

BTO 2019.024 | juli 2019

BTO rapport

Buffercapaciteit
drinkwatervoorziening
Nederland

BTO

Buffercapaciteit drinkwatervoorziening Nederland

BTO 2019.024 | Juli 2019

Opdrachtnummer

402045/105/103

Projectmanager

Jos Frijns

Opdrachtgever

BTO - Beleidsonderbouwend onderzoek

Kwaliteitsborger

Ruud Bartholomeus

Auteurs

Sharon Clevers, Edu Dorland, Jojanneke van Vossen, Anthony Verschoor, Erik Emke

Verzonden aan

Vewin, Sabine Gielens

Dit rapport is openbaar.

Jaar van publicatie

2019

Meer informatie

Jos Frijns

T +31 30 606 9583

E Jos.Frijns@kwrwater.nl

Keywords

Drinkwatervoorziening,
buffercapaciteit, innamestops,
droogte, klimaatverandering

Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

F +31 (0)30 60 61 165

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



BTO 2019.024 | juli 2019 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Samenvatting

Aanleiding en doel

De langdurige droogte in de zomer van 2018 heeft geleid tot discussie of de Nederlandse drinkwatervoorziening wel voldoende is opgewassen tegen extreme droogteperiodes. Het is immers waarschijnlijk dat droge periodes vaker zullen gaan optreden.

De Nederlandse drinkwaterbedrijven hebben verschillende strategieën om droogteperiodes te overbruggen. Eén daarvan is het aanleggen van buffercapaciteit voor drinkwater. Deze buffercapaciteit wordt door drinkwaterbedrijven benut indien watertekort optreedt door te lage rivierafvoeren of bij onvoldoende waterkwaliteit.

Het vorige overzicht van de buffercapaciteit van de Nederlandse waterbedrijven dateert uit 2008 (Zwolsman, 2008). Het doel van het voorliggende rapport is om, in samenwerking met deskundigen van de betrokken waterbedrijven, een actueel overzicht te geven van de buffercapaciteit van de drinkwatervoorziening van oppervlaktewaterbedrijven.

Met deze informatie wordt een compleet en actueel overzicht gegeven van de buffercapaciteit van de drinkwatervoorziening, van de redenen van innamestops, en van de limieten die kunnen gelden voor grondwaterwinningen. Bij dit onderzoek beperken we ons tot de buffercapaciteit met betrekking tot de grondstof. Bij grondstof gaat het om de voorraad ter overbrugging bij innamestops en calamiteiten, ingezet door oppervlaktewaterbedrijven

Buffercapaciteit (drinkwater als grondstof)

Alle oppervlaktewaterbedrijven beschikken over een buffercapaciteit. Een geactualiseerd overzicht van de buffercapaciteit is weergegeven in Tabel 1.

Potentiële knelpunten voor de drinkwatersector

Er bestaan verschillende redenen dat de inname van oppervlaktewater voor drinkwaterproductie (tijdelijk) moet worden gestaakt. Denk aan verslechterde waterkwaliteit als gevolg van de aanwezigheid van probleemstoffen (bijvoorbeeld afkomstig van industriële afvalwater- en rioolwaterzuiveringsinstallaties, maar ook chloride), door verhoogde watertemperatuur, of door pathogene micro-organismen. Voor al deze factoren geldt dat er vaak een directe relatie met klimaatverandering is. Klimaatverandering leidt tot langere periodes van droogte en lagere rivierafvoeren. Hierdoor nemen de concentraties van probleemstoffen toe evenals de frequentie en duur van innamestops. Het is daarom de verwachting dat in de toekomst vaker en langduriger een beroep dient te worden gedaan op de buffercapaciteit van de drinkwatervoorziening.

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de beschrijvingen van de actuele buffercapaciteit van de oppervlaktewaterbedrijven kan worden geconcludeerd dat zij op dit moment allemaal beschikken over een buffercapaciteit. Hiermee kan bij innamestops gedurende een periode de continuïteit van de drinkwatervoorziening gegarandeerd worden.

Er zijn ontwikkelingen te benoemen die (in de nabije of verdere toekomst) de buffercapaciteit kunnen beïnvloeden. Voorbeelden zijn ontwikkelingen die leiden tot

toename van de (piek)vraag in drinkwater, zoals klimaatverandering, demografische verschuivingen, of het stedelijke hitte-eiland effect. Andere voorbeelden zijn verslechtering van de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit als gevolg van een toename in het medicijngebruik door vergrijzing van de bevolking en/of door uitspoeling van vervuilende stoffen in het verleden (de historische last).

Tabel 1 inname locaties en jaarafzet met de buffers per oppervlaktewaterbedrijf

Drinkwaterbedrijf	Primaire bronnen	Inname locaties	Jaarafzet/ productie capaciteit	Reden inname stop	Buffers (grondstof) en capaciteit											
					Geïnfiltreerd water	capaciteit	Spaarbekken	Capaciteit	Grondwater	Capaciteit	Onderlinge levering	Capaciteit	2e bron	Capaciteit		
Evides (#)	Maas en Rijn	Gat van de Kerkvloot (Biesbosch)	185 Mm ³	Interne onttrekkingsgrenswaarden voor het Biesboschstelsel: - bestrijdingsmiddelen > 0.1 µg/L - onbekende verbindingen > 3 µg/L - bioalarm van de Daphnia- en/of mosselmonitor - chloride > 100 mg/l (in extreme situaties > 200 mg/l) - troebelheid > 75 FTU - olielaag op de rivier - overschrijdingen op basis van Drinkwaterregeling tabel 5 - Overschrijding ontheffingswaarden			de Gijster in de Brabantse Biesbosch	2 maanden								
							Honderd en Dertig en Petrusplaat in de Brabantse Biesbosch	3-4 weken								
		Haringvliet	6,6 Mm ³	- chloride > 200mg/l - troebelheid > 100 FTU - lage afvoer - totale gehalte bestrijdingsmiddelen > 1 µg/l	ondiepe grondwaterbuffer in de Oostduinen op Goeree-Overflakkee	2 weken-1 maand										
					ondiepe buffer in Haamstede	2 weken; 1 maand**										
									diepe grondwater bronnen: Oostduinen en Middelduinen	3 weken						
									diepe bronnen in Haamstede	3-3,5 maand						

Drinkwaterbedrijf	Primaire bronnen	Innamelocaties	Jaarafzet/ productie capaciteit	Reden innamestop	Buffers (grondstof) en capaciteit										
					Geïnfiltreerd water	capaciteit	Spaarbekken	Capaciteit	Grondwater	Capaciteit	Onderlinge levering	Capaciteit	Ze bron	Capaciteit	
PWN	IJsselmeer	Andijk	86 Mm ³	- chloride > 200 mg/l - hoge watertemperatuur - cyanobacteriën			innamebekkens bij Andijk	4-10 dagen							
				- Bij calamiteit (bijv. bezwijken afsluitdijk, ongeval scheepvaart, vliegtuigcrash) geen inlaat uit IJsselmeer mogelijk	calamiteitenvoorraad in de duinen: Noord Hollands Duinreservaat, Nationaal Park Kennemerduinen en Hoge Berg bij Texel	120 dagen (bij inzet met andere buffers), altijd natuurschade						waterwinstation Cornelis Biemond (oppervlaktewaterwinning te Nieuwegein), productiebedrijven van Waternet (Leiduin), Weesperkarspel (Amsterdam). Het gaat hier om ruwwater levering	10 miljoen m ³ /jaar. Levering via Waternet is mogelijk zolang deze geen groot onderhoud heeft en mits de kwaliteit van de bron goed is.		
Waternet	Rijn en Bethune polder	Nieuwegein	78 Mm ³	- Niet voldoen aan innamenorm, zoals chloride >200 mg/l of hoge watertemperatuur - calamiteit voor het innamepunt					grondwaterwinning in Nieuwegein	enkele weken					
					Zoetwatervoorraad (boven en diep) uit de Amsterdamse Waterleidingduin en (tussen Zandvoort en de Langevelderslag)	120 dagen met natuurschade									
		Bethune polder	29 Mm ³	idem									Waterleidingplas bij innamepunt Nieuwersluis (ARK)	1 maand bij 100 % uitval bron	

Drinkwaterbedrijf	Primaire bronnen	Innamelocaties	Jaarafzet/ productie capaciteit	Reden innamestop	Buffers (grondstof) en capaciteit									
					Geïnfiltreerd water	capaciteit	Spaarbekken	Capaciteit	Grondwater	Capaciteit	Onderlinge levering	Capaciteit	2e bron	Capaciteit
Dunea	Maas	Brakel	85Mm ³	<ul style="list-style-type: none"> - Bestrijdingsmiddelen > 0,1 µg/l - stoffen waarvoor ontheffing is verleend boven normwaarden - onbekende opkomende stoffen - Gehalte zwevendstof in effluent Bergambacht > 2 mg/l 	Calamiteitenvoorraad in/onder de duinen, freatisch en diep. Locaties: Meijendel/Scheveningen, Solleveld/Monster en Berkheide/Katwijk	2-3 weken; 4-6 weken**								
		Bergambacht, 2e innamepunt	55 Mm ³ (vergund)	<ul style="list-style-type: none"> - Chloride > 200 mg/l -verder zelfde criteria als voor Brakel 	Calamiteitenvoorraad in/onder de duinen, freatisch en diep. Locaties: Meijendel/Scheveningen, Solleveld/Monster en Berkheide/Katwijk (*)	2-3 weken; 4-6 weken**						2e rivierwaterbron (Lek)	onbeperkt (mits kwaliteit goed is)	
Waterbedrijf Groningen	Drentsche Aa	De Punt	7 Mm ³	<ul style="list-style-type: none"> - waterkwaliteit verslechtert tgv een calamiteit (piekbelasting) - waterkwaliteit verslechtert - verlaagde afvoer; hierop geen volledige innamestop, wel vermindering inname) 					Grondwaterwinning De Punt	Afgezien van vergunde capaciteit oneindig				
WML (#)	Maas	Heel	20 Mm ³	<ul style="list-style-type: none"> - slechte waterkwaliteit (zowel bekende als onbekende stoffen) - DW-regeling; Ontheffingswaarden; Infiltratiebesluit; Kennis over de mate van verwijdering in het drinkwaterbereidingsproces. 			Voorraad spaarbekken bij Heel	circa 2 weken		Inzet van diepe grondwaterwinning als back-up	circa 4 maanden			

(#) Genoemde capaciteiten kunnen voor dit bedrijf bij elkaar op worden geteld voor de totale capaciteit.

(*) Deze voorraad kan worden gebruikt bij een calamiteit bij zowel Brakel als Bergambacht.

(**) De eerst genoemde capaciteit is zonder natuurschade, de tweede met natuurschade

Inhoud

Samenvatting	2
Inhoud	7
1 Inleiding	8
1.1 Aanleiding: verhogen van klimaatbestendigheid van Nederland	8
1.2 Buffercapaciteit in relatie tot grondwater	9
1.3 Doel en werkwijze	9
1.4 Leeswijzer	10
2 Productie van drinkwater uit oppervlaktewater	11
2.1 Waterleidingmaatschappij Limburg (WML)	12
2.2 Evides	12
2.3 Waterbedrijf Groningen (WBG)	15
2.4 Waternet	15
2.5 Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN)	19
2.6 Dunea	22
3 Potentiële knelpunten voor de beschikbaarheid van drinkwater	25
3.1 Nieuwe stoffen	25
3.2 Ontwikkeling chloride in de Rijn	29
3.3 Verzilting van het IJsselmeer	32
3.4 Verzilting van de Rijn-Maas delta	33
3.5 Hoge watertemperaturen	35
3.6 Microbiologische risico's	38
4 Innamestops en buffercapaciteit	40
4.1 Waterleidingmaatschappij Limburg (WML)	40
4.2 Evides	42
4.3 Waterbedrijf Groningen (WBG)	44
4.4 Waternet	44
4.5 PWN	46
4.6 Dunea	48
5 Conclusies en aanbevelingen	50
5.1 Conclusies	50
5.2 Toekomstige ontwikkelingen	51
6 Literatuur	53
Bijlage I Type grondwaterwinningen	56

1 Inleiding

1.1 Aanleiding: verhogen van klimaatbestendigheid van Nederland

In 2018 is de drinkwatersector met een lange periode van droogte geconfronteerd. Hoewel de continuïteit van de drinkwatervoorziening niet in gevaar is gekomen, zijn wel een aantal problemen opgetreden. Dit heeft geleid tot discussie of de Nederlandse drinkwatervoorziening wel voldoende is opgewassen tegen extreme droogteperiodes. Onder twee van de vier klimaatscenario's (KNMI'14) wordt de kans op langere periodes met neerslagtekorten immers groter. De Nederlandse drinkwaterbedrijven hebben verschillende strategieën om droogteperiodes te overbruggen. Eén daarvan is het aanleggen van buffercapaciteit, i.e. voorraden drinkwater en grondstof. Drinkwaterbedrijven benutten hun buffercapaciteit indien watertekort optreedt door te lage rivierafvoer of bij onvoldoende waterkwaliteit. Bij lage rivierafvoeren treedt de verdringingsreeks, die vastgelegd is in de Waterwet, in werking. Hierbij krijgen categorieën met een hoge prioriteit, zoals veiligheid (dijken nat houden), drinkwater en energievoorziening voorrang. Bij onvoldoende waterkwaliteit geldt een selectieve inname: er wordt geen water ingenomen tijdens periodes met een te hoge concentratie ongewenste stoffen en in periodes met een goede waterkwaliteit wordt indien mogelijk extra water ingenomen. Het infiltratiebesluit Bodembescherming stelt regels voor de kwaliteit van het te infiltreren oppervlaktewater in duingebieden. Om die reden wordt het eerst voorgezuiverd.

Over deze buffercapaciteit zijn vanuit o.a. het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en Rijkswaterstaat veel vragen gekomen. Om goed voorbereid te zijn op een mogelijke nieuwe droogteperiode, is het van belang om de huidige stand van zaken t.a.v. de klimaatbestendigheid en de buffercapaciteit van de drinkwatervoorziening in Nederland goed in beeld te hebben.

Het is hierbij van belang dat de definitie van buffercapaciteit duidelijk is en dat daar overeenstemming over is. Vewin is in samenwerking met de drinkwaterbedrijven tot de volgende definitie gekomen:

Buffercapaciteit is op te splitsen in capaciteit qua **drinkwater** en qua **grondstof**:

- Bij **drinkwater** gaat het om de capaciteit van de transportinfrastructuur die bepaalt welke piekcapaciteit geleverd kan worden (leidingen en reinwaterkelders, gekoppeld aan de piekfactor in levering). De opslagpercentages zijn afhankelijk van de drinkwatervraag in het betreffende voorzieningsgebied.
- Bij **grondstof** gaat het om de voorraad ter overbrugging bij innamestops en calamiteiten, ingezet door oppervlaktewaterbedrijven. Hierbij gaat het om geïnfiltrerd water (via infiltratieplassen en kanalen in de duinen), afsluitbare spaarbekkens (Biesbosch-bekkens, bekken bij Heel, en het bekken van Andijk), inzet van grondwaterwinningen, en onderlinge levering van ruwwater en/of drinkwater.

In dit onderzoek beperken we ons tot de buffercapaciteit met betrekking op **grondstof**.

1.2 Buffercapaciteit in relatie tot grondwater

In Nederland zijn vier drinkwaterbedrijven die hun drinkwater (vrijwel) volledig uit grondwater produceren, dit zijn Oasen, Vitens, Brabant Water en Waterbedrijf Drenthe (WMD). Ook de andere waterbedrijven gebruiken in meer of mindere mate grondwater (zie hoofdstuk 2). Van de jaarlijkse drinkwaterproductie in Nederland van circa 1,2 miljard m³/j, komt ongeveer 60% uit grondwaterwinningen. Er kunnen verschillende typen grondwaterwinning worden onderscheiden, zie daarvoor Bijlage 1. De beschikbaarheid van (diep) grondwater kan als nagenoeg oneindig worden beschouwd, doordat het telkens met neerslag wordt aangevuld. Er treedt derhalve geen watertekort op en grondwaterbedrijven hebben daarom geen buffercapaciteit (nodig). In de Beleidsnota Drinkwater wordt dan ook vermeld: *“Er geldt qua schoonste bron een algemene voorkeur voor het gebruik van grondwater. Daar waar deze bron niet in voldoende mate of kwaliteit beschikbaar is, wordt ingezet op het gebruik van oevergrondwater of oppervlaktewater”*. De reden dat grondwater als voorkeursbron voor de productie van drinkwater wordt gezien, is gebaseerd op het feit dat het zeer goed scoort op robuustheid, betrouwbaarheid, bedrijfszekerheid, klimaatbestendigheid en maatschappelijke kosten.

Hoewel grondwater dus nagenoeg oneindig beschikbaar is, kan het onttrekken ervan wel effecten hebben op de omgeving, zoals de landbouw en natuur. Deze effecten zijn bepalend voor de grootte van de verleende vergunning in het kader van de Waterwet. Onder andere door droge zomers staan de vergunningen om grondwater te onttrekken wel meer onder druk. Het is daarom zeer belangrijk om in te zetten op goed voorraadbeheer van het grondwater, waarbij zoveel mogelijk water wordt vastgehouden in de herstelperiode. Het huidige systeem is nu nog te veel gericht op water afvoeren.

Het is waarschijnlijk dat als gevolg van klimaatverandering de vraag naar drinkwater in delen van het jaar zal toenemen. Om ook in de toekomst een robuuste drinkwatervoorziening te hebben, is in de Structuurvisie ondergrond (STRONG) afgesproken dat provincies in samenspraak met drinkwaterbedrijven aanvullen strategische grondwatervoorraden (ASV's) zullen aanwijzen.

Aangezien grondwaterbedrijven dus geen buffercapaciteit kennen, richten we ons in dit onderzoek alleen op de bedrijven die oppervlaktewater gebruiken voor de productie van drinkwater.

1.3 Doel en werkwijze

Het doel van deze studie is om een actueel overzicht te geven van de buffercapaciteit die drinkwaterbedrijven tot hun beschikking hebben om perioden van droogte en/of onvoldoende waterkwaliteit te kunnen overbruggen. Zoals in paragrafen 1.1 en 1.2 is toegelicht, richten wij ons hierbij alleen op de buffercapaciteit van drinkwaterbedrijven die oppervlaktewater aanwenden voor de productie van drinkwater waarbij de buffercapaciteit betrekking heeft op de capaciteit wat grondstof betreft.

Om dit overzicht op te stellen, is een actualisatie uitgevoerd van ons rapport uit 2008 (Zwolsman, 2008). Aan de totstandkoming van dit rapport hebben verschillende deskundigen van de drinkwaterbedrijven bijgedragen (zie Tabel 1-1). Zij hebben vanuit hun organisatie antwoord gegeven op de volgende vragen:

- Wat is/zijn de innamelocatie(s) van uw drinkwaterbedrijf?
- Wat is de jaarafzet van elke innamelocatie?

- Wat zijn redenen waarom en normen waarbij inname vanuit een specifieke locatie kan worden gestaakt? Geef aan hoe “hard” die normen zijn en wat er gebeurt er bij “uiterste nood”?
- Welke drinkwaterbuffers worden in tijdens innamestops gebruikt?
- Wat is de capaciteit van de huidige buffervoorraad en hoelang kunnen deze aan de normale drinkwatervraag en aan de piekvraag voldoen?
- Wat zijn eventuele maatregelen die genomen worden bij een innamestop?

Tabel 1-1. Contactpersonen drinkwaterbedrijven

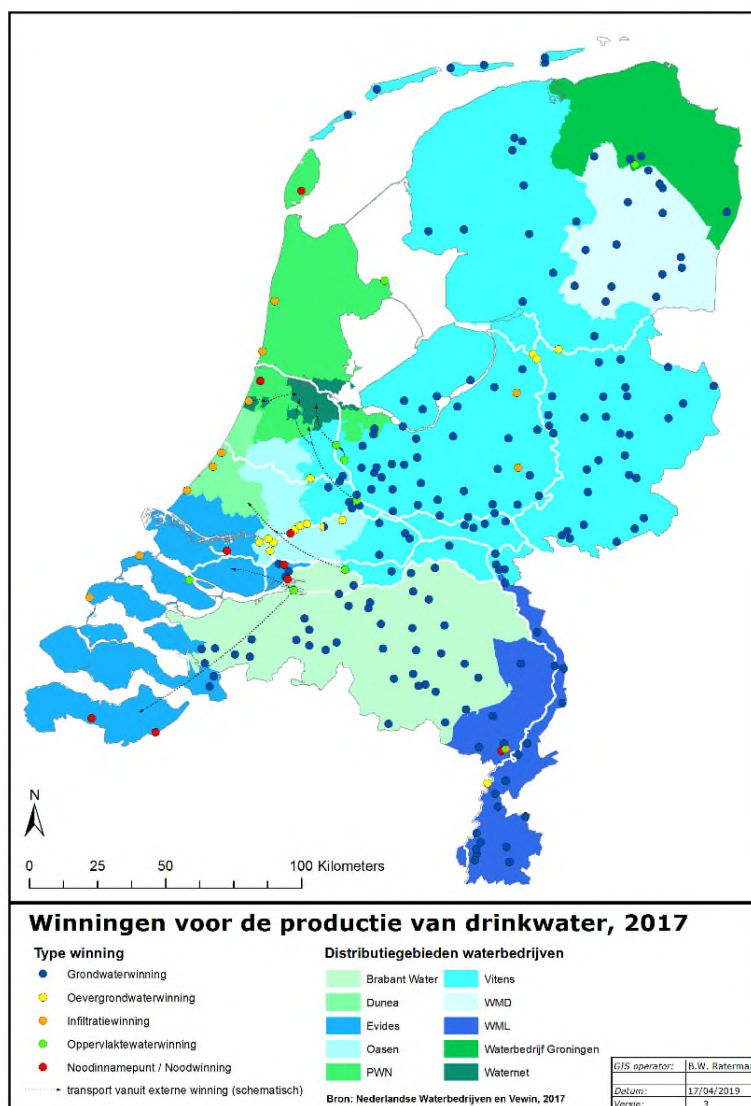
Bedrijf	Contactpersoon
Evides	Henk Ketelaars
Oasen	Peter Mense
PWN	Tim de Rudder Ino Kouwenhoven
Waternet	Leon Kors Arno Sierkstra
Vitens	Gerben Kortens Willem Bootsma
Brabant Water	Marleen van der Velden
Dunea	Jaap Mos
Waterbedrijf Groningen	Daphne Diephuis
WMD	Henk Brink
WML	Peter van Diepenbeek

1.4 Leeswijzer

Hoofdstukken 2 en 3 geven respectievelijk een overzicht van de productiemethoden voor drinkwater uit oppervlaktewater en uit grondwater. Vervolgens wordt per innameplaats van de oppervlaktewater bedrijven aangegeven welke potentiële omslagpunten staking van de waterinname tot gevolg hebben (hoofdstuk 4). In hoofdstuk 5 wordt nader ingegaan op de beschikbare buffervoorraad per drinkwaterbedrijf. De conclusies van deze studie zijn opgenomen in hoofdstuk 6.

2 Productie van drinkwater uit oppervlaktewater

In dit hoofdstuk is per drinkwaterbedrijf dat hoofdzakelijk oppervlaktewater gebruikt als bron voor de productie van drinkwater, het productieproces beschreven. De voorzieningsgebieden en productielocaties zijn vermeld en ook is het zuiveringsproces stap voor stap uitgewerkt. De informatie is verkregen door middel van persoonlijk contact met de contactpersonen vermeld in tabel 1-1. Het voorzieningsgebied, evenals de locatie van winningen, is voor alle waterbedrijven weergegeven in Figuur 2-1.



Figuur 2-1. Overzicht voorzieningsgebieden drinkwaterbedrijven (per 2017). Ook wordt de locatie van winningen aangegeven waarbij onderscheid gemaakt wordt naar type winning.

2.1 Waterleidingmaatschappij Limburg (WML)

2.1.1 Voorzieningsgebied en productielocaties

WML levert drinkwater aan de gehele provincie Limburg. Haar klantenbestand bestaat uit circa 500.000 huishoudens en 15.000 zakelijke klanten. In 2017 werd in totaal zo'n 72 miljoen m³ drinkwater geproduceerd. Voor de productie van drinkwater maakt WML gebruik van zowel grondwater (21 grondwaterpompstations) als oppervlaktewater uit de Maas (Heel en Roosteren). Tevens wordt drinkwater ingekocht vanuit Duitsland (grond- en oppervlaktewater). De verhouding grond- en oppervlaktewater bedraagt ongeveer 80% grondwater en 20% oppervlaktewater. De productielocaties staan verspreid over de gehele provincie.

2.1.2 Waterproductiebedrijf Heel (WPH)

Van oudsher wordt het Limburgse drinkwater gemaakt van grondwater. Het oppompen van grondwater leidt op sommige plekken tot verdroging van de natuur. Daarom maakt WML sinds mei 2002 gebruik van de Maas als bron voor de bereiding van drinkwater, dat daartoe onttrokken wordt aan het Lateraalkanaal nabij Beegden (Midden-Limburg). Het Waterproductiebedrijf Heel (WPH) heeft een jaarcapaciteit van 20 miljoen m³ drinkwater. Op termijn zal WPH ongeveer een kwart van het totale Limburgse leidingwater leveren. Het voorzieningsgebied van WPH is gelegen in Midden-Limburg.

2.1.3 Het zuiveringsproces van WPH

Het ingenomen Maaswater verblijft gemiddeld circa 1,5 jaar in een 125 ha grote grindplas, De Lange Vlieter. Het bekkenwater wordt samen met gebiedseigen grondwater via een gesloten winning gewonnen met verticale winputten en ondergaat daarbij een bodempassage. Dit geschiedt met behulp van circa 30 pompputten die op enige afstand van de oever tot tientallen meters diep in de bodem zijn geplaatst. Het intrekgebied is beschermd door een grondwaterbeschermingsgebied. Het gewonnen water wordt vanuit de drie puttenvelden via twee ruwwaterleidingen aangevoerd naar de zuiveringsinstallatie.

De gesloten winning in combinatie met een bodempassage leidt ertoe dat het geïnfilterde bekkenwater microbiologisch de eigenschappen van hygiënisch betrouwbaar grondwater benadert. De voorzuivering van het ingenomen Maaswater via bekken- en bodempassage is door deze wijze van winnen zeer betrouwbaar en microbiëel nagenoeg onafhankelijk van omgevingsfactoren. Door middel van een relatief eenvoudige nazuivering kan van het gewonnen ruwwater drinkwater worden gemaakt dat zowel chemisch gezien als microbiëel aan de drinkwaternormen voldoet.

2.2 Evides

2.2.1 Voorzieningsgebied en productielocaties

Evides levert drinkwater in Zeeland, het zuidwestelijk deel van Zuid-Holland en de Brabantse Wal. Het bedrijf is in 2004 ontstaan uit een fusie van Waterbedrijf Europoort en DELTA Water Bedrijf. Rond 1874 ontstonden de eerste waterbedrijven in Rotterdam en Vlissingen. Deze vormen de wortels van Evides, dat inmiddels is uitgegroeid tot een bedrijf met een productie van 235 miljoen m³ drink- en industriewater per jaar. Evides heeft twaalf locaties waar water wordt gezuiverd, meestal tot drinkwater, soms tot industriewater, en één locatie waar water uit de Maas onttrokken wordt (locatie Petrusplaat, zie Figuur 2-2 Voorzieningsgebied en productielocaties van Evides).



Figuur 2-2 Voorzieningsgebied en productielocaties van Evides.

Het drinkwater dat Evides produceert is afkomstig uit diverse bronnen: oppervlaktewater, duinwater en grondwater. Op de productielocaties wordt het ruwe water tot drinkwater gezuiverd. Sint Jansteen is een industriewaterproductielocatie, die ook dienst doet als back-up voor de drinkwatervoorziening in geval van een calamiteit. Via een bijna 14.000 kilometer lang leidingnet wordt het ruw- en drinkwater getransporteerd en komt het water bij de afnemers terecht.

2.2.2 Oppervlaktewater als bron

De grondstof voor een groot deel van het drinkwater van Evides is Maaswater (185 miljoen m³/jaar). Slechts gemiddeld 2% van al het water dat de Maas naar zee brengt wordt voor de drinkwatervoorziening gebruikt. In Zuidwest Nederland is er geen tekort aan zoet water, omdat de rivieren continu zoet water aanvoeren dat bovendien vastgehouden wordt door de Haringvlietsluizen. Het gehele Biesbosch/Hollands Diep/Haringvliet-systeem bevat daardoor altijd zoet water. Wel loopt in droge perioden de afvoer van de Maas tijdelijk terug. Daarom zijn er begin zeventiger jaren in de Brabantse Biesbosch drie grote en diepe spaarbekkens aangelegd, waarin het ingenomen Maaswater wordt opgeslagen. De totale opslagcapaciteit van de bekkens bedraagt 80 miljoen m³. Met de bekkens kan Evides een periode van maximaal drie maanden overbruggen bij een normale watervraag. Daarnaast is een groot voordeel van deze bekkens dat het Maaswater selectief kan worden ingenomen. Ook dragen de bekkens bij aan het zelfreinigend vermogen van het water: na een gemiddelde verblijftijd van bijna vijf maanden in de bekkens is de kwaliteit van nature veel beter geworden. In het laatste bekken wordt het water onthard tot 8,5 DH (graad Duitse hardheid) en indien nodig wordt de zuurgraad bijgesteld. Daarna wordt het naar de vier

drinkwaterproductielocaties gepompt, waar het tot drinkwater wordt verwerkt. Drie productielocaties zijn gelegen in het Rijnmond gebied (Baanhoek, Berenplaat, Kralingen) en één in Zeeuws-Vlaanderen (Braakman, zie Figuur 2-2 Voorzieningsgebied en productielocaties van Evides). Vanuit het Biesboschstelsel wordt ook water aan diverse industriewaterproductielocaties in het zuidwesten geleverd én aan het landbouwwatersysteem in Midden-Zeeland.

De zuivering van oppervlaktewater in een notendop

Het water wordt gezeefd en daarna voorzien van een vlokmiddel (ijzerchloride of polyaluminiumchloride). De vlokken binden zwevende stof en andere verontreinigingen aan zich, waardoor deze gemakkelijker uit het water kunnen worden gefilterd. Snelfilters filteren de overgebleven vlokken met ingesloten vuil uit het water. De actiefkoolfilters, die ook biologisch actief zijn, zorgen ervoor, dat organische stof en smaak-, reuk- en kleurstoffen uit het water worden verwijderd. Door de hoofddesinfectie wordt het water microbiologisch betrouwbaar gemaakt. Dit gebeurt door middel van ultraviolet licht (UV). Voordat het water het net in gepompt wordt, wordt een zeer kleine hoeveelheid chloordioxide toegevoegd om de bacteriën, die van de actiefkoolfilters gespoeld worden, te doden. Dit zorgt ervoor dat deze bacteriën ze niet meer kunnen toenemen tijdens opslag en transport.

2.2.3 Duinwater als bron

In de buurt van Stad aan het Haringvliet onttrekt Evides water aan het Haringvliet (ca. 6,6 miljoen m³ per jaar). Dit Haringvlietwater wordt op de productielocatie Ouddorp voorgezuiverd, waarna het in Haamstede en Ouddorp in de duinen wordt geïnfiltrerd. Na een verblijf van 30 tot 60 dagen wordt het water opgepompt en tot drinkwater gezuiverd.

De zuivering van duinwater in een notendop

Eerst worden de aanwezige zoetwatermosselen uit het Haringvlietwater verwijderd. Daarna wordt het water gezeefd en voorzien van een vlokmiddel (ijzerchloride). Hierdoor ontstaan ijzervlokken, die slibdelen, microverontreinigingen en fosfaat binden. Na het wegfilteren van de ijzervlokken, wordt het water in de duinen geïnfiltrerd. Wanneer het water weer wordt opgepompt, is het nagenoeg zuurstofloos. Het water wordt belucht om het te ontdoen van methaangas, ijzer en mangaan. In de voorfilters worden de gevormde ijzer- en mangaanneerslagen verwijderd. Nadat het water een tweede keer is belucht en de geur- en smaakstoffen door actiefkoolfilters zijn verwijderd, is het bijna gereed voor consumptie. Om het water microbiologisch betrouwbaar te maken, passeert het water tenslotte nog de ultrafiltratie-membranen in Ouddorp en een UV-installatie in Haamstede.

2.2.4 Grondwater als bron

Op de Brabantse Wal wint Evides grondwater dat op de productielocaties Halsteren, Huijbergen en Ossendrecht tot drinkwater wordt gezuiverd (Figuur 2-2 Voorzieningsgebied en productielocaties van Evides). Het water wordt van dieptes tussen de 30 en 120 meter opgepompt. Ook in Dordrecht wint Evides op een aantal plaatsen grondwater. Dit wordt op Productielocatie Baanhoek gezuiverd en gemengd met drinkwater dat uit Biesboschwater is bereid.

De zuivering van grondwater in een notendop

Eerst vindt er beluchting plaats, om methaangas te verwijderen. De beluchting zorgt er ook voor dat het opgeloste ijzer en mangaan uitvlokt, zodat dit in de voorfilters op eenvoudige wijze kan worden verwijderd. Na een tweede beluchting volgt een tweede filtratiestap in de nafilts. Het gezuiverde water van Huijbergen wordt vervolgens

gemengd met onthard water dat bij collega waterbedrijf Brabant Water wordt ingekocht. Het grondwater van de locaties Halsteren en Baanhoek wordt onthard in pellet-reactoren. Hiervoor wordt er kalkmelk en zilverzand aan het water gedoseerd. De kalk in het water zet zich af op het zand. De gevormde kalkkorrels groeien aan tot ze zo zwaar zijn dat ze bezinken en kunnen worden verwijderd. Het ontharde water wordt gemengd met niet-onthard water en aan de consument geleverd.

2.3 Waterbedrijf Groningen (WBG)

2.3.1 Voorzieningsgebied en productielocaties

Via vijf productielocaties levert WBG aan ruim 575.000 klein- en grootverbruikers 44 miljoen m³ drinkwater per jaar. De productielocaties zijn te vinden in de plaatsen De Punt, Onnen, Nietap, de Groeve en Sellingen. Jaarlijks levert WBG 44 miljard liter drinkwater. Daarvan is ruim 6 miljard liter afkomstig uit de Drentsche Aa.

2.3.2 Zuivering oppervlaktewater

Het oppervlaktewater stroomt langs een rooster, zodat bladeren, takken en andere drijvende zaken worden verwijderd. Daarna gaat het eerst naar het mengbekken waar het water door de lange verblijftijd een natuurlijke zuivering ondergaat. Het water verblijft gemiddeld 60 dagen in het mengbekken, zodat grote schommelingen in troebelheid en temperatuur worden afgevlakt voordat het naar het zuiveringsproces wordt gepompt.

In de eerste zuiveringsstap gaat het water naar de coagulatie. Hier wordt een vlokmiddel toegevoegd, zodat zwevende vuildeeltjes samenklonteren. Door het continu roeren van het water worden de vuildeeltjes zwaarder en dikker. Het vuil zakt naar de bodem en wordt afgevoerd.

Vervolgens gaat het water naar het filtratie- en desinfectieproces. De eerste stap in dit proces bestaat uit een zogenaamde 'dubbellaagse-filtratie': een soort snelfilter bestaand uit antraciet en zand. De volgende stap is een actiefkoolfiltratie. Ook wordt het water gedesinfecteerd met behulp van UV-desinfectie: een zeer doeltreffend middel om micro-organismen en eventuele bacteriën en virussen in het water te doden.

Ten slotte gaat het water nog een laatste keer door een filter en wordt het belucht door het over een cascade te laten vallen. Na de cascade wordt het gezuiverde water naar de reinwaterkelders gepompt en opgeslagen en is klaar voor transport naar de klant.

2.3.3 Zuivering grondwater

Grondwater is van nature erg schoon. Hierdoor hoeft het maar minimaal gezuiverd te worden. Nadat het grondwater in een winput is opgepompt, gaat het naar de voorfilter. Hier wordt door beluchting het ijzer en ammonium verwijderd. Vervolgens gaat het water naar de nafilter waar door beluchting mangaan (metaal) wordt verwijderd. Het gezuiverde water gaat dan richting de reinwaterkelders waar het wordt opgeslagen en klaar is voor transport naar de klant.

2.4 Waternet

2.4.1 Voorzieningsgebied en productielocaties

Waternet is het eerste en voorsnog enige watercyclusbedrijf van Nederland. Dit betekent dat Waternet zorgdraagt voor drinkwater, het rioleringsstelsel en de zuivering van afvalwater tot en met het terugbrengen van gezuiverd afvalwater in het

oppervlaktewater. Daarnaast zorgt Waternet voor het onderhoud van sloten, plassen en meren. Er wordt ook aandacht besteed aan het grondwaterpeil en Waternet adviseert ook bij grondwateroverlast. Bovendien wordt het land beschermd tegen het water, bijvoorbeeld door middel van dijkbewaking. Waternet voert deze taken uit in opdracht van het hoogheemradschap Amstel, Gooi en Vecht en de gemeente Amsterdam.

Het werk- en verzorgingsgebied van Waternet omvat de gemeente Amsterdam en een groot gebied in de provincies Utrecht en Noord-Holland. Het werkgebied voor waterbeheer bestrijkt een oppervlakte van 700 km². De noordgrens loopt ongeveer gelijk met de dijk langs het IJmeer en het Gooimeer. In oostelijke richting loopt het gebied tot aan de Utrechtse Heuvelrug en in westelijke richting tot in Amsterdam. In zuidelijk richting loopt het gebied door tot de stad Utrecht (zie Figuur 2-3 Waterbeheergebied en drinkwater voorzieningsgebied van Waternet.



Figuur 2-3 Waterbeheergebied en drinkwater voorzieningsgebied van Waternet

Waternet levert drinkwater aan ruim 1 miljoen mensen in Amsterdam en omgeving. Waternet produceert per jaar ca. 95 miljoen m³ drinkwater. De primaire 'grondstof' van het drinkwater is water uit de Amsterdamse Waterleidingduinen, waar voorgezuiverd Rijnwater wordt ingebracht (66 miljoen m³/jaar). De tweede bron is kwelwater uit de Bethunepolder bij Loosdrecht (29 miljoen m³/jaar). Om van dit ruwe water drinkwater

te maken, wordt het in een aantal stappen gezuiverd. Die stappen worden in de volgende paragrafen beschreven.

2.4.2 Water uit de duinen

Waternet maakt onder andere drinkwater in de Amsterdamse Waterleidingduinen, ten zuiden van Zandvoort. Het productieproces verloopt als volgt:

De bron

Het duingebied wordt gevuld met regenwater en water uit de Rijn. Het Rijnwater wordt ingenomen in het Lekkanaal bij Nieuwegein. Aan de grens bij Lobith en bij het innamestation Nieuwegein wordt de kwaliteit van het rivierwater continu bewaakt. Als er gevaarlijke stoffen in het water worden gevonden, wordt de inname gestaakt.

Coagulatie

Om zwevend stof uit het water te halen wordt ijzerchloride aan het water toegevoegd. De (vervuilde) deeltjes klonteren daardoor samen tot vlokken (coagulatie). Wanneer de vlokken groot genoeg zijn, zakken ze naar de bodem in het coagulatiebassin.

Snelfiltratie

Het water wordt verdeeld over bakken, gevuld met een dikke laag zand en verschillende lagen grind. Het water zakt snel door de verschillende lagen heen. Dit filter verwijdert zwevende stof, algen, mangaan en ijzer uit het water. Het water is nu voorgezuiverd en gereed voor transport en de definitieve zuivering.

Transportsysteem

Het voorgezuiverde water wordt via leidingen naar de Amsterdamse Waterleidingduinen vervoerd. Er zijn drie leidingen met een gezamenlijke lengte van 210 kilometer en een doorsnee van 1,5 en 1,2 meter. Per jaar kan 150 miljoen m³ voorgezuiverd water worden getransporteerd.

Infiltratiesysteem

Het voorgezuiverde Rijnwater stroomt aan de oostzijde van de Amsterdamse Waterleidingduinen in twee vijvers. Vervolgens stroomt het in de infiltratiegeulen. Deze geulen zijn kilometers lang en 35 meter breed. Daar zakt het langzaam de grond in. Het water blijft tussen de 60 en 400 dagen in de bodem. In die tijd vinden biologische processen plaats die het water verder zuiveren.

Winsystemen

Drains in de bodem onttrekken het water via een winkanaal weer aan de duinbodem. Het water stroomt via natuurlijk verval naar een opvangbekken. Vervolgens sturen vier pompen het water verder naar de zuiveringsinstallaties voor een nabehandeling.

Snelfiltratie

Snelfiltratie verwijdert vaste stoffen. Het water zakt snel door verschillende lagen zand en grind. De zandkorrels worden van boven naar beneden steeds grover.

Ozonisatie

Het water wordt intensief vermengd met ozon. Dit gas breekt bestrijdingsmiddelen en ziekteverwekkers af en zorgt voor een betere smaak, geur en kleur van het water.

Ontharding

Aan het water wordt natronloog toegevoegd. Hierdoor zet het in water aanwezige kalk

zich af op zand. Zo worden marmerachtige korrels gevormd. Het water wordt onthard tot 8,4 °DH (komt overeen met een gemiddelde hardheid).

Koolfiltratie

Het water zakt door een filterbak met actieve kool. Hierdoor worden organische microverontreinigingen verwijderd (uitgezonderd polaire stoffen).

Langzame zandfiltratie

Het water stroomt met lage snelheid door een filterbed van fijn zand. De laatste schadelijke bacteriën zijn uit het water verwijderd. Het water is nu klaar voor consumptie.

Opslag

Het drinkwater wordt opgeslagen in twee drinkwaterreservoirs met een totale inhoud van 13.400 kubieke meter. Reservoirs zijn nodig omdat de waterbehoefte van de klant sterk varieert: overdag verbruikt men veel water, 's nachts weinig.

Transport en distributie

Gemiddeld wordt er in de Waterleidingduinen zo'n 180.000 kubieke meter water per dag geproduceerd. Op warme zomerdagen kan dat oplopen tot 240.000 kubieke meter per dag. Het water wordt gedistribueerd door middel van 19 distributiepompen en een leidingnet met een totale lengte van zo'n 2000 km.

2.4.3 Water uit de Bethunepolder

De andere bron van Waternet voor drinkwater is 'plassenwater', een mengsel van water dat omhoog kwelt uit de Bethunepolder (> 90%) en water uit het Amsterdam-Rijnkanaal (< 10%). De zuivering tot drinkwater verloopt als volgt:

Coagulatie

Aan het water wordt ijzerchloride toegevoegd. Dit is nodig om vervuilde deeltjes en fosfaat uit het water te halen. De deeltjes klonteren samen tot vlokken. Wanneer de vlokken groot genoeg zijn, zakken ze naar de bodem in het coagulatiebassin.

Waterleidingplas

Het water komt terecht in de Waterleidingplas. Het blijft hier ongeveer 100 dagen en ondergaat een natuurlijk zelfreinigingsproces. Ammonium, organische stoffen en bacteriën worden afgebroken. Door koolzuurgas toe te voegen, wordt de zuurgraad (pH) geregeld.

Snelle zandfiltratie

Het water wordt verdeeld over bakken, gevuld met een dikke laag zand en verschillende lagen grind: de snelfilters. Het water zakt snel door de verschillende lagen heen. Dit filter verwijdert zwevende- en organische stoffen, algen, mangaan en ijzer uit het water. Het water is nu voorgezuiverd en gereed voor transport en de definitieve zuivering.

Transport

Een 10 kilometer lange (dubbele) transportleiding brengt het water naar de zuiveringsinstallaties.

Vervolg

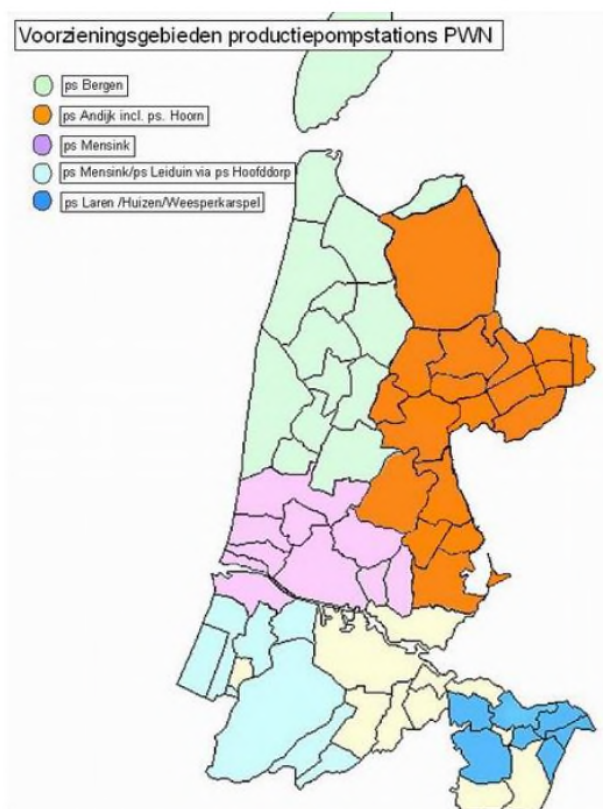
De zuiveringsstappen die hierop volgend zijn gelijk aan het zuiveringsproces in de Amsterdamse Waterleidingduinen (zie sectie 2.4.2)

2.5 Waterleidingbedrijf Noord-Holland (PWN)

2.5.1 Voorzieningsgebied en productielocaties

Jaarlijks levert PWN ruim honderd miljoen kubieke meter drinkwater aan ruim 780.000 aansluitingen in de provincie Noord-Holland. Circa 1,7 miljoen klanten gebruiken meer dan 105 miljoen m³ drinkwater per jaar. Oppervlaktewater is veruit de belangrijkste bron van het drinkwater. De drinkwater productiestations staan in Andijk, Bergen, Wijk aan Zee, en Laren. In Heemskerk staat een waterfabriek. Hier wordt niet direct drinkwater voor de consumenten gemaakt. Het water van deze fabriek gaat naar de productielocaties Bergen en Mensink.

Sinds 2000 past PWN op alle productielocaties een centrale ontharding toe. PWN levert in heel Noord-Holland zacht drinkwater met een hardheid van 7,9 graden DH. Het voorzieningsgebied van PWN staat weergegeven in onderstaande figuur. In onderstaande paragrafen wordt per productielocatie de zuiveringsprocessen beschreven.



Figuur 2-4 voorzieningsgebied van PWN

2.5.2 Productielocatie Andijk

PWN neemt water in uit het IJsselmeer en pompt het vanuit een spaarbekken naar het productielocatie Andijk, dat sinds 1968 in bedrijf is. Eerst gaat het water door microzeven die de grove vuildeeltjes en algen eruit halen. Vervolgens ondergaat het water een zogenoemde vlokbehandeling (de zwevende deeltjes worden ingekapseld en verwijderd). Na filtratie is het water helder.

Vervolgens ondergaat het water een behandeling in de UV/H₂O₂-installatie. Hierbij wordt het water eerst voorzien van H₂O₂ (waterstofperoxide) en vervolgens blootgesteld aan ultraviolet licht (UV). Door deze behandeling gaan micro-organismen, zoals bacteriën en virussen, dood. Ook organische microverontreinigingen, zoals bestrijdingsmiddelen, medicijnresten en hormoonverstoorders, worden afgebroken. Koolfilters verwijderen daarna de brokstukken. Nabehandeling met chloor is niet nodig. Het water dat op deze manier gezuiverd is, wordt geleverd aan de klanten in het oranje gebied (zie Figuur 2-4 voorzieningsgebied van PWN).

PWN is het eerste bedrijf ter wereld dat op deze grote schaal UV/H₂O₂-zuivering toepast. Deze methode is geschikt voor desinfectie en afbreken van organische microverontreinigingen. Met deze techniek kan PWN de komende decennia zuiver en veilig drinkwater garanderen. Er hoeft hierbij geen chloor of ozon gebruikt te worden en er ontstaan geen schadelijke reststoffen als trihalomethanen of bromaat. Er vindt geen ontziltling plaats in Andijk.

Daarnaast heeft PWN een nieuwe voorzuivering in gebruik. Deze nieuwe techniek bestaat uit gesuspenderde ionenwisseling (SIX) en keramische membraanfiltratie (Ceramac). Dit proces draait parallel aan de bestaande voorzuivering (microzeven, flocculatie, zandfiltratie) en voedt het geavanceerde oxidatieproces (AOP) UV/H₂O₂.

2.5.3 Productielocaties Bergen en Mensink

In de productielocaties Bergen en Mensink wordt geïnfiltreerd duinwater gebruikt voor de bereiding van drinkwater. Het water wordt ingenomen bij Andijk uit het IJsselmeer en bij Nieuwegein uit de Lek. Bij de inname locaties wordt het water gezeefd om de grove bestanddelen eruit te halen. Stoffen als zware metalen worden verwijderd via vlokvorming.

Via grote leidingen gaat het voorgezuiverde water naar productielocatie te Heemskerk waar het water een behandeling in de UV/H₂O₂-installatie ondergaat. Hierbij wordt het water eerst voorzien van H₂O₂ (waterstofperoxide) en vervolgens blootgesteld aan ultraviolet licht. Door deze behandeling gaan micro-organismen, zoals bacteriën en virussen, dood. Ook organische microverontreinigingen, zoals bestrijdingsmiddelen, medicijnresten en hormoonverstoorders worden afgebroken. Vervolgens wordt het overmaat aan H₂O₂ verwijderd in actief koolreactoren voordat het behandelde water naar de duinen rond Castricum en Wijk aan Zee gaat, waar het wordt geïnfiltreerd. Deze zogenoemde duinpassage filtert de schadelijke stoffen en bacteriën uit het water. Er blijft zuurstofloos water over.

Na enkele weken wordt het gezuiverde duinwater opgepompt en gaat het naar de productiebedrijven Bergen en Mensink (Wijk aan Zee).

Op Mensink wordt een groot deel van de hardheid van het water verwijderd met pelletreactoren. In dit proces wordt het water door een tank met zand gepompt waar een grote hoeveelheid natronloog wordt toegevoegd. Hierdoor stijgt de pH en wordt calciumcarbonaat gevormd. Dit kalk hecht zich aan aanwezige zandkorrels in de reactor. Het ontharde water verlaat de pelletreactor en door dosering van CO₂-gas wordt het onthardingsproces gestopt. Vervolgens wordt via beluchting weer zuurstof toegevoegd. Ten slotte verwijderen zandfilters de nog aanwezige vaste deeltjes. Het product is betrouwbaar drinkwater dat echter nog niet zacht genoeg is. Het water wordt daarom gemengd met RO-water afkomstig van productielocatie Heemskerk om het zout- en kalkgehalte verder te verlagen.

Op Bergen wordt via beluchting weer zuurstof toegevoegd. Ten slotte verwijderen zandfilters de nog aanwezige vaste deeltjes. Net als op Mensink is het product betrouwbaar drinkwater, dat wordt gemengd met puur water afkomstig van productielocatie Heemskerk om het zout- en kalkgehalte te verlagen.

Uiteindelijk leveren deze processen betrouwbaar en zacht drinkwater op met een hardheid van 7,9 DH. Dit water wordt geleverd in de gebieden die groen en paars zijn gekleurd op de kaart (zie Figuur 2-4 voorzieningsgebied van PWN).

2.5.4 Waterfabriek Heemskerk

In Heemskerk wordt voorgezuiverd water uit het IJsselmeer en de Lek gezuiverd door membraanfiltratie. Het voorgezuiverde water wordt onder druk door filters met heel kleine poriën geperst. Dit gebeurt in twee stappen. Bij de eerste stap worden filters bestaande uit bundels rietjes met poriën van 0,02 µm gebruikt (ultrafiltratie, UF). Dit procedé verwijdert alle in het water aanwezige deeltjes, zoals zwevende en gesuspendeerde stoffen, colloïdes, bacteriën en virussen, maar niet de opgeloste delen als kleur en zouten.

Via UF-filtratie levert 100 liter water uit het IJsselmeer 85 liter water op voor de RO-filtratie. Omdat al het vuil achterblijft in de rietjes moeten de membranen regelmatig gespoeld worden om het afgevangen vuil af te voeren. Om te voorkomen dat uit het productiewater verwijderde bacteriën en virussen in de rietjes leiden tot biofilmvorming, wordt er enkele malen per dag de membranen gedesinfecteerd met chloorbleekloog. Dit spoelwater wordt via een buffer geneutraliseerd en via de op Heemskerk aanwezige UV/H₂O₂-installatie geïnfiltreerd in de duinen.

In de tweede stap worden filters met actief filteroppervlak gebruikt (Reverse Osmosis, RO), waardoor praktisch alle opgeloste stoffen, zoals zouten en organische microverontreinigingen (bijvoorbeeld bestrijdingsmiddelen) worden tegengehouden.

Het resultaat is zuiver water, vrijwel zonder zouten en geheel vrij van bacteriën en virussen. Dit water is echter nog niet drinkbaar en ook kan het de leidingen in huis aantasten. Daarom wordt dit water niet direct aan de klant geleverd, maar op de productiebedrijven Bergen en Mensink gemengd met teruggewonnen infiltratiewater uit de duinen. Het resultaat is betrouwbaar, zacht drinkwater.

Via RO-filtratie levert 100 liter water uit het IJsselmeer 80 liter zuiver water op. De overige 20 liter bevat alle verwijderde zouten en opgeloste delen. Dit concentraat wordt afgevoerd naar zee. Het bevat weliswaar vrij veel zout, maar zeewater is ruim 30 keer zouter.

2.5.5 Productielocatie Laren

Op de heide bij Laren en Huizen pompt PWN grondwater op uit winputten van 40 tot 80 meter diep. Dit grondwater is regenwater dat ten dele honderden jaren geleden is gevallen en door de bodem is gesijpeld. Tijdens deze zogenoemde bodempassage zijn alle schadelijke stoffen en bacteriën uit het water gefilterd. Het opgepompte water is zo zuiver dat het direct aan de klant geleverd kan worden.

Op productielocatie Laarderhoogt wordt nu nog drinkwater toegevoegd dat afkomstig is van waterbedrijf Waternet. Dit water is geproduceerd van oppervlaktewater uit de Bethunepolder (zie paragraaf 2.4.3) Het is via een directe zuivering tot drinkwater

gemaakt. PWN en Waternet hebben hier een langjarige afspraak over tot in ieder geval 2028.

2.6 Dunea

2.6.1 Leveringsgebied en productielocaties

Dunea produceert en levert aan circa 1,3 miljoen klanten drinkwater in het westelijk deel van Zuid-Holland. Het leveringsgebied van Dunea is weergegeven in Figuur 2-5 Leveringsgebied van Dunea. De productielocaties bevinden zich in Scheveningen, Katwijk en Monster. Van nature is grondwater aan de kust te zout om te benutten als drinkwater. Onder de duinen is het grondwater wel zoet. Die voorraad duinwater is niet groot genoeg om iedereen in het leveringsgebied van Dunea van drinkwater te voorzien. Daarom wordt deze voorraad aangevuld met voorgezuiverd rivierwater uit de Afgedamde Maas.

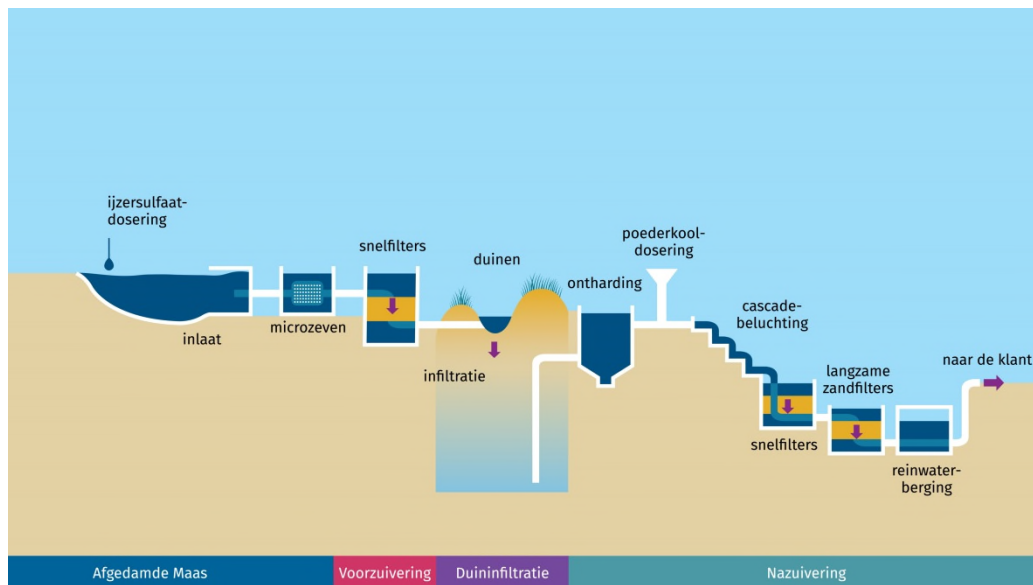
De Afgedamde Maas is voor Dunea de eerste bron, de Lek wordt als reservebron gebruikt. Om zonder onderbreking drinkwater in voldoende hoeveelheid en van kwaliteit te kunnen leveren, is Dunea op zoek naar een derde bron.



Figuur 2-5 Leveringsgebied van Dunea. De productielocaties bevinden zich in Scheveningen, Katwijk en Monster.

2.6.2 Zuiveringsproces

Hoe de productie van drinkwater uit duinwater precies in zijn werk gaat, wordt hieronder stap voor stap uitgelegd (Figuur 2-6).



Figuur 2-6 Productieproces Dunea

Afgedamde Maas

Sinds 1976 brengt Dunea water uit de Afgedamde Maas naar de duinen tussen Monster en Katwijk. De Afgedamde Maas is een zijtak (twaalf kilometer lang) van de rivier de Maas en heeft een geringe stroming. Dat maakt het zeer geschikt als bezinkings- en voorraadbekken.

Fosfaatgehalte

Door de lange verblijftijd (gemiddeld twee maanden) beschikt het water in de Afgedamde Maas over een groot zelfreinigend vermogen. Dunea brengt het fosfaatgehalte terug door ijzersulfaat (en zuurstof) in de rivier te doseren. Het water ondergaat zo al een grote kwaliteitsverbetering.

Innamepunt

In Brakel neemt Dunea het water in om het verder te transporteren. In het voorjaar en de zomer halen microzeven hier zoveel mogelijk (organisch) materiaal uit het water. Daarna wordt het water 30 km verderop naar Bergambacht gepompt, waar het water met behulp van zandfilters wordt voorgezuiverd. Dit voorgezuiverde rivierwater gaat vervolgens via twee grote buizen naar het duingebied tussen Monster en Katwijk.

Water oppompen uit de duinen

Het voorgezuiverd rivierwater wordt in de duinmeren (infiltratieplassen) in het duingebied gepompt. Langzaam zakt het water de duinbodem in en vermengt zich met het neerslagwater. Door deze duinpassage worden ongewenste bacteriën en virussen op een natuurlijke manier onschadelijk gemaakt. Na een gemiddeld verblijf van twee maanden wordt een groot deel van het water weer opgepompt.

Ontharden (minder kalk)

Het uit het duin teruggewonnen water bevat een bepaalde hardheid. Dit water wordt onthard van ongeveer 13° DH naar 8,5° DH. Hierbij wordt het water van beneden naar boven door een reactor gepompt. In de reactor zijn zandkorreltjes aanwezig die in het water zweven. Door toevoeging van loog vermindert de oplosbaarheid van kalk in water. Het teveel aan kalk hecht zich aan de zandkorrels die hierdoor groter en

zwaarder worden en naar beneden zakken. Wanneer het water aan de bovenkant de reactor verlaat, bevat het veel minder opgeloste kalk: het is onthard.

Kooldosering

Actieve kool verbetert de smaak van het water en verwijdert de laatste sporen van schadelijke stoffen, waaronder bestrijdingsmiddelen. In een latere zuivering wordt deze poederkool weer uit het water verwijderd.

Beluchting en snelfiltratie

Het water wordt via watervallen (cascades) naar snelfilters gepompt. Zuurstof uit de lucht bindt zich aan ijzer- en mangaandeeltjes (oxidatie) die in het water aanwezig zijn. Deze oxiden en de eerder gedoseerde poederkool blijven achter op de zandfilters.

Langzaam zandfiltratie

Als laatste stap in het zuiveringsproces filtreert het water langzaam door overdekte zandfilters. Door de biologische werking van de zandfilters wordt het water volledig betrouwbaar gemaakt. Na deze laatste zuivering is het duinwater drinkwater geworden en gereed voor consumptie.

Het drinkwater wordt opgeslagen in reinwaterreservoirs, zodat er continue drinkwaterlevering mogelijk is.

3 Potentiële knelpunten voor de beschikbaarheid van drinkwater

3.1 Nieuwe stoffen

3.1.1 Algemene omschrijving van de problematiek

Drinkwaterbedrijven en industrieën krijgen in de toekomst mogelijk vaker en langer te maken met periodes van droogte, waarin de verdunning van verontreinigingen afneemt (Sjerps & Huiting, 2017). Opkomende stoffen in het oppervlaktewater (ook wel 'emerging substances' genoemd) zijn óf sinds kort in gebruik óf recent ontdekt in het milieu. Ze kunnen de oppervlaktewaterkwaliteit beïnvloeden. Het overgrote deel van de opkomende stof wordt geloosd door industriële afvalwaterzuiveringsinstallaties (IAZI's) of rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's). Nieuwe analytische technieken screenen en brengen deze doelstoffen in beeld¹(Sjerps et al., 2016b). Daarbij wordt ook steeds meer de focus gelegd op nieuwe extractie- en scheidings-technieken die geschikt zijn voor de meer polaire stoffen, zoals bijvoorbeeld persistent mobile organic compounds (PMOCs). Emissies van opkomende stoffen uit IAZI's hebben tot nu toe veel minder aandacht gekregen dan emissies uit RWZI's, hoewel in Nederland het aantal en de totale capaciteit van IAZI's vergelijkbaar is met het aantal en de capaciteit van RWZI's (van Wezel et al., 2018). Daarbij kan een beperkt verwijderingsrendement of het tijdelijk falen van deze zuiveringen grote invloed hebben op de oppervlaktewaterkwaliteit en zo gevolgen hebben voor de bruikbaarheid van bronnen voor de drinkwaterproductie. Dit werd bijvoorbeeld duidelijk in 2015 met het Pyrazol incident (Baken et al., 2016), waarbij drinkwaterbedrijven moesten overstappen naar alternatieve bronnen voor de productie. De waterkwaliteit van Maas en Rijn zal zonder aanvullende zuiveringsinspanning voor afvalwater in de toekomst naar verwachting verslechteren. Enerzijds komt dit door toenemend gebruik van geneesmiddelen en chemicaliën, anderzijds door de gevolgen van klimaatverandering (Sjerps & Zwolsman, 2016). Zo zetten zowel frequentere als langer durende periodes met lage afvoeren, als ook korte periodes van hevige regenval die leiden tot afspoeling van verontreinigingen de zuiveringsefficiëntie onder druk.

3.1.2 Van doelstofmeting naar non-target screening

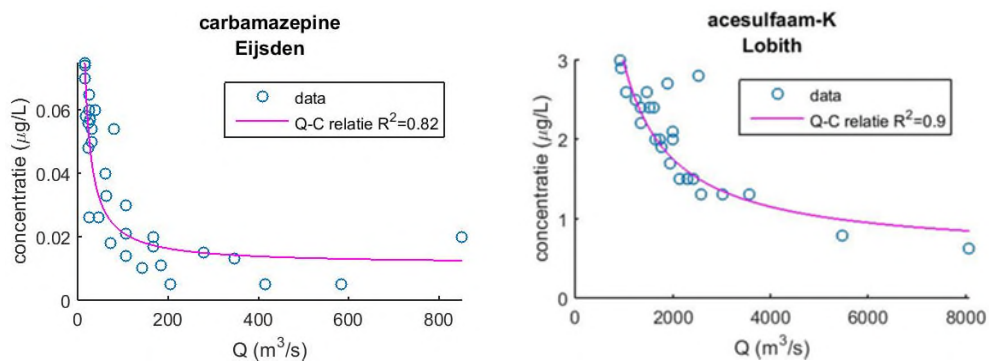
Traditioneel worden stoffen gemonitord door middel van een doelstoffen meting. Deze meting is zeer specifiek en gevoelig voor één stof. Vaak gaat er wat tijd over heen voordat een stof daadwerkelijk frequent wordt gemeten. Door wetenschappelijke ontwikkelingen die er voor zorgen dat er steeds meer mobiele stoffen aanwezig zijn, moeten er ook nieuwe extractietechnieken worden ontwikkeld die de bepaling van deze stoffen mogelijk maken. Nieuwe analytischetechnieken, zogenaamde non-target screening (NTS) op basis van accurate massaspectrometrie [LC-HrMS] (Sjerps et al., 2016b) geven een breder beeld. Hierdoor wordt het mogelijk 'emerging substances' in een vroeger stadium te signaleren en eventueel te identificeren en kwantitatief te volgen (Sjerps et al., 2016b). Het is niet altijd noodzakelijk om tot identificatie over te gaan, want één of meerder accurate massa's vormen een chemische vingerafdruk of

¹ Zoals de zogenaamde non-target screening (NTS) op basis van accurate massaspectrometrie [LC-HrMS]

profiel waarmee de bron eenvoudig is op te sporen. De verwachting is dat LC-HrMS op termijn de monitoring van organische microverontreinigingen in water zal vervangen.

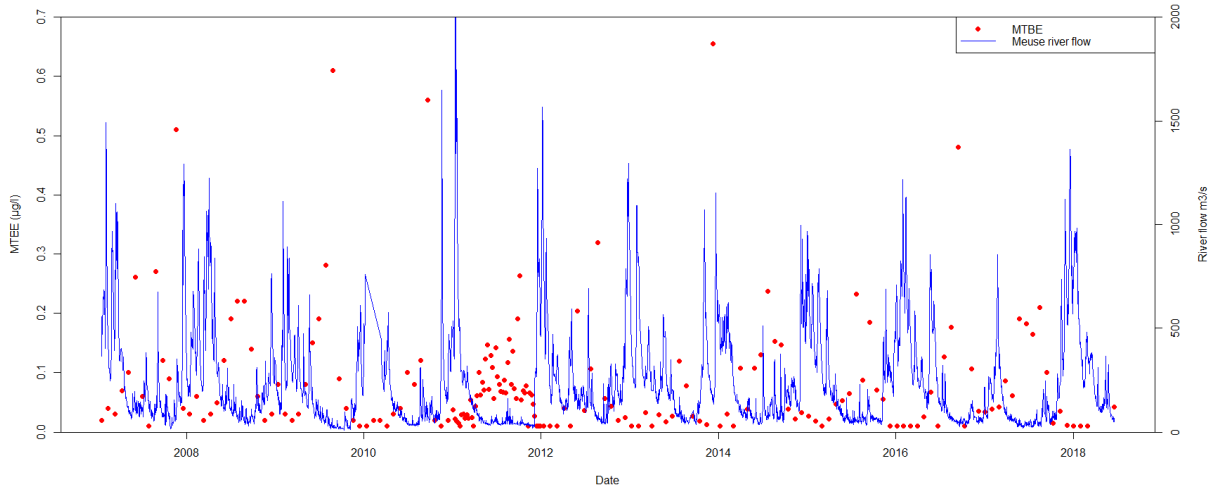
3.1.3 Relatie met klimaatverandering

Klimaatverandering heeft een directe relatie met de problematiek van 'emerging substances', omdat bij lage afvoeren de verdunning van (punt)lozingen navenant afneemt. De concentratie van stoffen die door puntbronnen worden geloosd (bijv. door RWZI's en industriële lozingen) kan dan ook sterk toenemen als de afvoer daalt. Voorbeelden hiervan voor een geneesmiddel en een consumentenmiddel zijn weergegeven in Figuur 3-1 Afvoer-concentratieplots voor carbamazepine (Eijsden) en acesulfaam (Lobith) en de gemodelleerde Q-C relaties (Data 2010-2011) voor relatief droge jaren (2010 en 2011) (Sjerps & Zwolsman, 2016). Zulke relaties kunnen gebruikt worden om de stofconcentraties voor droge jaren in te schatten.



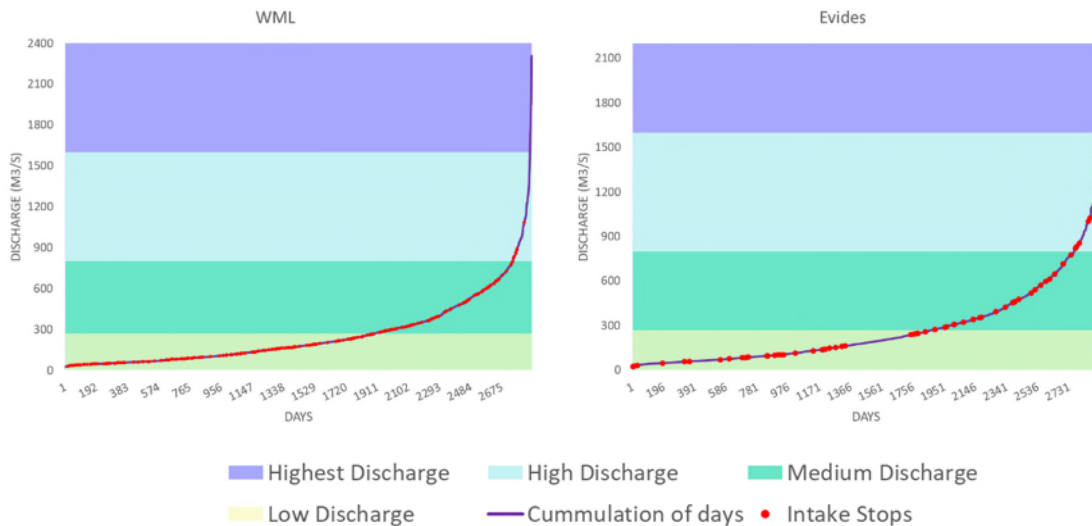
Figuur 3-1 Afvoer-concentratieplots voor carbamazepine (Eijsden) en acesulfaam (Lobith) en de gemodelleerde Q-C relaties (Data 2010-2011) (Sjerps & Zwolsman, 2016).

In Figuur 3-2 concentratie MTBE en afvoer van de Maas bij Eijsden tussen 2007 en 2018 is een voorbeeld van een industriële verontreiniging weergegeven (MTBE in de Maas, Eijsden) waarbij hogere concentraties voorkomen tijdens lagere afvoeren.



Figuur 3-2 concentratie MTBE en afvoer van de Maas bij Eijsden tussen 2007 en 2018.

De hogere concentraties als gevolg van lagere afvoeren leiden regelmatig tot innamestops van het rivierwater voor de productie van drinkwater door Evides en WML (Duque, 2018). Het overgrote deel van de innamestops speelt zich af tijdens lage en gemiddelde afvoer (zie Figuur 3-3). Maar ook extreme afvoer kan leiden tot emissies van stoffen, door bijvoorbeeld afspoeling, en doordat stoffen die bij normaal functioneren van RWZI's goed verwijderd worden, maar tijdens hevige regen al dan niet via de zuivering het oppervlaktewater bereiken. Dit aspect krijgt vaak minder aandacht en is lastiger te modelleren, omdat dit niet een directe relatie met afvoer maar eerder met neerslagintensiteit heeft (Brunsch et al., 2018).



Figuur 3-3 Aantal dagen met innamestop uitgezet tegen de afvoer (data 2010-2017) van de Maas.(Duque et al, 2018).

Om een inschatting te maken van de veranderingen in afvoeren van de Rijn en Maas in de toekomst, zijn in 2016 door Sjerps & Zwolsman op basis van de KNMI-2006 scenario's hydrologische scenario's opgesteld voor de Rijn en Maas (Sjerps &

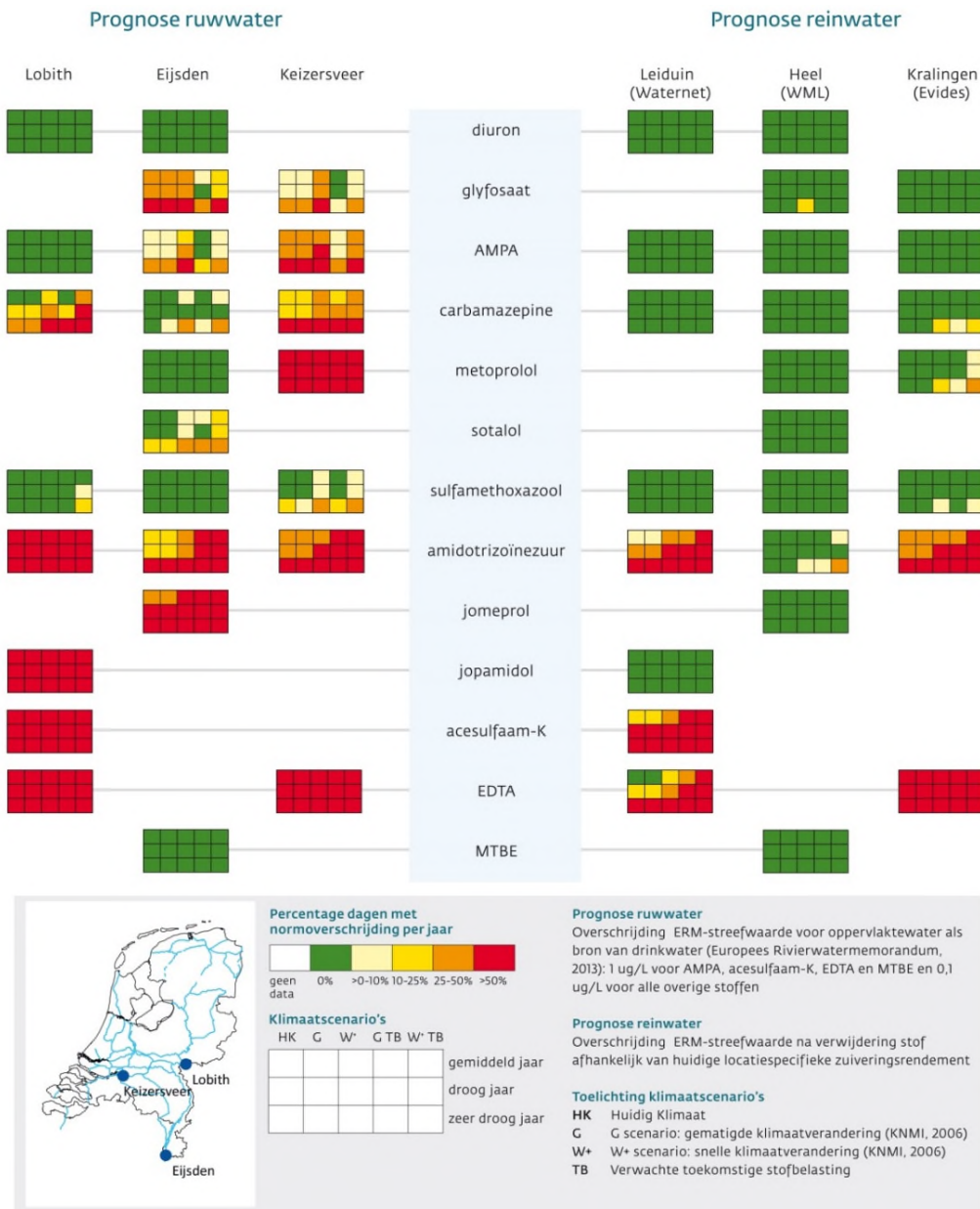
Zwolsman, 2016). Alle scenario's wijzen op een toename van de afvoer van de Rijn en Maas in de periode januari t/m april. In twee scenario's (de 'droge en warme scenario's G+ en W+) neemt de afvoer van de Rijn en Maas (aanzienlijk) af in de maanden juni t/m november. Onder deze "droge" scenario's zal de waterkwaliteit van de Rijn en Maas met betrekking tot "emerging substances" dus verslechteren in de zomer en de herfst (bij gelijkblijvende belasting).

Een ander aspect dat gerelateerd is aan waterkwaliteit en klimaatverandering is het mogelijk ontstaan van nattere situaties, waardoor in de landbouw plagen kunnen optreden en het gebruik van bestrijdingsmiddelen toeneemt of afspoeling van verontreinigingen toeneemt. Maar als het droger wordt, kan het beeld ook kantelen: in een droge zomer groeit onkruid veel trager waardoor er minder hoeft te worden gespoten dan in een natte zomer.

Op basis van bestaande afvoer-concentratierelaties in Rijn en Maas en extrapolatie naar toekomstige afvoeren volgens Deltascenario's zijn projecties gemaakt voor de waterkwaliteit in 2050 (zie **Error! Reference source not found.**), rekening houdend met veranderend stoffengebruik door bijvoorbeeld vergrijzing. De voorspellingen zijn accurater en realistischer dan in de voorgaande rapportage (Sjerps et al., 2016a) door het gebruik van vernieuwde afvoerprojecties en aangepaste afvoer-concentratierelaties, die de invloed van het getij uitsluiten en achtergrondconcentraties meenemen (Sjerps et al., 2016a).

In Figuur 3-4 Grafische weergave van de mate van overschrijding van de norm of signaleringswaarde (oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater) voor verschillende klimaatscenario's (2050) (Sjerps & Zwolsman, 2016). wordt een overzicht gegeven van de ernst van het aantal overschrijdingen van normen of signaleringswaarden van de aandachtstoffen op de verschillende locaties in de projecties. Aan de linkerzijde zijn de resultaten uitgezet van het aantal overschrijdingen in oppervlaktewater bestemd voor drinkwater. Aan de rechterzijde is de vertaling gemaakt naar het uit oppervlaktewater bereide drinkwater, met behulp van de zuiveringsrendementen. Drie stoffen springen eruit: amidotrizoïnezuur, acesulfaam-K en EDTA. Bij zeer droge jaren worden daarnaast de geneesmiddelen carbamazepine, metoprolol, en sulfamethoxazool (Kralingen) niet altijd verwijderd tot onder 0,1 µg/L. Als de zuiveringsrendementen aan de zijde van de afvalwaterzuivering of

drinkwaterzuivering niet verbeteren, zullen deze stoffen steeds meer in het drinkwater worden aangetroffen (Sjerps & Zwolsman, 2016).

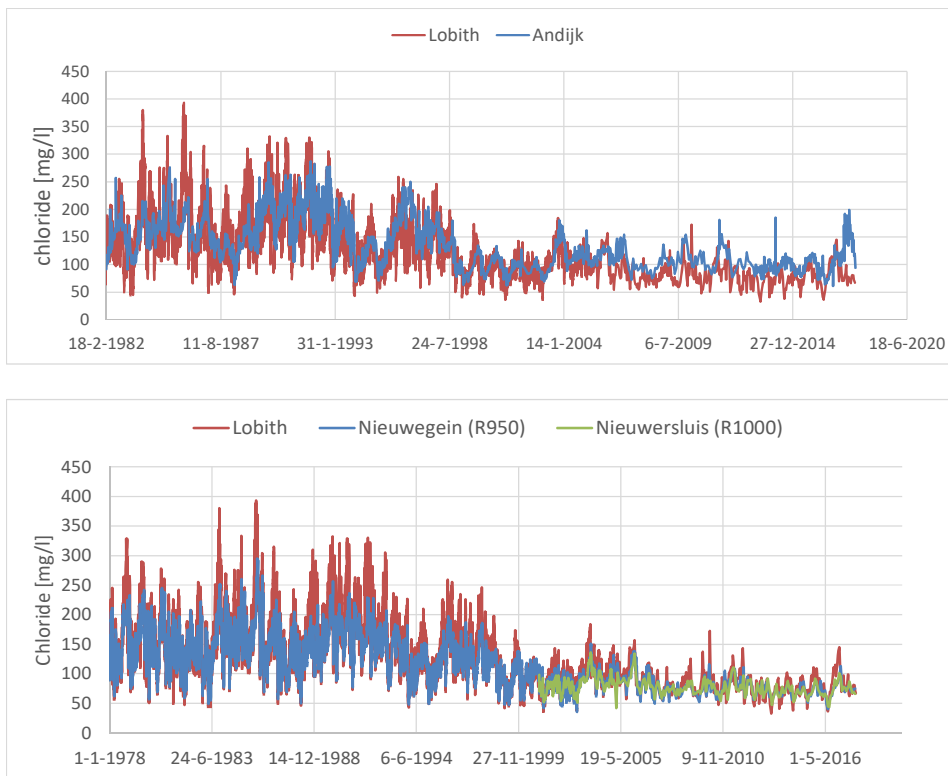


Figuur 3-4 Grafische weergave van de mate van overschrijding van de norm of signaleringswaarde (oppervlaktewater bestemd voor de productie van drinkwater) voor verschillende klimaatscenario's (2050) (Sjerps & Zwolsman, 2016).

3.2 Ontwikkeling chloride in de Rijn

In de jaren 1970 en 1980 was chloride een probleemstof voor de drinkwaterbedrijven met inlaatpunten langs de Rijn. De wettelijke norm voor chlorideconcentraties in drinkwater is 150 mg/l (jaargemiddeld) (Drinkwaterbesluit) en de norm voor infiltratie in duingebieden is 200 mg/l (gedurende maximaal 70 dagen per jaar maximaal 300 mg/l) (Infiltratiebesluit). Figuur 3-5 laat de chlorideconcentraties in de Rijn zien bij Lobith vanaf het begin van de jaren 1980 (Bron: RIWA database Nieuwegein). Te zien is dat de chlorideconcentraties regelmatig boven de wettelijke normen voor gebruik voor

drinkwater uitkwamen. Vanaf de jaren 1990 komt de chlorideconcentratie bij Lobith nog maar zelden boven 150 mg/l, maar het blijft belangrijk om de toekomstige ontwikkelingen in chlorideconcentraties in te schatten. De chlorideconcentraties in de Rijn in de toekomst zijn afhankelijk van de ontwikkelingen in zowel zoutvracht als in de rivierafvoer². Beide variabelen worden in onderstaande paragrafen besproken.



Figuur 3-5 Ontwikkeling chlorideconcentraties bij Lobith (Bron: RIWA) en bij enkele inlaatlocaties van drinkwaterbedrijven (boven Andijk, onder Nieuwegein en Nieuwersluis) (Bron: RIWA database Nieuwegein).

3.2.1 Belasting met chloride

Sinds de jaren 1970 is de chlorideconcentratie in de Rijn sterk afgenomen door afspraken met Duitsland, Frankrijk, Luxemburg en Zwitserland in het Rijnzoutverdrag dat de maximale chloridebelasting en maatregelen bij overschrijding regelt. Pas in de jaren 1990 nam de concentratie flink af en sindsdien is de chlorideconcentratie op

² De vracht van chloride varieert in de tijd, maar chloride is een conservatieve stof met verwaarloosbare reactiviteit en sorptie (Sjerps et al., 2016). Dat betekent dat chloride vrijwel niet reageert met andere stoffen. Zolang de vracht niet te sterk varieert, is er daarom een sterke relatie tussen chloridevracht en rivierafvoer. Sjerps et al. (2016) laten zien dat voor de periode 2008-2012 een goede relatie kan worden gevonden met een R^2 van rond 0,5 die toeneemt naar 0,7 als rekening wordt gehouden met een beperkt aantal uitbijters. Een voorbeeld waardoor dit soort uitbijters kunnen ontstaan is de zogenaamde 'first flush', waarbij na een droge periode de eerste uitspoeling zouter is dan gemiddeld, veroorzaakt door de verdamping in combinatie met beperkte grondwateraanvulling tijdens de droge periode. Analyse van de periode 2014-2017 laat zien dat de gevonden relatie van Sjerps et al. (2016) ook in deze periode vergelijkbare R^2 normen geeft met de periode 2008-2012.

enkele uitschieters na beneden de wettelijke norm van 150 mg/l (jaargemiddeld). Een paar aandachtspunten voor toekomstige chlorideconcentraties zijn:

- De actieve lozingen vanuit de kalimijnen in de Elzas zijn weliswaar gestopt, maar de uitspoeling vanuit het vervuilde grondwater naar de Rijn vormt nog altijd een belasting voor het Rijnwater. O.a. een studie naar belasting met chloride (Région Alsace, 2012) laat zien dat op meetlocaties in de Elzas nog altijd uitspoeling van zout grondwater plaatsvindt, maar dat de meetwaarden in 2009 af waren genomen t.o.v. 2003. In modeling overleg met RIWA wordt bevestigd dat de zoutbelasting vanuit de voormalige kalimijnen afneemt en naar verwachting de komende decennia steeds verder zal afnemen. Dit is gemiddeld, het kan zijn dat de uitspoeling soms tijdelijk toeneemt door lokale omstandigheden.
- Een andere bron van chloride wordt gevormd door de belasting met afvalwater vanuit de steenkoolmijnen in Noordrijn-Westfalen (Duitsland). Dit is grondwater met een hoge zoutconcentratie dat uit de mijnen wordt gepompt. Dit geeft bij de monding van de Wezel hoge concentraties chloride (tot 300 mg/l). De rivierafvoer vanuit de Wezel vormt echter maar een beperkt deel van de totale afvoer van de Rijn (2-5%), waardoor deze bijdrage voor de Rijn zelf geen grote belasting vormt. De laatste steenkoolmijnen zijn in het najaar van 2018 gesloten en de verwachting van RIWA is dat deze zoutbelasting op termijn zal afnemen (mondelijke mededeling RIWA). Zo bleek uit een studie (Projectgroep GS-ZL, 2016) naar de effecten van steenkolenwinning in Zuid-Limburg dat bij stoppen van bemaling de belasting sterk afnam. In de loop van decennia kan het zijn dat stijgend mijnwater infiltreert in de bovenliggende watervoerende lagen, waaruit afstroming richting de rivieren kan plaatsvinden. Deze belasting zal nooit zo groot worden als de oorspronkelijke belasting door lozing van bemalingswater (Projectgroep GS-ZL, 2016).

In conclusie betekent bovenstaande dat het de verwachting is dat de zoutbelasting op de Rijn in het slechtste geval de komende decennia vergelijkbaar blijft met de huidige situatie en in het beste geval verbetert. Er worden geen grote nieuwe bronnen voorzien (mondelijke mededeling RIWA).

3.2.2 Toekomstige rivierafvoer

Waar de belasting met chloride naar verwachting afneemt, neemt de kans op lage afvoeren de komende decennia (zeker in de zomer) toe.

Op basis van de Deltascenario's 'RUST' en 'STOOM' is door Rijkswaterstaat een projectie gemaakt voor het zichtjaar 2050 voor de periode 1967 tot en met 2007 van de gemiddelde dagafvoeren in de Rijn bij Lobith en de Maas bij Eijsden (Sjerps et al., 2016b)³. Het scenario 'RUST' is een combinatie van het KNMI'14-scenario GL en beperkte groei van economie en bevolking, het scenario 'STOOM' is een combinatie van het KNMI'14-scenario WH en sterke groei van economie en bevolking. De projecties voor de jaren 1967 (normaal jaar), 1976 (zeer droog jaar) en 1989 (droog jaar) voor de afvoer in de hydrologische zomer (april tot en met september) laten een wisselend beeld zien met afnames in de rivierafvoer met zo'n 20% in het scenario 'STOOM' tot helemaal geen verschil in afvoer in het scenario 'RUST'. De laagste afvoeren in die

³ De Deltascenario's zijn opgesteld voor de zichtjaren 2050 en 2085. In 2050 gaat het scenario 'RUST' uit van een gemiddelde temperatuurstijging van 1 graad Celsius, terwijl 'STOOM' uitgaat van een gemiddelde temperatuurstijging van 2 graden. Voor de periode 1967-2007 zijn gemiddelde dagafvoeren berekend met een hydrologisch model voor het referentieklimaat en de deltasenario's conform het zichtjaar 2050. Dat betekent dat voor ieder jaar in deze 40-jarige periode kan worden bekeken hoe de dagafvoer was in het referentieklimaat en hoe dat zou zijn geweest in het mogelijke klimaat rond 2050. Typische jaren zijn bijvoorbeeld 1967 (normaal jaar), 1989 (droog jaar) en 1976 (extreem droog jaar).

projecties (over een periode van 40 jaar vanaf 1967) laten een afname zien van 760 m³/s naar 600 m³/s (STOOM) zien. De rivierafvoer in de zomer wordt bepaald door de neerslagafvoer in het stroomgebied en door het smeltwaterdebiet vanuit de Alpen. Deze tweede term gaat naar alle waarschijnlijkheid afnemen, waardoor de Rijn zich meer als een regenrivier gaat gedragen. De huidige minimum gemeten afvoer ligt rond 600 m³/s (o.a. 1947).

Uitgaande van een vergelijkbare belasting met zout en de gevonden relatie tussen debiet en zoutvracht, zou dit voor de toekomst chlorideconcentraties in de orde van 150-175 mg/l chloride betekenen met de kanttekening dat de spreiding rond de gevonden relatie aanzienlijk is.

3.3 Verziltiging van het IJsselmeer

Het IJsselmeer is een belangrijke bron van zoet water voor een groot deel van Nederland. Voor de drinkwatervoorziening is het IJsselmeer een belangrijke bron van water voor PWN middels de inlaatlocatie bij Andijk (zie 2.5). Deze inlaatlocatie is in de knelpuntenanalyse van Klijn et al. (2012) naar voren gekomen als potentieel knelpunt met overschrijdingen van de waarde van 150 mg/l in droge jaren (de jaargemiddelde chloridenorm bij innamepunten voor de drinkwatervoorziening is 150 mg/l). In zeer droge jaren kan hier in het huidige klimaat een overschrijding van ca. 100 dagen zijn, toenemend tot ca. 150 dagen in een zeer droog jaar in het W+ scenario (KNMI-2006).

Bronnen van hoge chlorideconcentraties in het IJsselmeer zijn:

- Aanvoer van water met hoge chlorideconcentraties vanuit de IJssel;
- Verdamping, zie ook Van Vossen et al. (2019);
- Schutverliezen bij sluizen;
- Kwel;
- Lekstroom uit vismigratie bevorderende maatregelen.

Aangezien zout water zwaarder is dan zoet water, komt dit zoute water terecht op de bodem van het IJsselmeer in dieper gelegen delen (zogenaamde 'zoutputten') waaruit het bij spuien weer naar de Waddenzee wordt gespoeld. Naast een hogere chlorideconcentratie door hogere achtergrondconcentraties in de aanvoer vanuit de IJssel, ontstaan er dus pas problemen als er langere tijd niet kan worden gespoeld. Dan ontstaan er zoutwaterlagen die afhankelijk van wind en doorstroming door het IJsselmeer bewegen en/of mengen met het zoete water.

Recente externe ontwikkelingen:

- Het nieuwe Peilbesluitbesluit Flexibel Peilbeheer is in werking getreden in 2018 (INFRAM, 2018). Met dit peilbesluit kan gedurende een langere periode in de hydrologische zomer het peil worden opgezet. Dit geeft een zoetwaterbuffer in droge periodes en biedt ook de kans om langer te kunnen doorgaan met spuien in droge periodes.
- De Afsluitdijk voldeed tot nu toe nog niet aan de Deltanormen, waardoor het risico op bezwijken groter was dan de norm. Ten tijde van deze rapportage wordt gewerkt aan de vernieuwing van de Afsluitdijk. In de Afsluitdijk wordt ook een visrivier aangelegd, waarmee vis makkelijker tussen de Waddenzee en het IJsselmeer kan migreren. Een lekstroom vanuit deze visrivier zal een kleine bron van chloride vormen, maar zolang er gespoeld kan worden is dit naar verwachting geen probleem.
- Er wordt gesproken over een mogelijke zandwinningslocatie, maar de MER (Schellingen en Straatsma, 2015) laat zien dat er geen toename van

chlorideconcentraties te verwachten is en PWN ziet geen risico voor de drinkwatervoorziening.

3.4 Verzilting van de Rijn-Maas delta

3.4.1 Verzilting van de Nieuwe Maas

De Nieuwe Maas staat in open verbinding met de Noordzee, wat betekent dat de indringing van zout water in principe alleen bepaald wordt door de druk vanuit zee (zeespiegelstand en stormopzet) en druk vanuit de rivieren (rivierafvoer). Daarom is een belangrijk deel van het waterbeheer in Nederland erop gericht om voldoende water af te voeren via de Nieuwe Maas. Wel is er een trappensysteem op de bodem van de Nieuwe Waterweg aanwezig om de binnendringing van de zouttong (langs de bodem, omdat zout water zwaarder is dan zoet water) tegen te gaan. Desondanks kan zeker in periodes met lage rivierafvoer de zoutindringing aanzienlijk zijn en verzilting optreden tot ver op de Hollandse IJssel en de Lek en in extreme gevallen zelfs tot het Haringvliet.

In onderstaande paragrafen worden de voor de drinkwatersector belangrijkste locaties beschouwd. Vanuit het Brielse Meer levert Evides industriewater. Dit watersysteem is gevoelig voor verzilting en is als knelpunt aangemerkt in Klijn et al. (2012). Overigens is de verwachting dat de problemen tot 2050 beperkt blijven tot alleen extreem droge jaren. Ter illustratie, afgelopen zomer 2018 hebben zich geen problemen met chlorideconcentraties en watervoorziening voorgedaan⁴. Er ligt een maatregelenpakket voor optimalisatie van het watersysteem, maar uitvoering van de maatregelen moet nog plaatsvinden.

3.4.2 Haringvliet

Het Haringvliet heeft een belangrijke rol in het waterbeheer van West-Nederland. Via de Haringvlietsluizen wordt water afgevoerd naar de Noordzee. In periodes met lage rivierafvoer (<1500 m³/s bij Lobith) worden deze sluisen echter dichtgezet. Hiermee wordt zoveel mogelijk water afgevoerd via de Nieuwe Maas, waardoor de indringing van de zouttong wordt vertraagd.

Het Haringvliet heeft te maken met verschillende externe ontwikkelingen, met als voornaamste:

- Kierbesluit in werking (2018). In het najaar van 2018 is het Kierbesluit officieel in werking getreden. Dit besluit houdt in dat in tijden van voldoende afvoer de Haringvlietsluizen "op een kier" worden gezet, zodat niet alleen water naar de Noordzee wordt gespuid, maar ook een beperkte hoeveelheid zout water naar binnen kan stromen. De afspraak in het Kierbesluit is dat wordt ingezet op een doordringing van het zoute water tot maximaal de denkbeeldige lijn van Middelharnis naar de monding van het spui. Dit betekent dat het inlaatpunt Scheelhoek (Stellendam) binnen de verziltingszone zou vallen, waarop besloten is om dit inlaatpunt landinwaarts te verplaatsen naar de omgeving van Stad aan het Haringvliet. Er is nu sprake van een leerperiode, waarin stapsgewijs het effect van beheer wordt gemonitord en indien nodig bijgesteld. Op dit moment (voorjaar 2019) geeft Evides aan dat dit probleemloos verloopt. Wel blijft alertheid geboden; als er iets fout gaat in het beheer, waardoor chlorideconcentraties oplopen, dan kan de hersteltijd aanzienlijk zijn (maanden).
- Verzilting van het Volkerak-Zoommeer: dit is opgenomen in de Deltabeslissing (2014). Echter, eind 2018 is besloten tot uitstel tot minimaal 2032, vanwege

⁴ <https://www.waterforum.net/peilverhoging-brielse-meer-pakt-goed-uit-voor-rotterdamse-industrie/>, geraadpleegd 3-4-2019.

prioritering van zoetwatermaatregelen n.a.v. de gevolgen van de droogte in 2018⁵. De verzilting van het Volkerak heeft impact op de chlorideconcentraties in het Haringvliet, omdat lekstromen nooit 100% kunnen worden voorkomen en het concentratieverschil tussen een zout Volkerak en een zoet Haringvliet aanzienlijk is. Echter, Evides heeft aangegeven dat noodzakelijke mitigerende maatregelen in overleg met Rijkswaterstaat worden getroffen (bv. schutverliesbeperkende maatregelen bij sluizen en uitbreiding van de voorzuivering). Deze ontwikkeling wordt door Evides dan ook niet als een probleem ervaren en veroorzaakt geen potentieel knelpunt.

De drinkwaterinlaat voor Beerenplaat in het Spui (verbinding tussen het Haringvliet en de Oude Maas) wordt in de knelpuntenanalyse van Klijn et al. (2012) in het huidige klimaat al als kwetsbaar aangemerkt in zeer droge jaren en dat wordt niet anders bij klimaatverandering.

3.4.3 Noordzeekanaal en Amsterdam-Rijnkanaal

In het huidige klimaat is het innamepunt Nieuwegein in het Lekkanaal niet gevoelig voor verzilting vanuit het Noordzeekanaal. Klijn et al. (2012) hebben berekend dat in het W+ scenario in droge en extreem droge jaren 13 tot 42 dagen een overschrijding van de drinkwaternorm van 150 mg/l (jaargemiddelde norm voor inname van drinkwater) kan ontstaan, doordat er dan vrijwel geen afvoer meer plaatsvindt via de stuw bij Hagestein. Dit is in een herziening in 2013 (Zwolsman et al., 2014) naar boven bijgesteld tot 37 tot 115 dagen. De voorspelde piekconcentraties liggen echter ver onder de norm van 300 mg/l voor het Infiltratiebesluit en naar verwachting levert dit geen probleem op voor de bedrijfsvoering (Zwolsman et al., 2014).

Op dit moment (naar verwachting is de nieuwe zeesluis in 2022 klaar⁶) wordt gewerkt aan een nieuwe zeesluis bij IJmuiden. In de MER (Dorrestein, 2014) is berekend dat er een risico bestaat op uitbreiding van de zouttong van het Noordzeekanaal richting het Amsterdam-Rijnkanaal. Ter Maat et al. (2015) hebben berekend dat er een extra doorspoeling met 20 m³/s nodig is om verzilting van de drinkwaterinlaat bij Nieuwersluis te voorkomen. Het innamepunt Nieuwersluis vormt onderdeel van de rivier/plassenwaterleiding van Waternet en wordt gebruikt als de winning uit de Bethunepolder niet toereikend is (gebiedsdossier Waterwinning Bethunepolder en Nieuwersluis, provincie Utrecht, 2013).

3.4.4 Lek ten westen van stuw Hagestein

Dit deel van de Lek is bijzonder, omdat hier meerdere processen een rol spelen. De monding in de Nieuwe Maas zorgt voor achterwaartse verzilting vanuit zee⁷. Hoe ver stroomopwaarts deze verzilting optreedt, hangt af van de afvoer in de Lek. De afvoer over het westelijk deel van de Lek wordt beheerd bij de stuw Hagestein. Stuw Hagestein staat in het huidige waterbeheer bij lage rivierafvoeren meestal dicht t.b.v. de scheepvaart op de Waal. Naast de drinkwatervoorziening is het ook voor de zoetwatervoorziening van West-Nederland van belang om dit deel van de Lek zoet te houden, omdat vanuit gemaal de Koekoek de Klimaatbestendige Water Aanvoer (KWA) plaatsvindt, waarmee zoet water richting West-Nederland wordt gebracht.

Langs de Lek liggen verschillende innameplaatsen:

⁵ <https://www.zwdelta.nl/nieuws/tot-2032-nog-geen-budget-beschikbaar-voor-een-zout-volkerak-zoommeer>, geraadpleegd 14-3-2019.

⁶ <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/ijmuiden-bouw-nieuwe-grote-zeesluis/index.aspx>, geraadpleegd 11-4-2019.

⁷ Dit wordt achterwaartse verzilting genoemd, omdat de bron stroomafwaarts ligt (de zee).

- In het mondingsgebied liggen de oevergrondwaterwinningen Ridderkerk (langs de Noord), Lekkerkerk en Nieuw-Lekkerkerk van Oasen.
- In het overgangsgebied liggen de oevergrondwaterwinningen Schoonhoven en Bergambacht van Oasen en het innamepunt Bergambacht van Dunea. Dit laatste innamepunt is geen oevergrondwaterwinning, maar er wordt oppervlaktewater gewonnen dat vervolgens wordt geïnfilteerd in de duinen. De waterkwaliteit moet daarmee voldoen aan het Infiltratiebesluit.

De oevergrondwaterwinningen in het mondingsgebied zijn ook in het huidige klimaat al gevoelig voor achterwaartse verzilting vanuit de Nieuwe Waterweg bij zeer droge jaren; bij klimaatverandering zal in het W+ scenario ook in droge jaren verzilting optreden (Klijn et al., 2012, Zwolsman et al., 2014). De chlorideconcentratie in het opgepompte grondwater wordt bepaald door de gemiddelde chlorideconcentratie in de Lek over vele jaren (Grakist et al., 2004). Een piek in de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater wordt door bodempassage afgevlakt en uitgesmeerd over een langere periode. Echter, als regelmatig pieken in chlorideconcentraties optreden, zal de chlorideconcentratie van het opgepompte water langzaam oplopen.

De oevergrondwaterwinningen in het overgangsgebied komen ook bij het W+ scenario niet in gevaar (Zwolsman et al., 2014), omdat de verzilting daar beperkter blijft en alleen in extreme jaren verwacht wordt.

Het innamepunt bij Bergambacht is gevoeliger voor piekconcentraties dan de oevergrondwaterwinningen. Of verzilting hier optreedt, hangt echter af van het beheer van de Stuw Hagestein. Modelberekeningen laten zien dat bij voldoende doorstroming de pieken in chlorideconcentratie sterk verminderen (Hydrologic, 2018). In 2018 is dit punt gedurende twee maanden (augustus en september) gebruikt. Gedurende deze periode heeft de stuw bij Hagestein open gestaan. Metingen van het drinkwaterbedrijf lieten in die periode zien dat de achterwaartse verzilting het inlaatpunt niet had bereikt en dat de chlorideconcentraties het patroon van Lobith volgden (mondelinge mededeling G. Zwolsman, Dunea). De waterverdeling in West-Nederland en daarmee het beheer van Stuw Hagestein is onderdeel van de analyses binnen het Deltaprogramma Zoetwater (o.a. Mens et al., 2018). Alertheid blijft dan ook geboden.

3.5 Hoge watertemperaturen

Hoge watertemperaturen kunnen schadelijk zijn voor het ecosysteem en zijn ook voor de drinkwatervoorziening ongewenst, omdat dit aanleiding kan geven tot de groei van ziekteverwekkende (pathogene) organismen in het leidingnet, en de smaak nadelig kan beïnvloeden. Om die reden stellen zowel het (Nederlandse) Waterleidingbesluit als het (Europese) Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water (BKMW) een maximale temperatuur van 25°C voor oppervlaktewater dat wordt gebruikt voor de bereiding van water voor menselijke consumptie. Hoge oppervlaktewatertemperaturen (>25°C) vormen daarmee een bedreiging voor de directe productie van drinkwater uit oppervlaktewater. Daarnaast heeft temperatuur een effect op de zuiveringsprocessen die worden toegepast bij drinkwaterbereiding (Zwolsman et al., 2014).

Voor de oppervlaktewatertemperatuur in Nederland valt een stijging te verwachten in de komende periode. Dit is enerzijds een gevolg van een veranderend klimaat (verminderde afvoer en toename luchttemperatuur in de zomer), anderzijds wordt de temperatuurstijging in de grote rivieren ook bepaald door lozingen van koelwater door energiecentrales. Hierdoor is te verwachten dat de 25-gradengrens vaker overschreden zal worden. In 2011 zijn er voor de te verwachten oppervlaktewatertemperatuur

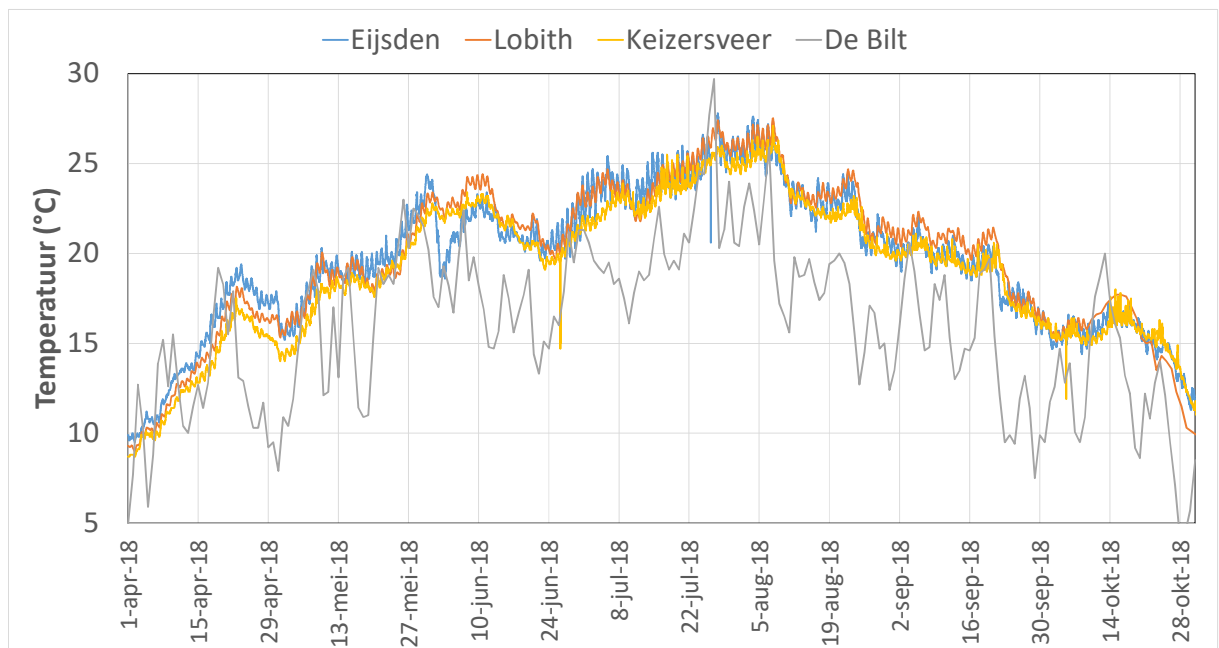
modelberekeningen uitgevoerd door Deltares (Kielen et al., 2011), op basis waarvan een knelpuntenanalyse is uitgevoerd door KWR. Hieruit komt naar voren dat in een extreem droog jaar de 25-gradengrens in alle klimaatscenario's ernstig wordt overschreden (>3°C) in de zomerperiode. In het zogenaamde W+-scenario (warm met verandering van atmosferische circulatie) kunnen dergelijke zomerse overschrijdingen ook verwacht worden in een gemiddeld of een droog jaar. Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat het gehanteerde temperatuurmodel is getoetst middels kalibratie en validatie tot een maximale watertemperatuur van 24 °C. Prognoses boven de 25 °C vallen dus buiten het bereik waarvoor het model is gevalideerd (Zwolsman et al., 2011). Hoewel de absolute getallen mogelijk kunnen afwijken, geeft dit model in ieder geval een duidelijke indicatie dat overschrijding van de 25-gradengrens in de toekomst vaker een knelpunt kan gaan worden.

De gemodelleerde toename van de oppervlaktewatertemperatuur is ook terug te zien in de metingen: over de afgelopen honderd jaar is de gemiddelde oppervlaktewatertemperatuur van de Maas en de Rijn met bijna drie graden toegenomen, en hiermee is ook de frequentie van de overschrijdingen van de 25-gradengrens toegenomen (CLO, 2019a). In Tabel 3-1 is te zien dat er een duidelijke afname is van het jaargemiddelde aantal dagen met een oppervlaktewatertemperatuur onder de 5°C, en een duidelijke toename van het jaargemiddelde aantal dagen met een temperatuur boven de 20 en 25°C. In dezelfde periode is de luchttemperatuur met 1,7°C gestegen, wat aangeeft dat een deel van de opwarming uit andere bron komt, namelijk koelwater. Elektriciteitsbedrijven zijn verantwoordelijk voor tweederde van het oppervlaktewatergebruik in Nederland, wat vrijwel volledig voor koelwater wordt gebruikt. Wel is het zo dat er sinds 2003 steeds meer zout oppervlaktewater wordt gebruikt voor koeling; vanaf 2016 komt meer dan de helft van het ingenomen koelwater uit zoute wateren. Reden hiervoor is het vanaf 2010 in bedrijf komen van grote (voornamelijk steenkool gestookte) elektriciteitscentrales aan de kust en bij zeehavens, terwijl in diezelfde periode centrales landinwaarts juist uit bedrijf zijn genomen (CLO, 2019b).

Tabel 3-1. Oppervlaktewatertemperatuur (gemeten) in de Rijn bij Lobith en de Maas bij Eijsden in de periode 1911-1920 vergeleken met de periode 2008-2017. Bron: CLO, 2019a.

	Rijn bij Lobith		Maas bij Eijsden	
	1911-1920	2008-2017	1911-1920	2008-2017
Jaargemiddelde (°C)	11,0	13,8	11,8	14,0
Aantal dagen/jaar				
Lager dan 5 C	77	26	53	18
Hoger dan 20 °C	22	86	32	81
Hoger dan 25 °C	0	3	1	2

Het jaar 2018 was weer opvallend warmer en droger dan de voorgaande jaren. Wanneer deze temperaturen worden vergeleken met de daggemiddelde luchttemperatuur over dezelfde periode, dan valt op dat de temperaturen van het oppervlaktewater systematisch hoger zijn (Figuur 3-6), wat mede het gevolg is van de eerder genoemde koelwaterlozingen.



Figuur 3-6. Temperatuur in de periode 1 april 2018 - 31 oktober 2018: oppervlaktewatertemperatuur in de Maas bij Eijsden en in de Rijn bij Lobith, en daggemiddelde luchttemperatuur gemeten in De Bilt. Data: RWS en KNMI (2019).

In de zomerperiode van 2018 kwam de gemiddelde oppervlaktewatertemperatuur in de Rijn bij Lobith 18 dagen boven de 25-gradengrens, en in de Maas bij Eijsden 14 dagen (Figuur 3-6). De watertemperatuur is in 2018 niet boven de 28 graden gekomen: dit is de watertemperatuur waarbij centrales geen koelwater meer mogen innemen. Bij de innamepunten voor drinkwater waren de temperaturen vaak weer net wat lager dan op de punten waar de grote rivieren het land binnenkomen: vergelijk bijvoorbeeld Keizersveer (inname vanuit de Maas naar spaarbekkens Brabantse Biesbosch) met Eijsden (Figuur 3-6). Menging in waterbekkens en bodempassage zullen een dempend effect hebben op deze extreme watertemperaturen (zie ook Zwolsman, 2008). Verschuiving van de koelwatervraag van de binnenwateren naar het kustwater lijkt in ieder geval effectief om de extreem hoge temperatuur enigszins in de hand te houden, maar het is de vraag in hoeverre dit afdoende zal blijven bij verdere toename van de luchttemperatuur en lagere rivierafvoeren.

Van de drinkwatertemperatuur aan de tap zijn in 2018 regelmatig overschrijdingen geconstateerd. Onderzoek van KWR heeft laten zien dat dit kan voorkomen bij zowel drinkwater uit grondwater als bij drinkwater uit oppervlaktewater, wat erop wijst dat opwarming van het drinkwater tijdens distributie een niet te onderschatten factor is (Van Vossen-Van den Berg et al., 2019). Hierbij spelen naast klimaatverandering ook zaken als een toename van bijvoorbeeld elektriciteitsleidingen voor elektriciteit, transformatorstations en warmtetransport in de ondergrond. Dit wijst erop dat beheersing van de mogelijke risico's van opwarming een steeds belangrijker onderwerp zal gaan worden. In een risico-analyse voor de Nederlandse situatie blijkt temperatuur onverminderd belangrijk voor groei van de belangrijkste opportunistische pathogenen (Zwolsman et al., 2014). Hierbij is nog niet altijd even duidelijk hoe hard de 25-gradengrens daadwerkelijk is: voor bijvoorbeeld *Legionella pneumophila* lijkt de kritische grens voor vermeerdering 28 °C te zijn, maar voor veel andere opportunistische pathogenen is dit nog niet duidelijk (Van Bel, 2017). Ook is nog niet

duidelijk of deze pathogenen in staat zijn zich te vermeerderen in een dynamische omgeving met andere bacteriën, zoals in het leidingnet (van der Wielen, 2014). Daarom gaat KWR in 2019 nieuw bedrijfsonderzoek uitvoeren om een beter beeld te krijgen van de daadwerkelijke microbiologische risico's van toenemende temperaturen. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op dergelijke microbiologische risico's.

3.6 Microbiologische risico's

Oppervlaktewater bevat van nature micro-organismen. Risico's van deze micro-organismen bestaan met name uit toxineproducerende bacteriën, en pathogenen van fecale oorsprong, die infecties kunnen veroorzaken. De concentratie micro-organismen (en hun producten) in het oppervlaktewater is onder andere afhankelijk van de mate van belasting met fecaliën en met nutriënten, van de verblijftijd en van groei en overleving van micro-organismen waarbij temperatuur een belangrijke rol speelt (zie ook paragraaf 3.5).

Voor wat betreft toxische stoffen zijn cyanobacteriën in oppervlaktewater het meest relevant voor de drinkwaterproductie. De term cyanobacteriën (ook wel blauwalgen genoemd) beschrijft een diverse groep fototrofe⁸ bacteriën die in staat zijn tot grote dichtheden te groeien in oppervlaktewater. Diverse soorten zijn in staat om te kunnen drijven aan het oppervlak, waarbij drijfvlagen kunnen ontstaan die een groot deel van het beschikbare wateroppervlak bedekken. Enkele soorten kunnen toxische stoffen produceren die gevaar opleveren voor mens en dier, onder andere door huidirritatie, leverschade of verlamingsverschijnselen te veroorzaken, en bovendien bij langdurige blootstelling tot Alzheimerachtige verschijnselen kunnen leiden. De combinatie van hoge dichtheden met potentiële toxineproductie maakt dat cyanobacteriën een aanzienlijk gezondheidsrisico kunnen vormen en is regelmatig aanleiding geweest om zwemwaterlocaties te sluiten (Zwolsman et al., 2014).

Problemen met cyanobacteriën zijn vooral te verwachten bij een combinatie van hoge nutriëntconcentraties, hoge watertemperaturen en stilstaand water. In de grote rivieren is al langere tijd sprake van een afname van de vermessing (eutrofiëring), hoewel stikstof- en fosforconcentraties nog niet altijd op de norm liggen van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) (CLO, 2019c). In de drinkwaterbekkens kunnen cyanobacteriën door maatregelen als beluchting over het algemeen goed beheerd worden. Verder zijn er in het zuiveringsproces meerdere barrières aanwezig voor de verwijdering van cellen en/of cyanotoxines. Het is daarom niet te verwachten dat cyanobacteriën en/of cyanotoxines in het ruwe water problemen op zullen leveren voor de drinkwaterkwaliteit (Vernooij et al., 2011; Kardinaal, 2013). Hierbij dient echter wel opgemerkt te worden dat het meeste onderzoek zich heeft toegespitst op slechts één toxine, namelijk de meest toxische variant van microcystine, microcystine-LR. De wereldgezondheidsraad (WHO) heeft voor microcystine-LR in drinkwater een voorlopige maximaal toelaatbare concentratie opgesteld van $1 \mu\text{g L}^{-1}$ op basis van de mogelijke carcinogeniciteit (Vernooij et al., 2011; WHO, 2003; WHO, 2011). Over andere cyanotoxines (met al dan niet andere werkingsmechanismen), en hun gedrag in de zuivering is nog nauwelijks iets bekend, en bovendien worden ieder jaar nog nieuwe cyanotoxines ontdekt. Daarnaast zullen cyanobacteriën blijven toenemen als gevolg van klimaatverandering (Paerl & Huisman 2008), het blijft echter de vraag hoe ernstig de effecten zullen zijn voor de drinkwaterwinning (Zwolsman et al., 2014).

⁸ Fototroof wil zeggen dat organismen licht als energiebron gebruiken en daarnaast anorganische verbindingen opnemen om van te leven.

Minder acuut, maar wel relevant voor de drinkwaterproductie, zijn micro-organismen die stoffen produceren die een effect op organoleptische kwaliteit van het water hebben. Deze stoffen zijn niet toxisch maar kunnen in zeer lage concentraties al opgemerkt worden, bijvoorbeeld als een gronderige geur of smaak. De meeste overlast wordt hierbij veroorzaakt door de stoffen geosmine en 2-methylisoborneol, welke worden geproduceerd door bepaalde bacteriegroepen, met name *Streptomyces* (actinomyceet) en verschillende soorten cyanobacteriën. Omdat cyanobacteriën verwacht worden toe te nemen als gevolg van klimaatverandering, zou dit tevens kunnen leiden tot een toename in deze stoffen. Vooral nog lijken deze stoffen afdoende verwijderd te kunnen worden in het waterzuiveringsproces (Jüttner & Watson, 2007).

Pathogenen van humane of dierlijke fecale oorsprong kunnen via diverse routes in het oppervlaktewater terechtkomen: via lozing van ruw of behandeld afvalwater, door afspoeling van land of direct, zoals via vogels in het water. Met name de grote rivieren zijn gevoelig voor fecale verontreiniging, omdat deze door dicht bevolkte gebieden stromen met diverse humane, dierlijke en industriële afvalstromen. In het oppervlaktewater treedt in de loop der tijd afsterving op of een afname van de infectiviteit (inactivatie), afhankelijk van het soort pathogeen, verblijftijd en temperatuur. Een toename in temperatuur kan daarom diverse effecten hebben: enerzijds neemt de inactivatie van bacteriën, virussen en parasieten toe, maar anderzijds kunnen opportunistische pathogenen sneller groeien. Ook kunnen al dan niet door klimaatverandering veroorzaakte verschuivingen in de bronpopulatie optreden (veranderingen in soorten, aantallen, gedrag), wat kan leiden tot andere zoönosen (humane pathogenen afkomstig van dieren). Verder kan een meer extreem neerslag patroon leiden tot een hogere belasting met opportunistische pathogenen, o.a. door riooloverstorten, verminderde werking van zuiveringsinstallaties, oppervlakkige afspoeling van fecaliën en (bij door neerslag verhoogde afvoer) opwerveling van pathogenen vanuit het sediment. Vooral nog blijken de huidige drinkwaterzuiveringen voldoende effectief om een eventuele toename van opportunistische pathogenen zodanig te reduceren dat er geen gevaar ontstaat voor de volksgezondheid (Zwolsman et al., 2014).

4 Innamestops en buffercapaciteit

Alle oppervlaktewaterbedrijven hanteren criteria voor de inname van oppervlaktewater. Deze criteria hebben betrekking op fysische, chemische en/of biologische parameters van het in te nemen water. Wanneer één van deze criteria wordt overschreden, wordt de inname doorgaans gestaakt. De mogelijkheden om bij het staken van de inname de productie van drinkwater voort te zetten, verschillen sterk per drinkwaterbedrijf. In dit hoofdstuk gaan we hierop per bedrijf nader in. De informatie is gebaseerd op input van de betrokken drinkwaterbedrijven.

4.1 Waterleidingmaatschappij Limburg (WML)

4.1.1 Innamecriteria en innamestops

WML heeft een innamelocatie bij Heel met een mogelijke jaarafzet van 20 miljoen m³. De voornaamste reden voor een innamestop is een slechte waterkwaliteit (door te hoge concentraties van zowel bekende als onbekende stoffen). WML hanteert innamecriteria die zijn afgeleid van de Drinkwaterregeling, ontheffingswaarden en het infiltratiebesluit. Deze innamecriteria zijn harde criteria. Dat wil zeggen dat deze door WML worden gerespecteerd zolang er voldoende back-up voorhanden is. Zodra ook de back-up niet meer toereikend dreigt te worden, zal opnieuw een afweging moeten worden gemaakt waarbij ook Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) wordt geraadpleegd.

Het innamewater moet voldoen aan de kwaliteitseisen zoals vastgelegd in het operationeel storingsbeheersplan (OSB) van WP Heel. Het Maaswater wordt meerdere malen per week uitgebreid gescreend op respectievelijk polaire, apolaire en vluchtige organische stoffen (bekend of onbekend). Voor bekende stoffen gaat het om enkele tientallen industriële en huishoudelijke verontreinigingen en bestrijdingsmiddelen. Het resultaat is snel beschikbaar en leidt tot het signaal innemen of niet innemen. Daarnaast is een (bio)monitoringsysteem operationeel waarbij organismen ingezet worden om de waterkwaliteit te bewaken. De biomonitoring verricht met een hoge frequentie online metingen om de waterkwaliteit te bewaken. Bij een alarm van een van de biologische bewakingsystemen wordt de inname direct automatisch gestaakt.

Tabel 4-1 geeft een overzicht van de innamestops bij WP Heel sinds 2003. Uit dit overzicht blijkt dat de inlaat steeds vaker wordt gesloten, van 40 dagen in 2003 tot 227 dagen in 2015. Calamiteiten (Pyrazool in 2015, MTBE in 2005, "MW43" in 2003) zijn een belangrijke reden om geen water in te nemen. Het effect van een calamiteit op de waterkwaliteit wordt versterkt bij lage afvoer en om die reden bestaat er een relatie tussen het sluiten van de inname en klimaatverandering.

Tabel 4-1. Overzicht van innamestops bij WP Heel vanaf 2003 tot 2017

Jaar	Reden van innamestop	aantal dagen	aantal stops
2017	Troebel, mosselmonitor, storing chemelot watersysteem	143	40

2016	Storing mosselmonitor	170	36
2015	Mosselmonitor, troebelheid, daphia toximeter, chlorform en Broomdichloormethaan, Pyrazool	227	36
2014	Mosselmonitor, troebelheid, daphia toximeter, chlorform en Broomdichloormethaan, Pyrazool	120	59
2013	Mosselmonitor, troebelheid, daphia toximeter	112	56
2012	Mosselmonitor, daphia toximeter	72	32
2011	Mosselmonitor, troebelheid, daphia toximeter	64	36
2010	Mosselmonitor, troebelheid, daphia toximeter	121	71
2009	Mosselmonitor, lozing zware metalen, olie, aceton	98	47
2008	Mosselmonitor, lozing zware metalen, olie, aceton	123	35
2007	onbekende stoffen (mosselmonitor)	101	33
	onbekende stoffen (Samos-Sivegom)	28	5
	melding vuilwatervracht	10	2
	infraweb melding	8	1
	oleamide	5	1
	te hoge troebelheid	4	2
	preventief door brand Roermond	3	1
	ammoniak lozing	3	1
2006	onbekende stof	83	19
	diuron	5	2
2005	MTBE	115	19
	onbekende stof	19	4
	polyurethane-isocyanat	3	1
2004	Oorzaak niet bekend	91	11
2003	Oorzaak niet bekend	40	4

4.1.2 Buffercapaciteit

WML beschikt over een spaarbekken met een capaciteit van circa 25 miljoen m³. Bij staking van de inname van Maaswater kan het bekken van Heel gedurende 2 weken (bij piekvraag) tot 3 weken (normale vraag) water leveren. Het bekken heeft dus maar een beperkte functie als berging. Om meer berging te realiseren kan een diepe grondwaterwinning als back-up dienen. Deze winning heeft een volume van 6.7 miljoen m³ per jaar en kan voor circa 4 maanden water leveren.

De leveringsperiodes van bovengenoemde buffervoorraden kunnen bij elkaar opgeteld worden voor de totale buffercapaciteit van WML. Als blijkt dat een innamestop langer dan twee weken gaat duren, zal geleidelijk worden overgeschakeld naar de back-up met diepe winning. Voordat het minimum peil in het spaarbekken wordt bereikt, zal volledig

worden overgeschakeld op de diepe winning. De jaarlijkse maximale onttrekking volgens de vergunning zal worden bereikt na 4 maanden bij volledige benutting van de capaciteit. Technisch gezien kan langer dan 4 maanden uit de diepe winning worden onttrokken, maar dan zal ontheffing moeten worden aangevraagd bij de Provincie Limburg.

Maatregelen die genomen worden om een innamestop te voorkomen zijn:

- opsporing van de lozing in samenwerking met Rijkswaterstaat
- indien relevant een verzoek tot handhaving indienen bij bevoegd gezag
- indien relevant bij de betrokken bestuursorganen actie afdwingen op basis van de zorgplicht krachtens de (Drink-)Waterwet.

4.2 Evides

4.2.1 Innamecriteria en innamestops

Evides heeft twee innameplaatsen:

- Gat van de Kerksloot (Biesbosch) met een jaarafzet van 185 miljoen m³
- Haringvliet met een jaarafzet van 6.6 miljoen m³

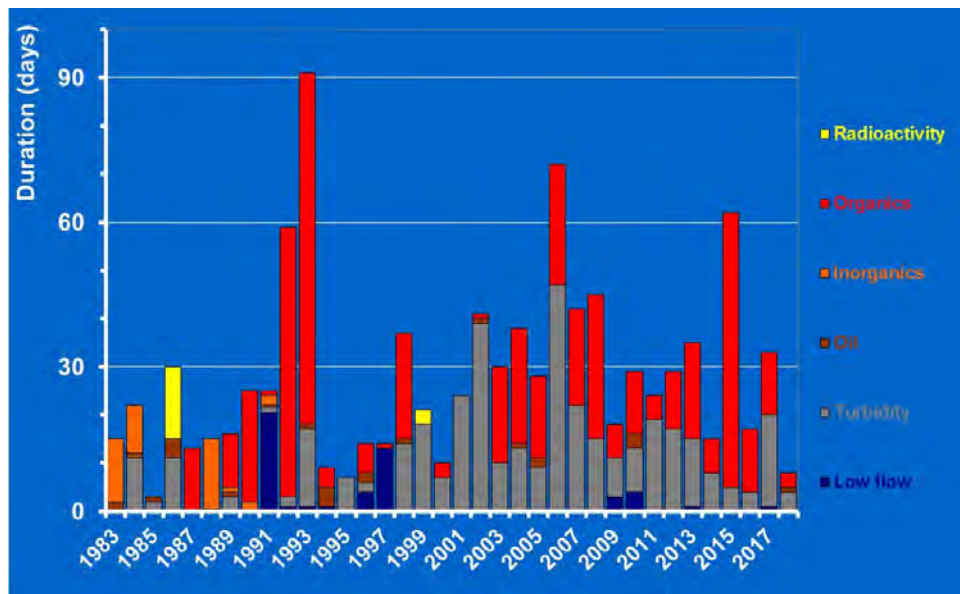
Evides hanteert o.a. de volgende criteria voor het staken van de inname van Maaswater in de Biesboschbekkens:

- bestrijdingsmiddelen > 0,1 µg/L
- onbekende verbindingen > 3 µg/L
- bioalarm van de Daphnia- en/of mosselmonitor
- chloride > 100 mg/L (in extreme situaties > 200 mg/L)
- troebelheid > 75 FTU (Formazine Turbidity Units)
- olielaag op de rivier
- overschrijdingen op basis van Drinkwaterregeling tabel 5
- overschrijding ontheffingswaarden

Voor het Haringvliet zijn de criteria voor het staken van inname:

- chloride > 200 mg/l
- troebelheid > 100 FTU (Formazine Turbidity Units)
- lage afvoer
- totale gehalte bestrijdingsmiddelen > 1 µg/l

Figuur 4-1 Tijdsduur per jaar dat de inname van de Biesboschbekkens is gestopt geeft een overzicht van de innamestops bij Evides in de periode 1983-2018. Verhoogde troebelheid bij Keizersveer zorgt regelmatig (soms enkele keren per jaar) voor innamestops (in 2006 in totaal 47 dagen). Reden hiervoor zijn hoge afvoeren, welke samengaan met een grotere vracht aan sediment en verhoogde concentraties aan zwevend stof. Enkele andere belangwekkende innamestops waren die voor diuron (45 dagen in 1993 en pyrazool in 2015).



Figuur 4-1 Tijdsduur per jaar dat de inname van de Biesboschbekkens is gestopt

4.2.2 Buffercapaciteit

Biesboschbekkens

De capaciteit van de buffervoorraad in de Biesbosch bedraagt ca. 2 maanden, en kan worden uitgebreid tot 3 maanden door het aanspreken van de "ijzeren reserve" van de twee procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat. Het voorraadbekken De Gijster (netto capaciteit: 32,5 miljoen m³, bruto 40 miljoen m³) zal dan eerst worden "leeg" getrokken (32,5 miljoen m³ eruit). Bij een afzet van 185 miljoen m³/jaar betekent dit gemiddeld 2 maanden voorraad. Vervolgens kan water uit de procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat worden gebruikt. Deze hebben een capaciteit van 13,5 miljoen m³/jaar, wat overeenkomt met een afzet van 3-4 weken. Het verschil tussen een procesbekken en voorraadbekken is dat een procesbekken nodig is om de vereiste kwaliteitsverbetering van het rivierwater te bereiken. Een voorraadbekken is nodig voor het overbruggen van innamestops.

Duingebieden

De capaciteit van de ondiepe buffervoorraad, ontstaan door infiltratie van Haringvlietwater bij Productielocatie Ouddorp, bedraagt hydrologisch gezien 1 maand productie bij normale watervraag en 2 weken bij piekvragen. Daarnaast kunnen de diepe grondwaterbronnen worden ingezet. Uit die in de Oostduinen mag 0,2 miljoen m³/jaar worden gewonnen en uit die in de Middelduinen 0,05 miljoen m³/jaar. Dit komt overeen met een capaciteit van 3 weken.

De capaciteit van de ondiepe buffervoorraad, afkomstig van de Productielocatie Ouddorp, bij Haamstede bedraagt 1 maand productie bij normale watervraag en 2 weken bij piekvragen. Daarna staan de infiltratievijvers droog. Ook in Haamstede kunnen diepe grondwaterbronnen worden ingezet. Hun inzet is volgens de vergunning gemaximeerd tot 0,97 miljoen m³/jaar, voldoende voor ca. 3-3,5 maand gemiddelde productie. Gezien de grootte van de grondwaterbuffer zou hiermee hydrologisch een periode van minimaal een half jaar moeten kunnen worden overbrugd (bij gemiddelde watervraag).

Bij achterwaartse verzilting van het Haringvliet (zoals bij het incident in 2005) kan productielocatie Berenplaat drinkwater leveren aan Ouddorp. Er is een calamiteitencontract met Water-Link voor 1000 m³/uur voor de drinkwatervoorziening in het Zuidwesten. Buurbedrijven Dunea en Brabant Water kunnen ook drinkwater leveren in respectievelijk Zuid-Holland en Noord Brabant.⁹ Berenplaat en Baanhoek hebben een noodinlaat en een lokaal spaarbekken. Ook Braakman heeft een lokaal spaarbekken.

De capaciteit van bovengenoemde buffervorraden kunnen bij elkaar opgeteld worden voor de totale buffercapaciteit van Evides.

4.3 Waterbedrijf Groningen (WBG)

4.3.1 Innamecriteria en innamestops

WBG maakt gebruik van de inname locatie De Punt, met een afzet van 7 miljoen m³ per jaar. Innames vanuit deze locatie worden gestopt om de volgende redenen:

- waterkwaliteit verslechtert t.g.v. een calamiteit (piekbelasting)
- waterkwaliteit verslechtert (in algemene zin)
- verlaagde afvoer; hierop volgt geen volledige innamestop, wel vermindering van de inname

In geval van verslechterende waterkwaliteit van de Drentsche Aa worden aanvullende analyses gestart om herkomst van de verontreiniging te kunnen duiden.

4.3.2 Buffercapaciteit

Bij De Punt is ook een grondwaterwinning aanwezig die fungeert als tijdelijke back-up wanneer de inname van oppervlakte water moet worden beperkt. Aangezien het hier om grondwater gaat, is de voorraad ervan nagenoeg onbeperkt.

4.4 Waternet

4.4.1 Innamecriteria en innamestops

Waternet heeft twee inname locaties:

- Nieuwegein met een jaarafzet van 78 miljoen m³ per jaar
- Bethunepolder met een jaarafzet van 29 miljoen m³ per jaar

De innames bij beide locaties hebben de volgende innamecriteria die leiden tot een stop:

- Niet voldoen aan de innamenorm: chloride > 200 mg/l of een hoge watertemperatuur
- Calamiteit voor het inname punt
- Stofconcentraties boven de toegestane waarde

Waternet heeft ontheffing van het Ministerie van IenW voor de inname van een aantal stoffen boven de toegestane waarde. Deze ontheffingen hebben een tijdelijk karakter en geven aanwijzingen voor de waterkwaliteitsbeheerder om tot een verbetering te komen. Ook chloride is op dit moment geen probleem meer, maar langdurig lage afvoeren kunnen een tijdelijke stijging van de chlorideconcentratie veroorzaken zoals is gebleken in 2018. Voor chloride geldt een innamegrens van 200 mg/l. Deze grens werd

⁹ Algemeen geldt dat buurbedrijven elkaar water kunnen leveren via de wettelijk verplichte noodkoppelingen. Dit wil overigens niet zeggen dat hiermee het gehele voorzieningsgebied kan worden bediend.

niet overschreden in 2018 (max. 130 mg/l). Tabel 4-2 geeft een overzicht van de innamestops in het Lekkanaal sinds 1985.

Tabel 4-2 Overzicht van innamestops in het Lekkanaal sinds 1985 (gebaseerd op het RIWA jaarrapport uit 2017).

Jaar	oorzaak	aantal dagen
2016	Acetochloor	6
2015	Fenol	4
	Metolachloor	7
	Pyrazool	2
2014	Fenol	7
	Isoproturon	32
2013	Tetrapropylammonium	4
	Isoproturon	11
2012	Metolachloor	4
2011	Glyfosfaat	1
	Isoproturon Chloortoluron	8
	Xyleen	1
		3
2008	1,2 dichloorbenzeen	2
2007	Xyleen/Benzeen	1
2006	Lage waterstand/lage	?
2004	MTBE	5
2002	Isoproturon/chloortoluron	19
2001	Isoproturon/chloortoluron	34
1999	Isoproturon	7
1998	Isoproturon	7
1994	Isoproturon	36
1990	Metamitron	6
1989	Nitrobenzeen	4
	Chloride	?
1988	Dichloorpropeen	12
	Isophoron	5
	Mecoprop	4
1987	Neopentylglycol	3
1986	"Sandoz"	9
	2,4-D herbicide	5
	Vetzuren/terpentijn	3
	Chloride	?
1985	Chloride	17

In het algemeen geldt dat tot ongeveer 1990 de innamestops vooral een industriële oorzaak hadden, en dat vanaf 1990 innamestops als gevolg van diffuse afspoeling door bestrijdingsmiddelen optraden. De afgelopen jaren zijn waterkwaliteitsbedreigingen vaak weer van industriële aard. Bij Nieuwersluis vindt amper directe inname van

oppervlaktewater plaats. Innamestops vanwege een slechte waterkwaliteit hebben zich hier nooit voorgedaan.

4.4.2 Buffercapaciteit

Waternet beschikt over een strategische reservevoorraad van 120 dagen in de duinen. Echter, wanneer deze voorraad wordt aangesproken zal het duingebied geleidelijk verdrogen. Een andere mogelijkheid is grondwater winnen in Nieuwegein. Deze winning heeft een capaciteit van maximaal 3 miljoen m³ per jaar en 5000 m³ per uur. Hiermee kan deze buffer voor enkele weken (25 dagen bij 5000 m³/uur) aan de watervraag voldoen. Om de effecten van een eventuele innamestop bij Nieuwegein te beperken, worden de volgende maatregelen genomen:

- inzet diep grondwater Nieuwegein en/of
- inzet (diep) grondwater van de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD)

Als vervanging van en aanvulling op de Bethunepolder kan water bij Nieuwersluis uit het Amsterdam Rijnkanaal (ARK) worden ingenomen. Deze waterleidingplas kan bij 100% uitval van de bron voor 1 maand aan de watervraag voldoen.

De buffer van de waterleidingplas in de Bethunepolder zelf is beperkt. Het peil van de plas mag niet meer dan ca. 10 cm zakken, omdat anders het hydrologische systeem wordt verstoord.

De buffer van de waterleidingplas nabij Loenderveen (in het systeem Bethunepolder, voorzuivering Loenderveen, nazuivering Weesperkarspel) is beperkt. Het peil van de plas mag niet meer dan ca. 10 cm zakken, omdat anders het hydrologische systeem wordt verstoord.

Om een eventuele innamestop te voorkomen, worden de volgende maatregelen genomen:

- inzet diep grondwater Nieuwegein
- inzet (diep) grondwater van de Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD)

De capaciteit van bovengenoemde buffervoorraden kunnen niet bij elkaar opgeteld worden. De genoemde tijd geldt per deelsysteem en de deelsystemen zijn niet gelijkwaardig van omvang.

4.5 PWN

4.5.1 Innamecriteria en innamestops

PWN heeft innamelocatie Andijk (drinkwaterproductie en inname WRK) met een jaarafzet van 88 miljoen m³ (28 miljoen m³ drinkwaterproductie en 60 miljoen m³ inname voorgezuiverd WRK-water). Criteria voor een innamestop zijn:

- chloride > 200 mg/l
- hoge watertemperatuur
- cyanobacteriën
- bij calamiteit (bijv. bezwijken Afsluitdijk, ongeval scheepvaart, vliegtuigcrash) geen inlaat uit IJsselmeer mogelijk

4.5.1.1 Buffercapaciteit

Bij het innamepunt in Andijk liggen twee spaarbekkens. Het oostelijke bekken is 42 ha groot, het westelijke bekken 30 ha. Het maximale peilverschil tussen de bekkens en het IJsselmeer mag niet meer dan 100 cm zijn in verband met de stabiliteit van de dijken. In de praktijk vindt er geen groter hoogteverschil dan 50 à 60 cm plaats in verband met de ligging van de trommelzeven. De spaarbekkens bij Andijk zijn door de omvang en

het maximale peilverschil vrij beperkt: er is voor 4-10 dagen reserve bij de huidige vraag naar drinkwater.

Er zijn wel alternatieven als er in geval van een calamiteit geen IJsselmeerwater kan worden ingenomen. Op dat moment kan namelijk een beroep worden gedaan op het waterwinstation Cornelis Biemond (WCB) in Nieuwegein (ruwwaterbron: Lekkanaal) en de productiebedrijven van Waternet in Leiduin (ruwwaterbron: Lek) en Weesperkarspel bij Amsterdam Z.O. (ruwwaterbron: Bethunepolder). Bij WCB in Nieuwegein wordt ruwwater gewonnen voor de WRK (Watertransportmaatschappij Rijn Kennemerland). In Andijk gebeurt hetzelfde. Dit ruwwater van 2 bronnen komt samen in een kelder in Beverwijk "Westerhout" en wordt van daaruit verdeeld over de 4 partijen van de WRK, te weten PWN, Waternet, Tata Steel en Crown van Gelder. WCB levert dus, via WRK, ruwwater aan PWN. De afgesproken hoeveelheid over 2019 is 10 miljoen kubieke meter per jaar. Dit ruwwater gaat naar de infiltratiepanden in het duin. Dit geïnfiltreerde water gaat daarna naar Pompstation Bergen en Pompstation Wim Mensink. Pompstation Leiduin levert drinkwater aan Pompstation Hoofddorp en Weesperkarspel levert drinkwater direct aan 't Gooi en aan Pompstation Laarderhoogt.

Ook in de duinen is een calamiteitenvoorraad aanwezig. Zowel onder het Noord Hollands Duinreservaat, onder het Nationaal Park Kennemerduinen, als onder de Hoge Berg bij Texel zit een zoetwaterbel die PWN kan inzetten op het moment dat een calamiteit zich voordoet. Deze voorraad heeft een capaciteit van 57 miljoen m³ per jaar. In combinatie met andere buffers kan PWN voor 120 dagen aan de watervraag voldoen. Hydrologisch gezien kan aan de zoetwaterbel in de duinen in de orde van maanden worden getrokken, zonder dat het water verzilt. Op korte termijn leidt de onttrekking van natuurlijk duinwater echter tot verdroging en op de lange termijn zelfs tot verzilting. Ook de open infiltratie- en terugwinsystemen in de duinen hebben beperkte buffercapaciteit, omdat bij onvoldoende aanvoer van infiltratiewater snel schade optreedt door peilverlaging in de panden, en bij een langdurig tekort aan infiltratiewater tot verdroging in omgeving van de infiltratiegebieden.

Nazuivering is vooralsnog niet nodig. Voorzuivering vindt plaats van oppervlaktewater dat in duinen infiltreert in verband met het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB). Zeer robuuste voorzuivering is geïnstalleerd (UV-peroxide techniek) vanaf 2008.

De duinvoorraad in de duinen levert samen met andere buffers voor 120 dagen. PWN heeft niet de pompcapaciteit in het duin staan om het gehele leveringsgebied van PWN alléén te voorzien van grondwater uit de duinen. Ze krijgen het hiervoor niet snel genoeg de grond uit. Er kan ongeveer 50% van een normale dag voorzien worden met alleen grondwater uit het duin. In het calamiteitenplan gaat PWN uit van bijlevering van drinkwater door Waternet bij uitval van het IJsselmeer, én van extra levering van ruwwater vanuit pompstation WCB bij Nieuwegein. Als dat laatste ook niet kan dan kan nog extra ruwwater ingenomen worden bij Overveen (=calamiteitenwinning), om daarmee toch (deels) te kunnen infiltreren en RO-water te kunnen maken. Dit is samen goed voor tenminste 120 dagen. Ook kan er voor het Gooi extra grondwater worden opgepompt. In een normale bedrijfsvoering levert Waternet voor 50% aan het Gooi. PWN kan dit in zijn geheel voor het Gooi overnemen, zodat Waternet een groter deel van de productie weer naar het noordelijk deel van Noord-Holland kan sturen.

4.6 Dunea

4.6.1 Innamecriteria en innamestops

Dunea heeft twee inname punten:

- Brakel met een jaarafzet van 85 miljoen m³
- Bergambacht met een jaarafzet van 55 miljoen m³ (vergund)

Bij Brakel zijn de volgende criteria gedefinieerd voor een innamestop:

- bestrijdingsmiddelen > 0,1 µg/l, Somparameter > 0,5 µg/l
- stoffen waarvoor ontheffing is verleend boven normwaarden
- onbekende opkomende stoffen
- gehalte zwevende stof in effluent Bergambacht > 2 mg/l

Bij Bergambacht gelden dezelfde innamecriteria als voor Brakel, alleen is er een extra criterium voor het chloridegehalte, dat niet hoger dan 200 mg/l mag zijn.

Bij Brakel wordt de waterkwaliteit van het inname water, naast het reguliere meetnet continu bewaakt door middel van een Early Warning System, bestaande uit SAMOS (screening) en SensaGuard (roeipootkreeft). Wanneer deze een alarm geven wordt de inname gestopt en vindt monsternamen en onderzoek plaats. Rijkswaterstaat Zuid-Nederland geeft het Maasalarm af, op basis van het Maasalarm wordt berekend wanneer een verhoogde concentratie bij de ingang van de Afgedamde Maas komt. Er kunnen allerlei maatregelen worden genomen om te voorkomen dat deze stoffen de Afgedamde Maas in komen, zoals circulatiepompen. In het meest extreme geval kan een verzoek aan Waterschap Rivierenland worden gedaan om de keersluis Heusden te sluiten. Het MTBE incident van 2006 is aanleiding geweest om de inname enige tijd stil te leggen. Afgezien daarvan hebben bij Dunea in de periode tot 2010 weinig innamestops plaatsgevonden, ondanks dat op het innamepunt de norm van 0,1 µg/l voor bestrijdingsmiddelen regelmatig werd overschreden. Reden hiervoor is dat voor bestrijdingsmiddelen afspraken zijn gemaakt met de Provincie Zuid-Holland (bevoegd gezag met betrekking tot infiltratie) middels een convenant waarin het overschrijden van de 0,1 µg/l wordt gedoogd. Preventieve maatregelen zijn genomen door projecten als zuiver water uit de Bommelerwaard om bestrijdingsmiddelen terug te dringen. Met de invoering van de nieuwe drinkwaterregeling in 2011 heeft Dunea het innamebeleid aangepast. In het voorjaar van 2012 heeft Dunea een periode van meerdere langdurige innamestops gehad als gevolg van dimethomorf (bestrijdingsmiddel) lozingen in het uitslaande water vanuit de Bommelerwaard. In 2015 was een langdurige stop waarbij is overgegaan naar noodinname uit de Lek in verband met de Pyrazoollozingen in Limburg. In 2016 is een langdurige innamestop geweest, met overgang op noodinname uit de Lek in verband met een langdurige lozing van Dimethoaat in het uitslaande water van de Bommelerwaard.

4.6.2 Buffercapaciteit

Dunea heeft een aantal buffers voor drinkwater. Er is een calamiteitenvoorraad in/onder de duinen, zowel freatisch als diep. De calamiteitenvoorraad is uitgesplitst onder de duinen van het waterwingebied. De precieze voorraad is verschillend op drie locaties (Meijndel/ Scheveningen, Solleveld/Monster en Berkheide/ Katwijk), maar wordt door Dunea gezien als één voorraad in het waterwingebied. Hiermee kan voor 4-6 weken aan de watervraag worden voldaan. Daarnaast kan een tweede rivierwaterbron (Lek) onbepaald ingezet worden (mits de kwaliteit van de bron goed is). Aangezien rivieren in kwantitatieve zin onbepaald zijn, is er geen sprake van optelling van de buffervoorraden.

Om een innamestop te voorkomen, wordt geavanceerde zuivering (Ozon-Waterstofperoxide-UV) ingezet op 20% van aangevoerde water. Daarnaast wordt een mengbedrijf Maas/Lek ingezet en de keersluis Heusden gesloten om vervuiling buiten de Afgedamde Maas te houden. Verder worden beheermaatregelen toegepast op de Afgedamde Maas met behulp van circulatiepompen. Ten slotte kan uitputting van de reservevoorraad in de duinen beperkt worden door extra waterinkoop bij buurbedrijven en eventueel waterbesparende maatregelen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

Op basis van de beschrijvingen van de actuele buffercapaciteit van de oppervlaktewaterbedrijven kan worden geconcludeerd dat zij op dit moment allemaal beschikken over een buffercapaciteit. Hiermee kan bij innamestops gedurende een periode de continuïteit van de drinkwatervoorziening gegarandeerd worden.

5.1.1 Waterleidingmaatschappij Limburg (WML)

- WML heeft een inname locatie bij Heel met een mogelijke jaarafzet van 20 miljoen m³.
- De voornaamste reden voor een innamestop is een slechte waterkwaliteit (zowel bekende als onbekende stoffen). Het inname water moet voldoen aan de kwaliteitseisen, zoals vastgelegd in het operationeel storingsbeheersplan (OSB) van WP Heel.
- Wanneer geen Maaswater kan worden ingenomen vanwege de slechte waterkwaliteit, kan twee tot drie weken lang uit het bekken in Heel water onttrokken worden. Bij inzet van alternatieve bronnen (grondwater) is er reserve voor 4 maanden.

5.1.2 Evides

- Evides heeft een inname locatie in de Biesbosch en het Haringvliet met een jaarafzet van respectievelijk 185 miljoen m³ en 6.6 miljoen m³.
- De slechte kwaliteit van het Maaswater leidt regelmatig tot innamestops met een totale duur van ca. 20-30 dagen per jaar. Gegeven de grote buffercapaciteit kan dit worden opgevangen. Echter, het uitgangspunt is een goede kwaliteit van de bronnen voor de bereiding van drinkwater.
- De capaciteit van de buffervoorraad in de Biesbosch bedraagt ca. 2 maanden, en kan worden uitgebreid tot 3 maanden door het aanspreken van de twee procesbekkens Honderd en Dertig en Petrusplaat.
- De capaciteit van de ondiepe buffervoorraad, ontstaan door infiltratie van Haringvlietwater bij Productielocatie Ouddorp, bedraagt hydrologisch gezien 1 maand productie bij normale watervraag en 2 weken bij piekvragen. De capaciteit van de ondiepe buffervoorraad, afkomstig van de Productielocatie Ouddorp, bij Haamstede heeft ook een productie van 1 maand bij normale watervraag en 2 weken bij piekvragen.
- Bij achterwaartse verzilting van het Haringvliet (zoals bij het incident in 2005) kan productielocatie Berenplaat ingezet worden voor de drinkwatervoorziening van Goeree-Overflakkee en Schouwen-Duiveland.

5.1.3 Waterbedrijf Groningen (WBG)

- WBG maakt gebruik van de inname locatie De Punt, met een afzet van 7 miljoen m³ per jaar.
- Een slechte waterkwaliteit en een verlaagde afvoer zijn redenen die leiden tot innamestops.
- Grondwaterwinning De Punt fungeert als tijdelijke back-up voor de drinkwaterproductie uit oppervlaktewater. De voorraad ervan is (nagenoeg) oneindig.

5.1.4 Waternet

- Waternet heeft een inname locatie in Nieuwegein met een jaarafzet van 78 miljoen m³ per jaar en een inname locatie in de Bethunepolder met een jaarafzet van 29 miljoen m³ per jaar.
- Tot ongeveer 1990 waren er innamestops vanwege te hoge chlorideconcentraties. Ook hadden vele innamestops in het Lekkanaal een industriële oorzaak; vanaf 1990 was de oorzaak eerder diffuse afspoeling van bestrijdingsmiddelen. De afgelopen jaren zijn waterkwaliteitsbedreigingen vaak weer van industriële aard.
- Waternet beschikt over een strategische reservevoorraad van 120 dagen in de duinen. Een andere mogelijkheid is grondwater winnen in Nieuwegein. Deze buffer kan voor enkele weken (25 dagen bij 5000 m³/uur) aan de watervraag voldoen.
- Als vervanging van de Bethunepolder kan water een innamepunt bij Nieuwersluis (ARK) benut.

5.1.5 PWN

- PWN heeft innameplaats Andijk met een jaarafzet van 88 miljoen m³
- Een innamestop vindt plaats als gevolg van een verhoogde chlorideconcentratie, hoge watertemperatuur, cyanobacteriën of bij een calamiteit.
- Bij het innamepunt in Andijk liggen twee spaarbekkens. Er is voor 4-10 dagen reserve bij de huidige vraag naar drinkwater.
- Als er in geval van een calamiteit geen IJsselmeerwater kan worden ingenomen kan als alternatieve bron een beroep worden gedaan op het waterwinstation Cornelis Biemond (WCB) in Nieuwegein (ruwwaterbron: Lekkanaal) en de productiebedrijven van Waternet in Leiduin (ruwwaterbron: Lek) en Weesperkarspel bij Amsterdam Z.O. (ruwwaterbron: Bethunepolder).
- Ook in de duinen is een calamiteitenvoorraad aanwezig. Deze voorraad heeft een capaciteit van 57 miljoen m³ per jaar.
- Door verschillende buffers in combinatie in te zetten, kan PWN voor 120 dagen aan de watervraag voldoen.

5.1.6 Dunea

- Dunea heeft een innameplaats in Brakel met een jaarafzet van 85 miljoen m³ per jaar en een innameplaats in Bergambacht met een jaarafzet van 55 miljoen m³ per jaar
- Een innamestop vindt plaats als gevolg van te hoge concentraties bestrijdingsmiddelen, somparameter, stoffen waarvoor ontheffing is verleend boven normwaarden, onbekende opkomende stoffen of een te hoog zwevendstofgehalte in effluent Bergambacht.
- Bij Brakel wordt de waterkwaliteit van het innamewater, naast het reguliere meetnet continu bewaakt door middel van een Early Warning System.
- Een buffervoorraad van Dunea ligt in/onder de duinen, zowel freatisch als diep. Hiermee kan voor 4-6 weken aan de watervraag worden voldaan.
- Daarnaast kan een tweede rivierwaterbron (Lek) onbeperkt ingezet worden.

5.2 Toekomstige ontwikkelingen

In dit rapport wordt een actueel overzicht gegeven van de buffercapaciteit van de drinkwatervoorziening in Nederland. Er zijn echter ontwikkelingen te benoemen die (in de toekomst) deze buffercapaciteit kunnen beïnvloeden. Dergelijke factoren zijn onder andere:

- Ontwikkelingen of scenario's die leiden tot toename van de (piek)vraag in drinkwater. In dit rapport wordt een dergelijke toename als gevolg van klimaatverandering al genoemd. Maar ook demografische verschuivingen kunnen hiervan de oorzaak zijn (onderscheid tussen groei- en krimpregio's is hierbij relevant). Ook het stedelijke hitte-eiland effect, waarbij het verschil in luchttemperatuur in de stad met haar omgeving groot is, kan leiden tot een hogere piekvraag in droge, hete zomers.
- Verslechtering van de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit als gevolg van een toename in het medicijngebruik door vergrijzing van de bevolking.
- Verslechtering van de grondwaterkwaliteit als gevolg van uitspoeling van vervuilende stoffen in het verleden (de historische last).

Het is belangrijk om te onderzoeken of bij een dergelijke toename in de piekvraag in drinkwater de huidige omvang van de buffercapaciteit voldoende is.

6 Literatuur

- Baken, K., et al., 2016. Signalering van "overige antropogene stoffen", en dan? De pyrazool-casus, in H2O-Online.
- Brunsch, A.F., et al., 2018. Pharmaceutical concentration variability at sewage treatment plant outlets dominated by hydrology and other factors. *Environmental Pollution*, 235: p. 615-624
- CLO (Compendium voor de Leefomgeving), 2019a. Historische data temperatuur oppervlaktewater grote rivieren. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0566-temperatuur-oppevlaktewater>
- CLO (Compendium voor de Leefomgeving), 2019b. Historische data waterwinning en -verbruik Nederland. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0057-waterwinning-en-verbruik-nederland>
- CLO (Compendium voor de Leefomgeving), 2019c. Historische data vermessing grote rivieren. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0249-vermessing-in-grote-rivieren>
- Dorrestein, M., H. Leenen en T. Schomaker, 2014. Zeetoeegang IJmond, deelrapport water, RHDHV in opdracht van Rijkswaterstaat West-Nederland Noord.
- Duque, A.C., 2018. Relation of river discharge and precipitation with water intake stops: the meuse case, in *Water Science and Management*. Utrecht University: Utrecht.
- Gebiedsdossier Waterwining Bethunepolder en Nieuwersluis, 2013. provincie Utrecht.
- Grakist G., C. van Genuchten en P. Jacobs, 2004. Effect van zeewaterindringing op oevergrondwaterwinning in Ridderkerk. *H2O* 37 (24): 25-27.
- Hydrologic, 2018. Verzilting op de Lek, onderzoek naar de inzet van Stuw Hagestein voor het bestrijden van verzilting op de Lek. In opdracht van Vewin en Rijkswaterstaat.
- INFRAM, mobiliteit, Ruimte en Water 2018. Protocol Operationeel Flexibel Peilbesluit, concept-eindrapportage. Uitgegeven door Rijkswaterstaat Midden Nederland.
- Jüttner, F., & S.B. Watson, 2007. Biochemical and Ecological Control of Geosmin and 2-Methylisoborneol in Source Waters. *Applied and Environmental Microbiology* 73(14):4395-4406.
- Kardinaal, W.E.A., 2013. Cyanobacteriën: wat zit er in het ruwe water en hoe komen we ervan af. Rapport BTO 2013.016. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.
- Kielen, N., R. Franken, J. ter Maat, L. Stuyt, E. van Velzen & W. Werkman, 2011. Synthese van de landelijke en regionale knelpuntenanalyses. Fase 1 Deelprogramma Zoetwater. Waterdienst, PBL, Alterra en Deltares in opdracht van het Programmteam Zoetwater.

- Klijn, F., E. van Velzen, J. ter Maat en J. Hunink, 2012. Zoetwatervoorziening in Nederland, aangescherpte knelpuntenanalyse 21^{ste} eeuw, Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat-Waterdienst.
- KNMI, 2019. <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Maat, J. ter en M. van der Vat, 2015. Cumulatieve effecten van externe ingrepen voor de zoetwatervoorziening in de 21^{ste} eeuw, Deltares in opdracht van RWS-WVL.
- Mens, M., R. van der Wijk, N. Kramer, J. Hunink, J. de Jong, B. Becker, P. Gijsbers en C. ter Velden, 2018. Hotspotanalyses voor het Deltaprogramma Zoetwater, Deltares in opdracht van WVL.
- Paerl, H.W., & J. Huisman, 2008. Blooms like it hot. *Science* 320 (5872): 57-58
- Projectgroep “na-ijlende gevolgen van de steenkoolwinning in Zuid-Limburg” (Projectgroep-GS-ZL), 2016. Na-ijlende gevolgen steenkolenwinning Zuid-Limburg, uittreksel uit het samenvattende rapport met een overzicht van de voorgestelde maatregelen. In opdracht van Ministerie van EZ- Nederland, Aachen (D) en Deventer (NL).
- Région Alsace, 2012. Inventaire 2009 de la qualité des eaux souterraines dan le fossé Rhénan Supérieur/Bestandsaufnahme 2009 der grundwasserqualität im Oberrheingraben, Région Alsace met Direction Régionale de l’environnement , de l’Aménagement et du Logement Alsace, Agence de l’eau Rhin-Meuse, Landesanstalt für Umwelt, Messungen and Naturschutz Baden-Württemberg, BGRM.
- RWS (Rijkswaterstaat), 2019. Waterinfo. <https://waterinfo.rws.nl/>
- Schellingen, C. en W. Straatsma, 2015. Industriezandwinning IJsselmeer: milieueffectrapportage. Antegroep in opdracht van Smals IJsselmeer.
- Sjerps, R.M.A., et al., 2016a. Data-driven prioritization of chemicals for various water types using suspect screening LC-HRMS. *Water Research* 93: p. 254-264.
- Sjerps, R. , T. ter Laak en G. Zwolsman, 2016b. Ontwikkeling waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening, BTO 2016.028, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein, NL.
- Sjerps, R.M.A. and G.J. Zwolsman, 2016. Verbetering prognose waterkwaliteit bij innamepunten van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening. KWR: Nieuwegein. p. 48.
- Sjerps, R. and H. Huiting, 2017. Gevolgen van zoetwatertekorten voor industrie en drinkwaterproductie. KWR: Nieuwegein. p. 59.
- Stuurman en Oude Essink, 2007. Naar een uniforme landelijke inrichting van het KRW-grondwatermeetnet Zoet-Zout? TNO-rapport 2007-U-R0490/B.
- van Bel, N., 2017. Literatuuronderzoek naar de invloed van temperatuur op groei van opportunistische pathogenen in drinkwater. BTO 2017.024, KWR, Nieuwegein.

van Wezel, A.P., et al., 2018. Impact of industrial waste water treatment plants on Dutch surface waters and drinking water sources. KWR: Nieuwegein. p. 42.

van der Wielen, W. J. J., 2014, Rol van drinkwater, biofilm en temperatuur op groei van opportunistische pathogenen, KWR, Nieuwegein, BTO 2014.217(s), pp. 37.

Van Vossen- van den Berg, J., G.J. Pronk & A.M. Verschoor, 2019. Verkenning effecten droogte drinkwaterlevering. KWR Water Research in opdracht van het BTO. BTO 2019.018.

Vernooij, S., J. Ogier, M. Nederlof, C. Carpentier & W.E.A. Kardinaal, 2011. "Cyanotoxines en Drinkwater", Rapport BTO 2011.115. KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Vossen- van den Berg, J. van, G. Cirkel, N.Nijhuis, G. Mesman en H. Huiting, 2019. Achtergrond chloridenormering en analyse effecten van overschrijding van de norm. KWR Watercycle Research Institute, BTO 2019.014.

WHO, 2003. Cyanobacterial toxins: Microcystin-LR in drinking water. Background for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO, Geneva.

WHO, 2011. Guidelines for drinking-water quality - 4th edition ISBN 978 92 4 154815 1.

Zwolsman, J.J.G., 2008. Klimaatbestendigheid van de drinkwatervoorziening in Nederland gebaseerd op oppervlaktewater. KWR Water Research in opdracht van Deltares. Rapportnummer KWR08.070.

Zwolsman, J.J.G., G.A. van den Berg & D.G. Cirkel, 2011. Knelpuntenanalyse drinkwater en industriewater. KWR Water Research in opdracht van het Deltaprogramma Zoetwater, Nieuwegein. Rapportnummer KWR2011.033.

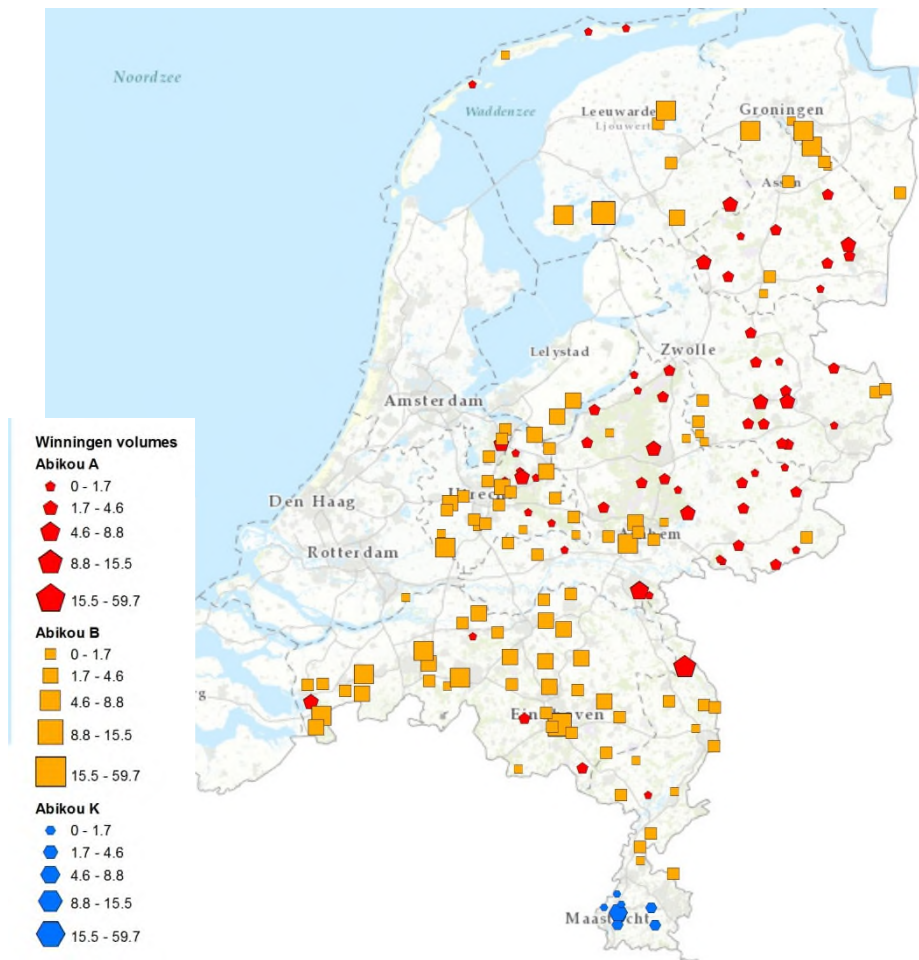
Zwolsman, G. J., Cirkel, D. G., Hofs, B., Kardinaal, E., Learbuch, K., Runhaar, H., van der Schans, M., Smeets, P., van Thienen, P., van der Wielen, P., Witte, F., & Wols, B., 2014. Risico's van klimaatverandering voor de drinkwatersector, KWR, Nieuwegein, BTO 2014.027.

Bijlage I Type grondwaterwinningen

Een veelgebruikt model voor de classificatie van winningen is de Abikou-indeling die onderscheid maakt in drie typen grondwaterwinningen:

- Freatisch (Abikou-klasse A), niet of nauwelijks beschermd door een kleilaag. Onttrekkingen zijn meestal kwetsbaar voor kwaliteitsinvloeden van bovenaf en er is sprake van een eenduidig voedingsgebied dat om de onttrekking heen ligt. Onttrokken water is een mengsel met een ouderdom van 2 tot 200 jaar. In de wateraanvoergebieden kan een beperkt aandeel van het onttrokken grondwater afkomstig zijn uit geïnfiltreerd oppervlaktewater;
- Spanningswater (Abikou-klasse B), wel beschermd door een kleilaag. Onttrekkingen zijn niet kwetsbaar voor kwaliteitsinvloeden van bovenaf en het voedingsgebied is diffuser, i.e. het intrekgebied vertoont gaten door ontwatering en andere onttrekkingen en de ligging van het intrekgebied is niet precies duidelijk. Onttrokken grondwater is een mengsel met een ouderdom van 20 tot 25.000 jaar.
- Kalksteenwinningen (Abikou-klasse K), diepte varieert, maar overeenkomst is dat het grondwater wordt onttrokken uit spleten in de kalksteen. Hierdoor zijn de reistijden doorgaans kort, namelijk 2-200 jaar. Intrekgebied is redelijk eenduidig.

De hoeveelheid gewonnen grondwater per ABIKOU-type staat in Figuur B1B1 weergegeven.



Figuur B1 Grondwaterwinningen in Nederland: jaarentrekkings (miljoen m³/j) met onderscheid naar ABIKOU-klasse.