



Deltaprogramma | Deelprogramma Zoetwater

Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses

Fase 1



Deltaprogramma | Deelprogramma Zoetwater

Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses

Fase 1

Inhoud

1	Ten geleide	3
1.1	Inleiding	3
1.2	Reikwijdte van de knelpuntenanalyse	4
1.3	Doel van dit rapport	4
1.4	Totstandkoming	4
2	Waar hebben we het over?	5
2.1	Algemeen	5
2.2	Doelen van het zoetwaterbeheer	6
2.3	Hoeveel water is er eigenlijk nodig?	7
2.4	Staand beleid: de verdringingsreeks	8
3	Wat komt er in de toekomst op ons af?	9
3.1	Gebruik van de Deltascenario's	9
3.1.1	Veranderende waterbeschikbaarheid: het effect van klimaatverandering	9
3.1.2	Veranderende watervraag: het effect van maatschappelijke ontwikkelingen	11
3.1.3	Onzekerheden rond de ontwikkeling van waterbeschikbaarheid en watervraag	11
4	Ernst en omvang van de knelpunten	13
4.1	Wat is een knelpunt?	13
4.2	Meer wateraanvoer en grotere tekorten	14
4.2.1	De voorraad is overvraagd en/of raakt uitgeput (IJsselmeer)	15
4.2.2	Inlaatpunten raken te zeer verzilt (Gouda en Bernisse)	16
4.2.3	Er is in het geheel geen wateraanvoer mogelijk	17
4.2.4	Er is onvoldoende water in de rivieren en kanalen	18
4.3	De belangrijkste knelpunten per watergebruiker/sector	19
4.3.1	Land- en tuinbouw	19
4.3.2	Natuur	20
4.3.3	Stedelijk gebied	21
4.3.4	Waterkeringen, infrastructuur en bodem	21
4.3.5	Drinkwater: inname van ruwwater	21
4.3.6	Industriewatervoorziening	21
4.3.7	Koelwater voor energievoorziening en industrie	21
4.3.8	Scheepvaart	22
4.3.9	Recreatie	22
4.3.10	Visserij	22
5	Hoofdpijnen van de bevindingen	23
5.1	Hoofdconclusies	23
5.2	Hoofdpijnen bevindingen knelpuntenanalyses	23
5.3	Aanbevelingen voor fase 2 van de knelpuntenanalyse	24
	Bijlagen	25
	Witte vlekken en verbetering modelinstrumentarium	25
	Kennisleemten en witte vlekken	25
	Verbetering modelinstrumentarium	28

1 Ten geleide

1.1 Inleiding

In de eerste fase van het deelprogramma Zoetwater is de aard en omvang van de zoetwaterproblematiek onderzocht, in de huidige situatie en in de toekomst (2050/2100). In dit syntheserapport vatten we de belangrijkste bevindingen samen van de eerste fase van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses.

Er zijn 8 analyses uitgevoerd, 1 landelijke en 7 regionale (zie figuur 1.1), waarmee een breed gedragen kwantitatieve en kwalitatieve beschrijving van de zoetwaterproblematiek is gegeven. De landelijke en regionale knelpuntenanalyses zijn afzonderlijk gerapporteerd. De landelijke knelpuntenanalyse berust op onderzoek van o.a. Deltares, Alterra en PBL. De regionale analyses geven verdieping en aanscherping op de landelijke analyse. Wanneer de uitkomsten van de regionale analyses haaks op de uitkomsten van de landelijke analyse stonden, zijn vragen voor vervolgonderzoek benoemd.

De knelpuntenanalyse heeft betrekking op discrepanties tussen waterbeschikbaarheid en watervraag. Deze zijn geïdentificeerd voor de huidige situatie en de toekomst. Daarbij is uitgegaan van de huidige inrichting van de waterhuishouding, autonome ontwikkeling van klimaat en maatschappij (zonder adaptatie aan klimaatverandering), en continuering van het huidige - of vastgestelde - beleid. De knelpuntenanalyse kan als basis dienen voor het zoeken naar oplossingen en beleidstrategieën, als we de oorzaken van de problemen voldoende in beeld hebben.



Figuur 1.1. De 7 zoetwaterregio's.

1.2 Reikwijdte van de knelpuntenanalyse

In de knelpuntenanalyse wordt gewerkt van grof naar fijn. Voor deze eerste fase van de knelpuntenanalyse:

- is gebruik gemaakt van toekomstscenario's en simulatiemodellen die voor het gehele Deltaprogramma gebruikt worden, respectievelijk de Deltascenario's en het Deltamodel. Er zijn twee uitersten van klimaatontwikkeling beschouwd, conform de deltasenario's: G en W+. Ook voor sociaaleconomische ontwikkeling zijn twee uitersten beschouwd: GE en RC. Deze uitersten zijn gecombineerd tot vier Deltascenario's G/RC (RUST), G/GE (VOL), W+/RC (WARM) en W+/GE (STOOM).
- zijn de ontwikkelingen in watervraag en zoetwaterbeschikbaarheid in beeld gebracht voor 2050, met af en toe een doorkijk naar 2100.
- is voor de landelijke analyse gerekend met een eerste versie van het Deltamodel (waar het Nationaal Hydrologisch Instrumentarium (NHI) deel van uitmaakt) en hebben de regio's Noord, Oost, Rivieren en Zuidwestelijke Delta gebruik gemaakt van deze resultaten. Deze versie was nog onvoldoende gevalideerd, zodat in de modelberekeningen nog aanwijsbare onvolkomenheden zitten.
- is voornamelijk gerekend voor drie karakteristieke 'droogtejaren': een gemiddeld jaar (50% jaar, referentie 1967), een droog jaar (10% jaar, referentie 1989) en een extreem droog jaar (1% jaar, referentie 1976)¹. In sommige regionale analyses wordt ook gerefereerd aan het droge jaar 2003, dat voor de externe verziltingproblematiek als een 10% jaar kan worden beschouwd.

In de regionale analyses is in sommige gevallen van de bovengenoemde uitgangspunten afgeweken.

In een volgende fase zal een meerjarige reeks worden doorgerekend. Ook zullen berekeningen worden gedaan met een groter watergebruik in bovenstrooms gelegen buurlanden en voor specifiekere autonome ontwikkelingen van watergebruikfuncties. Dan zal ook met een volgende versie van het Deltamodel worden gerekend.

1.3 Doel van dit rapport

Het doel van dit rapport is om een beknopt overzicht te geven van de bevindingen over:

- de huidige situatie met betrekking tot watervraag en waterbeschikbaarheid;
- de ontwikkeling van deze beide als gevolg van klimaatverandering en sociaaleconomische ontwikkelingen;
- waar en wanneer knelpunten optreden en welke omvang die hebben.

1.4 Totstandkoming

Dit syntheserapport is opgesteld door de Waterdienst in samenwerking met Deltares, Alterra, PBL, de zeven zoetwaterregio's en het Programmteam Zoetwater. De basis voor de rapportage zijn de landelijke en zeven regionale knelpuntenanalyses. Het vormt de synthesesweek van 11 – 15 april 2011 zijn benoemd. Daarbij waren vele partijen betrokken: departementen, provincies, waterschappen, maatschappelijke organisaties, bedrijfsleven en kennisinstellingen.

¹ De percentages die voor de karakteristieke jaren zijn gegeven zijn gemiddelden voor heel Nederland; er zijn opvallende verschillen per regio.

2 Waar hebben we het over?

2.1 Algemeen

De knelpuntenanalyse heeft betrekking op discrepanties tussen zoetwaterbeschikbaarheid en vraag naar zoetwater. Het is dus zaak deze discrepanties te identificeren, voor de huidige situatie en voor de toekomst. Daarbij wordt uitgegaan van de huidige inrichting van de waterhuishouding, autonome ontwikkeling van klimaat en maatschappij, en continuering van het huidige – of vastgestelde – beleid. In Nederland is voldoende beschikbaarheid van zoetwater altijd vanzelfsprekend geweest. Dat hangt samen met het feit dat er ten eerste op jaarbasis vrijwel altijd sprake is van een neerslagoverschot en dat ten tweede de grote rivieren veel meer water aanvoeren dan we gebruiken. Daarom is er, zelfs in droge jaren, nog afvoer van zoetwater naar zee. (Tabel 2.1 en Figuur 2.1)

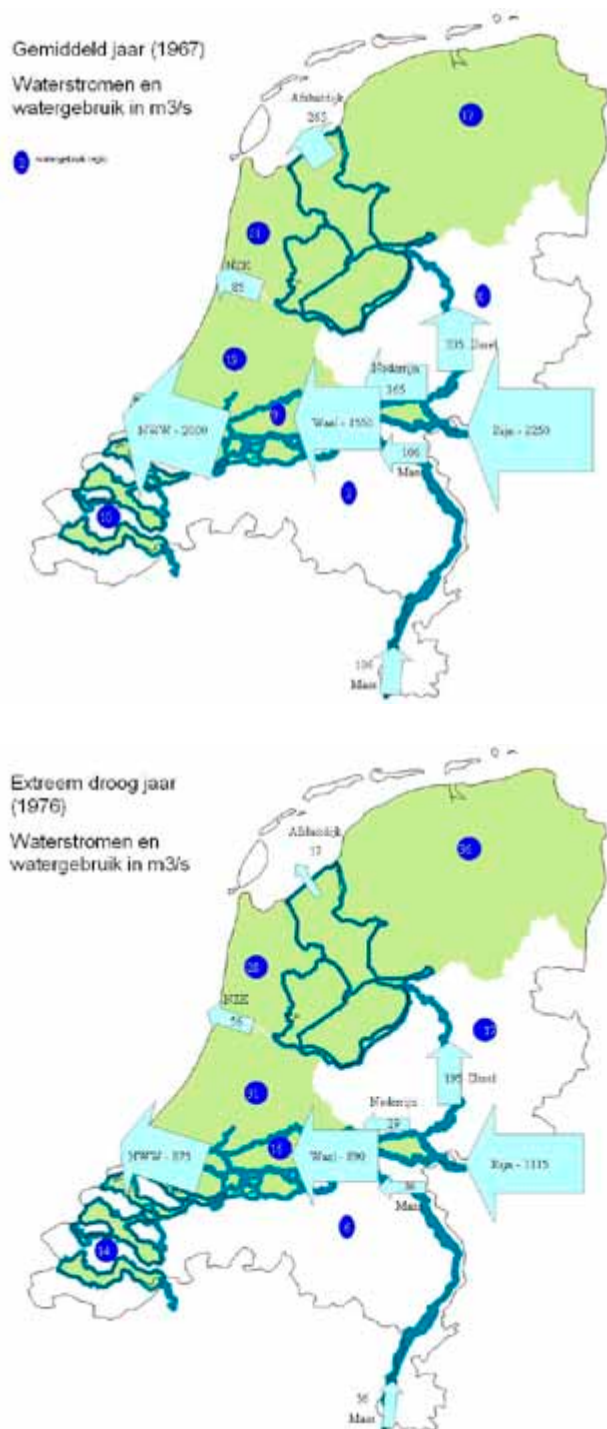
	Gemiddeld		Extreem droog jaar (1976)	
	Mm	109 m3	mm	109 m3
In				
Regenval	795	29	535	20
Rijn (aan de grens)	1.915	70	1.130	42
Maas (aan de grens)	200	7,4	95	3,5
Andere rivieren	90	3,3	40	1,5
Totaal	3.000	110	1.800	66
Uit				
Verdamping	565	21	528	19
Gebruik	60	2,3	163	6,0
Uitstroming naar zee	2.375	87	1.109	41
Totaal	3.000	110	1.800	66

Tabel 2.1. Waterbalans van Nederland, gemiddeld (over de jaren 1971–2000) en in een extreem droog jaar (1976) (NHV, 2004).

Nu is het neerslagoverschot niet altijd in het juiste jaargetijde voorhanden: neerslag valt vaak in het winterhalfjaar en wordt dan als overtollig water afgevoerd. 's Zomers, als het water nodig is, kan er echter sprake zijn van forse neerslagtekorten; daar is in het huidige klimaat in sommige jaren al merkbaar sprake van. Er kan dus een knelpunt ontstaan qua timing.

Ten tweede kan het water uit de grote rivieren niet naar iedere plaats worden gestuurd waar het gevraagd wordt. Dat betekent dat er lokaal of in grotere gebieden knelpunten kunnen ontstaan. Dat wil zeggen dat er knelpunten kunnen ontstaan naar plaats.

Ten derde is de beschikbare kwaliteit niet altijd in overeenstemming met de vraag. Dan ontstaan er dus knelpunten niet omdat er onvoldoende water is maar omdat het niet voldoet aan de gewenste kwaliteit.



Figuur: 2.1 Schematische schets van de horizontale waterstromen door Nederland in een gemiddelde zomer en een extreem droge zomer (PBL, in voorbereiding)

Deze knelpuntanalyse is in eerste instantie gericht op de landelijke waterhuishouding: de verdeling van water uit de grote rivieren en voorraadvorming in en levering vanuit het IJsselmeer- Markermeer en het Rijn-Maasmondbed (Figuur 2.2).

Ten tweede gaat het om de omgang met grondwatervoorraden, die een belangrijke rol spelen in het overbruggen van droge perioden. Deze zijn vooral van belang in gebieden waar geen wateraanvoer mogelijk is.



Figuur 2.2: Gebieden waar aanvoer van zoetwater uit het hoofdsysteem mogelijk is met een aanduiding van de belangrijkste bron

2.2 Doelen van het zoetwaterbeheer

Er bestaan op dit moment geen expliciete doelen voor het kwantiteitsbeheer van zoetwater op rijksniveau. Dergelijke doelen zijn nodig om de ernst en omvang van knelpunten te bepalen. Op regionaal niveau zijn er wel doelen, namelijk in de vorm van peilbesluiten voor polders en boezemwateren, en in de vorm van richtwaarden voor de chemische en ecologische toestand van wateren ingevolge de KaderRichtlijnWater (KRW). Tevens zijn er wettelijke getalsnormen voor waterkwaliteit bij sommige sectoren, namelijk voor drinkwater en koelwaterlozingen.

Ondanks het ontbreken van expliciete kwantiteitsdoelen op rijksniveau is er wel een impliciet doel, namelijk: de juiste hoeveelheid water van de juiste kwaliteit op het juiste moment op de juiste plek krijgen. En die juiste plek wordt bepaald door de 'gestelde

watervraag' en de vele watervragers. Het gaat daarbij ten eerste om landgebruikers, zoals land- en tuinbouw en natuur, om sectoren zoals industrie- en drinkwatervoorziening, en om watergebruikers, zoals de scheepvaart. Ten tweede gaat het om algemene 'nutsfuncties', zoals peilbeheer, dat nodig is om te voorkomen dat infrastructuur en gebouwen verzakken, dat dijken en kades instabiel worden, dat het maaiveld daalt (vooral in veengebieden) en dat funderingen (houten heipalen) worden aangetast.

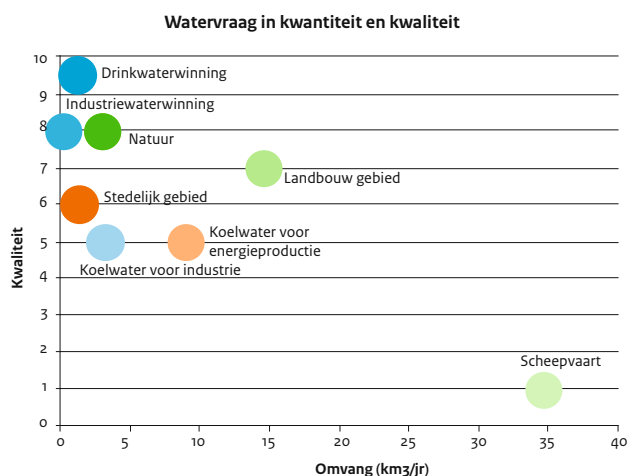
Omdat expliciete doelen voor zoetwater op rijksniveau goeddeels ontbreken zijn in deze fase van de knelpuntanalyse mogelijke zoetwaterproblemen in 'neutrale' termen beschreven en is het woord 'knelpunt' gebruikt in plaats van 'probleem'.

2.3 Hoeveel water is er eigenlijk nodig?

Verschillende gebruiksfuncties stellen verschillende eisen aan waterbeschikbaarheid: kwantitatieve en kwalitatieve. Zo vraagt scheepvaart bijvoorbeeld wel een flinke rivierafvoer op de Rijn om de gewenste vaardiepte te kunnen handhaven, maar aan de waterkwaliteit stelt de scheepvaart absoluut geen eisen; ook in zout of vies water kun je varen. Aan de andere kant van het spectrum bevindt zich de drinkwaterproductie. Drinkwater is op de waterbalans van Nederland maar een kleine post, maar drinkwaterwinning stelt wel een hele hoge eis aan de kwaliteit van het water. Qua omvang is de land- en tuinbouw in Nederland een hele grote waterverbruiker (zie figuur 2.3) en die sector stelt ook redelijk hoge eisen aan de kwaliteit van het water, al verschilt dat sterk per gewas. In figuur 2.3 is de waterbehoefte van verschillende watergebruiksfuncties weergegeven. Merk op dat het hier gaat om de totale waterbehoefte en niet om de vraag die aan het hoofdwatersysteem wordt gesteld; in het grootste deel van de behoefte wordt immers voorzien doordat het regent (natuurgebied) of doordat rivieren nu eenmaal stromen (scheepvaart).

Om in tijden van droogte aan de waterbehoefte van de vele watergebruikers te voldoen wordt oppervlaktewater vanuit het hoofdwatersysteem aangevoerd. Maar belangrijker is dat het (regionale) waterbeheer ook enkele algemene doelen dient, zoals peilbeheer en het doorspoelen van het watersysteem. Juist deze algemene doelen leiden tot een grote aan het hoofdsysteem 'gestelde watervraag'.

In de knelpuntenanalyse ligt de nadruk vooral op de 'gestelde vraag'. Daar horen dus andere getallen bij dan die in figuur 2.3.



Figuur 2.3: Indicatief overzicht van de totale waterbehoefte van watergebruiksfuncties in kubieke kilometers per jaar voor een gemiddeld jaar, en van hun kwaliteitseis (rapport cijfer)

2.4 Staand beleid: de verdringingsreeks

Omdat voldoende zoetwater altijd vanzelfsprekend is geweest, hebben we in Nederland geen beleid ontwikkeld voor structurele watertekorten maar alleen voor incidentele droogte. Beleid dus voor als er tijdelijk minder water beschikbaar is door langdurig droog weer in (delen van) Nederland of zeer lage rivierafvoeren door langdurige droogte in heel Noordwest-Europa.

Het beleid heeft daarvoor als kern een rantsoeneringssysteem dat is vastgelegd in een landelijke verdringingsreeks met regionale uitwerkingen hiervan. Deze verdringingsreeksen zijn opgesteld na de droge zomer van 1976 en zijn geactualiseerd na de droge zomer van 2003. In de verdringingsreeksen is vastgelegd wie of wat prioriteit heeft bij het verdelen van oppervlaktewater uit het hoofdwatersysteem: de grote rivieren en het IJsselmeer.



Figuur 2.4: De landelijke verdringingsreeks

Op het gebied van vergunningen en waterrechten kent Nederland het relatief eenvoudige systeem van waterakkoorden. De regeling van het – facultatieve – waterakkoord is in de Waterwet vastgelegd. In een Waterakkoord worden afspraken vastgelegd tussen verschillende waterbeheerders met het oog op een samenhangend en doelmatig waterbeheer, bijvoorbeeld over in- en uitstroompunten tussen twee beheersgebieden. In tijden van droogte kan de staatssecretaris besluiten de afspraken in een waterakkoord tijdelijk te laten vervallen.

3 Wat komt er in de toekomst op ons af?

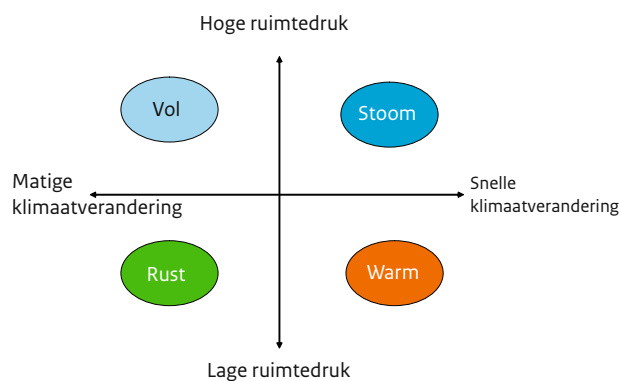
3.1 Gebruik van de Deltascenario's

Voor het deltaprogramma zijn deltasenario's ontwikkeld, die in alle deelprogramma's gebruikt worden. Voor die deltasenario's zijn de twee uiterste scenario's voor klimaatverandering van het KNMI gebruikt, G (gematigd) en W+ (warm met andere luchtcirculatie); aangevuld met andere relevante geo-fysieke veranderingen, zoals bodemdaling. Deze zijn gecombineerd met de twee uiterste scenario's voor sociaaleconomische verandering van de WLO-studie, RC (regional communities) en GE (global economy). Zo wordt als het ware een bandbreedte van mogelijke toekomstige veranderingen omspannen: van het 'ergste' wat ons kan overkomen tot het 'minst erge'².

Voor de periode 2050 tot 2100 werd het door de planbureaus onverantwoord geacht om voor de sociaaleconomische ontwikkelingen kwantitatieve uitspraken te doen. Voor deze 'doorkijkperiode' naar 2100 zijn voor de deltasenario's meer kwalitatieve uitspraken gedaan.

De volgende 4 deltasenario's zijn onderscheiden:

- RUST: matige klimaatverandering en geringe ruimtedruk (G/ RC)
- VOL: matige klimaatverandering en grote ruimtedruk (G/ GE)
- WARM: snelle klimaatverandering en geringe ruimtedruk (W+/ RC)
- STOOM: snelle klimaatverandering en grote ruimtedruk (W+/ GE)



Figuur 3.1: Vier deltasenario's in een assenkruis van geo-fysieke en sociaaleconomische drijvende krachten

Wat het 'ergst' en het 'minst erg' is kan verschillen per vraagstuk. Voor het zoetwaterbeheer vormt het klimaatscenario met de geringste beschikbare hoeveelheid zoetwater in de zomer bij de grootste watervraag de grootste opgave. Nu wordt de grootste drinkwatervraag verwacht bij sociaaleconomisch scenario GE, maar de grootste watervraag voor land- en tuinbouw juist bij scenario RC. Omdat dus niet op voorhand duidelijk is wat voor het zoetwaterbeheer de 'minste opgave' en 'grootste opgave' zijn, zijn in de landelijke analyse alle vier deltasenario's doorgerekend.

3.1.1 Veranderende waterbeschikbaarheid: het effect van klimaatverandering

Er zijn twee scenario's voor klimaatontwikkeling beschouwd, conform de deltasenario's: G (voor RUST en VOL) en W+ (voor WARM en STOOM). Het verschil tussen deze klimaatscenario's is

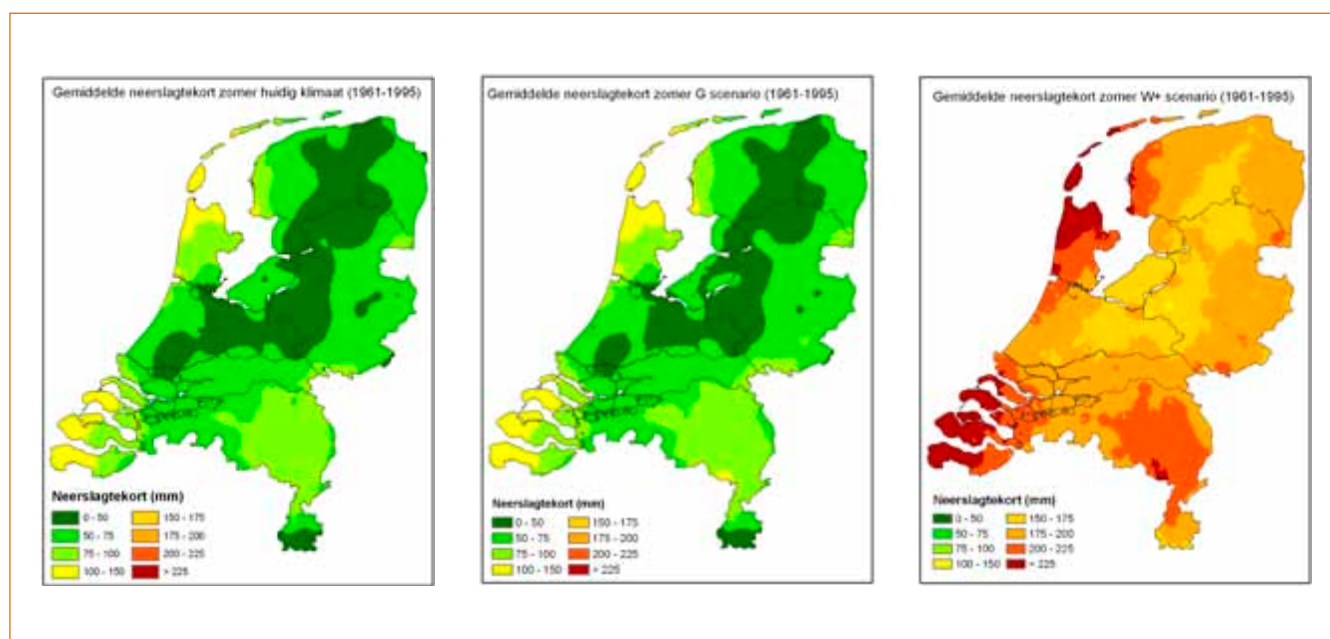
² Het gaat hier om een realistische schatting van bandbreedtes en niet om absolute boven- en ondergrenzen.

groot, vooral doordat in W+ de luchtcirculatie boven West-Europa structureel verandert. De klimaatscenario's W en G+ zijn niet apart onderzocht. Daarvan wordt opgemerkt dat W overeen komt met grofweg tweemaal zo snelle veranderingen als G, en G+ met een half maal zo snelle verandering als W+. De scenario's G en W+ kunnen daarmee als de uitersten van op dit moment waarschijnlijk geachte klimaatverandering worden beschouwd.

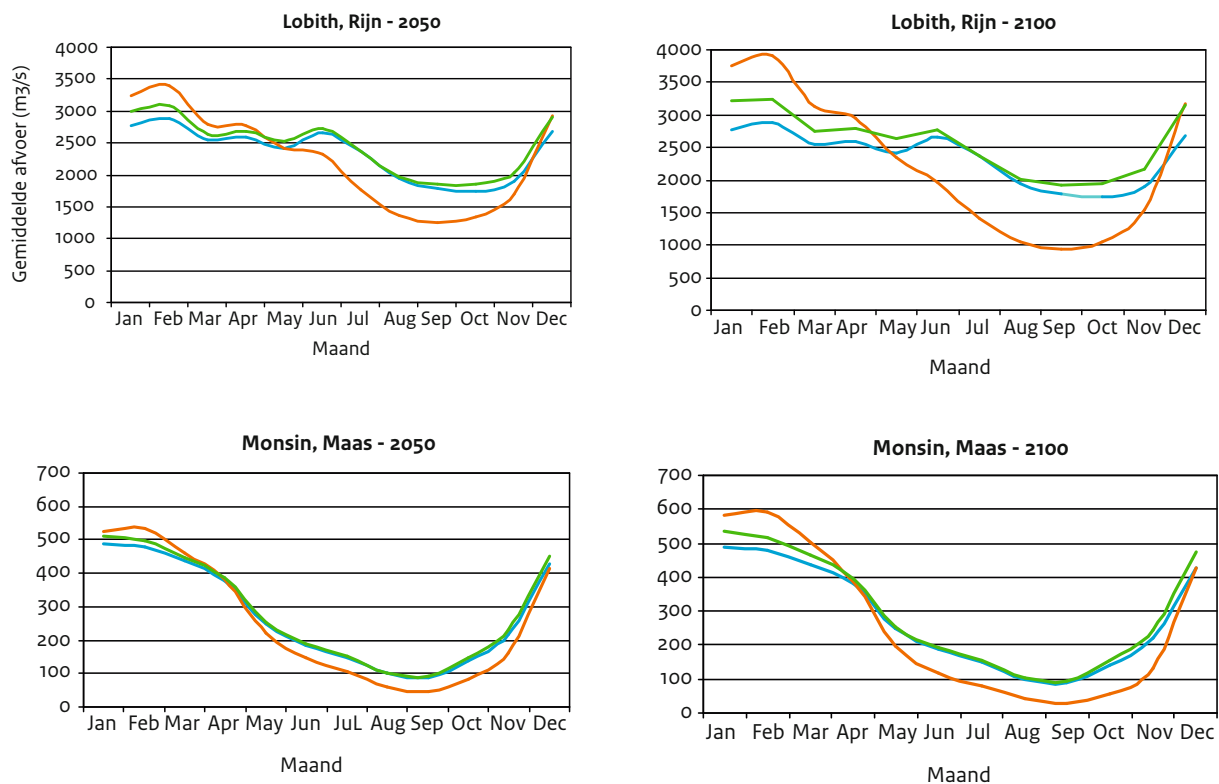
Voor het voor de zoetwaterproblematiek cruciale zomerhalfjaar geldt dat scenario G qua verhouding tussen neerslag en verdamping nauwelijks verschilt van het huidige klimaat, noch in 2050 noch in 2100. Dat wil zeggen dat het in het groeiseizoen nauwelijks droger wordt. Daarbij merken we op dat het wel natter wordt in de winter!

In het W+ scenario wordt het 's zomers door de veranderingen in de luchtstroming daarentegen aanzienlijk droger. Het regent veel minder en er verdampt veel meer, waardoor het gemiddelde neerslagtekort in de zomer toeneemt (Figuur 3.2).

Voor de verwachte rivierafvoeren geldt iets vergelijkbaars (Figuur 3.3). In het G-scenario blijven de maandgemiddelde zomerafvoeren van de grote rivieren – Rijn en Maas – nagenoeg gelijk. In het W+-scenario nemen de rivierafvoeren in de zomer sterk af. Er zal dan sprake zijn van vaker laagwater op de rivieren, van weinig aanvulling van het IJsselmeer en van weinig waterafvoer door de Nieuwe Waterweg.



Figuur 3.2: Gemiddelde neerslagtekorten in het huidige klimaat, en in 2050 bij scenario G en W+



Figuur 3.3: Gemiddelde maandaftoeren van Rijn en Maas in het huidige klimaat (blauwe lijn), en bij G-scenario (groene lijn) en W+-scenario (rode lijn) in 2050 en 2100.

3.1.2 Veranderende watervraag: het effect van maatschappelijke ontwikkelingen

In deze knelpuntenanalyse is de sociaaleconomische ontwikkeling verkend op basis van twee uitersten van de WLO scenario's: GE (voor deltasenario's VOL en STOOM) en RC (voor deltasenario's RUST en WARM).

In scenario GE neemt de bevolking tot 2050 fors toe, is er een flinke economische groei en groeit stedelijk gebied ten koste van land- en tuinbouwgrond. Die groei zet na 2050 nog door. In combinatie met hogere temperaturen betekent dit een toename van de vraag naar drink- en industriewater door ook een groter watergebruik per persoon. Verder neemt de behoefte aan koelwater toe, en worden hogere eisen gesteld aan water in stedelijk gebied.

In sociaaleconomisch scenario RC is de toename van de bevolking beperkt, en later krimpt de bevolking zelfs. Ook de economische groei is beperkt. De vraag naar drink- en industriewater daalt daardoor, maar de watervraag van de land- en tuinbouw en de natuur wordt groter, zeker bij hogere temperaturen.

De verschuivingen in het landgebruik van deze twee sociaaleconomische scenario's zijn op kaart nauwelijks traceerbaar en kwantitatief haast verwaarloosbaar. Ook voor de watervraag op de schaal van regio's maken de landgebruikveranderingen haast geen verschil.

3.1.3 Onzekerheden rond de ontwikkeling van waterbeschikbaarheid en watervraag

Nederland is in droge zomers sterk afhankelijk van de aanvoer van water door de grote rivieren. Er is immers in een gemiddeld jaar al sprake van een neerslagtekort in de zomer en in een extreem droog jaar (zoals 1976) is het neerslagoverschot op jaarbasis zelfs nihil. Dat betekent dat Nederland voor zijn zoetwatervoorziening in hoge mate afhankelijk is van wat er door de rivieren aangevoerd wordt. En die aanvoer is onzeker, niet alleen vanwege onzekerheid over de klimaatveranderingen in het stroomgebied, maar ook omdat onbekend is of en in hoeverre landen bovenstrooms meer water zullen gaan gebruiken. Omdat daarmee nog geen rekening is gehouden, zijn de hierboven gepresenteerde verwachtingen over de afvoeren van de grensoverschrijdende rivieren Rijn en Maas geen absolute ondergrens.

Een tweede onzekerheid waar geen rekening mee is gehouden betreft adaptatie aan klimaatverandering van de watergebruikers zelf en mogelijke technologische ontwikkelingen. Daar is bij de sociaaleconomische scenario's geen aandacht voor geweest, maar ze kunnen leiden tot een toename van de vraag (andere gewassen, bijv.) of een afname (ontkoppeling van het oppervlaktewatersysteem door het sluiten van kringlopen, bijv.). De mogelijke ontwikkelingen bij watergebruikers vragen dus nog aandacht en zijn belangrijk om een scherper beeld te krijgen van de toekomstige watervraag.

4 Ernst en omvang van de knelpunten

4.1 Wat is een knelpunt?

We spreken in deze fase van het deelprogramma Zoetwater van een knelpunt als de vraag naar zoetwater van een bepaalde gewenste kwaliteit op een bepaalde plaats op een bepaald moment groter is dan de beschikbaarheid. Het gaat daarbij om de vraag van verschillende watergebruiksectoren, maar ook om de vraag van regionale waterbeheerders die algemene doelen nastreven zoals doorspoelen voor waterkwaliteitsbeheer en peilbeheer.

Het hoofddoel van de verdeling van water uit het hoofdwatersysteem over regionale wateren en polders is het handhaven van het waterpeil in de regionale watersystemen. Het tweede oogmerk is het garanderen van een waterkwaliteit die gebruik door veel verschillende gebruikers toestaat: doorspoeling. Ten derde wordt water aangevoerd voor allerlei gebruik, waarvan meestal alleen beregening afzonderlijk wordt onderscheiden. In de praktijk zijn deze 3 toepassingen moeilijk te onderscheiden. In vergelijking met de totale waterbalans van de regionale watervoorziening is het leveren van water voor drinkwater en industrie een kleine post.

De verdeling van aangevoerd water over de drie hoofddoelen van het regionaal waterbeheer is weergegeven in Figuren 4.1 en 4.2: hoe droger de zomer, des te meer water verhoudingsgewijs nodig is voor peilbeheer (Figuur 4.2). In absolute hoeveelheden blijft de hoeveelheid doorspoeling ongeveer gelijk (Figuur 4.1), maar in procenten wordt deze steeds minder³. De aanvoer voor beregening

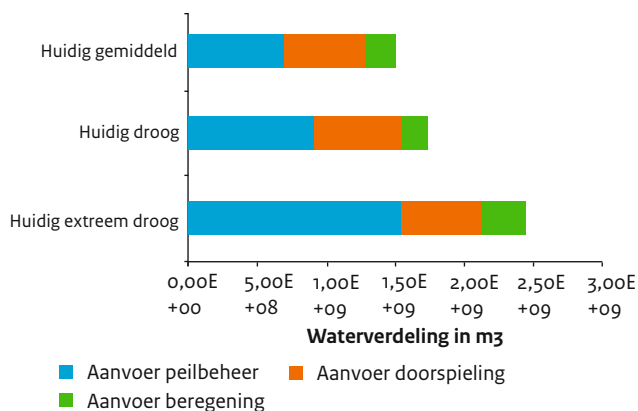
Doorspoelen is bedoeld om de waterkwaliteit 'voldoende' te houden. Wat voldoende is hangt af van de functies van het beschouwde water. Doorspoelen wordt gedaan om beregening van land- en tuinbouwgewassen mogelijk te maken, om te voldoen aan KRW-doelen, om schade aan waardevolle natuurgebieden (o.a. N2000) te voorkomen, om veenoxidatie door verhoogde sulfaat- en bicarbonaat-concentraties te voorkomen, en om algenbloei in stedelijk of landelijk gebied te voorkomen.

Deze doelen en functies zijn vaak onlosmakelijk met elkaar verweven. Dit is bijvoorbeeld het geval in het voorzieningsgebied van Rijnland: als men doorspoelt om onomkeerbare schade aan laagveenplassen te voorkomen profiteert de land- en tuinbouw daar ook van.

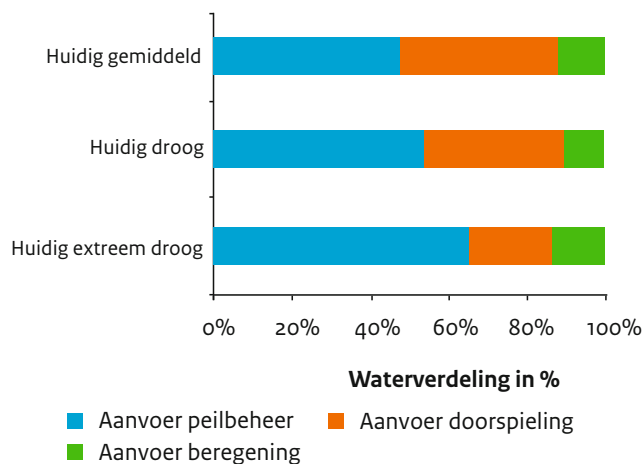
of vochtvoorziening door infiltratie is beperkt.

In gebieden waar geen externe wateraanvoer mogelijk is kunnen knelpunten ontstaan als gevolg van bodemvochtttekorten en dalende grondwaterstanden. Hier wordt verder op ingegaan in paragraaf 4.2.3.

³ Overigens is dit deels een artefact, omdat het doorspoeldebiet in het model 'hard' is opgelegd. In werkelijkheid stuurt de waterbeheerder op het zoutgehalte in de sloot en zal de hoeveelheid doorspoelwater toenemen met toenemende droogte / toenemende zoute kwel



Figuur 4.1: Hoeveelheden aangevoerd water per hoofddoel, in de huidige situatie (huidig klimaat) in drie verschillende karakteristieke droogtejaren.



Figuur 4.2: Procentuele verdeling van aangevoerd water over de drie hoofddoelen van wateraanvoer uit het hoofdwatersysteem, in de huidige situatie (huidig klimaat) in drie verschillende karakteristieke droogtejaren.

4.2 Meer wateraanvoer en grotere tekorten

Allereerst kan worden gesproken van knelpunten als aan de vraag naar water niet kan worden voldaan: dan is er sprake van een watertekort in absolute zin. De omvang van de zoetwateraanvoer en van de tekorten in 2050 en 2100 voor het gehele land is weergegeven in onderstaande grafieken (Figuur 4.3) voor de deltasenario's VOL (G/GE) en WARM (W+/RC).

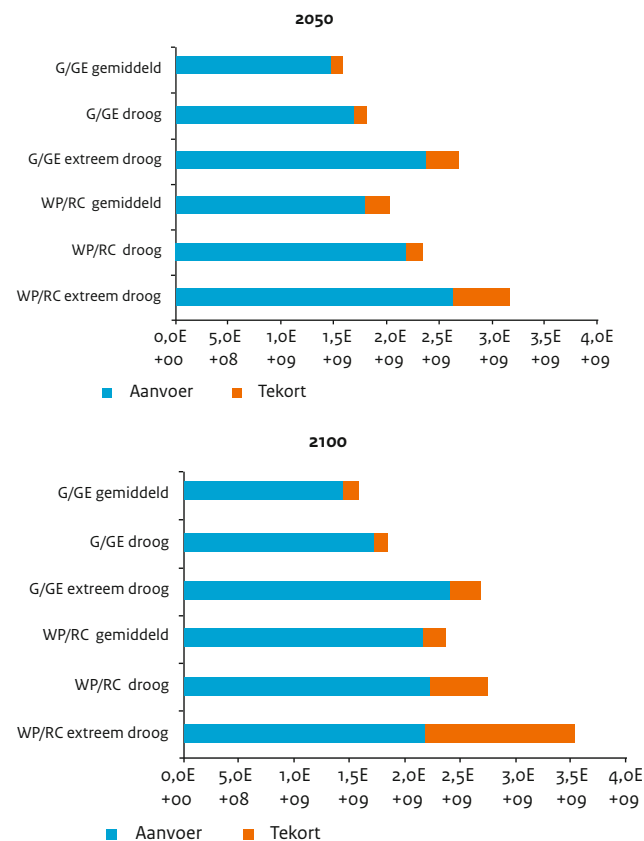
De tekorten zijn in scenario VOL (G/GE) niet zo heel groot, niet in 2050, maar ook niet in 2100; zelfs niet in een extreem droog jaar. Ze zijn niet groter dan in de huidige situatie. Dat wil zeggen dat aan het grootste deel van de vraag kan worden voldaan; dat is te zeggen: van de in de modelsimulaties 'gestelde vraag'.

We zien ook dat scenario WARM (W+/RC) een flinke toename van de tekorten betekent, al in 2050 in een droog jaar en in 2100 zelfs in een gemiddeld jaar. Daarbij dient te worden bedacht dat de vraag en dus ook de tekorten nog sterker kunnen toenemen dan op grond van de nu gebruikte aannames is gesimuleerd.

De belangrijkste oorzaken van het ontstaan van deze tekorten zijn, zowel nu als in de toekomst:

- 1 de voorraad is overvraagd en/of raakt uitgeput (IJsselmeer)
- 2 de inlaatpunten raken te zeer verzilt (benedenrivierengebied: Gouda en Bernisse)
- 3 er is in het geheel geen wateraanvoer mogelijk (vrij afwaterende hoge zandgronden; en delen van het zuidwestelijk estuariumgebied)
- 4 er is onvoldoende water beschikbaar in de rivieren en kanalen

Een indicatie waar deze hoofdoorzaken spelen is gegeven in figuur 4.4.



Figuur 4.3: Vraag naar oppervlaktewateraanvoer en tekort aan geleverd water in drie verschillende droogtejaren in deltasenario's VOL (G/GE) en WARM (W+/RC), in respectievelijk 2050 en 2100



Figuur 4.4: Indicatie van waar de 4 hoofdoorzaken van watertekorten een hoofdrol spelen

Hieronder worden eerst deze vier hoofdoorzaken van de regionale watertekorten besproken. Daarna wordt ingegaan op de knelpunten die hieruit voortvloeien voor de verschillende gebruiksfuncties. Voor dat laatste is relevant dat in scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) op veel plaatsen bodemvochttekorten zullen toenemen en grondwaterstanden zullen dalen, ook waar geen tekorten ontstaan in de wateraanvoer.

4.2.1 De voorraad is overvraagd en/of raakt uitgeput (IJsselmeer)

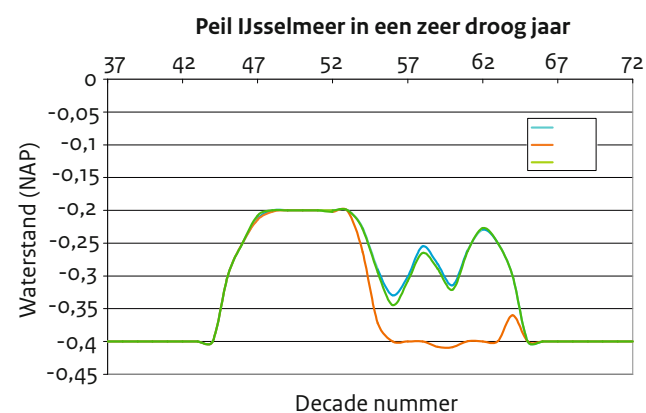
Het IJsselmeer levert water aan een groot deel van Noord-Nederland: Noord-Holland, Friesland-Groningen, Drenthe, Overijssel en de IJsselmeerpolders.

In extreem droge jaren⁴ kan in de huidige situatie al niet aan de totale watervraag worden voldaan. Dan zal gekort worden op de hoeveelheid water die nodig is voor de vis migratie door de Afsluitdijk. In tweede instantie zal pas gekort gaan worden op de regionale zoetwatervraag en de doorspoeling van het aangrenzende hoofdwatersysteem. Op het IJsselmeer kan het zomerstreefpeil in deze omstandigheden niet gehandhaafd blijven maar het zakt niet onder winterpeil. Dat betekent dat er niet gekort hoeft te worden op de regionale watervoorziening. Tekorten in de regio worden in deze

⁴ In de landelijke knelpuntenanalyse is 1976 gebruikt als 'model' voor een extreem droog jaar dat gemiddeld 1 maal per honderd jaar (1%) voorkomt. Uit een analyse van Noord Nederland blijkt dat voor dit gebied 1976 niet zo extreem was: circa 1/60 per jaar (bijna 2%).

omstandigheden veroorzaakt door knelpunten in het regionale watersysteem zelf.

In het scenario WARM (W+/RC) worden in 2050 voor een gemiddeld jaar nog geen watertekorten vastgesteld. In droge jaren treden wel tekorten op. Het IJsselmeer zelf wordt geheel niet meer verversd (bijna 70 dagen lang geen uitstroom naar de Waddenzee meer; alle IJsselafvoer wordt gebruikt). In een extreem droog jaar kan het minimale peil (-0.4 m NAP) op het IJsselmeer niet gehandhaafd worden. Dan wordt ook peilhandhaving in de omringende regio's tijdelijk onmogelijk (Figuur 4.5).



Figuur 4.5: Peilverloop op het IJsselmeer in een extreem droog jaar (1%) in 2050 in twee scenario's vergeleken met de huidige situatie

Het watertekort in zo'n extreem droog jaar komt globaal overeen met een equivalente waterschijf op het IJsselmeer van 1,0 m⁵. Deze 'equivalente waterschijf' moet overigens niet worden verward met een benodigde peilopzet, omdat timing en gekozen strategie voor zoetwater daarbij een rol spelen.

Regio Noord Nederland meent dat de watervraag in de landelijke knelpuntenanalyse onderschat wordt door de – relatief beperkte – aangenomen beregeningsvraag. Als er rekening gehouden zou worden met een toename van hoogrenderende teelten met een grotere beregeningsbehoefte zou de watervraag in een droog jaar in 2050 bij het scenario STOOM (W+/GE) kunnen verdubbelen. En in het scenario VOL (G/GE) neemt de watervraag ook significant toe. Flevoland daarentegen heeft geconstateerd dat in de Flevopolders op het moment al het maximale areaal beregend wordt (uit grondwater).

Als indicatie van de orde van grootte van de mogelijke maximale opgave voor het IJsselmeer is voor de landelijke analyse is een schatting gemaakt van de extra watervraag die zou resulteren als alle door klimaatverandering veroorzaakte extra droogteschade met berekening zou worden voorkomen (zie tabel 4.1). Dan zou in 2050 de beregeningsvraag in scenario WARM (W+/RC) circa 9 keer zo groot

⁵ Hierbij is uitgegaan van een ongewijzigde verdeling van het water in het hoofdwatersysteem. In de verkenning van beleidsalternatieven worden ook oplossingen in de Rijn- en Maasmonding onderzocht die het mogelijk maken om meer water naar het IJsselmeer aan te voeren.

zijn. Voor een extreem droog jaar zou het tekort aan water in Noord-Nederland dan toenemen van 1,0 m naar 1,65 m equivalente waterschijf IJsselmeer. En in een droog jaar zou een watertekort ontstaan ter grootte van 0,36 m waterschijf op het IJsselmeer

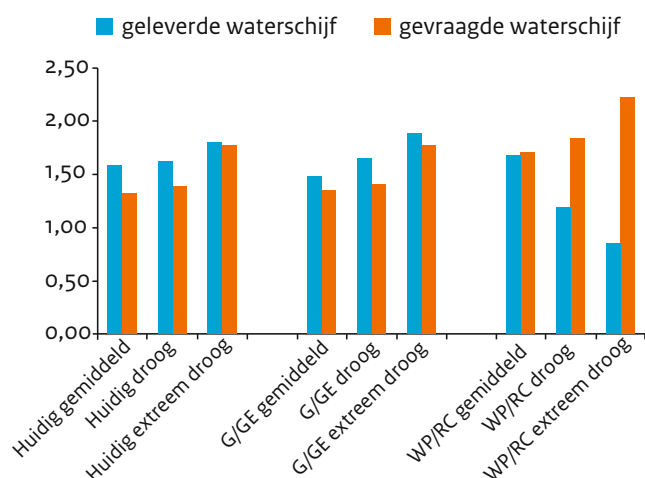
Jaar	Scenario		Gemiddeld jaar (1/2)	Droog jaar (1/10)	Extreem droog jaar (1/100)
2050	W+/RC	Met huidige berekening	0	0,16	1
2050	W+/RC	Met ook compensatieberekening	0	0,36	1,65

Tabel 4.1 Watertekort uitgedrukt als equivalente waterschijf op het IJsselmeer (m) in 2050 in het scenario WARM (W+/RC) bij het huidige beregende areaal en als de beregeningsvraag toeneemt als gevolg van klimaatverandering.

Doorkijk naar 2100

In 2100 treden in het scenario WARM (W+/RC) in alle karakteristieke jaren knelpunten op, nog zonder extra beregeningsvraag: zelfs in een gemiddeld jaar daalt het peil op het IJsselmeer al tot winterpeil (-0,4 m NAP). In een droog jaar kan niet meer aan de watervraag worden voldaan en treden tekorten op. In een extreem droog jaar zakt het peil ver onder het nu toegestane laagste peil van -0,4 m NAP. Dat betekent dat er in 2100 in een gemiddeld jaar bij de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) geen voorraad is om aan een eventuele extra beregeningsvraag te voldoen.

In het scenario VOL (G/GE) ontstaan in 2100 volgens de landelijke analyse geen knelpunten in de waterlevering. Dat ligt in de lijn der verwachting, gezien de geringe verandering van het klimaat. (Figuur 4.6). Noord Nederland identificeert in diens regionale analyse wel een knelpunt, omdat ook in het scenario VOL (G/GE) van een fors grotere beregeningsvraag wordt uitgegaan.



Figuur 4.6: Verschil tussen geleverde en gevraagde waterschijf in 3 karakteristieke jaren in de huidige situatie en in 2100 bij 2 verschillende deltascenario's (VOL (G/GE) en WARM(W+/RC)).

4.2.2 Inlaatpunten raken te zeer verzilt (Gouda en Bernisse)

Zoutindringing kan optreden bij open zeegaten of door lekverliezen bij scheepvaart- en spuisluizen. Zulke 'externe verzilting' speelt in de open Nieuwe Waterweg, met gevolgen voor de Nieuwe Maas, Lek, Hollandsche IJssel en het Spui. Lekverliezen bij scheepvaart- en spuisluizen beïnvloeden de zoutindringing bij het Noordzeekanaal, het IJsselmeer en het Hollands Diep.

In een gemiddeld jaar wordt op jaarbasis ongeveer 80 % van het zoete water dat Nederland binnenkomt naar zee afgevoerd. In een extreem droog jaar is dit nog steeds 60 %. Voor het grootste deel is deze afvoer noodzakelijk om wateroverlast te voorkomen.

Maar ook in perioden met zeer lage rivierafvoeren (minder dan 900 m³/s bij Lobith) wordt nog meer dan 700 m³/s door de Nieuwe Waterweg gestuurd om de inlaatpunten in het zuidwesten van Nederland zoet te houden.

Ter vergelijking: voor de regionale watervoorziening vraagt de Zuidwestelijke Delta gedurende de zomermaanden ongeveer 15 m³/s aan het hoofdwatersysteem. Daarvan wordt minder dan 10% netto gebruikt voor beregning. De rest wordt gebruikt voor doorspoelen en peilbeheer.

Twee belangrijke punten voor de regionale watervoorziening zijn de inlaatpunten bij Gouda aan de Hollandse IJssel en bij de Bernisse aan het Spui. In de huidige situatie zijn de zoutgehalten van het oppervlaktewater bij deze zoetwaterinlaatpunten in sommige jaren soms al te hoog om nog water in te kunnen laten. Dat komt door zoutindringing via de Nieuwe Waterweg, bij lage rivierafvoer en relatief hoge zeewaterstanden (harde westenwind). Dan moet de inlaat van zoetwater bij Gouda en de Bernisse tijdelijk worden gestaakt, voor korte of langere tijd. Zoutindringing via de Nieuwe Waterweg kan ook invloed hebben op de zoutgehalten bij andere inlaatpunten (Tabel 4.2).

	Overschrijding chloridenorm in het zomerhalfjaar in dagen		
	Huidig	G	W+
Gouda	27	35	81
Bernisse	1	1	23
Lek Streefkerk	0	0	19
Lek Kinderdijk	0	0	24
OM De Bosschen	0	0	22
Beerenplaat	4	5	46

Tabel 4.2: Overschrijdingsduur (dagen) van 'zoutcriteria' voor een aantal innamepunten van water voor regionaal waterbeheer in het zomerhalfjaar (1 april tot 1 oktober) in huidige klimaat en in 2050 bij scenario G en W+ in een (extreem) droog jaar⁶.

De zoutindringing is vanzelfsprekend het sterkst in een (extreem) droog jaar (referentie 1976⁶), als de rivierafvoer heel laag is, maar wordt mede door veelvuldige hoogwaters op zee (harde noordwesten wind) bepaald. De tabel geeft het aantal dagen in een (extreem) droog zomerhalfjaar dat de inlaatsnormen van de waterschappen voor zoutconcentratie worden overschreden, in de huidige situatie en in 2050 bij scenario G en W+.

De verziltingsproblemen die optreden bij Gouda zijn indicatief voor de problemen waar de hoogheemraadschappen Rijnland en Schieland en de Krimpenerwaard in de toekomst mee te maken zouden kunnen krijgen. De eerste berekeningen duiden er op dat in 2050 in de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) de inlaat bij Gouda een beperking zou kunnen ondervinden van circa een halve zomer in een droog jaar. Zodra de Hollandse IJssel verzilt worden noodmaatregelen in werking gesteld, zoals de Kleinschalige Water Aanvoer. In het uiterste geval kan van de Tolhuissluisroute gebruik worden gemaakt. Deze noodmaatregelen hebben een beperkte capaciteit en veroorzaken overlast.

In hoeverre de inlaatbeperkingen voor de Bernisse werkelijk een knelpunt vormen voor Delfland, Voorne-Putten en de industrie in het Rijnmondgebied moet nader worden onderzocht omdat niet alleen de duur van de inlaatbeperking bepalend is, maar ook de voorraad in het Brielse Meer.

In de landelijke knelpuntenanalyse is geen rekening gehouden met een grotere watervraag door andere factoren dan klimaatverandering en landgebruikverandering. De regio wijst nog op een mogelijk extra watervraag door:

- Een grotere doorspoelbehoefte bij toenemende interne verzilting. In de regionale studie van de Zuidwestelijke Delta en Rijnmond & Drechtsteden wordt gerekend met een doorspoelbehoefte die in 2050 tot 40 % groter is in scenario STOOM (W+/GE). Deze extra doorspoelvraag verschilt enorm met lokale omstandigheden: in Delfland is de extra watervraag bijvoorbeeld slechts 5 % in het scenario STOOM (W+/GE), maar voor Goeree-Overflakkee met z'n vele zoute kwel gaat het om 40 % extra⁷.
- Mogelijke extra berekening. In West-Nederland wordt een mogelijke extra toename in de totale watervraag verwacht van 80 m³/s als gevolg van extra berekening. De watervraag in een droog jaar in 2050 in de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) kan hierdoor stijgen naar wel 200 m³/s, in plaats van slechts naar de 120 m³/s die zou worden gevraagd als geen rekening wordt gehouden met extra berekening⁸.
- Maatregelen ter vernatting van veengebieden om versnelde veenoxidatie te voorkomen. Voor West Nederland kan hierdoor de watervraag met 20 % toenemen.

⁶ Overigens is van het referentiejaar 1976 vastgesteld dat dit globaal hetzelfde verziltingsgedrag vertoont als het jaar 2003 en eerder een overschrijdingskans van eens in de circa 10 jaar heeft dan van eens in de 100. Voor de conclusies wordt voor de zoutproblematiek gerefereerd aan een droog jaar.

⁷ Het gaat om voorlopige en grove schattingen. Eerdere schattingen kwamen uit op een veel grotere toename (tot 85 %); recentere schattingen geven een gematigder beeld (tot maximaal 25 %).

⁸ Alle getalswaarden inclusief doorspoeling van het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal.

Doorkijk naar 2100

In 2100 kunnen de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) tot een sterke toename van de verzilting leiden, vooral voor Gouda. Zelfs in een gemiddeld jaar wordt de toelaatbare chlorideconcentratie (van 250 mg/l gedurende 48 uur of langer) bij inlaatpunt Gouda gedurende 71 dagen in het zomerhalfjaar overschreden. In 2100 treedt bij Gouda ook verzilting op in scenario's RUST (G/RC) en VOL (G/GE), maar alleen in een (extreem) droog jaar. Dat komt door de hoger staande zeespiegel.

Bij Bernisse stijgt in een (extreem) droog jaar het aantal dagen dat de toelaatbare chlorideconcentratie (van 150 mg/l) wordt overschreden in 2100 van 21 naar 37 dagen in scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE). Ook in een gemiddeld jaar kan bij de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE) al verzilting optreden (2 dagen > 150 mg/l). In scenario's RUST (G/RC) en VOL (G/GE) blijft de verzilting bij Bernisse beperkt, ook in een (extreem) droog jaar (maximaal 2 dagen > 150 mg/l).

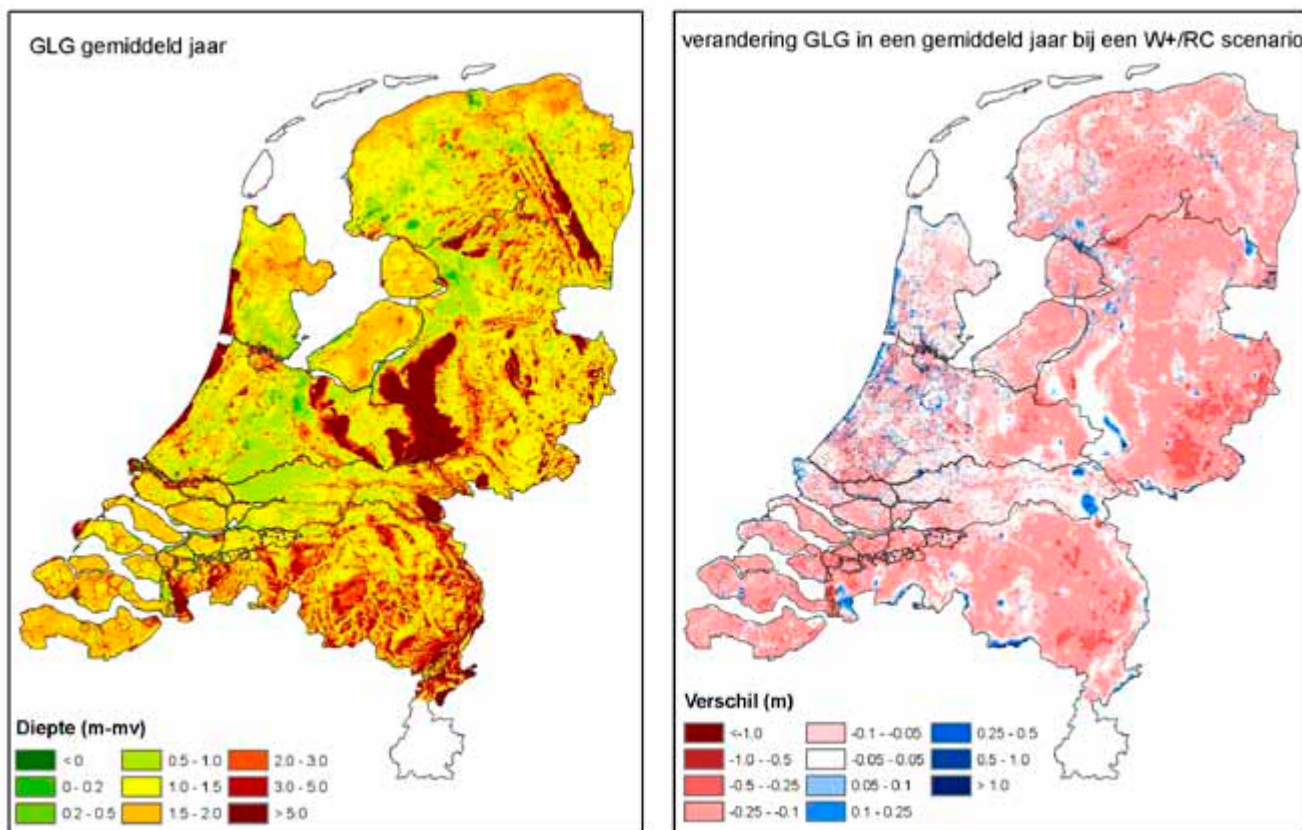
4.2.3 Er is in het geheel geen wateraanvoer mogelijk

Dit is het geval op de hoge zandgronden van Zuid- en Oost-Nederland en tevens op de door zout water omgeven (schier) eilanden van de Zuid-Westelijke Delta. In deze gebieden is nu al sprake van vochttekorten die leiden tot droogteschade voor land- en tuinbouw en natuur. Deze vochttekorten kunnen in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) in 2050 toenemen met een factor 2 a 3, behalve in een extreem droog jaar omdat de tekorten dan al extreem groot zijn. Dit betekent dat in 2050 in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) de tekorten in een droog jaar grofweg overeen komen met die nu in extreem droog jaar optreden, terwijl het vochttekort in een gemiddeld jaar dan overeenkomt met dat van een droog jaar nu. De bodemvochttekorten zullen ook eerder in het jaar gaan optreden en langer aanhouden.

De in de landelijke analyse gevonden trends in toename van vochttekorten komen overeen met wat de regio Zuid-Nederland rapporteert. Overal nemen de bodemvochttekorten toe. Dit vertaalt zich in Zuid-Nederland in een extra berekeningsvraag uit het grondwater: in een gemiddeld jaar neemt de onttrekking met 50 % toe.

In de Zuidwestelijke Delta betekenen de grotere vochttekorten van scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) ook een risico op uitputting van de zoetwaterlenzen, waardoor zoute kwel tot in de wortelzone kan opstijgen en tot zoutschade aan de gewassen kan leiden. Dit kan al in 2050 optreden, maar is zeker een gevaar in 2100. Overigens neemt in scenario's RUST (G/RC) en VOL (G/GE) de omvang van de zoetwaterlenzen toe door de grotere winterneerslag.

Door het grote neerslagtekort in scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) dalen de laagste grondwaterstanden in 2050 in de zomer vrijwel overal met enkele decimeters. Op de hoge zandgronden zijn in de grondwaterstanddalingen in 2050 duidelijk de gevolgen van grondwateronttrekkingen te zien; daar daalt de laagste grondwaterstand plaatselijk 1 m (Figuur 4.7).



Figuur 4.7: Gemiddelde van de 3 laagste berekende grondwaterstanden (GLG) in de huidige situatie voor een gemiddeld jaar en de daling van beide in 2050 door klimaatverandering bij scenario WARM (W+/RC)

Volgens de landelijke analyse met het NHI dalen in de hogere zandgronden ook de hoogste grondwaterstanden. Dit is nog niet naar bevrediging verklaard en vraagt nadere analyse, temeer daar deze daling niet wordt bevestigd door de regiostudie van Zuid-Nederland. Die constateert juist nagenoeg overal weer aanvulling van de grondwatervoorraad in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC).

Doorkijk naar 2100

In 2100 neemt in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) het neerslagtekort nog verder toe, bodemvochtttekorten zullen toenemen en de grondwaterstanden zullen nog verder dalen.

4.2.4 Er is onvoldoende water in de rivieren en kanalen

Als de grote rivieren zeer geringe afvoeren hebben kunnen er knelpunten van diverse aard ontstaan. Deze knelpunten zijn nog onvoldoende gekwantificeerd, en worden dan ook vooral in kwalitatieve termen behandeld. Knelpunten treden vooral op langs de Maas en op de daarvan afhankelijke kanalen (Zuid-Limburg, Noord-Brabant), op de zandgronden waar kanalen van de IJssel en Overijsselse Vecht aftakken, langs de Nederrijn/Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal, en tenslotte in het centrale rivierengebied.

- Ten eerste wordt de bevaarbaarheid van de niet-gestuwde rivieren een knelpunt.
- Ten tweede wordt het innemen van koelwater uit en het lozen van opgewarmd water op deze rivieren een knelpunt.
- Ten derde kan het op peil houden van stuwpanden en kanalen lastig worden door schutverliezen; dat vraagt het terugpompen of aanvoeren van water, dat dan immers in te geringe hoeveelheden beschikbaar is.
- En ten vierde kan het innemen van water voor het regionaal waterbeheer (beregening, doorspoeling en peilbeheer) in de knel komen.

Het gaat dus vooral om netwerkgebonden gebruiksfuncties en om Hoog-Nederland. Op de regionale watervoorziening wordt in deze paragraaf nog wat verder ingegaan; de andere drie onderwerpen komen in latere paragrafen over de betreffende sectoren aan bod.

Problemen voor de regionale watervoorziening gaan optreden als:

- a) de rivier- en kanaalwaterstanden te laag worden, zodat inlaatbeperkingen optreden of in het geheel geen wateraanvoer meer mogelijk is, of
- b) als peilhandhaving op de rivieren en kanalen zelf prioriteit krijgt boven inlaat (verdringsreeks). Als in het rivierengebied de rivierwaterstanden bijvoorbeeld zo'n 1,5 m lager worden dan normaal, treedt een inlaatbeperking op. De capaciteit van de regionale waterinlaatpunten schiet dan tekort om aan de (eventueel toegenomen) regionale watervraag te kunnen voldoen.

Dan neemt bovendien de grondwaterstroming naar de rivier toe, zowel vanuit de hogere gronden als vanuit binnendijks gebied; dat gebeurt langs de IJssel, Maas en Bovenwaal.

De door zoetwaterregio Rivierengebied berekende watervragen komen overeen met die in de landelijke analyse zijn berekend, omdat dezelfde methode is gevolgd. De berekende watervraag in het centrale rivierengebied varieert van 20 m³/s (huidige situatie, gemiddeld jaar) tot 30 m³/s (scenario STOOM (W+/GE) in 2050, extreem droog jaar). Daarbij is nog geen rekening gehouden met een mogelijke extra watervraag. Volgens de regio Rivieren is er in het huidige klimaat in een gemiddeld jaar al sprake is van een watertekort van 3,5 m³/s (gemiddeld jaar). Dat kan oplopen tot 7,5 m³/s in een extreem droog jaar in 2050 in scenario STOOM (W+/GE). Deze watertekorten worden veroorzaakt door sterk wegzakkende rivierwaterstanden en teruglopende inlaatcapaciteiten. Ze leiden tot bodemvochttekorten die in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) in 2050 grofweg verdubbelen ten opzichte van de huidige situatie. Handhaving van de bodemvochttekorten op ongeveer het huidige niveau zou voor het rivierengebied een extra watervraag van 15 m³/s betekenen, hetgeen een totale watervraag in 2050 betekent van 45 m³/s in scenario STOOM (W+/GE).

De regio Zuid- Nederland heeft vastgesteld dat de wateraanvoerbehoefte van de gebieden die water krijgen uit de Maas in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) in 2050 gemiddeld met 15 tot 35 % zal toenemen.

En regio Oost- Nederland – die voor ongeveer de helft van zijn aanvoer afhankelijk is van water uit de IJssel – gaat uit van een toename in de wateraanvoerbehoefte met een factor 2 á 3 in 2050 voor de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC). Deze extra vraag komt voort uit een extra watervraag voor beregning en om extra veenoxidatie te voorkomen in de Kop van Overijssel.

Doorkijk naar 2100

In 2100 nemen in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) de rivierafvoeren nog verder af. Hierdoor zullen de bovenbeschreven problemen verder toenemen.

4.3 De belangrijkste knelpunten per watergebruiker/sector

Hiervoor zijn de hoofdoorzaken van watertekorten beschreven. Nu wordt ingegaan op de gevolgen van deze watertekorten voor de gebruikers van het water: landgebruik en netwerkgebonden gebruiksfuncties. Landgebruikers zijn vooral afhankelijk van de vochttoestand in de bodem van landbouwpercelen en stedelijke- en natuurgebieden. Netwerkgebonden gebruiksfuncties zijn functies of sectoren die aan waterlopen zijn gebonden of daar water aan onttrekken. Ze worden hier per gebruiksfunctie/sector besproken. Het gaat nu nog om een grof en globaal beeld. In fase 2 zal een aangescherpt beeld gegeven worden.

Alvorens over te gaan tot de beschrijving van de gevolgen van watertekorten voor de gebruiksfuncties geven we een korte toelichting op de verticale waterbalansen die bepalend zijn voor een

aantal voor het landgebruik relevante hydrologische factoren: het bodemvochttekort, de grondwaterstanden, het zoutgehalte van het bodemvocht en van de sloten.

In de landelijke verkenning is een analyse gedaan van de 'verticale waterbalansen' die de ontwikkeling van de watervoorraad in de bodem representeren – en waarin alle posten zijn meegerekend, ook wateraanvoer. Deze laten zien dat in de huidige situatie het totaal watertekort in het zomerhalfjaar verschilt per regio. In een droog jaar in de huidige situatie is het tekort in het zomerhalfjaar bijvoorbeeld ongeveer 50 mm in de IJsselmeerpolders met veel kwel, maar wel 150 mm op de hoge zandgronden. In de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) neemt dit tekort in alle regio's toe: in 2050 loopt het in een droog jaar op naar 100 mm in de IJsselmeerpolders, en naar circa 200 mm op de hoge zandgronden.

De belangrijkste gevolgen van deze veranderingen in de 'verticale waterbalansen' voor landgebruiksfuncties is ten eerste dat de grondwaterstanden fors naar beneden gaan. Dat is het ergst op de zandgronden; hier dalen de laagste grondwaterstanden in de zomer vrijwel overal met enkele decimeters. In de peilbeheerste gebieden in Nederland gaat het om een decimeter. Verder nemen de bodemvochttekorten in het zomerhalfjaar toe met een factor 2 á 3. Dit geldt in alle gebieden in Nederland ongeacht of er externe wateraanvoer mogelijk is, want water uit de sloten infiltreert maar zeer beperkt in de percelen. In gebieden met dunne regenwaterlenzen kan er ook verzilting van de wortelzone optreden. Waar geen of onvoldoende aanvoer mogelijk is kan in Laag- Nederland verzilting van sloten optreden.

4.3.1 Land- en tuinbouw

De land- en tuinbouw is de grootste grondgebruiker van Nederland, met circa 70 % van het oppervlak. Omdat gewassen alleen groeien bij voldoende vochtvoorziening is de land- en tuinbouw ook de grootste watergebruiker van het terrestisch deel van ons land. Bij optimale vochtvoorziening gaat het om een verdamping van 10 á 15 km³ per jaar. Het water hiervoor komt grotendeels uit neerslag, al dan niet tijdelijk opgeslagen in grondwater (bij grondwaterberekening), en wordt deels gerecycled (kassen).

De vochtvoorziening van gewassen in Laag-Nederland vindt grotendeels plaats uit de bodemvochtvoorraad in de wortelzone, deels via beregning, en deels via capillaire opstijging uit ondiep grondwater. Voor beregning is in Laag-Nederland oppervlaktewater nodig, waarbij soms ook doorspoeling nodig is om het zoutgehalte voldoende laag te houden, en peilbeheer is nodig om de grondwaterpeilen te beïnvloeden. Voor hoogrenderende intensieve teelten is zekere levering van water belangrijk.

De landelijke analyse spreekt de verwachting uit dat in 2050 bij scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) de droogteschade⁹ voor Nederland als geheel in een gemiddeld jaar kan verdrievoudigen en in een droog jaar kan verdubbelen. De schade is echter sterk teeltspecifiek, hangt in belangrijke mate af van het tijdstip van de droogte en is afhankelijk van de beregeningssituatie. Klimaatverandering brengt weliswaar kansen met zich mee, maar met de huidige teelttechnieken kunnen deze kansen niet benut worden. En aangezien de analyse berust op de aanname dat de teelttechnieken niet worden aangepast, wordt schade verwacht.

Regio Noord-Holland heeft vastgesteld dat de meeste schade optreedt bij de kapitaalintensieve bloembollen rond Den Helder, Zijpe, in de Anna Paulownapolder en in de Wieringermeerpolder, wanneer er geen water uit het IJsselmeer en/of Markermeer kan worden ingelaten en/of het zoutgehalte in de boezem te hoog wordt.

En voor West-Nederland met z'n greenports is vastgesteld dat de grootste schade optreedt als er geen water ingelaten kan worden bij Gouda en/of de Bernisse door te hoge zoutgehalten bij de inlaatpunten (zie paragraaf 4.1.2). De gewassen die in de greenports worden geteeld stellen namelijk zeer hoge eisen aan de kwaliteit van het water.

In Flevoland worden daarentegen geen problemen verwacht, doordat er ook in de toekomst nog voldoende oppervlaktewater beschikbaar is voor beregening door de sterke kwel. Bovendien neemt het potentieel beregeningsareaal niet toe (aardappelen en vollegronds-groenteteelt zijn nu al voor 100% beregend), omdat het land- en tuinbouw areaal afneemt door uitbreiding van het stedelijk gebied. Aan de rand van de Noordoostpolder kan de watervoorziening op de daar gelegen zandgronden in gevaar komen wanneer de aanvoer uit het IJsselmeer stopt en de periode waarin water wordt ingelaten niet kan worden verlengd.

Op de hoge zandgronden in het zuiden en oosten van Nederland is geen extra wateraanvoer mogelijk en daalt het grondwater sterk. Extra onttrekking uit grondwater is in het zuiden van het land beperkt mogelijk en kan lokaal de sterke toename van het vochttekort verminderen. Voor Oost-Nederland is berekend dat de schade in een extreem droog jaar in 2050 in het scenario WARM (W+/RC) grofweg met een factor 2 a 2,5 stijgt ten opzichte van nu.

In nagenoeg de hele Zuidwestelijke Delta is het grondwater al op zeer geringe diepte erg zout. De vochtvoorziening van de planten is dan afhankelijk van de dunne regenwaterlenzen. Toenemend bodemvochttekort en toenemende zoute kwel kunnen leiden tot het verdwijnen van regenwaterlenzen en het nagenoeg onmogelijk worden van vollegrondsteelt. Compensatie door wateraanvoer is slechts zeer ten dele mogelijk, en is beperkt tot het areaal dat wordt beregend (actueel 10-15 % in gebieden met wateraanvoer).

In het Rivierengebied worden effecten van droogte verwacht bij de

fruitteelt, (laan)boomteelt, (vollegronds)tuinbouw en akkerbouw. Er wordt een schadetoename met factor 2 verwacht.

Om de 'extra klimaatschade' te voorkomen zou circa 9 keer meer beregening nodig zijn dan nu mogelijk is. Zoveel extra water is met de huidige inrichting en regelgeving (peilbesluiten e.d.) in de meeste gebieden niet beschikbaar.

Verwachtingen over schade in de land- en tuinbouw kennen een grote onzekerheid, omdat ontwikkelingen in de sector de watervraag kunnen doen stijgen of dalen. Denk aan technologische innovaties, beleid over brijnlozing in bodem of op oppervlaktewater, overgaan op meer renderende teelten, etc. Hier zal later nader onderzoek naar worden gedaan, onder meer door het sectorspecifiek verfijnen van de deltasceenario's.

Regio Noord-Nederland heeft in fase 1 al de verwachting uitgesproken dat de watervraag extra toeneemt door uitbreiding van het areaal intensieve land- en tuinbouw in de veenkoloniën en een toename van beregening in de glastuinbouw. Ook is door die regio uitgegaan van een groter areaal open water, waarvoor extra water voor verdamping nodig is (ca. 20 mm per 10 dagen).

4.3.2 Natuur

De Deltasceenario's gaan er vanuit dat de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) wordt gerealiseerd, of in ieder geval wordt benaderd. Als gevolg van klimaatverandering wordt de realisatie van de bestaande doelen voor de EHS, de Natte Natuurparels, de Kaderrichtlijn Water (KRW), Natura 2000 en de TOP-lijstgebieden moeilijker dan nu het geval is. Hierbij is het belangrijk te bedenken dat de huidige natuurdoeltypen gebaseerd zijn op het huidige (of zelfs historische) klimaat. Bij een veranderend klimaat horen mogelijk ook andere natuurdoeltypen.

Natuurtypen die afhankelijk zijn van specifieke hydrologische omstandigheden, zoals hoge voorjaarsgrondwaterstanden, kwel, regenwaterlenzen, zeer schoon oppervlaktewater en dergelijke, kunnen schade ondervinden. Het gaat dan bijvoorbeeld om hoogvenen, laagvenen, beekdalén, duinvalleien en bossen op leem (vooral op de hoge zandgronden).

Meren en moerassen lijden vooral van de aanvoer van gebiedsvreemd water om de extra verdamping te compenseren: dat leidt tot afbraak van veen en meer interne eutrofiëring in West-Nederland.

Eén van de effecten van grondwaterstanddalingen voor Oost en Zuid-Nederland is het langdurig droogvallen van beken. Zuid-Nederland heeft gekwantificeerd dat in een W+ scenario in 2050 de afvoer van de beken in het zomerhalfjaar met 20 tot 50 procent afneemt en dat de lengte waarover beken droogvallen met 18 tot 28 % toeneemt. Waar nu alleen bovenlopen al regelmatig droogvallen, zal dat in 2050 ook voor sommige middenlopen opgaan.

⁹ Droogteschade is uitgedrukt als verminderde gewasopbrengsten veroorzaakt door een reductie van de gewasverdamping als gevolg van vochttekorten.

In de landelijke analyse is vastgesteld dat voor de binnendijkse grond- en oppervlaktewaterafhankelijke natuur de floristische natuurwaarde in het scenario G/RC (RUST) nauwelijks verandert. In scenario WARM (W+/RC) is er een achteruitgang van de natuurwaarde door grondwaterstanddaling en slechtere waterkwaliteit door aanvoer van gebiedsvreemd water. Deze achteruitgang heeft vooral betrekking op kruidvegetaties van natte, relatief voedselarme standplaatsen.

4.3.3 Stedelijk gebied

Voor het stedelijk gebied betekent grondwaterstanddaling dat ongelijke zetting en bodemdaling kan optreden. Ook is er kans op het rotten van houten heipalen (in oude stadskernen) en op schade aan funderingen. Dit probleem zal zich vooral voordoen in steden in Laag-Nederland, die op slappe grond (veen en klei) zijn gebouwd, en waar het peil wordt beheerst: bijvoorbeeld Rotterdam, Dordrecht, Delft, Leiden, Amsterdam, Gouda, Woerden, Hoorn, Leeuwarden en Groningen. Daar worden bij de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) in 2050 zomerse grondwaterstanddalingen van meer dan een decimeter verwacht. Op de zandgronden worden grotere dalingen verwacht, maar op zandgrond zullen de gevolgen beperkt blijven. Daar is meestal direct op de zandondergrond gebouwd, die ook niet gevoelig is voor zetting of bodemdaling.

Verder kunnen in steden waterkwaliteitsproblemen optreden indien er niet meer voldoende kan worden doorgespoeld. Dat kan in warme zomers leiden tot problemen in stedelijke kernen: blauwalgen, botulisme, vissterfte of stankoverlast.

De mogelijke consequenties van klimaatverandering voor stedelijk gebied en de ontwikkelingen van de stad als watervrager zijn nog in geen van de deelstudies voldoende gekwantificeerd en een belangrijk aandachtspunt in Fase 2 (in samenwerking met Deelprogramma Nieuwbouw en Herstructurering).

4.3.4 Waterkeringen, infrastructuur en bodem

Het omvangrijke veenweidegebied in de regio West-Nederland heeft te maken met bodemdaling door oxidatie van veen. Ook de Kop van Overijssel, waar een dikke veenlaag direct onder het maaiveld ononderbroken voorkomt, heeft te maken met maaiveld daling. Het huidige beleid is gericht op het tegengaan van bodemdaling door vernatten van het veen. De zoetwatervoorziening voor het veenweidegebied valt in categorie 1 van de verdringsreeks (veiligheid m.b.t. stabiliteit veenkaden en onomkeerbare schade aan veenbodems en natuur). Het oxidatieproces zal versterkt doorzetten bij hogere temperaturen en langere perioden van droogte. Als het huidige beleid wordt voortgezet in de toekomst, neemt de watervraag daarmee extra toe. (Bij toepassing van onderwaterdrains neemt de watervraag in het veenweidegebied toe met 10-20%).

De stabiliteit van veenkaden in het westelijk deel van het Rivierengebied wordt negatief beïnvloed door het toenemende vochttekort en het uitzakken van de grondwaterstanden. Dit kan leiden tot ernstige risico's. Lokaal kunnen langs de Waal en de Maas de grondwaterstanden tot 75 cm uitzakken. Dit kan leiden tot krimp

en zettingen, wat weer een mogelijk risico vormt voor de hoogte en stabiliteit van rivierdijken.

4.3.5 Drinkwater: inname van ruwwater

Door toenemende verzilting worden in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) enkele oeverinfiltraties en oppervlaktewaterinlaten in het hoofdwatersysteem serieus bedreigd, in droge en extreem droge jaren. Het gaat om de inlaatpunten Bernisse, Scheelhoek (Goeree), inlaatpunten langs de Lek, en om Andijk (IJsselmeer).

Het gaat vaak om een geringe overschrijding van de inlaatsnorm (150 mg/l Cl⁻). Ook hoge temperaturen van inlaatwater (norm 25 graden Celsius) vormen voor de bereiding van drinkwater een knelpunt, maar dat kan soms worden gemengd met koel grondwater.

Klimaatverandering heeft een directe relatie met de problematiek van een aantal probleemstoffen omdat bij lage afvoeren de verdunning van (punt)lozingen navenant afneemt. De concentratie van stoffen die door puntbronnen worden geloosd (rioolwaterzuiveringen en industriële lozingen) kan dan ook sterk toenemen als de afvoer daalt.

Binnen de (binnendijkse) stroomgebieden in het rivierengebied bevinden zich alleen diepe grondwaterwinningen, waarvoor geen knelpunten worden verwacht. In Oost-Nederland en Limburg is de beschikbare grondwatervoorraad ook voldoende voor het toegenomen drinkwatergebruik, maar nemen de invloedgebieden van de (ondiepe) grondwaterwinningen en oeverinfiltraties (met tevens effect op de oppervlaktewaterstanden) wel toe.

4.3.6 Industrierwatervoorziening

De industrie zal in de toekomst vaker met leveringsproblemen worden geconfronteerd. Dat komt door toenemende verzilting van inlaatpunten (inlaat Bernisse voorziet Rijnmond-Maasvlakte van industriewater), dan wel te laag peil op het IJsselmeer (watertekort voor Eemshaven via 'open leidingen' door Friesland-Groningen). Omdat er nog onvoldoende gegevens verzameld zijn over grondwateronttrekkingen door de industrie, zijn in deze fase van de knelpuntenanalyse geen uitspraken gedaan over knelpunten in relatie tot grondwater.

Een wel heel bijzondere vorm van 'industriewater' is bluswater voor de Betuwelijn. De watergangen langs de Betuwelijn dienen te allen tijde op peil te worden gehouden, zodat er in geval van een calamiteit voldoende bluswater beschikbaar is. Uit analyse van de regio Rivieren blijkt dat zich in een extreem droog jaar watertekorten kunnen voordoen.

4.3.7 Koelwater voor energievoorziening en industrie

In de huidige situatie zijn er rond energieproductie alleen problemen in een extreem droog jaar. In het scenario STOOM (W+/GE) worden ook problemen verwacht in een gemiddeld en droog jaar, vooral langs de Maas, Amer, het Amsterdam- Rijnkanaal en het Noordzeekanaal.

Noord-Holland heeft nog vastgesteld dat onvoldoende of te zout water in de Schermerboezem de inname van koelwater door het ECN in Petten bedreigt in het scenario WARM (W+/RC) in een extreem droog jaar. In de huidige situatie wordt 0,6 m³/s verbruikt, maar in de toekomst is 3,0 m³/s nodig voor de energiecentrale. Het water wordt na gebruik geloosd op de Noordzee.

Wat betreft koelwater voor de industrie zijn er in de huidige situatie nauwelijks problemen. In de toekomst (2050, scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE)) kunnen knelpunten optreden op minder dan 10 locaties in een gemiddeld of droog jaar, maar op circa 40 van de 100 locaties in een extreem droog jaar.

De regiostudie Zuid-Nederland voorziet in een doorkijk naar 2100 dat door de hogere oppervlaktewatertemperaturen in de Maas industrieën die voor hun productieproces afhankelijk zijn van de inname of lozing op de Maas de beperkingen toenemen van 19 dagen per jaar nu naar maximaal 110 dagen in 2100 voor de scenario's WARM (W+/RC) en STOOM (W+/GE).

4.3.8 Scheepvaart

De scheepvaart kent nu al vaardiepte- en schutbeperkingen in een extreem droog jaar. Deze vaardieptebeperkingen worden opgevangen door meer reizen te maken met minder vracht.

Omdat de afvoeren van de Rijn en Maas in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) fors dalen nemen de vaardieptebeperkingen op de Waal en IJssel toe, qua ernst, frequentie en totale duur. De landelijke analyse laat zien dat in 2050 de vaardieptebeperkingen in een gemiddeld jaar ongeveer net zo groot zijn als nu in een droog jaar. In een droog jaar verdubbelt het aantal dagen met een vaardieptebeperking. De Maas en Nederrijn zijn gekanaliseerd. Op deze rivieren lijken de knelpunten beperkt maar deze analyse verdient nadere aandacht.

Voor de regio Oost geldt dat in 2003 er op de IJssel geen vaarverbod is ingesteld, wel zijn er op de rivier aflaadbepalingen ingesteld. Op de kanalen werd wel groepsgewijs geschut om schutverliezen te beperken, vooral de recreatievaart kan hiervan hinder ondervinden. De regio verwacht dat dit fenomeen in de toekomst mogelijk vaker gaat optreden.

Regio Hoge Zandgronden heeft berekend dat in de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) het vier keer zo vaak als nu voorkomt dat de minimumafvoer waarbij scheepvaart nog mogelijk is op de kanalen overschreden wordt.

4.3.9 Recreatie

Door hogere watertemperaturen en watertekorten bij de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) neemt het aanbod van voldoende en schoon water voor recreatie af. De hinder van (blauw) algenbloei kan toenemen, met mogelijk onveilige situaties voor de gezondheid tot gevolg.

Bij overschrijding van het streefpeil in kanalen, vaarten en meren ontstaan vooral in Friesland en op het IJsselmeer knelpunten voor de recreatievaart door onvoldoende waterdiepte.

4.3.10 Visserij

De binnenvisserij is nog niet onderzocht. Deze wordt in fase 2 bekeken.

5 Hoofdpijnen van de bevindingen

5.1 Hoofdconclusies

- In Nederland hebben we op jaarbasis onder de huidige omstandigheden maar óók in 2050 onder alle scenario's genoeg water, maar niet altijd op het juiste tijdstip, op de juiste plek en van de juiste kwaliteit.
- Daardoor doen zich onder de huidige omstandigheden al knelpunten voor in droge jaren.
- Door sociaaleconomische ontwikkelingen en verandering van het klimaat neemt de watervraag toe en de beschikbaarheid af. De watervraag zal met grote waarschijnlijkheid in drie van de vier onderzochte deltasenario's toenemen (STOOM (W+/GE), WARM (W+/RC) en VOL (G/GE)) terwijl de beschikbaarheid in de twee warme en droge deltasenario's sterk afneemt (STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC)).
- Dit betekent dat de knelpunten in ieder geval in de twee warme en droge scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) sterk toenemen, en dat in het scenario VOL (G/GE) de knelpunten door een grotere watervraag toenemen, zelfs bij gematigde klimaatverandering.
- In de twee warme en droge scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) zal in 2050 in een droog jaar in grote delen van ons land de ongestoorde levering van energie en drinkwater onder druk komen te staan, schade aan gebouwen en droge en natte infrastructuur en onomkeerbare schade niet altijd voorkomen kunnen worden.
- Het huidige waterverdelingsstelsel loopt met het huidige beleid, beheer en gebruik in 3 toekomstscenario's al voor 2050 tegen grenzen aan (STOOM (W+/GE), WARM (W+/RC) en VOL (G/GE)).
- De knelpuntenanalyses geven een eerste beeld van wanneer, waar en voor wie knelpunten gaan optreden. De exacte omvang van de watervraag en –beschikbaarheid is nog niet vast te stellen. Hiervoor

zijn de onderliggende aannames nog te onzeker en moet het gebruikte modelinstrumentarium nog verder worden verbeterd.

- Door het uitvoeren van de knelpuntenanalyses is duidelijk geworden dat behalve de klimaatverandering de reactie van de watergebruikers op veranderingen in klimaat, maatschappij en technologische ontwikkelingen belangrijk is voor de precieze omvang van de verwachte knelpunten.

5.2 Hoofdpijnen bevindingen knelpuntenanalyses

In Nederland is voldoende beschikbaarheid van zoetwater altijd vanzelfsprekend geweest. Dat hangt samen met het feit dat er ten eerste op jaarbasis vrijwel altijd sprake is van een neerslagoverschot en dat ten tweede de grote rivieren veel meer water aanvoeren dan we gebruiken. Daarom is er, zelfs in droge jaren, nog afvoer van zoetwater naar zee.

Maar de neerslag is niet altijd in het juiste jaargetijde voorhanden: neerslag in het winterhalfjaar wordt als overmatig water afgevoerd. 's Zomers, als het water nodig is, kan er daarentegen sprake zijn van forse neerslagtekorten. Ook kan het water uit de grote rivieren niet naar iedere plaats worden gestuurd waar het gevraagd wordt. Dat betekent dat er lokaal of in grotere gebieden knelpunten kunnen ontstaan. Onder huidige omstandigheden gebeurt dat nu al in droge jaren. In een extreem droog jaar treden grote knelpunten op en wordt gedurende een periode van ongeveer 90 dagen al het water in Nederland op enigerlei wijze benut. Er is geen afvoer van het IJsselmeer naar de Waddenzee, de Haringvlietsluizen zijn volledig gesloten en wat door de Nieuwe Waterweg naar zee stroomt, wordt nodig geacht om de zoutindringing op de open Nieuwe Waterweg te beperken.

Het optreden van deze knelpunten is beleidsmatig geaccepteerd; daarom hebben we in Nederland momenteel geen beleid voor structurele watertekorten maar alleen voor incidentele droogte. Beleid dus voor als er tijdelijk minder water beschikbaar is door langdurig droog weer in (delen van) Nederland en/of voor als de rivierafvoeren heel klein zijn door langdurige droogte in heel Noordwest-Europa. Dit beleid zorgt ervoor dat ook in extreem droge jaren zoveel mogelijk water beschikbaar blijft voor de nutsvoorzieningen en om onomkeerbare schade te beperken.

Door sociaaleconomische ontwikkelingen en verandering van het klimaat neemt de watervraag toe en de beschikbaarheid af. De watervraag zal met grote waarschijnlijkheid in drie van de vier onderzochte scenario's toenemen, namelijk in STOOM (W+/GE), WARM (W+/RC en VOL (G/GE). De beschikbaarheid van zoetwater neemt in de twee warme en droge scenario's, te weten STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC), sterk af.

Dit betekent dat de knelpunten in ieder geval in de twee warme en droge scenario's, STOOM (W+/GE), WARM (W+/RC) sterk toenemen en dat de knelpunten in het scenario VOL (G/GE) door een grotere watervraag toenemen, zelfs bij de relatief geringe verandering van klimaatscenario G.

Voor het IJsselmeergebied geldt dat in 2050 in een droog jaar niet aan de watervraag voldaan kan worden in de warme en droge scenario's: STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC). In het gebied dat invloed ondervindt van externe verzilting neemt de duur van inlaatbeperkingen in droge jaren fors toe. En waar men afhankelijk is van de aanvoer van rivieren of wateraanvoer niet mogelijk is, gaan in gemiddelde jaren al knelpunten optreden.

Knelpunten kunnen (forse) schade voor economische sectoren betekenen. Maar knelpunten kunnen ook onomkeerbare schade aan natuur, versnelde bodemdaling, en schade aan gebouwen en droge en natte infrastructuur veroorzaken of onze nutsvoorzieningen in gevaar brengen. Daarom is ook gekeken naar de aard van de verwachte knelpunten.

Bij de twee warme en droge scenario's, te weten STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC), zal bij continuering van het huidige beleid en beheer in 2050 in een droog jaar de ongestoorde levering van energie en drinkwater onder druk komen te staan in een groot deel van Nederland, en zal onomkeerbare schade aan natuur, versnelde bodemdaling, en schade aan droge en natte infrastructuur niet altijd voorkomen kunnen worden. Een uitzondering vormt het gebied dat water krijgt geleverd vanuit het IJsselmeer. Door de aanwezige voorraad in het IJsselmeer zal in een droog jaar weliswaar niet geheel aan de watervraag voldaan kunnen worden, maar zullen problemen zoals we die elders in Nederland in 2050 bij de scenario's STOOM (W+/GE) en WARM (W+/RC) in een droog jaar zien hier pas in een extreem droog jaar gaan spelen.

In de huidige knelpuntenanalyse is nog geen rekening gehouden met de mogelijkheid dat landen stroomopwaarts extra water gaan

onttrekken, omdat zij ook te maken krijgen met toenemende watertekorten. Evenmin is rekening gehouden met adaptatie aan klimaatverandering, het benutten van kansen en mogelijke technologische ontwikkelingen van de watergebruikfuncties. Deze ontwikkelingen kunnen van invloed zijn op de omvang van de geconstateerde knelpunten.

Desondanks leert de knelpuntenanalyse ons al dat het huidige beleid voor de inrichting en het beheer van ons watersysteem tegen zijn grenzen aanloopt. In drie van de vier onderzochte scenario's vraagt het huidige zoetwaterbeleid en -beheer al vóór 2050 om heroverweging. Deze heroverweging is niet alleen nodig om knelpunten te voorkomen, maar ook om kansen te benutten die voortkomen uit de unieke ligging van Nederland in de delta.

5.3 Aanbevelingen voor fase 2 van de knelpuntenanalyse

Behalve dat een groot aantal witte vlekken moeten worden ingevuld, dat kennisleemten moeten worden gevuld en dat tekortkomingen in het modelinstrumentarium aandacht behoeven (waaraan de Bijlage bij dit rapport is gewijd) zullen de volgende zaken aandacht moeten krijgen:

- Nadere kwantitatieve analyse van waterbeschikbaarheid in het hoofdwatersysteem en watervraag in de regio's voor de vier deltascenario's bij langjarige reeksen;
- Uniformering van de wijze waarop en de eenheden waarin waterbeschikbaarheid en watervraag worden gekwantificeerd en uitgedrukt. Dit om verschillen tussen landelijke en regionale analyses beter te kunnen begrijpen;
- Uitwerking van realistische scenario's voor de gebruiksfuncties, met aandacht voor de mogelijke autonome reactie van watergebruikers op klimaatveranderingen, economische en technologische ontwikkelingen. Waarbij klimaatverandering niet alleen als bedreiging maar ook als kans gezien kan worden;
- Definiëring van concrete en specifieke beleidsdoelen (of het expliciet maken van impliciete doelen) voor zoetwaterbeheer, om aldus de urgentie van knelpunten vast te kunnen stellen;
- Het bepalen van de opgave voor zoetwater op basis van de mismatch tussen de gewenste situatie en de feitelijk verwachte situatie: het eigenlijke knelpunt. Deze mismatch vormt ook het uitgangspunt voor het opstellen van beleidstrategieën met de daarbij behorende maatregelen en beleidsinstrumenten.

Bijlagen

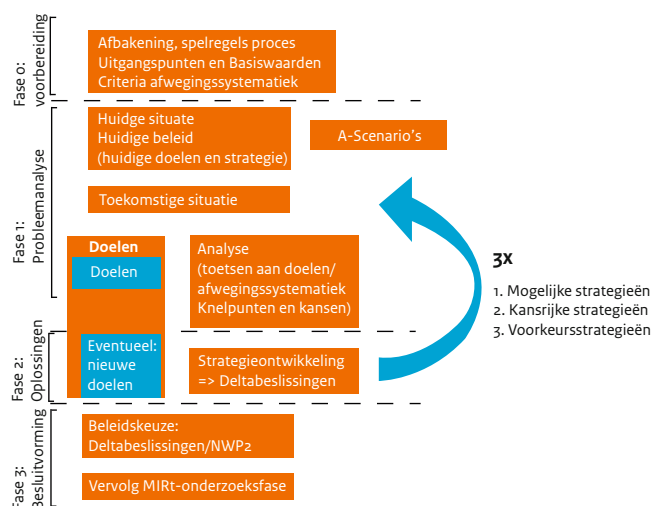
Witte vlekken en verbetering modelinstrumentarium

Uit de analyses (landelijk en regionaal) blijkt dat de kennis die voor het maken van afwegingen vereist zijn niet altijd toereikend is. Deze kennis heeft zowel betrekking op de beschikbaarheid van (zoet) water als op de vraag. Daarnaast ontbreekt een specifiek referentiekader voor het zoetwaterbeleid – dat aansluit bij de basiswaarden van het deltaprogramma (duurzaamheid, flexibiliteit, solidariteit) –, waarmee de verwachte (regionale) ‘mismatches’ kunnen worden getoetst. In dat verband ontbreekt het al aan een eenduidige en gedragen vertaalslag naar (financiële) consequenties van watertekorten, zowel voor gebruikers als de maatschappij als geheel.

Ook moeten in de komende twee jaar verbeteringen worden doorgevoerd in het deltamodelinstrumentarium om in 2014 tot een breder gedragen en minder onzekere onderbouwing van de deltabeslissing te komen.

In het Deelprogramma Zoetwater is in 2010 een kennisagenda opgesteld. Deze is opgesteld rond de verschillende stappen in een beleidsanalyse, zoals die nu in het gehele Deltaprogramma gebruikt wordt (zie onderstaande figuur).

De kennisagenda zal ieder jaar worden geactualiseerd. Daarom zijn de witte vlekken die tijdens de synthesesweek (11-15 april 2011) zijn geïdentificeerd, gegroepeerd volgens deze stappen. Voor iedere witte vlek is ook een eerste schatting gemaakt wanneer deze moet zijn gevuld.



Kennisleemten en witte vlekken

Hier worden de kennisleemten en witte vlekken benoemd zoals deze geïdentificeerd zijn gedurende de synthesesweek (11-15 april 2011), casu quo zijn benoemd in de landelijke of één van de regionale studies. Het betreft een long-list van kennisleemten en witte vlekken.

Het programmteam Zoetwater zal deze in samenspraak met de Waterdienst, Deltares en andere kennisinstituten nader specificeren ten behoeve van de kennisagenda Zoetwater, en programmeren wanneer (in fase 2 of later) en door wie (Deelprogramma Zoetwater, of onderzoeksprogramma's zoals Kennis voor Klimaat) deze opgepakt gaan worden, of al opgepakt zijn. Zo kunnen sommige

vragen op de kennisagenda van het Deelprogramma Zoetwater geplaatst worden om aangeboden te worden aan Nationale Kennisagenda's voor strategisch onderzoek. De invulling van kolommen 2-4 is dan ook slechts indicatief.

1 Huidige zoetwatervoorziening

Kennisvraag	Soort-vraag	Wanneer	Wie
Hoe werkt het beheer van het hoofdwatersysteem op de verdeelpunten in de praktijk m.n. bij laagwater situaties?	Uitzoek	Fase 2	WD, Regio/ RWS
Is het hoofdwatersysteem voldoende stuurbaar om de juiste hoeveelheid water op het juiste moment op de juiste plek te krijgen (nog los van politieke keuzes)?	Uitzoek	Fase 2	WD, Regio/ RWS
Hoe zit het met het uitzakken van stuwpanden bij laag water en de stabiliteit van bouwkundige constructies bij laag water?	Uitzoek	Fase 2	DPZW, regio's
Hoe zitten de waterbalansen (kwantiteit en kwaliteit) in elkaar en kunnen we dezelfde grootheden gaan gebruiken?	Toegepast Onderzoek	Fase	DPZW, regio's

2 Autonome ontwikkelingen en de invloed op aanbod en gebruik van zoetwater

Kennisvraag	Soort-vraag	Wanneer	Wie
Hoe gaat de autonome trends van zomerbed verlaging zich ontwikkelen (2050 doorkijk 2100)?	TO	Fase 2	DP Rivieren
Hoe gaan de zoetwater lenzen zich als gevolg van klimaatverandering ontwikkelen?	SO	Fase 2	Aftappen lopend onderzoek
Hoe gaat de interne verzilting zich ontwikkelen?	TO	Fase 2	DPZW
Hoe ontwikkelt de chloride concentratie zich op Rijn en Maas?	Uitzoek	Fase 2	DPZW, regio
Wat is het effect van klimaatverandering op grondwaterstanden bij gebruik van langjarige reeksen?	TO	Fase 2	DPZW
Hoe ontwikkelen de grondwateronttrekkingen zich en wat is de invloed van klimaatverandering op de waterkwantiteit en –kwaliteit bij grondwateronttrekkingen?	TO	Fase 2	DPZW, regio

Welke sociaaleconomische ontwikkelingen en klimaat-adaptatiemaatregelen bovenstrooms in het stroom-gebied hebben effect op extreem lage afvoeren van Rijn en Maas?	Uitzoek/ TO	Fase 2	Aftappen KvK
Wat is de invloed van klimaatverandering op de autonome ontwikkeling van watergerelateerde gebruiks-functies en de watervraag (bv berekening en land- en tuinbouw)?	TO	Fase 2	DPZW, regio, functies
Wat zijn mogelijke autonome ontwikkelingen binnen de gebruiksfuncties gerelateerd aan economische en technologische ontwikkelingen en hoe beïnvloedt dat hun watervraag?	TO	Fase 2	DPZW, regio, functies
Hoe ontwikkelt de watervraag van de natuur zich, rekening houdend met de dynamiek van natuur zelf, waaronder het adaptief vermogen aan klimaatverandering? Hierbij gaat het zowel om veranderingen in standplaatslocatie alsook om de eisen aan waterkwantiteit en –kwaliteit.	TO	Start Fase 2	DPZW, regio, functies
Waaruit bestaat de huidige en toekomstige vraag naar zoet grondwater en welke risico's brengen klimaatverandering mee voor deze bron?	TO	Fase 2	DPZW, functies
Wat is de invloed van bovenstroomse ontwikkelingen op de temperatuur van het Rijn- en Maaswater?	Uitzoek	Start Fase 2	DPZW
Wat is de invloed van klimaatverandering op de beschikbaarheid van Maas- en Rijnwater en de effecten voor waterkwaliteit van de Maas en Rijn?	TO	Fase 2	DPZW, regio, functies
Hoe zit het met de verzilting bij de Bernisse/Brielsemeer. Bekijk deze in samenhang als een systeem.	Uitzoek/ TO	Fase 2	DPZW + DPZWD/RD + regio
Bekijk voorkomen van zout niet alleen voor karakteristieke jaren maar ga uit van een statistische kansen benadering.	TO	Fase 2	DPZW/WD/ RZH, regio
Hoe zit het met verzilting van de Lek?	TO	Fase 2	DPZW, regio

3 Effect van autonome veranderingen

Kennisvraag	Soort-vraag	Wanneer	Wie
Wat is het effect van interne verzilting op de doorspoel-behoefte?	TO	Fase 2	DPZW, regio
Wat is het effect van grondwaterstandverlaging op zetting/klink/veenoxide, veiligheid kades en natte kunstwerken?	TO	Start Fase 2	DPZW, regio
Wat is het effect van klimaatverandering op de potentiële opbrengst van land- en tuinbouwgewassen?	SO	Start Fase 2	?
Wat is het effect van hogere temperaturen op watergebruikfuncties, m.n. in relatie tot waterkwaliteit?	TO	Fase 2 en verder	DPZW, functies
Wat is het effect van klimaatverandering op de watervraag van het stedelijk gebied?	TO	Start Fase 2	DPZW/DPNH, regio
Wat is het effect van klimaatverandering op gezondheid (o.a. pathogenen in drinkwater en zwemwater)?	?		
Wat zijn de effecten van klimaatverandering op andere waterkwaliteitsparameters dan temperatuur en zout?	TO	Start Fase 2	DPZW
Wat zijn de effecten van lozingen op de waterkwaliteit tijdens (extreme) droogte?	TO	Start Fase 2	DPZW
Wat is effect van klimaatverandering op de watervraag van natuur?	TO	Start Fase 2	DPZW
Wat zijn de implicaties van verandering in de zoetwaterbeschikbaarheid voor internationale, Europese en nationale wet- en regelgeving en afspraken op het gebied van natuur?	TO	Fase 2	DPZW
Wat zijn de effecten van minder zoetwater en lagere waterpeilen op (oever) recreatie, pleziervaart, visserij (beroeps en sportvisserij)?	TO	Fase 2	DPZW, functies
Wat zijn de gevolgen van lage afvoeren op de Maas en Rijn voor drinkwaterinname?	TO	Fase 2	DPZW, functie

Wat zijn de effecten van lage rivierwaterstanden voor de verladers?	TO/ Uitzoek	Start Fase 2	DPZW, functie
Wat is het belang van scheepvaart bij inrichting en beheer van het hoofdwatersysteem door RWS en hoe staat dit in verhouding tot de andere watergebruikfuncties?	TO/ Uitzoek	Start Fase 2	DPZW, RWS
Hoeveel water is beschikbaar/nodig voor schutverliezen bij sluizen?	TO	Fase 2 en verder	DPZW, RWS

4 Maatregelen en strategieën

Kennisvraag	Soort-vraag	Wanneer	Wie
Welke maatregelen en strategieën zijn er om tot goedkope en slimme oplossingen te komen voor knelpunten in de zoetwatervoorziening?	Uitzoek/ TO	Start Fase 2	DPZW, regio, functies
In hoeverre kan de watervraag verminderd worden door slim te beregenen?	Uitzoek/ TO	Fase 2	DPZW, regio, functies
Welke maatregelen en strategieën zijn er voor het veenweide gebied en wat is de impact op de watervraag?	Uitzoek/ TO	Fase 2	DPZW regio, functies
Wat zijn de effecten van flexibel peilbeheer (o.a. watervraag, bodemdaling)?	TO	Fase 2	DPZW, regio, Deltaproof
Wat is de relatie tussen maatregelen tegen droogte en wateroverlast?	TO	Start Fase 2	Aansluiten o.a. Deltaproof
Welke extra watervraag resulteert om de voor de ontwikkeling van gebruiksfuncties gewenste waterkwaliteit te behouden?	TO/SO	Start Fase 2	DPZW (?)
Hoeveel ruimte zit er bij de gebruiksfuncties om zuiniger, efficiënter en schoner om te gaan met zoetwater of wat is hun flexibiliteit om zelf te adapteren?	Uitzoek/ TO	Start Fase 2	DPZW, regio, functies
Hoeveel ruimte zit er bij de regionale waterbeheerders of wat is hun flexibiliteit om zelf te adapteren?	Uitzoek/ TO	Start Fase 2	DPZW, regio
Hoeveel ruimte zit er nog in het HWS en wat zijn de mogelijkheden om deze flexibeler in te richten?	Uitzoek/ TO	Start Fase 2	DPZW, RWS, regio

Wordt met peilopzet van het IJsselmeer de verzilting van het IJsselmeer volledig ondervangen?	TO	Start Fase 2	?
Hoe kunnen we de watervraag verminderen: vasthouden, (ondergrondse) waterberging, beprijzen van water, functies aanpassen/verplaatsen?	Uitzoek/ TO	Start Fase 2	DPZW, regio, functies ook Deltaproof
Hoe kunnen we de watervraag verminderen: anders denken, leren uit het buitenland?	Uitzoek	Start Fase 2	DPZW

- bepaling van het wateraanbod moet worden verbeterd door een nauwkeuriger beschrijving van het hoofdwatersysteem, inclusief de sturingsregels bij inlaatwerken en sluizen;
- Voor het analyseren van de kansrijkheid van maatregelen en strategieën zijn aanpassingen aan de effectmodellen, vooral landbouw en natuur, noodzakelijk.

5 (Beleids)doelen – ook kansen en bedreigingen

Kennisvraag	Soortvraag	Wanneer	Wie
Hoe gaan we om met het brijnbeleid en de impact op zoetwater?	Uitzoek	Fase 2	DPZW, regio
Welke economische kansen bieden klimaatsverandering en zoetwater voor BV Nederland?	TO	Start Fase 2	DPZW, KvK
Wat is de invloed van internationale ontwikkelingen op de natuur- en land- en tuinbouwambities?	Uitzoek	Start Fase 2	DPZW, functies

Verbetering modelinstrumentarium

De huidige knelpuntenanalyse is grotendeels gebaseerd op berekeningen met het Nationaal Hydrologische Instrumentarium (NHI). Tijdens de analyse zijn diverse beperkingen van het instrumentarium geconstateerd. Deze worden doorgegeven aan de stuurgroep Deltamodel/NHI. Voor de eerste grove analyse vormden de beperkingen geen beletsel, mede door de aanvullende analyses van de regio's.

Voor wat betreft het gebruik van het instrumentarium geldt: aan het gebruik van karakteristieke jaren kleven nadelen. In het vervolg zullen daarom ook langjarige reeksen worden doorgerekend, ten eerste om langzame processen, zoals veranderingen in het diepe grondwater en het voorkomen van zoetwaterbellen, goed in beeld te kunnen brengen; ten tweede om knelpunten voor gebruiksfuncties betere in termen van risico's (kans * gevolg) te kunnen beoordelen.

Voor de volgende fase van de knelpuntenanalyse dient het instrumentarium op punten te worden verbeterd. De belangrijkste verbeteringen die voor het Deelprogramma Zoetwater prioriteit hebben, zijn:

- de interactie tussen grond- en oppervlaktewater moet beter om de watervraag nauwkeuriger te kunnen vaststellen (watervraag zandgronden, interne verzilting);
- de doorspoelbehoefte moet worden bepaald op grond van de momentane waterkwaliteit en een betere karakterisering van de bodemfysische eenheden;

Colofon

Dit syntheserapport is samengesteld door de Waterdienst van Rijkswaterstaat met ondersteuning van Deltares, Alterra en Planbureau voor de Leefomgeving en in samenwerking met de zeven zoetwaterregio's.

Tekst

Neeltje Kielen (Waterdienst)
Ron Franken (Planbureau voor de Leefomgeving)
Judith ter Maat (Deltares)
Lodewijk Stuyt (Alterra)
Emiel van Velzen (Deltares)
Wim Werkman (Waterdienst)

Eindredactie

Frans Klijn (Deltares)

Contact

Neeltje Kielen, Rijkswaterstaat, Waterdienst
Neeltje.Kielen@rws.nl