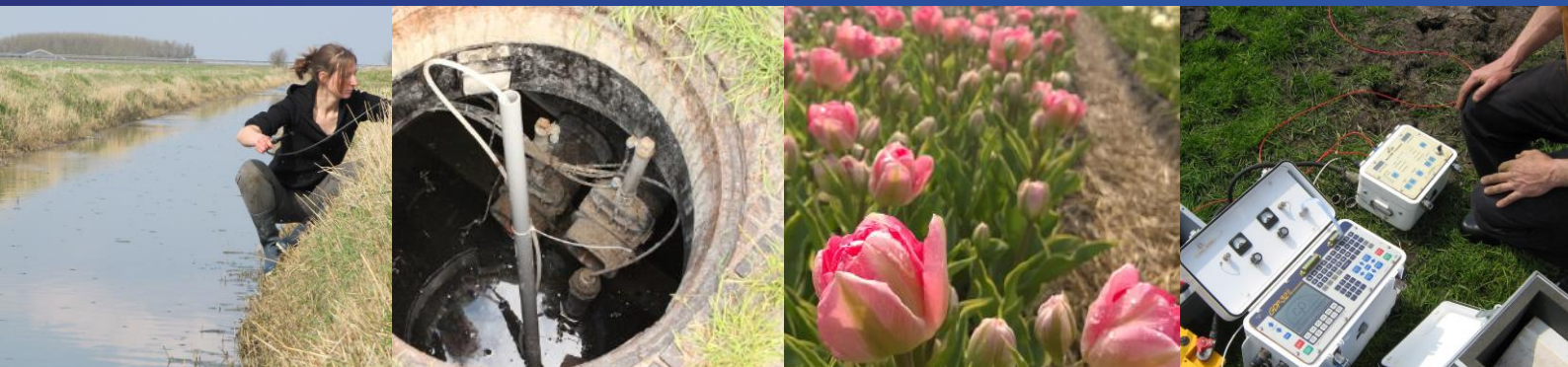


Nov 2016



# Watermaat: een maat voor waterbeschikbaarheid

Een verkenning naar de potentiële waterbeschikbaarheid van watersysteem- en perceelmaatregelen in de Kop van de Betuwe



## Colofon

Documenttitel	.	Watermaat: een maat voor waterbeschikbaarheid
Opdrachtgever	.	Waterschap Rivierenland
Verantwoordelijke bij opdrachtgever	.	Ton Drost
Status	.	Eindrapport
Datum	.	1 november 2016
Projectnummer	.	635
Auteurs	.	S. Burger <sup>1</sup> , L.F. Tolk <sup>1</sup> , J. Velstra <sup>1</sup> , T. Drost <sup>2</sup> <sup>1</sup> Acacia Water <sup>2</sup> Waterschap Rivierenland

## Disclaimer

Aan dit rapport kunnen geen rechten worden ontleend. De auteurs zijn niet verantwoordelijk voor eventuele fouten of consequenties. Aanvullingen of verbeteringen zijn welkom via [info@acaciawater.com](mailto:info@acaciawater.com)

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1	Aanpak .....	5
1.2	Leeswijzer.....	7
<b>2</b>	<b>Water aanvoer en waterbehoefte in de 'Kop van de Betuwe' .....</b>	<b>8</b>
2.1	Gebiedsbeschrijving.....	8
2.2	Waterbehoefte Kop van de Betuwe .....	9
<b>3</b>	<b>Mogelijke zoetwatermaatregelen .....</b>	<b>12</b>
3.1	Wegzijging .....	12
3.2	Berekening.....	12
3.3	Doorspoelen.....	14
<b>4</b>	<b>Watermaat: verhouding waterbehoefte en potentie maatregelen .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Gezamenlijke aanpak en optimaal gebruik aanvoercapaciteit.....</b>	<b>21</b>
5.1	Afwegingskader voor optimaal gebruik aanvoercapaciteit .....	21
5.2	Afstemming gebruik.....	22
5.3	Gebieden aan elkaar schakelen.....	22
5.4	Vorming van een coöperatief of collectief.....	22
<b>6</b>	<b>Conclusies en vervolgstappen .....</b>	<b>23</b>
6.1	Conclusie .....	23
6.2	De volgende stappen .....	24
<b>7</b>	<b>Gebruikte literatuur.....</b>	<b>25</b>

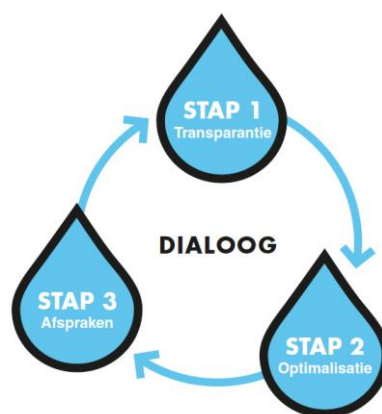
# 1

## Inleiding

Door klimaatverandering en de toenemende waterbehoefte is de watervoorziening niet altijd meer vanzelfsprekend. In het rivierengebied is het grootste deel van het jaar water beschikbaar vanuit de grote rivieren. De Rijnafvoer is echter aan het veranderen, en er wordt verwacht dat er grotere aanvoerpieken en -dalen zullen optreden doordat de Rijn meer een regenrivier dan een smeltwater rivier wordt. Bij lage rivierwaterstanden is het al niet altijd mogelijk om water in te laten en dit zal in de toekomst toenemen. Daarnaast neemt de waterbehoefte toe door veranderingen in het klimaat en het landgebruik.

Er is landelijk een afweging gemaakt over hoe er wordt omgegaan met droge periodes, dit is gedaan in de Deltabeslissing Zoetwater. Hierin wordt, naast maatregelen in het hoofdwatersysteem, ingezet op maatregelen in de regio en bij de gebruikers. Het doel is om een toenemende zelfvoorzienendheid en effectief en zuinig watergebruik te realiseren. In dit kader wordt gewerkt aan de vormgeving van de 'Waterbeschikbaarheid' (voorheen 'Voorzieningsniveau').

In deze studie wordt voor het gebied 'de Kop van de Betuwe' onderzocht wat de mogelijkheden zijn voor de zoetwatermaatregelen in het watersysteem en op perceelniveau om zoetwatertekorten die in de toekomst kunnen optreden te beperken. Dit is een eerste stap in het proces waarbij het waterschap de sectoren uitnodigt om gezamenlijk op zoek te gaan naar de meest kansrijke maatregelen. Deze studie geeft hiermee een invulling aan een deel van het proces om tot de Waterbeschikbaarheid te komen, het geeft een invulling aan stap 1: transparantie, en dient als een voorverkenning voor stap 2: optimalisatie.



Figuur 1.1, Drie stappen waarin de 'Waterbeschikbaarheid' tot stand komt (overgenomen uit Deltaprogramma Zoetwater).

## 1.1 Aanpak

### De Watermaat

Om inzicht te geven in de verhouding tussen de waterbehoefte en de realistisch geachte maatregelen om zoetwater beschikbaar te maken is een tool ontwikkeld: 'de Watermaat'. Hierin wordt de bijdrage van de verschillende maatregelen afgezet tegen de verwachte waterbehoefte in het gebied. De bijdrage van de verschillende maatregelen is bepaald op basis van gebied specifieke kenmerken, zoals de lengte van de A-, B- en C-waterlopen, het areaal van verschillende teelten en het voorkomen van zandwinplassen, waarbij rekening is gehouden met KRW waterlopen en mogelijke beperkingen door bijvoorbeeld andere functies. De invloed op de waterbeschikbaarheid is weergegeven in m<sup>3</sup>/periode en mm/periode over het hele gebied. Hiervoor is de opbrengst per maatregel gedeeld door het oppervlak van het hele gebied van de Kop van de Betuwe (ruim 18.000 ha).

Deze Watermaat is flexibel opgezet, zodat het effect van verschillende aannames kan worden getoetst. Hiermee kunnen in principe verschillende keuzes over hoe grootschalig maatregelen in een gebied worden toegepast snel worden doorgerekend, zodat er een orde van grootte beeld ontstaan over de mogelijke bijdrage van verschillende maatregelen aan de waterbehoefte. De onderzoeksversie van de Watermaat tool is beschikbaar in excel.

### De maatregelen

Door middel van interviews is verkend voor welke maatregelen interesse bestaat vanuit de agrariërs en waterschap, en deze maatregelen zijn geselecteerd. De lijst met maatregelen die zijn weergegeven is dus niet uitputtend. Voor elke maatregel is een inschatting gemaakt bij welk landgebruik er het meest draagvlak voor is. De opbrengst per maatregel is alleen voor de toepassing bij dat landgebruik berekend (zie tabel 3.2). Dit kan leiden tot conservatieve inschattingen van de mogelijkheden. Voordeel van deze aanpak is dat dubbeltellingen worden voorkomen en dat de opbrengsten van de verschillende maatregelen die nu in de Watermaat zijn weergegeven voor het gebied in principe optelbaar zijn, tot een cumulatieve hoeveelheid waterbesparing. Als dit niet het geval is wordt dat expliciet aangegeven in de Watermaat.

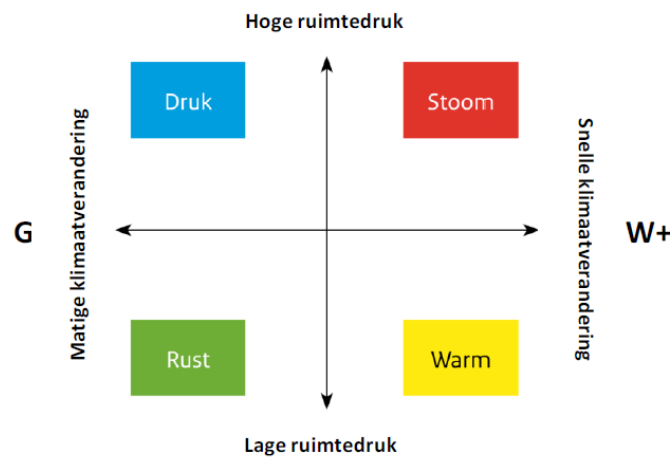
De mogelijke vergroting van verliesposten door de maatregelen zijn nog niet meegenomen in de huidige schattingen in de watermaat. De hoeveelheden kunnen daarom een overschatting zijn. Hierbij moet gedacht worden aan extra wegzijging bij peilopzet en toename verdamping bij verbreding waterlopen en tijdelijke opslag op land.

### Voorbeeld invullingen van de Watermaat

De Watermaat is als voorbeeld ingevuld met de aannames die door het waterschap als realistisch worden gezien voor de korte termijn, en met wat op basis van eerdere publicaties en kental berekeningen wordt ingeschat als fysisch haalbaar. Bij de korte termijn indicaties door het waterschap is een inschatting van het draagvlak en de aansluiting bij bestaande activiteiten meegenomen. Deze aannames zijn weergegeven in tabel 3.1 en 3.2. Voor een uitgebreidere beschrijving van de maatregelen en de aannames wordt verwezen naar het achtergrond document.

## Gebiedsontwikkeling

De ambitie van Waterschap Rivierenland is om de geprojecteerde landgebruik verandering, waarbij het areaal van de hoogrenderende teelten toeneemt, te ondersteunen. Daarom wordt in deze studie verkend hoe de mogelijke zoetwatermaatregelen zich verhouden tot de waterbehoefte in de huidige situatie (referentie), en bij het scenario met een hoge ruimtedruk en snelle klimaatverandering. Specifiek voor Rivierenland zijn meerdere scenario's ontwikkeld. In deze studie wordt gewerkt met het scenario dat door het waterschap is geselecteerd als het scenario dat zijn ambities voor gebiedsontwikkeling het best weergeeft. Dit is het Stoom 2 scenario, waarin de beregeningslocaties zijn aangepast volgens toekomstscenario beregening Rivierenland 2050 (grasland 33%, akkerbouw 67% en hoogwaardige teelten 100 % beregend).



Figuur 1.2. Indeling in verschillende scenario's op basis van klimaatverandering en ruimtelijke ontwikkeling (Deltascenario's 2013).

## Waterbehoefte

Op basis van een eerdere waterbalans studie door en is de huidige en toekomstige waterbehoefte van de deelgebieden in de Kop van de Betuwe inzichtelijk gemaakt. In deze studie is gewerkt met de waterbehoefte termen die door Witteveen en Bos zijn berekend specifiek voor de deelgebieden van de Kop van de Betuwe (verfijning van de studie Witteveen en Bos, 2015). De aannames voor de beregeningsvraag zijn getoetst in interviews met agrariërs en teeltspecialisten en waar nodig is de inschatting van de beregeningsvraag hiermee aangepast. Uit de toetsing van de aannames met specialisten en agrariërs in het gebied blijkt de waterbehoefte voor beregening in de huidige situatie iets hoger dan in de waterbalans was aangenomen. Voor specificaties hiervan wordt verwezen naar het achtergrond document.

## Periode

Onderzocht is de bijdrage van verschillende maatregelen in het watersysteem en op perceelniveau om een inlaatstop vanuit de Rijn te overbruggen. Hierbij zijn twee scenario's uitgewerkt: een inlaatstop voor een periode van 5 dagen en van 30 dagen in de maatgevende periode. De maatgevende periode is de periode waarbij de hoogste waterbehoefte optreedt. Er is dus onderzocht wat de waterbehoefte is als een inlaatstop samenvalt met de periode met de grootste watervraag. Dit is uitgewerkt voor droogtejaren die gemiddeld een keer in de 10 (T=10) of 100 (T=100) jaar voorkomen. In dit rapport worden de Watermaten voor de T=10 situaties weergegeven. Voor de T=100 uitwerkingen wordt verwezen naar het achtergrond rapport.

## Kosten

Ten slotte zijn de kosten van de verschillende maatregelen ingeschat. Hierbij is aangenomen dan 1 keer in de 5-10 jaar een inlaatstop kan worden verwacht en de regionale zoetwatermaatregelen gebruikt worden. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende kentallen:

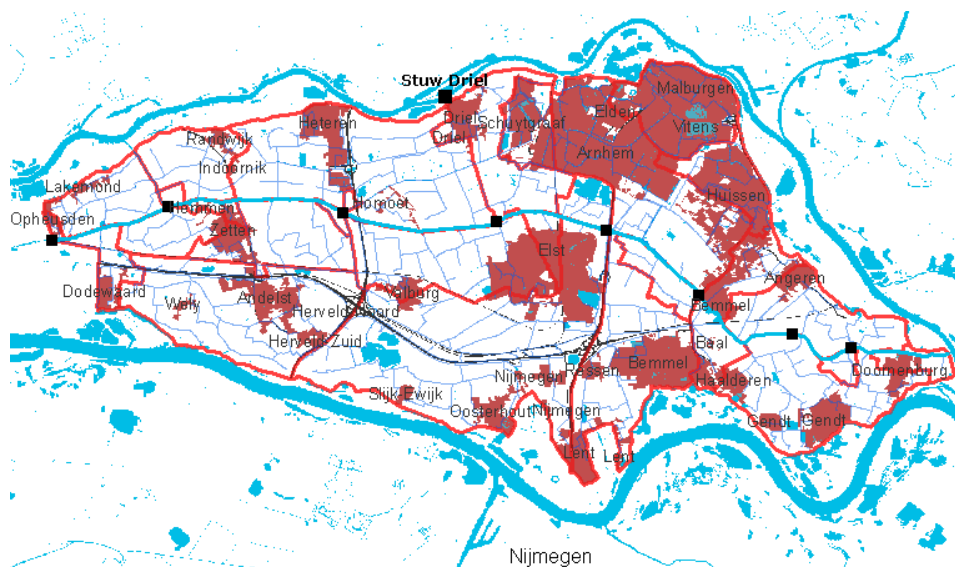
Inrichtingswerk (waterberging, natuurvriendelijke oevers)	100,000 €/ha
Aankoop (incl. verwervingskosten) grasland	75,000 €/ha
Zanwindplas aansluiten aan watersysteem: grond en stuw.	50,000 €/plas
Aanleg bassin, incl. pomp	130,000 €/ha

## 1.2 Leeswijzer

Dit document is het hoofdrapport van het onderzoek naar de waterbeschikbaarheid in de Kop van de Betuwe. Hierin worden de hoofdlijnen van het onderzoek beschreven. Allereerst wordt de waterhuishouding in de 'Kop van de Betuwe' en de verandering van de waterbehoefte door klimaatverandering en verandering van landgebruik inzichtelijk gemaakt (hoofdstuk 2). Daarna worden mogelijke maatregelen toegelicht die meer water beschikbaar maken of de waterbehoefte verlagen (hoofdstuk 3). Middels de Watermaat wordt inzichtelijk gemaakt, wat de impact is van deze maatregelen (hoofdstuk 4). Om deze maatregelen te laten slagen zijn aanpassingen in het systeem benodigd, en wordt een gezamenlijke en op elkaar afgestemde aanpak binnen een of meerdere deelgebieden geadviseerd (hoofdstuk 5). Tot slot worden in hoofdstuk 8 de conclusies en vervolgstappen beschreven (hoofdstuk 8). Naast dit hoofddocument met de hoofdlijnen, is er het achtergrond document:

*Achtergrond document Watermaat: een maat voor Waterbeschikbaarheid. L.F. Tolk, S. Burger, J.W.J. Gaastra, J. Velstra, T. Drost, 2016.*

In het achtergronddocument worden de verschillende aanpassingen rondom de waterbehoefte die zijn doorgevoerd besproken, ook worden alle maatregelen en keuzes rondom de maatregelen beschreven. Het achtergrond document is te vinden op [Acaciawater.com](http://Acaciawater.com).



Figuur 1.3, Gebied van Kop van de Betuwe met Nijmegen aan de zuidkant, Arnhem in het noorden, Doornburg in het oosten en Dodewaard en Opeusden aan de westkant.

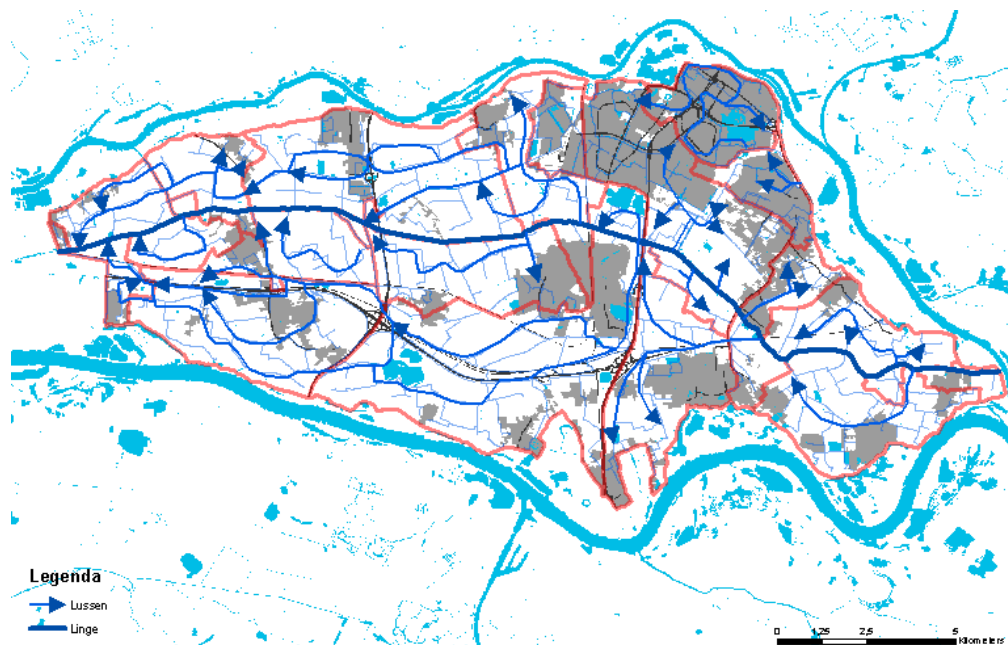
# 2

## Water aanvoer en waterbehoefte in de 'Kop van de Betuwe'

### 2.1 Gebiedsbeschrijving

De Kop van de Betuwe is een gebied waar verschillende gebruiksfuncties bij elkaar komen. Aan de noord en de zuidkant van het gebied bevinden zich de stedelijke gebieden van Arnhem en Nijmegen. Daarnaast vinden er verschillende vormen van landbouw plaats, zoals akkerbouw, glastuinbouw, tuinbouw, boomkwekerij en fruitteelt.

De Kop van de Betuwe ligt in het Rivierengebied, met de Waal aan de zuidkant, het Pannerdens Kanaal aan de oostkant en de Neder-Rijn aan de noordkant. Voor de waterbehoefte in het gebied wordt water ingelaten vanuit het Pannerdens Kanaal aan de oostzijde. De Linge, een oude tak van de Rijn, stroomt door het gebied. De Linge vervuld een belangrijke functie in het aanvoeren van water naar de verschillende watergebruikers.



Figuur 2.1. Gebied van Kop van de Betuwe met de aanvoersituatie vanuit de Linge via de verschillende lussen naar de 25 verschillende aanvoergebieden.



## Waterhuishouding

De kop van de Betuwe is opgedeeld in 25 aanvoergebieden (zie figuur 2.1). Deze aanvoergebieden krijgen hun water vooral uit de Linge. Door alle aanvoergebieden lopen lussen vanuit de Linge, waardoor water uit de Linge wordt aangevoerd en het overtollig water uit een deelgebied in een lager stuwpand kan terugstromen in de Linge.

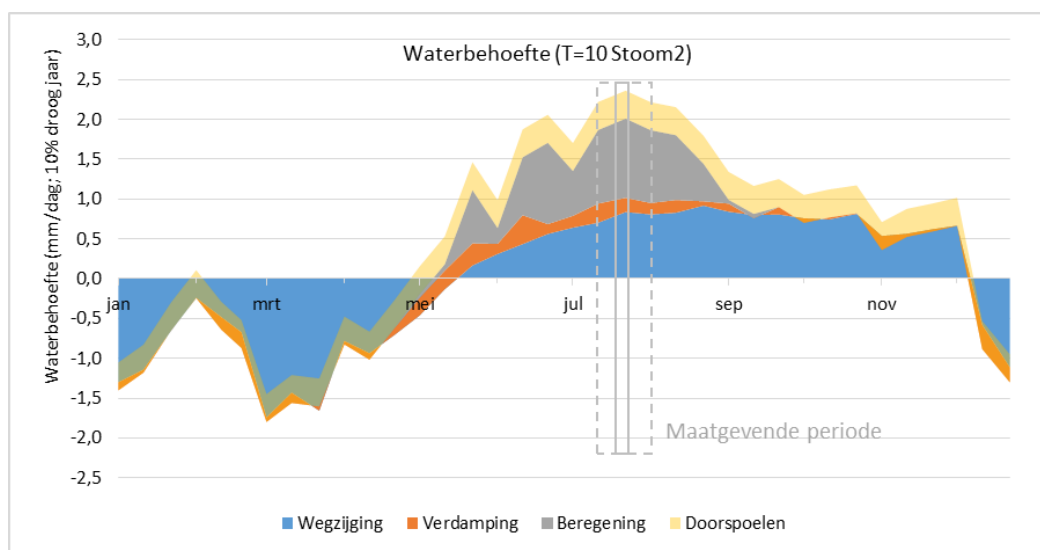
Om het peil in de Linge te reguleren is deze binnen de Kop van de Betuwe voorzien van 8 stuwen.

De Neder-Rijn is gestuwd en heeft een redelijk constant waterpeil. Voor de Kop van de Betuwe is de stuw in de Neder-Rijn bij Driel van belang. De Waal daarentegen is vrij afwaterend en heeft een door een jaar zeer variabel waterpeil. Gevolg hiervan is dat de grondwaterstanden langs de Waal ver uitzakken. De grondwaterstanden langs de Neder-Rijn worden op peil gehouden door de kwel uit de Veluwe en de gestuwde Neder-Rijn.

## 2.2 Waterbehoefte Kop van de Betuwe

In de waterbehoefte kunnen vier verschillende componenten worden onderscheiden, namelijk wegzijging, verdamping, beregening en doorspoeling (figuur 2.2). Om aan de watervraag van de landbouw te kunnen voldoen moet in veel gevallen eerst voldaan worden aan de andere componenten van de waterbehoefte. Daarom is het belangrijk alle elementen gezamenlijk te beschouwen.

De *wegzijging* wordt bepaald door het waterpeil in de rivier in relatie tot het maaiveldniveau, en door de aanwezigheid van klei dan wel zandbanen in de ondergrond. Zandbanen zijn oude riviergeulen die volledig zijn opgevuld met zand. Daar waar een kleilaag aanwezig is, is de kwel of de wegzijging beperkt. Daar waar juist een zandbaan in de ondergrond aanwezig is, is de kwel of wegzijging veel hoger. Aan de noordzijde is de kwel en wegzijging gerelateerd aan de kwel uit de Veluwe en het gestuwde niveau van de Neder-Rijn. Bovenstrooms van de stuw bij Driel treedt regelmatig kwel op in de lager gelegen gebieden: hier staat het rivierpeil net onder of rond maaiveld, maar ruim boven slootbodem en drainniveau. Benedenstrooms van de stuw staat het waterpeil juist ruim onder maaiveld en treedt wegzijging op. Aan de zuidzijde is het waterpeil in de Waal in de zomer zeer laag, waardoor grondwaterstanden ver wegzakken en wegzijging optreedt. De wegzijging varieert dus sterk binnen het gebied (figuur 2.4).



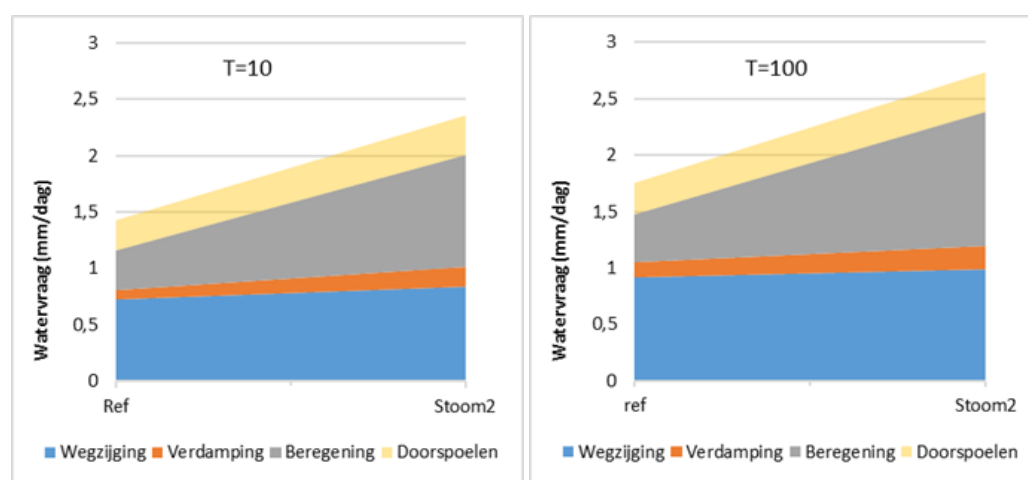
Figuur 2.2. Tijdsree van de waterbehoefte in een T=10, stoom2 scenario

**Beregening** wordt toegepast voor verschillende teelten in het hele gebied. De Kop van de Betuwe is een gebied waar veel melkveehouderij aanwezig is. De graslanden komen vooral voor op de komgronden. Uit de interviews met de agrariërs blijkt in de praktijk dat er beperkt wordt beregend, omdat de extra grasopbrengst nauwelijks opweegt tegen de beregeningskosten. De beregeningsbehoefte vanuit de akkerbouw is afhankelijk van het gewas en het gewasstadium. Uit interviews met agrariërs en teeltspecialist blijkt dat indien beregening plaatsvindt het voornamelijk gaat om gewassen die minder diep wortelen zoals aardappelen en ui. In de Kop van de Betuwe wordt ook veel fruit wordt geteeld. Deze fruitteelt vind vooral plaats op de iets hoger gelegen stroomruggronden relatief dicht tegen de grote rivieren. De fruitteelt bestaat voornamelijk uit kersen, appels en peren. De fruitteelt heeft een hoge beregeningsvraag voor zowel droogtebestrijding als zonnebrand bestrijding (aangenomen is dat dat laatste bij 25% van de fruitteeltbedrijven met beregening wordt toegepast). Beregening is dus sterk afhankelijk van de teelt die plaatsvindt. Hoe kapitaal intensiever de teelt, hoe groter de mogelijke gewasschade bij droogte. De combinatie van de waterbehoefte per teelt en het beregend areaal bepaalt de verdeling van de beregingsvraag in het gebied (figuur 2.5).

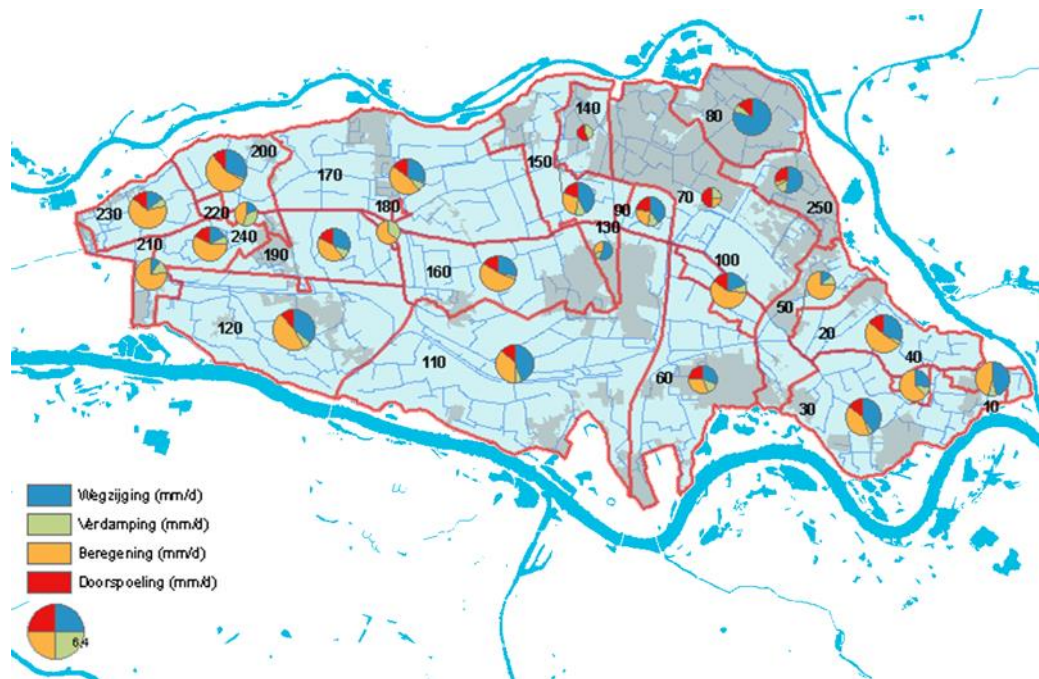
De **open water verdamping** in het gebied is beperkt en redelijk gelijk over het gebied verdeeld. Hoe groot de waterbehoefte om te compenseren voor verdamping is, is afhankelijk van het percentage open water: daar waar dus meer open water is, is ook meer verdamping en omgekeerd.

**Doorspoelen** van de watergangen wordt in een deel van het gebied uitgevoerd. Vooral in en bij stedelijke gebieden wordt dit toegepast om de waterkwaliteit op peil te houden.

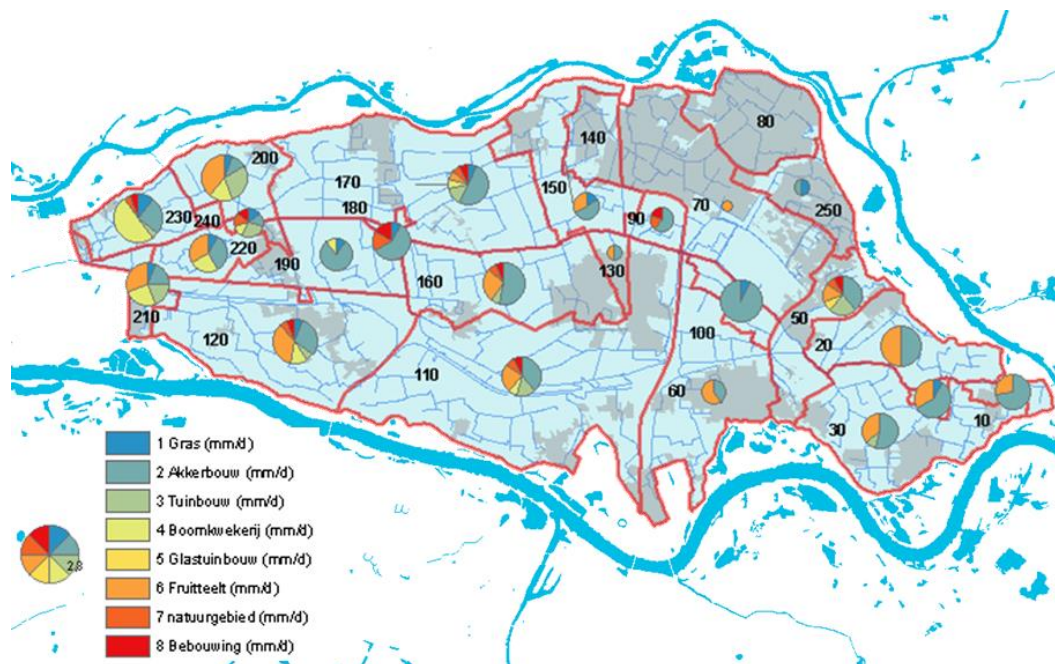
Uit de analyse blijkt dat de beregeningsvraag in de huidige situatie relatief beperkt is in verhouding tot wegzijging. Dat verandert volgens de berekeningen in de toekomst onder het Stoom 2 scenario. Daarbij neemt de waterbehoefte voor beregening sterk toe in de maatgevende periode (de periode met de grootste watervraag) en wordt deze ongeveer even groot als de wegzijging (figuur 2.3).



Figuur 2.3, De verandering van de waterbehoefte in het droogste decade in een T=10 (links) en T=100 (rechts) situatie.



Figuur 2.4, Waterbehoefte bij Stoom2 (T=10) per type watergebruik per aanvoergebied. Aanvoergebieden zijn genummerd. Waterbehoefte per deelgebied in mm/dag is geschaald ten opzichte van de cirkel in de legenda.



Figuur 2.5, Waterbehoefte voor beregening bij Stoom2 (1989, T=10) per type beregening per aanvoergebied. Aanvoergebieden zijn genummerd. Waterbehoefte in mm/dag voor beregening per deelgebied is geschaald ten opzichte van de cirkel in de legenda.

# 3

## Mogelijke zoetwatermaatregelen

Om het watergebruik van elk van de watergebruikstypen te beperken zijn verschillende maatregelen mogelijk. Met de meeste watersysteem maatregelen kan water beschikbaar worden gemaakt voor zowel wegzijging, verdamping, beregening als doorspoelen. Met de perceelmaatregelen wordt met name direct voor de beregeningscomponent water beschikbaar gemaakt. Een deel van de maatregelen zijn permanente ingrepen (verder naar gerefereerd als P.I.). Andere maatregelen zijn tijdelijke maatregelen (verder naar gerefereerd als T.I.) die kort voor de droge periode moeten worden uitgevoerd. Systeem aanpassingen kunnen nodig zijn om de tijdelijke maatregelen mogelijk te maken. Hierbij wordt opgemerkt dat verdamping vanuit open water niet is te voorkomen binnen de randvoorwaarden van het project. De maatregelen staan hieronder kort beschreven, voor een uitgebreidere uitleg wordt verwezen naar het achtergronddocument.

### 3.1 Wegzijging

Wegzijging treedt met name op in plaatsen waar het grondwater ver is weggezakt, als gevolg van een lage stand van de Waal of van een relatief hoog maaiveld, in combinatie met het ontbreken van een kleibodem. Het waterverlies middels wegzijging kan op 2 manieren worden voorkomen:

- Loskoppelen tijdens droogtes (T.I.). Een gebied kan gedurende de droge periode worden losgekoppeld van het watersysteem. Hierbij wordt het gebied tijdelijk zelfvoorzienend en wordt geaccepteerd dat watergangen kunnen droogvallen. Omdat watergangen kunnen droogvallen, is dit alleen mogelijk in deelgebieden waar (tijdelijk) geen beregening is, en die losgekoppeld kunnen worden van andere gebieden (geen doorvoerfunctie)
- Het in de klei zetten (P.I.) van een watergang. Hierbij wordt rondom de watergang een meter extra grond afgegraven en wordt hier klei aangebracht en wordt de watergang opnieuw uitgegraven. Deze kleilaag vermindert de wegzijging vanuit waterlopen naar de ondergrond.

### 3.2 Beregening

Beregening wordt uitgevoerd als er niet meer voldoende gemakkelijk opneembaar vocht in de bodem aanwezig is. Om de beregeningsgift in droge tijden te kunnen geven, zijn er verschillende mogelijkheden: het beschikbare water effectiever gebruiken, droogteschade accepteren, of meer water beschikbaar maken.

#### Effectiever watergebruik / droogteschade acceptatie

- Vooruit beregenen (T.I.). De bodem heeft een groot vermogen om water vast te houden. Een beperkt gedeelte van dit water is gemakkelijk opneembaar voor de plant. Voor optimale omstandigheden voor het gewas is het van belang de pF waarde tussen veldcapaciteit (pF = 2\_ en moeilijk opneembaar vocht (pF = 2,7) te houden. Het gaat hierbij om een volumepercentage van ongeveer 8%, waardoor in de wortelzone van circa 50 cm maximaal 40 mm water kan worden opgeslagen. Deze 40 mm water wordt, bij een gewasverdamping van 5 mm per dag in 8 dagen gebruikt. Dit maakt het mogelijk om het benodigde water te geven, voordat het gewas

het nodig heeft. Indien een droge periode met beperkte waterbeschikbaarheid op komst is, kan deze maatregel voornamelijk bij de akkerbouw worden toegepast

- Accepteren van droogteschade (T.I.). Voor bepaalde gewassen kan het gunstiger zijn om droogteschade te accepteren, dan water voor beregening aan te voeren. Hierbij kan worden gedacht aan gras, wat van alle gewassen de laagste opbrengst per ha heeft.
- Bodemmaatregelen (P.I.). Agrariers kunnen maatregelen nemen om de bodemstructuur te verbeteren. Door het verberen van de bodemstructuur kan ook het watervasthoudend vermogen worden vergroot. Dit kan bijvoorbeeld worden bereikt door het groeien van vanggewassen en stikstofbindende gewassen, zoals verplicht middels het beleid rondom de vergroening van het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid (GLB). Deze vergroting van het watervasthoudend vermogen treedt vooral op bij zandgronden, en zal beperkt zijn in de kleiige bodem in dit gebied.
- Alternatieve beregeningsvormen (P.I.). Bij reguliere beregening die wordt uitgevoerd met een waterkanon, haspel of met verneveling gaat relatief veel water verloren aan verdamping voordat het water de grond en het gewas heeft bereikt. Voor bepaalde vormen van beregening, zoals nachtvorstberegening en zonnebrand, is er geen alternatief voor verneveling. Maar in andere gevallen kunnen andere vormen van beregening een optie zijn. Hierbij valt te denken aan druppelirrigatie, eventueel aangelegd onder de ploegvoor als de bodem uit klei bestaat. Ook kan de drainage leiding worden gebruikt als irrigatie leiding, in het geval de bodem bestaat uit zand op klei (waardoor de wegzijging naar het grondwater vanuit de drains beperkt is).

#### Meer water beschikbaar maken

- Tijdelijke peilopzet: in de Linge, in het hele watersysteem of in perceelsloten C-watgangen (T.I.). Waterpeilen in watgangen worden zodanig beneden maaiveld - op een laag zomerpeil - gehouden, dat in geval van een grote hoeveelheid neerslag, dit water in de watgangen kan worden geborgen zonder dat overlast optreedt. Bij kans op droogte kan echter deze speelruimte ook worden gebruikt om juist extra water te bergen, wat dan gebruikt kan worden voor de waterbehoefte in de droge periode. Deze voorraadberging middels tijdelijke peilopzet kan worden toegepast alleen in de Linge, in het hele watersysteem, of alleen in de haarvaten van het systeem: in de C-watgangen langs de percelen. Indien het waterpeil in C-watgangen boven de drains wordt opgezet, vindt er tevens een vorm van irrigatie plaats, aangezien het water via de drains het perceel in infiltreert.
- Verbreden van waterlopen met peilopzet (T.I.). Om meer berging in watgangen mogelijk te maken, kunnen deze worden verbreedt. Hierdoor kan een grotere waterschijf in de watgang worden geborgen. Hiervoor moet deze maatregel wel gecombineerd worden met tijdelijke peilopzet.
- Tijdelijke overloopgebieden (T.I.). Door tijdelijke peilopzet neemt het volume water dat in de watgangen kan worden geborgen bij piekbuien af. Om hiervoor te compenseren kunnen tijdelijke overloopgebieden worden gecreeerd, of kan de afvoercapaciteit worden vergroot. Overloopgebieden kunnen worden gecreeerd op locaties met gewassen die niet zo gevoelig zijn voor tijdelijke inundatie zoals grasland en in plas-dras gebieden. Deze maatregel heeft geen directe opbrengst voor de watervoorziening, maar maakt wel de watervoorziening door peilopzet realistischer.
- Voorraadberging icm piekberging (T.I.). Het is mogelijk om waterbergingsplassen te creëren door een plas te graven. Deze maatregel is naar verwachting alleen haalbaar als deze kan worden gecombineerd met andere doelen, zoals recreatie, natuurontwikkeling of piekberging. De puntzak in Park Lingezegen is hier een voorbeeld van. Tijdelijke opslag op land is ook mogelijk op landbouwlocaties (grasland) waarbij kan worden gedacht aan een compensatie voor de opbrengstderving wanneer onderwater zetting inderdaad heeft plaatsgevonden.
- Gebruik van zandwinplassen (T.I.). In de zandwinplassen is een enorme voorraad water aanwezig. De meeste zandwinplassen zijn niet aangesloten op het watersysteem. Door het mogelijk te maken om het water hiervan te gebruiken, kan meer water beschikbaar worden gemaakt in het systeem. Bij het gebruik van de zandwinplassen moet echter wel rekening

worden gehouden met de andere functies (zoals zwemwater, natuur, slibdepot) en de waterkwaliteit, waardoor niet alle zandwinplassen geschikt zijn.

- Bassins op percelen (T.I.). Binnen de glastuinbouw is het een verplichting om een bassin te hebben om regenwater op te vangen om wateroverlast te voorkomen. Deze bassins zijn echter ook uitermate geschikt om voorafgaand aan periodes van droogte extra water in op te slaan en dit water later te gebruiken. Deze maatregel kan ook voor andere kapitaal intensieve teelten, zoals tuinbouw, bometeelt en fruitteelt toepasbaar zijn. Voor de andere teelten is het aanleggen niet meegenomen omdat het dubbeltelling zou opleveren met vooruit beregenen bij akkerbouw en droogteschade acceptatie bij grasland.

### 3.3 Doorspoelen

Doorspoelen wordt als een standaard maatregelen meegenomen om de waterkwaliteit, vooral in stedelijk gebied op peil te houden. Gekozen kan worden om stedelijke gebieden te laten droogvallen in droge perioden (loskoppelen tijdens droogte T.I.), maar dit kan vanuit waterkwaliteit of waterdoorvoer niet wenselijk zijn om kans op stank, vissterfte, algenbloei te voorkomen of te bestrijden.

Watersysteem maatregelen			
Maatregelen	Aannames fysieke haalbaarheid	Aannames korte termijn realistisch ingeschat door waterschap (minimum)	Aannames korte termijn realistisch ingeschat door waterschap (minimum)
Wegzijing voorkomen	- 80% wegzijing te voorkomen - niet in KRW watergangen	- 80% wegzijing te voorkomen - alleen in 20% deelgebieden met hoogste wegzijing - alleen in A-watergangen	- 80% wegzijing te voorkomen - alleen in 20% deelgebieden met hoogste wegzijing - alleen in A- en B-watergangen
Tijdelijke peilopzet	- peilopzet van 0,4m - niet in stedelijk gebied - berekend obv standaardprofielen	- peilopzet van 0,2m - alleen in gebieden met > 10% hoogwaardige teelt - niet in stedelijk gebied - berekend obv standaardprofielen	- peilopzet van 0,2m - niet in stedelijk gebied - berekend obv standaardprofielen
Tijdelijke peilopzet in de Linge	- peilopzet van 0,4m - breedte Linge op waterlijn: 15m - opzet mogelijk in hele Linge	- peilopzet van 0,2m - breedte Linge op waterlijn: 15m - opzet mogelijk in 25% van de Linge	- peilopzet van 0,2m - breedte Linge op waterlijn: 15m - opzet mogelijk in 100% van de Linge
Verbreden A-waterlopen	- verbreding van de A-waterlopen met 1m - in combinatie met 0,4m peilopzet - niet in stedelijk gebied	- verbreding van de A-waterlopen met 1m - in combinatie met 0,2m peilopzet - in 12,5% van het gebied	- verbreding van de A-waterlopen met 1m - in combinatie met 0,4m peilopzet - in 12,5% van het gebied
Voorraadberging icm piekberging	- gebieden geschikt voor combinatie piek- en voorraadberging - 0,5m waterschijf voor voorraadberging	- 5% van de gebieden geschikt voor combinatie piek- en voorraadberging - 0,5m waterschijf voor voorraadberging	- 20% van de gebieden geschikt voor combinatie piek- en voorraadberging - 0,5m waterschijf voor voorraadberging
Gebruik (zandwin)plassen	- 50% van de plassen geschikt (niet vervuild of beperkende functies; onderzoek nodig) - 0,4m waterschijf gebruik	- 15% van de plassen geschikt - 0,2m waterschijf gebruik	- 15% van de plassen geschikt - 0,4m waterschijf gebruik
Tijdelijk loskoppelen	- afkoppeling van 25% van het stedelijk en 10% van landelijk gebied (nader onderzoek mogelijkheden nodig)	- afkoppeling 3 specifieke deelgebieden (Schuytgraaf, Malburgen en Huissen) - 25% hiervan kan afgekoppeld	- afkoppeling 3 specifieke deelgebieden (Schuytgraaf, Malburgen en Huissen) - 75% hiervan kan afgekoppeld

Tabel 3.1, Specificatie van de verschillende aannames waarmee de mogelijke bijdrage aan de waterbeschikbaarheid per maatregel is berekend voor de watersysteem maatregelen.

<b>Gebruikers maatregelen</b>			
<b>Maatregelen</b>	<b>Aannames fysieke haalbaarheid</b>	<b>Aannames korte termijn realistisch ingeschat door waterschap (minimum)</b>	<b>Aannames korte termijn realistisch ingeschat door waterschap (minimum)</b>
Bassins op het perceel bij hoogwaardige teelt	- alleen bij (glas)tuinbouw, fruit- en boomteelt - bij 100% van deze teelten - bassins gedimensioneerd op 100% van de watervraag	- alleen bij (glas)tuinbouw, fruit- en boomteelt - bij 25% van deze teelten - maximaal 7% van perceel ingezet als berging	- alleen bij (glas)tuinbouw, fruit- en boomteelt - bij 50% van deze teelten - maximaal 7% van perceel ingezet als berging
Vooruit beregenen bij akkerbouw	- alleen bij akker- en tuinbouw - bij 100% van deze teelten - 2 beregeningsbeurten vooruit geven	- alleen bij akker- en tuinbouw - bij 40% van deze teelten - 1 beregeningsbeurt vooruit geven	- alleen bij akker- en tuinbouw - bij 80% van deze teelten - 2 beregeningsbeurten vooruit geven
Niet beregenen bij grasland	- alleen bij grasland - 100% van waar nu wordt beregend niet beregenen	- alleen bij grasland - 75% van waar nu wordt beregend niet beregenen	- alleen bij grasland - 40% van waar nu wordt beregend niet beregenen
Bodemmaatregelen bij akkerbouw	- alleen bij akker- en tuinbouw - 3-5mm toename vochtvasthoudend vermogen - bij 100% van deze teelten	- alleen bij akker- en tuinbouw - 3mm toename vochtvasthoudend vermogen - bij 25% van deze teelten	- alleen bij akker- en tuinbouw - 5mm toename vochtvasthoudend vermogen - bij 75% van deze teelten
Alternatieve berekening bij akkerbouw	- alleen bij akker- en tuinbouw - 20% besparing van de beregeningsgift - bij 100% van deze teelten	- alleen bij akker- en tuinbouw - 20% besparing van de beregeningsgift - bij 5% van deze teelten	- alleen bij akker- en tuinbouw - 20% besparing van de beregeningsgift - bij 25% van deze teelten
Tijdelijke peilopzet in de perceelsloten	- 75% C-watergangen geschikt (aannee perceelsloten zonder doorvoerfunctie) - in combinatie met 0,4m peilopzet	- 15% C-watergangen geschikt - in combinatie met 0,2m peilopzet	- 30% C-watergangen geschikt - in combinatie met 0,4m peilopzet

Tabel 3.2, Specificatie van de verschillende aannames waarmee de mogelijke bijdrage aan de waterbeschikbaarheid per maatregel is berekend voor de perceelsmaatregelen.



# 4

## Watermaat: verhouding waterbehoefte en potentie maatregelen

In dit hoofdstuk worden de verwachte watervraag en de hoeveelheid water die verwacht wordt beschikbaar te kunnen worden gemaakt met maatregelen in het gebied bij elkaar gezet. Dit gebeurt in de Watermaat (figuur 4.1 en 4.2). De Watermaat geeft een indicatie van het effect van de maatregelen zoals die realistisch zijn ingeschat door het waterschap in verhouding tot de waterbehoefte in het gebied.

De potentie van de maatregelen in het oppervlaktewatersysteem of op het perceel is weergegeven tegen de achtergrond van de waterbehoefte in de maatgevende periode. Hierin zijn met vier kleuren de vier componenten van de waterbehoefte (wegzijging, verdamping, beregening en doorspoeling) weergegeven. Op deze manier kan een snelle inschatting worden gekregen van de bijdrage van verschillende maatregelen aan de totale waterbehoefte.

Zoals eerder genoemd (zie sectie 1.1) is dit geen uitputtende lijst van maatregelen, maar een selectie waarvoor draagvlak lijkt te bestaan op basis van gesprekken met waterschap, agrariërs en teeltspecialisten. Bovendien is voor elke maatregel is een inschatting gemaakt bij welk landgebruik er het meest draagvlak voor is, en is de opbrengst voor de waterbehoefte alleen voor dat landgebruik doorgerekend.

Om de potentie van de verschillende maatregelen in beeld te brengen worden drie categorieën onderscheiden (voor de aannames in elke categorie zie tabel 3.1 en 3.2). De eerste geeft een inschatting van de fysieke haalbaarheid weer. Daarnaast is door het waterschap een inschatting gegeven van wat op korte termijn realistisch mogelijk is, waarbij het draagvlak en de aansluiting bij bestaande activiteiten is meegenomen. De categorie 'minimaal korte termijn haalbaar' geeft een inschatting van wat direct toepasbaar zou kunnen zijn, terwijl bij 'maximaal korte termijn haalbaar' wellicht een proces nodig is. Voor verdere informatie over de aannames per maatregel wordt verwezen naar het achtergrond document.

Hieronder is in de Watermaat weergegeven wat de waterbehoefte is in het gebied wanneer er voor een periode van 5 of 30 dagen helemaal geen water kan worden ingelaten. Dit is weergegeven voor het Stoom2 scenario, aangezien dit de ambitie is die het waterschap wil ondersteunen. Hierbij is de maatgevende periode weergegeven in een T=10 droogte situatie (in het achtergrond document zijn ook de Watermaten voor de T=100 situatie opgenomen).

## Verhouding waterbehoefte en potentie maatregelen

De meeste maatregelen die kunnen worden toegepast, hebben een gelijk effect voor T=10 en T=100 droogte situatie en voor 5 en 30 dagen: een watergang kan maar 1 keer worden gevuld. Alleen de maatregelen die watergebruik beperken variëren binnen de verschillende scenario's: bijvoorbeeld het voorkomen van wegzijging en tijdelijk loskoppelen van deelgebieden. De hoeveelheid water die deze maatregelen opbrengen verschilt per scenario en met de lengte van de droge periode.

De totale waterbehoefte in de maatgevende periode van 5 dagen is gebiedsdekkend ongeveer 12 mm in het T=10 Stoom2 scenario. Voor een periode van 30 dagen is de waterbehoefte in een maatgevende periode in het gebied ongeveer 70 mm in het T=10 Stoom2 scenario (tabel 4.1). Uit de Watermaat is te zien is dat bijvoorbeeld tijdelijke peilopzet en voorraadberging icm piekberging in een groot deel van de waterbehoefte voor 5 dagen kan voorzien. De opbrengst ten opzichte van de 30 dagen waterbehoefte is beperkter. Zeker voor een langere periode zal daarom naar een combinatie van maatregelen moeten worden gekeken. Met de huidige minimum en maximum korte termijn realistische schattingen door waterschap Rivierenland kan slechts een deel van de waterbehoefte bij een inlaatstop van 5 en van 30 dagen worden voldaan.

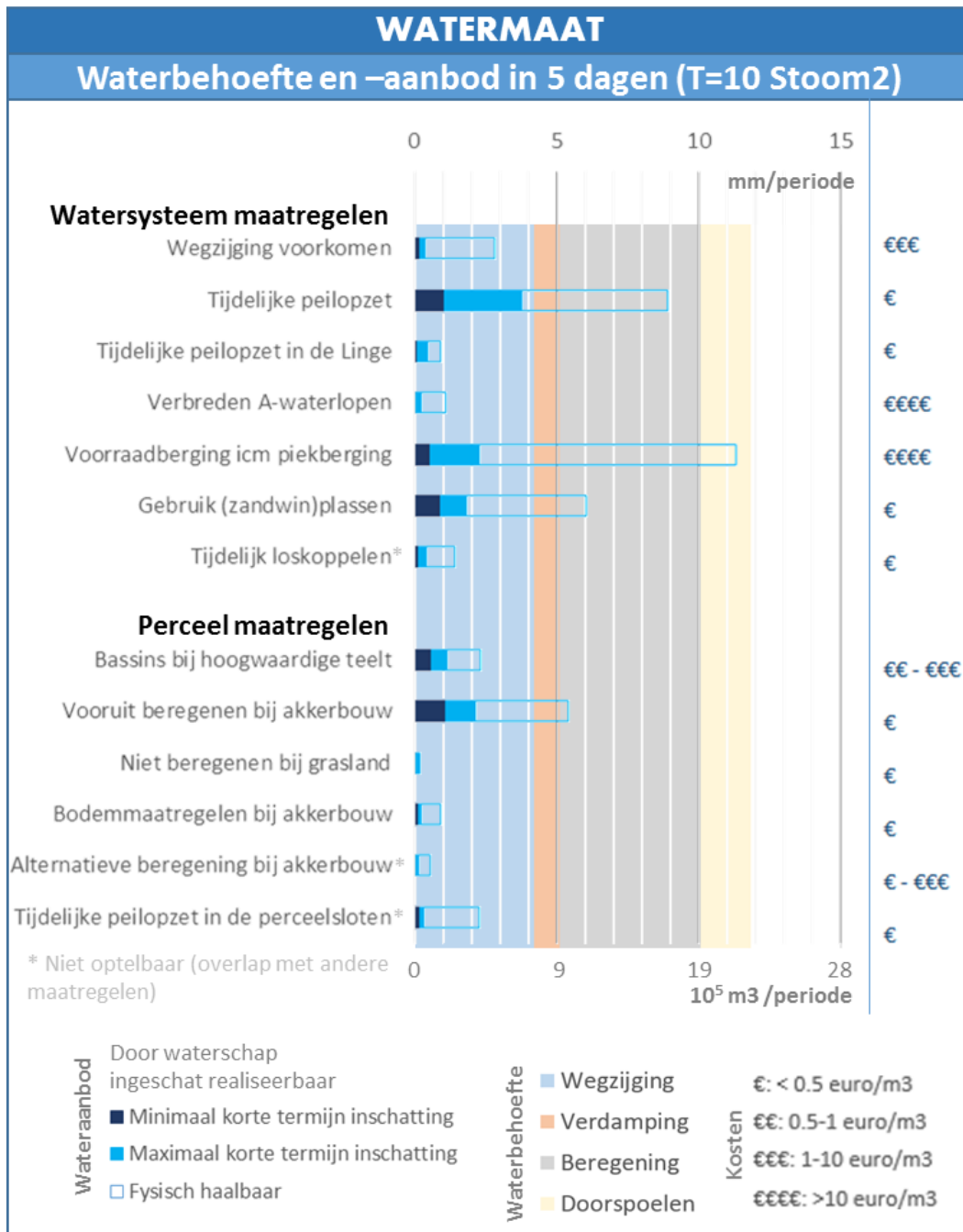
	5 dagen	30 dagen
<b>Referentie, T=10</b>	7 mm	40 mm
<b>Stoom 2, T=10</b>	12 mm	70 mm
<b>Referentie, T=100</b>	9 mm	50 mm
<b>Stoom 2, T=100</b>	15 mm	80 mm

Tabel 4.1, Overzicht van de totale watervraag bij de verschillende scenario's gedurende een verschillende periode

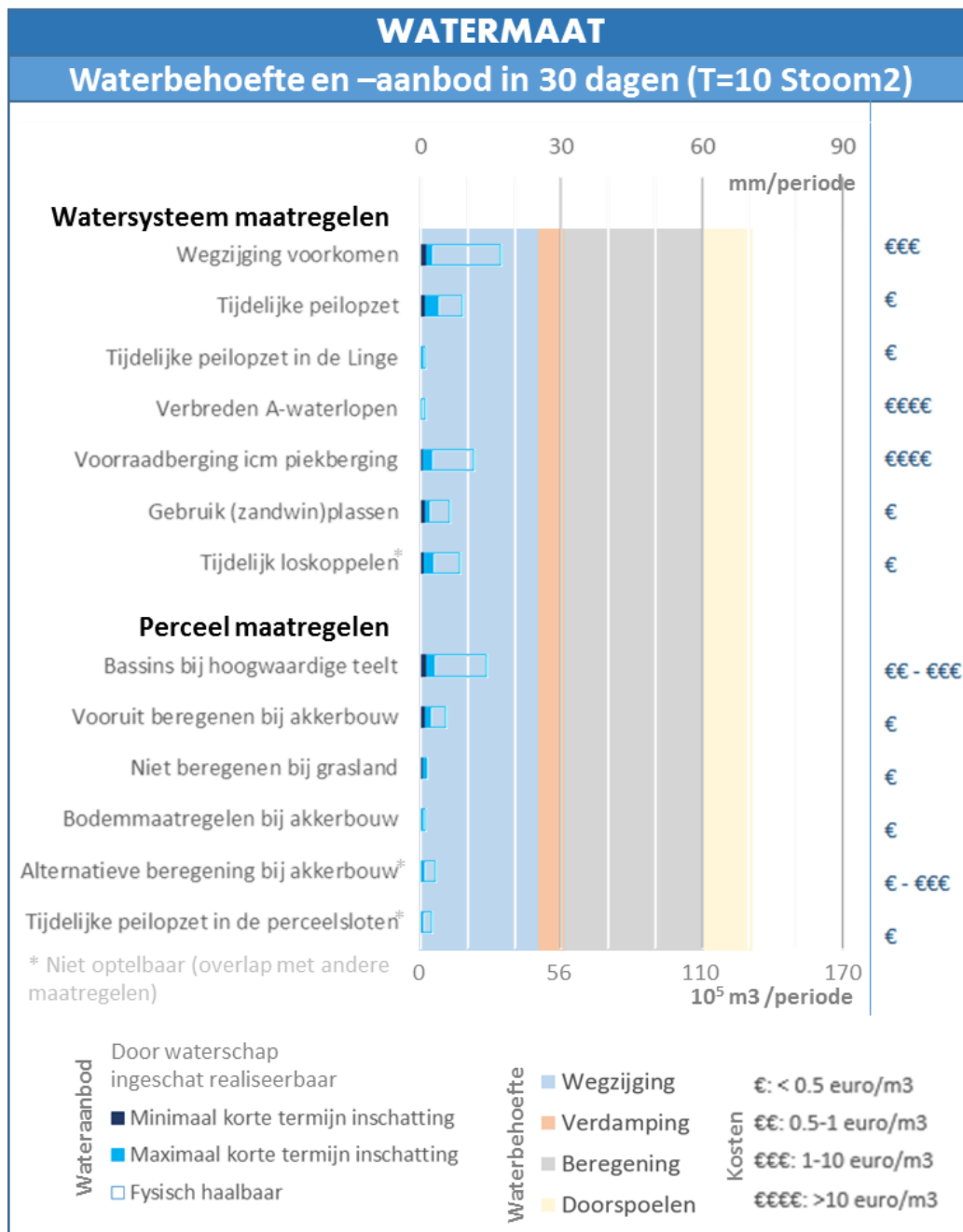
## Kosten

In de Watermaat is ook een indicatie van de kosten van de maatregelen weergegeven in euro/m<sup>3</sup>. Een aantal maatregelen kunnen worden toegepast zonder of met beperkte extra kosten. Dit is weergegeven met één euro tekenje. De maatregelen waarbij waarschijnlijk geen investeringen nodig zijn kunnen worden toegepast binnen de huidige infrastructuur. Dit zijn bijvoorbeeld tijdelijke peilopzet in de watergangen en tijdelijke peilopzet in de Linge, het tijdelijk loskoppelen van gebieden en het niet beregenen van grasland. Beperkte extra kosten worden verwacht voor het aansluiten van (zandwin)plassen, bodemmaatregelen en vooruit beregenen, de investeringen voor deze maatregelen zijn relatief klein.

Een aantal maatregelen hebben zeer hoge kosten per m<sup>3</sup> water. Dit zijn met name de maatregelen die land kosten, en waar maar een kleine waterschijf beschikbaar wordt gemaakt. Dit zijn bijvoorbeeld de maatregelen 'verbreden van de waterlopen' en 'tijdelijke opslag op land'. Deze maatregelen zijn alleen aantrekkelijk als ze kunnen worden gecombineerd met andere functies, zoals natuurontwikkeling of piekberging. Een voorbeeld hiervan is park Lingezege.



Figuur 4.1, Watermaat voor Stoom2 scenario T=10 situatie met een 5 daagse inlaatstop. De achtergrondkleur geeft de verwachte waterbehoefte weer. De blauwe balkjes geven de potentiële bijdrage aan de waterbeschikbaarheid van verschillende maatregelen (voor de achterliggende aannames zie tabel 3.1 en 3.2). De euro-tekentjes rechts geven een inschatting van de kosten per m<sup>3</sup>.



Figuur 4.2, Watermaat voor Stoom2 scenario T=10 situatie met een 30 daagse inlaatstop. De achtergrondkleur geeft de verwachte waterbehoefte weer. De blauwe balkjes geven de potentiële bijdrage aan de waterbeschikbaarheid van verschillende maatregelen (voor de achterliggende aannames zie tabel 3.1 en 3.2). De euro-tekentjes rechts geven een inschatting van de kosten per m<sup>3</sup>.

# 5


## Gezamenlijke aanpak en optimaal gebruik aanvoercapaciteit

Veel van de hierboven besproken maatregelen zijn erop gericht om water in het gebied op te slaan in de periode voor de inlaatstop. Dit vereist een extra aanvoer naar het gebied vanuit het hoofdwatersysteem bovenop de actuele watervraag in die periode. Of dit mogelijk is, is afhankelijk van hoe het systeem is gedimensioneerd. Op het moment dat water uit het hoofdwatersysteem kan worden ingelaten, kunnen zowel de inlaat capaciteit van het inlaat kunstwerk, als de doorvoersnelheid door de watergangen beperkend zijn. De aanvoercapaciteit van de watergangen is bovendien ook bepalend voor de aanvoer van water uit de opslag naar de locatie van gebruik en voor de snelheid waarmee beregeningswater kan worden onttrokken.

In de huidige situatie zijn zowel gemaal de Pannerling als de snelheid waarmee het water door de watergangen stroomt beperkend (zie achtergronddocument voor specificaties). Daarom is het essentieel om de berging in het gebied niet op het laatste moment in te zetten. Een gebiedsgerichte en collectieve aanpak is hierbij aan te raden. Samenwerking tussen Rijkswaterstaat, Waterschap Rivierland en watergebruikers maakt dat het effect van maatregelen sterk kan toenemen.

### 5.1 Afwegingskader voor optimaal gebruik aanvoercapaciteit

Om te weten wanneer agrariers maatregelen moeten gaan nemen, is het van groot belang dat op tijd wordt gecommuniceerd door het waterschap, dat er een periode van beperkte waterbeschikbaarheid op komst is. Hierdoor kunnen op tijd de tijdelijke maatregelen (T.M.) worden ingezet, zodat de waterbeschikbaarheid in de droge periode wordt vergroot. Agrariers kunnen bijvoorbeeld hun bassins vullen, of ze kunnen vooruit beregenen. Sommige maatregelen kunnen langer van tevoren worden uitgevoerd, terwijl andere maatregelen zo laat mogelijk moeten worden ingezet. Een mogelijke prioritering van verschillende tijdelijke maatregelen kan hierbij zijn:

	Ruim voor droogte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Maaien van belangrijke aanvoerwatergangen in verband met de benodigde aanvoercapaciteit</li><li>- Verhogen van het inlaatdebiet</li><li>- Peilopzetten en opgezet houden ter vergroting van de aanvoercapaciteit</li><li>- Basins vullen</li><li>- Tijdelijke opslag op land</li><li>- Vooruit beregenen</li></ul>
	Kort voor droogte	<ul style="list-style-type: none"><li>- Loskoppelen van deelgebieden</li></ul>

## 5.2 Afstemming gebruik

Het is van groot belang dat op het juiste moment verschillende stakeholders worden geïnformeerd over het in werking laten treden van tijdelijke maatregelen. De capaciteit van het watersysteem bepaalt hierbij wie wanneer moet worden geïnformeerd om maatregelen te gaan nemen. Als de maatregelen binnen een aanvoersysteem gespreid over ruimte en tijd worden ingezet, kan optimaal gebruik worden gemaakt van de (beperkte) aanvoercapaciteit van het watersysteem.

Omdat niet alle gewassen een even grote waterbehoefte hebben kan ook een afstemming van de gewaskeus plaatsvinden met de andere gebruikers. Vooral bij rotatiegewassen kan hierin flexibiliteit zitten zodat niet in een jaar op meerdere plaatsen tegelijk voor een water vragend gewas wordt gekozen.

Om de aanvoer te reguleren kan bovendien de maaiplanning met de verschillende agrariërs in een deelgebied worden afgestemd op de locaties en momenten dat een snelle aanvoer gewenst is. In de planning van het maaibeheer moet wel voldaan worden aan de KRW en de flora en fauna wet. Hierbij kan ook een gezamenlijke planning van het stuwbeheer plaatsvinden, afgestemd op de gewassen en hun vereisten aan de ontwateringsdiepte.

## 5.3 Gebieden aan elkaar schakelen

De gebieden met een grote waterbehoefte zijn niet altijd de gebieden waar het beste watervoorraadvoorzieningen kunnen worden gerealiseerd. Door slim gebieden te kiezen kan wel de meest optimale waterberging gecreeerd worden. Hierbij moet rekening worden gehouden met het feit dat de berging bovenstrooms van waar het nodig is moet worden gecreeerd. Slim aan elkaar schakelen van gebieden en gebruik maken van de bestaande lussen in het watersysteem kan daarom leiden tot een optimaal en doeltreffend watersysteem. Hierbij is het essentieel om de aanvoercapaciteit van de waterlopen verder te onderzoeken.

## 5.4 Vorming van een coöperatief of collectief

Waar een aantal bedrijven met een grote waterbehoefte bij elkaar zitten kan een gezamenlijke investering een schaal voordeel opleveren. Implementatie van permanente ingrepen kan veel geld kosten. Als dit collectief wordt uitgevoerd, worden lasten gedeeld, kunnen maatregelen grootschaliger worden geïmplementeerd en worden langlopende financieringsconstructies mogelijk. Hierbij kan worden gekozen een aparte instantie in het leven te roepen, die de collectieve maatregelen aanlegt en beheert. Hiervan bestaan in het gebied voorbeelden vanuit de glastuinbouw (bijvoorbeeld water onder de kas in glastuinbouwgebied Bergerden). Zo kan bijvoorbeeld in een gebied met veel fruitteelt een gezamenlijke waterberging worden overwogen voor droogte, nachtvorst en/of zonnebrand berekening.

# 6

## Conclusies en vervolgstappen

### 6.1 Conclusie

De aanvoer vanuit de grote rivieren wordt naar verwachting grilliger en door veranderingen in het klimaat komen droge perioden vaker voor. Daardoor kan de aanvoer van water in de toekomst minder vanzelfsprekend worden. In het kader van de Waterbeschikbaarheid wordt onderzocht wat de mogelijkheden zijn om water regionaal beschikbaar te maken en om de watervraag te beperken. Hiervoor is in de kop van de Betuwe een studie gedaan naar de mogelijke maatregelen in het watersysteem en op het perceel, tegen de achtergrond van de waterbehoefte in het gebied. De resultaten van deze studie zijn in dit rapport samengevat en in meer detail weergegeven in het begeleidende achtergrond document (Acacia Water, 2016).

In deze studie is de Watermaat ontwikkeld. Dit is een dynamisch opgezette tool waarmee de opbrengst van zoetwatermaatregelen voor verschillende aannames kan worden bepaald en worden afgezet tegen de waterbehoefte. Hiermee is gekeken naar meerdere droogtescenario's (T=10 en T=100 in de huidige situatie en onder het Stoom2 scenario) en periodes die overbrugt moeten worden (5 of 30 dagen). De waterbehoefte in het gebied is bepaald op basis van de bestaande waterbalansen voor het gebied (Witteveen en Bos, 2015) en interviews met agrariërs en teeltspecialisten. Voor de waterbehoefte blijkt het belangrijk om integraal naar wegzijging, open water verdamping, beregening en doorspoelen te kijken. De beregeningsbehoefte en de wegzijging bleken de belangrijkste componenten in het Stoom 2 scenario.

Voor de maatregelen is op basis van ervaring en de gebiedskennis van het waterschap een inschatting gemaakt van wat per maatregel realistisch haalbaar is. Om de potentie van de verschillende maatregelen in beeld te brengen zijn drie categorieën onderscheiden. De eerste geeft een inschatting van de fysische haalbaarheid weer. De categorie 'minimaal korte termijn haalbaar' geeft een inschatting van wat direct toepasbaar zou kunnen zijn, terwijl bij 'maximaal korte termijn haalbaar' meer onderzoek en proces nodig is. Geen van de maatregelen is alleen voldoende om aan de hele watervraag te voldoen. Daarom zal een goede strategie bestaan uit een mix van maatregelen. Dit maakt het ook aantrekkelijk om op gezamenlijke maatregelen in te zetten, waarbij verschillende partijen samenwerken. Dit wordt nog versterkt door de beperkingen in de aanvoercapaciteit van de waterlopen. Hierdoor is afstemming tussen gebruikers, die van dezelfde waterloop afhankelijk zijn, in dit gebied van belang.

Om extra water in het gebied in te laten voor de verschillende maatregelen, moet gemaal de Pannerling overcapaciteit hebben. In de huidige situatie is deze overcapaciteit beperkt, en bij een Stoom2 scenario is er in droge perioden geen overcapaciteit. Daarom moet er goed vooruit gepland worden en moeten de waterbergingsmaatregelen op tijd worden ingezet. Daarnaast kan een aanpassing van het gemaal gewenst zijn. Er zal een goede kostenafweging moeten worden gemaakt tussen het nemen van deze maatregelen in het regionale systeem, de maatregelen in het hoofdwatersysteem, gebruik van grondwater en mogelijke acceptatie van droogteschade.

## 6.2 De volgende stappen

Om de waterbeschikbaarheid verder te ontwikkelen moet met de verschillende betrokken partijen een afweging worden gemaakt. Het is belangrijk om draagvlak te creëren door een goede informatie voorziening en een dialoog over de mogelijke optimalisaties. Uit de analyses met de Watermaat komen de volgende maatregelen naar voren als maatregelen die op korte termijn een bijdrage kunnen leveren aan de waterbeschikbaarheid tegen beperkte kosten:

- Tijdelijk peilopzet
- Gebruik van zandwinplassen
- Vooruit beregenen

Om deze maatregelen klaar te maken voor toepassing zijn een aantal stappen nodig. Voor tijdelijke peilopzet moet gezamenlijk met de betrokken partijen een afweging worden gemaakt met betrekking tot wateroverlast, draagvlak worden gecreëerd, en het peilbesluit aangepast. De zandwinplassen staan in open verbinding met het grondwater. Daarom is het bij deze maatregel van belang om de koppeling met het grootschaliger (grond)watersysteem mee te nemen in de afweging. De mogelijkheden voor het gebruik van zandwinplassen moeten bovendien in relatie tot de andere functies van de plassen worden onderzocht.

Voor vooruit beregenen moet onderzocht worden hoe dit kan worden gerealiseerd bij verschillende gewassen en bodems en is inzicht in het bodemvocht nodig. Daarnaast is voor deze maatregel een uitwisseling van informatie over bodemvocht, neerslagverwachting en Rijnwaterstandsverwachting essentieel om vooruit beregenen mogelijk te maken. Kortom, de volgende stappen bestaan uit het verder ontwikkelen van maatregelen in samenwerking met de verschillende betrokken partijen.

Samenvatting Watermaat T=10 - 5 dagen		
<b>Watersysteem maatregelen</b>		
Wegzijing voorkomen	💧	€€€
Tijdelijke peilopzet	💧💧💧	€
Tijdelijke peilopzet in de Linge	💧	€
Verbreden waterlopen	💧	€€€€
Tijdelijke opslag op land	💧💧💧	€€€€
Gebruik (zandwin)plassen	💧💧	€
Tijdelijk loskoppelen	💧	€
<b>Gebruikers maatregelen</b>		
Bassins op het perceel	💧💧	€€ - €€€
Vooruit beregenen in akkerbouw	💧💧💧	€
Niet beregenen bij grasland	💧	€
Bodemmaatregelen	💧	€
Alternatieve beregening	💧	€ - €€€
Tijdelijke peilopzet in de perceelsslotsen	💧	€

Tabel 6.1, Samenvatting van de Watermaat, voor detaillering zie figuur 4.1 en 4.2.



# 7

## Gebruikte literatuur

Acacia Water, 2016. L. Tolk, S. Burger, J. Velstra, T. Drost. Achtergrond document Watermaat: een maat voor Waterbeschikbaarheid.

Acacia Water, 2013. L. Tolk. Zoetwater verhelderd, Maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid in beeld. KvK 90/2013.

Alterra, 2009. J.W.J. van der Gaast, H.Th.L. Massop, H.R.J. Vroon. Effecten van klimaatverandering op de watervraag in de Nederlandse groene ruimte. Alterra-rapport 1791.

Alterra, 2014. H.Th.L. Massop. Watersysteembeschrijving Overbetuwe. ISSN 1566-7197

Alterra, 2015. P.C. Jansen, H.T.L. Massop, A.A. Veldhuizen, M.H. Mulder en C. Kwakernaak. Waterberging in Het Waterrijk, Scenarioberekeningen naar piekberging en voorraadberging als opmaat voor een module voor anticiperend waterbeheer. ISSN 1566-7197

Alterra, 2015. H.Th.L. Massop, P.C. Jansen, T. van Hattum en C. Kwakernaak. Piekberging en voorraadberging in Rivierenland, Een inventarisatie van geschikte gebieden voor piekberging en voorraadberging in het beheergebied van Waterschap Rivierenland. ISSN 1566-7197

Grontmij, 2013. Louis Broersma, Robbert de Koning, Teun Terpstra en Annemieke Molster. Proeftuin Kop van de Betuwe. GM-0118525

PPO, 2007. A.M. van Dam, O.A. Clevering, W. Voogt, Th.G.L. Aendekerk, M.P. van der Maas. Zouttolerantie van landbouwgewassen, Deelrapport Leven met zout water.

Robert de Koning, Ferdinand van Hemmen, Alterra, 2009. Aan de wieg van het Waterschap, Inventarisatie van dijken, kaden en watergangen in het Gelderse rivierengebied.

Stowa, 2015. A. Jeuken, L. Tolk, L. Stuyt, J. Delsman, P. de Louw, E. van Baaren, M. Paalman. Zelfvoorzienend in zoetwater: zoek de mogelijkheden. ISBN 978.90.5773.694.0

Witteveen en Bos, 2012. E.S.J. van Tuinen, T.G.J. Witjes. Regionale Verkenning Zoetwater Rivierengebied, Knelpuntenanalyse 2.0

Witteveen en Bos, 2015. E.S.J. van Tuinen, T.G.J. Witjes. Regionale Verkenning Zoetwater Rivierengebied, Fase 4.

Witteveen en Bos, 2015. I.H. Phernambucq, E.S.J. van Tuinen. Werkwijze bepaling watervraag. TL258-2/15-020.313



van Hogendoornplein 4  
2805 BM Gouda

Telefoon: 0182 - 686 424  
Internet: [www.acaciawater.com](http://www.acaciawater.com)  
Email: [info@acaciawater.com](mailto:info@acaciawater.com)