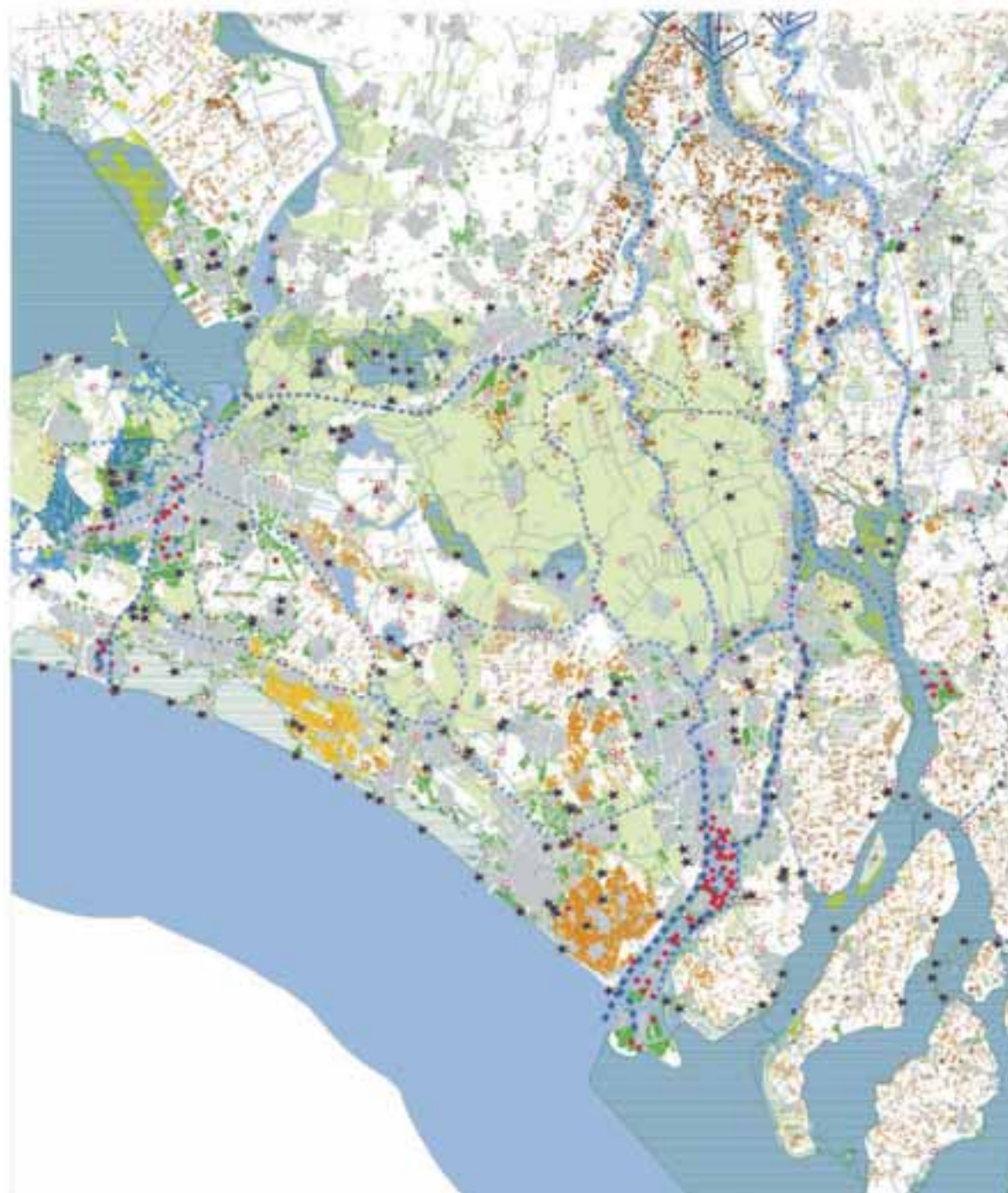
Overige aandachtsgebieden; intensieve teelten

Buiten de veenweidezone en de droogmakerijen zijn het de gebieden met bijzondere, intensieve teelten die in het kader van de toenemende neerslagoverschotten om aandacht vragen, c.q. die zeer gevoelig zijn voor wateroverlast. Het gaat om de glastuinbouwgebieden (waaronder het Westland), de bollenstreek en het sier- en boomteeltgebied rond Boskoop en andere gebieden met hoogwaardige, kapitaalsintensieve teelten en gewassen (kaart II). In alle gevallen gaat het om gebieden die ook al bij geringe inundatie grote schade ondervinden. Dat geldt in het bijzonder voor de intensief bebouwde kassengebieden, waar feitelijk geen of weinig ruimte is voor berging van neerslagoverschotten. Tegelijkertijd zijn juist voor de kassen bedrijfssystemen voorhanden waarmee de behoefte aan hoge kwaliteit gietwater en berging van neerslagoverschotten met elkaar verknoopt worden ("drijvende kassen", gietwaterbassins). Dit voorbeeld maakt direct ook duidelijk hoe wijzigingen in aard van het grondgebruik, (technologische) ontwikkelingen en (eventuele) waterhuishoudkundige problemen gekoppeld zijn: verandering van het grondgebruik kan er toe leiden dat klimaat gerelateerde vraagstukken in een heel ander perspectief komen te staan. Of op termijn (bijvoorbeeld door technologische ontwikkeling) geen probleem meer hoeven te vormen¹⁴.

.....

¹⁴ De wateropgave van glastuinbouwbedrijven lijkt - op afzienbare termijn - oplosbaar. Het tekort aan gietwater van goede kwaliteit is in de regel reeds opgelost door de aanleg van opvangbassins rond de kassen. Via de aanleg van "drijvende kassen" kan daarnaast ook de problematiek van het van de kassen afstromende neerslagoverschot worden opgelost. Via "gesloten systemen" is ook de negatieve invloed op de kwaliteit van de watersystemen onder controle te brengen. Echter, nog niet alle beschikbare innovaties zijn al voor alle bedrijven rendabel. Hoewel er op termijn dus oplossingen gevonden worden, leiden de kassengebieden nog tot waterhuishoudkundige problemen. Bovendien geldt in gebieden met veel kassen dat de ruimte zo schaars (en duur) is dat waterschappen voor meer collectieve doeleinden - ook bij het doorvoeren van genoemde innovatieve bedrijfssystemen - nog steeds erg moeilijk de benodigde ruimte kunnen vinden. Om deze redenen zijn de glastuinbouwgebieden op kaart II weergegeven.

Het wordt warmer en droger



Bijlage 3

Het wordt warmer en droger - toelichting en verantwoording

(kaart III)

Algemene toelichting bij het kaartbeeld (processen en componenten)

Hogere temperaturen en veranderende neerslagpatronen leiden - in bepaalde delen van het jaar - tot toenemende watertemperaturen en drogere omstandigheden. En tot daarmee verbonden problemen van waterkwaliteit en waterbeschikbaarheid.

Droogte

De droogte is het gevolg van een toename van de verdamping en van het optreden van meer en langduriger perioden zonder neerslag. De mate waarin dergelijke periodes met minder neerslag optreden, is vooral afhankelijk van eventuele wijzigingen die kunnen optreden in de luchtcirculatiepatronen waar ons land in de toekomst (mogelijk) mee wordt geconfronteerd (KNMI, 2006). In de KNMI scenario's zijn hiertoe twee opties meegenomen; de opties (zie tabel B 3.1 en figuur B 3.1) waarbij de luchtcirculatie wijzigt, zullen langere drogere periodes veroorzaken.

Ook buiten Nederland zullen vergelijkbare ontwikkelingen zich voordoen, hetgeen gevolgen heeft voor de afvoerregimes van de grote rivieren: met name de Rijn(takken) zullen - net zoals dat voor de Maas nu reeds geldt - meer afhankelijk worden van (gebrek aan of juist overmatige) neerslag. In de zomerperiode heeft dat langere perioden met geringe(re) afvoer tot gevolg (www.knmi.nl; zie kader).

Tabel B 3.1

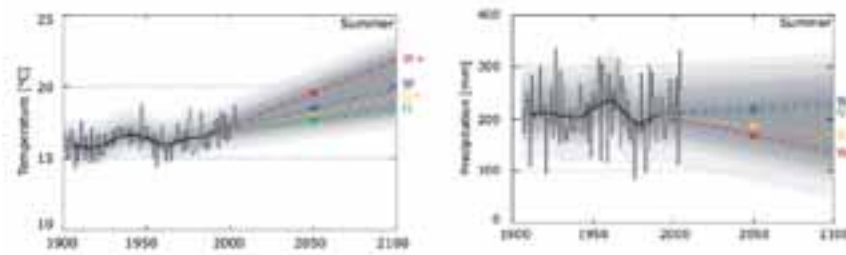
Karakteristieken van de vier KNMI scenario's voor de zomerperiode (KNMI, 2006). De "+" varianten duiden op scenario's met gewijzigde luchtcirculatiepatronen, hetgeen leidt tot drogere en warmere omstandigheden.

Variable	G	G+	W	W+
<i>summertime values</i>				
mean temperature (K)	+0.9	+1.4	+1.7	+2.8
yearly warmest day (K)	+1.0	+1.9	+2.1	+3.8
mean precipitation (%)	+2.8	-9.5	+5.5	-19.0
wet day frequency (%)	-1.6	-9.6	-3.3	-19.3
precipitation on wet day (%)	+4.6	+0.1	+9.1	+0.3
100yr return level daily precipitation sum (%)	+13	+5	+27	+10
potential evaporation (%)	+3.4	+7.6	+6.8	+15.2

.....

Figuur B 3.1

De ontwikkeling van de temperatuur en de neerslag in de zomerperiode voor de verschillende KNMI scenario's tot 2100. In alle scenario's nemen de temperaturen toe. In G+ en W+ neemt ook de neerslag af, waardoor juist in die situaties de verdroging het grootst zal zijn.



Afvoer Rijn en Maas (bron: website KNMI)

Toename van de winterneerslag, niet alleen in Nederland maar ook elders in de stroomgebieden van Maas en Rijn, zal resulteren in een toename van de piekafvoer van rivieren, het meest in het W+ scenario. Bovendien zal in berggebieden meer neerslag vallen in de vorm van regen in plaats van sneeuw. Hierdoor neemt de Rijnaflow in de winter toe.

In de zomer neemt in het W+ scenario de gemiddelde neerslag juist fors af. Tegelijkertijd neemt de verdamping toe (zolang er voldoende vocht aanwezig blijft). In de stroomgebieden van Rijn en Maas betekent dit een lagere rivierafvoer, en vaker een lage waterstand die de scheepvaart kan hinderen. Lagere rivierafvoeren gecombineerd met hogere temperaturen hebben ook een negatieve invloed op de waterkwaliteit en de beschikbare hoeveelheid koelwater. In combinatie met zeespiegelstijging veroorzaken lagere rivierafvoeren het verder binnendringen van zout water vanuit zee.

Droogte en gebruik

De toename van de droogte (tijdens het zomerhalfjaar) heeft belangrijke gevolgen voor uiteenlopende vormen van gebruik.

Lagere waterstanden op de rivieren en daarmee verbonden (hoofd)vaarwegen kunnen belangrijke gevolgen hebben voor de *bevaarbaarheid*. In kaart III zijn daartoe de belangrijkste (hoofd)vaarwegen aangegeven. Een analyse van de gevolgen van de droge zomer van 2003¹⁵ (bron: Wolters, 2004) geeft een indicatie van de gevolgen die gepaard kunnen gaan met het vaker optreden van (ernstiger) laagwatersituaties. In deze analyse wordt gesteld: *“De zomer van 2003 was voor het vaarwegbeheer in sommige opzichten extreem. Dit was een gevolg van de lage afvoer. De vaardiepte kon op een acceptabel niveau gehandhaafd worden, maar een van de maatregelen die daartoe nodig waren, was nog nooit eerder*

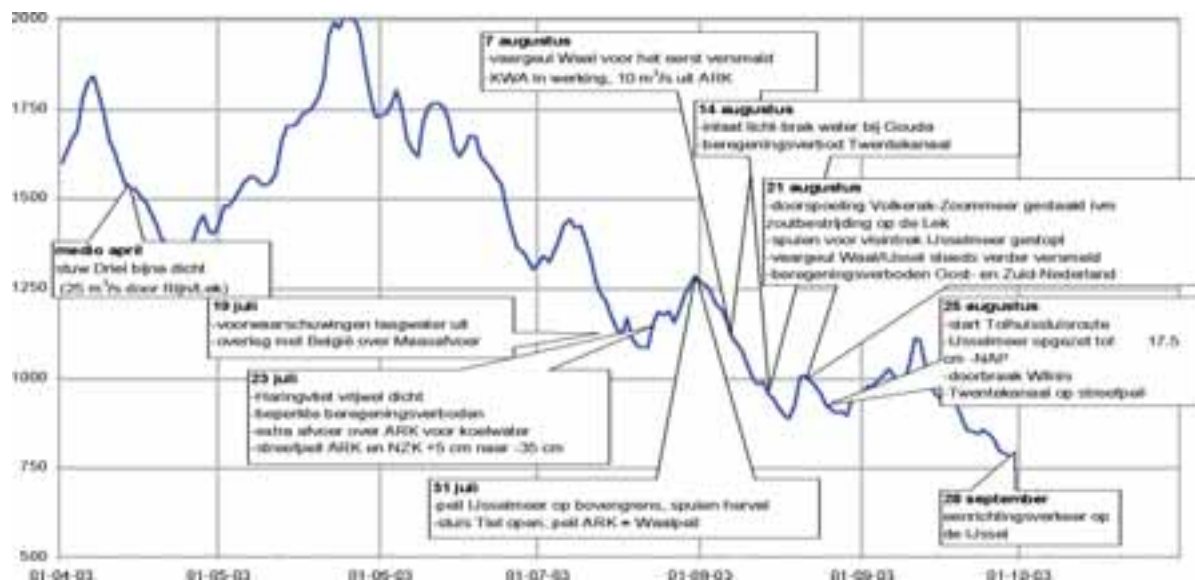
.....

¹⁵ De zomer van 2003 was warm en droog, maar niet in alle opzichten extreem. Het neerslagtekort, was omvangrijk en varieerde van plek tot plek, maar bereikte geen extreme waarden (maximaal de situatie met een statistische kans op voorkomen van eens per 20 jaar. De rivierafvoer was eveneens laag, maar ook hier werden geen extremen gemeten (kans: ongeveer eens per 15 jaar). Wel extreem was de temperatuur van het rivierwater van de Rijn: 28 graden Celsius (begin augustus).

Figuur B 3.2

Het verloop van de Rijnafvoer bij Lobith in de zomer van 2003, met daarbij aangegeven welke gebeurtenissen en maatregelen in verband met de afvoer hebben plaatsgevonden.

Bron: Wolters, 2004.



In de warme en droge zomer van 2003 heeft ook de elektriciteitsproductie in de belangstelling gestaan. De lage afvoer in combinatie met de hoge temperatuur betekende dat op een aantal plaatsen geen koelwater meer kon worden ingekomen, dan wel geen (opgewarmd) koelwater kon worden geloosd. Deze omstandigheden houden verband met het overschrijden van normen ter voorkoming van "thermische verontreiniging". Hierdoor dreigde de productie beneden een kritisch niveau te dalen (Wolters, 2004). Het probleem deed zich in het studiegebied vooral voor in de zone Amsterdam-Rijnkanaal - Noordzeekanaal, waar een aantal van dergelijke inname en lozingspunten (zie kaart III) zijn geconcentreerd. Op deze situatie is gereageerd door het opzetten van de waterpeilen in de kanalen (inlaat vanuit de Lek) en het uitmalen via IJmuiden. Dit zorgde voor continue stroming van het water, waardoor de koelwaterproblematiek onder controle kon blijven. Het is de vraag of deze maatregel - door de te verwachten geringere beschikbaarheid van zoetwater - ook in de toekomst mogelijk blijft. De zone van Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal is in de toekomst, wanneer vaker en ernstiger waterproblemen dreigen, dan ook een aandachtsgebied. Behalve voor de elektriciteitsproductie zijn ook andere belangrijke inname punten voor industrie en drinkwaterproductie in kaart III weergegeven. Bij toenemende watertekorten en lage rivierafvoeren in de toekomst, zijn deze punten van groot belang: deze vertegenwoordigen maatschappelijk en economisch (zeer) belangrijke

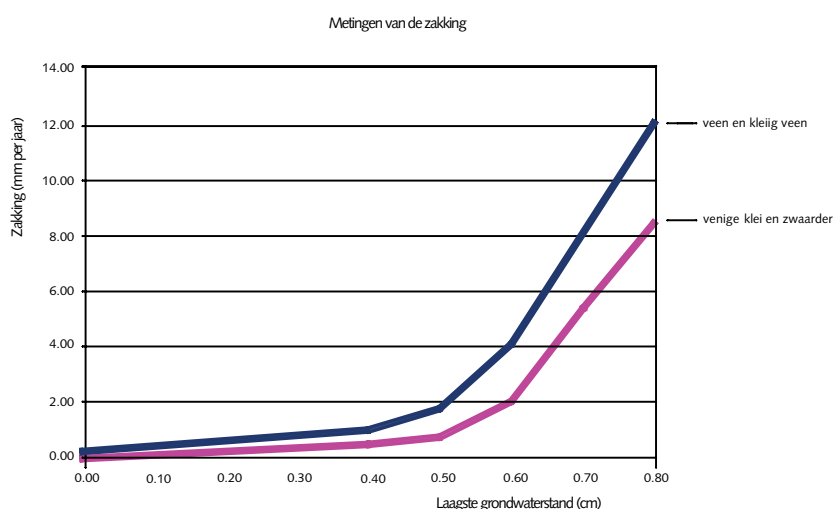
functies die bij prioriteitstelling van waterverdelingsvraagstukken - die al in de nabije toekomst steeds vaker aan de orde zal zijn - een belangrijk gewicht in de schaal leggen.

De veen(*weide*)gebieden zijn (in lichtgroen) op kaart III als aandachtsgebied aangegeven. Juist omdat onder warme(re) en droge(re) omstandigheden - en navenant lage grondwaterstanden - het "opbranden" van het veen zich het snelst voltrekt (figuur B 3.3). Dergelijke condities met lagere (grond)waterstanden zullen in de toekomst door het warmere en drogere klimaat en daaraan verbonden de problemen met de watervoorziening, toenemen. Het resultaat zal zijn een versnelde zakking van (een groot deel van) de veen(*weide*)gebieden.

Figuur B 3.3

Het verband tussen (laagste) grondwaterstand en de zakking van twee typen veenbodems (respectievelijk veen en kleiig veen en venige klei), gebaseerd op veldmetingen. Duidelijk is te zien dat de zakking van het veen zich vooral voordoet in perioden met lage grondwaterstanden.

Bron: Hardeveld et al., 2006.



Ook *natuurgebieden* zijn over het algemeen (zeer) gevoelig voor de toenemende droogte. In kaart III zijn daartoe de Habitat- en Vogelrichtlijngebieden weergegeven, en de (doorgaans daarbinnen gelegen) belangrijkste natte (grond)waterafhankelijke natuurgebieden. Ook *intensieve, hoogwaardige teelten* (glastuinbouw, bollenteelt, tuinbouw en boomkwekerijen en boomgaarden) zullen relatief grote negatieve gevolgen ondervinden van toenemende droogte en zijn in kaart III aangegeven als kwetsbare functies.

Waterkwaliteit

Naast gevolgen voor de waterkwantiteit ('droogte') hebben de klimaatveranderingen ook belangrijke gevolgen voor de waterkwaliteit. Samengevat (Schomaker, 2007) gaat het om de volgende effecten (de gevolgen in verband met verzilting zijn in Bijlage IV afzonderlijk beschreven):

- een *toenemende watertemperatuur* leidt tot:
 - lagere zuurstofgehalten in het oppervlaktewater, met gevolgen voor allerlei waterorganismen (zalmachtige vissen zijn hiervoor zeer gevoelig);
 - versterking van de (gevolgen van) eutrofiering;
 - toename van de nalevering van (verontreinigende) stoffen uit sediment;
 - toename van gezondheidsrisico's door het optreden van plagen,

-
- ziekten en het voorkomen van toxische stoffen;
 - "thermische verontreiniging" van wateren met (mogelijk) beperkingen van de mogelijkheden koelwater te lozen of water (ook voor de drinkwaterbereiding) in te nemen.
 - een *lagere afvoer* vanuit de rivieren leidt tot:
 - hogere concentraties van via de rivieren aangevoerde stoffen;
 - afname van de mogelijkheden om door middel van de aan- en doorvoer van rivierwater waterkwaliteitsproblemen te voorkomen of bestrijden.

Het is voorts van belang te vermelden dat ook de hevigere regenbuien - die voor het zomerhalfjaar verwacht worden - door overstort uit Rioolwaterzuiveringsinstallaties en toenemende uit- en afspoeling (lokaal) tot intensivering van waterkwaliteits problemen kunnen leiden.

Waterkwaliteit en gebruik

De relatie tussen waterkwaliteit en (grond)gebruik is tweeledig: er zijn vormen van gebruik met een negatieve invloed op de waterkwaliteit. Tegelijkertijd zijn - soms dezelfde - vormen van gebruik ook zeer gevoelig voor (bepaalde aspecten van) waterkwaliteit en veranderingen daarin. De klimaatsveranderingen als hiervoor beschreven leiden - direct en soms indirect - tot verscherping van waterkwaliteitsvraagstukken (vergelijk ook Schomaker, 2007). Hieronder zijn voor een aantal relevante vormen van gebruik de te verwachten ontwikkelingen aangeduid.

Gezien de verwachte ontwikkelingen van de waterkwaliteit vragen *zwemwaterlocaties* (kaart III) om bijzondere aandacht. Dat heeft aan de ene kant te maken met toenemende gezondheidsrisico's, die vooral in (relatief) ondiepe, stilstaande wateren te verwachten zijn (hogere gehalten toxische stoffen, ziekten). In stedelijke gebieden kunnen dergelijke wateren ook door toenemende stankoverlast problemen veroorzaken. Tegelijkertijd neemt de vraag naar en druk op recreatiewater juist toe door de toename van het aantal warme en droge dagen. Met toenemende gezondheids- en waterkwaliteitsrisico's als mogelijk gevolg.

Ook (waterafhankelijke) *natuurgebieden* zijn in het algemeen gevoelig voor ingrijpende wijzigingen in de kwaliteit of samenstelling van het water. Het zijn met name kritische soorten - met specifieke of smalle tolerantiegrenzen ten aanzien van fysische en / of chemische milieuomstandigheden - die het eerst zullen verdwijnen. Het meest gevoelig zijn soorten van kleine, relatief geïsoleerde wateren. Tolerante soorten en sommige exoten profiteren.

Intensieve teelten als (glas)tuinbouw en bollenteelt zijn gevoelig voor waterkwaliteit, vooral voor te hoge zoutgehalten (zie Bijlage IV). Tegelijkertijd vormen deze teelten, samen met boomkwekerijen, door het gebruik van meststoffen, gewasbeschermingsmiddelen en dergelijken een (potentieel) waterkwaliteitsrisico. Overigens wordt dit risico - hetzelfde geldt voor de gevolgen van bemesting bij andere vormen van agrarisch gebruik - door reeds ingezet beleid nog steeds

geringer. In de glastuinbouw zijn bovendien (bijvoorbeeld “gesloten”) teeltsystemen voorhanden (maar nog niet altijd voor alle bedrijven rendabel) waarmee dergelijke risico's zullen afnemen.

Industriële lozingen en rioolwaterzuiveringsinstallaties (kaart III) zijn potentiële bronnen van waterverontreiniging. Dat geldt vooral wanneer deze uitslaan op relatief kleine en of stilstaande, geïsoleerde wateren. Concentraties van dergelijke lozingspunten vinden we langs de Rijn-Maasmonding en in de zone van het Amsterdam_rijn kanaal en het Noordzeekanaal. Rioolwaterzuiveringsinstallaties komen verspreid over het gehele gebied voor. Problemen met de waterkwaliteit in ontvangende wateren ontstaan vooral bij zogenaamde “overstorten”: tijdens en kort na hevige regenval kan de zuivering de grote piek niet verwerken waarbij hemelwater en afvalwater ongezuiverd worden geloosd. Door “afkoppelen” van hemel- en rioolwaterafvoer en de aanleg van bergbezinkbassins wordt dit probleem bestreden. Aandacht voor de overstortproblematiek in de toekomst is vooral aan de orde in gebieden met snelle (toekomstige) stedelijke uitbreidingen waar niet wordt “ontkoppelt” en waar de capaciteit van bestaande rioolwaterzuiveringsinstallaties niet op nieuwe verstedelijking is toegesneden.

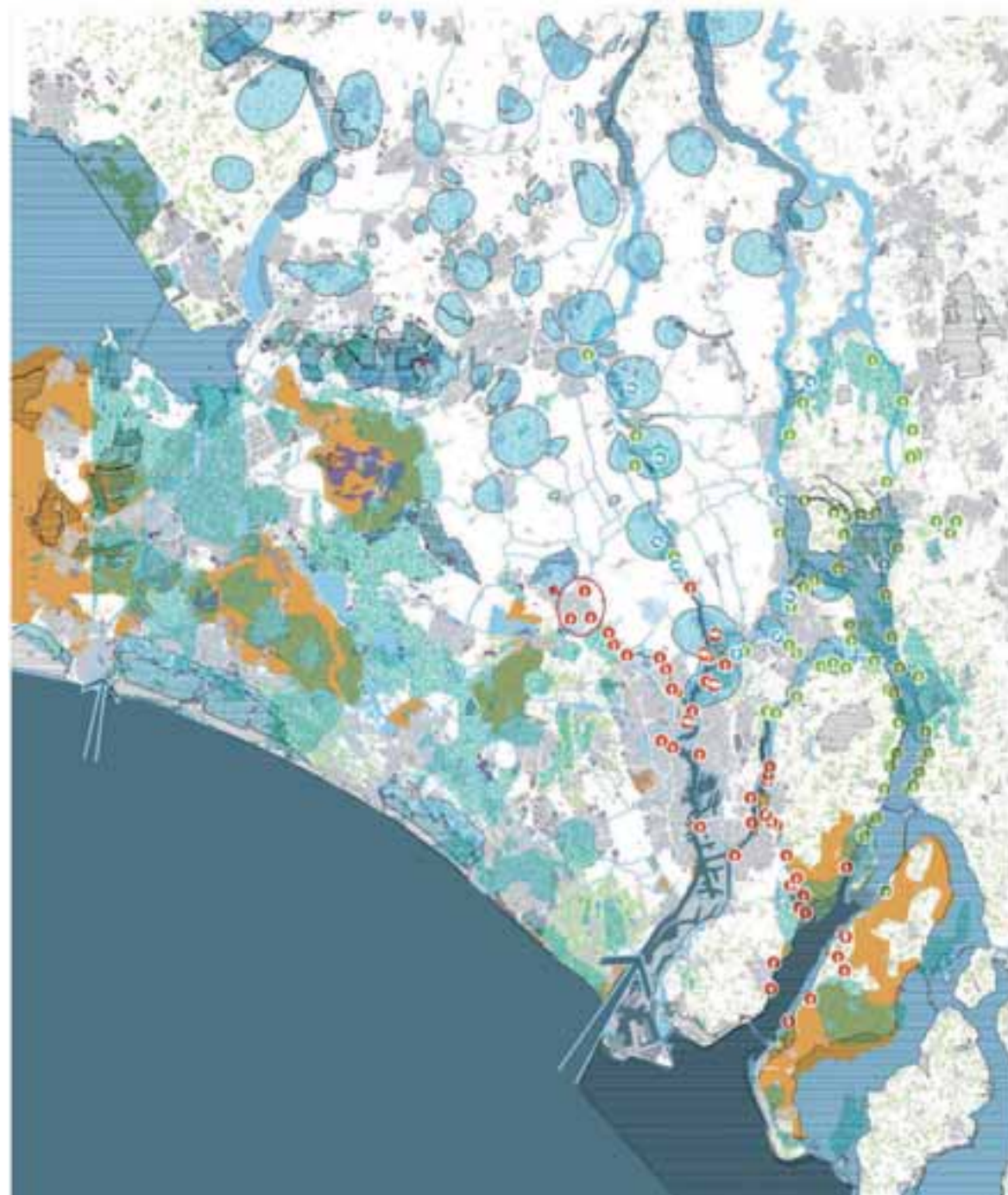
Ook de *grote rivieren* (kaart III) vormen een aanvoerbron van verontreinigende stoffen. Dat geldt in toenemende mate - door warmte en geringe afvoer en daarmee relatief hoge stofconcentraties en of lage zuurstofgehalten - voor de zomerperiode. Bepaalde waterorganismen - zoals bijvoorbeeld zalmachtigen - zijn zeer gevoelig voor dergelijke omstandigheden. Het herstel van dergelijke (doel)soorten die door de verbetering van de waterkwaliteit in de grote rivieren de laatste tijd is ingezet, kan in warme en droge zomers negatief worden beïnvloed.

Kaderrichtlijn Water

Richtinggevend voor het waterkwaliteitsbeleid is de Kaderrichtlijn Water. Per (deel)stroomgebied is in dat verband gewerkt aan een typering van waterlichamen en wordt nog gewerkt aan het formuleren van doelstellingen en maatregelen om die te realiseren, vastgelegd in de (deel)stroomgebiedsbeheersplannen (zie bijvoorbeeld V&W, 2005). Bij de typering van het studiegebied ten behoeve van de KRW zijn de verschillende waterlichamen (zie kaart III) benoemd en is van die waterlichamen de bestaande (ecologische en chemische) toestand gekarakteriseerd. In het algemeen leidt dit binnen het studiegebied nauwelijks tot belangrijke differentiatie: voor het overgrote deel van de waterlichamen is de ecologische en chemische situatie slecht (in V&W 2005; 2007). Een uitzondering moet worden gemaakt voor een beperkt aantal wateren, gelegen in natuurreervaten. Hier worden voor een aantal parameters de kwaliteitscriteria niet of nauwelijks overschreden. De maatregelen die in het kader van de KRW zullen worden uitgevoerd, zullen vanaf 2015 (moeten) leiden tot verbetering van de chemische en ecologische toestand van het water. Het beleid hiertoe is ingezet; met de uitvoering is een start gemaakt. Daadwerkelijke verbeteringen van de kwaliteit zullen nog enige jaren op zich laten wachten.

In het rapport “ Klimaatsverandering en kwaliteit van oppervlaktewater” (Schomaker, 2007) wordt expliciet aandacht besteed aan de (mogelijke) gevolgen van de effecten van klimaatverandering op de waterkwaliteit en voor (het realiseren van) de KRW doelen. Het rapport geeft de inschatting dat dergelijke effecten vooral merkbaar zullen zijn voor de periode na 2050. Vooral de scenario’s van het KNMI die uitgaan van verandering van de circulatiepatronen (met ingrijpende droogte tot gevolg) zullen invloed hebben. Men verwacht dat door de klimaatverandering de gevolgen van antropogene stress op de (kwaliteit van de) wateren zal toenemen. Voor de komende periode is die antropogene stress overigens nog steeds de meest bepalende factor voor de (slechte) waterkwaliteit in het studiegebied. Wanneer door maatregelen die stress afneemt en de gevolgen van klimaatverandering doorzetten, wordt de directe invloed van de klimaatverandering op de waterkwaliteit groter. Men verwacht dat pas na 2050 de klimaateffecten die van de antropogene stress gaan overheersen. Een aanpassing van KRW doelstellingen is dan eerst voor de periode vanaf 2050 aan de orde. Voor de huidige tranche van de stroomgebiedsbeheersplannen worden geen grote gevolgen verwacht. Wel geeft men nog aan dat op termijn door de fundamentele klimatologische veranderingen de “historische referentiesituaties” (die nu worden gebruikt als richtbeeld voor de gewenste waterkwaliteitsverbetering) niet meer (voldoende) volstaan.

Het wordt zouter



Bijlage 4

Het wordt zouter - toelichting en verantwoording

(kaart IV)

Algemene toelichting bij het kaartbeeld (processen en componenten)

Eén van de belangrijkste ontwikkelingen die rechtstreeks van invloed is op de kwaliteit of de chemische samenstelling van watersystemen is de toenemende verzilting. Twee belangrijke processen zijn daarin te onderscheiden:

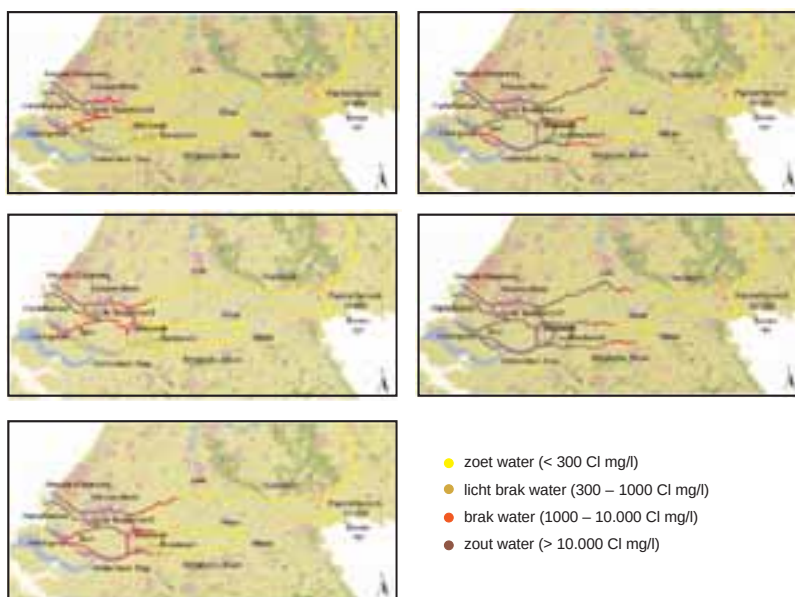
- verzilting via de riviermondingen;
- verzilting via het grondwater.

Verzilting via de riviermondingen

In de mondingen van de rivieren die vrij uitstromen in de zee is sprake van het binnendringen van zout water; de zogenaamde "zouttong". Onder invloed van stijgende zeespiegel zal dit zoute water zich verder stroomopwaarts kunnen gaan verplaatsen (zie bijvoorbeeld Kwadijk, 2007 en figuur B 4.1).

Figuur B 4.1

De zoutindringing via de Rijn-Maas monding tijdens laagwatercondities en bij verschillende niveaus van de zeespiegelstijging (resp 0, 1, 2, 4 en 6 meter). Bron: Kwadijk, 2007.

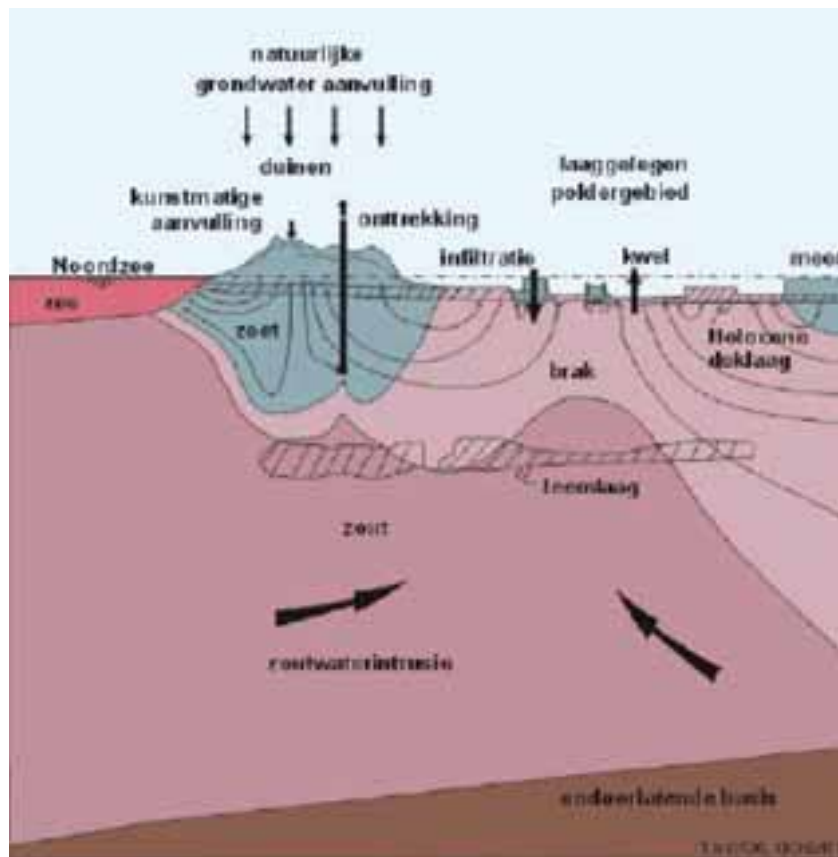


Dit proces zal zich ook manifesteren in het Haringvliet, waar zout water binnen treedt ten gevolge van het deels openzetten ("kieren") van de sluis in de Haringvlietdam. Zeker wanneer in de toekomst wordt besloten deze sluizen verder en langer open te zetten, zal de invloed van het zoute water in de riviermonding zich over een groter gebied gaan uitstrekken. In kaart IV is - op basis van het meest vergaande scenario voor het openzetten van de Haringvlietssluis - aangegeven tot waar de invloed van het zoute water kan reiken en bij welke inlaatpunten daarbij het risico van verzilting optreedt. Het beeld dat hieruit voortkomt, komt overeen met hetgeen in figuur B 4.1 is weergegeven.

Het tweede ruimtelijk meer verspreide proces is verzilting via en van het grondwater (figuur B 4.2). In kaart IV is aangegeven waar in de ondergrond (eerste watervoerende pakket) het water zouter wordt (Minnema, Kuijper en Oude Essink, 2004; zie ook Stuurman, 2006). Een belangrijke oorzaak hiervan is een verschuiving in richting en intensiteit van grondwatersystemen, vooral veroorzaakt door grote fysieke ingrepen zoals de aanleg van droogmakerijen (sinds de 17-e eeuw), de afsluiting van de Zuiderzee en van (grote) grondwateronttrekkingen. De verschuivingen in de betrokken grondwaterstromingen leiden ertoe dat in bepaalde gebieden (dieper) zout grondwater (bijvoorbeeld ingesloten in mariene sedimenten) zich sterker manifesteert. De stijging van het zeeniveau verstrekt - vooral in de kustzone - deze al bestaande processen.

Figuur B 4.2

Een schematische voorstelling van de verziltingsprocessen van en via het grondwater in West-Nederland.
Bron: Stuurman, 2007.



Aandachtsgebieden en relatie met het gebruik

De verzilting via de riviermondingen blijft in eerste instantie beperkt tot de rivier(mondingen) zelf. Op punten waar oppervlaktewater wordt ingelaten - en die zijn groot in aantal in het gebied - kan dit leiden tot het binnenstromen van verzilt, brak water in betreffende regionale (polder)systemen. De rood gemarkeerde punten op kaart IV geven een indicatie van de omvang van het vraagstuk bij het gehanteerde (maximale) "kier-scenario" van de Haringvlietsluizen. Een groot deel van de waterinlaat in Zuid-Holland zal hieronder te leiden hebben. Op een gegeven moment zullen daarbij ook innamepunten voor de drinkwaterbereiding - een aantal daarvan bevinden zich aan de westzijde van de Rotterdamse regio (zie kaart III) beïnvloed worden. Opvallend is overigens, dat de verzilting via de riviermondingen zich "asymmetrisch" voltrekt: aan de noordzijde van de Rijn-Maasmonding voltrekt het proces eerder dan aan de zuidkant: de rode punten die de verzilting aangeven op kaart IV bevinden zich aan de noordzijde ver landinwaarts. Dit gegeven is vooral van belang daar in dit noordelijke gebied een aantal van de belangrijkste innamepunten voor de watervoorziening van Zuid-Holland bevinden (Hollandse IJssel; Gouda). Ook de berekeningen als gepresenteerd in figuur B 4.1 wijzen in dezelfde richting voor zeespiegelstijging van 1 en 2 meter. Bij verder gaande verhoging van het zeeniveau lijken deze verschillen tussen noord en zuid weer kleiner te worden: het wordt vrijwel overal zout(er). De verziltingstendens in het grondwater doet zich in een groot deel van het gebied voor: een brede band tussen globaal Hoek van Holland - Rotterdam - Amsterdam en IJmuiden. Maar ook langs de Zuid-Hollandse eilanden en aan de zuidrand van het gebied in de polders van westelijk Noord-Brabant.

Gekoppeld hieraan zullen in een aantal diepe droogmakerijen en in polders in zuid-westelijk Zuid-Holland (Goeree-Overflakkee, deel Hoekse Waard) - volgens berekeningen van RWS RIZA (GIS data RWS Waterdienst) - rond 2050 de chloridgehaltes in het oppervlakte water al zijn opgelopen tot meer dan 600 mg/l. Plaatselijk in de Haarlemmermeer, maar vooral in en rond polder Mijdrecht dreigt bovendien het opbarsten van de bodem. In of nabij genoemde gebieden liggen complexen met (zeer) gevoelige teelten: glastuinbouw, grond gebonden tuinbouw, bollenteelt, boomteelt. Deze zullen belangrijke nadelige gevolgen ondervinden van de verzilting.

Voor het ecologisch functioneren is niet zozeer de verzilting zelf, maar het onder de huidige omstandigheden jaarlijks enige malen wijzigen van de waterkwaliteit, de voornaamste factor. In gebieden waar door voornoemde processen het zoutgehalte toeneemt, wordt dit - doorgaans ten behoeve van agrarische teelten - bestreden door grote hoeveelheden (voldoende) zoet water in te laten en daarmee het watersysteem "door te spoelen". Gedurende het jaar wisselen hierdoor zoete en meer brak tot zoute milieuomstandigheden zich soms meerdere malen af. Voor het waterleven is juist die snelle afwisseling desastreus: noch zoete(re) of zoute(re) levensgemeenschappen krijgen de kans zich te ontwikkelen, met zeer geringe ecologische betekenis van de betreffende wateren als gevolg.

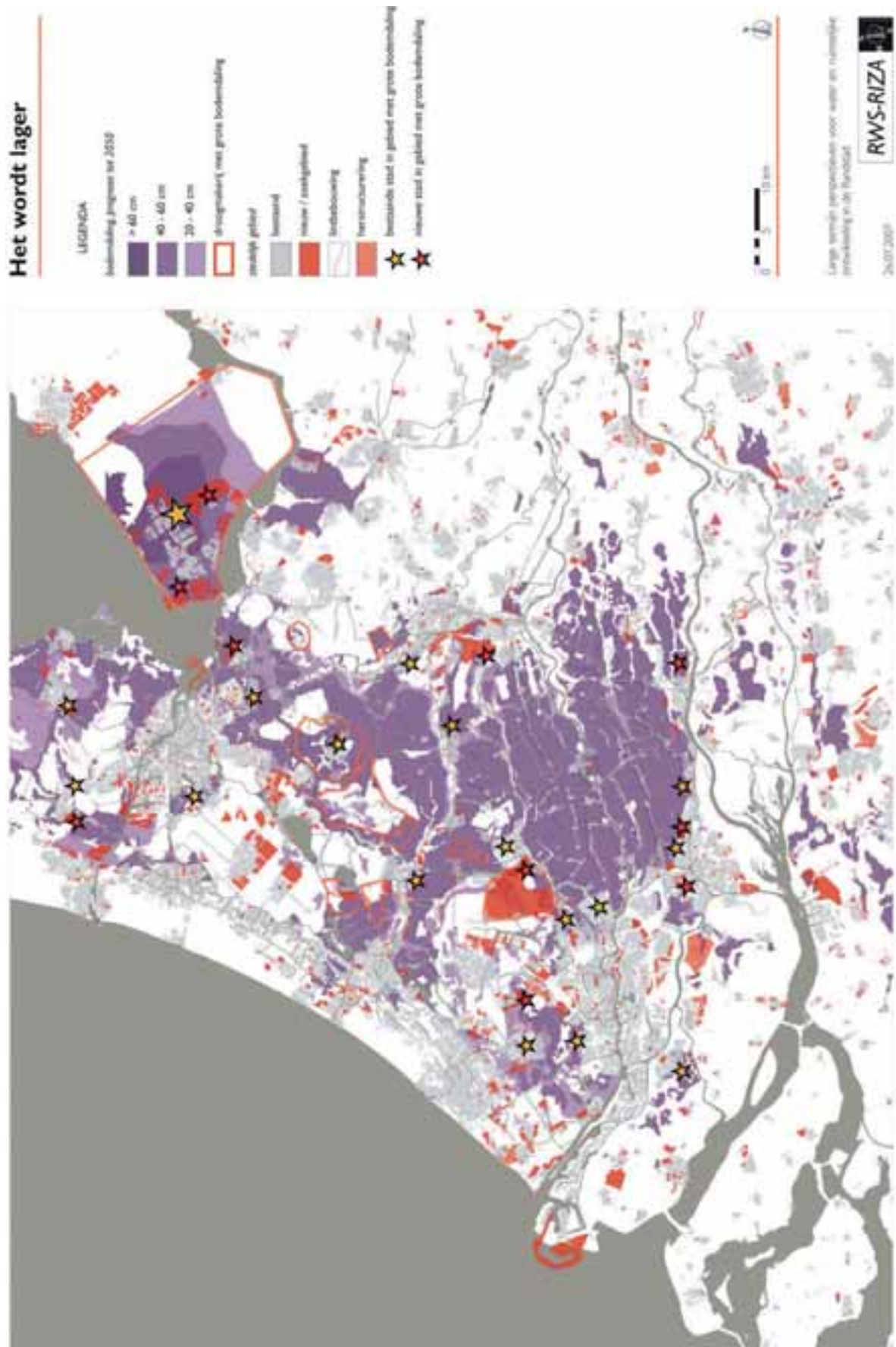
Opvallend is voorts dat het grootste deel van de grondwater-

onttrekkingen ten behoeve van de drinkwaterbereiding zich buiten de zone van het verziltende (diepere) grondwater bevindt. Deze grondwaterwinningen zijn juist gelokaliseerd in het deel van het gebied waar de (diepere) grondwatersystemen verzoeten.

Temporeel

De verzilting van het (diepere) grondwater geeft de situatie aan als berekend voor het jaar 2100 (Minnema, Kuijper en Oude Essink, 2004), waarin overigens nog met de "oude" KNMI-scenario's (van voor 2006) is gerekend. De gegevens over het chloride gehalte en over het opbarsten is berekend voor de periode tot 2050 (GIS data RWS Waterdienst).

De verzilting via de riviermonding is gebaseerd op het scenario waarin de sluizen van het Haringvliet (Stuurgroep Realisatie De Kier, 2004). De 'kierstand' waartoe reeds besloten is, zal in ieder geval de inname punten langs het meest westelijke deel van de Haringvliet direct gaan beïnvloeden.



Bijlage 5

Het wordt lager - toelichting en verantwoording

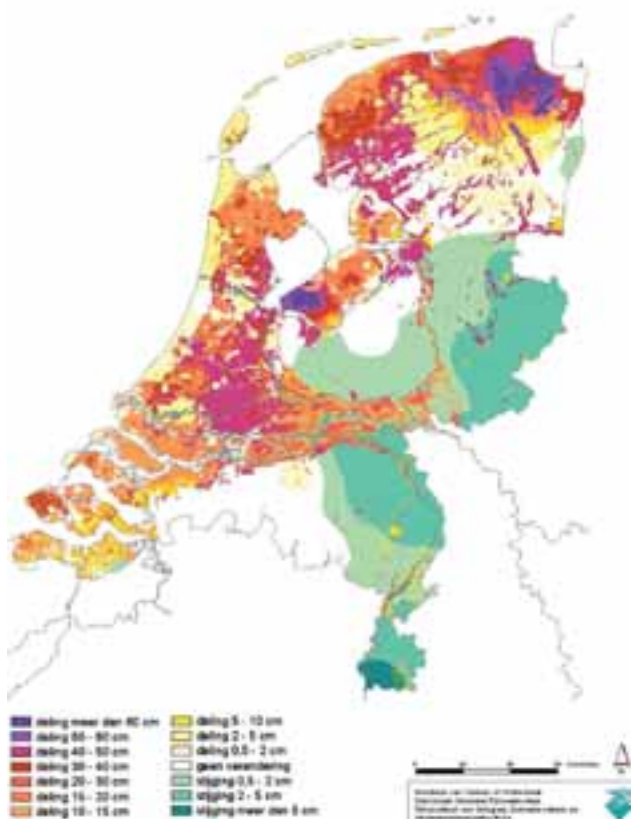
(kaart V)

Algemene toelichting bij het kaartbeeld (processen en componenten)

In het grootste deel van Nederland is sprake van bodemdaling. Een deel van die bodemdaling heeft een tektonische oorsprong: het westelijk deel van Nederland behoort tot het bekken van de Noordzee dat langzaam, maar gestaag, met een snelheid van tot maximaal 25 mm per eeuw daalt (<http://www.natuurinformatie.nl/ndb.mcp/natuurdatabase.nl/i000427.html>). Daarnaast zijn er gebieden die onder invloed van menselijk handelen dalen. Het gaat daarbij om gevolgen van gaswinning, inpoldering en waterhuishouding. Het gecombineerde resultaat van de te verwachten bodemdaling door natuurlijke en niet-natuurlijke processen voor Nederland is in figuur B 5.1 weergegeven. De maaiveldddaling die het gevolg is van menselijke ingrepen, verloopt doorgaans veel sneller dan die van geologische oorsprong. In het studiegebied loopt deze bodemdaling op bepaalde plekken op tot soms meer dan 1 meter per eeuw. Door het wegzakken van (een deel van) het land, wordt het hoogteverschil met het zeeniveau nog groter dan alleen door de stijging van de zeespiegel zelf (de "relatieve zeespiegelstijging"). Een aantal gevolgen van de klimaatverandering zullen door het optreden van deze maaiveldddaling worden versterkt.

Figuur B 5.1

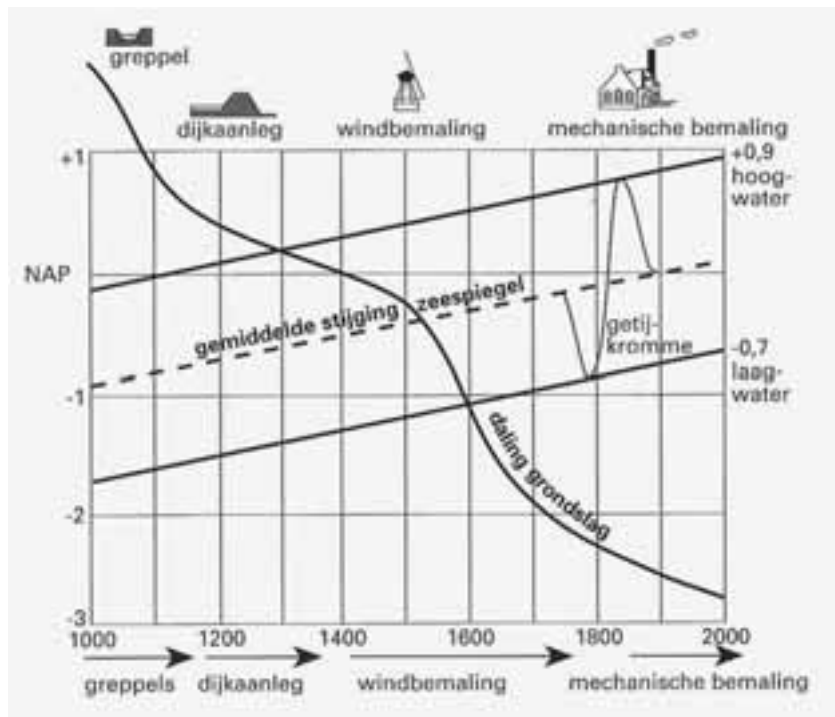
De daling (en stijging) van het maaiveld van Nederland als resultante van natuurlijke processen en van menselijk ingrijpen. Bron: RIZA, 1999, GIS data RWS Waterdienst.



Figuur B 5.2

De daling van het veenoppervlak in relatie tot de stijging van het zeeniveau in de laatste 1000 jaar.

Bron: Van de Ven, 1993.



Veenweidegebieden

Een belangrijk deel van het studiegebied bestaat uit veengronden die - onder invloed van ont- en afwatering - dalen met gemiddeld zo'n halve tot een hele meter per eeuw (kaart V; figuur B 5.1 en B 5.2). Drainage van de veengronden leidt tot lagere grondwaterstanden, het toetreden van zuurstof en daarmee tot het oxideren (verdwijnen, ook wel "opbranden") van het veen (zie ook: figuur B 3.3). Het gevolg is een lager maaiveldniveau. Dit proces is gestart met de ontginning en daaraan gepaarde drainage van de veengronden voor agrarisch gebruik. Het houdt zichzelf (zeker bij het handhaven van het bestaande agrarische gebruik) ook in stand: drainage leidt tot het dalen van de bodem, met hogere grondwaterstanden als gevolg. Het landbouwkundig gebruik vereist bij dergelijke hogere standen hernieuwde (verdere) drooglegging, weer gevolgd door maaiveld daling, enzovoorts. Op sommige plaatsen is door dit proces de bodem meters lager geworden.

Langs de randen van de veengebieden zal de daling relatief beperkt

Figuur B 5.3

Onderheide bouwwerken in het veengebied - waarbij de fundering op onderliggende zandlagen is gestabiliseerd - dalen niet tot nauwelijks. Het gevolg is dat de bouwwerken "op palen" komen te staan. Foto: Alterra, 2007.

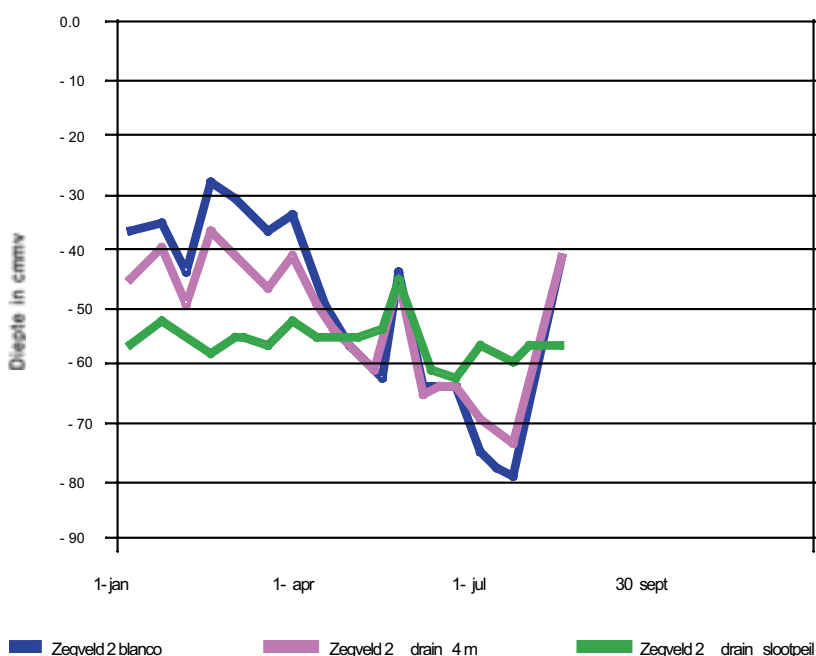


blijven (circa 20 tot 40 cm tot 2050; RIZA 1999, GIS data RWS Waterdienst). In de kernen van de veengebieden is die daling ongeveer het dubbele daarvan (kaart V).

Een ander waterbeheer in deze veengebieden kan leiden tot het verminderen van de bodemdaling ten gevolge van de veenoxidatie (vergelijk paragraaf 2.3). In het algemeen kan worden gesteld dat het instellen van hogere slootpeilen in betreffende polders tot hogere (grond)waterstanden leidt en daarmee het optreden van daling van deze veenweidegebieden zal tegengaan. Het totaal vernatten van deze gebieden zal voor de melkveehouderij, de belangrijkste vorm van grondgebruik, niet aanvaardbaar zijn. Vandaar dat wordt gezocht naar (alternatieve) strategie'n voor peilbeheer die behoud van mogelijkheden voor de melkveehouderij koppelen aan het voorkomen van (te) snelle bodemdaling. In het project "Waarheen met het veen" zijn hiertoe (veld)experimenten uitgevoerd met zogenaamde "onderwaterdrains" (Hardeveld et al., 2006 en figuur B 5.4) : in de zomerperiode kunnen deze helpen een relatief hoge, maar nog agrarisch aanvaardbare waterstand te realiseren. Hiermee wordt de veenafbraak en daarmee de maaiveld daling gereduceerd.

Figuur B 5.4

Het aanleggen van zogenaamde "onder waterdrains" draagt bij aan het voorkomen van maaiveld daling in veenbodems. In het perceel met onderwaterdrains (paarse lijn links) worden overschotten (winterperiode) beter afgevoerd, maar zakt de waterstand in de zomer periode minder ver weg. Dit leidt in dit geval tot reductie van de maaiveld daling met circa 3mm per jaar. Bron: Hardeveld et al., 2006.



Droogmakerijen

Ook in de droogmakerijen zijn gebieden waar het maaiveld nog (flink) lager zal worden. De hoogste waarden worden verwacht in Zuid-Flevoland: het centrale deel daarvan zal tot 2050 nog meer dan 0.6 meter dalen (RIZA, 1999). Deze daling heeft te maken met (na)zetting na de inpoldering van dit gebied. Ook andere droogmakerijen met (relatief) sterke bodemdaling zijn in kaart V weergegeven. Het gaat om lage gebieden die door de bodemdaling nog verder wegzakken.

Bouwtechnische problemen

In (bestaande en nieuwe) steden en overige (lint)bebouwing op plekken met grote bodemdaling kunnen bouwtechnische problemen

optreden. Vooral wanneer de daling ongelijkmatig optreedt, kunnen huizen scheefzakken en of scheuren ontstaan in funderingen, muren en plafonds. Dit vergt extra aandacht - en kosten - bij aanleg, en bij beheer en onderhoud. Wat dit betreft zijn vooral de veengebieden - en de bebouwingslinten (kaart V) daarbinnen - gevoelig. Juist om dergelijke ongelijkmatige zettingen te voorkomen, hebben de bebouwingslinten in het veen vaak een eigen, hoger (grond) waterpeil. Uit eerder onderzoek (Fiselier, Sistermans en Nijenhuis, 2004) is gebleken dat lange termijn kosten ten gevolge van het bouwen op veenbodems doorgaans niet in de exploitatierekening van te ontwikkelen nieuwbouwwijken worden meegenomen. De kosten worden daarmee afgewenteld op (latere) gebruikers en beheerders van de betreffende bouwwerken en gebieden.

Maaiveld daling en klimaatverandering

De daling van het maaiveld kan een aantal processen onder invloed van klimaatverandering - zoals hiervoor besproken - intensiveren. Een lagere bodem leidt tot een groter stijghoogteverschil tussen zee en land en tussen diep en ondiep grondwater: een lager maaiveld zal daarmee tot een toename van de (diepe) kwelstromen kunnen leiden. Dit is vooral relevant voor de diep gelegen droogmakerijen die toch al relatief veel invloed van die kwel (vaak ook zout; zie paragraaf 2.4) ondervinden.

Een (nog) lager maaiveldniveau kan bijdragen aan toename van het verscherpen van het veiligheidsrisico. Eventuele overstromingsdiepten nemen toe, met grotere gevolgen voor mensen, roerende en onroerende goederen. Dit geldt voornamelijk voor woon- en werkgebieden, en op termijn ook voor gebieden met belangrijke toekomstige verstedelijkingsopgaven (zie kaart V). Grotere inundatiediepten (meer water) kunnen ook het afvoeren van het water bemoeilijken en daarmee het herstel na een eventuele overstroming vertragen. Ook deze verschijnselen lijken vooral relevant voor diepgelegen droogmakerijen; uiteraard het sterkst voor Zuidelijk-Flevoland, de Zuidplaspolder en de polder Mijdrecht waar bestaande of juist nog nieuwe stedelijke gebieden ontwikkeld worden (kaart V).

Literatuurverwijzingen

Al Gore 2006. An inconvenient truth.

Bosch en Slabbers, 2006. Water in de westelijke veenweiden. In opdracht van Dg Water. Den Haag.

CPB, MNP en RPB, 2006. "Welvaart en leefomgeving". Rapportnummer 500081001. Centraal Planbureau, Milieu en Natuur Planbureau en Ruimtelijk Planbureau. Den Haag, Bilthoven.

Eck, W. van et al. 1996. Koeien en koersen; ruimtelijke kwaliteit van melkveehouderijsystemen in 2025. SC-DLO, Rapport 431.1. Wageningen.

Fiselier, J., Sistermans, P. en Nijenhuis, M., 2004. "Onderbouwd bouwen in het veen". RIZA werkdocument 2004.142X. DHV in opdracht van RWS RIZA. Amersfoort, Lelystad.

Geuze en Feddes, 2005. "Polders! Gedicht Nederland". NAI, Rotterdam.

Ham, W. van der, 2002. "Een wijd perspectief; een historische verkenning van het Nederlandse landschap in relatie tot het waterbeheer". In: "Waterlandschappen", Van Buuren, Van Drimmelen en Iedema (red), RIZA werkdocument 2002.118x. Rijkswaterstaat RIZA, Lelystad.

Hardeveld et al, 2006. TOEPASSING VAN ONDERWATERDRAINAGE IN VEENWEIDEN; een overzicht van kennis. Website project "Waarheen met het veen?".

Hetsen en Hidding, 1991. Landbouw en ruimtelijke organisatie in Nederland. Analyse en toekomstverkenning van een regionaal gedifferentieerde betrekking. Proefschrift, Wageningen.

Hillebrand, J.H.A. en B. Koole, 1999. Atlas ontwikkeling landbouw; onderzoek in opdracht van Ministerie van VROM/Rijksplanologische Dienst. Rapport 4.99.11. Landbouw-Economisch Instituut (LEI), Den Haag
H+N+S Landschapsarchitecten, 2007. Aquade.

Hooijmeijer, Meyer en Nienhuis, 2005. "Atlas van de Nederlandse waterstad". Uitgeverij SUN, Amsterdam.

IPCC 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Fourth Assessment Report
Climate Change 2007: Synthesis Report. IPCC.

Klijn et al. (2007) Overstromingsrisico's in Nederland in een veranderend klimaat Verwachtingen, schattingen en berekeningen voor het project Nederland Later. juni 2007. Rapport Q4290.00 Opdrachtgever: Milieu- en Natuurplanbureau (MNP).

KNMI 2006. KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01. KNMI, De Bilt.

Kwadijk, in concept. "Gevolgen van grote zeespiegelstijging op de Nederlandse zoetwaterhuishouding; verwachtingen, schattingen en berkeningen voor het project Nederland Later". WL Delft.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2000. "Anders omgaan met water". Den Haag.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. "Randstad Urgent". Den Haag.

Minnema, Kuijper en Oude Essink, 2004. "klimaatveranderingen en verzilting in de provincie Zuid-Holland (check titel)..."; TNO rapport 04-189-B. TNO-NITG, Utrecht.

MNP, 2007. "Nederland Later; tweede duurzaamheidsverkenning, deel Fysieke leefomgeving Nederland. Milieu en Natuur Planbureau, met medewerking van WL Delft Hydraulics. MNP-publicatie nummer 500127001/2007. Bilthoven.

MUST, 2007. "De stromende stad". In opdracht van WINN, het innovatieprogramma van Rijkswaterstaat. Amsterdam.

Oosterberg et al., 2006. "Rode Delta's; overstromingsrisicobeheer in verstedelijkt gebied - de praktijk in het buitenland. Rijkswaterstaat Riza, Lelystad.

Platteeuw. M. en Iedema, W., 2001. "Biedt ruimte voor water ook ruimte voor natuur?". RIZA werkdokument 2001.065X. Lelystad.

Reh, W., C.M. Steenbergen, D. Aten, 2005. "Zee van Land; de droogmakerij als atlas van de Hollandse Landschapsarchitectuur". UNH, Architectura en Natura, Amsterdam.

RIONED, 2007. "Klimaatverandering, hevige buien en riolering; visie van Stichting RIONED". Stichting RIONED, Ede.

RPB, 2005. "Het gedeelde land van de Randstad; ontwikkeling en toekomst van het Groene Hart". NAI Uitgevers/RPB, Rotterdam/Den Haag.

RPB, 2007. "Overstromingsrisico als ruimtelijke opgave". L. Pols, P. Kronberger, N. Pieterse en J. Tennekes, Ruimtelijke Planbureau, Den Haag. NAI Uitgevers, Rotterdam.

Schielen, Silva en Kuggeleijn, 2004 Schielen, R.M.J., W. Silva en P.M. Kuggeleijn, 2004.

Prioritering van maatregelen BOR, Projectorganisatie Ruimte voor de Rivier Bureau Bovenrivieren, Arnhem

Schomaker, 2007. "Klimaatverandering en kwaliteit van oppervlaktewater; een nationale verkenning". Royal Haskoning, in opdracht van RWS RIZA. Den Bosch, Lelystad.

SDU, 1984. "Atlas van Nederland". Stichting Wetenschappelijke Atlas van Nederland. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

Silva, W., 2007. "Van Eijsden en Lobith naar zee". RWS Waterdienst, Lelystad.

Stuurgroep Groene Hart; 2005. Ontwikkelingsprogramma voor het groene hart. Provincies Noord-Holland, Zuid-Holland en Utrecht.

Stuurgroep Realisatie de Kier, 2004. "Haringvlietsluizen op een Kier . Effecten op natuur en gebruiksfuncties". RWS Zuid-Holland, rapport AP/2004.07. Rotterdam.

Stuurman, 2006. "Schetsen van het Nederlandse grondwatersysteem in 2050". TNO-rapport 2007-U-R0201/B. TNO-NITG, Utrecht.

Ven, Van de (red.), 1993. "Leefbaar Laagland, geschiedenis van de waterbeheersing en landaanwinning in Nederland". Utrecht.

Vereniging Deltametropool, 2000. "Waterrijk Deltametropool. Vereniging Deltametropool, H+N+S Landschapsarchitecten. Delft, Utrecht.

VNK, 2005. "Veiligheid Nederland in kaart; hoofdrapport onderzoek overstromingsrisico's. Rijkswaterstaat DWW, rapport 2005-081. November 2005, Delft.

Vromraad, 2007. "De hype voorbij; klimaatverandering als structureel ruimtelijk vraagstuk". Vromraad, Advies 060. Den Haag.

Vuren, van en Kwadijk, 2007. Toepassing klimaatscenario's in het waterbeheer en -beleid. In opdracht van RWS RIZA. WI Delft, Delft.

V&W, 2005. Karakterisering Werkgebied Rijndelta. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Coördinatiebureau Rijn en Maas.

Weijden, Van der et al. (1984). "Bouwstenen voor een geïntegreerde landbouw". Voorstudie WRR. WRR, Den Haag.

Wolters, 2004. Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling. RIZA-werkdocument 2004-043x, Lelystad.

GIS data ontleend aan:

RWS Waterdienst

NITG-TNO

MNP

Nieuwe Kaart van Nederland

Ruimtemonitor RPB