



# **Watertekortopgave**

## **Eindrapport Droogtestudie Nederland**



**September 2005**

Riza rapport: 2005.015

# DROOGTESTUDIE NEDERLAND

## Watertekortopgave

Eindrapport

Onderwerp	Watertekortopgave
Auteurs	RIZA, HKV, Arcadis, KIWA, Korbee en Hovelynck. Rudolf Versteeg, Durk Klopstra, Timo Kroon
Contactpersoon	Timo Kroon
Doorkiesnummer	0320-298521
Status	definitief
Datum	september 2005
Rapport	RIZA-rapport 2005.015; ISBN 9036957133





# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting van belangrijkste conclusies</b>	<b>i</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1 Kader	1
1.2 Watertekortopgave	2
1.3 Leeswijzer	5
<b>2 Watertekorten in Nederland</b>	<b>7</b>
2.1 De watergebruikers	7
2.2 De beschikbaarheid van water	11
2.3 Watertemperatuur	18
2.4 Infrastructuur wateraanvoer	20
2.5 Operationele verdeling van water in droge perioden	22
2.6 Watertekorten naar regio	23
2.7 Omvang van de watertekorten	26
<b>3 De watertekortopgave, huidige situatie</b>	<b>29</b>
3.1 Landbouw	29
3.2 Scheepvaart	38
3.3 Energievoorziening (koelwater)	39
3.4 Drinkwater	40
3.5 Veiligheid (stabiliteit waterkeringen)	41
3.6 Recreatie	42
3.7 Natuur	43
3.8 Stedelijk gebied	50
3.9 De ruimtelijke watertekortopgave	51
<b>4 Toekomstige ontwikkelingen</b>	<b>53</b>
4.1 Landbouw	53
4.2 Scheepvaart	54
4.3 Energievoorziening (koelwater)	54
4.4 Drinkwater	54
4.5 Veiligheid (stabiliteit waterkeringen)	54
4.6 Recreatie	55
4.7 Natuur	55
4.8 Totaalbeeld van effecten van klimaatverandering op de watertekortopgave	55
<b>5 Bronnen</b>	<b>57</b>



# Samenvatting van belangrijkste conclusies

De Droogtestudie Nederland is een voorbereiding op de herijking van het nationale beleid op het gebied van watertekorten. Dat is een wezenlijk onderdeel van de in het Nationaal Bestuursakkoord Water aangekondigde acties om de watersystemen in Nederland “op orde” te krijgen.

Binnen de Droogtestudie is een analyse gemaakt van de watertekorten die in droge periodes kunnen optreden en van de consequenties die dat kan hebben. De Droogtestudie levert twee producten op:

1. “Werkwijzer watertekorten”. Een website met een stappenplan en veel achtergrondinformatie die waterbeheerders helpen bij het vormgeven van hun watertekortbeleid.
2. Watertekortopgave. Een raming van de watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen denkbaar zijn om de negatieve gevolgen op te heffen of te verminderen. De getallen in deze samenvatting geven de bovengrens aan van de bandbreedte waarbinnen gezocht kan worden naar maatregelen. De ondergrens is in alle gevallen “nihil”. Hetgeen overeenkomt met geen maatregelen nemen om het watertekort op te lossen.

In deze samenvatting staan de belangrijkste conclusies en aanbevelingen over de watertekortopgave. Binnen de Droogtestudie, en dus ook in dit rapport, worden geen bestuurlijke keuzes gemaakt. Het levert de bouwstenen voor de watertekortopgave. Met behulp van de resultaten kan het beleidstraject worden ingezet voor het bepalen van de bandbreedte waarbinnen de watertekortopgave zich bevindt. De eerste stap daartoe wordt eind 2005 gezet via de eerste van de drie “decembernota’s” die in het kader van het nieuwe werkprogramma van het Nationaal Bestuursakkoord Water worden opgesteld. De daadwerkelijke uitwerking en keuzes vinden plaats in de regio’s in 2006 en 2007.

## Belangrijkste conclusies watertekortopgave

### I. Algemene conclusies

1. Op dit moment (2005) zijn er regelmatig watertekorten die voor sectoren als de landbouw, de natuur en de scheepvaart kosten, opbrengstverminderingen of kwaliteitsverlies betekenen. Hoe daarmee kan worden omgegaan staat beschreven in de conclusies voor de regionale watersystemen (zie conclusies onder II) en voor de rijkswateren (zie conclusies onder III). De meeste afwegingen over het al of niet aanpakken van die tekorten zullen in de komende twee jaar door de regionale waterbeheerders moeten worden gemaakt. De onder II, III en IV gepresenteerde conclusies leveren bouwstenen die er toe kunnen bijdragen dat in 2015 het watersysteem wat betreft watertekorten weer ‘op orde’ is.
2. Watertekorten zullen na 2015 verder toenemen, met name door klimaatverandering. De waterbeheerders zullen daarom de ontwikkeling goed moeten blijven volgen om te zorgen dat het watersysteem ook na 2015 op orde blijft. De waterbeheerders zullen daarom de watertekorten prominent in de plannen op moeten nemen. De *Werkwijzer Watertekorten* is daarvoor een krachtig hulpmiddel (zie [www.droogtestudie.nl](http://www.droogtestudie.nl)).
3. De watertekortopgave heeft een relatie met de Kaderrichtlijn Water (KRW). De benadering om alleen aandacht te vragen voor de opgave waarvoor kansrijke maatregelen denkbaar zijn,

is in lijn met het gedachtegoed van de KRW. De watertekortopgave heeft echter vooral betrekking op incidentele droge periodes, terwijl de KRW vooral gericht is op de algemene toestand van het watersysteem.

## **II. Conclusies regionale watersystemen**

### ***Algemeen***

4. De watertekorten voor de regionale watersystemen (het verschil tussen vraag en aanbod van water van de juiste kwaliteit) zijn het grootst voor de sectoren landbouw en natuur. Voor de overige sectoren zijn de tekorten op landelijke schaal gezien klein tot nihil (zie paragraaf 2.7 en hoofdstuk 3).
5. Het aanleggen van grootschalige bergingsgebieden (100-en tot 1000-en ha.) wordt in het algemeen niet kansrijk (haalbaar en betaalbaar) geacht. Deze conclusie is al getrokken in de rapportage van fase 2A van de Droogtestudie Nederland. Letterlijk citaat: 'Uit analyses blijkt dat het aanleggen van dit soort gebieden uitsluitend voor watertekorten meestal niet rendabel is. De extra ruimteclaims zijn dus beperkt. Soms valt de balans wel positief uit. Bijvoorbeeld als het gebruik multifunctioneel is, of bij waterberging ten behoeve van kapitaalintensieve teelten.' Definitieve analyse en besluitvorming op lokale schaal zullen plaats vinden bij de regionale uitwerking.

### ***Landbouw***

6. De watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan zijn voor de landbouw circa 30 á 35 mm. Dat komt overeen met een mogelijke meeropbrengst van circa 200 miljoen € per jaar. In de regionale uitwerking moet blijken of er inderdaad rendabele en maatschappelijk gewenste maatregelen mogelijk zijn om de extra opbrengst te realiseren. Voor het resterende deel van het berekende maximale watertekort zijn geen kansrijke maatregelen beschikbaar. In de huidige landbouwpraktijk wordt dit tekort (opbrengstderving) al geaccepteerd. De kosten en negatieve neveneffecten van het aanvullen van dit tekort zijn aanmerkelijk groter dan de baten (zie onder meer de rapportage van fase 2A van de Droogtestudie Nederland). Daarom adviseert de werkgroep watertekorten een strategie waarin deze "schade" geaccepteerd wordt.
7. Kansrijke maatregelen (alleen beoordeeld op basis van technische en economische criteria conform het besluit van de regiegroep in april 2005) zijn het vasthouden van water, beregenen (inclusief eventueel benodigde extra wateraanvoer) en diverse kleinschalige maatregelen. Of de baten van maatregelen daadwerkelijk groter zijn dan de kosten moet bij de regionale uitwerking blijken. Daarbij moeten in de maatschappelijke kosten-batenanalyse naast de technische en economische criteria ook ecologische en sociaal-maatschappelijke aspecten worden meegenomen. In de Droogtestudie Nederland is daarvoor een beoordelingskader ontwikkeld.

### ***Natuur***

8. De maatregelen om de watertekorten voor de terrestrische natuur (natte landnatuur) op te lossen hebben een ander karakter dan die in de landbouw. Het aanvoeren van gebiedsvreemd water in tijden van watertekort is in de meeste gevallen geen wenselijke maatregel. De maatregelen moeten daarentegen bijdragen aan het zo goed mogelijk

herstellen van robuuste natuurgebieden, zodat de natuur bestand is tegen een droge periode. Het gaat dan primair om het bestrijden van verdroging.

9. De watertekorten voor terrestrische natuur zijn bepaald voor het totale areaal van de 'natte' natuur in Nederland waarvoor een natuurdoeltype is bepaald (170.000 ha). Omgeslagen over dit gebied is er een watertekort van 205 mm, dus ruim 20 centimeter. Het aandeel hierin van de natuurgebieden die vallen onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de Natuurbeschermingswet is ongeveer 50.000 ha. Voor deze gebieden is het watertekort bijna 300 mm. De bandbreedte is echter groot. Voor de helft van deze gebieden is er nagenoeg geen tekort, terwijl in andere gebieden de tekorten een factor 2 of nog groter zijn. Regionaal maatwerk is dus geboden.
10. Momenteel vindt lokaal nog steeds verdergaande onomkeerbare natuurschade plaats in VHR- en Natuurbeschermingsgebieden. Vaak gaat het om kleinere natuurgebieden met een zeer hoge natuurwaarde. De Werkgroep watertekorten adviseert om de onderrand van de watertekortopgave te laten bepalen door de hoeveelheid extra water die nodig is om verdergaande onomkeerbare natuurschade in dit soort gebieden te voorkomen. De hoeveelheid water en de kosten hiervan kunnen echter alleen bij de regionale uitwerking worden bepaald. Vaak gaat het om kleinere gebieden die zijn ingesloten door landbouwgebieden. Aanpak hiervan kan alleen op regionale schaal, bijvoorbeeld op de manier zoals die nu plaatsvindt in de reconstructiegebieden. De meerkosten voor de watertekortopgave voor natuur zijn dan beperkt.
11. De investering om verdroging grotendeels op te heffen is zeer groot (miljarden) en zal een enorme (financiële) inspanning vergen. Dit is feitelijk de bovenrand van de financiële watertekortopgave voor terrestrische natuur.
12. Voor het bepalen van de watertekortopgave voor de natuur in regionale watersystemen is aangesloten bij de GGOR-systematiek (de DLG-methode). Het uitwerken en vaststellen van GGOR's is nog gaande. Ook het formuleren van de zogenaamde *instandhoudingsdoelstellingen* in het kader van de VHR is nog niet afgerond. Het ambitieniveau dat daar wordt vastgesteld zal de omvang van de watertekortopgave in belangrijke mate bepalen. In deze lopende processen zullen concrete maatregelen en de effecten van die maatregelen duidelijk moeten worden.

### III. Conclusies Rijkswateren (hoofdwatersysteem)

#### **Algemeen**

13. Het aanleggen van grootschalige infrastructuur voor het herverdelen of aanvoeren van water is niet kansrijk. Dit is al in fase 1 van de Droogtestudie Nederland geconcludeerd, en in fase 2A herbevestigd. De meeropbrengsten die dergelijke maatregelen kunnen genereren zijn aanzienlijk kleiner dan de investeringen. Daar komt nog bovenop dat naast de investeringen in het hoofdsysteem aanzienlijke investeringen in het regionaal watersysteem noodzakelijk zouden zijn om het water op de juiste plaats (met name bij de gewassen) te krijgen. Dit verklaart mede waarom een groot deel van de watertekorten voor de landbouw beter kan worden geaccepteerd (zie conclusies bij de regionale systemen, onder II).



### **Koelwater (energiesector en industrie)**

14. De energiesector en bepaalde industrie gebruikt water voor koeling. Soms is er onvoldoende (koel)water beschikbaar. Dat veroorzaakt kosten in de sector. Het theoretische watertekort is significant, maar het vigerende beleid stelt dat de watertekorten niet opgelost dienen te worden door de waterbeheerder, maar door de sector. Los daarvan kunnen waterbeheerders de beschikbare koelcapaciteit niet of nauwelijks sturen. De werkgroep watertekorten adviseert daarom de watertekortopgave voor de waterbeheerder op nihil te stellen.

### **Scheepvaart**

15. De watertekorten voor de scheepvaart bestaan vooral uit een verminderde vaardiepte op de niet-gestuwde grote rivieren (Waal en IJssel) bij lage afvoeren. Dit veroorzaakt opbrengstderving in laagwaterperioden, maar dit theoretische tekort is economisch gezien niet oplosbaar. Eventueel denkbare maatregelen kosten vele malen meer dan de mogelijke opbrengsten. De werkgroep watertekorten adviseert daarom de watertekorten te accepteren en de watertekortopgave op nihil te stellen.

### **Natuur**

16. De watertekorten voor natuur in de rijkswateren bestaan vooral uit het herstellen van zoet-zoutovergangen. Het meeste water is daarbij nodig in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta, waar de watervraag oploopt tot boven de 100 m<sup>3</sup>/s. Andere locaties waar nagedacht wordt over het herstel van zoet-zoutovergangen zijn onder andere de Afsluitdijk en het Lauwersmeer. Over de kansrijkheid van dit soort maatregelen is op dit moment geen harde uitspraak te doen. Economisch gezien zijn de neveneffecten van deze maatregelen voor de landbouw en de scheepvaart groot. Daar staat een winst in natuurwaarde tegenover.
17. Vanuit natuuroogpunt is een meer flexibel peilbeheer in het IJsselmeergebied gewenst. Afhankelijk van de manier waarop dat wordt vormgegeven is extra zoet water nodig. Varianten waarbij weinig extra zoet water nodig is, lijken kansrijk. Het is echter de vraag of daarmee een significante natuurwinst geboekt kan worden.

### **Overige sectoren**

18. De watertekorten voor drinkwater, stabiliteit waterkeringen, recreatie en stedelijk water zijn klein tot nihil. Dat wil zeggen dat de hoeveelheid water die nu al vanuit het hoofdwatersysteem naar de regionale systemen wordt ingelaten ten behoeve van deze functies in vrijwel alle gevallen voldoende is.

## **IV. Conclusies over regionale differentiatie**

19. De watertekorten en de mogelijkheden om watertekorten aan te pakken zijn niet in alle delen van Nederland gelijk en niet overal mogelijk.
20. In het Zuid-Westen (Scheldestroomgebied) en Noord-Oosten (Eemsstroomgebied) zijn de watertekorten het grootst. Omdat in deze gebieden de beschikbaarheid van water van voldoende kwaliteit moeilijk is, zal naar verwachting een aanzienlijk deel van deze

watertekortopgave niet oplosbaar blijken te zijn. Een dergelijk besluit vergt echter een nadere analyse en besluitvorming in de betreffende regio's.

21. In Friesland zijn er weinig mogelijkheden om extra maatregelen te treffen. Daarom is de voorgestelde watertekortopgave relatief gering.
22. Met de uitvoering van kansrijke maatregelen kan een meeropbrengst voor de diverse sectoren worden gegenereerd. Hoe groot die precies uitvalt moet blijken bij de regionale uitwerking in 2006 en 2007.

## V. Conclusies toekomstige ontwikkelingen

### **Algemeen**

23. Watertekorten zullen in de komende 50 jaar verder toenemen. Belangrijkste oorzaak daarvan is klimaatverandering, maar ook andere ontwikkelingen in bijvoorbeeld de economie en het landgebruik beïnvloeden het watergebruik en de waterbehoefte.
24. De waterbeheerders zullen de bovengenoemde ontwikkelingen goed moeten blijven volgen om te zorgen dat het watersysteem ook na 2015 op orde blijft. De waterbeheerders zullen daarom watertekorten prominent in de plannen op moeten nemen. De Werkwijzer Watertekorten ([www.droogtestudie.nl](http://www.droogtestudie.nl)) is daarvoor een krachtig hulpmiddel.

### **Landbouw**

25. In de gebieden waar de landbouw blijft bestaan neemt het watertekort door klimaatverandering toe. Door de verwachte afname van de prijzen (bron: LEI/CPB) is het de vraag of maatregelen om dit toenemende tekort aan te pakken effectief en kostenefficiënt zullen zijn.

### **Natuur**

26. Door de verwachte toename van het areaal natuurgebied met zo'n 60% (bron: CPB, NMP, Nota Ruimte) zullen de watertekorten voor terrestrische en de aquatische natuur naar verwachting in de komende 50 jaar toenemen. De watervraag per natuurgebied zal stijgen door toename van de verdamping bij een toename van de temperatuur, maar mogelijk ook afnemen door een reactie van de gewasverdamping op een stijging van het CO<sub>2</sub>-gehalte in de lucht. Het samengestelde effect is nog niet te bepalen.

### **Koelwater (energiesector en industrie)**

27. Door klimaatverandering zet de temperatuurstijging van het oppervlaktewater verder door. De afgelopen eeuw is de temperatuur van het water bij Lobith al 3 graden gestegen, en daar zal voor 2050 nog minstens 1 graad - en wellicht 2 of 3 graden - bij komen. Voor de energieproductie en de koelwaterafhankelijke industrie betekent dit dat maatregelen genomen moeten worden om hierop te anticiperen. Een oplossing is bijvoorbeeld om nieuwe centrales op een plaats te bouwen waar wel voldoende koelwater beschikbaar is, bijvoorbeeld aan zee. Oude centrales op plaatsen met weinig koelwater zouden dan gesloten kunnen worden.

### ***Scheepvaart***

28. Door klimaatverandering zullen de rivierafvoeren in de zomer af gaan nemen. Daardoor zullen er vaker perioden voorkomen met een beperkte diepgang voor de binnenvaart. Of daarmee een structureel probleem ontstaat, is nog niet te zeggen. Op dit moment is er geen aanleiding om maatregelen te nemen. Wel is het zaak de ontwikkelingen nauwlettend in de gaten te houden. Als de komende tientallen jaren blijkt dat de klimaatverandering toch extremer wordt dan nu verwacht, is er nog voldoende tijd voor het nemen van maatregelen. Dat kunnen infrastructurele maatregelen zijn, maar gedacht kan ook worden aan een ander type schepen dat minder diep steekt.

### ***Overige sectoren***

29. Ook voor de overige sectoren geldt dat het watertekort toeneemt in de komende 50 jaar, maar dat er nog geen concrete aanleiding is om nu al maatregelen te nemen.

# 1 Inleiding

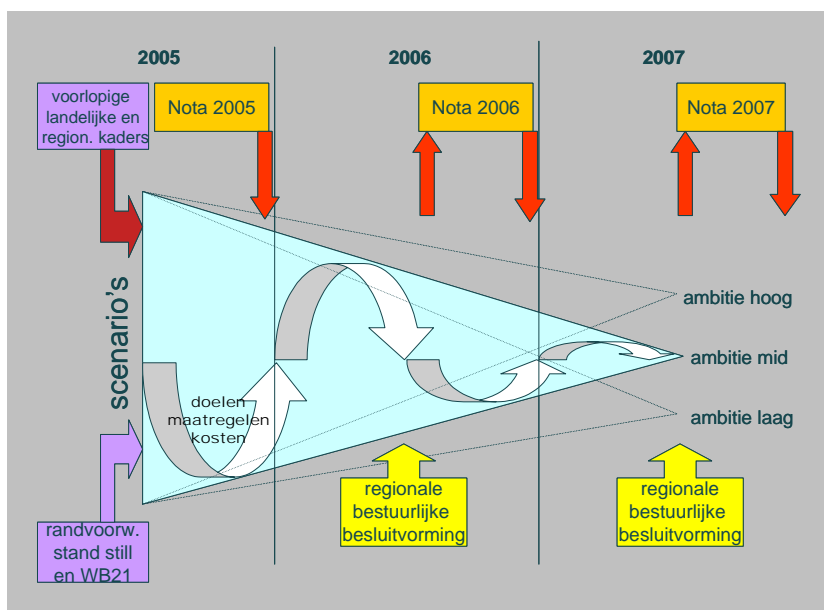
## 1.1 Kader

De Droogtestudie Nederland is onderdeel van het werkprogramma NBW. De laatste fase van de Droogtestudie Nederland is in januari 2005 van start gegaan. Tijdens deze fase is toegewerkt naar twee eindproducten:

1. “*Werkwijzer watertekorten*”. Een website met een stappenplan en veel achtergrondinformatie die waterbeheerders helpen bij het vormgeven van hun watertekortbeleid.
2. *Watertekortopgave*. Een raming van de watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen denkbaar zijn om de negatieve gevolgen op te heffen of te verminderen.

Voorliggende rapportage gaat in op de watertekortopgave.

Binnen de Droogtestudie, en dus ook in dit rapport, worden geen bestuurlijke keuzes gemaakt. Het rapport levert de bouwstenen voor de watertekortopgave. Met behulp van de resultaten kan het beleidstraject worden ingezet voor het bepalen van de bandbreedte waarbinnen de watertekortopgave zich bevindt. De eerste stap daartoe wordt eind 2005 gezet via de eerste van de drie “decembernota’s” die in het kader van het nieuwe werkprogramma van het Nationaal Bestuursakkoord Water worden opgesteld. De daadwerkelijke uitwerking en keuzes vinden plaats in de regio’s in 2006 en 2007.



Figuur 1-1: *Proces integrale NBW opgave tot en met 2007.*

### **Werkprogramma NBW 2005-2007: 3 decembernota's**

Na de startnota van december 2005 schetsen de nota's van 2006 en 2007 respectievelijk het landelijke kader voor beleidsmaatregelen en de regionale uitwerking daarvan. Alle drie dienen als basis voor de vijfde Nota waterhuishouding en daarmee het stroomgebiedbeheersplan, waarin de Kaderrichtlijn Water en het waterbeheer voor de 21ste eeuw zijn geïntegreerd. In Figuur 1-1 is het proces gevisualiseerd voor de periode tot 2007. De figuur wordt toegelicht in paragraaf 1.2.

## **1.2 Watertekortopgave**

In fase 2A van de Droogtestudie zijn de watertekorten berekend (helemaal links in *Figuur 1-1*). Het ging daarbij om het verschil tussen watervraag en wateraanbod van water van de juiste kwaliteit. Daarbij is onderscheid gemaakt naar verschillende gebruikers van water en naar regio's.

Als vervolg wordt als input voor de eerste decembernota (en tevens ter afronding van de Droogtestudie) de eerste stap gezet om van 'watertekort' naar 'watertekortopgave' te komen. Met andere woorden: welk deel van de watertekorten willen de waterbeheerders daadwerkelijk aanpakken, en welk deel van de watertekorten kan beter geaccepteerd worden omdat de (maatschappelijke) kosten om de tekorten aan te pakken veel groter zijn dan de (maatschappelijke) baten. De huidige situatie staat daarbij centraal, met het oog op het "op orde" zijn van het watersysteem in 2015. Het rapport geeft tevens een doorkijk naar het jaar 2050.

Bij het bepalen van de (bandbreedte voor de) watertekortopgave wordt van grof naar fijn gewerkt. In 2005 zal nog een ruime bandbreedte voor de watertekortopgave worden aangegeven. Eind 2007 moet de definitieve watertekortopgave door de waterbeheerders zijn vastgelegd en regionaal zijn uitgewerkt. De uiteindelijke watertekortopgave (medio 2007, helemaal rechts in *Figuur 1-1*) is afhankelijk van de ambitieniveaus ten aanzien van het opheffen van de tekorten. Dit is dus een bestuurlijke beslissing. Uiteindelijk moet een ambitieniveau worden gekozen (doelstellingen), met de bijbehorende maatregelen om die ambitie te verwezenlijken.

### **Definitie watertekortopgave 2007**

De algemene definitie van de watertekortopgave is de hoeveelheid water (met de bijhorende zaken als geld en ruimte) die nodig is om vanuit de huidige situatie de gewenste situatie te creëren. De gewenste situatie wordt strikt genomen bepaald op basis van een maatschappelijke kosten-baten analyse van mogelijke maatregelen. Binnen een dergelijke analyse is de acceptatie van tekorten vastgelegd met inachtneming van bestuurlijke keuzes. Deze watertekortopgave is het einde van de trechter zoals opgenomen in *Figuur 1-1*.

### **Waaruit bestaat de bandbreedte voor de watertekortopgave eind 2005**

Het voorliggende eindproduct bestaat uit de volgende elementen:

1. De bandbreedte voor de watertekortopgave (tekort aan water van de juiste kwaliteit) in termen van kubieke meters (en/of millimeters voor grondwater en peilbeheerste gebieden) op landelijke schaal en per deelstroomgebied, als input voor de decembernota van 2005.
2. De effecten van watertekorten op economische, ecologische en sociaal-maatschappelijke aspecten. Dit wordt beschreven aan de hand van een deel van de criteria in het beoordelingskader zoals dat binnen de Droogtestudie is ontwikkeld. Hierin gaat het dus onder meer over geld, maar ook over ruimtebeslag. In opdracht van de Werkgroep watertekorten zijn de economische aspecten kwantitatief uitgewerkt, en de ecologische en sociaal-maatschappelijke aspecten alleen kwalitatief.

3. Een inschatting van welk deel van de effecten met no-regret-maatregelen kan worden aangepakt. Vanwege het karakter van een eerste inschatting en omdat geen extra modelberekeningen met maatregelen in het traject van de watertekortopgave zijn gemaakt wordt hierbij geen volledige MKBA uitgevoerd.

### **De bandbreedte voor de watertekortopgave wordt steeds smaller**

Op dit moment staan we aan het begin van de trechter van *Figuur 1-1*, met dus een ruime bandbreedte voor de watertekortopgave. Die bandbreedte, berekend binnen de Droogtestudie Nederland, bestaat uit het theoretische verschil tussen watervraag en wateraanbod van water van de juiste kwaliteit. Zoals uit *Figuur 1-1* blijkt is het de bedoeling de komende jaren de bandbreedte voor de watertekortopgave te versmallen. Binnen de Droogtestudie worden bouwstenen aangeleverd om voor het onderdeel watertekorten hierin de eerste stap te zetten (eind 2005). Daarbij wordt als volgt te werk gegaan:

1. Bepalen van de bandbreedte voor watertekorten per sector/functie (o.a. landbouw, natuur en scheepvaart). Dit is de situatie helemaal links in *Figuur 1-1*. Deze is bepaald in fase 2a van de Droogtestudie Nederland.
2. Aangeven van de mogelijkheden om de bandbreedte eind 2005 op basis van transparante criteria te versmallen, inclusief de voor- en nadelen hiervan. De Droogtestudie maakt hierin geen keuzes, maar levert hiertoe wel bouwstenen aan.
3. Optellen van de bandbreedtes per sector/functie tot een landelijke bandbreedte, met inachtneming van:
  - a. Vermijden dubbeltellingen. Een voorbeeld is dat doorspoeling nodig kan zijn voor zowel het handhaven van een goede waterkwaliteit in stedelijke gebieden, natuurgebieden als landbouwgebieden. Als deze benodigde hoeveelheid water drie keer wordt meegeteld ontstaat een overschatting van de gewenste hoeveelheid water.
  - b. Waar nodig: prioriteren. Soms zijn watervragen van functies tegenstrijdig. De landbouw kan bijvoorbeeld soms wateraanvoer vragen, terwijl dit gebiedsvreemde water vanuit natuuroogpunt ongewenst is. In dit soort gevallen wordt geprioriteerd conform de methodiek van de Verdringsreeks.

Het voorgaande resulteert in bouwstenen voor het bepalen van de bandbreedte voor de landelijke watertekortopgave. Tevens wordt de bandbreedte per deelstroomgebied weergegeven.

### **Criteria om de bandbreedte voor de watertekortopgave te versmallen.**

Bestuurlijke keuzes zijn voor de NBW-decembernota van 2005 nog niet aan de orde. Een van de belangrijkste dilemma's rond de bandbreedte voor de watertekortopgave voor 2005 is dan ook hoe die kan worden versmald, zonder vooruit te lopen op bestuurlijke besluitvorming in een later stadium. Dat kan op basis van drie type argumenten:

1. Technische argumenten. Een voorbeeld hiervan is dat er simpelweg onvoldoende water beschikbaar is om aan een watervraag te voldoen. Informatie hierover is beschikbaar uit de eerdere fases van de Droogtestudie.
2. Economische argumenten. Een voorbeeld hiervan is het oplossen van de watertekorten voor de landbouw. Die kunnen technisch gezien vaak wel worden opgelost, maar hierdoor ontstaat vaak onevenredig veel natschade. Daarnaast moet dure infrastructuur worden aangelegd, waarvan de kosten meestal aanzienlijk groter zijn dan de baten. In dat soort gevallen is het beter de schade door watertekorten te accepteren. Informatie hierover is beschikbaar uit de eerdere fases van de Droogtestudie.
3. De combinatie van technische en economische argumenten.

Bij het bepalen van de bandbreedte voor de watertekortopgave voor 2005 zullen bovenstaande argumenten inzichtelijk worden gemaakt. Tevens worden de keuzemogelijkheden aangegeven, inclusief de voor- en nadelen daarvan. Deze keuzemogelijkheden met hun voor- en nadelen worden vervolgens zowel landelijk als regionaal getoetst. Voorkomen moet immers worden dat in 2006 en 2007 de regio's worden geconfronteerd met een te smalle bandbreedte, waardoor wellicht kansrijke oplossingen op voorhand onmogelijk worden gemaakt. Bij twijfel liever een te brede bandbreedte dan een te smalle. De uiteindelijke besluitvorming over de bandbreedte zoals die in decembernota van 2005 wordt opgenomen, vindt plaats in het LBOW.

Voor het toetsen van de validiteit van de gehanteerde argumenten om de bandbreedte voor de watertekortopgave te versmallen, zijn de onderstaande elementen gehanteerd:

- Maximale transparantie over de voorgestelde keuzes en argumenten.
- Directe samenwerking in het projectteam met enkele regionale waterbeheerders bij het bepalen van de bandbreedte voor de watertekortopgave.
- Nauwe interactie (kennisuitwisseling) met regionale studies op het gebied van watertekorten,
- De voortgang bij het bepalen van de bandbreedte voor de watertekortopgave was te zien en te becommentariëren via de website van de Droogtestudie.
- Organisatie van een Droogtedag waar met alle Nederlandse waterbeheerders over de bandbreedte voor de watertekortopgave is gediscussieerd.

Voorgaande acties hadden tevens tot doel de betrokkenheid van de regionale waterbeheerders te vergroten. In de vervolgfase (tot eind 2007) zullen zij immers de watertekortopgave verder moeten uitwerken.

### **Methodiek per sector/functie**

Door de verschillen in de droogteproblematiek tussen de sectoren is het niet opportuun om een uniforme bepaling van de watertekortopgave voor alle sectoren vast te stellen. De watertekortopgave wordt daarom per sector en per regio vastgesteld. Wel wordt zoveel mogelijk aangesloten bij bestaande methodieken en werkwijzen, onder andere voor GGOR (Gewenst Grond- en Oppervlaktewater-Regime), aanpak wateroverlast en de Kaderrichtlijn Water.

### **Verschillen en overeenkomsten met de methodiek voor de wateropgave voor wateroverlast**

De algemene methodiek voor het bepalen van de wateropgave zoals die in *Figuur 1-1* is geschetst is van toepassing op alle deelreinen van het Nationaal bestuursakkoord Water (NBW), dus niet alleen watertekorten maar ook wateroverlast en waterkwaliteit. Toch zijn er ook verschillen. Hier wordt ingegaan op de verschillen en overeenkomsten met het bepalen van de wateropgave voor wateroverlast.

Belangrijk verschil in de methodiek voor watertekorten en wateroverlast is dat er voor wateroverlast heldere doelen zijn geformuleerd (de werknormen), en voor watertekorten niet.

Voor watertekorten ontstaat er daardoor een meerdimensionaal probleem:

1. Bandbreedte in de doelen (bijvoorbeeld alle watertekorten aanpakken of slechts een deel ervan)
2. Bandbreedte in de mogelijke maatregelen om die doelen te verwezenlijken (bijvoorbeeld via water vasthouden of via extra water aanvoeren).

Bij wateroverlast wordt de bandbreedte voor de wateropgave alleen door het laatste punt bepaald.

Overeenkomsten tussen beide methodes zijn er ook:

- beide methodes focussen op waterhoeveelheden (die er te kort dan wel te veel zijn),
- bij beide methodes worden de financiële effecten bepaald (de financiële opgave),
- bij beide methodes worden de ruimtelijke effecten bepaald (de ruimtelijke opgave).

### **1.3 Leeswijzer**

De diverse watergebruikers stellen alle hun eisen aan de beschikbaarheid van de juiste hoeveelheid water van de juiste kwaliteit op het juiste moment. Deze eisen lopen dusdanig uiteen dat de watertekortopgave allereerst per watergebruiker moet worden geanalyseerd. Deze analyse vindt voor de huidige situatie plaats in hoofdstuk 3. Aan het eind van dat hoofdstuk wordt de aggregatie van de watertekortopgave naar deelstroomgebieden en heel Nederland beschreven. In hoofdstuk 4 wordt een doorkijk naar de watertekortopgave in het zichtjaar 2050 geboden. Daaraan voorafgaande wordt ter introductie in hoofdstuk 2 ingegaan op aard, ernst en omvang van watertekorten in Nederland.

In het kader van de Droogtestudie Nederland zijn overigens veel meer rapportages verschenen. Deze zijn te vinden op de website [www.droogtestudie.nl](http://www.droogtestudie.nl).





## 2 Watertekorten in Nederland

*Situaties met watertekorten komen in Nederland ieder jaar voor. Als introductie voor de watertekortopgave wordt in dit hoofdstuk op basis van eerdere resultaten van de Droogtestudie globaal beschreven wat de aard, ernst en omvang van het watertekort in Nederland is. Het is een samenvatting van het gelijknamige achtergrondrapport, dat ter afsluiting van fase 2b is opgesteld (zie [www.droogtestudie.nl](http://www.droogtestudie.nl)).*

*In algemene zin geldt dat een watertekort is gedefinieerd als het verschil tussen de gevraagde en beschikbare hoeveelheid water van de juiste kwaliteit. De belangrijkste potentiële oorzaken voor een watertekort zijn:*

- *Een hoog neerslagtekort (hydrologie)*
- *Een lage rivierafvoer (hydrologie)*
- *Fysiske beperkingen van de aanvoermogelijkheden (infrastructuur)*
- *Niet optimale verdeling van het beschikbare water (operationele verdeling)*
- *Een verslechterende waterkwaliteit (mede als gevolg van hierboven genoemde factoren) door verzilting, opwarming en minder verdunning van verontreinigende stoffen.*

*Deze aspecten worden in de volgende paragrafen besproken. Daarna volgt een globale beschrijving van de aard, ernst en omvang van het watertekort voor een aantal regio's. Begonnen wordt met een opsomming van de gebruikers van water die problemen ondervinden in watertekortsituaties.*

### 2.1 De watergebruikers

Nederland is in sterke mate afhankelijk van water van de juiste kwaliteit. Een tekort aan water doet zich ieder jaar voor, zij het in een mate waaraan we gewend zijn en die we derhalve niet als problematisch ervaren. In de recente geschiedenis zijn ook voorbeelden bekend waarin het watertekort wel tot calamiteuze situaties leidde. Denk aan de extreem droge zomer van het jaar 1976, waarin met name de schade in de landbouw en bijvoorbeeld de bosbranden op uitgebreide schaal als calamiteus werden ervaren. Ook de warme zomer van 2003 was, met name door een tekort aan koelwater, problematisch.

#### **Landbouw**

Derving van de opbrengst in de landbouw wordt met name veroorzaakt door een watertekort in de bodem (onverzadigde zone en grondwater) als gevolg van een neerslagtekort en onvoldoende beschikbaarheid van water van de juiste kwaliteit voor beregening. Het neerslagtekort is gedefinieerd als het verschil tussen neerslag en verdamping. Nederland kent ieder zomerhalfjaar een neerslagtekort doordat de verdamping groter is dan de neerslag. Over het algemeen wordt dit neerslagtekort niet of nauwelijks als een probleem ervaren, juist doordat het ieder jaar voorkomt en de bedrijfsvoering daarop is ingesteld. Vooral na de droge zomer van 1976 is in de landbouw op grootschalige wijze overgegaan op beregening uit zowel grond- als oppervlaktewater om het tekort aan water aan te vullen. Uit eerdere analyses van de Droogtestudie blijkt dat het oppervlaktewatersysteem over het algemeen goed is uitgelijnd voor de watervraag van de landbouw, gegeven de huidige omvang van de beregening. Ook in extreem droge jaren treden nauwelijks watertekorten op in het oppervlaktewatersysteem als gevolg van de watervraag vanuit de landbouw.

Wel ontstaat in dergelijke droge jaren schade in de landbouw doordat de gewassen niet die hoeveelheid water kunnen verdampen die nodig is voor een optimale groei. De oorzaak hiervoor is dat de beregeningsinstallaties over het algemeen niet op dergelijke droge jaren zijn berekend en voor beregening uit grondwater geldt doorgaans een beregeningsverbod in droge jaren om verdere daling van de grondwaterstanden (met bijvoorbeeld negatieve effecten voor natuur) te voorkomen. Bovendien kan de beregeningscapaciteit in met name West-Nederland niet volledig worden benut wanneer het oppervlaktewater verzilt raakt. Verzilting komt dan door onvoldoende doorspoeling van het met zout kwelwater belaste oppervlaktewater of door inlaat van verzilt rivierwater ten behoeve van peilhandhaving in veengebieden. De conclusie is dat de schade in de landbouw primair wordt veroorzaakt door het neerslagtekort, hetgeen leidt tot een tekort aan water in de bodem (onverzadigde zone en het grondwater), en daaraan gekoppeld een tekort aan beregeningswater van de juiste kwaliteit. Mogelijke maatregelen welke in het kader van de watertekortopgave worden beschouwd hebben betrekking op uitbreiding van beregeningsinstallaties (en indien nodig aanpassing van het oppervlaktewatersysteem daarop) in peilbeheerste gebieden en vasthouden van water in gebieden waar geen water kan worden aangevoerd uit het oppervlaktewatersysteem en derhalve veelal sprake is van beregening uit grondwater.

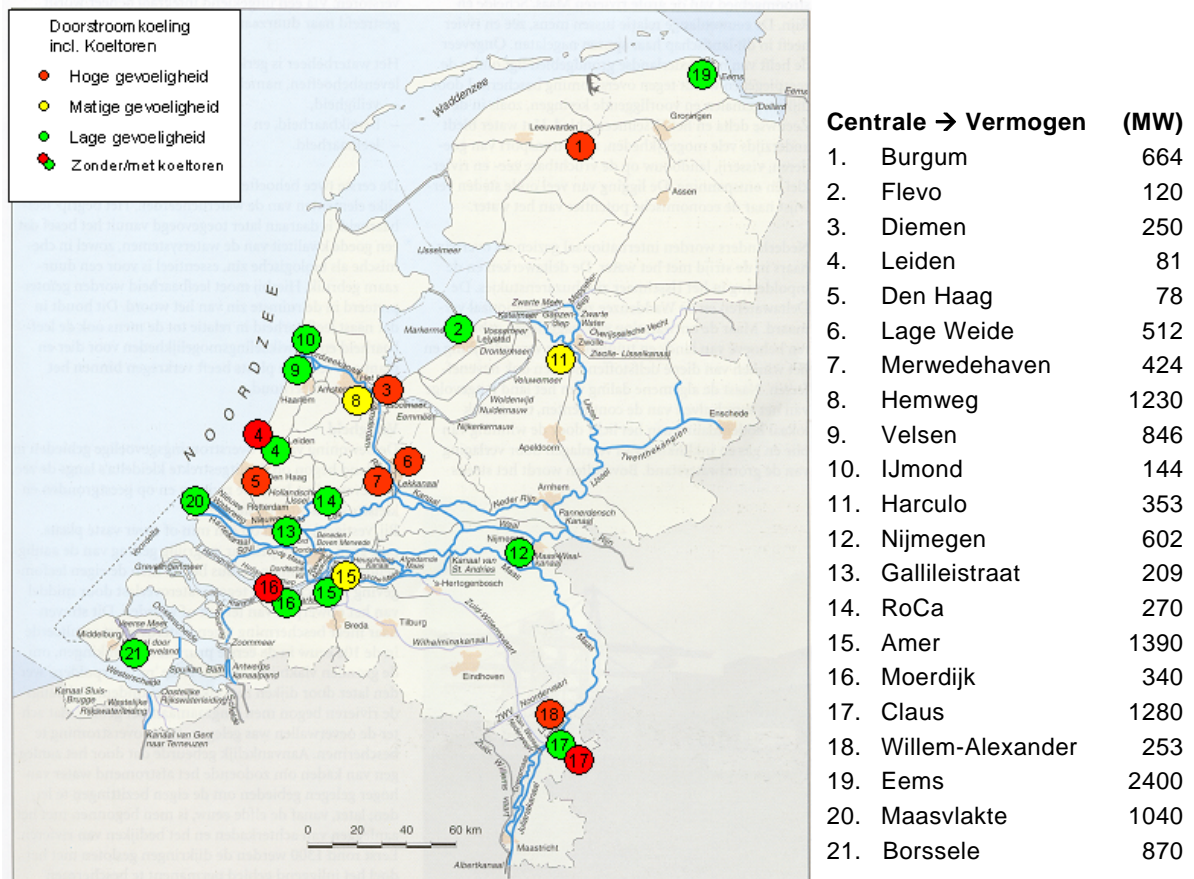
### **Scheepvaart**

Bij lage afvoeren op de grote rivieren als gevolg van langdurige droge omstandigheden in de stroomgebieden van de Maas en de Rijn ondervindt de scheepvaart hinder van de beperkte diepte van de vaarwegen. Dit heeft tot gevolg dat schepen minder diep geladen kunnen worden. Aangezien het aanbod van vracht zich niets aantrekt van lage afvoeren is het gevolg dat voor een zelfde hoeveelheid lading vaker gevaren moet worden. Bovendien worden ook de wachttijden bij sluizen langer, onder andere door het drukker scheepvaartverkeer. Dit leidt tot hogere vervoerskosten welke, al dan niet afgewenteld op opdrachtgevers en uiteindelijk burgers, leiden tot hogere maatschappelijke kosten.

### **Energievoorziening**

Op de meeste locaties in Nederland zijn elektriciteitscentrales afhankelijk van koelwater uit oppervlaktewater. De locaties van het centralepark zijn aangegeven in Figuur 2-1.

In langdurige droge en warme omstandigheden, met een beperkt aanbod van water van relatief hoge temperatuur, kan een tekort aan koelwater ontstaan doordat het koelwater dat door de elektriciteitscentrales geloosd wordt gebonden is aan normen (zie ook paragraaf 2.3). Deze normen zijn ingesteld om schade aan de in het water aanwezige organismen te voorkomen.



Figuur 2-1 Centralepark in Nederland.

### Drinkwater

Op een aantal locaties wordt drinkwater gewonnen uit oppervlaktewater. Om tijden van watertekort als gevolg van lage rivierafvoeren of een slechte waterkwaliteit te kunnen overbruggen zijn drinkwaterbekkens aangelegd. Deze bekkens hebben een dusdanige omvang dat een tekort aan water voor drinkwaterbereiding zeer onwaarschijnlijk is. Wel kan het voorkomen dat bij een extreem grote drinkwatervraag lokaal de druk in het waterleidingnet afneemt, waardoor er minder water uit de kraan komt. Dat was bijvoorbeeld het geval aan de Friese IJsselmeerkust in de zomer van 2003. Het werd veroorzaakt door het grote aantal recreanten en het langdurig aanhouden van mooi weer.

### Veiligheid

Om de stabiliteit van kaden, en dan met name de veenkaden langs regionale watersystemen, zoveel mogelijk te waarborgen in tijden van droogte moet de waterstand in deze regionale watersystemen op peil worden gehouden. Wanneer peilhandhaving niet gerealiseerd kan worden ontstaat een tekort aan water dat zich kan manifesteren in een teruglopende stabiliteit van de waterkeringen en daarmee een verslechtering van de bescherming tegen overstroming. De kadebreuk bij Wilnis in 2003 heeft nog weer eens aangetoond dat veenkaden kwetsbaar zijn voor uitdroging.

## Recreatie

Watertekorten in het oppervlaktewater kunnen leiden tot problemen met:

- de kwaliteit van het (zwem)water (functie zwemmen)
- de bevaarbaarheid, waterdiepte (functie pleziervaart)
- de kwaliteit van de visstand (functie recreatieve visserij)
- oponthoud bij bruggen en sluizen (functie pleziervaart)

Andersom geldt ook dat de waterrecreatie gebaat is bij mooi weer. Naarmate de zon vaker schijnt, neemt het aantal badgasten toe.

## Natuur

Voor de gevolgen van droogte, leidend tot watertekorten voor de natuur, wordt onderscheid gemaakt in:

- Aquatische natuur:  
*Rijkswateren.* De gevolgen van droogte manifesteren zich met name in stagnante wateren (meren) in de vorm van zuurstofloosheid, een verhoogde kans op botulisme en bloei van blauwalgen en het potentiële gevaar van het vrijkomen van toxines. Dit is in de zomer van 2002 gebeurd in bijvoorbeeld het Volkerakmeer. Hoewel deze ecologische effecten nadelig zijn voor onder andere watervogels en vissen in het ecosysteem, wordt verwacht dat de vegetatie niet significant zal veranderen en is herstel van de oorspronkelijke situatie zeer aannemelijk. Voor de oevervegetatie kan een wisselend waterpeil zelfs een stimulans zijn voor uitbreiding. In de zoet-zout overgangen kan schade aan de natuur ontstaan wanneer als gevolg van lage rivierafvoeren de verzilting toeneemt.  
*Regionale wateren.* De ecologie van de regionale wateren is kwetsbaar voor jaren met extreem droog weer. Denk aan droogvallen van beken, een verslechtering van de waterkwaliteit doordat de verdunning minder is (bij gebrek aan voldoende water om door te spoelen), hogere watertemperaturen en hogere chlorideconcentraties in gebieden met zoute kwel.
- Terrestrische natuur:  
De effecten van een extreme droogte op grondwaterafhankelijke ecosystemen zijn afhankelijk van het type ecosysteem. Kwelgevoede ecosystemen zijn tamelijk goed bestand tegen extreme droogte mits het systeem niet is aangetast door verdroging. Veel grondwaterafhankelijke ecosystemen zijn in Nederland echter wel hierdoor aangetast. Grondwaterafhankelijke ecosystemen die niet gevoed worden met kwel en/of oppervlaktewater kunnen in extreem droge jaren last hebben van uitdroging. Met name de natte, voedselarme, zeldzame vegetaties kunnen hierdoor verder verarmen. De kwetsbaarheid van deze systemen is ook vergroot door de versnippering van natuur in Nederland. De natte, voedselrijke vegetaties zijn tamelijk robuust voor extreme situaties. Hoewel niet apart gekwantificeerd zijn de consequenties van droogte voor droge ecosystemen vooral negatief. De droge ecosystemen zullen bij extreem droge jaren te maken krijgen met een toename in droogtestress en daarmee gepaard gaande risico's zoals brand. Brand is voor de fauna negatief, met name in geïsoleerde, versnipperde natuurgebieden.

Zoals uit deze beschrijving blijkt is een tekort aan water van de juiste kwaliteit vooral schadelijk voor de natuur doordat de mens de natuur kwetsbaar heeft gemaakt. In een natuurlijke situatie horen de gevolgen van extreme droogte bij het natuurlijk systeem en zullen deze gevolgen minder zijn dan in de huidige door de mens gecreëerde situatie. Hoe hiermee in de watertekortopgave zal worden omgegaan wordt beschreven in paragraaf 3.7.

## Stedelijk gebied

In stedelijk gebied kan oppervlaktewater nodig zijn voor doorspoeling van de stadswateren om daarmee de waterkwaliteitsdoelstellingen te realiseren. Een tekort aan water leidt derhalve tot waterkwaliteitsproblemen, mogelijk stankoverlast en daarmee een verslechtering van de beleving van het water in de stad. Daarnaast is peilhandhaving in stedelijk gebied (grond- en oppervlaktewater) van belang ter voorkoming van onder meer aantastingen van funderingen (paalrot). De voor de stabiliteit van waterkeringen benodigde hoeveelheid water in stedelijk gebied is ondergebracht bij het thema 'Veiligheid'.

## Het menselijk perspectief

Situaties met watertekorten zoals hiervoor omschreven kunnen leiden tot maatschappelijke onrust. Voorbeelden daarvan zijn (dreigende) problemen met de elektriciteitsvoorziening, mislukte oogsten, bosbranden, enzovoorts. De maatschappelijke onrust wordt nog eens versterkt omdat perioden van watertekorten meestal in de komkommertijd vallen. Zo vielen de watertekorten in 2003 eigenlijk wel mee (zo'n jaar komt eens in de 10 tot 20 jaar voor), maar was de media-aandacht enorm.

## 2.2 De beschikbaarheid van water

*Zoals beschreven in voorgaande paragrafen hangt een groot deel van de watertekortproblematiek samen met de beschikbaarheid van regenwater en rivierwater. In deze paragraaf worden hierover enkele kwantitatieve gegevens verstrekt.*

### 2.2.1 Waterbalans van Nederland

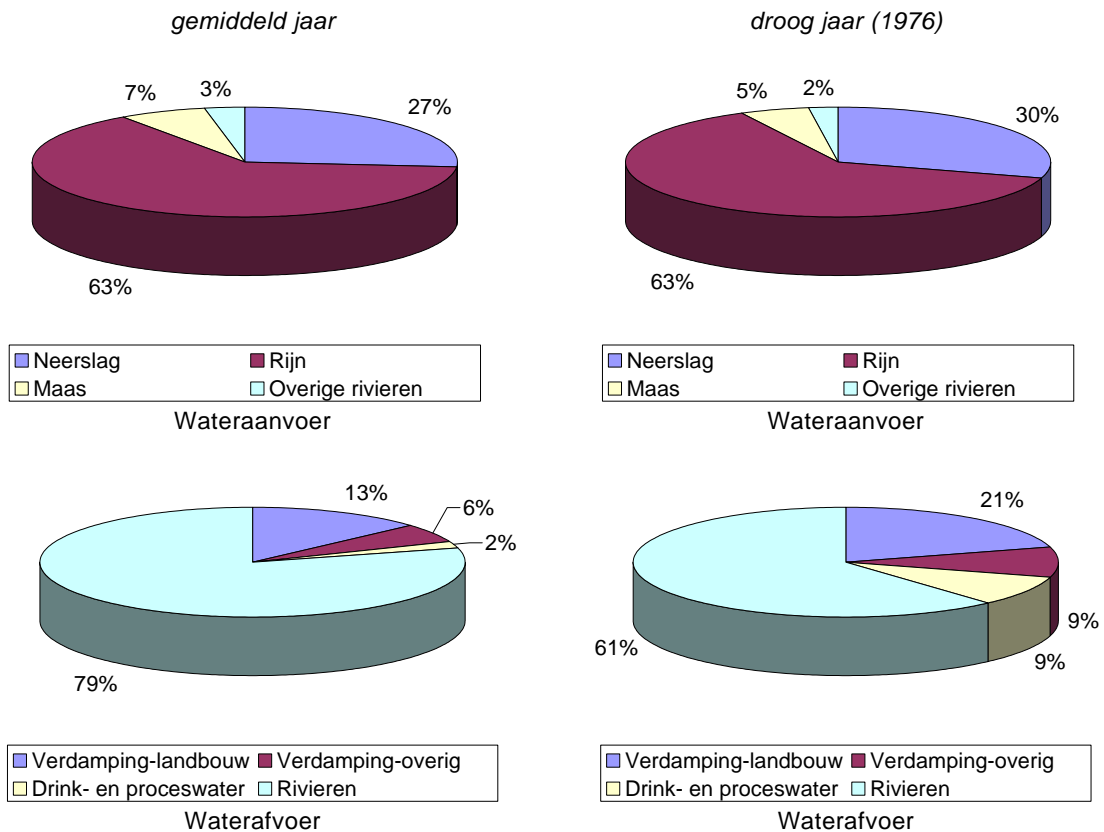
In Tabel 2-1 en Figuur 2-2 wordt de waterbalans voor een gemiddeld en extreem droog jaar weergegeven. Voor het extreem droge jaar is gekozen voor het jaar 1976. Het jaar 2003 was ook een droog jaar, maar minder extreem.

	Gemiddeld jaar		Extreem droog jaar (1976)		Verschil (%, afgerond)
	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	mm	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	
<b>In</b>					
Neerslag	795	29.200	535	19.700	-30
Rijn	1.915	70.400	1.130	41.500	-40
Maas	200	7.400	95	3.500	-50
Overige rivieren	90	3.300	40	1.500	-60
Totaal	3.000	110.300	1.800	66.200	-40
<b>Uit</b>					
Verdamping	565	20.700	528	19.400	-5
Rivieren	2.375	87.300	1.109	40.800	-50
Overig verbruik	60	2.300	163	6.000	+175
Totaal	3.000	110.300	1.800	66.200	-40

Tabel 2-1: Waterbalans van Nederland voor een gemiddeld jaar en het extreem droge jaar 1976 [1].

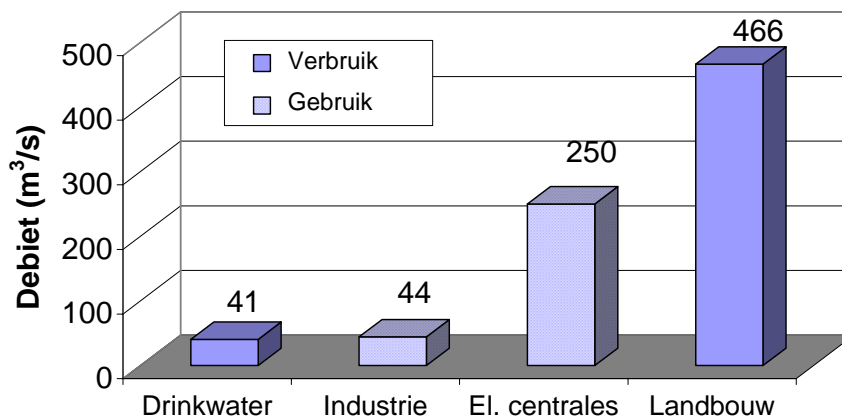
Uit de waterbalans blijkt het volgende:

- Het aanbod van water is in een gemiddeld jaar ongeveer 3.000 mm. In het droge jaar 1976 was dit 40% minder.
- Ongeveer 60% van het wateraanbod in Nederland is afkomstig van de Rijn, 30% van neerslag en 10% van de overige rivieren. Zonder de rivieraanvoer zou de waterbeschikbaarheid in Nederland dus slechts 30% bedragen van wat het nu is.
- Afhankelijk van of het een droog of gemiddeld jaar betreft, wordt respectievelijk 60 tot 80% van het totale aanbod van water door de rivieren afgevoerd naar zee. Ook in droge jaren stroomt dus meer dan de helft van het beschikbare water naar zee. Hoewel dit water niet is gebruikt voor bijvoorbeeld beregening in de landbouw, dient het wel twee belangrijke andere functies, namelijk het voorkomen van zoutindringing vanuit zee en het handhaven van de gewenste scheepvaartdiepte.
- De totale verdamping bedraagt in een gemiddeld jaar 20% en in een droog jaar 30% van de beschikbare hoeveelheid water. Het merendeel hiervan wordt verdampt door de landbouw (70% van het oppervlak van Nederland is in agrarisch gebruik). Door een tekort aan water is de absolute hoeveelheid verdamping in een droog jaar iets kleiner dan in een gemiddeld jaar.
- Het overige watergebruik (drinkwater, industrie) is in een droog jaar circa 3 maal zo hoog als in een gemiddeld jaar, maar bedraagt ook dan nog geen 10% van de totale waterbalans.



Figuur 2-2: Jaargemiddelde waterbalans van Nederland [1].

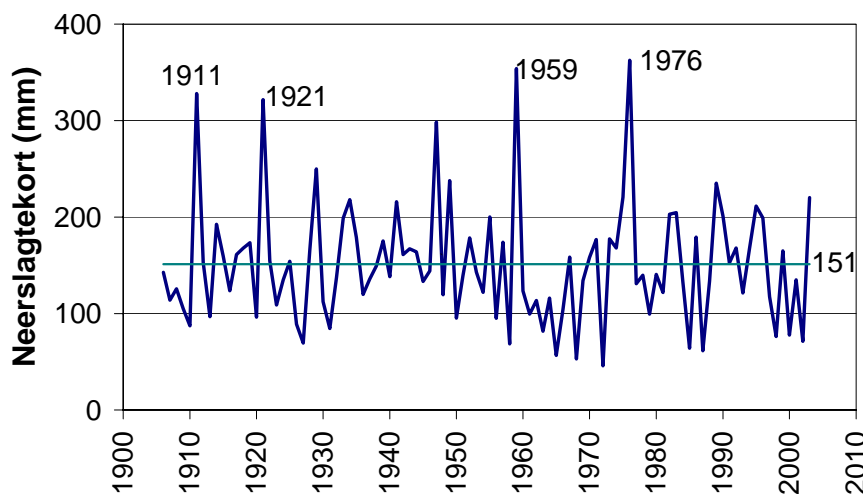
In Figuur 2-3 is het watergebruik en waterverbruik weergegeven voor een aantal sectoren. Ook hieruit blijkt dat de landbouw de grootste waterverbruiker is. Het aangegeven debiet is overigens inclusief de hoeveelheden benodigd voor doorspoeling om waterkwaliteitsredenen (verziltings- en eutrofiëringsbestrijding) en voor landbouw inclusief de neerslag die direct ten goede komt aan de landbouw. Tezamen met de drinkwateronttrekkingen bedraagt het totale jaargemiddelde debiet aan wateronttrekkingen aan de rivieren ongeveer 500 m<sup>3</sup>/s. Een deel van het onttrokken drinkwater komt via de rioolwaterzuiveringsinstallaties terug op het (regionale) watersysteem. Het totale benodigde debiet aan koelwater bedraagt circa 250 m<sup>3</sup>/s. Dit water blijft na voor koeling te zijn gebruikt beschikbaar voor het hoofdwatersysteem.



Figuur 2-3: Watergebruik en waterverbruik in Nederland (landbouw inclusief neerslag).

### 2.2.2 Neerslagtekort in de zomer

In Nederland bouwt zich in de zomer een neerslagtekort op, dat wil zeggen dat de verdamping hoger is dan de neerslag. Het neerslagtekort wordt door het KNMI gedefinieerd als het maximale cumulatieve verschil tussen neerslag en verdamping in de periode 1 april – 1 oktober. Deze definitie komt voort uit de definitie van het groeiseizoen. Het verloop van het neerslagtekort volgens deze definitie van jaar tot jaar is weergegeven in Figuur 2-4.

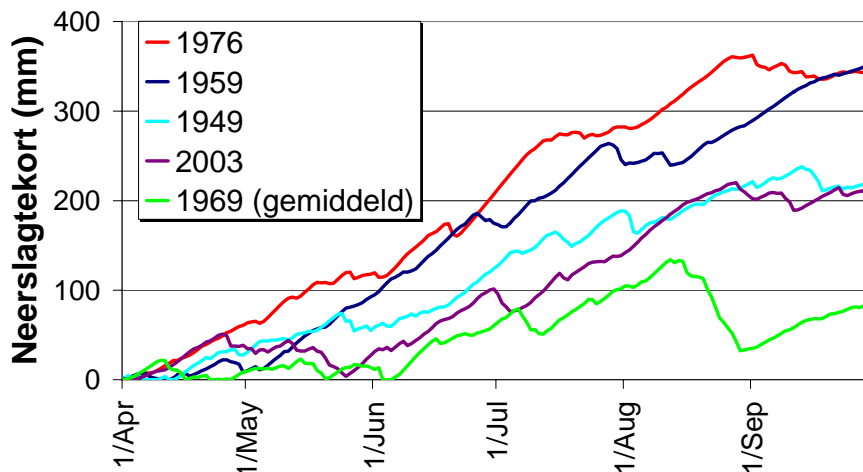


Figuur 2-4: Maximaal jaarlijks neerslagtekort.



Het gemiddelde neerslagtekort in de zomer bedraagt 151 mm. Uit de figuur blijkt dat de natuurlijke variatie rondom dit gemiddelde groot is. De jaren met de grootste neerslagtekorten (meer dan 300 mm) zijn 1911, 1921, 1959 en 1976. De zomer van 2003 kende een neerslagtekort van 220 mm, wat geen extreme waarde is want negen van de afgelopen honderd jaren waren droger dan 2003. Uit de figuur blijkt verder dat er geen trend in het jaarlijkse maximale neerslagtekort zichtbaar is.

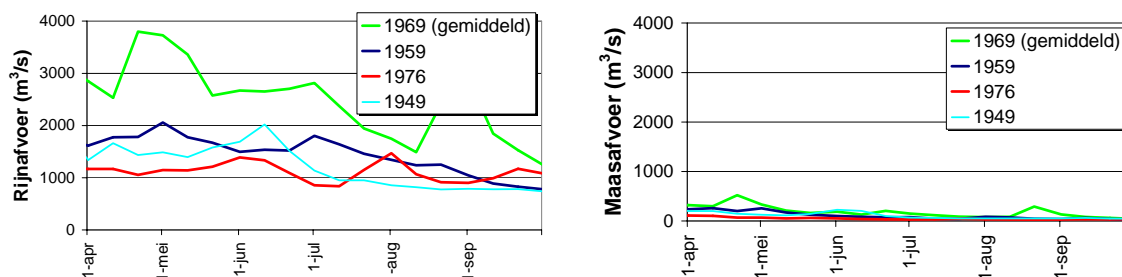
De opbouw van het neerslagtekort in de zomer is voor een aantal karakteristieke jaren weergegeven in Figuur 2-5. De jaren 1976 en 1959 kennen vrijwel hetzelfde maximale neerslagtekort, maar in 1976 wordt dit op 1 september bereikt en in 1959 pas in oktober. Het gemiddelde jaar 1969 bereikt halverwege augustus het maximale neerslagtekort. Het jaar 1949 is in deze figuur opgenomen vanwege de extreem lage rivierafvoer (zie de volgende paragraaf). Het neerslagtekort in 1949 is ook hoger dan gemiddeld, maar niet extreem hoog, namelijk van dezelfde orde grootte als het jaar 2003. De figuur maakt ook duidelijk dat de mate waarin de zomer van 2003 als extreem droog moet worden gezien afhangt van de tijdschaal waarop wordt dit beoordeeld. Als het verloop van het neerslagtekort van de zomer van 2003 wordt vergeleken met het verloop in 1976, dan blijkt dat 2003 vanaf eind mei tot en met augustus vrijwel even droog is geweest als het jaar 1976. Zo bezien kan de zomer van 2003 wel degelijk als extreem droog worden aangemerkt, dat wil zeggen extremer dan op basis van de statistiek van het neerslagtekort in de periode van april t/m september wordt gesuggereerd.



Figuur 2-5: Verloop van het neerslagtekort in de zomer.

### 2.2.3 Rivieraanvoer in de zomer

De aanvoeren van de Maas en de Rijn zijn voor dezelfde karakteristieke jaren als in de voorgaande subparagraaf weergegeven in Figuur 2-6. Hieruit blijkt dat in droge jaren de Rijnafvoer ongeveer de helft is van de afvoer in gemiddelde jaren en dat de aanvoer van de Maas veel kleiner is dan die van de Rijn.



Figuur 2-6: Rivieraanvoer in droge jaren.

## 2.2.4 Kans van voorkomen van droogte

### Neerslagtekort

De kans van voorkomen van de in voorgaande paragrafen aangehaalde karakteristieke droge jaren zijn weergegeven in onderstaande tabel, voor zowel de door het KNMI onderscheiden regio's als het landelijke gemiddelde [2].

Zomerseizoen	Noordwest NL	Noordoost NL	Middenwest NL	Oost NL	Zeeland	Maasgebied	NL
1949	10	9	19	6	8	12	12
1959	76	78	56	122	57	90	70
1976	85	61	90	45	188	94	90

Tabel 2-2: Herhalings tijden (jaren) van onderscheiden karakteristieke droge jaren op basis van het neerslagtekort [2].

Uit de tabel blijkt dat de ernst van een neerslagtekort in een zeker jaar een grote regionale variatie kan vertonen. In met name het jaar 1976 was het in Zeeland en in het jaar 1959 in Oost-Nederland extreem droog. Gemiddeld over heel Nederland was 1976 het meest extreem droge jaar waargenomen tot op heden. Het neerslagtekort in dit jaar wordt ongeveer één keer in de 90 jaar overschreden. Niet weergegeven in de tabel is het jaar 2003, het neerslagtekort van het zomerhalfjaar van dat jaar komt gemiddeld 1:10 jaar voor. Hierbij past de nuancering gemaakt in paragraaf 2.2.2, namelijk dat de zomer van 2003 als extremer zou worden beoordeeld wanneer de statistiek van het neerslagtekort zou worden geanalyseerd voor de periode eind mei tot en met augustus in plaats van de periode gelijk aan het groeiseizoen, welke met name voor de landbouw en de natuur van toepassing is.

### Neerslagtekort in combinatie met rivieraanvoer

De gecombineerde kansverdeling van neerslagtekort en rivieraanvoer leidt tot de volgende statistiek van droge jaren:

Schadejaar	NL
1949	17
1959	55
1976	110

Tabel 2-3: Herhalings tijden (jaren) van onderscheiden karakteristieke droge jaren op basis van gecombineerde statistiek van het neerslagtekort en de rivieraanvoer [2].

Niet weergegeven in de tabel is het jaar 2003, dit kent een kans van voorkomen van gemiddeld 1:12 jaar.

Kort samengevat mogen we er van uitgaan dat een extreem droog zomerseizoen zoals dat zich in 1976 voordeed gemiddeld 1:100 jaar voorkomt. Een zomer zoals die van 2003 komt gemiddeld 1:10 tot 1:20 jaar voor. Deze statistiek is geldig voor het groeiseizoen (april t/m september) en kan voor andere tijdschalen tot andere conclusies leiden.

## 2.2.5 Toekomstscenario's

Voorspellingen voor de toekomst zijn per definitie onzeker. Voorspellingen van veranderingen in bijvoorbeeld het klimaat, het landgebruik, de scheepvaart, het koelwatergebruik en de prijzen hebben allemaal een zekere bandbreedte. Om niet te veel vrijheidsgraden te onderzoeken wordt vaak gewerkt met scenario's volgens een bepaald wereldbeeld. Afhankelijk van hun wereldbeeld hebben verschillende type mensen een verschillende verwachting van klimaatveranderingen en maatschappelijke ontwikkelingen en proberen zij de toekomst vanuit dat wereldbeeld vorm te geven. In de droogtestudie wordt gebruik gemaakt van drie scenario's, zijnde "de controlist", "de marktoptimist" en "de milieudenker" [11]. In de rapportage van fase 1 zijn deze drie scenario's toegelicht. Een overzicht van de belangrijkste eigenschappen van de scenario's zijn weergegeven onderstaande tabel.

De schattingen van de verschillende parameters in de scenario's zijn gebaseerd op voorspellingen van International Panel for Climate Change (IPCC), het KNMI [2], Centraal Planbureau, RIVM, Nationale Energieverkenningen en NEA transportonderzoek [12]. Het gewijzigde landgebruik is gebaseerd op voorspellingen van de VU [8].

Ook is een droog scenario van het KNMI gehanteerd, met sterkere afname van de zomerse neerslag. Dit droge scenario is gebaseerd op recente simulaties met regionale klimaatmodellen. In dit scenario is naast een toename van de mondiale temperatuur ook rekening gehouden met (een mogelijke) wijziging van grootschalige stromingspatronen [2].

Visie van / op:	2050-controlist	2050-milieudenker	2050-marktoptimist	2050 droog
<b>Klimaat</b>	IPCC centrale schatting	IPCC bovenschatting	IPCC benedenschatting	KNMI Regionaal model
Temperatuur	+1°C	+2°C	+0,5°C	+2°C
Neerslag (gemiddeld)	jaar: +3%	jaar: +6%	jaar: +1,5%	Jaar: -4%
winter (DJF)	winter: +6%	winter: +12%	winter: +3%	Winter: +13%
zomer (JJA)	zomer: +1%	zomer: +3%	zomer: +0,7%	zomer: -20%
Verdamping	+4%	+8%	+2%	+18%
Zeespiegel	+25 cm	+45 cm	+10 cm	+45 cm
Rivierafvoer zomerhalfjaar	-5%	-11%	-3%	-27%
<b>Overig</b>				
Bevolking	16,4 miljoen	14,6 miljoen	18,9 miljoen	16,4 miljoen
Areaal landbouwgebied	-17%	-29%	-26%	-17%
Areaal natuur	+50%	+100%	+90%	+50%
Areaal stedelijk gebied	+30%	+31%	+38%	+30%
Areaal water	+4%	+30%	+30%	+4%

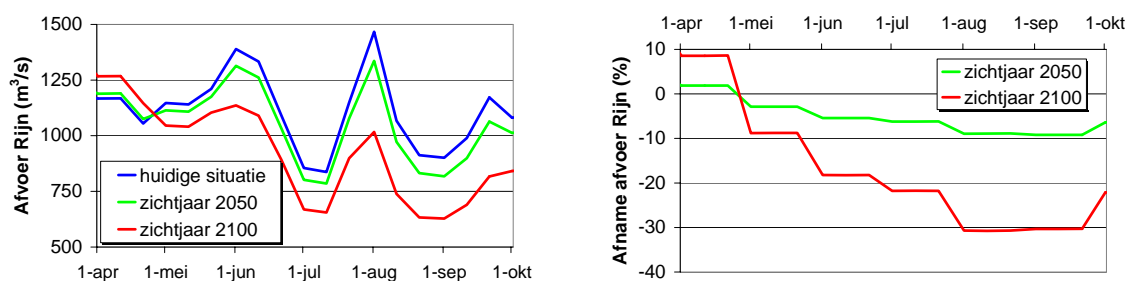
Tabel 2-4: Toekomstscenario's.

De klimaatscenario's leiden tot een verhoging van het maximale neerslagtekort, wat voor de karakteristieke jaren is weergegeven in Tabel 2-5. Hieruit blijkt dat de maximale jaarlijkse neerslagtekorten zullen toenemen met gemiddeld 5% (2050, centrale schatting), 10% (2100, centrale schatting) en 20% (2100, bovenschatting).

Jaar	huidig (mm)	2050 centrale schatting (mm)	toename tov huidig (%)	2100 centrale schatting (mm)	toename tov huidig (%)	2100 boven schatting (mm)	toename tov huidig (%)
1949	257	276	7	295	15	332	29
1959	380	387	2	414	9	447	18
1976	379	396	4	413	9	446	18

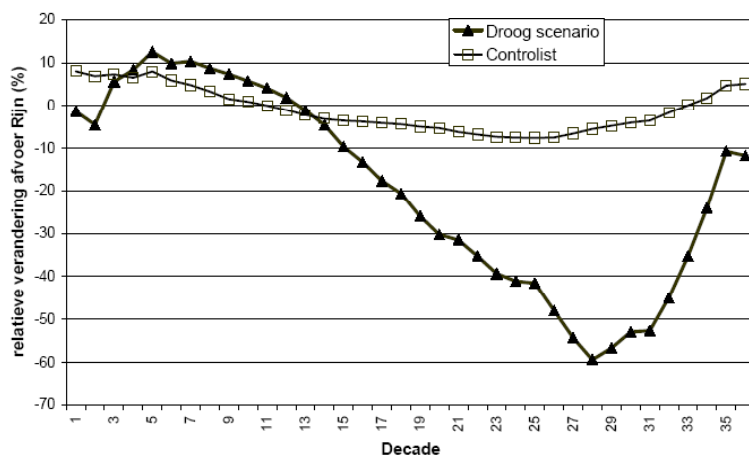
Tabel 2-5: Neerslagtekort na klimaatverandering.

Voor de centrale schatting voor het klimaat in 2050 en 2100 wordt voor de Rijn, zijnde de belangrijkste wateraanvoerende rivier, het effect van klimaatverandering weergegeven in Figuur 2-7. Hieruit blijkt dat de aanvoer van water door de Rijn voor gemiddelde jaren in de zomermaanden met 10% (zichtjaar 2050) en 30% (zichtjaar 2100) afneemt.



Figuur 2-7: Rivieraanvoer in een gemiddeld jaar na klimaatverandering (controlist scenario).

In het droge scenario wordt een aanzienlijke afname van de neerslag in de zomerperiode berekend, met als gevolg de getoonde afname in de Rijnafvoer in de zomerperiode (zie Figuur 2-8).

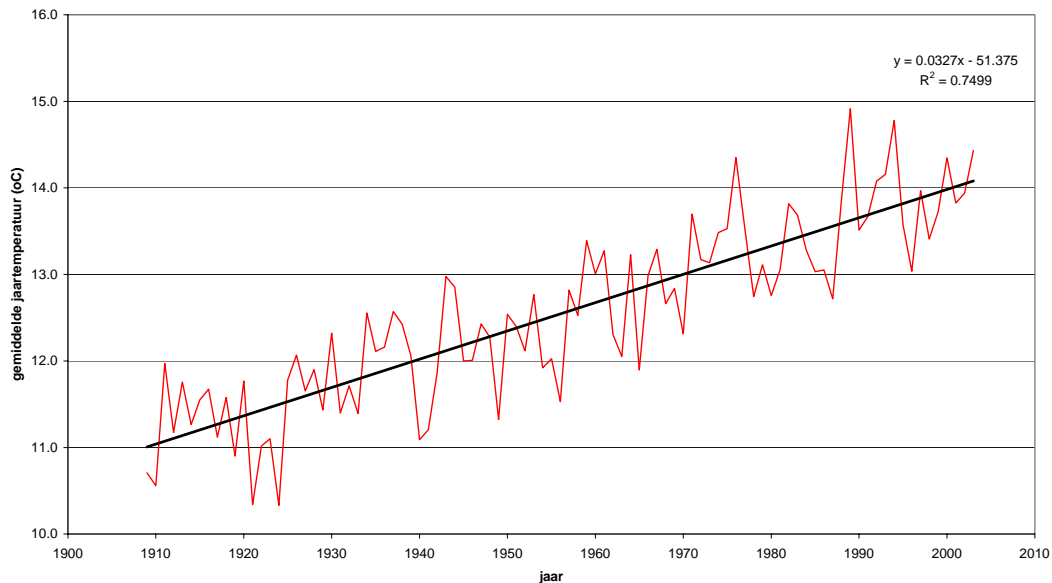


Figuur 2-8: Afname Rijnafvoer volgens het droge scenario van het KNMI [2].

## 2.3 Watertemperatuur

### 2.3.1 Temperatuurmetingen te Lobith

Van het meetstation Lobith is vanaf 1909 een bijna ononderbroken reeks metingen beschikbaar van het debiet en de temperatuur. In de meetreeks van de watertemperatuur is een duidelijke trend waar te nemen (zie onderstaande figuur). In de periode van 1909 tot en met 2003 neemt de temperatuur van het rivierwater gemiddeld met  $0.033^{\circ}\text{C}$  per jaar toe. In totaal is de temperatuur de afgelopen eeuw met 3 graden gestegen. Naar schatting is ruim de helft van deze stijging het gevolg van het toegenomen koelwatergebruik in Duitsland en het resterende deel het gevolg van algehele temperatuurverhoging door klimaatverandering.

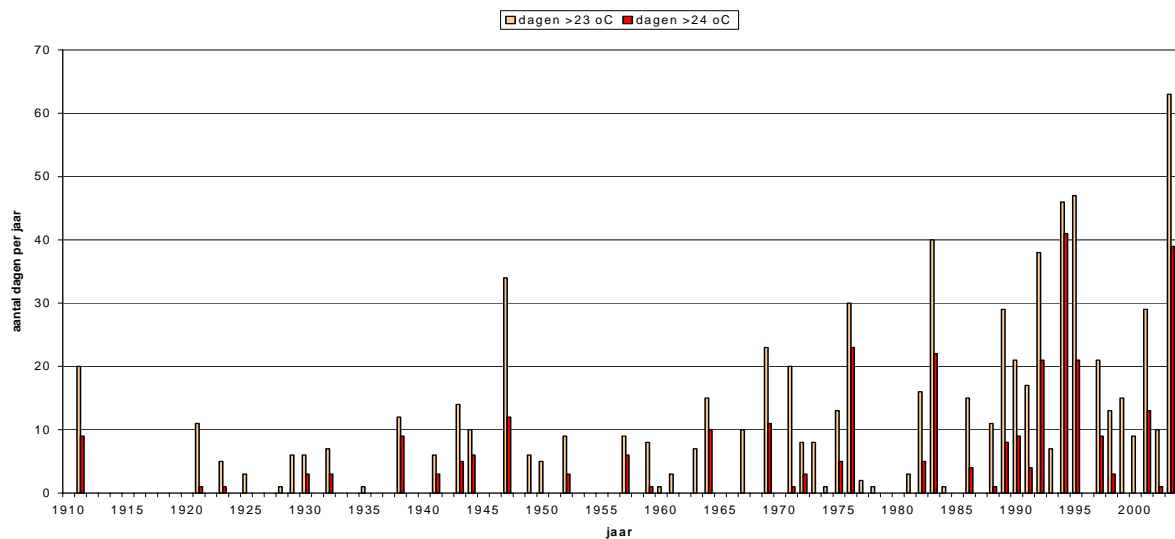


Figuur 2-9: Gemiddelde jaartemperatuur van het Rijnwater te Lobith, periode 1909-2003.

### 2.3.2 Frequentie van koelwaterbeperkingen op basis van temperatuur

Kema [9] heeft de kans op het optreden van uitval van de electriciteitsvoorziening berekend, als functie van onder andere de beschikbaarheid van koelwater. In de berekeningen is een reeks gemeten watertemperaturen en debieten gebruikt van de Rijn te Lobith van 1980 t/m 2003. Deze reeks is aangevuld met 1976 omdat dit jaar voor velen een belangrijke referentie vormt voor droogteproblemen.

Uit de analyse [9] is gebleken dat de watertemperatuur een veel bepalender rol speelt bij de kans op het voorkomen van koelwaterbeperkingen dan het debiet. Het aantal dagen met een temperatuur hoger dan  $24^{\circ}\text{C}$  blijkt een redelijk graadmeter voor het inschatten van perioden met koelwaterbeperkingen, mits rekening wordt gehouden met bovengenoemde trend in watertemperatuur. Uit figuur 2-10 blijkt dat een aanzienlijk deel van het jaar temperaturen van boven de  $24^{\circ}\text{C}$  kunnen optreden. In 1994 bijvoorbeeld wordt een temperatuur van  $24^{\circ}\text{C}$  gedurende meer dan 40 dagen overschreden.



Figuur 2-10: Aantal dagen per jaar met temperatuur van het Rijnwater te Lobith hoger dan 23°C en 24°C, zonder correctie voor de stijgende trend.

In Tabel 2-6 is voor een aantal jaren een indicatie gegeven voor de herhalingsstijd van koelwaterbepalingen [9]. De kans op uitval is berekend als het aantal uren per jaar dat niet aan de totale vraag naar elektriciteit kan worden voldaan. Het jaar 1981 kan gezien worden als een referentiejaar voor gemiddelde omstandigheden. Te zien is dat het jaar 1976, waarvoor 50% meer uren stroomuitval zijn berekend, voor de elektriciteitsproductie geen extreem jaar was in termen van uitval.

jaar	uren stroomuitval t.o.v. een jaar zonder koelwaterbepalingen	indicatieve herhalingsstijd, rekening gehouden met temperatuurcorrectie (jaar)	aantal dagen met gemeten watertemperatuur te Lobith hoger dan 24 °C
1981	103	2	3 <sup>x</sup>
1976	150	16	23
2003	650	33	39
1994	830	50	41

Tabel 2-6: Berekende herhalingsstijd van koelwaterbepalingen. <sup>x</sup>= gemiddelde over periode 1909-2003.

### 2.3.3 Toekomstscenario's

De in de afgelopen eeuw ingezette temperatuurstijging zet door. De verwachting is dat wereldwijd tot 2050 de temperaturen stijgen met 1 tot 3 graden, en in 2100 kan dat zelfs oplopen tot 6. Die temperatuurstijging heeft directe gevolgen voor de watertemperaturen. De kans is groot dat die gemiddeld over een jaar de buitentemperaturen volgen. In de zomerperiode zijn er echter nog een aantal andere factoren die de watertemperatuur beïnvloeden. Zo is de instraling van de zon sterk bepalend voor de watertemperatuur. Daarnaast speelt ook de afvoer een rol, zij het minder dan de buitentemperatuur. Die afvoer neemt in het zomerhalfjaar af, zoals in de voorgaande paragrafen is beschreven. Alles bij elkaar neemt de watertemperatuur de komende eeuw (fors) toe, en de beschikbare koelcapaciteit navenant af.

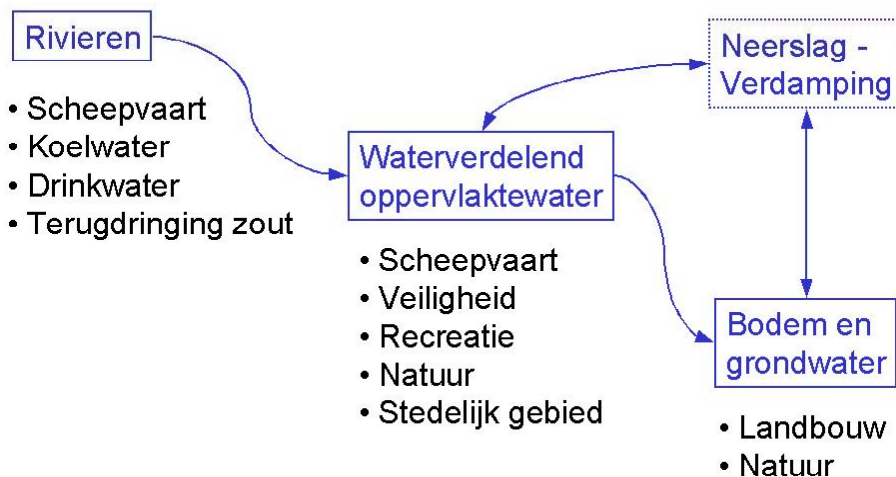
## 2.4 Infrastructuur wateraanvoer

Uit voorgaande paragrafen blijkt dat zich in Nederland ieder jaar een neerslagtekort in het zomerseizoen voordoet. Tegelijkertijd is er sprake van aanvoer van water via de grote rivieren waarmee (een deel van) het neerslagtekort kan worden aangevuld. In deze paragraaf wordt de infrastructuur van de wateraanvoer in Nederland geschetst. Eerst zal de wateraanvoer in het algemeen worden besproken. Daarna zullen de belangrijkste waterlopen waarmee water in tijden van droogte kan worden aangevoerd worden geïnventariseerd.

### 2.4.1 Wateraanvoerketen

De aanvoer van water begint grofweg bij de grensoverschrijdende aanvoer door de grote rivieren. Het water uit de grote rivieren wordt verdeeld via de rijkswateren of grotere regionale wateren, zoals kanalenstelsels en boezemsystemen. Dit water wordt weer verdeeld over de overige regionale en lokale wateren. De rijkswateren, regionale wateren, lokale wateren en kunstwerken om het water te verdelen zijn in beheer bij de waterbeheerder (Rijkswaterstaat, waterschappen en incidenteel provincies). Middels infiltratie en beregening komt het water vanuit het oppervlaktewater beschikbaar in de bodem voor de landbouwgewassen en de natuur.

In Figuur 2-11 is de bovenbeschreven 'wateraanvoerketen' samengevat, met daarin aangegeven voor welke sectoren met name sprake kan zijn van een watertekort.



Figuur 2-11: De wateraanvoerketen.

### 2.4.2 Infrastructuur

De belangrijkste waterlopen waarmee water in tijden van droogte kan worden aangevoerd en verdeeld zijn weergegeven in Figuur 2-12.

# Kranen Waterverdeling Nederland



Figuur 2-12: De kranen voor waterverdeling in Nederland.



Met name in de hogere gebieden zoals de Veluwe, Oost-Nederland, Zuid-Limburg en delen van Brabant en Zeeland is de infrastructuur om water aan te voeren afwezig of beperkt. Dit wordt verder besproken in paragraaf 2.6. De waterverdeling over de Rijntakken wordt geregeld met de stuw te Driel (zie ook paragraaf 2.5 waarin de waterverdeling in operationele omstandigheden wordt besproken). In Friesland wordt water ingelaten uit het IJsselmeer en deels doorgevoerd naar Groningen via Gaarkeuken. Uit het IJsselmeer kan verder water worden opgepompt naar Drenthe en Groningen via het Zwarte Water, Meppelderiep en de Drentse kanalen. Ook in Noord-Holland en de Noordoost- en Flevopolders wordt water ingelaten vanuit het IJsselmeer. Het westen van Nederland en Zuid-Holland worden van water voorzien via de grote rivieren. Hetzelfde geldt voor Brabant middels de Zuid-Willemsvaart, welke water onttrekt aan de Maas. In Overijssel wordt in tijden van droogte water onttrokken aan de Vecht en indien nodig aan de IJssel via de Twentekanal en het Overijssels kanaal.

## 2.5 Operationele verdeling van water in droge perioden

De operationele verdeling van water in droge perioden is vastgelegd in de zogenaamde verdringingsreeks. Deze is in 2004 geactualiseerd naar aanleiding van de droge en warme zomer van 2003. In de verdringingsreeks is het officiële nationale beleid vastgelegd. Naast de nationale verdringingsreeks worden door de regionale waterbeheerders regionaal geoptimaliseerde verdringingsreeksen uitgewerkt.



Figuur 2-13: De landelijke verdringingsreeks voor verdeling van water.

Hoogste prioriteit heeft peilhandhaving in het lage deel van Nederland om klink op termijn te voorkomen en de stabiliteit van waterkeringen te waarborgen. Gezien het grote belang van de veiligheid is het soms nodig om water van een ongewenste kwaliteit in te laten. Ook de natuur waarvoor onomkeerbare schade dreigt als gevolg van watertekort kent de hoogste prioriteit volgens de verdringingsreeks.

Een ongestoorde drinkwatervoorziening is van groot belang voor de volksgezondheid. Daarom worden deze onttrekkingen zoveel mogelijk ontzien, waarbij de drinkwatersector wel alle beschikbare middelen, zoals spaarbekkens, volledig inzet en een zuinig watergebruik stimuleert. Een zelfde prioriteit geldt voor de beschikbaarheid van koelwater voor de elektriciteitscentrales, met de kanttekening dat de sector gehouden is aan het treffen van maatregelen waar nodig om te voldoen aan de normen voor de maximale temperatuur van het koelwater, nu en in de toekomst.

De hoge prioriteit geldt overigens alleen ten tijde van dreigende stroomuitval. Onder normale omstandigheden valt de elektriciteitssector onder categorie 4.

De overige functies in de verdringingsreeks spreken voor zich, waarbij aangetekend wordt dat in afwijking van de prioriteiten 1 en 2 binnen prioriteit 3 en 4 een verder prioritering van toepassing is op basis van een economische afweging.

Om alle belangen in geval van waterschaarste zo goed mogelijk te kunnen bedienen, wordt de afstroming van water zoveel mogelijk tegen gegaan. Stuwen en uitwateringssluizen staan dan zoveel mogelijk dicht. Er wordt alleen met volle kolken geschut. De doorspoeling ten behoeve van de verziltingsbestrijding zal allereerst worden beperkt, mede omdat de zoutbelasting door polderwater ten gevolge van geringere kwel zal afnemen. Bij de Krammersluizen wordt zoet water teruggewonnen. Er wordt toegezien op de naleving van waterakkoorden. Het spreekt vanzelf dat in droge perioden van iedere gebruiker wordt verwacht dat hij of zij zo efficiënt mogelijk met water omgaat.

De Landelijke Coördinatiecommissie voor de Waterverdeling (LCW) wordt volgens de 'Richtlijnen voor de landelijke waterverdeling bij lage rivieraanvoeren' van Rijkswaterstaat in ieder geval ingeschakeld bij een laagwatersituatie op de Rijn of Maas en warmwaterproblemen bij elektriciteitscentrales. Het betreft de volgende situaties:

- Een laagwatersituatie kan niet eenduidig worden gerelateerd aan een vaste kwantiteit. Zowel de watervraag als het wateraanbod zullen in de tijd variëren. Om die reden is een tijdafhankelijke ondergrens aangenomen voor de afvoer van de Rijn. De LCW wordt bijeen geroepen als een van de volgende tijdafhankelijke afvoergrootheden te Lobith wordt overschreden en de verwachting bestaat dat deze situatie langer dan drie dagen zal aanhouden:
  - 1400 m<sup>3</sup>/s in de maand mei;
  - 1300 m<sup>3</sup>/s in de maand juni;
  - 1200 m<sup>3</sup>/s in de maand juli;
  - 1100 m<sup>3</sup>/s in de maand augustus;
  - 1000 m<sup>3</sup>/s in de maanden september en oktober.
- Als de afvoer van de Maas, gemeten te Eysden, lager is dan 25 m<sup>3</sup>/s komt de LCW op verzoek van de Hoofdingenieur-Directeur van de Rijkswaterstaat in de Regionale Dienst Limburg bijeen in beperkte samenstelling.
- Naast bovengenoemde laagwatersituaties komt de LCW bijeen als de gemeten watertemperatuur te Lobith een temperatuur van 23°C overschrijdt.

## 2.6 Watertekorten naar regio

Nederland kent niet één kenmerkend watertekortprobleem. Afhankelijk van gebiedseigenschappen, zoals hoogteligging, grondwaterregime, bodemsoort, bodemgebruik en de aanwezigheid van infrastructuur waarmee water kan worden aangevoerd enerzijds, en de aanwezigheid van watervragende sectoren anderzijds, verschilt de aard, ernst en omvang van watertekorten per regio.

Op basis van interviews met alle regionale waterbeheerders in Nederland (overwegend de waterschappen en hier en daar ook Regionale Diensten van Rijkswaterstaat en provincies) zijn voor de deelstroomgebieden volgens de Kaderrichtlijn Water de karakteristieke watertekortproblemen geïdentificeerd. Dit is weergegeven in Figuur 2-14 en Tabel 2-7.

Hierin wordt enkel de aard van het watertekortprobleem beschreven. De kwantificering van de ernst en omvang en de daaruit voortvloeiende watertekortopgave volgt verderop in dit rapport.



Figuur 2-14: De deelstroomgebieden uit de Kaderrichtlijn Water.

Regio	Kenmerkend watertekortprobleem
Rijn-Noord	Verziltling langs de Waddenkust.
Eems	Watertekorten door afwezigheid van wateraanvoerende infrastructuur.
Rijn-Oost	Verdroging op vrij afwaterende hogere zandgronden
Rijn-Midden	Aanwezigheid van hellende gebieden waar wateraanvoer onmogelijk is Verdroging op vrij afwaterende hogere zandgronden
Rijn-West	Koelwatertekort op het ARK/NZK. Verziltling. Verdroging op vrij afwaterende hogere zandgronden.
Schelde	Verziltling. Zeer beperkte mogelijkheid van aanvoer van zoet water.
Maas	Aanwezigheid van hellende gebieden waar wateraanvoer onmogelijk is. Beperkte grensoverschrijdende aanvoer vanuit Duitsland en België. Verdroging op vrij afwaterende hogere zandgronden

Tabel 2-7: Droogteproblemen naar de KRW deelstroomgebieden.

### **Rijn-Noord**

In Friesland wordt voor peilhandhaving water ingelaten vanuit het IJsselmeer en bij Gaarkeuken doorgevoerd naar Groningen. Peilhandhaving heeft prioriteit boven het doorspoelen van de watergangen ten behoeve van de verziltingsbestrijding. Het doorspoelen vindt vooral plaats op het niveau van de hoofdwatergangen.

### **Eems**

Niet alle gebieden in dit deelstroomgebied kunnen door de waterschappen van water worden voorzien. Deze gebieden zijn voor water afhankelijk van neerslag en kwel en zullen bij de afwezigheid hiervan verdrogen. Waar geen water ingelaten kan worden, wordt geprobeerd het water zo lang mogelijk in het gebied vast te houden.

### **Rijn-Oost**

In droge perioden wordt water ingelaten vanuit de IJssel (via de Twentekanalen en het Overijssels kanaal) en de Vecht. In geval van extreme droogte zakt de waterstand van de Vecht, er kan dan geen water meer uit worden ingelaten. In het waterakkoord is vastgelegd dat dan water vanuit de Twentekanalen via het Overijssels Kanaal wordt doorgevoerd naar Groot Salland. Deze doorvoer vindt doorgaans plaats met een capaciteit van 1 tot 3 m<sup>3</sup>/s.

In het gebied is sprake van verdroging. In Salland is deze verdroging het gevolg van verouderde ontwerpnormen van de watergangen. In de toekomst zal de waterinlaat in het gebied verminderd worden. Het is de bedoeling dat tijdens normale perioden meer water in het gebied wordt vastgehouden, zodat dat gebruikt kan worden in droge perioden.

### **Rijn-Midden en -West**

In droge perioden ontstaan in delen van deze deelstroomgebieden problemen in hellende gebieden waar geen water kan worden aangevoerd en sprake is van wegzijging. Het betreft de Veluwe en de hoger gelegen oeverwallen in de Betuwe. Voor wateraanvoer zijn de gebieden afhankelijk van neerslag en eventuele kwel. In extreem droge perioden wordt een beregeningsverbod ingesteld.

### **Rijn-West**

In het deel ten noorden van het Noordzeekanaal zijn nauwelijks problemen in droge perioden. Er is voldoende kwalitatief goed water beschikbaar uit het IJsselmeer. Incidenteel, tijdens perioden van zeer intensieve beregening, ontstaat een watertekort door te kleine inlaatcapaciteiten. Slechts zeer zelden is de chlorideconcentratie van het water in de Amstelmeerboezem een probleem. Bij problemen wordt het inlaten vanuit die boezem stopgezet.

Op het Amsterdam-Rijnkanaal en Noordzeekanaal is frequent sprake van een koelwatertekort voor de elektriciteitscentrales.

Rijn-West wordt met name gekenmerkt door een verziltingsprobleem. In situaties met een lage afvoer op de Rijn ontstaat een zouttong in de Hollandsche IJssel. Door de hoge chlorideconcentratie (>250 mg/l) wordt dan geen water meer ingelaten vanuit de Hollandsche IJssel. In plaats daarvan wordt water ingelaten vanuit de Lek en het Amsterdam Rijnkanaal. Afspraken hierover zijn in het verleden opgenomen in de beheersovereenkomst Kleinschalige Wateraanvoervoorzieningen Midden-Holland (KWA) en nu vastgelegd in het waterakkoord van de regio. Het ingelaten water vanuit de Hollandsche IJssel wordt zowel voor peilhandhaving als voor doorspoeling ten behoeve van de verziltingsbestrijding gebruikt.

Peilhandhaving heeft hierin prioriteit. Verzilting is vooral een probleem voor de tuinbouw, de boomteelt en de bloembollenteelt.

### **Schelde en westelijk deel Maasstroomgebied**

De chlorideconcentraties van wateren in het deelstroomgebied van de Schelde en het westelijk deel van het deelstroomgebied van de Maas kan tot problemen leiden. Door middel van doorspoeling wordt de verzilting tegen gegaan. Vooral rond Goeree-Overflakkee is de schommeling van de chlorideconcentratie groot. In het noorden van Goeree-Overflakkee wordt gezocht naar locaties om zoet water op te slaan. Deze voorraden kunnen gebruikt worden bij een te hoge zoutconcentratie in het gebied. Op de Zeeuwse Eilanden kan nauwelijks water ingelaten worden doordat het buitenwater zout of brak is. In droge perioden kunnen hierdoor problemen ontstaan. De kwel in het gebied is ook zout. Deze kwelgebieden zijn in de meeste gevallen aangewezen als natuurgebied.

### **Maas**

Het gebied oostelijk van de Maas in Limburg ontvangt water vanuit Duitsland. Hierover zijn duidelijke afspraken en in droge perioden zijn er dan ook nauwelijks problemen. Een deel van het in te laten water is afkomstig uit België. Over de hoeveelheid beschikbaar water zijn geen duidelijke afspraken gemaakt. In droge perioden kan er dan ook niet op Belgisch water worden gerekend. Door de Duitse inlaat ontstaan hier in het algemeen toch geen problemen.

Het deel westelijk van de Maas kent wel droogteproblemen. Dit is het gevolg van een te geringe aanvoer van water. In extreem droge perioden wordt een beregeningsverbod ingesteld.

Het zuidelijk deel van het Maasstroomgebied wordt gekenmerkt door een grote afhankelijkheid van wateraanvoer uit België. Dit leidt tot problemen, omdat België geen aanvoerverplichting heeft. Wel is er het Maasafvoeroverdrag, waarin is vastgelegd hoe het beschikbare Maaswater verdeeld wordt tussen Nederland en België. Verder kan er door de waterschappen geen water gebracht worden naar de zuidelijke delen van deze gebieden, deze zijn namelijk hellend. In droge perioden ontstaan hier dan ook problemen als gevolg van watertekort.

## **2.7 Omvang van de watertekorten**

In 2004 heeft de Droogtestudie Nederland de omvang van de watertekorten in Nederland geanalyseerd. Het watertekort is daarbij op twee manieren gedefinieerd:

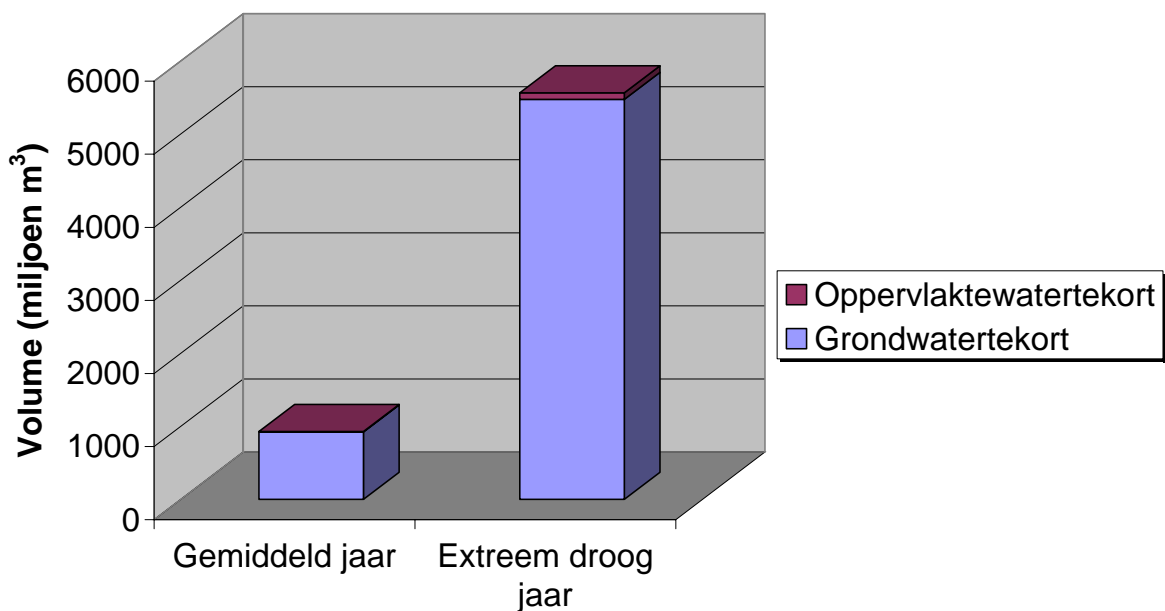
1. Tekort aan oppervlaktewater (wateraanvoertekort) voor:
  - peilbeheer,
  - beregening,
  - doorspoeling en
  - drinkwater.

Watervraag voor peilbeheer ontstaat door een verdampingoverschot in het oppervlaktewater en/of infiltratie richting het grondwater. Het tekort is de hoeveelheid water die de gebruikers van het oppervlaktewater extra nodig hebben boven de toegeleverde hoeveelheid om aan de gestelde vraag te voldoen. Dit type tekort wordt in het vervolg oppervlaktewatertekort genoemd, maar kan ook gelezen worden als wateraanvoertekort. Een tekort voor bijvoorbeeld doorspoeling kan tot gevolg hebben dat waterkwaliteitsdoelstellingen voor aquatische natuur niet worden gehaald. Een tekort voor beregening betekent dat er niet voldoende water is om aan beregening van landbouwgronden toe te staan.

## 2. Tekort aan grondwater (bodemvocht)

Het tekort voor de gewassen kan worden uitgedrukt in de reductie van de gewasverdamping door een gebrek aan water in de bodem (wortelzone). De plant verdampt daardoor minder dan in potentie mogelijk is. Bij minder verdamping kan het gewas zich niet goed ontwikkelen of zelfs afsterven. Dit type tekort wordt in het vervolg grondwatertekort genoemd. Het grondwatertekort wordt veroorzaakt door beperkingen in de netto neerslag, vasthouden van het grondwater en in de aanvulling van oppervlaktewater naar het grondwater. Met het grondwatertekort wordt dus niet een tekort voor het diepe grondwater in de watervoerende pakket bedoeld maar het tekort aan bodemvocht in de wortelzone.

De tekorten volgens deze definities worden voor een gemiddeld jaar en een extreem droog jaar zoals dat van 1976 weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2-15: Watertekorten in Nederland.

Hieruit blijkt dat in een gemiddeld jaar het totale oppervlaktewatertekort 5 miljoen m<sup>3</sup> bedraagt. Dit komt overeen met een 0,16 mm water over heel Nederland. In een extreem droog jaar is het oppervlaktewatertekort 90 miljoen m<sup>3</sup>, wat overeenkomt met een laag water van 2,7 mm over heel Nederland. Het grondwatertekort is vele malen hoger, dit loopt op tot een volume van 5,5 miljard m<sup>3</sup> in een extreem droog jaar. Ter illustratie: deze hoeveelheid komt overeen met een waterschijf van 4,5 meter op het IJsselmeer en een gemiddelde afvoer in een half jaar van 350 m<sup>3</sup>/s.



## 3 De watertekortopgave, huidige situatie

In algemene zin geldt dat een *watertekort* is gedefinieerd als het verschil tussen de gevraagde en beschikbare hoeveelheid water van de juiste kwaliteit. Niet voor alle watertekorten bestaat een oplossing die vanuit oogpunt van maatschappelijke kosten en baten efficiënt is. In de watertekortopgave gaat het erom duidelijk te maken welk deel van de watertekorten de waterbeheerders daadwerkelijk willen aanpakken, en welk deel van de watertekorten beter kan worden geaccepteerd omdat de (maatschappelijke) kosten om de tekorten aan te pakken veel groter zijn dan de (maatschappelijke) baten

Het voorstel voor de watertekortopgave van 2005 geeft de bovengrens aan van de bandbreedte waarbinnen gezocht kan worden naar maatregelen. De meeste afwegingen over het al of niet aanpakken van die tekorten zullen in de komende twee jaar door de regionale waterbeheerders moeten worden gemaakt.

De methodiek waarmee de watertekortopgave wordt bepaald is sterk gerelateerd aan verschillende typen watergebruikers zoals beschreven in paragraaf 2.1. De watertekortopgave inclusief de methodiek waarmee deze wordt bepaald, wordt daarom in dit hoofdstuk eerst per watergebruiker vastgesteld, alvorens de ruimtelijke vertaling naar deelstroomgebieden en het nationale niveau plaatsvindt.

### 3.1 Landbouw

#### 3.1.1 Inleiding

In eerdere fasen van de droogtestudie is aangegeven dat de tekorten in een extreem droog jaar dusdanig groot zijn dat een bepaalde mate van opbrengstderving beter geaccepteerd kan worden. Vastgesteld is dat maatregelen om opbrengstderving te verminderen met name gericht moeten zijn op situaties met watertekort die vrij vaak voorkomen om kosten-effectief te kunnen zijn. Het is derhalve niet waarschijnlijk dat de watertekortopgave van de landbouw bestaat uit het opheffen van het volledige (vocht)tekort voor extreem droge situaties. Het is veel kansrijker om de watertekortopgave te richten op de hoeveelheden water (met bijbehorende maatregelen) die nodig zijn om het watertekort in situaties die vrij vaak voorkomen te verminderen of op te heffen.

#### 3.1.2 Kansrijke maatregelen

Zoals eerder gesteld wordt bij gebrek aan een maatschappelijke kosten-baten analyse een bandbreedte voor de watertekortopgave bepaald. Uit eerdere fasen van de droogtestudie is gebleken dat de vochttekorten voor de landbouw mogelijk op twee manieren effectief kunnen worden verminderd: i) Door het vasthouden van water en ii) door beregening aan te leggen. De watertekortopgave voor landbouw zal voor een belangrijk deel worden bepaald door de mate waarin deze kansrijke maatregelen effectief zijn.

De benadering om alleen aandacht te vragen voor de opgave waarvoor kansrijke maatregelen denkbaar zijn is in lijn met het gedachtegoed van de KRW. De watertekortopgave heeft echter vooral betrekking op incidentele droge periodes, terwijl de KRW vooral gericht is op de algemene toestand van het watersysteem.

#### *Vasthouden van water:*

Dit onderdeel van de watertekortopgave kan worden gezien als de hoeveelheid water die kan worden vastgehouden zodanig dat het evenwicht tussen droge en natte omstandigheden wordt



geoptimaliseerd. De bandbreedte ligt tussen nul (ondergrens) - of kan zelfs negatief zijn - en het volledig herstellen van de droge grondwatersituatie (bovengrens).

Toelichting: In een gemiddeld jaar treden al vochttekorten en opbrengstderving op, deze worden in de huidige situatie door de sector geaccepteerd. De opbrengstderving is een gevolg van de bepaling van het optimum tussen schade door natte omstandigheden en schade door droge omstandigheden. Mogelijk is de ontwatering in delen van Nederland echter te ver doorgeschoten en kan door het vasthouden van water het evenwicht tussen nat en droog worden hersteld. Hierbij wordt aangenomen dat dit geldt voor de hogere zandgronden.

In de poldergebieden wordt hiervan geen positief effect verwacht omdat in die gebieden de natschade al aanzienlijk kan zijn.

Het gaat hierbij dus niet om het oplossen van de watertekorten in extreem droge situaties, maar om het herstellen van de meer gemiddelde situatie. Daarmee kunnen overigens tevens de tekorten in extreem droge situaties worden verminderd, maar niet volledig worden weggenomen. Bij de bepaling van de bovengrens van de watertekortopgave is geen rekening gehouden met de toename van de natschade door vernatting. De bovengrens is daarmee een maat om aan te geven wat maximaal haalbaar is met het vasthouden van water en niet de uiteindelijke optimalisatie tussen natte en droge omstandigheden.

#### *Berekening aanleggen:*

Dit onderdeel van de watertekortopgave kan worden gezien als de extra benodigde hoeveelheid oppervlaktewater die nodig is om daar waar efficiënt beregeningscapaciteit uit te kunnen breiden. Berekening uit grondwater wordt hier niet beschouwd omdat toename hiervan doorgaans niet past binnen het beleid van provincies en waterschappen. De bandbreedte voor de watertekortopgave ligt tussen nul (ondergrens), namelijk de beregeningscapaciteit kan niet efficiënt worden uitgebreid, en de hoeveelheid water die nodig is bij aanvullende berekening van kansrijke landbouwtypen (bovengrens). Daarbij wordt er vanuit gegaan dat 160% van de door de plant benodigde hoeveelheid water aangevoerd moet worden vanwege inefficiëntieverliezen.

Toelichting:

Aanvoeren van water is vooral rendabel als water ook daadwerkelijk de wortels van de planten kan bereiken. Dit hangt sterk samen met lokale optimalisatie en maatwerk. In een analyse in fase 2a van de Droogtestudie is berekend wat de meeropbrengst van het aanvoeren van een bepaalde hoeveelheid water is. Hieruit is gebleken dat het voor bepaalde typen landbouw aantrekkelijk kan zijn beregeningsinstallaties aan te leggen. Door de aanleg van deze installaties kan echter een tekort optreden in het oppervlaktewater (zowel qua aanvoercapaciteit als qua hoeveelheid). Naast de bovenstaande watertekortopgave dienen de hoeveelheden die nodig zijn voor de doorspoeling van boezemwateren in landbouwgebieden mee te worden genomen in de watertekortopgave voor de landbouw, om zodoende in perioden van beregeningsvraag water van voldoende kwaliteit te kunnen leveren.

### **3.1.3 Uitgangspunten**

#### *Watertekortopgave mede afhankelijk van GGOR-traject*

Bij de uitwerking van de versmalling van de bandbreedte wordt uitgegaan van de huidige situatie. Dat wil zeggen het huidige grondgebruik en het huidige klimaat. Door bijvoorbeeld wijziging van teelt en inrichting van gebieden ten gevolge van uitvoering van het GGOR-traject kan de vraag naar water, en daarmee dus ook de watertekortopgave, veranderen. Na de bepaling van de GGOR en de bijbehorende inrichting van het watersysteem dient de watertekortopgave opnieuw te worden bepaald. Uiteraard geldt dit ook voor verandering van de inrichting van het watersystemen ten behoeve van de waterkwaliteit (KRW) en wateroverlast (WB21- nat). In de rapportages van fase 2A is al eerder vastgesteld dat het oplossen van de

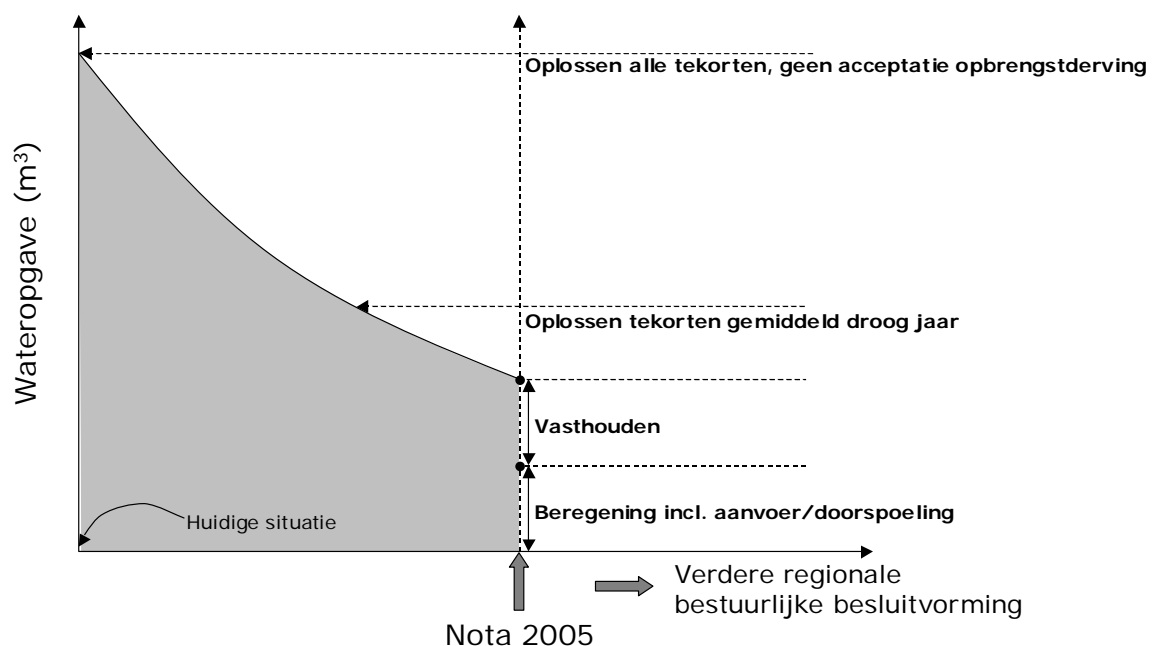
watertekortproblematiek veelal neerkomt op regionaal maatwerk, dat integraal met het oplossen van problemen rond waterkwaliteit en wateroverlast dient te worden uitgewerkt.

#### *Grootschalige bergingsgebieden in het algemeen niet rendabel*

Het aanleggen van grootschalige bergingsgebieden wordt in het algemeen niet kansrijk (haalbaar en betaalbaar) geacht. Deze conclusie is al getrokken in de rapportage van fase 2A van de Droogtestudie Nederland die in november 2004 is goedgekeurd door het LBOW. Letterlijk citaat: 'Uit analyses blijkt dat het aanleggen van dit soort gebieden uitsluitend voor watertekorten meestal niet rendabel is. De extra ruimteclaims zijn dus beperkt. Soms valt de balans wel positief uit. Bijvoorbeeld als het gebruik multifunctioneel is, of bij waterberging ten behoeve van kapitaalintensieve teelten.' In het vervolg van deze paragraaf wordt op bergingsgebieden niet meer apart ingegaan. De situaties waarin aanleg van (kleinschalige) bergingsgebieden eventueel wel kansrijk is (multifunctioneel en/of ten behoeve van kapitaalintensieve teelten) zijn meegenomen onder de noemer 'kleinschalige maatregelen'. Definitieve analyse en besluitvorming op lokale schaal zullen plaats vinden bij de regionale uitwerking.

### 3.1.4 Watertekortopgave voor de landbouw

De watertekortopgave voor Landbouw is samengevat in Figuur 3-1. Hierin zijn schematisch enkele punten in de mogelijke versmalling van de bandbreedte weergegeven. Het oplossen van vochttekorten in zeer extreme situaties is de uiterste bovengrens (geen acceptatie van opbrengstderving). Deze kan worden versmald naar de bovengenoemde mogelijk effectieve maatregelen (vasthouden en beregening). Voor het resterende deel van het berekende maximale watertekort zijn geen kansrijke maatregelen beschikbaar. Geadviseerd wordt om voor dit deel een strategie te volgen waarin deze "schade" geaccepteerd wordt. In de huidige landbouwpraktijk wordt dit tekort al geaccepteerd. De kosten en negatieve neveneffecten van het aanvullen van dit tekort zijn aanmerkelijk groter dan de baten (zie onder meer de rapportage van fase 2A van de Droogtestudie Nederland die in november 2004 is goedgekeurd door het LBOW). De watertekortopgave is daarmee niet specifiek gericht op het verminderen van watertekorten in extreem droge situaties.



Figuur 3-1: Watertekortopgave voor de landbouw: mogelijke versmalling bandbreedte voor nota 2005.

Een verdere versmalling van de bandbreedte na de nota 2005 wordt op basis van bestuurlijke besluitvorming bepaald. De watertekortopgave voor beregening kan bijvoorbeeld kleiner worden omdat op lokale schaal de mogelijkheden voor het aanvoeren van beregeningswater niet kosteneffectief (oftewel efficiënt) zijn. Dergelijke afwegingen over het al dan niet aanpakken van de tekorten zullen in het vervolgtraject door de regionale waterbeheerders moeten worden gemaakt.

### **3.1.5 Voorstel watertekortopgave**

De bandbreedte van de watertekortopgave voor de landbouw is:

- Ondergrens: nul (namelijk alle tekorten accepteren)
- Bovengrens:
  - De hoeveelheid water die nodig is na aanleg van beregeningsinstallaties voor kansrijke landbouwtypen (inclusief het op voldoende kwaliteit brengen van het water voor de beregening) plus:
  - De hoeveelheid water die vastgehouden kan worden om de gemiddelde droge grondwatersituatie in hogere zandgronden volledig te herstellen.

Voor het overige deel van de watertekorten wordt geadviseerd een strategie te volgen waarin deze "schade" geaccepteerd wordt. De kosten en negatieve neveneffecten van het aanvullen van dit tekort zijn aanmerkelijk groter dan de baten.

### **3.1.6 Eerste uitwerking**

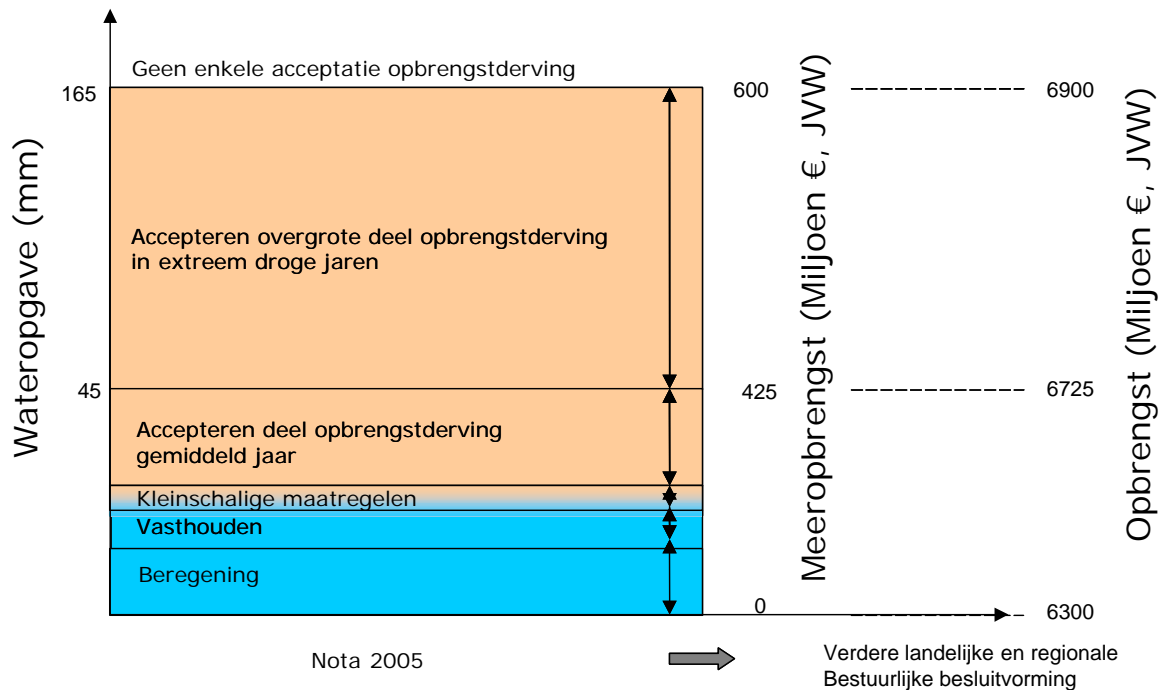
In Figuur 3-2 zijn de huidige situatie en de potentiële situatie weergegeven. De figuur is als volgt samengesteld:

- Opbrengst:

De opbrengst is de jaarlijks verwachte waarde van de opbrengst, gebaseerd op een berekende dertigjarige reeks van opbrengsten. In deze opbrengsten is opbrengstvermindering door watertekort opgenomen, de opbrengstvermindering door wateroverschot niet. In de huidige situatie is de jaarlijks verwachte waarde van de opbrengst 6300 miljoen €. Als geen enkele opbrengstvermindering wordt geaccepteerd en de watertekorten door maatregelen teniet worden gedaan, zal de potentiële opbrengst worden gerealiseerd. De jaarlijks verwachte potentiële opbrengst is gelijk aan 6900 miljoen €, een meeropbrengst van 600 miljoen € ten opzichte van de opbrengst met watertekorten.
- Watertekortopgave:

De watertekortopgave is hier het tekort voor gewasverdamping, gebaseerd op een dertigjarige reeks van neerslag en verdamping. Er is gemiddeld een tekort van 45 mm per jaar. Om de potentiële opbrengst te halen is een waterhoeveelheid nodig van 165 mm. Er treedt dan in geen enkel jaar droogteschade op. Als het doel is om ook in extreem droge jaren de potentiële opbrengst te realiseren is de watertekortopgave gelijk aan 165 mm. Als het doel is om in een gemiddeld jaar de potentiële opbrengst te realiseren is de watertekortopgave 45 mm per jaar.
- Vasthouden, beregening, kleinschalige maatregelen:

Door vasthouden en beregenen zal de actuele opbrengst groter worden en neemt de voor gewasverdamping benodigde hoeveelheid water toe ten opzichte van de huidige situatie. Deze extra hoeveelheid (verschil tussen huidige situatie en vasthouden, beregening) is de watertekortopgave. In de paragrafen hierna wordt de watertekortopgave voor de landbouw, behorende bij maatregelen bergen en vasthouden gekwantificeerd.



Figuur 3-2: Uiterste bandbreedten van de watertekortopgave voor de landbouw

### 3.1.7 Vasthouden en beregenen

Voor de bepaling van de bandbreedte van de watertekortopgave zijn berekeningen gemaakt om het effect van beregening en vasthouden van water te kwantificeren. Het doel van de berekeningen is het bepalen van de mogelijkheden van de twee maatregelen, oftewel de maximale bandbreedte van de watertekortopgave. De bandbreedte voor de watertekortopgave is uitgewerkt op zowel landelijk als op deelstroomgebiedsniveau, onderverdeeld in de WB21-deelstroomgebieden.

#### *Mogelijkheden van vasthouden van water*

Door het vasthouden van water wordt de grondwatervoorraad aan het begin van de droge periode op peil gehouden. Om de effecten van vasthouden op de vochttekorten te kwantificeren zijn een tweetal manieren van vasthouden van water onderzocht, namelijk 1) het verhogen van de drainagebasis (of verhogen van de slootbodemp) en 2) het weghalen van de (detail)drainage. Vasthouden van water is geïmplementeerd in de zogenaamde niet-peilbeheerste gebieden in Nederland. In de peilbeheerste gebieden (lees: poldergebieden) wordt hiervan geen positief effect verwacht omdat in die gebieden de natschade al aanzienlijk kan zijn.

#### *Mogelijkheden van beregening*

Door beregening van landbouwgewassen kan het vochttekort worden verminderd. Om de watervraag voor de beregening te kwantificeren is beregening gemodelleerd voor kansrijke landbouwtypen. Voor grasland is enkel beregening gemodelleerd waar nu ook beregening voorkomt, er wordt van uitgegaan dat in de overige graslandgebieden geen rendabele beregening kan worden toegepast. Hierbij wordt verder opgemerkt dat de benodigde hoeveelheid water niet gelijk is aan de reductie van het vochttekort. Er is rekening gehouden met een beregeningsinefficiëntie van 60%. Dit betekent dat naast de hoeveelheid water die nodig is voor extra gewasverdamping 60% extra nodig is voor het compenseren van verliesposten bij beregening.

### 3.1.8 Watertekortopgave landelijke schaal

Op basis van bovenstaande berekeningen is de watertekortopgave voor landbouw ten behoeve van beregening en vasthouden van water uitgedrukt in:

- Het aantal mm omgeslagen naar het totale oppervlak van Nederland
- Het aantal mm omgeslagen naar het totale landbouwooppervlak van Nederland
- Het volume in miljoen m<sup>3</sup>, overeenkomend met het aantal mm
- De opbrengstvermeerdering in miljard €. Op basis van de berekeningen uit de analyse voor de landbouw in de eerste fase van de droogtestudie is hiervoor een inschatting gemaakt van de financiële aspecten van de vermindering van de verdampingsreductie.

In onderstaande tabel is de getalsmatige invulling van de watertekortopgave weergegeven. De opbrengstvermeerdering is uitgedrukt in de contante waarde van de jaarlijkse verwachtingswaarde van de opbrengstvermeerdering, uitgaande van een oneindige zichtduur en een discontovoet van 4%.

	Beregening	Vasthouden	Totaal
Watertekortopgave in mm	26	4	30
Watertekortopgave in mm (landbouwooppervlak)	72	12	84
Watertekortopgave in miljoen m <sup>3</sup>	819	139	958
Watertekortopgave als Contante Waarde van de opbrengstvermeerdering in miljard €	4	1	5

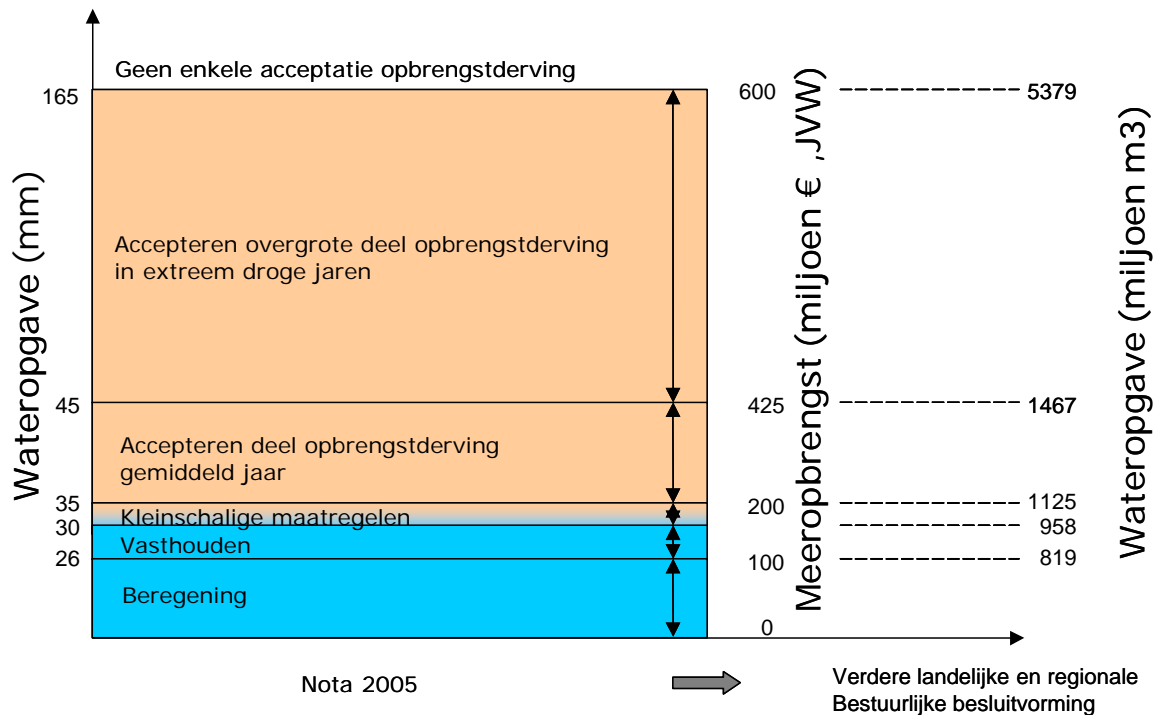
Tabel 3-1: Watertekortopgave landelijk voor beregening en vasthouden van water

Naast de bovenstaande watertekortopgave zijn de hoeveelheden die nodig zijn om de tekorten in doorspoeling van boezemwateren in landbouwgebieden op te heffen om zodoende in perioden van beregeningsvraag water van voldoende kwaliteit te kunnen leveren. Tekorten voor doorspoeling treden op in de boezem van Rijnland, in het Kromme Rijn gebied en op het Noordzeekanaal. De watertekortopgave ten behoeve van doorspoeling voor de landbouw is 76 miljoen m<sup>3</sup>, overeenkomend met een hoeveelheid van ongeveer 2,5 mm omgeslagen naar het totale oppervlak van Nederland.

De watertekortopgave voor de drie onderscheiden situaties, namelijk i) uitgaande van de huidige opbrengsten in de landbouw, ii) vermeerdering van de opbrengst door vasthouden en beregenen en iii) uitgaande van de realisatie van de potentiële opbrengst, is nu weergegeven in Figuur 3-3. Voor de bandbreedte voor de watertekortopgave wordt zoals beschreven uitgegaan van de situatie met beregening en vasthouden als bovengrens.

In Figuur 3-3 zijn opgenomen:

- Het aantal mm omgeslagen naar het totale oppervlak van Nederland.
- Het volume in miljoen m<sup>3</sup>, overeenkomend met het aantal mm.
- De opbrengstvermeerdering in miljoen € indien de watertekorten worden verminderd.



Figuur 3-3: De watertekortopgave voor landbouw.

De figuur maakt duidelijk dat in het blauwe blok met een relatief beperkte hoeveelheid water (30 tot 35 mm) een relatief grote opbrengstvermeerdering plaatsvindt van circa 200 Miljoen € (Jaarlijkse verwachtingswaarde, gelijk aan een opbrengsttoename van circa 3%). In dit blok bevinden zich de kansrijke maatregelen (baten groter dan de kosten). Als in het zalmroze blok verder naar boven wordt geschoven verschuift dit naar het omgekeerde: daar is relatief veel water nodig (135 mm) voor een vergelijkbare opbrengstvermeerdering. In dit geval zijn de kosten van eventuele maatregelen waarschijnlijk groter dan de baten.

### 3.1.9 Uitwerking per deelstroomgebied

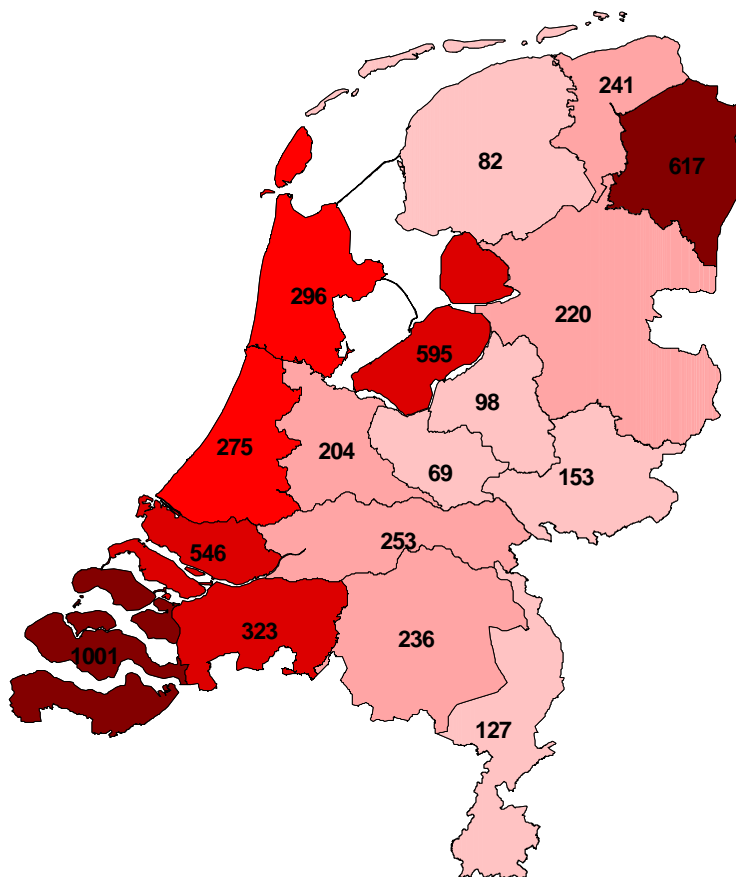
De watertekorten en de mogelijkheden om watertekorten aan te pakken zijn niet in alle delen van Nederland gelijk. Tabel 3-2 en Tabel 3-3 en Figuur 3-4 tonen per WB21-deelstroomgebied de *watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan (bovengrens)*, en die dus eventueel aangepakt zouden kunnen worden.

	Berekening	Vasthouden	Doorspoeling	Totaal
Achterhoek	7	14	0	21
Amstelland	7	1	27	35
Friesland	11	0	0	11
Gelderse Vallei	0	12	0	12
IJsselmeerpolder	81	0	1	81
Limburg	9	10	0	19
Noord Holland	26	0	14	40
Oost Brabant	28	7	0	36
Oost Groningen - Drenthe	72	6	0	78
Rivierengebied	35	0	0	35
Vecht	17	13	0	30
Veluwe	3	17	2	22
West Brabant	39	9	0	48
West Groningen - Drenthe	26	4	0	29
Zeeland	128	0	1	129
Zuid Holland	22	0	28	50
Zuid Hollandsche Eilanden	89	0	3	92

Tabel 3-2: Watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan (bovengrens), per deelstroomgebied in mm, omgeslagen naar het totale landbouwoppervlak van het gebied.

	Berekening	Vasthouden	Doorspoeling	Totaal
Achterhoek	10	21	0	31
Amstelland	6	1	24	31
Friesland	30	0	0	30
Gelderse Vallei	0	7	0	7
IJsselmeerpolder	86	0	1	87
Limburg	13	15	0	28
Noord Holland	38	0	20	58
Oost Brabant	58	15	0	73
Oost Groningen - Drenthe	118	10	0	128
Rivierengebied	51	0	0	51
Vecht	59	47	0	106
Veluwe	2	11	1	14
West Brabant	46	10	0	56
West Groningen – Drenthe	29	4	0	33
Zeeland	192	0	1	193
Zuid Holland	22	0	28	50
Zuid Hollandsche Eilanden	58	0	2	60

Tabel 3-3: Watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan (bovengrens), per deelstroomgebied in miljoen m<sup>3</sup>.



*Figuur 3-4: Watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan voor de landbouw (bovengrens), per deelstroomgebied omgeslagen naar het totale oppervlak van het deelstroomgebied (m³/ha).*

Uit de figuur blijkt dat voor de gebieden in het Zuidwesten (Scheldestroomgebied) en Noordoosten (Eemstroomgebied) in theorie relatief veel kansrijke maatregelen bestaan. De verklaring daarvoor is dat in die stroomgebieden in de huidige situatie ook de grootste tekorten optreden (zie ook paragraaf 2.6) terwijl een relatief groot aandeel (onberekende) akkerbouw aanwezig is met mogelijk kapitaalintensieve teelten, waardoor uitbreiding van de beregeningscapaciteit daar de grootste meeropbrengst (en dus watertekortopgave) genereert. Omdat in deze gebieden de beschikbaarheid van water van voldoende kwaliteit moeilijk is, bijvoorbeeld door te hoge chlorideconcentraties of aanwezigheid van bruinrotbacteriën, zal naar verwachting een aanzienlijk deel van deze watertekortopgave niet oplosbaar blijken te zijn. Een dergelijk besluit vergt echter een nadere analyse en besluitvorming in de betreffende regio's.



## **3.2 Scheepvaart**

### **3.2.1 Uitgangspunten**

In fase 1 van de Droogtestudie is op basis van gevoeligheidsanalyses geconcludeerd dat de tekorten voor de scheepvaart op de Rijntakken niet rendabel (kosten-baten verhouding) kunnen worden opgelost met grootschalige (infrastructurele) maatregelen. De oplossing zit in het verplaatsen van de vracht naar kleinere schepen of minder belading. Een andere mogelijke oplossing is om de schutverliezen bij de sluizen terug te pompen. Dit is overigens niet wenselijk bij het Amsterdam-Rijnkanaal, omdat daar een noordwaarts gerichte stroming van belang is om indringing van verzilt water uit het Noordzeekanaal naar het Amsterdam-Rijnkanaal te voorkomen en de elektriciteitscentrales van voldoende koelwater te voorzien. Uit kosten-effectiviteitsanalyses van het terugpompen van water bij sluizen op de Maas [10] blijkt verder dat de kosten hiervan niet of nauwelijks zijn terug te verdienen. Daarom wordt voorgesteld de watertekortopgave voor de waterbeheerder voor de scheepvaart in het Rijnstroomgebied op nul te stellen.

Op de Maas wordt in de huidige situatie optimaal gebruik gemaakt van het beschikbare water door het schutverlies zo veel mogelijk te beperken en water terug te pompen naar bovenstroomse stuwpanden. Ook hier vormt de beschikbaarheid van water een probleem. Maatregelen om de tekorten te verkleinen zijn niet rendabel. Het kan zelfs zo zijn dat de kosten die nu al worden gemaakt om in droge periode de scheepvaart van voldoende diepgang te voorzien hoger zijn dan de schade die optreedt als in een dergelijke periode niet geslut kan worden (de watertekortopgave zou dus zelfs negatief kunnen zijn). Daarom wordt voorgesteld de watertekortopgave voor de waterbeheerder voor de scheepvaart in het Maasstroomgebied op nul te stellen.

### **3.2.2 Voorstel watertekortopgave**

Voorgesteld wordt om de watertekortopgave voor de waterbeheerder voor de scheepvaart op nul te stellen. Er zijn wel situaties met watertekorten, maar deze kunnen niet met kosten-effectieve maatregelen worden opgelost.

### **3.3 Energievoorziening (koelwater)**

#### **3.3.1 Uitgangspunten**

In eerdere fases van de droogtestudie is aangegeven dat de tekorten voor koelwater beperkt zijn tot enkele specifieke centrales. Momenteel komen eens per 2 tot eens per 3 jaar tekorten van koelwater voor, vooral in de elektriciteitscentrales langs het Amsterdam-Rijnkanaal en het Noordzeekanaal.

De mogelijkheden om via het waterbeheer meer koelcapaciteit te leveren, zijn beperkt. Langs de Maas is het helemaal niet mogelijk (daar worden dan ook koeltorens gebruikt). Langs de kanalen zijn de mogelijkheden beperkt. Extra water voor koelcapaciteit gaat dan ten koste van andere functies, met name de scheepvaart. Alleen in incidentele gevallen wordt er, conform de Verdringingsreeks, extra water over het Amsterdam-Rijnkanaal ingelaten ten behoeve van de ongestoorde elektriciteitsproductie.

Voor het overige beperkt de rol van de waterbeheerder zich tot het verstrekken en strikt handhaven van vergunningen om koelwater te mogen lozen, conform de nieuwe CIW-beoordelingssystematiek.

Voor de watertekortopgave kan dan ook worden gesteld dat de watertekorten niet opgelost dienen te worden door de waterbeheerder, maar door de sector zelf. Een oplossing is bijvoorbeeld om nieuwe centrales op een plaats te bouwen waar wel voldoende koelwater beschikbaar is, bijvoorbeeld aan zee. Oude centrales op plaatsen met weinig koelwater zouden dan gesloten kunnen worden. Dergelijke ontwikkelingen vinden nu al plaats, waarmee de sector aangeeft dat al maatregelen worden getroffen om gevolgen van watertekorten en warmte tegen te gaan. Ook het bouwen van koeltorens is een optie, zij het veel minder kansrijk. Dat komt doordat koeltorens rendementsverlies opleveren (ca. 1%), veel chemicaliën gebruiken (onder andere om mosselgroei te voorkomen) en landschappelijk vaak lastig zijn in te passen.

#### **3.3.2 Voorstel watertekortopgave**

Voorgesteld wordt de watertekortopgave voor de waterbeheerder gelijk te stellen aan nul. Uitgangspunt is dat de bestaande situatie van watertekorten voor koelwater door de sector zelf worden opgelost.

### **3.4 Drinkwater**

#### **3.4.1 Uitgangspunten**

Bij het ontwerp van drinkwatervoorziening die van oppervlaktewater gebruik maakt is rekening gehouden met perioden waarover door calamiteiten geen wateraanvoer beschikbaar is, bijvoorbeeld door het aanleggen van buffers of door voldoende beschikbare grondwatervoorraad. Volgens informatie van het ministerie van VROM (beleidsverantwoordelijk voor de drinkwatervoorziening) en de sector zelf (VEWIN) zijn deze alternatieven in het algemeen voldoende groot om in droge perioden de drinkwatervoorziening zonder problemen te laten verlopen.

#### **3.4.2 Voorstel watertekortopgave**

Voorgesteld wordt de watertekortopgave voor de waterbeheerder gelijk te stellen aan nul. Er is geen sprake van watertekorten voor de functie drinkwater.

### **3.5 Veiligheid (stabiliteit waterkeringen)**

#### **3.5.1 Uitgangspunten**

De watertekortopgave wordt bepaald door de peilhandhaving in de boezemwateren van veengebieden. Er mogen zelfs in extreme situaties geen tekorten voor de peilhandhaving van de boezemwateren optreden. Een duidelijk voorbeeld van het belang van de stabiliteit van de waterkeringen is de doorbraak van een veenkade bij Wilnis in 2003.

De watertekortopgave voor veiligheid wordt bepaald door de hoeveelheid water die in drogere omstandigheden dan gemiddeld nodig is om de peilen te kunnen handhaven in boezemgebieden met veenkaden. Recente onderzoeken naar de veenkaden spelen een belangrijke rol bij de uitwerking. Voor het handhaven van de peilen is in het Westen en noorden van het land van het land vrijwel altijd voldoende water voorhanden, zij het dat dit water soms relatief hoge chlorideconcentraties heeft door opdringend zeewater. Een belangrijke vraag is dan ook of ten behoeve van de veiligheid een mindere kwaliteit van inlaatwater wordt geaccepteerd. In het huidige beleid (de verdringingsreeks) is dat het geval.

De watertekortopgave voor de veiligheid is dan nul. Hierbij wordt dan in veel gebieden wel de voorwaarde gesteld dat eventueel aanwezige kwetsbare natuurgebieden zijn of kunnen worden geïsoleerd.

#### **3.5.2 Voorstel watertekortopgave**

De watertekortopgave voor veiligheid is de hoeveelheid water die in drogere omstandigheden dan gemiddeld nodig is om de peilen te kunnen handhaven in boezemgebieden met veenkaden. Aangezien het inlaten van zilt water wordt geaccepteerd is de watertekortopgave voor de veiligheid gelijk aan nul.

#### **3.5.3 Uitwerking**

In de huidige situatie treden volgens de berekeningen geen tekorten voor peilbeheer op in de boezemsystemen met veenkaden. Dit wordt veroorzaakt door de prioriteit in het gevoerde waterbeheer op de boezemsystemen: als er een watertekort ontstaat wordt eerst gekort op de waterhoeveelheden benodigd voor bijvoorbeeld doorspoeling. Uit de berekeningen blijkt dat hierdoor zelfs in een extreem droog jaar geen tekorten voor het peilbeheer ontstaan. De tekorten zullen zich elders manifesteren als gevolg van een verslechterende waterkwaliteit in situaties van droogte, bijvoorbeeld bij de natuur en de landbouw.

## **3.6 Recreatie**

### **3.6.1 Uitgangspunten**

Droge zomers zijn doorgaans ook warme zomers. Dit heeft op de waterrecreatiesector doorgaans een positief effect. Uit eerdere onderzoeken in de droogtestudie is gebleken dat droogte voor de recreatie vooral problemen oplevert voor de recreatiescheepvaart (bij uitzakken van de waterstand niet voldoende diepgang) en de dagrecreatie langs de plassen waar blauwalgen problemen veroorzaken.

De watertekortopgave kan worden berekend door de hoeveelheid water die nodig is om de wateren waar recreatiescheepvaart voorkomt op peil te houden (veelal dezelfde wateren waar ook veiligheid van de boezemkaden een rol speelt) en de hoeveelheid water die nodig is om de problemen met blauwalgen op te lossen. Voor de uitwerking kan geen compleet beeld worden verkregen, maar wordt vooral gekeken naar doorspoelbehoeften.

### **3.6.2 Voorstel watertekortopgave**

- Ondergrens: nul (dat wil zeggen acceptatie van de huidige tekorten)
- Bovengrens:
  - De hoeveelheid water die nodig is om in perioden van droogte peiluitzakking van wateren waar recreatievaart een belangrijke rol speelt te voorkomen
  - De hoeveelheid water die nodig is om problemen met blauwalgen en botulisme te voorkomen.

### **3.6.3 Uitwerking**

Zoals ook al bleek bij het thema veiligheid, is er geen sprake van een watertekortopgave ten behoeve van het voorkomen van peiluitzakking in boezemwateren. Dat betekent dat er geen extra watervraag nodig is ten opzichte van de huidige situatie.

De hoeveelheid water die nodig is om problemen met blauwalgen en botulisme te voorkomen kan met de huidige modellen en kennis nog niet worden gekwantificeerd. Wel kan een kwalitatieve inschatting worden gegeven. Voor de meeste probleemlocaties geldt dat er technisch gezien niet of nauwelijks maatregelen mogelijk zijn. Voorkomen is uiteraard de beste oplossing, maar dan zouden de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater sterk naar beneden moeten gaan. Dat is bij de huidige intensieve landbouw in Nederland geen reële optie. Een alternatief is vervolgens doorspoelen, maar daarvoor ontbreekt meestal de infrastructuur en/of voldoende water. Bij de regionale uitwerking moet blijken of er bij bepaalde locaties wel mogelijkheden zijn.

In enkele gebieden waar wel door extra wateraanvoer blauwalgproblemen kunnen worden voorkomen, is erg veel water nodig om het probleem op te lossen. In het Volkerak-Zoommeer bijvoorbeeld is hiervoor circa 100 m<sup>3</sup>/s nodig. Daarmee wordt dan een zoet-zout-overgang gecreëerd. Zie ook paragraaf 3.7, natuur.

## 3.7 Natuur

### 3.7.1 Uitgangspunten

In de eerdere fasen van de Droogtestudie is aangegeven dat de natuur in de huidige situatie onvoldoende robuust is voor droogte, door met name verdroging en versnippering. Als de natuur wel voldoende robuust zou zijn, kan de natuur een droog jaar 'overleven'. Wel kunnen dan nog steeds negatieve effecten van droogte optreden, maar die worden in die situatie dan geaccepteerd als "natuurlijk risico".

Uit bovenstaande blijkt dat de watertekortopgave vooral ligt in het op orde brengen van de normale of gemiddelde situatie. Het verschil tussen de gemiddelde gewenste situatie en de werkelijke gemiddelde situatie is daarom de watertekortopgave.

Voor de natuur kan een splitsing worden gemaakt tussen terrestrische en aquatische natuur, waarbij voor de terrestrische natuur vooral de grondwatersituatie van belang is en voor aquatische natuur de oppervlaktewatersituatie. Wat betreft de aquatische natuur wordt nog onderscheid gemaakt in regionale wateren en rijkswateren.

#### Terrestrische natuur

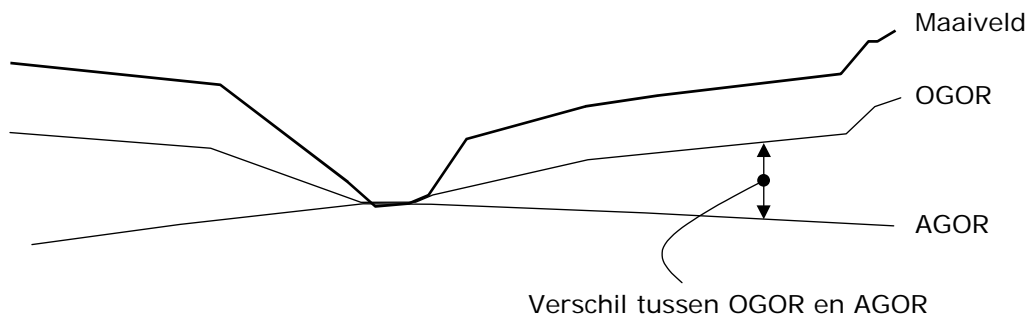
Strikt genomen dient de watertekortopgave uiteindelijk te worden bepaald op basis van het verschil tussen AGOR (actuele situatie) en GGOR (maatschappelijk gewenste situatie). De definities van de hier genoemde GOR's worden globaal toegelicht in de volgende alinea. Praktisch nadeel is dat de GGOR vooralsnog niet is vastgesteld. Daarom wordt als bovengrens van de bandbreedte voor de watertekortopgave in 2005 het verschil tussen de OGOR (optimale situatie) en de AGOR (actuele situatie) gehanteerd. Dit levert de hoeveelheid water op die nodig is om de natuur weer robuust te maken. De watertekortopgave ligt daarmee in het grondwater en niet in het oppervlaktewater. Door bovenstaande bepaling van de watertekortopgave ligt er een sterke relatie tussen droogte (watertekortopgave) en verdroging.

In het programma Waterlood is een systematiek ontwikkeld om te bepalen wat de gewenste situatie is voor het grond- en oppervlaktewater water regime (GGOR). Volgens de systematiek wordt eerst een optimaal grondwaterregiem bepaald (OGOR) voor onder meer de natuur, uitgewerkt voor natuurdoeltypen. Met hydrologische modellen kan de optredende gemiddelde grondwatersituatie (AGOR, Actueel Grond en OppervlaktewaterRegime) en het verschil met de OGOR worden bepaald. De GGOR wordt vervolgens bepaald op basis van de belangenafweging bij het implementeren van maatregelen om de hydrologische situatie voor de natuur te verbeteren. Afhankelijk van de kosten van maatregelen en de regionale mogelijkheden tot ingrijpen in het hydrologische systeem wordt de (maatschappelijk) gewenste situatie (GGOR) door bestuurlijke keuzes vastgelegd. Deze is daarmee doorgaans minder optimaal dan de OGOR.

De watertekortopgave wordt bepaald op basis van grondwaterstanden zoals berekend met het modelinstrumentarium. Het modelinstrumentarium levert een landsdekkende kaart (van de natuurgebieden) op van de gemiddeld voorkomende grondwaterstanden op basis van een 30-jarige reeks. Deze kaart beschrijft de actuele situatie: het AGOR. Op basis van de natuurdoeltypenkaart en de OGOR per natuurdoeltype wordt een zelfde kaart geconstrueerd voor de optimale situatie: het OGOR. Op de natuurdoeltypenkaart is landsdekkend aangegeven wat de gewenste typen natuur zijn. Deze natuurdoeltypenkaart is samengesteld op basis van de natuurgebieden zoals gedefinieerd na realisatie van de Ecologische Hoofd Structuur. De zogenaamde 'landbouwnatuur', wordt hierbij meegenomen, wat betekent dat daar geen watertekortopgave voor landbouw wordt bepaald. Het verschil in grondwaterstand tussen OGOR en AGOR bepaalt de watertekortopgave (zie onderstaande figuur). De bepalende factor is hierbij

de voorjaarsgrondwaterstand. Om dit verschil in grondwaterstand vervolgens uit te drukken in een hoeveelheid water wordt vermenigvuldigd met de freatische bergingscoëfficiënt van de bodem.

Voor gebieden die zijn aangewezen in het kader van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (grotendeels een derde van het beschouwde areaal) zouden in plaats van de natuurdoeltypen eigenlijk de zogenaamde *instandhoudingsdoelstellingen* moeten worden gehanteerd. Deze zijn echter ten tijde van de Droogtestudie nog niet door LNV vastgesteld.

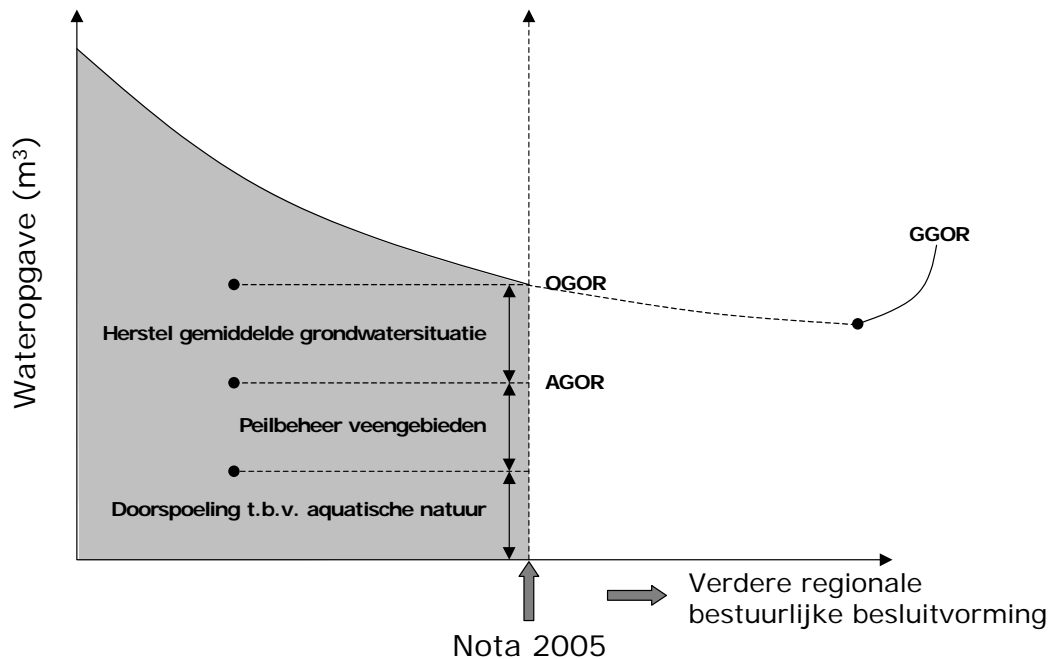


Figuur 3-5: Bovenrand voor de watertekortopgave voor natuur

### Aquatische natuur

Voor gebieden waar het peilbeheer van belang is voor de natuur (denk aan het oxideren van veengebieden) wordt boven de berekende watertekortopgave ook een watertekortopgave voor het oppervlaktewater berekend. Deze is gelijk aan de hoeveelheid water die nodig is om peiluitzakking te voorkomen. Voor de grote meren is een bandbreedte voor het peilbeheer vastgesteld. Het is van belang dat de oppervlaktewaterstand niet buiten deze bandbreedte komt, ook niet in een extreem droog jaar. Dit om irreversibele schade aan aquatische natuur te voorkomen. De tekorten die in het peilbeheer optreden in een extreem droog jaar kunnen worden gerekend tot de watertekortopgave. Voor aquatische natuur kan daarbij tevens een doorspoelingsvraag gelden, de tekorten hierin zijn onderdeel van de watertekortopgave voor aquatische natuur.

Bovenstaande is samengevat in onderstaande figuur.



Figuur 3-6: Watertekortopgave voor de natuur: versmalling bandbreedte voor nota 2005

Omdat de watertekortopgave niet enkel kan worden opgelost door aanvoer van gebiedsvreemd water is het daarnaast interessant waar dat wel en niet mogelijk is vanuit het oogpunt van het natuurdoeltype. Een scheiding tussen de watertekortopgave voor voedselrijke en voedselarme natuur is relevant voor de bepaling van de mogelijkheid om de watertekorten op te lossen door water aan te voeren. Als wateraanvoer niet mogelijk is, is de watertekortopgave voor de waterbeheerder maximaal gericht op vasthouden.

Voor de rijkswateren tot slot is de situatie iets anders. Daar bestaat de wateropgave vooral uit het eventuele herstel van zoet-zout-overgangen en flexibel peilbeheer in het IJsselmeergebied en de Delta.

### 3.7.2 Voorstel watertekortopgave

- Ondergrens: nul (dat wil zeggen tekorten accepteren)
- Bovengrens:
  - De hoeveelheid water benodigd voor het opheffen van het verschil tussen AGOR en OGOR voor de terrestrische natuur.
  - De hoeveelheid water nodig voor het voorkomen van peiluitzakking in gevoelige natuurgebieden (bijvoorbeeld veengebieden).
  - De hoeveelheid water benodigd voor doorspoeling van natuurgebieden om een voldoende waterkwaliteit te handhaven.
  - De hoeveelheid water voor herstel van zoet-zout-overgangen en flexibel peilbeheer in het IJsselmeergebied en de Delta.

### 3.7.3 Uitwerking

#### *Regionale wateren*

De bovengrens van de bandbreedte van de watertekortopgave wordt bepaald door het verschil tussen AGOR en OGOR. De AGOR is hierbij gebaseerd op langjarige modelsimulaties en de



OGOR is afkomstig van de natuurdoeltypenkaart [13]. De op deze wijze berekende watertekorten voor de terrestrische natuur zijn bepaald voor het totale areaal van de 'natte' natuur in Nederland waarvoor een natuurdoeltype is bepaald (170.000 ha). Omgelagen over dit gebied is er een watertekort van 205 mm, dus ruim 20 centimeter. Het aandeel hierin van de natuurgebieden die vallen onder de Vogel- en Habitatrichtlijn (VHR) en de Natuurbeschermingswet is ongeveer 50.000 ha. Voor deze gebieden is het watertekort bijna 300 mm. De bandbreedte is echter groot. Voor de helft van deze gebieden is er nagenoeg geen tekort, terwijl in andere gebieden de tekorten een factor 2 of nog groter zijn. Regionaal maatwerk is dus geboden. Uit onderzoek van onder meer Alterra blijkt dat momenteel lokaal nog steeds verdergaande onomkeerbare natuurschade plaatsvindt in VHR- en Natuurbeschermingsgebieden. Vaak gaat het om kleinere natuurgebieden met een zeer hoge natuurwaarde. Zo vindt bij sommige blauwgraslanden uitloging plaats van de bodem door onvoldoende kweldruk. Daarnaast zijn gevallen bekend van mineralisatie van veen. Dergelijke abiotische veranderingen zijn onomkeerbaar. De Werkgroep watertekorten adviseert om de onderrand van de watertekortopgave te laten bepalen door de hoeveelheid extra water die nodig is om verdergaande onomkeerbare natuurschade in dit soort gebieden te voorkomen. De hoeveelheid water en de kosten hiervan kunnen echter alleen bij de regionale uitwerking worden bepaald. Vaak gaat het om kleinere gebieden die zijn ingesloten door landbouwgebieden. Aanpak hiervan kan alleen op regionale schaal, bijvoorbeeld op de manier zoals die nu plaatsvindt in de reconstructiegebieden. De meerkosten voor de watertekortopgave voor natuur zijn dan beperkt. De investering om verdroging grotendeels op te heffen is zeer groot (miljarden). Dit is feitelijk de bovenrand van de financiële watertekortopgave voor terrestrische natuur.

De watertekortopgave op basis van de AGOR en OGOR is per deelstroomgebied weergegeven in onderstaande tabel.

	Volume (miljoen m <sup>3</sup> )	Volume (mm)
Achterhoek	27.3	14
Amstelland	3.1	2
Friesland	3.7	1
Gelderse Vallei	13.9	13
IJsselmeerpolder	0.0	0
Limburg	39.8	18
Noord Holland	5.9	3
Oost Brabant	15.6	5
Oost Groningen - Drenthe	18.7	9
Rivierengebied	4.1	2
Vecht	43.3	9
Veluwe	56.5	41
West Brabant	8.5	5
West Groningen - Drenthe	1.3	1
Zeeland	5.8	3
Zuid Holland	0.0	0
Zuid Hollandsche Eilanden	1.1	1

Tabel 3-4: Watertekortopgave per deelstroomgebied op basis van het verschil tussen AGOR en OGOR (volume in mm is omgelingen naar het totale oppervlak van het deelstroomgebied)

Daarnaast is de hoeveelheid water bepaald die nodig is voor het voorkomen van peiluitzakking in gevoelige natuurgebieden. Deze hoeveelheden zijn niet specifiek voor natuur kwantificeerbaar in gebieden waar meerdere typen grondgebruik voorkomen: het peil wordt immers ten behoeve van alle in het gebied aanwezige grondgebruiken gehandhaafd. In bijna alle in het model gedefinieerde oppervlaktewatereenheden zijn meerdere typen grondgebruik aanwezig. In de hier gepresenteerde waterbehoefte om peiluitzakking tegen te gaan is daarom geen uitsplitsing gemaakt naar natuur of andere typen grondgebruik.

Opvallend hierin is de omvang van de watertekorten in Zeeland. Hier treden vooral problemen op met peilbeheer in overwegend landbouwgebied. Door de beperkte mogelijkheden voor wateraanvoer ontstaat daar een groot tekort. Specifiek voor de aanwezige natuurgebieden zal de waterbehoefte (en watertekortopgave) kleiner zijn. Het is echter niet mogelijk om deze scheiding in het model aan te brengen.

Voor de hoeveelheid water die nodig is voor doorspoeling van natuurgebieden om een voldoende waterkwaliteit te handhaven geldt hetzelfde als voor de peilhandhaving: uitsplitsing naar verschillende typen grondgebruik is nauwelijks mogelijk. In de hier gepresenteerde waterbehoefte is daarom geen uitsplitsing gemaakt naar natuur of andere typen grondgebruik.

	Peiluitzakking		Doorspoeling	
	Volume (miljoen m <sup>3</sup> )	Volume (mm)	Volume (miljoen m <sup>3</sup> )	Volume (mm)
Achterhoek	0	0.00	0	0.00
Amstelland	1.42	0.92	0	0.00
Friesland	2.54	0.69	0	0.00
Gelderse Vallei	0	0.00	0	0.00
IJsselmeerpolder	0	0.00	1.29	0.88
Limburg	0	0.00	0	0.00
Noord Holland	0	0.00	0	0.00
Oost Brabant	3.10	0.99	0	0.00
Oost Groningen - Drenthe	0.24	0.12	0	0.00
Rivierengebied	8.57	4.23	0.43	0.21
Vecht	0	0.00	0	0.00
Veluwe	0	0.00	50.8	0.42
West Brabant	0	0.00	0	0.00
West Groningen - Drenthe	0	0.00	0	0.00
Zeeland*	14.60	7.59	0.62	0.32
Zuid Holland	0.04	0.02	0	0.00
Zuid Hollandsche Eilanden	0	0.00	1.89	1.72

\* Zie voor de verklaring de opmerkingen in de tekst

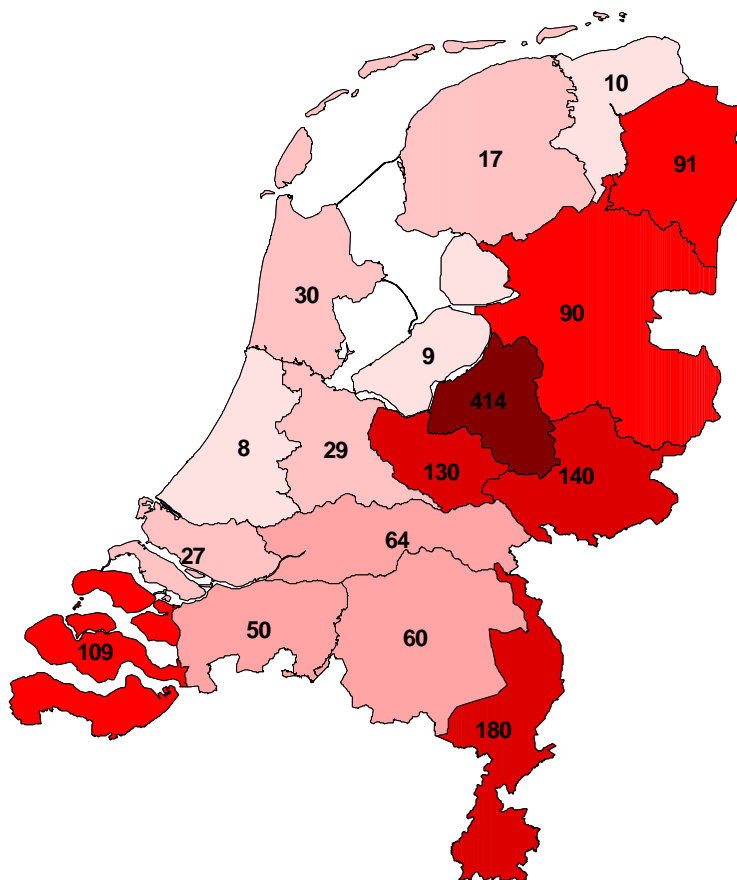
Tabel 3-5: Watertekortopgave per deelstroomgebied op basis van de tekorten voor peiluitzakking en doorspoeling (volume in mm is omgeslagen naar het totale oppervlak van het gebied)

De totale watertekortopgave voor natuur is per deelstroomgebied weergegeven in figuur 3-7.

De bovengrens van de totale watertekortopgave voor natuur in heel Nederland bedraagt 284 miljoen m<sup>3</sup> water, onderverdeeld in 249 miljoen m<sup>3</sup> voor het opheffen van het verschil tussen AGOR en GGOR, 31 miljoen m<sup>3</sup> voor peilhandhaving en 5 miljoen m<sup>3</sup> voor doorspoeling. De laatste twee genoemde hoeveelheden zijn, zoals eerder opgemerkt, niet specifiek gekwantificeerd voor alleen de functie natuur, maar dienen meerdere typen grondgebruik.

### Rijkswateren

De watertekorten voor natuur in de rijkswateren bestaan vooral uit het herstellen van zoet-zoutovergangen. Het meeste water is daarbij nodig in de Zuid-Hollandse en Zeeuwse Delta, waar de watervraag oploopt tot boven de 100 m<sup>3</sup>/s. Andere locaties waar nagedacht wordt over het herstel van zoet-zoutovergangen zijn onder andere de Afsluitdijk en het Lauwersmeer. Over de kansrijkheid van dit soort maatregelen is op dit moment geen harde uitspraak te doen. Tegenover de winst in natuurwaarde staat een behoorlijke schade voor de landbouw en de scheepvaart. Meer water naar het Volkerak-Zoommeer betekent bijvoorbeeld dat er minder water over de drukbevaren Boven-Merwede gaat.



Figuur 3-7: De bovengrens voor de totale watertekortopgave voor natuur per deelstroomgebied (m<sup>3</sup>/ha).

Hierdoor neemt niet alleen de beschikbare vaardiepte voor de scheepvaart af, maar is er ook minder water beschikbaar om de zouttong die opdringt via de Nieuwe Waterweg terug te dringen.

Vanuit natuuroogpunt is een meer flexibel peilbeheer in het IJsselmeergebied gewenst. Afhankelijk van de manier waarop dat wordt vormgegeven is extra zoet water nodig. Varianten waarbij weinig extra zoet water nodig is, lijken kansrijk. Het is echter de vraag of daarmee een significante natuurwinst geboekt kan worden. Een van de kansrijke opties kan zijn om het waterpeil van het IJsselmeer tot en met juni hoog te houden, en daarna geleidelijk te laten zakken. Het risico dat na juni alsnog een watertekort optreedt moet worden opgevangen door verbeterde voorspelmethoden van wateraanbod en watervraag. Hier wordt momenteel aan

gewerkt. Voor de natuur is het overigens niet noodzakelijk dat ieder jaar een sterke peilfluctuatie plaatsvindt. De eerste resultaten uit recent onderzoek laten zien dat eens in de 3 tot 5 jaar voldoende is voor een verbetering van de natuurwaarde.

### **3.8 Stedelijk gebied**

#### **3.8.1 Uitgangspunten**

Voor het stedelijk gebied geldt doorgaans een watervraag voor het doorspoelen van het oppervlaktewater om de waterkwaliteit te handhaven. Een tekort aan water leidt derhalve tot waterkwaliteitsproblemen, mogelijk stankoverlast en daarmee een verslechtering van de beleving van het water in de stad. Daarnaast is er water nodig voor peilhandhaving in stedelijk gebied (grond- en oppervlaktewater), ter voorkoming van onder meer aantastingen van funderingen (paalrot). De voor de stabiliteit van waterkeringen benodigde hoeveelheid water in stedelijk gebied is ondergebracht bij het thema 'Veiligheid'.

De bandbreedte van de watertekortopgave zit in de tekorten die ontstaan voor de doorspoeling en peilhandhaving. Op dit moment is er op landelijke schaal gezien niet of nauwelijks sprake van watertekorten. Wel kunnen lokaal problemen optreden. Een en ander zal moeten worden uitgewerkt bij de regionale uitwerking in 2006 en 2007.

#### **3.8.2 Voorstel watertekortopgave**

- Ondergrens: nul (dat wil zeggen accepteren van tekorten)
- Bovengrens: De hoeveelheid water die nodig is om de tekorten voor doorspoeling van stedelijk oppervlaktewater op te lossen.

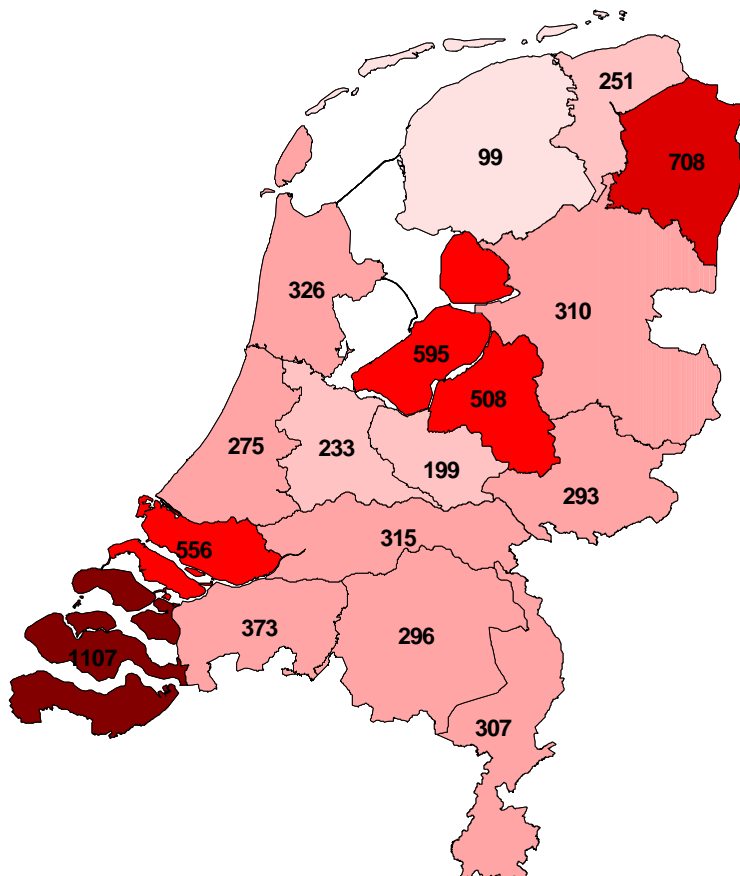
#### **3.8.3 Uitwerking**

Een schatting van de benodigde hoeveelheid water voor doorspoeling van stedelijk gebied is niet kwantificeerbaar in gebieden waar meerdere typen grondgebruik voorkomen: de doorspoeling wordt immers ten behoeve van alle in het gebied aanwezige grondgebruiken gehandhaafd. In bijna alle in het model gedefinieerde oppervlaktewatereenheden zijn meerdere typen grondgebruik aanwezig. Daarom is in de waterbehoefte om doorspoeling te handhaven geen uitsplitsing gemaakt naar stedelijk gebied of andere typen grondgebruik. De bovengrens van de watertekortopgave voor stedelijk gebied is daarom gelijk aan de doorspoelbehoefte zoals gepresenteerd bij natuur in paragraaf 3.7.

De hoeveelheid water die nodig is om de tekorten voor alle typen doorspoeling (landbouw, natuur en stedelijk gebied tezamen) is circa 5 miljoen m<sup>3</sup> (zie doorspoeling natuur). Het overgrote deel hiervan wordt gebruikt voor doorspoeling ten behoeve van een voldoende waterkwaliteit in natuur- en landbouwgebieden.

### 3.9 De ruimtelijke watertekortopgave

De bovengrens voor de totale watertekortopgave voor alle sectoren is per deelstroomgebied weergegeven in onderstaande figuur. De figuur toont per WB21-deelstroomgebied de *watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan* (bovengrens), en die dus eventueel aangepakt zouden kunnen worden.



Figuur 3-8: De bovengrens voor de totale watertekortopgave per deelstroomgebied (m<sup>3</sup>/ha).

In het Zuidwesten (Scheldestroomgebied) en Noordoosten (Eemsstroomgebied) zijn de watertekorten het grootst. Voor die gebieden bestaan echter ook relatief veel kansrijke maatregelen. Omdat in deze gebieden de beschikbaarheid van water van voldoende kwaliteit moeilijk is (zie paragraaf 3.1.9), zal naar verwachting een aanzienlijk deel van deze watertekortopgave echter niet oplosbaar blijken te zijn. Een dergelijk besluit vergt echter een nadere analyse en besluitvorming in de betreffende regio's.

In Friesland zijn er weinig mogelijkheden om extra maatregelen te treffen. Daarom is de voorgestelde watertekortopgave relatief gering.

In tabel 3-6 is de bovengrens voor de totale watertekortopgave per sector samengevat. Voor de landbouw is daarbij overigens alleen gekeken naar het deel van de watertekorten waarvoor kansrijke maatregelen bestaan, conform het voorstel in hoofdstuk 3.1.

	Waterhoeveelheid (miljoen m <sup>3</sup> )
Landbouw	1035
Scheepvaart	0
Energievoorziening	0
Drinkwater	0
Veiligheid	0
Recreatie	0
Natuur	285
Stedelijk gebied	5
Totaal	1325

Tabel 3-6: De bovengrens voor de watertekortopgave voor heel Nederland.

De bovengrens van de watertekortopgave wordt met name bepaald door natuur en landbouw en is derhalve orde grootte 1300 miljoen m<sup>3</sup> water.

## 4 Toekomstige ontwikkelingen

### 4.1 Landbouw

De gevolgen van de toekomstige ontwikkelingen voor de watertekortopgave voor de landbouw worden bepaald door de volgende elementen:

1. Het areaal landbouw in de toekomst
2. De prijsontwikkelingen van de landbouwproducten
3. De klimaatveranderingen

Ad 1: In fase 1 van de droogtestudie is gebleken dat het areaal landbouw in 2050 met circa 18% zal afnemen [3, 4]. Dit heeft een drukkende werking op de watervraag vanuit de landbouw.

Ad 2: De prijsontwikkeling in de landbouw.

Voorspellingen over het prijspeil in 2050 zijn niet voorhanden. Wel zijn er projecties voor 2020 gemaakt door het LEI en het CPB [3, 4]. Het prijspeil in 2050 in deze studie is gebaseerd op deze inschattingen voor 2020. Onder andere door het wegvallen van EU prijssteun is rekening gehouden met een daling van 20% voor de gewaswaarde van de meeste landbouwgewassen en 10% voor de kapitaalintensieve teelten [7]. Een daling van de prijzen van de landbouwproducten heeft tot gevolg dat de baten van maatregelen zoals beregening en vasthouden ook lager zijn.

Ad 3. De klimaatveranderingen. Uit fase 1 van de Droogtestudie is gebleken dat klimaatverandering effecten heeft op het neerslagtekort in het groeiseizoen, de potentiële opbrengst en mogelijk op het eerder sluiten van de huidmondjes bij een hoger CO<sub>2</sub> gehalte. Door een toename in de verdamping in de toekomstige situatie neemt de potentiële opbrengst ongeveer 4% toe. Door een hoger bodemvochttekort in het toekomstscenario ten opzichte van de huidige situatie neemt de actuele opbrengst niet toe, deze neemt af met 5%. Om de actuele opbrengst op hetzelfde niveau als in de huidige situatie te houden is dus een extra waterhoeveelheid nodig.

Om de toekomstige watertekortopgave voor de landbouw te kwantificeren zijn scenario-berekeningen uitgevoerd met het controlist scenario en het droge scenario voor 2050. Het controlist scenario is gebaseerd op de verwachte klimaatverandering in 2050 volgens de centrale schatting van het IPCC en KNMI (zie ook tabel Tabel 2-4), het droge scenario op eigen onderzoek met behulp van regionale klimaatmodellen van het KNMI [2]. Hierbij zijn de onderdelen beregening en water vasthouden nader gekwantificeerd in termen van hoeveelheden water. De berekeningen laten zien dat het watertekort, en daarmee de bovenrand van de watertekortopgave, zeer gevoelig is voor het gekozen scenario: de berekende bovenrand voor de watertekortopgave in de landbouw daalt bij het controlist scenario landelijke gezien met ongeveer 5%. Dit wordt vooral veroorzaakt door het afnemende landbouwareaal. In de resterend landbouwgebieden neemt het watertekort per hectare echter toe. Bij het droge scenario daarentegen stijgt het totale watertekort in de landbouw met maar liefst 45%. Het is echter de vraag of de maatregelen die daarvoor nodig zijn efficiënt (kosten-effectief) zijn. De kosten-effectiviteit zal met dalende landbouwprijzen in ieder geval minder zijn dan in de huidige situatie. Al met al is de verwachting dat de watertekortopgave voor de landbouw voor de huidige situatie de bovengrens voor de toekomstige situatie weergeeft. Met andere woorden: de watertekortopgave zal naar verwachting niet toenemen. Deze verwachting is gebaseerd op het controlist scenario. Voor het droge scenario neemt de watertekortopgave waarschijnlijk wel toe.



## **4.2 Scheepvaart**

Door klimaatverandering zullen de rivierafvoeren in de zomer af gaan nemen. Daardoor zullen er vaker perioden voorkomen met een beperkte diepgang voor de binnenvaart, waardoor vaker met kleinere ladingen gevaren moet worden. Dit leidt tot extra kosten. Of daarmee een structureel probleem ontstaat, is nog niet te zeggen. Op dit moment is er geen aanleiding om maatregelen te nemen, en is een mogelijke klimaatverandering dus niet van invloed op de watertekortopgave voor de binnenvaart. Wel is het zaak de ontwikkelingen nauwlettend in de gaten te houden. Als de komende tientallen jaren blijkt dat de klimaatverandering toch extremer wordt dan nu verwacht, is er nog voldoende tijd voor het nemen van maatregelen. Dat kunnen infrastructurele maatregelen zijn, maar gedacht kan ook worden aan een ander type schepen dat minder diep steekt.

## **4.3 Energievoorziening (koelwater)**

Door klimaatverandering zet de temperatuurstijging van het oppervlaktewater verder door. De afgelopen eeuw is de temperatuur van het water bij Lobith al 3 graden gestegen, en daar zal voor 2050 nog minstens 1 graad - en wellicht 2 of 3 graden - bij komen. Tegelijkertijd zijn geen efficiënte maatregelen in het watersysteem denkbaar om de koelwatercapaciteit op bijvoorbeeld het niveau van de huidige situatie te houden. Voor de energieproductie en de koelwaterafhankelijke industrie betekent dit nog meer dan nu al het geval is dat maatregelen genomen moeten worden om hierop te anticiperen. Een oplossing is bijvoorbeeld om nieuwe centrales op een plaats te bouwen waar wel voldoende koelwater beschikbaar is, bijvoorbeeld aan zee. Oude centrales op plaatsen met weinig koelwater zouden dan gesloten kunnen worden.

## **4.4 Drinkwater**

In de toekomst zullen de rivierafvoeren in de winterperiode toenemen en in de zomerperiode afnemen. Bij een gelijkblijvende buffercapaciteit zal in de toekomst de buffervoorraad in de zomerperiode eerder uitgeput raken dan in de huidige situatie. Daarnaast mag worden verwacht dat de winning van drinkwater uit grondwater in de toekomst verder zal worden teruggebracht waarbij de compensatie gevonden zal moeten worden in winning vanuit oppervlaktewater. De vraag naar oppervlaktewater neemt dus toe bij een afnemend aanbod in de zomerperiode. De vraag is of dit in de toekomst zal leiden tot problemen. Als inderdaad problemen zullen ontstaan is de enige denkbare maatregel in het watersysteem om de watervoorraad in de zomer te waarborgen door het vergroten van de buffervoorraad. Dit zal leiden tot een extra watervraag in wintersituaties. Aangezien in wintersituaties het wateraanbod vanuit de rivieren ruim voldoende is zal dit niet leiden tot een aanpassing van de watertekortopgave.

## **4.5 Veiligheid (stabiliteit waterkeringen)**

In de huidige situatie is geen sprake van een watertekortopgave omdat de veiligheid de hoogste prioriteit kent bij de waterverdeling. Deze prioritering zal naar verwachting in de toekomst niet veranderen. Daarmee is er naar verwachting ook in de toekomst geen aanpassing voor de watertekortopgave voor de veiligheid.

#### **4.6 Recreatie**

De watertekortopgave voor de huidige situatie wordt hoofdzakelijk bepaald door de hoeveelheid water die nodig is om problemen met blauwalgen en botulisme te voorkomen. Deze watertekortopgave kon nog niet worden bepaald zodat de effecten van toekomstige ontwikkelingen ook nog niet kunnen worden aangegeven. Wel is de kans groot dat door de stijgende temperaturen ook de waterkwaliteitsproblemen toenemen. Op dit moment kan echter nog niet gekwantificeerd worden hoeveel.

#### **4.7 Natuur**

Voor de terrestrische natuur wordt de watertekortopgave in de toekomstige situatie bepaald door:

- De verandering van het areaal natuur
- De klimaatverandering.

Voor de klimaatverandering geldt hetzelfde als bij de landbouw: door de toenemende temperatuur zal de verdamping en de watervraag toenemen maar daar staat tegenover dat een toenemend CO<sub>2</sub> gehalte een vermindering van de watervraag zal opleveren. Het uiteindelijke effect is nog niet precies bekend.

Wel wordt voor 2050 een uitbreiding van het areaal natuur met 60% verwacht (50 á 100%, zie tabel 2-4). Uitgaande van de systematiek voor de watertekortopgave gevolgd voor de huidige situatie betekent dit een vergroting van de watertekortopgave voor natuur.

De effecten van verandering van de neerslag, verdamping, zeespiegelstijging en rivierafvoer in de toekomst op de terrestrische natuur is nader gekwantificeerd. Het watertekort daalt bij het controlist scenario met ongeveer 3%, bij het droge scenario stijgt de watertekort met circa 5%. De verandering ten gevolge van het droge scenario is klein ten opzichte van de veranderingen die zijn gevonden bij de landbouw. Dit wordt veroorzaakt doordat de belangrijkste parameter bij de bepaling van het watertekort voor de natuur de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand is. De neerslag in de winterperiode voorafgaand aan het voorjaar neemt in de klimaatscenario's toe. Deze toename compenseert grotendeels de nadelige effecten van de toename van de verdamping.

Ook voor de aquatische natuur wordt vanwege de toename van het areaal en de toename van de temperatuur een toename van de watertekorten verwacht, vooral als gevolg van een toenemende watervraag voor het voorkomen van peiluitzakking in veengebieden en doorspoeling.

#### **4.8 Totaalbeeld van effecten van klimaatverandering op de watertekortopgave**

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat de watertekorten in de komende 50 jaar toenemen. Belangrijkste oorzaak daarvan is klimaatverandering, maar ook andere ontwikkelingen in bijvoorbeeld de economie en het landgebruik beïnvloeden het watergebruik en de waterbehoefte. Deze ontwikkeling gaat geleidelijk en het laat zich aanzien dat het niet noodzakelijk is om nu al - vooruitlopend op de ontwikkelingen - maatregelen te nemen. De onzekerheden zijn nog groot, waardoor het moeilijk is om no-regretmaatregelen te definiëren voor na 2015.

De meest robuuste maatregel, ook binnen het meest droge scenario voor 2050, is om op dit moment nog even af te wachten, maar wel alert te blijven.

De waterbeheerders moeten met andere woorden de ontwikkeling goed volgen door watertekorten als prominent onderwerp in hun plancyclus op te nemen. De *Werkwijzer Watertekorten* is daarvoor een krachtig hulpmiddel. Naar verwachting brengen de maatregelen voor de korte termijn het watersysteem op orde voor het jaar 2015. Er is voldoende tijd om maatregelen voor de periode daarna te overwegen, afhankelijk van de ontwikkelingen in klimaat, landgebruik en economie.

## 5 Bronnen

- [1] Water in the Netherlands. Nederlandse Hydrologische Vereniging, 2004.
- [2] Droog, droger, droogst. KNMI/RIZA (J.J. Beersma, T. A. Buishand, H. Buiteveld). KNMI Publicatie 199-11, 2004.
- [3] Welvaartseffecten van droogteschade in de landbouw; onderzoek naar prijsontwikkelingen en prijselasticiteiten van landbouwgewassen ten behoeve van het agricom model. LEI (S. van Berkum, J.F.M. Helming, C.J.W. Wolswinkel e.a), 2003.
- [4] Omgevingsscenario's; Lange termijn verkenning 1995-2020. CPB, 1996.
- [5] Het nationaal Milieubeleidsplan 4 (NMP). Ministerie van VROM, 2001.
- [6] De Nota ruimte. Ministerie van VROM, 2005.
- [7] Prijzen en productiviteit van landbouwgewassen. Interne notitie RIZA (L. Goedemans en J. Kind), 2004.
- [8] Landgebruiksimulatie voor Droogtestudie. VU (E. Koomen en J. Dekkers), 2002.
- [9] Droogtestudie Koelwaterproblematiek E-productie. KEMA (P.J. Ploumen, W. van der Veen), 2004.
- [10] Scheepvaartaspecten Laagwater beleid Julianakanaal en Lateraalkanaal. AVV, 2003.
- [11] Droogtescenario's vertaald in modelinput. ICIS, 2002.
- [12] Tabellenboek Zandmaas-Maasroute (970121\12629). NEA, 1997.
- [13] Optimalisatie EHS. Ruimte, milieu en watercondities voor duurzaam behoud van biodiversiteit. Milieu- en Natuurplanbureau (W. Lammers, A. van Hinsberg, W. Loonen, R. Reijnen en M. Sanders), 2005.