RAPPORT

Andere bronnen voor drinkwater Gelderland

Aanvullende strategische voorraden

Klant: Provincie Gelderland

Referentie: WATBG3954R002WM
Status: Finale versie/P01.01
Datum: 10 september 2019

Royal HaskoningDHV
Enhancing Society Together

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Jonkerbosplein 52
6534 AB NIJMEGEN
Water
Trade register number: 56515154

+31 88 348 70 00 **T**
+31 24 323 93 46 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document:	Andere bronnen voor drinkwater Gelderland
Ondertitel:	Aanvullende strategische voorraden
Referentie:	WATBG3954R002WM
Status:	P01.01/Finale versie
Datum:	10 september 2019
Projectnaam:	Andere bronnen voor Drinkwater
Projectnummer:	BG3954
Auteur(s):	Andries Krikken, Loek de Bonth, Gerard van Houwelingen, Marcel Bakker, Siebren van der Linde

Gecontroleerd door:	Andries Krikken
Datum/Paraaf:	10 september 2019
Goedgekeurd door:	Katheleen Poels
Datum/Paraaf:	10 september 2019

[redacted]

Classificatie
Projectgerelateerd

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATION DNV·GL ISO 9001 = ISO 14001 OHSAS 18001

Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

Samenvatting vi

1 Inleiding 1

1.1 Achtergrond en proces ASV 1

1.2 Doelstelling 1

1.3 Werkwijze en leeswijzer 2

2 Bestaande en perspectiefvolle bronnen en technieken 3

2.1 Zoet grondwater 3

2.1.1 Ondiepe grondwaterwinning met verticale putten 3

2.1.2 Ondiepe grondwaterwinning met horizontale putten 3

2.1.3 Diepe grondwaterwinning 4

2.1.4 Kunstmatige infiltratie 5

2.2 Brak grondwater 5

2.2.1 Brakwaterzuivering 5

2.2.2 Zoethouderconcept 6

2.2.3 Kunstmatige infiltratie 6

2.3 Oppervlaktewater 7

2.3.1 Rechtstreekse oppervlaktewaterwinning 7

2.3.2 Indirecte oppervlaktewaterwinning 8

2.3.3 Oevergrondwater 9

2.4 Overige bronnen 9

2.4.1 Stedelijk afvalwater 9

2.4.2 Hemelwater 10

2.5 Perspectiefvolle bronnen en technieken voor Gelderland 10

2.5.1 Rivierenland 10

2.5.2 Veluwe 11

2.5.3 Oost-Gelderland 11

2.5.4 Niet gebiedsgebonden 12

3 Geselecteerde scenario's: Uitgangspunten en beoordelingskader 13

3.1 Uitgangspunten 13

3.2 Beoordelingskader 14

4 Uitwerking scenario's en regionale potenties 16

4.1 Scenario 0: Grondwater 16

4.2 Scenario 1: Oppervlaktewater en inzet spaarbekken 16

4.2.1 Technische beschrijving bron/techniek 16

4.2.2 Invalshoeken voor regionale potenties 17

4.2.3 Regionale potenties in beeld 18

4.2.4 Potentiële locatie 20

4.3 Scenario 2: Oevergrondwater 21
4.3.1 Technische beschrijving bron/techniek 21
4.3.2 Invalshoeken voor regionale potenties 21
4.3.3 Regionale potenties in beeld 22
4.3.4 Potentiële locatie 23
4.4 Scenario 3: Kunstmatige infiltratie regionaal watersysteem 23
4.4.1 Technische beschrijving bron/techniek 23
4.4.2 Invalshoeken voor regionale potenties 23
4.4.3 Analyse waterbeschikbaarheid 24
4.4.4 Regionale potenties in beeld 26
4.4.5 Potentiële locatie 27
4.5 Scenario 4: Kunstmatige infiltratie Veluwe 28
4.5.1 Technische beschrijving bron/techniek 28
4.5.2 Invalshoeken voor regionale potenties 28
4.5.3 Regionale potenties in beeld 28
4.5.4 Potentiële locatie 30
4.6 Scenario 5: Brak waterwinning 30
4.6.1 Technische beschrijving bron/techniek 30
4.6.2 Invalshoeken voor regionale potenties 30
4.6.3 Regionale potenties in beeld 30
4.6.4 Potentiële locatie 32
4.7 Scenario 6: AWZI-effluent 32
4.7.1 Technische beschrijving bron/techniek 32
4.7.2 Invalshoeken voor regionale potenties 33
4.7.3 Potentiële locatie 33

5 Effecten, haalbaarheid en kosten 35
5.1 Scenario 0: Grondwater 35
5.1.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 35
5.1.2 Zuiveringstechnologie 35
5.1.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 35
5.1.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 37
5.1.5 Klantperceptie 37
5.2 Scenario 1: Oppervlaktewater en inzet spaarbekken 37
5.2.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 37
5.2.2 Zuiveringstechnologie 38
5.2.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 39
5.2.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 40
5.2.5 Klantperceptie 41
5.2.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 41
5.3 Scenario 2: Oevergrondwater 42
5.3.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 42
5.3.2 Zuiveringstechnologie 42
5.3.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 43
5.3.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 44

5.3.5 Klantperceptie 44
5.3.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 44
5.4 Scenario 3: Kunstmatige infiltratie (regionaal watersysteem) 45
5.4.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 45
5.4.2 Zuiveringstechnologie 46
5.4.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 46
5.4.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 47
5.4.5 Klantperceptie 47
5.4.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 47
5.5 Scenario 4: Kunstmatige infiltratie Veluwe 48
5.5.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 48
5.5.2 Zuiveringstechnologie 49
5.5.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 49
5.5.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 52
5.5.5 Klantperceptie 52
5.5.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 52
5.6 Scenario 5: Brak waterwinning 53
5.6.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 53
5.6.2 Zuiveringstechnologie 53
5.6.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 53
5.6.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 55
5.6.5 Klantperceptie 56
5.6.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 56
5.7 Scenario 6: AWZI-effluent 56
5.7.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 56
5.7.2 Zuiveringstechnologie 57
5.7.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 57
5.7.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 58
5.7.5 Klantperceptie 58
5.7.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis 58

6 Beoordeling scenario's 60

6.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid 61
6.2 Zuiveringstechnologie 62
6.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd 63
6.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid 63
6.5 Klantperceptie 65

7 Referenties 66

Bijlagen

A1 Kostenstandaard – Totaaloverzicht kosten en duurzaamheid
A2 Kostenstandaard – Grondwater 2 miljoen m^3/jaar (scenario 0)
A3 Kostenstandaard – Grondwater 4 miljoen m^3/jaar (scenario 0)
A4 Kostenstandaard – Grondwater 8 miljoen m^3/jaar (scenario 0)
A5 Kostenstandaard – Oppervlaktewater 5 miljoen m^3/jaar (scenario 1)
A6 Kostenstandaard – Oppervlaktewater 10 miljoen m^3/jaar (scenario 1)
A7 Kostenstandaard – Oppervlaktewater 15 miljoen m^3/jaar (scenario 1)
A8 Kostenstandaard – Oevergrondwater 4 miljoen m^3/jaar (scenario 2)
A9 Kostenstandaard – Oevergrondwater 8 miljoen m^3/jaar (scenario 2)
A10 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 3 miljoen m^3/jaar (scenario 3)
A11 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 10 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A12 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 20 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A13 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 30 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A14 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 40 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A15 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie 50 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A16 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratieplassen 10 miljoen m³/jaar (scenario 4)
A17 Kostenstandaard – Brak grondwater 2,5 miljoen m^3/jaar (scenario 5)
A18 Kostenstandaard – Brak grondwater 5 miljoen m^3/jaar (scenario 5)
A19 Kostenstandaard – Brak grondwater 10 miljoen m^3/jaar (scenario 5)
A20 Kostenstandaard – AWZI Effluent 1 miljoen m³/jaar (scenario 6)
A21 Kostenstandaard – AWZI Effluent 7 miljoen m³/jaar (scenario 6)
A22 Algemene uitgangspunten kostenstandaard
A23 Kengetallen investeringen kostenstandaard
A24 Kengetallen exploitatie kostenstandaard

Samenvatting

1. Aanleiding en doelstelling

De ASV zijn bedoeld voor de drinkwatervoorziening voor de middellange termijn (2040) en dienen om voorbereid te zijn op een groei van de vraag op landelijke schaal met mogelijk 30% (RIVM, 2015). Omdat de vraag naar drinkwater in heel Nederland kan stijgen, kunnen ook andere provincies om water uit Gelderland vragen. Uiteindelijk neemt de provincie de aangewezen gebieden met bijbehorend beschermingsbeleid op in de Omgevingsverordening. Voor de provincie Gelderland resulteert het maximale groeiscenario in een opgave van circa 45 miljoen m^3 extra benodigde vergunningsruimte voor drinkwaterwinning.

Voor het aanwijzen van de ASV-gebieden doorloopt de Provincie Gelderland een milieu effect rapportage (m.e.r.)-procedure. Met de m.e.r.-procedure worden de milieugevolgen in beeld gebracht, voordat een besluit wordt genomen. Het uitvoeren van Onderbouwend onderzoek is onderdeel van de 1^e fase van de procedure. Het formuleren van alternatieven en het bepalen van de milieu-effecten is onderdeel van de 2^e fase. Op basis van het MER maken Provinciale Staten in 2021 uiteindelijk een keuze. Daarbij houden ze ook rekening met drinkwateraspecten zoals kosten, risico's en robuustheid en maatschappelijke effecten.

Het Onderbouwend onderzoek omvat in totaal 4 onderdelen:

- Regionale studies grondwater;
- Andere bronnen voor drinkwater;
- Mogelijkheden voor drinkwaterbesparing;
- Ontwikkelen beschermingsbeleid.

In de zoektocht naar geschikte gebieden kiest de provincie Gelderland voor een open proces met stakeholders en een evenwichtige belangenafweging. De uitgangspunten voor het aanwijzen van gebieden zijn aanvaardbare effecten van de winning op de omgeving en een balans tussen bescherming en ruimte voor ontwikkeling.

Het project "Andere bronnen voor drinkwater in Gelderland" heeft betrekking op alternatieven voor zoet grondwater als bron voor de bereiding van drinkwater. Het doel van de studie is om duidelijke bouwstenen op te leveren voor het MER om volwaardige vergelijkbare alternatieven op te kunnen stellen en een objectieve vergelijking te kunnen maken met de inzet van grondwater. De resultaten van de studie zijn in samenhang uitgewerkt in het kader van het MER en dienen ook, binnen de maatschappelijke context van het MER, als zodanig geïnterpreteerd en beoordeeld te worden.

2. Bestaande en perspectiefvolle bronnen en technieken

Met een literatuuronderzoek zijn de verschillende bestaande en perspectiefvolle bronnen en technieken beschreven die gebruikt worden voor de productie van drinkwater. Dit vormt een korte beschrijving van de gangbare praktijk in de Nederlandse drinkwatersector. Hierbij is onderscheid gemaakt in zoet grondwater, brak grondwater, oppervlaktewater en overige bronnen.

3. Geselecteerde scenario's: Uitgangspunten en beoordelingskader

Op basis van de resultaten van het literatuuronderzoek zijn in een integrale bijeenkomst zes mogelijke scenario's inhoudelijk tegen het licht gehouden en zijn de ruimtelijke potenties voor Gelderland verkend (waar kan wat, waar is het slim, waarom is het slim, wat zijn relevante criteria voor objectieve vergelijking met grondwater en wat zijn de uitdagingen). De volgende 6 scenario's zijn voorgesteld om nader uit te werken:

1. Grondwaterwinning;
2. Inname oppervlaktewater en inzet spaarbekken;
3. Oevergrondwaterwinning;
4. Kunstmatige infiltratie oppervlaktewater (regionale watersystemen) en grondwaterwinning;
5. Kunstmatige infiltratie oppervlaktewater (Veluwe) en grondwaterwinning;
6. Brak waterwinning;
7. Gebruik AWZI-effluent.

Voor iedere bron is een kostenraming opgesteld. Deze zijn opgesteld met de kostenstandaard drinkwater van Royal HaskoningDHV op basis van feitelijk gerealiseerde projecten van Nederlandse drinkwaterbedrijven (www.kostenstandaard.nl). De ramingen van investeringen en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30% en geven een eerste indicatie van de kosten. Na afronding van de kostenramingen is een duurzaamheidsvergelijking opgesteld op basis van de meest onderscheidende criteria: energieverbruik (kWh/m^3), CO_2-emissie (kg/ m^3) hulpstoffenverbruik (g/ m^3) en afvalstroomproductie (m^3/dag). Ook hiervoor is gebruik gemaakt van de kostenstandaard drinkwater.

Om een zo objectief mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen grondwater en andere potentiële bronnen voor drinkwater is een beoordelingskader opgesteld. Per thema zijn de meest onderscheidende beoordelingscriteria benoemd voor de kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling.

4. Uitwerking scenario's en regionale potenties

De uitgewerkte scenario's zijn vergeleken met een "standaard" grondwaterwinning. Een standaard grondwaterwinning is in dit verband een winning zoals die in Gelderland als gemiddelde winning voorkomt. Afhankelijk van regionale verschillen in opbouw van de ondergrond en landgebruik verschilt de kwaliteit van het onttrokken grondwater en kunnen de zuiveringstappen verschillen.

Elk scenario is vervolgens nader uitgewerkt voor de volgende aspecten:

- Technische beschrijving bron/techniek;
- Invalshoeken voor regionale potenties;
- Regionale potenties in beeld;
- Potentiële locatie.

5. Effecten, haalbaarheid en kosten

De effecten, haalbaarheid en kosten van de scenario's zijn aansluitend in beeld gebracht. Hierbij zijn de volgende aspecten aan de orde gekomen:

- Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid;
- Zuiveringstechnologie;
- Kosten, duurzaamheid en implementatietijd;
- Impact op omgeving en beschermbaarheid;
- Klantperceptie;
- Nadere overwegingen en leemtes in kennis.

6. Beoordeling scenario's

Op basis van de uitwerking van de scenario's zijn de scenario's vergeleken met een standaard grondwaterwinning en zijn de onderlinge aspecten nader beoordeeld. Hiervoor is gewerkt met een kwalitatieve beoordelingsschaal (plussen en minnen). Voor de standaard grondwaterwinning zijn alle beoordelingscriteria, als referentie, op nul gezet. Onderstaande tabel geeft de resultaten hiervan weer.

Het is niet zozeer de bedoeling om met de beoordeling een scenario te kiezen. Het uiteindelijk resultaat is immers een aantal bouwstenen om verder te gebruiken in het MER.

Tabel 0-1 Beoordelingskader met de beoordeling van zes andere bronnen voor drinkwater ten opzichte van grondwater.

Thema	Beoordelingscriteria	Grondwater	Oppervlakte water	Oevergrond water	Kunstmatige infiltratie (Regionaal)	Kunstmatige infiltratie (Veluwe)	Brak grond-water	Effluent
Beschikbaarheid bron en toekomst-bestendigheid	Huidige waterkwantiteit	0	+	+	0	+	-/0	-
	Huidige waterkwaliteit	0	- -	-	-	-	-	- -
	Robuustheid in kwantitatieve zekerheid	0	0	+	0	++	+	-
	Robuustheid in kwalita ieve zekerheid	0	-	-	- -	-	+	-
	Robuustheid in klimaatbestendigheid	0	-	0	-	++	+	0
	Opschaalbaarheid	0	+	+	-	++	0	0
Zuiverings-technologie	Gevoeligheid voor verstoringen	0	-	-	- -	0	-	- -
	Leveringszekerheid	0	0	0	-	0	0	-
Kosten, Duurzaamheid en implementatietijd	Investeringskosten	0	-	-	- -	- -	-	- -
	Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)	0	-	-	- -	- -	- -	- -
	Energieverbruik	0	-	-	- -	- -	- -	- -
	CO2 emissie	0	-	-	-	- -	- -	- -
	Verbruik hulpstoffen	0	0	+	-	- -	0 / +	-
	Afvalstroom productie	0	0 / -	0 / +	-	-	- -	- -
	Tijd voor implementatie nieuwe bron	0	-	0	0	- -	- -	0
Impact op omgeving en beschermbaarheid	Ruimtebeslag	0	-	0	0	0	0	+
	Ruimtelijke geschiktheid van een gebied (bescherm-baarheid)	0	-	0 / -	-	0	0	- -
	Impact op omgeving (natuur, landbouw, watersysteem,…)	0	-	+	+	++	+	+
	Win-win kansen (recreatie, natuur,…)	0	-	0	+	+	+	-
	Risicovolle functies (geothermie, WKO,…)	0	+	0	+	+	0	+
Klantperceptie	Acceptatie andere bron voor drinkwater	0	-	0	0	0	0	- -

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en proces ASV

Door bevolkingsgroei en economische groei kan de vraag naar drinkwater in Nederland in de komende jaren flink stijgen. Naast de klimaatverandering en het steeds intensiever gebruik van de bodem is dit aanleiding om grond- en oppervlaktewater te reserveren voor de toekomstige drinkwatervoorziening (Structuurvisie Ondergrond, juni 2018). Met de structuurvisie zijn Rijk en provincies overeengekomen om Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) voor de drinkwatervoorziening aan te wijzen.

De ASV zijn bedoeld voor de drinkwatervoorziening voor de middellange termijn (2040) en dienen om voorbereid te zijn op een groei van de vraag op landelijke schaal met mogelijk 30% (RIVM, 2015). Omdat de vraag naar drinkwater in heel Nederland kan stijgen, kunnen ook andere provincies om water uit Gelderland vragen. Uiteindelijk neemt de provincie de aangewezen gebieden met bijbehorend beschermingsbeleid op in de Omgevingsverordening. Voor de provincie Gelderland resulteert het maximale groeiscenario in een opgave van circa 45 miljoen m^3 extra benodigde vergunningsruimte voor drinkwaterwinning.

Voor het aanwijzen van de ASV-gebieden doorloopt de Provincie Gelderland een milieu effect rapportage (m.e.r.)-procedure. Met de m.e.r.-procedure worden de milieugevolgen in beeld gebracht, voordat een besluit wordt genomen. Het uitvoeren van Onderbouwend onderzoek is onderdeel van de 1^e fase van de procedure. Het formuleren van alternatieven en het bepalen van de milieu-effecten is onderdeel van de 2^e fase. De resultaten komen uiteindelijk in het Milieueffectrapport (MER). Op basis van het MER maken Provinciale Staten in 2021 uiteindelijk een keuze. Daarbij houden ze ook rekening met drinkwateraspecten zoals kosten, risico's en robuustheid en maatschappelijke effecten.

Het Onderbouwend onderzoek omvat in totaal 4 onderdelen:

- Regionale studies grondwater: Waar is in het Gelderse watersysteem ruimte om extra grondwater te winnen. Omdat er regionale verschillen zijn in het watersysteem, wordt dit gedaan voor drie gebieden: Rivierenland, de Veluwe en Oost-Gelderland;
- Andere bronnen voor drinkwater: De mogelijkheden van het winnen van brak water, oevergrondwater en oppervlaktewater worden hierin onderzocht;
- Mogelijkheden voor drinkwaterbesparing;
- Ontwikkelen beschermingsbeleid.

In de zoektocht naar geschikte gebieden kiest de provincie Gelderland voor een open proces met stakeholders en een evenwichtige belangenafweging. De uitgangspunten voor het aanwijzen van gebieden zijn aanvaardbare effecten van de winning op de omgeving en een balans tussen bescherming en ruimte voor ontwikkeling.

1.2 Doelstelling

In deze rapportage zijn de resultaten van het project "Andere bronnen voor drinkwater in Gelderland" beschreven. Dit project heeft betrekking op alternatieven voor zoet grondwater als bron voor de bereiding van drinkwater en is één van de onderbouwende studies ter voorbereiding op het MER ASV. Het doel van de studie is om duidelijke bouwstenen op te leveren voor het MER om volwaardige vergelijkbare alternatieven op te kunnen stellen en een objectieve vergelijking te kunnen maken met de inzet van grondwater. De resultaten van de studie zijn in samenhang uitgewerkt in het kader van het MER en

dienen ook, binnen de maatschappelijke context van het MER, als zodanig geïnterpreteerd en beoordeeld te worden.

1.3 Werkwijze en leeswijzer

Voor de uitwerking van het project is een gefaseerde aanpak gehanteerd. Hierbij zijn de volgende onderdelen uitgewerkt:

- Onderdeel A: Verkenning bewezen en nieuwe technieken;
- Onderdeel B: Verkenning kansrijke gebieden en technieken;
- Onderdeel C: Kansrijke scenario's en beoordelingskader;
- Onderdeel D: Effecten en kansen;
- Onderdeel E: Haalbaarheid en kosten.

Met onderdeel A van het project is een verkenning uitgevoerd van 1) In de praktijk bewezen kennis en technieken, als alternatief voor zoet grondwater (oppervlaktewater, oevergrondwater; brak grondwater) en 2) Perspectiefvolle toekomstige bronnen (zoals regenwater, effluent, etc.) en technieken. De resultaten van dit onderdeel zijn beschreven in hoofdstuk 2.

Met onderdeel B en C zijn voor elk van de drie regio's de interessante bronnen (oppervlaktewater, brak water, oevergrondwater) en technieken (spaarbekken/kunstmatige infiltratie/directe zuivering) benoemd. Op basis van de resultaten van onderdeel A, B en C zijn 6 kansrijke scenario's geformuleerd. De benoemde scenario's en de gehanteerde uitgangspunten zijn beschreven in hoofdstuk 3. Een scenario moet in dit verband beschouwd worden als een combinatie van bouwstenen (bron, techniek en locatie). De scenario's kunnen gebruikt worden bij het formuleren van alternatieven voor het MER.

In hoofdstuk 4 zijn de scenario's nader uitgewerkt en zijn de regionale potenties voor Gelderland in beeld gebracht. De effecten, haalbaarheid en kosten van de scenario's zijn vervolgens beschreven in hoofdstuk 5. Hoofdstuk 6 beschrijft tenslotte de beoordeling van de scenario's waarbij de vergelijking is gemaakt met het 0-scenario, de standaard grondwaterwinning.

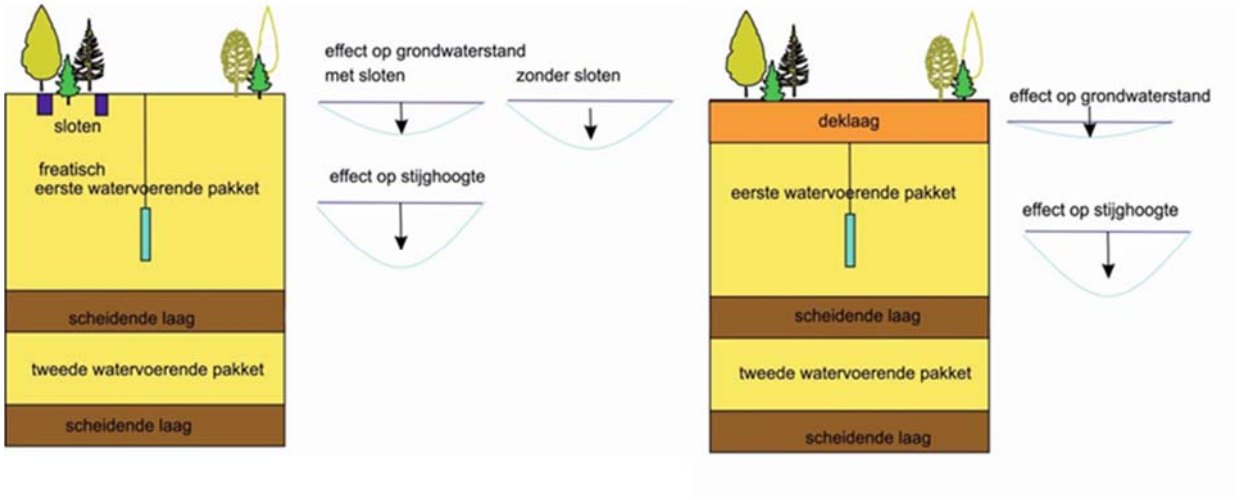
2 Bestaande en perspectiefvolle bronnen en technieken

In dit hoofdstuk zijn de verschillende bestaande en perspectiefvolle bronnen en technieken die gebruikt worden voor de productie van drinkwater kort beschreven. Dit kan worden beschouwd als een korte beschrijving van de gangbare praktijk in de Nederlandse drinkwatersector. Hiervoor is regelmatig gebruik gemaakt van de website www.waterwinst.nl. De opbouw van het hoofdstuk is dat er per bron van drinkwater (paragraaf) een aantal technieken worden beschreven (sub paragraaf) om deze bron te winnen.

2.1 Zoet grondwater

2.1.1 Ondiepe grondwaterwinning met verticale putten

Met ondiep grondwater wordt grondwater bedoeld dat wordt gewonnen vanuit het eerste, meest ondiepe watervoerende pakket. Indien dit pakket niet is afgesloten met een deklaag van klei en/of veen dan is er sprake van een freatische winning. Bij een freatische winning zijn de effecten op de grondwaterstand groter dan bij een winning met een deklaag (zie Figuur 2-1). Als er in het lokale watersysteem sloten aanwezig zijn dan dempt dit het effect van de freatische winning op de grondwaterstand. Een freatische winning is echter kwetsbaar doordat het watersysteem niet goed beschermd is tegen menselijke invloeden.



Figuur 2-1: Ondiepe drinkwaterwinning. Links: uit een freatisch pakket, rechts uit het eerste watervoerende pakket onder een deklaag. Bron: www.waterwinst.nl

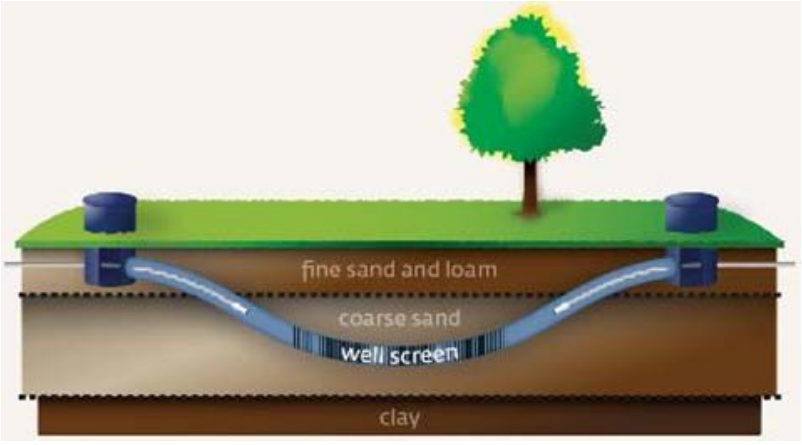
2.1.2 Ondiepe grondwaterwinning met horizontale putten

Ondiep grondwater kan ook worden onttrokken door middel van horizontale putten (Figuur 2-2). Het gebruik van horizontale putten kent een aantal voordelen ten opzichte van verticale winning:

- De capaciteit van de bron is hoger doordat meer strekkende meter van het onttrekkingsfilter in het watervoerende pakket gelegen is.
- Het effect op de verlaging van de grondwaterstand (en daarmee op de omgeving) is gelijkmatiger verdeeld en minder groot.

Horizontale putten kunnen worden aangelegd in de vorm van drains of Ranney Collectors, dat zijn horizontale putten geboord vanuit een verticale schacht. Een nieuwe methodiek is de **H**orizontal

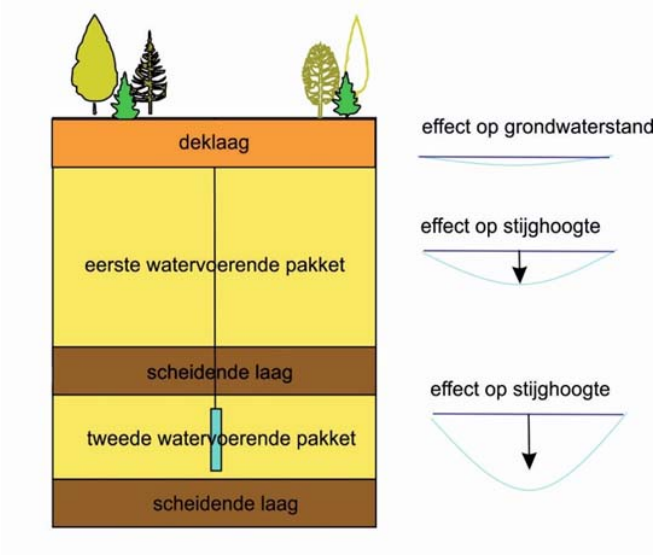
Directional **D**rilled **W**ell (horizontaal gestuurde boring of HDDW), hier is de praktijkervaring van de boorbedrijven in Nederland echter nog relatief beperkt.



Figuur 2-2: Een horizontale put. Bron: www.waterwinst.nl.

2.1.3 Diepe grondwaterwinning

Diep grondwater wordt gewonnen uit het tweede of een dieper watervoerend pakket (Figuur 2-3). Dit pakket is altijd afgesloten door een scheidende (klei)laag.



Figuur 2-3: Diepe grondwaterwinning. Bron: www.waterwinst.nl

De aanwezigheid van deze kleilaag maakt diepe grondwaterwinningen aantrekkelijk: ze zijn hierdoor immers minder kwetsbaar voor antropogene invloeden. Daarnaast is de verblijftijd van het water langer, waardoor de kwaliteit en temperatuur van het water over het algemeen zeer constant is. De effecten aan het maaiveld (grondwaterstandsveranderingen) zijn relatief beperkt. De effecten op de stijghoogte (de druk in het watervoerende pakket op een bepaalde diepte daarentegen zijn groot. Het onttrokken water wordt aangevuld door zijwaartse toestroming in het pakket of van water in de boven en/of onderliggende watervoerende lagen. Waar de stijghoogte groter is dan de grondwaterstand is er sprake van een kwelsituatie. Door een diepe grondwaterwinning kan de stijghoogte dusdanig worden beïnvloed dat de kwelstroom stopt of wordt verminderd.

De meeste drinkwaterwinningen in Nederland maken gebruik van diep grondwater en dit is daarom ook een gebied waar de Nederlandse watersector veel kennis en ervaring in heeft.

2.1.4 Kunstmatige infiltratie

Deze techniek wordt in Nederland vooral toegepast in de duinen. Zoet water wordt in de ondergrond gebracht en na verloop van tijd onttrokken. Dit maakt het mogelijk om tijdens perioden van wateroverschot meer te infiltreren dan te onttrekken en in perioden van hoge vraag meer te kunnen onttrekken dan te infiltreren. Hierdoor wordt de ondergrond als buffer ingezet en kan de seizoensmatige disbalans tussen vraag en aanbod van zoet water worden overbrugd. Het te injecteren water kan afkomstig zijn uit oppervlaktewater, hemelwater of gezuiverd afvalwater.

2.2 Brak grondwater

Brak grondwater (dit is volgens de klasse indeling van Stuyfzand (1993) water met een chloride concentratie van 300 – 5.000 mg/l) wordt in Gelderland momenteel niet ingezet voor de productie van drinkwater, omdat de kosten voor zuivering tot drinkwater hoger zijn en er een zoute reststroom vrijkomt. In het buitenland wordt hier echter al wel veel gebruik van gemaakt. De reden hiervoor is dat de druk op de zoetwatervoorkomens daar dusdanig hoog is dat de hogere zuiveringskosten van brak grondwater geaccepteerd worden.

In Gelderland vallen veel locaties voor (zoete) drinkwaterwinningen af door het voorkomen van brak water en bijkomend risico op verzilting. Er zitten echter een aantal voordelen aan het gebruik van brak water als grondstof voor Gelders drinkwater:

- Brak water is op grote schaal aanwezig in de ondergrond. Als dit wordt gezien als bron neemt de totale potentiële drinkwater voorraad significant toe.
- Brak water zit over het algemeen op grotere diepte in de ondergrond en is daarom vaak vrij van antropogene invloeden.

Er kan op een tweetal manieren worden omgesprongen met brak grondwater:
1. Enkel brak water onttrekken en vervolgens zuiveren tot drinkwater;
2. De onttrekking van brak water gecombineerd inzetten met de onttrekking van zoetwater om de verzilting van de zoete bron te voorkomen.

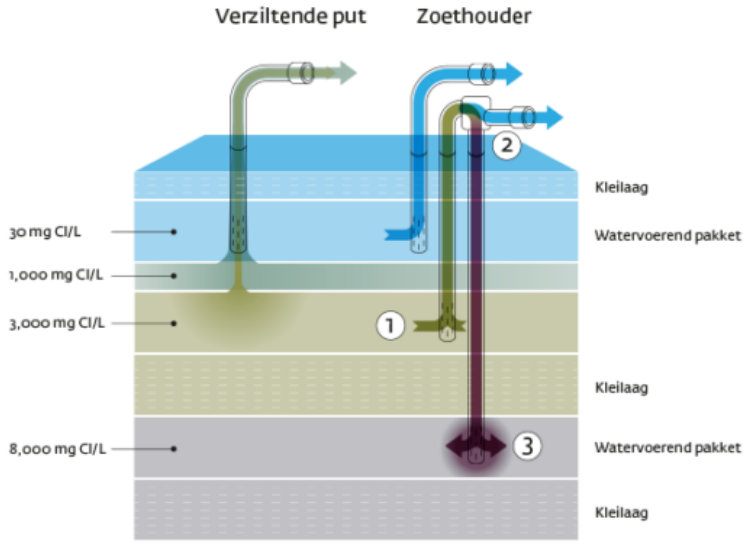
2.2.1 Brakwaterzuivering

De productie van drinkwater uit brakwater is relatief eenvoudig. De meest gebruikte techniek hiervoor is omgekeerde osmose (RO). RO maakt gebruik van membranen om de zouten te verwijderen. Het permeaat (ontzilte water) kan vervolgens worden gemengd met traditioneel bereid drinkwater. Bij gebruik van zuurstofloos ruwwater is geen voorzuivering nodig. Het grootste knelpunt in het gebruik van brak water als grondstof is het concentraat: een deelstroom (vaak ongeveer 20% van het gewonnen water) met daarin alle zouten uit het gewonnen water. Binnen de zuiveringstechnieken wordt echter veel geïnnoveerd, waardoor hogere rendementen en lagere kosten in de toekomst waarschijnlijk zijn. Binnen de huidige wet- en regelgeving kan het concentraat niet zonder meer worden geloosd op riool of oppervlaktewater. Het is wel mogelijk het concentraat te injecteren in de diepere ondergrond: het concentraat bevat immers enkel stoffen die al van nature in het grondwater aanwezig zijn. In het vervolg deel van deze studie (paragraaf 5.6.3) wordt de relevante wet- en regelgeving nader uitgezocht.

2.2.2 Zoethouderconcept

Bij het gelijktijdig onttrekken van brak water bij een zoetwaterwinning kan het verschuiven van het grensvlak in de ondergrond (de oorzaak van verzilting) tot staan worden gebracht. Dit zogenaamde zoethouderconcept is al in de praktijk getest door Brabant Water, bij Zevenwoude en door Vitens, in Noardburgum. In Noardburgum wordt de pilot momenteel verder opgeschaald. Omwille van problemen met de wetgeving is hier echter een wijziging in het ontwerp aangebracht: er wordt geen RO meer toegepast maar het brakke water wordt rechtstreeks geïnjecteerd in het dieper liggende (zoute) watervoerende pakket.

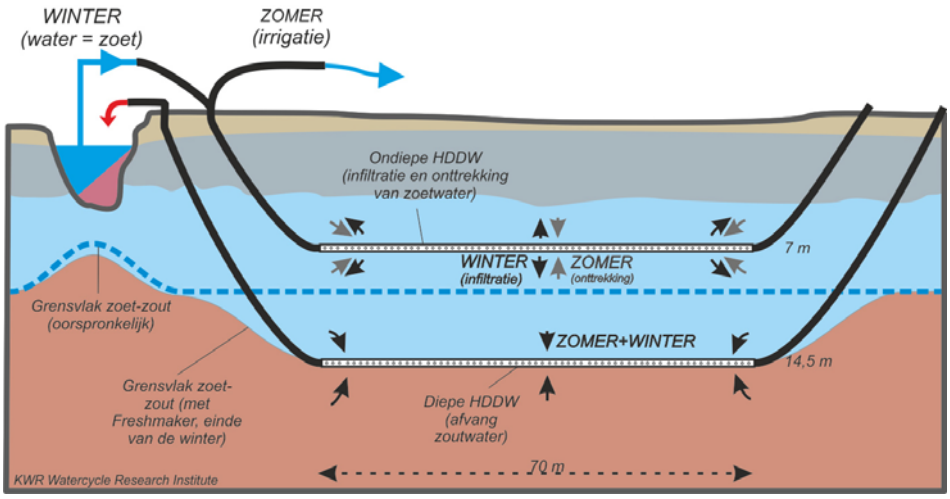
Het zoethouderconcept, zoals getest in Noardburgum, gaat uit van verzilting door upconing (van onderaf). In geval van laterale verzilting zal dit niet werken. Het is echter wel mogelijk het lateraal toestromende brakke water af te vangen met onttrekkingen die dan functioneren als scherm. Dit onttrokken brakke water kan dan desgewenst worden gezuiverd en gebruikt of rechtstreeks worden geïnjecteerd.



Figuur 2-4: Zoethouderconcept (Vitens, KWR, Arcadis, 2014)

2.2.3 Kunstmatige infiltratie

Wanneer kunstmatige infiltratie (zie paragraaf 2.1.4) wordt toegepast in brakke of zoute pakketten dan neemt de recovery efficiency (RE) af door verzilting. De RE is een maat voor het rendement van de onttrekking. Als de RE kleiner wordt dan 100% betekent dit dat niet al het geïnfiltreerde water nog onttrokken kan worden. Dit kan zowel komen door dichtheidsstroming (waardoor het zoete (lichtere) water gaat drijven op het zoute (zwaardere) water en daardoor niet meer onttrokken kan worden) als door menging met het oorspronkelijke grondwater (waardoor de concentratie op kan lopen tot boven de drinkwaternorm). Er zijn echter al verschillende technische oplossingen getest en in gebruik welke verzilting van het infiltratiesysteem voorkomen. Een voorbeeld hiervan is de Freshmaker (Figuur 2-5). Hierbij wordt, net zoals bij de zoethouder, simultaan brak water en zoet water onttrokken om verzilting door de verplaatsing van het grensvlak te voorkomen. Een bijkomend voordeel hierbij is dat door het omlaag trekken van het grensvlak de totale zoetwatervoorraad toeneemt.



Figuur 2-5: Het vergroten van de winbare hoeveelheid door het Freshmaker concept.

2.3 Oppervlaktewater

2.3.1 Rechtstreekse oppervlaktewaterwinning

Oppervlaktewater voor direct gebruik als grondstof voor drinkwater wordt in Nederland ingenomen uit de Maas in de Biesbosch, uit het Amsterdam-Rijnkanaal bij Nieuwersluis, uit het IJsselmeer bij Andijk en uit de Drentse Aa bij de Punt.

In tegenstelling tot de voorgaande opties zien we bij oppervlaktewaterwinning een aantal risico's bij het gebruik van oppervlaktewater als bron voor drinkwater:

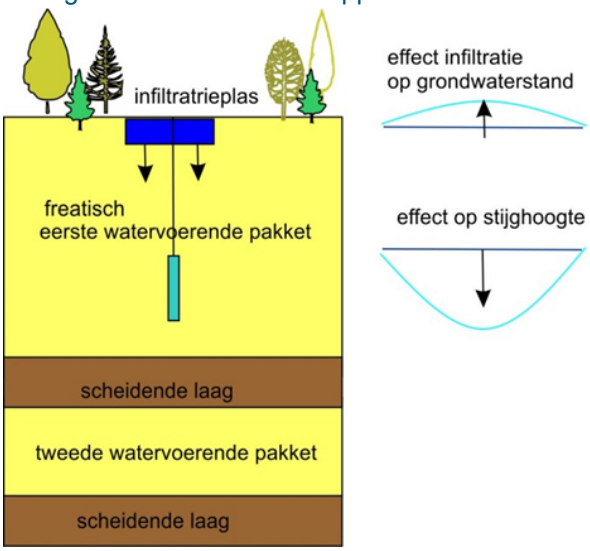
- Gevoelig voor vervuiling van oppervlaktewater:
  - Medicijnresten;
  - Lozingen industrie;
  - Bestrijdingsmiddelen.
- Bescherming van het water blijft beperkt tot rondom het innamepunt.
- Er is nog onvoldoende juridisch / planologisch instrumentarium om een waterlichaam te kunnen beschermen op een gelijkwaardige manier als bij een grondwaterbeschermingsgebied.
- Calamiteiten, (zoals de brand bij Vredestein, die leidde tot de definitieve stop van het gebruik van water uit het Twentekanaal bij Enschede voor productie van drinkwater).
- Temperatuurfluctuaties (zowel door het jaar heen als door klimaatverandering) hebben invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater (Figuur 2-6):
  - Onvoldoende afvoer;
  - Verzilting (dit speelt echter niet in Gelderland);
  - Verhoging concentraties bij lage afvoeren. Bij zeer lage afvoer is het effluentgehalte in de Rijn circa 25%;
  - Temperatuur rivierwater bij hittegolven.

Figuur 2-6: Invloed van klimaatverandering op gebruik oppervlaktewater voor drinkwaterproductie (RIVM, 2013)

2.3.2 Indirecte oppervlaktewaterwinning

Kunstmatige infiltratie

Kunstmatige infiltratie is al besproken in 2.2.3. In dit geval wordt de aanvulling van grondwater vergroot door gebruik te maken van oppervlaktewater dat wordt geïnfiltreerd (Figuur 2-7).



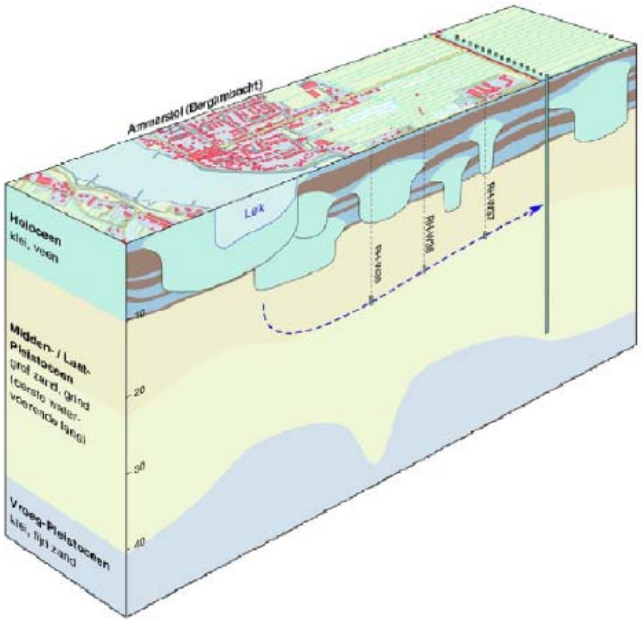
Figuur 2-7: Artificial Recharge. Bron: www.waterwinst.nl

Bij de duinwaterwinningen wordt deze techniek ingezet. Hier infiltreert voorgezuiverd oppervlaktewater vanuit plassen naar het grondwater. Daarna wordt het na een bodempassage van minimaal 28 dagen opgepompt. Een andere toepassing is het tegengaan van verdroging als gevolg van nabijgelegen grondwaterwinningen. Denk hierbij aan de infiltratie bij Epe en bij Schalterberg waar water uit kleinere waterlopen via plassen wordt geïnfiltreerd naar het grondwatersysteem.

2.3.3 Oevergrondwater

Paragraaf 2.3.1. beschrijft een aantal risico's die kleven aan het rechtstreeks gebruik van oppervlaktewater voor drinkwater. Deze risico's worden verkleind wanneer het vanuit de oever van de rivier wordt gewonnen (Figuur 2-8). Hierbij wordt een (ondiepe) grondwaterwinning in de nabijheid van de rivier geplaatst van waar uit een mengsel van geïnfiltreerd oppervlaktewater en grondwater wordt gewonnen. Het oppervlaktewaterdeel heeft eerst een bodempassage ondergaan waardoor hygiënische betrouwbaarheid gegarandeerd kan worden. De concentraties van chemische verontreinigingen worden *afgevlakt* door de verschillen in verblijftijden van het geïnfiltreerde oppervlaktewater in de ondergrond en *verlaagd* door menging met grondwater.

Voorbeelden van dit type winningen zijn die van Oasen langs de Lek.



Figuur 2-8: Winning van oevergrondwater. Bron: www.waterwinst.nl

2.4 Overige bronnen

2.4.1 Stedelijk afvalwater

Het zuiveren van effluent met behulp van geavanceerde membraantechnologieën conform het concept van 'Concentrate and Reuse' (CoRe). Afvalwater (communaal of industrieel) wordt in eerste instantie met een factor 20 geconcentreerd met behulp van Forward Osmose. De geconcentreerde stroom (1/20) wordt biologisch gezuiverd en benut voor de productie van energie en grondstoffen. Het filtraat (19/20) komt, na zuivering met Reverse Osmosis, vrij als zuiver water van demiwater kwaliteit en is geschikt voor de productie van drinkwater.

2.4.2 Hemelwater

Het concept van regenwateropvang wordt wereldwijd al veelvuldig toegepast. Regenwater wordt opgevangen en gezuiverd tot de gewenste waterkwaliteit voor de betreffende toepassing. Regenwater kan na de benodigde filtratie- en desinfectiestappen ingezet worden als drinkwater. Wel is dit relatief bewerkelijk omdat het regenwater zodra het gevallen is, bacteriologisch onbetrouwbaar is en een bepaald (zij het laag) gehalte opgeloste stoffen heeft. Om het als drinkwater te gebruiken moet het water dus gedesinfecteerd en opgehard[1] worden. Als zuiveringsproces betekent dit CO2-dosering gevolgd door marmerfiltratie gevolgd door UV-desinfectie. Het is in de Nederlandse situatie (waar we relatief ruim in het water zitten en hoge grondwaterstanden hebben in vergelijking met drogere gebieden waar regenwateropslag wordt toegepast) aantrekkelijker om het regenwater door een bodempassage te laten opharden en desinfecteren en vervolgens het grondwater te gebruiken als bron voor de drinkwaterproductie.

2.5 Perspectiefvolle bronnen en technieken voor Gelderland

Deze paragraaf geeft een weergave van de input die is verkregen tijdens de brainstormsessie van 23 januari. Grofweg was de brainstormsessie op te splitsen in drie gedeeltes, zoals weergegeven in onderstaand kader.

Opzet Brainstormsessie "Andere Bronnen voor Drinkwater in Gelderland"

1. *Stel u schrijft een science fiction boek. Vanuit welke bron (en hoe) ontvangt de hoofdpersoon in uw boek zijn/haar drinkwater?*
2. *Hoe ontvangen de inwoners van de provincie Gelderland hun drinkwater binnen nu en 10-20 jaar uitgaande van de bronnen:*
    - *Oppervlaktewater;*
    - *Brak (grond)water;*
    - *Oevergrondwater;*
    - *Overige bronnen (zoals regenwater, effluent, etc.).*
3. *Geef aan op welke locaties in de provincie Gelderland de technieken en bijbehorende bronnen (zoals genoemd onder punt 2.) de meeste kans van slagen hebben.*

De focus van de brainstormsessie lag voornamelijk op het in beeld brengen van perspectiefvolle bronnen en technieken voor de drie regionale watersystemen: Rivierenland, Veluwe en Oost-Gelderland. Voor ieder systeem zijn zogenaamde 'bouwstenen' geformuleerd (o.a. potentiële technieken, bronnen en locaties) die input vormen voor een toekomstig scenario. In het geval dat alle benodigde bouwstenen al bekend waren is een voorstel gemaakt voor een potentieel scenario.

2.5.1 Rivierenland

Bouwsteen – Oevergrondwater langs de rivier

In het rivierengebied zorgt verzilting al vrij snel voor problemen. Het toepassen van het zoethouderconcept langs de Waal kan bijdragen aan het stabiel houden van het brakke grensvlak. Dit is met name van toepassing op de plekken langs de Waal waar het brakke water ondiep zit. Door op deze locaties het zoethouderconcept toe te passen wordt verwacht dat duurzaam grondwater gewonnen kan worden.

[1] *Opharden is het proces waarbij de hardheid van het water (concentratie calcium en magnesium) wordt verhoogd. Hierdoor zal ook de pH van het water hoger (en minder agressief) worden.*

Bouwsteen – Spaarbekkens in rivierengebied
Het benutten van rivieren om bekkens te vullen voor de productie van drinkwater, naar voorbeeld van de Biesbosch. Bekkens zijn landschappelijk goed in te passen en kunnen ook andere functies ondersteunen zoals: waterberging, natuur en energievoorziening. Het belangrijkste is om de benodigde ruimte hiervoor ook daadwerkelijk te 'claimen'. Bij gebruik van de plassen als waterberging is het belangrijk dat er rekening wordt gehouden met sterke peilvariatie in de plas. Bestaande (diepe) plassen langs de IJssel kunnen gebruikt worden als bekkens maar er zijn ook interessante locaties voor nieuwe bekkens, bijvoorbeeld nabij Slot Loevestein en de Bommelerwaard. Mogelijk kunnen toekomstige bekkens zelfs onderdeel worden van het wetland gebied Rijnstrangen.

Bouwsteen – brak grondwater winnen
Het winnen van brak grondwater is interessant in het rivierengebied. Brak grondwater is een betrekkelijk schone bron en kent over het algemeen beperkte antropogene invloeden (o.a. verontreinigingen met bestrijdingsmiddelen, medicijnresten, chemische stoffen, etc.). Door brak grondwater eerst voor te behandelen kan het rendement van de membraanfiltratie (RO) worden verhoogd en wordt de zoute reststroom beperkt (conform toepassing in Californië). Injectie van de reststroom (het concentraat) kan plaatsvinden in de diepe ondergrond, mogelijk vraagt dit nog om een aanpassing van de regelgeving. De reststroom kan mogelijk ook worden benut voor het opwekken van energie conform het 'Blue Energy' concept. Bij deze techniek wordt energie opgewekt vanuit het potentiaal verschil dat bestaat tussen zout en zoet water.
Het toepassen van een verdampingstechniek voor het scheiden van zouten en zoetwater is een optie die nader onderzocht kan worden. Mogelijk is hierbij een combinatie te maken met koeltechniek.

2.5.2 Veluwe

Potentieel scenario – Veluwemassief als waterbuffer
Een groot natuurproject midden op de Veluwe, waarbij voorgezuiverd water uit de IJssel de basis vormt voor 'natte natuur' en aanvulling van de grondwatervoorraad in het Veluwemassief. Ook oppervlaktewater uit het Randmeer kan mogelijk dienen als 'bron'. Dit project maakt het mogelijk om grondwaterwinning in stand te houden of zelfs uit te breiden (bijvoorbeeld een nieuwe winning 10x zo groot als Schalterberg). Daarnaast zullen verdroogde beeksystemen zich herstellen. Een infiltratieproject met de omvang van de Veluwe vergt de nodige inspanning maar is technisch haalbaar. Verderop in dit rapport is deze optie uitgewerkt met de infiltratie van bemalingswater uit Flevoland.

Bouwsteen – Infiltratie van industrieel gezuiverd afvalwater
Het vasthouden en hergebruiken van industrieel gezuiverd afvalwater. Het industriële afvalwater zal voorgezuiverd (basaal) en vervolgens actief geïnfiltreerd worden, bijvoorbeeld met zogenaamde Horizontal Directional Drilled Wells (HDDW = bronnen aangelegd door middel van horizontaal gestuurde boringen). Op enige afstand zal het water worden onttrokken met behulp van winputten. Op deze manier creëer je een natuurlijke bodempassage en kan het water worden ingezet voor de productie voor drinkwater of hergebruik binnen de betreffende industrie.

2.5.3 Oost-Gelderland

Potentieel scenario – Kunstmatige infiltratie regionaal watersysteem (Achterhoek)
Het produceren van gebiedseigen grondwater is mogelijk in de Achterhoek via kunstmatige infiltratie van regionaal beschikbaar oppervlaktewater. De 'bronnen' hiervoor zijn oppervlaktewater uit de watersystemen en opgevangen/geïnfiltreerd hemelwater. De watersystemen in de Achterhoek worden enkel lokaal beïnvloed, bijvoorbeeld door de landbouw. Door alle lokale partijen hiervan bewust te maken, kan de oppervlaktewaterkwaliteit verbeteren. Beide 'bronnen' kunnen vervolgens benut worden voor kunstmatige infiltratie. Dit infiltratiewater kan opgeslagen worden in de stuifzandruggen die verdeeld zijn in

het gebied. In droge periodes kan de buffer worden benut door de landbouw, natuur, industrie of het drinkwaterbedrijf (bijvoorbeeld conform winning Epe of Schalterberg). Het feit dat de infiltratie van oppervlaktewater een ruimtebeslag op de hogere gronden (stuifzandruggen) vergt, vormt samen met het overbruggen van droge periodes (de robuustheid van de winning), een van de belangrijkste uitdagingen. Daarnaast is nog onduidelijk hoe snel het opgeslagen water afstroomt en of dit traag genoeg gaat om een droge zomer te overbruggen.

2.5.4 Niet gebiedsgebonden

Bouwsteen – Hergebruik afvalwater in stedelijk gebied
Zie paragraaf 2.4.1. Deze bouwsteen is in feite toepasbaar op alle afvalwaterzuiveringsinstallaties ((communaal en/of industrieel) binnen de provincie Gelderland en is mogelijk ook interessant voor de mestverwerkers in Oost-Gelderland.

Bouwsteen – 'Rainwater Harvesting'
Zie paragraaf 2.4.2. Dit concept is mogelijk toepasbaar bij kleinschalige utiliteitsbouw of nieuwbouwwijken in het stedelijk gebied. Deze bouwsteen biedt echter in dit kader, waarbij regionale substantiële bouwstenen vereist zijn (uitgaande van een opgave van circa 45 miljoen m^3 extra benodigde vergunningsruimte voor drinkwaterwinning), onvoldoende perspectief.

3 Geselecteerde scenario's: Uitgangspunten en beoordelingskader

Op 18 februari 2019 zijn op basis van de resultaten van onderdeel A in een integrale bijeenkomst zes mogelijke scenario's inhoudelijk tegen het licht gehouden en zijn de ruimtelijke potenties voor Gelderland verkend (waar kan wat, waar is het slim, waarom is het slim, wat zijn relevante criteria voor objectieve vergelijking met grondwater en wat zijn de uitdagingen).

Op basis van de resultaten van de bijeenkomst zijn de volgende 6 scenario's voorgesteld:

Focus op bron oppervlaktewater
1. Robuuste leveringszekerheid vanuit oppervlaktewater (inzet spaarbekken)
2. Robuuste leveringszekerheid vanuit oeverwaterwinning

Focus op bron oppervlaktewater en techniek kunstmatige infiltratie
3. Optimaal benutten van mitigatiekansen uit regionale oppervlaktewatersystemen (kleine systemen)
4. Optimaal benutten van de Veluwe als buffer (groot systeem, link met Bingo project)

Focus op zuiveringstechniek
5. Optimaal win-win kansen benutten met brak water
6. Optimaal benutten van regionale waterketens (hemelwater, effluent, industrie, synergie met energietransitie)

3.1 Uitgangspunten

Onderstaande Tabel 3-1 geeft een weergave van de scenario's en de bijbehorende inname- en onttrekkingshoeveelheden die in deze notitie nader zijn uitgewerkt en beoordeeld.

Tabel 3-1 Weergave van scenario's en inname-, en onttrekkingshoeveelheden.

Scenario	Inname / Infiltratie (m^3/jaar)	Onttrekkings-hoeveelheid (m^3/jaar)[1]
0. Grondwaterwinning	-	2 mi joen
	-	4 mi joen
	-	8 mi joen
1. Inname oppervlaktewater en inzet spaarbekken	5,3 miljoen	-
	10 miljoen	-
	15,8 miljoen	-
2. Oevergrondwaterwinning	-	4 mi joen
	-	8 mi joen
3. Kunstmatige infiltratie oppervlaktewater (regionale watersystemen) en grondwaterwinning	3 mi joen	3 mi joen
4. Kunstmatige infiltratie oppervlaktewater (Veluwe) en grondwaterwinning	10 miljoen	10 miljoen
	20 miljoen	20 miljoen
	30 miljoen	30 miljoen

	40 miljoen	40 miljoen
	50 miljoen	50 miljoen
5. Brak waterwinning	-	2,5 miljoen
	-	5 mi joen
	-	10 miljoen
6. Gebruik AWZI-effluent	[2]1 miljoen	-
	[2]7 mi joen	-

[1]*In de kostenstandaard berekeningen is gewerkt met onttrekkingshoeveelheden en productiehoeveelheden. De precieze toegepaste getallen staan in bijlage 1. De productiehoeveelheid is iets minder dan de onttrekkingshoeveelheid door verliezen bij de zuivering. De kosten voor de productie van drinkwater zijn enkel bepaald van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. De distributiekosten, eventuele distributieverliezen en algemene overheadkosten zijn niet meegenomen in de berekeningen.*
[2]*Bron: Vakblad H2O editie 16-2012 (zie ook: http://edepot.wur.nl/338999)*

De uitgangspunten die gehanteerd zijn voor de uitwerking en beoordeling van de scenario's zijn als volgt:

- In de uitwerking van de scenario's is begonnen met een standaard grondwateronttrekking: (hoeveelheid 4 miljoen m3/jaar) als referentie voor de andere scenario's;
- In de uitwerking van de scenario's is de gekozen locatie nadrukkelijk een illustratieve locatie (als voorbeeld om uit te werken);
- Bij de uitwerking van de scenario's is uitgegaan van een realistische aanname voor wat betreft de inname- en onttrekkingshoeveelheid. Hierbij is tevens inzicht gegeven in de bandbreedtes van realistische inname- en onttrekkingshoeveelheden per scenario inclusief onderbouwing. Bijvoorbeeld binnen welke bandbreedtes is een inname oppervlaktewater en inzet spaarbekken (kostentechnisch) interessant (waarom is een inname van 10 miljoen realistisch);
- In de uitwerking is zoveel mogelijk gewerkt met bronverwijzingen naar literatuur, ook als iets op expert-judgement is gebaseerd.

Op basis van bovengenoemde uitgangspunten heeft Royal HaskoningDHV voor iedere bron een kostenraming opgesteld. Deze zijn opgesteld met de kostenstandaard drinkwater van Royal HaskoningDHV op basis van feitelijk gerealiseerde projecten van Nederlandse drinkwaterbedrijven (www.kostenstandaard.nl). De ramingen van investeringen en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30% en geven een eerste indicatie van de kosten. In bijlage A23 zijn de gebruikte percentages voor het berekenen van de bijkomende kosten, bovenop de bouwkosten, weergegeven. Op basis hiervan zijn uiteindelijk de investeringskosten bepaald. Bijlage A24 geeft inzicht in de waarden voor rente en afschrijvingstermijnen alsmede de verbruikskosten van chemicaliën, energie, materiaal en de kosten voor onderhoud, bediening en administratie. Op basis hiervan zijn uiteindelijk de jaarlijkse lasten bepaald.

Na afronding van de kostenramingen is een duurzaamheidsvergelijking opgesteld op basis van de meest onderscheidende criteria: energieverbruik (kWh/m^3), CO_2-emissie (kg/m^3) hulpstoffenverbruik (g/m^3) en afvalstroomproductie (m^3/dag). Ook hiervoor is gebruik gemaakt van de kostenstandaard drinkwater van Royal HaskoningDHV.

3.2 Beoordelingskader

Om een zo objectief mogelijke vergelijking te kunnen maken tussen grondwater en andere potentiële bronnen voor drinkwater is onderstaand beoordelingskader opgesteld. Per thema zijn de meest onderscheidende beoordelingscriteria benoemd voor de kwantitatieve en kwalitatieve beoordeling.

Tabel 3-2 Beoordelingskader met bijbehorende beoordelingscriteria.

Thema	Beoordelingscriteria	Beoordeling
Beschikbaarheid en toekomstbestendigheid bron	Huidige waterkwantiteit	m^3/jaar
	Huidige waterkwaliteit	Expert judgement
	Robuustheid in kwantitatieve zekerheid	Expert judgement
	Robuustheid in kwalitatieve zekerheid	Expert judgement
	Robuustheid in klimaatbestendigheid	Expert judgement
	Opschaa baarheid	Expert judgement
Zuiveringstechnologie	Gevoeligheid voor verstoringen	Expert judgement
	Leveringszekerheid	Expert judgement
Kosten, duurzaamheid en implementatietijd	Investeringskosten	€
	Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten) [1]	€/m^3
	Energieverbruik	kWh/m^3
	CO_2 emissie	kg CO_2/m^3
	Verbru k hulpstoffen	g/m^3
	Afvalstroom productie	liter/m^3
	Tijd voor implementatie nieuwe bron	jaar
Impact op omgeving en beschermbaarheid	Ruimtebeslag	ha
	Ruimtel jke geschiktheid van een gebied (beschermbaarheid)	Expert judgement
	Impact op omgeving (natuur, landbouw, watersysteem,…)	Expert judgement
	Win-win kansen (recreatie, natuur,…)	Expert judgement
	Risicovolle functies (geothermie, WKO,…)	Expert judgement
Klantperceptie	Acceptatie andere bron voor drinkwater	Expert judgement

[1]Aangezien de distributieafstand per scenario nog sterk kan variëren is ervoor gekozen om de distributiekosten niet mee te nemen in de jaarlijkse lasten.

Na de uitwerking van een scenario heeft de beoordeling plaatsgevonden waarbij het scenario is vergeleken met een standaard grondwaterwinning. Hiervoor is gewerkt met een kwalitatieve beoordelingsschaal (plussen en minnen). Het uiteindelijk resultaat is immers een aantal bouwstenen om verder te gebruiken in het MER. Het is niet zozeer de bedoeling om met de beoordeling een scenario te kiezen. Onderstaand een weergave van de gehanteerde beoordelingsschaal.

Tabel 3-3 Kwalitatieve beoordelingsschaal voor beoordeling van de scenario's.

Score	Betekenis
++	Scoort zeer positief ten opzichte van een "standaard" grondwaterwinning
+	Scoort positief effect ten opzichte van een "standaard" grondwaterwinning
0	Scoort neutraal ten opzichte van een "standaard" grondwaterwinning
-	Scoort negatief ten opzichte van een "standaard" grondwaterwinning
--	Scoort zeer negatief ten opzichte van een "standaard" grondwaterwinning

4 Uitwerking scenario's en regionale potenties

4.1 Scenario 0: Grondwater

De uitgewerkte scenario's worden vergeleken met een "standaard" grondwaterwinning. Een standaard grondwaterwinning is in dit verband een winning zoals die in Gelderland als gemiddelde winning voorkomt. Afhankelijk van regionale verschillen in opbouw van de ondergrond en landgebruik verschilt de kwaliteit van het onttrokken grondwater en kunnen de zuiveringstappen verschillen.

In grote lijnen is grondwater dat als bron gebruikt wordt voor drinkwater, van nature behoorlijk schoon doordat het een bodempassage heeft ondergaan. In de bodem hebben zich processen voorgedaan, waardoor bacteriën en virussen uit het water zijn verwijderd. De bodem kan daarom worden gezien als natuurlijke, eerste zuivering. Hierdoor is de vervolgzuivering eenvoudiger dan bij een oppervlaktewaterwinning. Maar ook het onttrokken grondwater bij de standaard grondwaterwinning moet nog een vervolgzuivering ondergaan want het water is veelal zuurstofloos, rijk aan mineralen (ijzer, mangaan, calcium) en opgelost CO_2. De vervolgzuivering bestaat bij de standaard grondwaterwinning uit beluchting- en filtratiestappen.

Bij de standaard grondwaterwinning is daarnaast de antropogene invloed van de landbouw en stedelijk gebied merkbaar in de kwaliteit van het onttrokken grondwater. Dit betekent verhoogde gehaltes nitraat, sulfaat en een verhoogde hardheid en incidenteel licht verhoogde gehaltes van resten van bestrijdingsmiddelen. De gehaltes zijn echter zodanig dat geen aanvullende zuiveringsstap vereist is zoals bijvoorbeeld een actiefkoolfiltratie.

4.2 Scenario 1: Oppervlaktewater en inzet spaarbekken

4.2.1 Technische beschrijving bron/techniek

Een technische beschrijving van de inzet van deze bron en techniek is samengevat in figuur 4-1. Water wordt vanuit een inname punt in de rivier naar een spaarbekken gepompt. Het doel van dit spaarbekken is voorraadvorming en voorzuivering. In het water zijn namelijk nog allerlei zwevende deeltjes aanwezig, deze kunnen vervolgens in het spaarbekken bezinken. Hiervoor is een verblijftijd van 3 maanden gebruikelijk. Aangezien de beschermbaarheid van de oppervlaktewateren beperkt is, is het tenslotte nog nodig om geavanceerde zuivering toe te passen voordat het geschikt is voor consumptie.

Figuur 4-1: Processchema oppervlaktewaterwinning

Figuur 4-2 Luchtfoto van de Biesboschbekkens met van links naar rechts: Petrusplaat, Honderd en Dertig en De Gijster.

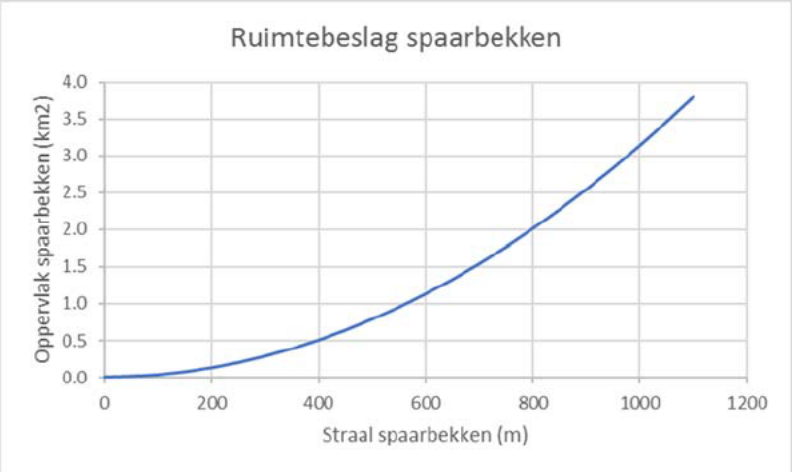
Het spaarbekkensysteem wordt toegepast in de Biesbosch door Waterbedrijf Brabantse Biesbosch (WBB) – in eigendom van Evides Waterbedrijf en Brabant Water (zie figuur 4-2). De werkwijze met deze grote geschakelde spaarbekkens is uniek in Nederland, ook internationaal is er veel aandacht voor. De omvang, de natuurlijke voorzuivering en de mogelijkheid tot het tijdelijk stoppen van de inname van oppervlaktewater, zorgen dat de spaarbekkens in de Biesbosch een indrukwekkende en zeer waardevolle stap zijn in het zuiveringsproces (zie ook https://www.spaarbekkens.nl/).

4.2.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De regionale potenties voor oppervlaktewater als bron voor drinkwater zijn bepaald aan de hand van een viertal invalshoeken:

- Waterbeschikbaarheid; de aanwezigheid van een oppervlaktewaterlichaam (grote rivieren en randmeren);
- Ruimtelijke beschikbaarheid; de ruimtelijke beschikbaarheid rondom grote rivieren en randmeren (bufferzone van 2 kilometer, zie kader);
- Drinkwatervraag; de aanwezigheid van stedelijke kernen, afnemers van drinkwater;
- Gevoelige functies; de aanwezigheid van Natura 2000-gebied.

Kader: Ruimtebeslag spaarbekken
De grootte van het spaarbekken is afhankelijk van de peilvariatie en de hoeveelheid te produceren water. Uitgaande van een productie van 10 Mm^3/jaar en een verblijftijd van 3 maanden moet er een voorraad van 2,5 Mm^3 worden gerealiseerd. De omvang van het spaarbekken hangt vervolgens weer af van de toegestane peilfluctuatie. Naarmate er meer peilfluctuatie is, neemt de potentie van het bekken om deze voor meerdere doeleinden te gebruiken af. Aangenomen is dat een peilfluctuatie van 1-2 meter de bovengrens is voor meervoudig gebruik van het spaarbekken. Uitgaande van een berging van 2,5 Mm^3 is het ruimtebeslag van het spaarbekken tussen de 1,25 en 2,5 km^2. In geval van een ronde plas komt dit neer op een plas met een straal van circa 650 tot 900 meter (zie figuur 3-3). Hierbij wordt aangenomen dat het spaarbekken op een afstand van 200 meter van de rand van het waterlichaam wordt aangelegd. Dit betekent dat rekening moet worden gehouden met een bufferzone van 2 km.



Figuur 4-3: Straal spaarbekken in relatie tot de oppervlakte

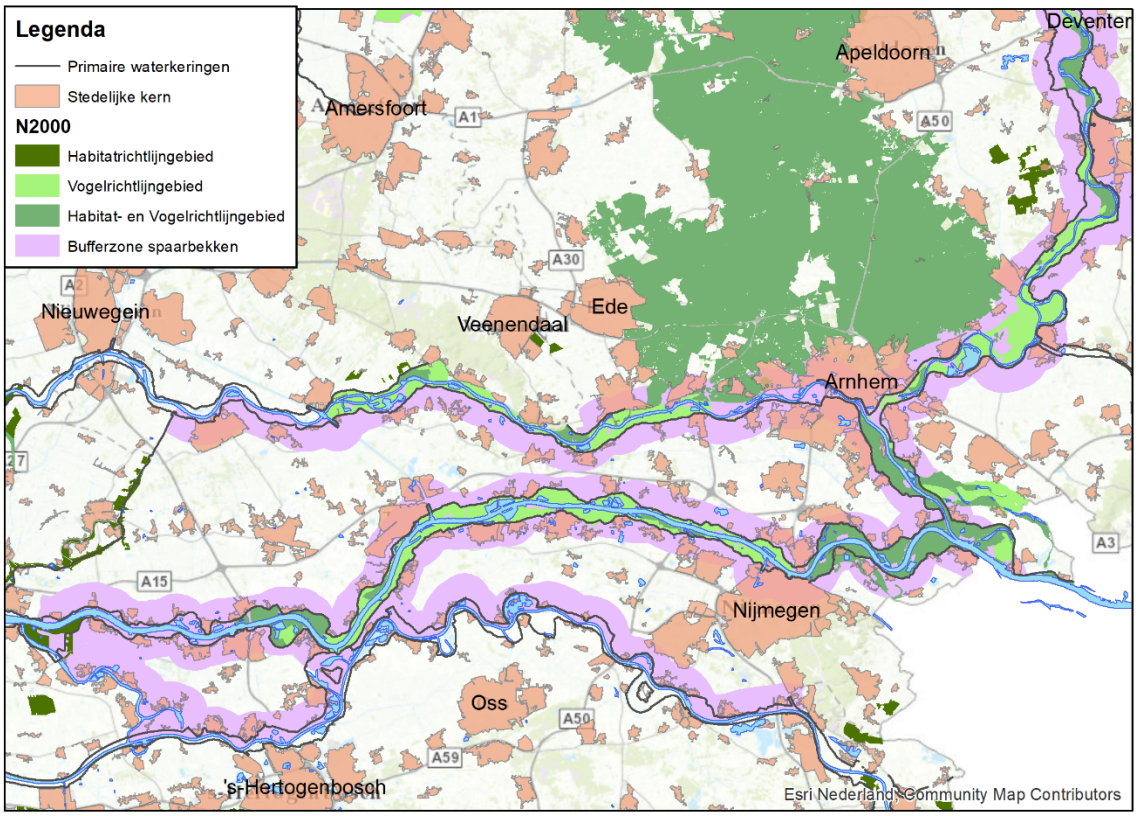
Natura 2000 gebieden

De Natura 2000 gebieden vormen gezamenlijk een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden. Dit netwerk vormt de hoeksteen van het beleid van de EU voor behoud en herstel van biodiversiteit. Het Natura 2000-netwerk omvat zowel alle gebieden die zijn beschermd op grond van de Vogelrichtlijn (VR) van 1979 en de Habitatrichtlijn (HR) van 1992.

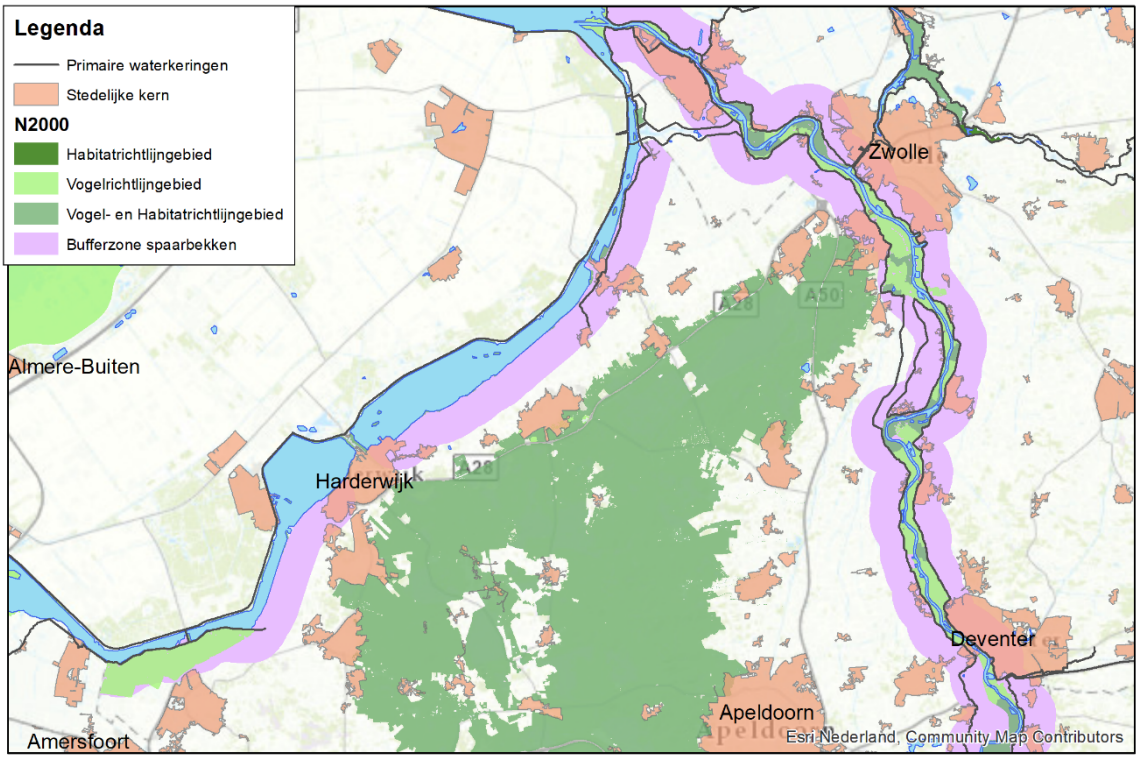
De aanwezigheid van Natura 2000 gebieden vormt een belemmering voor de aanleg van een spaarbekken. Zowel voor de HR als VR-gebieden. Als eerste is het ruimteverlies (oppervlakteverlies) en verstoring van het leefmilieu (habitat) een storingsfactor. Daarnaast kunnen er andere storingsfactoren van toepassing zijn zoals versnippering, verandering waterhuishouding, verandering substraat, etc.

4.2.3 Regionale potenties in beeld

De verschillende invalshoeken zijn met elkaar gecombineerd tot één kaart om de regionale potenties in beeld te kunnen brengen. Onderstaande twee figuren (zie volgende pagina) geven een weergave van de potentiële locatie(s) voor een spaarbekken nabij de grote rivieren en de randmeren. De twee belangrijkste vereisten om tot deze locatiekeuze te komen is de ligging aan, of dichtbij een oppervlaktewaterlichaam en de beschikbaarheid van voldoende ruimte voor de aanleg van het spaarbekken.



Figuur 4-4: Regionale potenties grote rivieren en inname oppervlaktewater met inzet spaarbekken



Figuur 4-5: Regionale potenties randmeren en IJssel inname oppervlaktewater met inzet spaarbekken

In theorie is dit scenario op veel plaatsen in Gelderland mogelijk op basis van de gehanteerde invalshoeken. In de praktijk zal dit vanwege beperkte ruimtelijke beschikbaarheid, de aanwezigheid van Natura 2000 gebieden en de kwetsbaarheid van een spaarbekken voor invloeden van buitenaf (beschermbaarheid) zeer gecompliceerd zijn.

Een bepalende stap in de locatiebepaling is daarnaast of de locatie binnendijks of buitendijks wordt gekozen. Een binnendijkse locatie zal gecompliceerd zijn vanwege het ruimtebeslag en vereiste grondverwerving en de inpasbaarheid met de omgeving. Een buitendijkse locatie kent andere complicaties zoals de relatie met hoogwaterbescherming, aanwezigheid Natura 2000, beschermbaarheid en het risico op calamiteiten in of op de rivier. Daardoor zijn in de praktijk niet heel veel mogelijkheden.

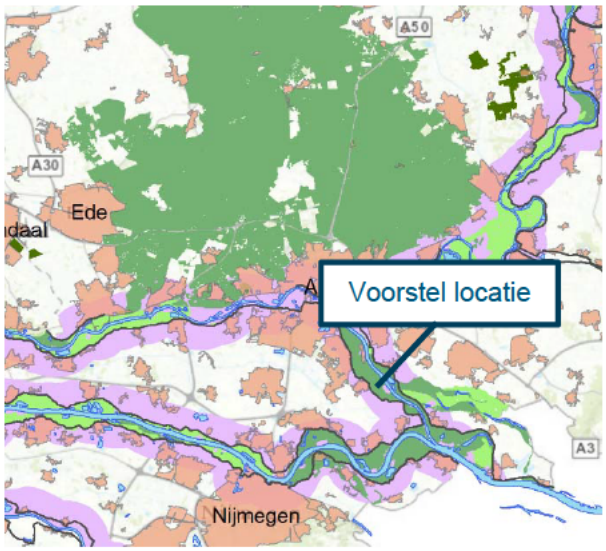
Uit het kaartbeeld blijkt dat een belangrijk deel van het buitendijks gebied in het Rivierengebied en bij de IJssel bestaat uit Natura 2000 gebied. Voor de binnendijkse gebieden is een belangrijk deel in het Rivierengebied bebouwd gebied.

Conclusie regionale potentie
Uit het voorgaande blijkt dat een locatiekeuze voor dit scenario zeer gecompliceerd is. Dit vanwege de ruimtelijke beschikbaarheid (aanwezigheid stedelijk gebied en Natura 2000), het ruimtebeslag, de afweging binnen- of buitendijks en de kwetsbaarheid van een spaarbekken voor invloeden van buitenaf (beschermbaarheid). Concluderend zijn de regionale potenties van deze bouwsteen beperkt en biedt deze bron/techniek vooral perspectief in combinatie met andere bouwstenen.

4.2.4 Potentiële locatie

Aan de hand van de uitwerking van de regionale potenties is een voorstel gedaan om een locatie illustratief uit te werken (zie figuur Figuur 4-6). De voorgestelde locatie is de Huissense waard (ten oosten van Angeren, achter kade Scherpenkamp) bij het Pannerdens kanaal. De volgende aanvullende overwegingen liggen hieraan ten grondslag:

- De locatie is gelegen in de nabijheid van de kernen Arnhem en Nijmegen (aanwezigheid van stedelijke kernen, afnemers van drinkwater);
- Uitgaande van het gegeven dat het bekken incidenteel overstroomt (inundeert) is gekozen voor een min of meer geïsoleerde uiterwaarde. Deze uiterwaarde is al omgeven door een wat hogere kade en heeft daardoor een beperkte overstromingsgevoeligheid;
- Door de locatie in de uiterwaarden te kiezen is grondverwerving veelal een minder groot issue omdat deze gronden vaak in overheidshanden zijn;
- Aandacht is nodig voor de vergunbaarheid ten aanzien van opstuwing bij maatgevend hoogwater. De ervaring (bijvoorbeeld met het afgeblazen Project Infiltratie Maaskant ofwel PIM) heeft geleerd dat opstuwing bij maatgevend hoogwater issues kan geven met de vergunbaarheid (in het geval van PIM, het niet verkrijgen van een vergunning in het kader van de Rivierenwet). Hiermee kan immers de bergingsfunctie van de betreffende locatie (in het kader van Ruimte voor de Rivier) worden verminderd;
- Uitgangspunt bij de locatiekeuze is dat de dijkstabiliteit niet wordt aangetast.

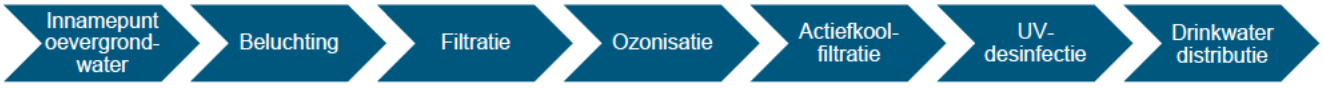


Figuur 4-6 Voorstel locatie scenario oppervlaktewater met inzet spaarbekken

4.3 Scenario 2: Oevergrondwater

4.3.1 Technische beschrijving bron/techniek

Een technische beschrijving van de inzet van deze bron en techniek is samengevat in figuur 4-7. Een oevergrondwaterwinning is een grondwaterwinning in de nabijheid van de rivier geplaatst van waaruit een mengsel van geïnfiltreerd oppervlaktewater en grondwater wordt gewonnen. Het oppervlaktewaterdeel heeft eerst een bodempassage ondergaan waardoor hygiënische betrouwbaarheid gegarandeerd kan worden. De concentraties van chemische verontreinigingen worden *afgevlakt* door verschillen in de verblijftijd van het geïnfiltreerde oppervlaktewater in de ondergrond en *verlaagd* door menging met grondwater.



Figuur 4-7: Processchema oevergrondwaterwinning

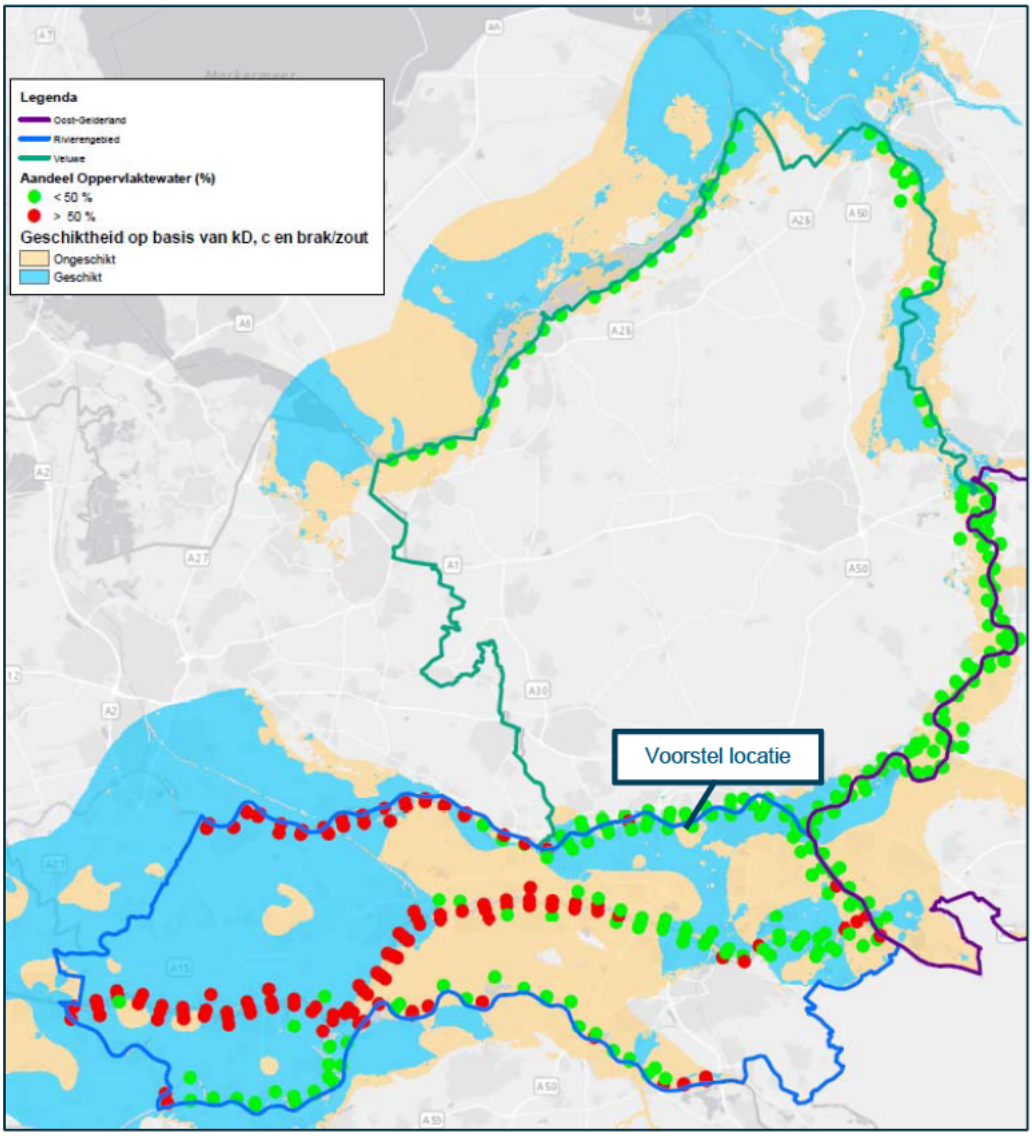
4.3.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De regionale potenties voor oevergrondwater als bron voor drinkwater zijn bepaald aan de hand van de volgende invalshoeken:

- Resultaten berekeningen oevergrondwaterwinningen Tauw, aandeel oppervlaktewater (%). In de regionale studies van Tauw zijn rekenlocaties gekozen om effecten van oevergrondwaterwinning in beeld te krijgen. Bij het kiezen van de rekenlocaties is als uitgangspunt een aandeel oppervlaktewater van meer dan 50% gehanteerd. De locaties langs de rivier met een groter aandeel grondwater zijn daarom uit beeld geraakt. Deze locaties kunnen echter waardevol zijn vanuit een andere invalshoek. Op deze locaties treedt immers grondwater uit dat anders via de grote rivieren uit het systeem verdwijnt. Daarom is gekeken naar de locaties met aandeel grondwater > 50%.
- Geschiktheid ondergrond (KD1>500 m2/d).
- Risico op verzilting laag (diepte brakzout > 150 m).
- Beschermbaarheid groot door aanwezigheid deklaag (c>500d).

4.3.3 Regionale potenties in beeld

De verschillende invalshoeken zijn met elkaar gecombineerd tot één kaart om de regionale potenties in beeld te kunnen brengen. Onderstaand figuur 4-8 geeft een weergave van de potentiële locatie(s) voor een (oever)grondwaterwinning nabij de grote rivieren en de randmeren. De twee belangrijkste vereisten om tot deze locatiekeuze te komen is de ligging aan, of dichtbij een oppervlaktewaterlichaam en de geschiktheid van de ondergrond.



Figuur 4-8: Regionale potenties voor een (oever)grondwaterwinning en voorstel locatie (Bron, Tauw, 2018)

Conclusie regionale potentie
De gehele zone langs de Neder-Rijn ten zuiden van de Veluwe is in theorie goed geschikt voor oevergrondwaterwinning met een hoger % grondwater. Dit geldt ook voor een zone langs de Waal en de Maas. De gehele zone langs de IJssel (ten oosten van de Veluwe) en de zone langs de randmeren (ten noordwesten van de Veluwe) lijken gelet op basis van de opbouw van de ondergrond en de diepteligging van het zoet-zout grensvlak iets minder geschikt. Met geohydrologische modelberekeningen en de eventuele verplaatsing van het zoet/zout grensvlak kan hier beter inzicht in ontstaan. Gezien de vele

mogelijkheden voor dit type winning (oevergrondwaterwinning met hoog en laag % oppervlaktewater) kan deze optie voor een belangrijk deel voorzien in de toekomstige drinkwaterbehoefte van de provincie Gelderland. Een optie hierbij is om met meerdere kleine innamepunten te werken langs de rivier waarbij het onttrokken water verzameld wordt bij meer strategisch gelegen productielocaties om het gewonnen (oever)grondwater vervolgens op te werken tot drinkwater. Aandacht is hierbij wel nodig voor de mogelijke omgevingseffecten (landbouw, natuur, bebouwd gebied) en belangenconflicten met de Ruimte voor de Rivier projecten.

4.3.4 Potentiële locatie

Aan de hand van de uitwerking van de regionale potenties van dit scenario (op basis van berekend aandeel oppervlaktewater (Tauw, 2019), geschiktheid ondergrond, risico op verzilting, beschermbaarheid door aanwezigheid deklaag) is een voorstel gedaan om een locatie illustratief uit te werken. Dat is een locatie langs de Neder-Rijn tussen Renkum en Oosterbeek (zie figuur 4-8).

De volgende overweging ligt hieraan ten grondslag: Hier is het aandeel grondwater groter dan 50% en het aandeel oppervlaktewater minder dan 50%. In de regionale studies van Tauw zijn de rekenlocaties met een aandeel oppervlaktewater van meer dan 50% gehanteerd. De locaties langs de rivier met een groter aandeel grondwater zijn daarom uit beeld geraakt. Het grondwater dat op deze locatie wordt afgevangen is echter waardevol grondwater van hoge kwaliteit (Veluwe-water) dat anders voor een belangrijk deel zou uittreden in de rivier en verdwijnen uit het systeem.

4.4 Scenario 3: Kunstmatige infiltratie regionaal watersysteem

4.4.1 Technische beschrijving bron/techniek

Een technische beschrijving van de inzet van deze bron en techniek is samengevat in onderstaande figuur. Na inname infiltreert voorgezuiverd oppervlaktewater vanuit plassen naar het grondwater. Daarna wordt het na een bodempassage van minimaal 28 dagen opgepompt. Vergelijkbare technieken worden toegepast bij Epe en bij Schalterberg waar water uit kleinere waterlopen via plassen wordt geïnfiltreerd naar het grondwatersysteem.

De inname is geconcentreerd in perioden met hoge afvoer (winter), wanneer overtollig water beschikbaar is en de waterkwaliteit beter. Het grondwater wordt weer onttrokken in perioden met grotere vraag.

Figuur 4-9: Processchema kunstmatige infiltratie oppervlaktewater en grondwaterwinning

4.4.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De regionale potenties voor de toepassing van deze bron en techniek zijn bepaald aan de hand van de volgende invalshoeken:

1. Wateraanvoer mogelijk vanuit regionale waterlopen met voldoende aanvoer (grotere beken geselecteerd);
2. Aanwezigheid infiltratiegebied: Wanneer de infiltratie flux groter is dan 1 mm/d is het gebied als kansrijk gekenmerkt (flux is bepaald via AMIGO-resultaten, aangeleverd door WRIJ, 28 feb 2019);

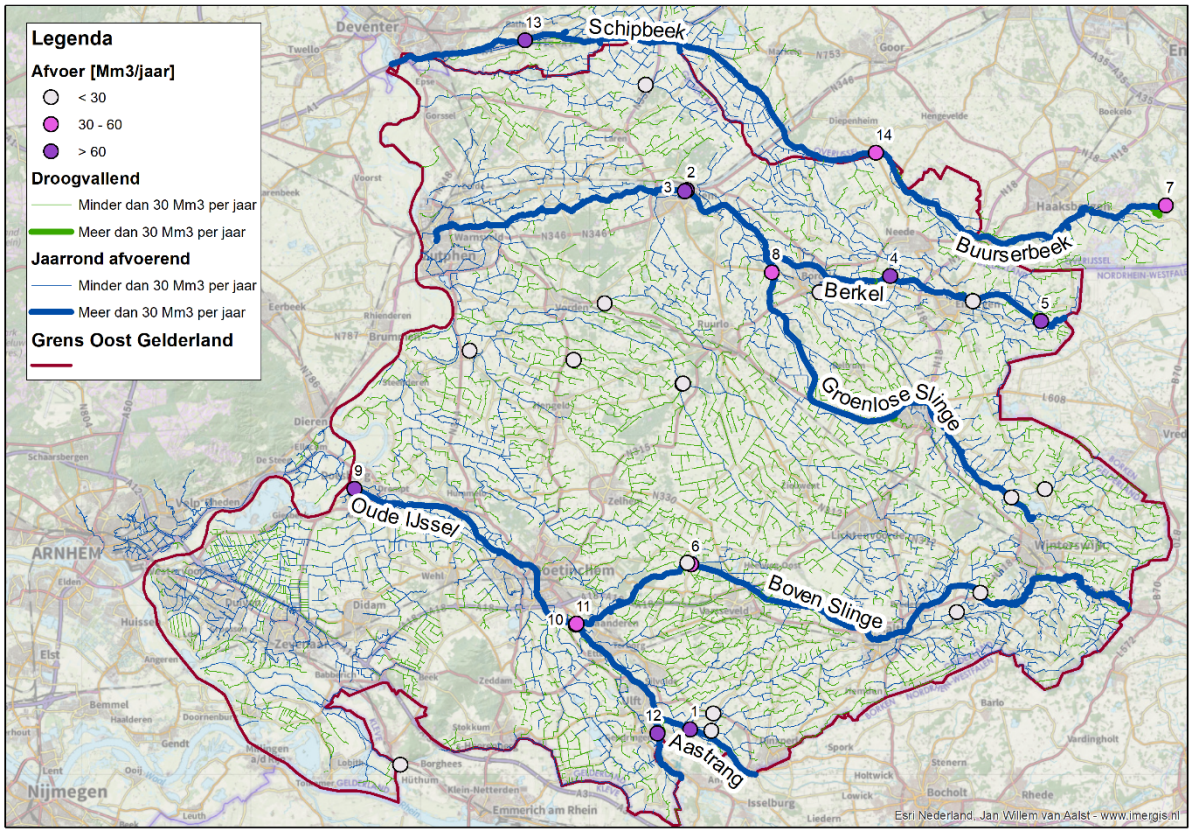
3. Voldoende berging mogelijk in onverzadigde zone. Hiervoor is de GHG (op basis van AMIGO-resultaten) bepaald en vergeleken met het maaiveldniveau. Bij een onverzadigde zone > 1 m is het gebied als kansrijk gekenmerkt;
4. Geschiktheid ondergrond KD1
    a. > 500 m^2/d kansrijk
    b. < 500 m^2/d minder kansrijk
    c. Afwezigheid deklaag. Gebieden zonder deklaag zijn geschikter voor kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater.

4.4.3 Analyse waterbeschikbaarheid

Een belangrijk gegeven voor de waterbeschikbaarheid is dat in de huidige situatie al meerdere gebruikers van het oppervlaktewater zijn. Inname van oppervlaktewater zal leiden tot een afname van het afvoerdebiet en dit kan leiden tot knelpunten in periodes van grote watervraag.

In dit scenario wordt echter gebruik gemaakt van de verschillen in seizoenen. In perioden met veel water wordt de bergingscapaciteit van de ondergrond (stuwwal) benut door overtollig water te infiltreren. De gedachte is om met deze opslag de periode met (te) lage afvoerdebieten te overbruggen en in droge perioden dus geen water in te nemen voor de drinkwatervoorziening.

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden is een overzicht van de waterbeschikbaarheid gemaakt door een analyse te maken van de gemeten afvoeren in het regionale watersysteem van het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in onderstaand figuur 4-10 en tabel 4-1.



Figuur 4-10: Waterbeschikbaarheid Oost-Gelderland. De afvoermeetpunten welke zijn gelegen aan waterlopen met jaarrond > 30 Mm^3/jaar zijn opgenomen in tabel 5-5

Er is in dit verband van uit gegaan dat een afname van de jaargemiddelde afvoer van maximaal 10% acceptabel is. In het geval van een jaarlijkse inname van 3 Mm^3 (in perioden met hogere afvoeren) betekent dit dat de waterloop waaruit onttrokken wordt een afvoer van minimaal 30 Mm^3/jaar dient te hebben.

Tabel 4-1: Waterbeschikbaarheid van de grotere waterlo/pen in Oost-Gelderland. Gemiddelden zijn gebaseerd op de beschikbare meetreeksen per meetpunt. De lengte van deze reeksen varieert.

Naam kunstwerk	Naam watergang	Nummer op kaart	Afvoer (Mm3/jaar)		
			Gemiddelde	Gemiddelde zomer	Gemiddelde winter
Stuw Voorst	Aastrang	1	167	47	117
Verdeelwerk Lochem Aflaatwerk	Berkel	2	120	21	99
Verdeelwerk Lochem Berkel - afvoer	Berkel	3	74	29	45
Verdeelwerk Haarlo Berkel - afvoer	Berkel	4	120	33	88
Overlaat Rekken	Berkel	5	134	42	93
Overlaat Poelsbrug	Boven Slinge	6	36	8	29
Overlaat Broekheurnerweg	Buursebeek	7	43	10	32
Debietmeting Hagenbeekbrug	Groenlose Slinge	8	59	12	46
Stuw Doesburg	Oude IJssel	9	350	87	264
Stuw De Pol Bielheimerbeek	Oude IJssel	10	44	8	36
Stuw De Pol Oude IJssel	Oude IJssel	11	292	81	213
Oude IJssel grens	Oude IJssel	12	78	14	60
Stuw Bathmen (Schipbeek)	Schipbeek	13	70	15	58
Stuw Nieuwe Sluis	Schipbeek	14	50	12	39

Uit de analyse blijkt dat de waterafvoer van de Berkel bij Lochem met 74-120 Mm^3/jaar ruim voldoende is. Naast de Berkel is nog een zestal wateren geschikt voor inname van oppervlaktewater. Tabel 4-1 laat ook zien dat de gemiddelde winterafvoer significant hoger is dan de gemiddelde zomerafvoer. Om overlast voor andere watergebruikers te minimaliseren is het belangrijk het zwaartepunt van infiltratie te leggen in het winterseizoen. De infiltratiebehoefte in het zomerseizoen kan dan kleiner worden wat leidt tot een minder groot effect op de afvoeren. Klimaatverandering kan ervoor zorgen dat de kans op periodes met lagere afvoer toeneemt. De kwantitatieve zekerheid wordt hierdoor beperkt. Enige buffering is echter wel mogelijk aangezien de Lochemse Berg zal functioneren als opslagreservoir.

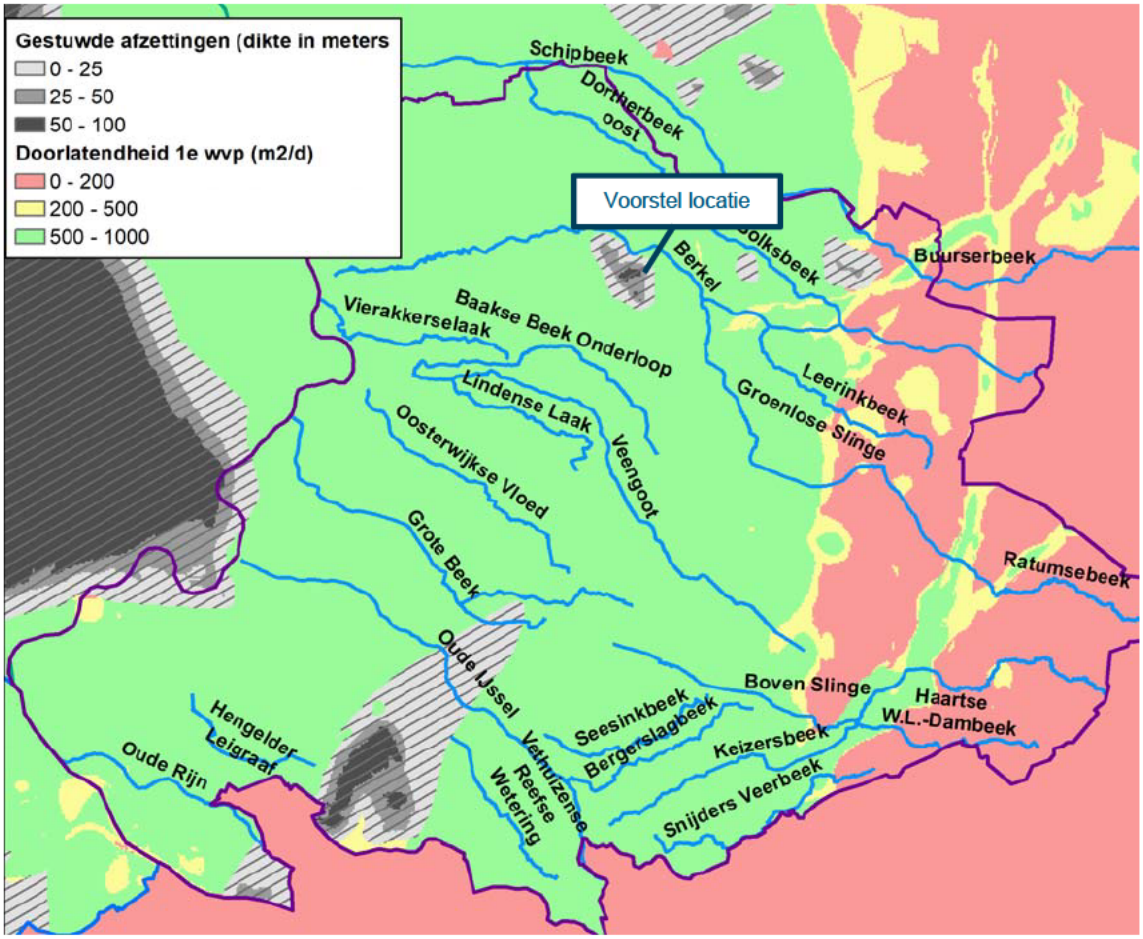
De effectiviteit van de bufferende werking is afhankelijk van de inrichting van het watersysteem in de omgeving. In het geval van een infiltratieproef op de Stippelberg in Oost-Brabant (KWR, 2014) bleek dat het goed mogelijk is het grondwater in de goed doorlatende pakketten aan te vullen door infiltratie. Uit een analyse van de resultaten bleek echter dat de verhoogde grondwaterstanden in het bos al binnen korte tijd daalden, doordat het water via de goed doorlatende ondergrond afstroomde naar de diep ingesneden

sloten in het landbouwgebied (KWR, 2014). Om de haalbaarheid van buffering in droge perioden te vergroten is het dus noodzakelijk ook de afvoer uit het landbouwgebied te vertragen, bijvoorbeeld door peilverhoging en/of bodemophoging. Het verhogen van de ontwateringsdiepte kan gevolgen hebben voor de omgeving (landbouw/gebouwen).

Uit ervaringen van Vitens bij drinkwaterwinning 't Klooster, waar sinds 1997 water wordt ingelaten, blijkt dat grofweg 50% van het infiltratiewater dat gedurende het winterhalfjaar is geïnfiltreerd, in het zomerhalfjaar nog beschikbaar is. Het infiltratiewater dat afstroomt naar lager gelegen gebieden zorgt ervoor dat de grondwaterstand hier iets hoger blijft, hetgeen resulteert in een betere vochtvoorziening van de bodem in droge periodes. Het is de verwachting dat er in de Achterhoek 3 à 4 regionale infiltratieprojecten gerealiseerd kunnen worden. Afhankelijk van de locatie binnen de Achterhoek varieert de capaciteit per project waarschijnlijk tussen de 1.5 – 6 miljoen m^3 per jaar (van Kessel, 2019).

4.4.4 Regionale potenties in beeld

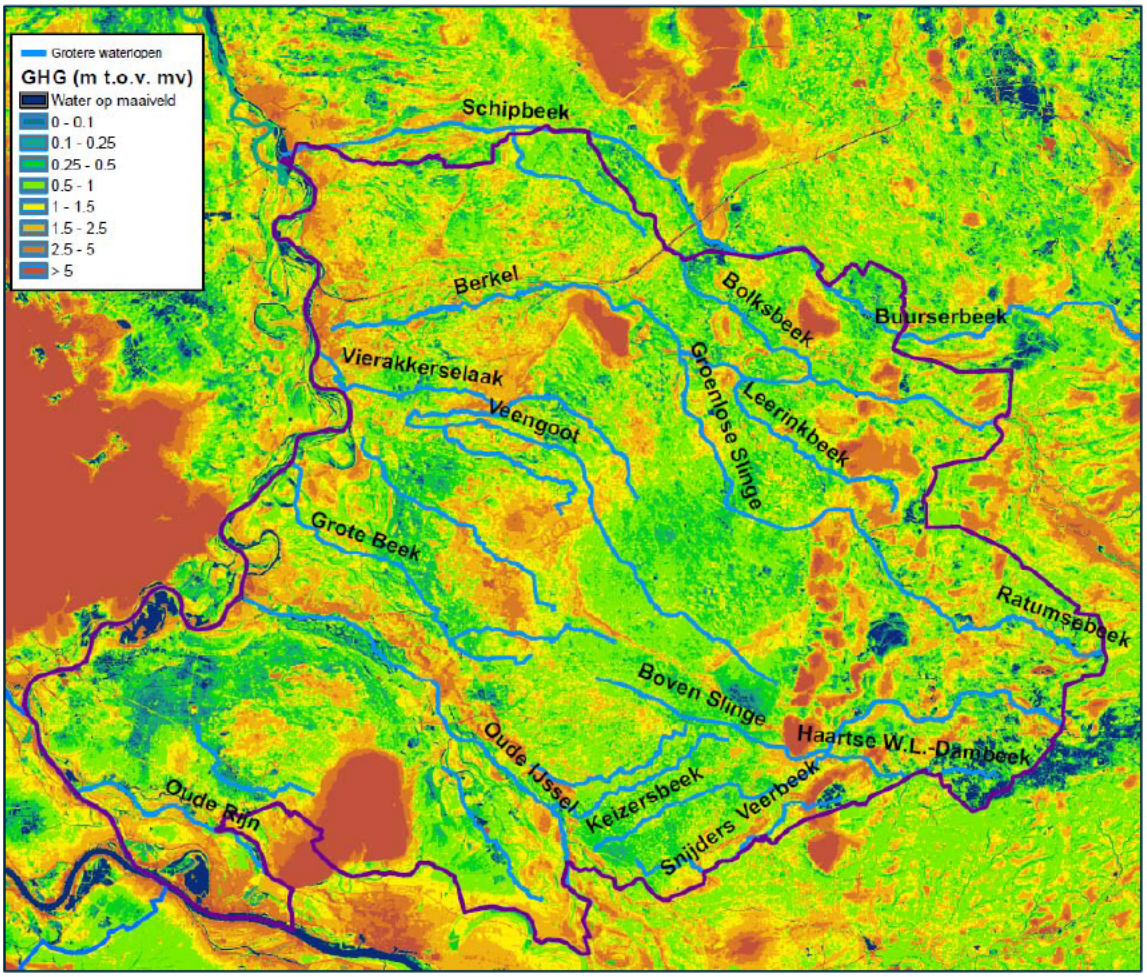
De verschillende invalshoeken zijn met elkaar gecombineerd tot twee kaarten om de regionale potenties in beeld te kunnen brengen. Onderstaande figuren geven een weergave van de kansrijke gebieden voor toepassing van deze bron en techniek



Figuur 4-11: Regionale potenties kunstmatige infiltratie van regionaal oppervlaktewater op basis van doorlatendheid ondergrond en voorstel locatie

Voor deze optie zijn er meerdere factoren benodigd: voldoende goed regionaal water, een zandige ondergrond met voldoende doorlatendheid (KD) en voldoende bergingscapaciteit. Door deze factoren te

combineren blijven een aantal locaties in Oost Gelderland over die voor dit scenario geschikt zijn. Voorbeelden zijn de Lochemse berg met water vanuit de Berkel, de Needse berg met water uit de Buursebeek, Montferland en water vanuit de Oude IJssel.



Figuur 4-12: Regionale potenties kunstmatige infiltratie van regionaal oppervlaktewater op basis van GHG

Conclusie regionale potentie
Uit het voorgaande blijkt dat het toepassen van kunstmatige infiltratie gebruik makend van regionaal oppervlaktewater dermate gebied specifiek is dat het alleen lokaal goed toepasbaar is. De techniek is bijvoorbeeld goed toe te passen om de werking van het watersysteem (en de verschillende water gerelateerde functies) regionaal te optimaliseren voor klimaatadaptatie. Deze bouwsteen biedt echter in dit grotere regionale kader, waarbij substantiële bouwstenen vereist zijn (uitgaande van een opgave van circa 45 miljoen m3 extra benodigde vergunningsruimte voor drinkwaterwinning), onvoldoende perspectief.

4.4.5 Potentiële locatie

Aan de hand van de uitwerking van de regionale potenties van dit scenario (wateraanvoer mogelijk, infiltratiegebied, berging in onverzadigde zone en geschiktheid ondergrond) is een voorstel gedaan om een locatie illustratief uit te werken. De gekozen locatie is de Lochemse Berg als locatie voor het kunstmatig infiltreren van regionaal oppervlaktewater (zie figuur 4-10). Dit vanwege de nabijheid van

voldoende oppervlaktewater en een gestuwde zone met een dikke onverzadigde zone voor voldoende berging. Het te infiltreren oppervlaktewater is afkomstig uit de Berkel en op de Lochemse Berg wordt de grondwaterwinning gerealiseerd.

4.5 Scenario 4: Kunstmatige infiltratie Veluwe

4.5.1 Technische beschrijving bron/techniek

Een technische beschrijving van de inzet van deze bron en techniek is samengevat in onderstaand figuur. Na inname infiltreert voorgezuiverd oppervlaktewater vanuit plassen naar het grondwater. Daarna wordt het na een bodempassage van minimaal 28 dagen opgepompt. Vergelijkbare technieken worden toegepast bij Epe en bij Schalterberg waar water uit kleinere waterlopen via plassen wordt geïnfiltreerd naar het grondwatersysteem.

De inname is geconcentreerd in perioden met hoge afvoer (zoals in de winter wanneer overtollig water beschikbaar is en de waterkwaliteit beter is). Het grondwater wordt weer onttrokken in perioden met grotere vraag (zomer).

Figuur 4-13: Processchema kunstmatige infiltratie oppervlaktewater Veluwe en grondwaterwinning

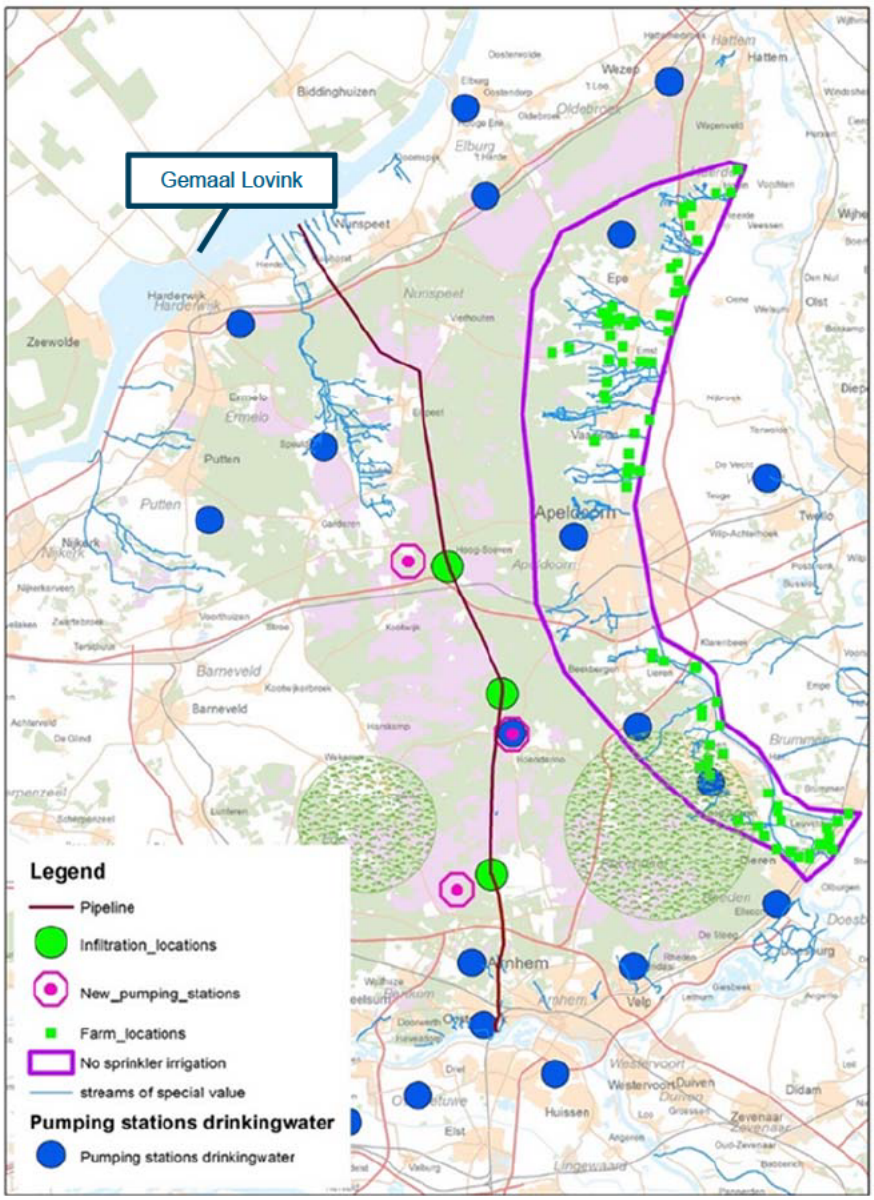
4.5.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De regionale potenties voor oppervlaktewater als bron voor drinkwater zijn bepaald aan de hand van de volgende invalshoeken:

- Waterbeschikbaarheid; de aanwezigheid van een oppervlaktewaterlichaam (grote rivieren en randmeren);
- Begrenzing Veluwe en gestuwde afzettingen.

4.5.3 Regionale potenties in beeld

Voor dit scenario is aangesloten bij het project BINGO. BINGO staat voor “Bringing INnovation to onGOing water management – a better future under climate change”. Een van de aspecten die verkend zijn in dit project is de kunstmatige infiltratie van 30 miljoen m^3 oppervlaktewater op drie locaties (aanvoer via Nederrijn en Veluwerandmeren) en onttrekking bij drie nieuwe onttrekkingen (zie figuur op volgende pagina).



Figuur 4-14: Regionale potenties kunstmatige infiltratie Veluwe en voorstel locatie (bron kaart BINGO T5.2, 2018)

Conclusie regionale potentie

De gehele Veluwe is in principe geschikt om oppervlaktewater kunstmatig te infiltreren. De ondergrond is goed doorlatend en de grondwaterstand zit, over het algemeen, op grotere diepte. De Veluwe heeft daarom een grote capaciteit/buffer voor de opslag van extra grondwater. Het benutten van oppervlaktewater voor infiltratie betekent dat er netto geen aanvullende onttrekking van grondwater is (grondwaterwaterbalans blijft gelijk) en dat er netto geen omgevingseffecten zijn (geen landbouwschade, natuurschade, zettingen, conflict met bodemenergiesystemen etc.). Tegelijkertijd is het mogelijk om de bestaande natuur, en indirect ook de recreatie, van een kwaliteitsimpuls te voorzien. Ook is er de mogelijkheid om een robuuste drinkwaterwinning (in termen van kwantiteit, kwaliteit en klimaatbestendigheid) te realiseren. De investeringskosten en jaarlijkse lasten zijn waarschijnlijk wel duurder in vergelijking met andere potentiële bronnen, maar er zijn ook aanzienlijke maatschappelijke baten.

4.5.4 Potentiële locatie

De voorgestelde locatie voor dit scenario is de Veluwe. Grofweg de regio ingesloten tussen het IJsseldal, de Veluwerandmeren, de Nederrijn en de Gelderse Vallei (zie figuur 4-13). De variant is uitgewerkt waarbij niet rivierwater maar bemalingswater vanuit Flevoland (via gemaal Lovink: https://nl.wikipedia.org/wiki/Gemaal_Lovink) wordt toegepast. Dit bemalingswater (van betere kwaliteit dan rivierwater) wordt verpompt naar een tweetal voorzuiveringen waar het wordt opgewerkt tot infiltratiewater. Op een drietal locaties zal het infiltratiewater vervolgens infiltreren. Gezamenlijk beslaan de infiltratieplassen een oppervlakte van 40 tot 50 hectare (BINGO T5.2, 2018). Dit is significant minder dan het ruimtebeslag voor een oppervlaktewaterwinning van 10 Mm³. Het vraagt daarnaast nader onderzoek welke mogelijkheden er zijn om deze infiltratieplassen zo in te passen dat hierdoor geen aantasting van natuur areaal optreedt. Na infiltratie zal het grondwater worden onttrokken op een drietal productielocaties en worden opgewerkt tot drinkwater (BINGO T5.2, 2018).

4.6 Scenario 5: Brak waterwinning

4.6.1 Technische beschrijving bron/techniek

Brak water is grondwater met een licht verhoogde concentratie zout, maar zonder antropogene invloeden. Door voortgaande ontwikkelingen op het gebied van membraantechnologie wordt het steeds aantrekkelijker om drinkwater terug te winnen uit brak grondwater. Wereldwijd is het zuiveren van brak grondwater (of zelfs zeewater) niet ongewoon. Membraantechnieken worden veelal toegepast in landen die jaarrond kampen met waterschaarste (o.a. Saoedi-Arabië) of op afgelegen eilanden (o.a. Aruba).

Figuur 4-15: Processchema brak waterwinning

4.6.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De regionale potenties voor brak water als bron voor drinkwater zijn bepaald aan de hand van een viertal invalshoeken:

- Voldoende 'voeding' van bovenaf; deklaag afwezig en voeding via grote rivieren;
- Diepteligging brak-zout grensvlak; <150 meter onder maaiveld (zie figuur 4-15);
- Geschiktheid ondergrond (zie figuur 4-16);
- Verziltende onttrekkingen; waaronder Druten en Twello.

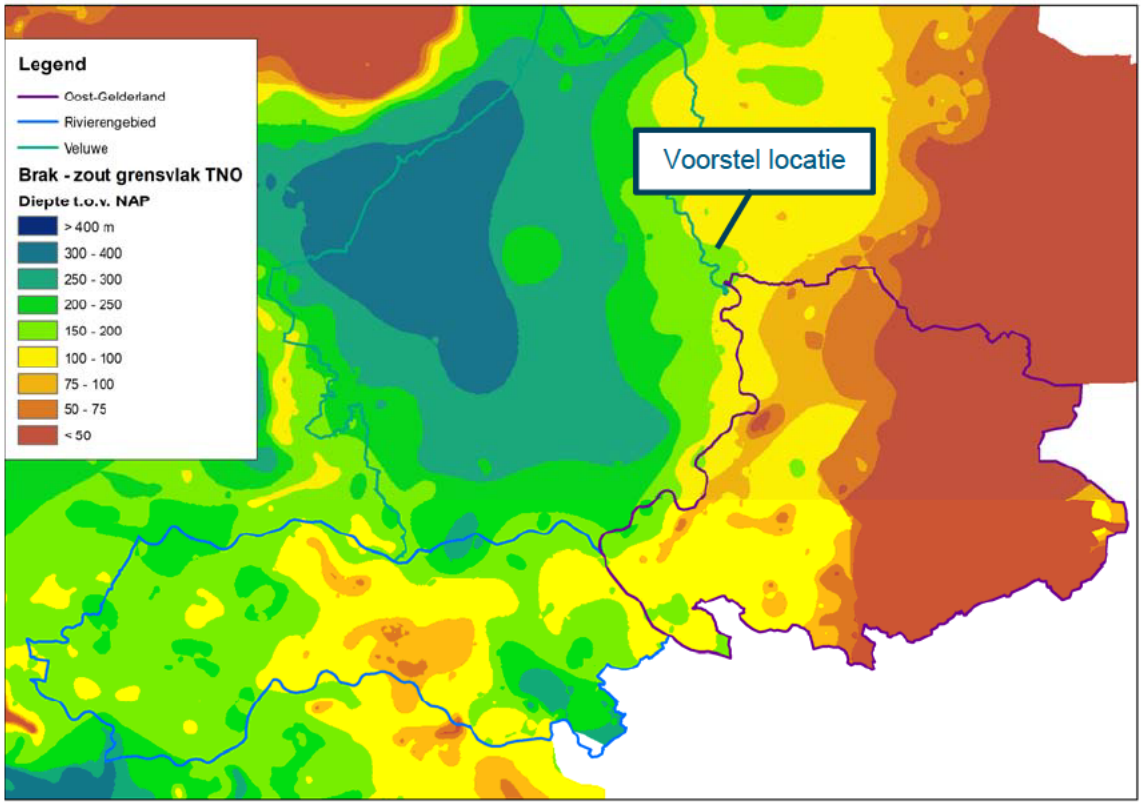
Het patroon van de diepteligging van het zoet-zout grensvlak geeft een indicatie van gebieden met van nature optredende upconing van het brak/zout grensvlak. Deze upconing duidt op toestromende voeding en zijn daarom in theorie geschikte gebieden (zoals in de omgeving bij Steenderen).

4.6.3 Regionale potenties in beeld

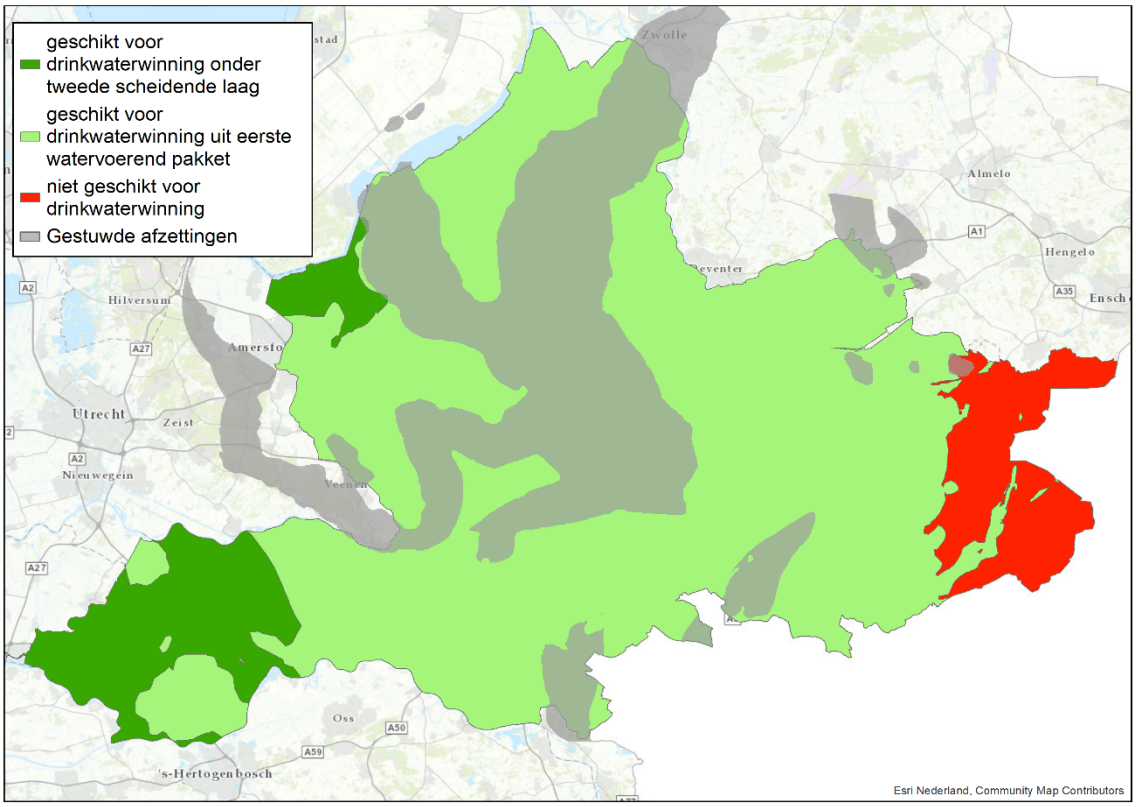
De verschillende invalshoeken zijn met elkaar gecombineerd om de regionale potenties in beeld te kunnen brengen. Onderstaande twee figuren (zie volgende pagina) geven een weergave van de mogelijke potentiële locaties voor een brak waterwinning.

Conclusie regionale potentie

Uit het kaartbeeld van de geschiktheid ondergrond blijkt dat met uitzondering van het oostelijk deel van Oost-Gelderland geheel Gelderland geschikt is voor winning van brak grondwater. Leemte in kennis is de verbreiding van de brakwater voorkomens (begrenzing en diepteligging). De diepteligging van het brak-zout grensvlak geeft een indicatie maar niet meer dan dat. Aanbevolen wordt bij de nadere uitwerking van dit scenario de verbeiding van de brakwater voorkomens nader in beeld te brengen. De verwachting is dat er een redelijke hoeveelheid brakwater te winnen valt.



Figuur 4-16 Regionale potenties brak waterwinning en voorstel locatie (Bron: Tauw, 2018)



Figuur 4-17: Geschiktheid ondergrond (bron: Tauw, 2018)

4.6.4 Potentiële locatie

Aan de hand van de uitwerking van de regionale potenties van dit scenario (op basis van voldoende 'voeding' van bovenaf; diepteligging brak-zout grensvlak en geschiktheid ondergrond) is een voorstel gedaan om een locatie illustratief uit te werken. De voorgestelde locatie is langs de IJssel bij Twello (zie figuur op vorige pagina).

4.7 Scenario 6: AWZI-effluent

4.7.1 Technische beschrijving bron/techniek

Op afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) komt het afvalwater van een bepaald gebied (communaal en/of industrieel) samen en wordt het gezuiverd alvorens lozing op oppervlaktewater plaatsvindt. Het gezuiverd afvalwater (effluent) kan gezien worden als een potentiële bron voor de productie van drinkwater. Het concept om drinkwater te maken uit effluent heeft zich ook al bewezen, zo maakt waterbedrijf IWVA (België) drinkwater uit afvalwater. Dit vraagt echter wel om een geavanceerd zuiveringsproces om het gat tussen de waterkwaliteit van effluent en drinkwater te overbruggen (zie onderstaand figuur).

Figuur 4-18: Processchema AWZI-effluent[2]

4.7.2 Invalshoeken voor regionale potenties

De ruimtelijke potentie voor effluent als bron voor drinkwater is bepaald aan de hand van een drietal invalshoeken:

- Communaal afvalwater (RWZI-effluent); de aanwezigheid van RWZI's;
- Industrieel afvalwater; de aanwezigheid van industriële AWZI's;
- Drinkwatervraag; de aanwezigheid van stedelijke kernen, afnemers van drinkwater.

Conclusie regionale potentie
In potentie heeft deze bron/techniek veel mogelijkheden gezien de hoeveelheden die in theorie beschikbaar zijn. In de praktijk zijn de variaties in de waterkwaliteit een uitdaging. Daarnaast is het regionale watersysteem ingericht op de lozingen van effluent en in bepaalde situaties zelfs afhankelijk van deze bron. Concluderend zijn de regionale potenties van deze bouwsteen beperkt en biedt deze bron/techniek vooral perspectief in combinatie met andere bouwstenen.

4.7.3 Potentiële locatie

Dit scenario geeft een nadere uitwerking van industrieel effluent als potentiële bron voor de drinkwatervoorziening. In dit geval is er bewust voor gekozen om communaal effluent nog niet mee te nemen als bron voor de drinkwatervoorziening, in onderstaand kader is dit nader toegelicht.

[2] *Na omgekeerde osmose is opharding van het water vereist voor de situaties waarbij het een individuele zuivering met zijn eigen distributiegebied betreft. In veel gevallen in Gelderland zal het mogelijk zijn om het veel te zachte permeaat van de RO te mengen met (te) hard water van een nabijgelegen productielocatie. Daarom is opharding in dit scenario niet meegenomen.*

Inzet van communaal effluent
Het gebruik van communaal effluent voor de productie van drinkwater verdient niet de voorkeur gezien de aanwezigheid van microbiologische verontreinigen (pathogenen). Er zijn op dit moment wel ontwikkelingen om communaal effluent op te werken tot water van een hoogwaardige kwaliteit. Dit gebeurt onder andere bij waterschap Vallei en Veluwe in het project Waterfabriek Wilp. Deze ontwikkelingen zitten nog sterk in de beginfase, het theoretisch onderzoek, en er zijn dan ook nog geen praktijkgegevens. Van industrieel effluent is reeds bekend én in de praktijk bewezen, dat het kan worden opgewerkt tot een hoogwaardige kwaliteit (bijvoorbeeld demiwater). Daarnaast bevat industrieel effluent vaak geen microbiologische verontreinigingen. Om deze redenen is alleen een scenario met het gebruik van industrieel effluent als bron voor drinkwater onderzocht.

Praktijkervaringen met het gebruik van communaal effluent in het buitenland
In het buitenland zijn meer ervaringen met het hergebruik van communaal effluent voor de productie van drinkwater. Zo wordt in België sinds 2002 infiltratiewater geproduceerd uit communaal effluent. Na infiltratie in de bodem vindt opwerking tot drinkwater plaats (Intercommunale Waterleidingmaatschappij van Veurne-Ambacht (IWVA)) Daarnaast vindt hergebruik van effluent voor de productie van drinkwater ook plaats in landen waar van nature een (groot) tekort is aan zoetwater. Denk hierbij bijvoorbeeld aan Singapore of Windhoek (Namibië). In deze landen wordt afvalwater gezuiverd tot drinkwater door een combinatie van (membraan)filtratie stappen en desinfectie (Rijksoverheid, 2017).

De illustratieve locatie die voor dit scenario nader is uitgewerkt is de locatie van Parenco in Renkum (zie onderstaande figuur). Deze locatie is interessant gezien de ligging nabij waterwinlocatie Wageningse Berg (circa 1,5 kilometer) en de aanwezigheid van een RWZI in de directe nabijheid (circa 750 meter). Daarnaast wordt verwacht dat de waterkwaliteit van het effluent van Parenco geschikt is voor de opwerking tot drinkwater, aangezien microbiologische verontreinigingen waarschijnlijk ontbreken.

Figuur 4-19 Regionale potenties AWZI-effluent in omgeving nabij Parenco.

5 Effecten, haalbaarheid en kosten

5.1 Scenario 0: Grondwater

5.1.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Grondwater is in Gelderland in ruime mate aanwezig en er is in een gemiddelde hydrologische situatie geen sprake van uitputting van beschikbare voorraden. Dit betekent dat de balans tussen aanvulling en onttrekking in meerjarig perspectief in balans is. Echter wanneer we sec naar droge seizoenen of jaren kijken kan er wel sprake zijn van tijdelijke (regionale) tekorten.

Met de Regionale studies grondwater (in voorbereiding Tauw, 2019) wordt onderzocht welke ruimte er in het Gelderse watersysteem is om extra grondwater te winnen. Daarom wordt onderzoek gedaan naar de effecten van nieuwe grondwateronttrekkingen op het watersysteem en de omgeving. Omdat er regionale verschillen zijn in het watersysteem, wordt dit gedaan voor drie gebieden: Rivierenland, de Veluwe en Oost Gelderland. Ook wordt hierbij gekeken naar de effecten van een eventuele extra grondwateronttrekking bij bestaande drinkwaterwinningen. Daarnaast worden de mitigatiemogelijkheden en de invloed van klimaatverandering op het watersysteem in beeld gebracht. Het gaat in de studies niet om de keuze van locaties voor toekomstige drinkwaterwinningen. Daarvoor laat Vitens in een later stadium een specifieke project-m.e.r. uitvoeren. De uiteindelijke beoordeling en afweging van effecten vindt plaats na het opstellen van het MER (medio 2020) in het voorstel van Gedeputeerde Staten aan Provinciale Staten over het aanwijzen van reserveringsgebieden voor toekomstige drinkwaterwinning.

De bandbreedte voor een grondwaterwinning loopt van circa 1 miljoen m^3/per jaar tot circa 10 miljoen m^3/per jaar. Het merendeel van alle bestaande grondwaterwinningen binnen de provincie Gelderland valt immers binnen deze bandbreedte (enkele uitzonderingen daargelaten).

5.1.2 Zuiveringstechnologie

Ook het onttrokken grondwater bij de standaard grondwaterwinning moet nog een vervolgzuivering ondergaan want het water is zuurstofloos, rijk aan mineralen (ijzer, mangaan, calcium) en opgelost CO_2. De vervolgzuivering bestaat bij de standaard grondwaterwinning uit beluchting- en filtratiestappen. Er is normaliter geen aanvullende zuiveringsstap vereist voor antropogene verontreinigingen.

Figuur 5-1 Processchema grondwaterwinning

5.1.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

Een overzicht van de investerings- en exploitatiekosten voor het zuiveren van grondwater zijn opgenomen in onderstaande tabellen (zie volgende pagina) op basis van de resultaten uit de kostenstandaard. Hierin zijn tevens aspecten als energieverbruik, CO_2-emissie, verbruik hulpstoffen en afvalstroomproductie opgenomen. In de bijlagen is detailinformatie van de resultaten van de kostenstandaard opgenomen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Tabel 5-1: Resultaten kostenstandaard scenario 0: Grondwaterwinning.

Onttrekkingshoeveelheid 2 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	3,71 *(totale investeringskosten €7.501.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,34
Energieverbruik	kWh/m³	0,32
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,22
Verbruik hulpstoffen	g/m³	40
Afvalstroom productie	Liter/m³	41

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Onttrekkingshoeveelheid 4 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	3,26 *(totale investeringskosten €12.515.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,31
Energieverbruik	kWh/m³	0,34
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,23
Verbruik hulpstoffen	g/m³	40
Afvalstroom productie	Liter/m³	41

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Onttrekkingshoeveelheid 8 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	2,54 *(totale investeringskosten €20.529.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,26
Energieverbruik	kWh/m³	0,32
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,22
Verbruik hulpstoffen	g/m³	40
Afvalstroom productie	Liter/m³	41

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

De toename in onttrekkingshoeveelheid leidt wel tot een afname in investeringskosten en jaarlijkse lasten, niet direct tot een afname in energieverbruik, CO_2 emissie, verbruik hulpstoffen of afvalstroom productie. Dit is een gevolg van het toepassen van standaard hoeveelheden (en standaard diameters) die vervolgens zijn opgeschaald. De verschillen zijn daarnaast ook zodanig dat dit ook te maken kan hebben met afrondingsverschillen.

De implementatietijd van een grondwaterwinning bedraagt naar verwachting ruim 10 jaar. Hiervan is grofweg 5 jaar benodigd voor: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen en het verwerven van de

benodigde gronden. Het fysiek realiseren van de infrastructuur en het systeem op volwaardige capaciteit brengen kost eveneens circa 5 jaar.

5.1.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Een grondwaterwinning heeft afhankelijk van de locatie en de diepte impact op de omgeving. Dit uit zich bijvoorbeeld in verlaagde grondwaterstanden en mogelijk afgeleide effecten als droogteschade voor de landbouw of zettingschade aan gebouwen. In enkele gevallen kan het overigens wenselijk zijn om de grondwaterstand te verlagen of op een bepaald peil te houden. Dit kan gezien worden als één van de win-win mogelijkheden van een grondwaterwinning.

De beschermbaarheid van deze bron is over het algemeen goed, doordat er vaak een beschermende kleilaag of andere slecht doorlatende laag is gelegen boven het grondwater. Ook in ruimtelijke zin is een grondwaterwinning goed te beschermen. Dit gebeurt aan de hand van de beschermingszones zoals gedefinieerd in de Omgevingsverordening Gelderland. Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en warmte koude opslag) kunnen een groot risico vormen voor de grondwaterkwaliteit. Zowel de kans op als de gevolgen van bijvoorbeeld een lekkage van een bodemenergiesysteem zijn niet goed bekend. Per locatie zal dan ook afgewogen moeten worden in hoeverre bodemenergiesystemen een bedreiging vormen voor de betreffende winning, dit vraagt maatwerk.

5.1.5 Klantperceptie

Grondwater als bron voor drinkwater wordt door de consument goed geaccepteerd, dit blijkt uit de ervaringen met grondwater binnen Nederland.

5.2 Scenario 1: Oppervlaktewater en inzet spaarbekken

5.2.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Oppervlaktewater is in Nederland in grote hoeveelheden beschikbaar en kan ook relatief eenvoudig in grote hoeveelheden worden gewonnen. Vergeleken met grondwater vertoont oppervlaktewater in rivieren echter een veel sterkere variatie in beschikbare hoeveelheid (afvoer van de rivieren) en hoedanigheid (waterkwaliteit). Voorraadvorming is daarom noodzakelijk om perioden te overbruggen waarbij ofwel onvoldoende water beschikbaar is ofwel wanneer de waterkwaliteit te kort schiet.

Voor een overzicht van de waterbeschikbaarheid van de grote rivieren is voor een aantal meetlocaties van afvoeren in Gelderland een overzicht van de kenmerkende waarden gemaakt op basis van gemeten afvoeren en de waterverdeling. De resultaten hiervan zijn opgenomen in onderstaande tabel 5-1.

Tabel 5-2: Waterbeschikbaarheid grote rivieren Gelderland. (bron: https://waterinfo.rws.nl, geraadpleegd op 27-03-2019)

Locatie	Rivier	Lage afvoer [m3/s]	Normaal [m3/s]	Hoge afvoer [m3/s]	Inname drinkwater (10 Mm3/jaar) als % van de ondergrens van de normale afvoer
Lobith	R jn	< 1000	1000 - 5250	> 8000	0.03 %
Pannerdens Kanaal	R jn	< 190	190 – 1550	> 2150	0.17 %
Arnhem	R jn	< 20	20 – 900	> 1500	1.58 %
Westervoort	IJssel	< 170	170-650	>650	0.19 %

Locatie	Rivier	Lage afvoer [m3/s]	Normaal [m3/s]	Hoge afvoer [m3/s]	Inname drinkwater (10 Mm3/jaar) als % van de ondergrens van de normale afvoer
Olst	IJssel	< 230	230-650	1150	0.14 %
Tiel	Waal	< 800	800-3500	> 5300	0.04 %
Megen	Maas	< 25	25 – 1800	> 2300	1.27 %
Randmeren	IJssel	< 230	230-650	1150	0.14 %

In Nederland worden, van de grote rivieren, de Rijn en de Maas (direct en indirect) gebruikt voor de drinkwatervoorziening. De Rijn is een gletsjerrivier met een hoge afvoer in winter/voorjaar en een relatief hoge minimale afvoer. De Maas is een regenrivier met hoge afvoer in de winter en een lage afvoer in de zomer. Gelderland heeft de mogelijkheid om water van de Rijn, de Maas en de IJssel (aftakking van de Rijn) te benutten. Bij Pannerden splitst de Rijn zich in het Pannerdens Kanaal en de Waal (grofweg 2/3 voor de Waal en 1/3 voor het Pannerdens Kanaal). Vervolgens splitst die laatste hoeveelheid rivierwater zich bij Arnhem nogmaals met 2/3 voor de Nederrijn en Lek en 1/3 naar de IJssel.

In geval van de locatie Huissense Waard is de normale afvoer van het Pannerdens Kanaal ruim voldoende met afvoeren tussen de 190 – 1550 m^3/s (een jaarlijkse inname van 10 Mm^3 komt neer op een gemiddelde inname van ruim 27.000 m^3/dag en dit komt weer overeen met een inname van circa 0,3 m^3/s). Dit betekent dat ook bij de laagste normale afvoer slechts circa 0,17% wordt gebruikt voor de inname van drinkwater.

Vanwege de aanwezigheid van zowel chemische als bacteriologische verontreinigingen is de waterkwaliteit van oppervlaktewater minder (hygiënisch) betrouwbaar in vergelijking met grondwater. Daarnaast bestaat de afvoer van bijvoorbeeld de Rijn en Maas in de zomer voor circa 25% uit RWZI effluenten (Deltares, 2010), hetgeen niet ten goede komt aan de waterkwaliteit. De kwantitatieve zekerheid is ook in de toekomst geborgd door de aanwezigheid van een spaarbekken, het kan echter wel zo zijn dat de toekomstige waterkwaliteit zal afnemen (bijvoorbeeld als gevolg van lagere afvoeren). De robuustheid van oppervlaktewater als bron voor drinkwater is door de schommelingen in waterkwaliteit (door bijvoorbeeld calamiteiten en onbekende lozingen) minder hoog dan grondwater, maar nog steeds geschikt voor de drinkwatervoorziening.

De bandbreedte voor een oppervlaktewaterwinning loopt in de praktijk van circa 8 miljoen m^3/per jaar tot circa 24 miljoen m^3/per jaar. Een winning binnen deze bandbreedte is het meest gunstig qua prijs/capaciteitsverhouding en biedt voldoende mogelijkheden voor de ruimtelijke inpassing binnen de provincie Gelderland.

5.2.2 Zuiveringstechnologie

Oppervlaktewater met spaarbekken is beperkt gevoelig voor verstoringen. Voor de situaties met lage afvoeren (voor deze situatie een lage afvoer op het Pannerdens kanaal) kan het spaarbekken de drinkwaterbehoefte opvangen door de bufferende werking van het bekken (voorraadvorming). Daarnaast kan er aan de hand van kwaliteitsmetingen gestuurd worden op het innemen van een hoge kwaliteit rivierwater, hetgeen ten goede komt aan het functioneren van de zuiveringstechniek. De Nederlandse waterbedrijven die gebruik maken van oppervlaktewater tonen aan dat het een bron is met een hoge leveringszekerheid.

Figuur 5-2: Processchema oppervlaktewaterwinning

5.2.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor het zuiveren van oppervlaktewater als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat een geavanceerder zuiveringsproces, met meer zuiveringsstappen, benodigd is. In onderstaande tabellen zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. In de bijlagen is detailinformatie van de resultaten van de kostenstandaard opgenomen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Tabel 5-3: Resultaten kostenstandaard scenario 1: Oppervlaktewater en inzet spaarbekken

Innamehoeveelheid 5 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	5,10 *(totale investeringskosten €25.334.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,44
Energieverbruik	kWh/m³	0,40
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,26
Verbruik hulpstoffen	g/m³	41
Afvalstroom productie	Liter/m³	58

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Innamehoeveelheid 10 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	4,31 *(totale investeringskosten €40.701.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,38
Energieverbruik	kWh/m³	0,41
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,26
Verbruik hulpstoffen	g/m³	41
Afvalstroom productie	Liter/m³	58

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Innamehoeveelheid 15 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	3,79 *(totale investeringskosten €56.542.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,35
Energieverbruik	kWh/m³	0,40

Innamehoeveelheid 15 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
CO_2 emissie	kg CO_2/m^3	0,26
Verbruik hulpstoffen	g/m^3	41
Afvalstroom productie	$Liter/m^3$	58

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Uit de resultaten blijkt dat de toename in innamehoeveelheid wel leidt tot een afname in investeringskosten en jaarlijkse lasten, niet direct tot een afname in energieverbruik, CO_2 emissie, verbruik hulpstoffen of afvalstroom productie. Dit is een gevolg van het toepassen van standaard hoeveelheden (en standaard diameters) die vervolgens zijn opgeschaald. De verschillen zijn daarnaast ook zodanig dat dit ook te maken kan hebben met afrondingsverschillen.

Dit is een gevolg van het toepassen van standaard hoeveelheden die vervolgens zijn opgeschaald. De verschillen zijn daarnaast dermate gering dat dit ook te maken kan hebben met het toepassen van standaard diameters.
De implementatietijd van een oppervlaktewaterwinning bedraagt naar verwachting circa 10 tot 15 jaar. Hiervan zal grofweg 5-10 jaar benodigd zijn voor: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen (o.a. bezwarenprocedures en Raad van State procedures) en het verwerven van de benodigde gronden (o.a. voor het spaarbekken). Het fysiek realiseren van de infrastructuur en het systeem op volwaardige capaciteit brengen kost circa 2-5 jaar.

5.2.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Door de aanwezigheid van een spaarbekken heeft een oppervlaktewaterwinning een relatief groot ruimtebeslag. Dit ruimtebeslag kan, indien een spaarbekken in een uiterwaard wordt voorzien, belemmerend zijn in het kader van Ruimte voor de Rivier. Hiermee kan immers de bergingsfunctie van de betreffende locatie worden verminderd. Naast het ruimtebeslag heeft het innemen van oppervlaktewater weinig impact op de omgeving (o.a. natuur, landbouw en watersysteem). De win-win kansen zijn beperkt. Spaarbekkens worden enkel gebruikt voor de bereiding van drinkwater en functiecombinaties met natuur of recreatie zijn dan ook uitgesloten. Wel vindt er momenteel onderzoek plaats bij Evides Waterbedrijf met het gebruik van zonnepanelen in spaarbekkens (bron: Evides Waterbedrijf, 2018). Risicovolle functies als geothermie of WKO-installaties hebben geen invloed op een oppervlaktewaterwinning. Een oppervlaktewaterwinning met spaarbekken is in ruimtelijke zin te beschermen maar dit is wel gecompliceerd gelet op de kwetsbaarheid van een drinkwaterbekken. Het is hierbij van belang onderscheid te maken tussen locaties langs de rivier (die druk bevaren worden en daardoor kwetsbaar zijn voor calamiteiten) en meer geïsoleerde locaties (zoals de Biesbosch).

De waterbeheerder is daarnaast verplicht zorg te dragen voor het voldoen van de waterkwaliteit aan de afgesproken kwaliteitsnormen. Voor de Rijn, Maas en het IJsselmeer is dit Rijkswaterstaat.

Een spaarbekken is echter wel kwetsbaar voor vandalisme (het verontreinigen van de bekkens) en terrorisme (aanslag met effect op kwantiteit en/of kwaliteit) en onverwachte externe invloeden bijvoorbeeld verontreinigingen vanuit de lucht. Aan de hand van waterkwaliteitsmetingen kan gestuurd worden op het innemen van een hoge kwaliteit rivierwater.

5.2.5 Klantperceptie

Oppervlaktewater is een geaccepteerde bron voor de drinkwatervoorziening. Desondanks geeft de consument, als zij de keus hebben, gevoelsmatig de voorkeur aan grondwater voor de bereiding van drinkwater.

5.2.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Oppervlaktewater kan een bron voor de productie van drinkwater vormen. Door gebruik te maken van een spaarbekken wordt invulling gegeven aan meerdere functies:

- Het overbruggen van lange, droge periodes
  In tijden van droogte neemt ook de waterafvoer van de grote rivieren af. Door het rivierwater in een spaarbekken op te slaan, is het mogelijk om periodes van droogte te overbruggen. Zo zijn er in de Brabantse Biesbosch drie grote spaarbekkens aangelegd waarin Maaswater wordt opgeslagen. De totale opslagcapaciteit van deze bekkens bedraagt 80 miljoen m^3, wat goed is voor een overbrugging van een maand zonder dat de drinkwaterproductie in gevaar komt (http://eduweb.eeni.tbm.tudelft.nl/TB141E/?drinkwater-transport-opslag).
- Het overbruggen van calamiteiten
  In geval van calamiteiten (bijvoorbeeld door verontreinigingen als Pyrazool of GenX) zal de inname van rivierwater (tijdelijk) worden stopgezet, en valt de betreffende oppervlaktewaterwinning stil. Om deze periode te overbruggen kan de voorraad uit de spaarbekkens worden ingezet.
- Natuurlijk zuiveringsproces
  In de spaarbekkens ondergaat het rivierwater een natuurlijk zuiveringsproces. Slibdeeltjes bezinken en onder invloed van licht vindt de afbraak van (organische) stoffen plaats. Dit komt ten goede aan het vervolg van het zuiveringsproces.

Belangrijke uitdagingen die verbonden zijn aan oppervlaktewater als bron voor drinkwater en het realiseren en onderhouden van spaarbekkens zijn:

- *Intensief zuiveringsproces*
  In vergelijking met grondwater vraagt de productie van drinkwater uit oppervlaktewater om een complexer en duurder zuiveringsproces.
- *Aanwezigheid van nieuwe stoffen*
  Er komen steeds meer nieuwe (onbekende) stoffen in het oppervlaktewater terecht die met conventionele zuiveringsprocessen niet uit het drinkwater worden verwijderd. Bijvoorbeeld in Zuid-Holland is een GenX-stof is in het rivierwater terecht gekomen dat gebruikt is om drinkwater van te maken[3]. Nadat de stof ontdekt is in het water is het lozingspunt gestopt en zijn de hoeveelheden die geloosd worden in de omgeving van Dordrecht sterk afgenomen.
- Bovengronds ruimtebeslag
  Spaarbekkens vragen relatief veel ruimte bovengronds, hierdoor zijn de mogelijkheden voor andere ruimtelijke ontwikkelingen beperkt.
- Gevoeligheid voor vandalisme en terrorisme
  Spaarbekkens zijn kwetsbaar voor vandalisme (het verontreinigen van de bekkens) en terrorisme (aanslag met effect op kwantiteit en/of kwaliteit). Aan de hand van waterkwaliteitsmetingen waarmee gestuurd wordt op het innemen van een hoge kwaliteit rivierwater, worden deze risico's zoveel mogelijk beperkt. Daarnaast houden de drinkwaterbedrijven continu scherp toezicht op hun bronnen voor drinkwater en hebben de bedrijven maatregelen genomen om de risico's zoveel mogelijk te beperken.

[3] *GenX is een technologie die wordt gebruikt om coatings (fluorpolymeren) te maken. Sinds 2012 gebruikt fabrikant Chemours in Dordrecht de GenX-technologie als vervanging van PFOA perfluoro octanoic acid (RIVM, 2018)*

Technisch is het niet efficiënt om bronnen met een relatief slechte waterkwaliteit in te zetten voor de productie van drinkwater. In de Gelderse situatie (vooral op de Veluwe) is het daarom aannemelijker om oppervlaktewater te gebruiken om de peilverlagingseffecten van grondwaterwinningen te mitigeren en om op natuurlijke wijze geïnfiltreerd regenwater te blijven gebruiken als bron voor drinkwatervoorziening. Naast het mitigeren van de peilverlagingseffecten brengt dit de volgende voordelen met zich mee:

- Oppervlaktewater hoeft niet opgewerkt te worden tot de hoogwaardige kwaliteit van drinkwater en hoeft hierdoor minder zuiveringsstappen te ondergaan (vooral voor wat betreft bacteriën en virussen, maar ook hardheid en microverontreinigingen);
- Het kwaliteitsimago van drinkwater blijft hoog;
- De risico's voor incidenten zijn veel lager en de analyse-verplichtingen zijn veel lager;
- Daarnaast is op de locaties waar theoretisch inname een oppervlaktewaterwinning mogelijk is, ook oevergrondwaterwinning mogelijk met bijkomende voordelen.

5.3 Scenario 2: Oevergrondwater

5.3.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

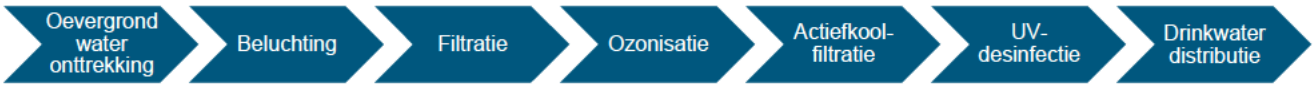
Oevergrondwater is een combinatie van geïnfiltreerd oppervlaktewater en grondwater. Oevergrondwater is in Gelderland in het Rivierengebied vanwege de rivieren in grote hoeveelheden beschikbaar. Het effect van de winning op de waterbalans van het grondwatersysteem is door de aanvoer van oppervlaktewater beperkter dan een reguliere grondwaterwinning. De beschikbaarheid van oevergrondwater hangt deels samen met de rivierafvoer (oppervlaktewater) maar deels ook met afstromend grondwater. Op het moment dat de rivierafvoer laag is, kan afstromend grondwater nog steeds worden afgevangen. Daarom is de klimaatbestendigheid van deze bron vergelijkbaar met grondwater.

De waterkwaliteit van oevergrondwater is minder goed in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat een oevergrondwater bron gevoelig is voor chemische verontreinigingen vanuit het oppervlaktewater. Microbiologische verontreinigingen vormen geen bedreiging omdat desinfectie optreedt tijdens de bodempassage. In de toekomst zal de waterkwaliteit van oevergrondwater waarschijnlijk niet veel veranderen ten opzichte van de huidige situatie. De robuustheid in kwantitatieve zekerheid van oevergrondwater scoort positief ten opzichte van een standaard grondwaterwinning omdat deze bron zowel gebruik maakt van oppervlaktewater als grondwater. Daarnaast werkt dit positief door in de waterbalans en de omgevingseffecten.

De bandbreedte voor een oevergrondwaterwinning loopt van circa 8 miljoen m^3/per jaar tot circa 24 miljoen m^3/per jaar. Een winning binnen deze bandbreedte is het meest gunstig qua prijs/capaciteitsverhouding en biedt voldoende mogelijkheden voor de ruimtelijke inpassing binnen de provincie Gelderland. Daarnaast blijkt uit de gebiedsdossiers van de provincie Overijssel (2017) dat de bestaande oevergrondwaterwinningen van Vitens ook een capaciteit hebben binnen deze bandbreedte (bijvoorbeeld Engelse Werk 12 miljoen m^3/per jaar) of een vergund debiet hebben binnen deze bandbreedte (bijvoorbeeld Vechterweerd 8 miljoen m^3/per jaar).

5.3.2 Zuiveringstechnologie

Een oevergrondwaterwinning trekt chemische verontreinigingen naar zich toe en is daardoor gevoeliger voor verstoringen in vergelijking met een grondwaterwinning. Ondanks dat blijft de leveringszekerheid van een oevergrondwaterwinning hoog.



Figuur 5-3: Processchema oevergrondwaterwinning

De potentiële locatie voor de oevergrondwaterwinning is zo gekozen dat het aandeel grondwater groter dan 50% is en het aandeel oppervlaktewater kleiner dan 50% is. Doordat het grondwater op deze locatie van nature erg zacht is, is een onthardingsstap niet benodigd.

5.3.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor oevergrondwater als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat een meer geavanceerd zuiveringsproces, met meer zuiveringsstappen (o.a. ozonisatie, actiefkoolfiltratie en UV desinfectie), benodigd is. Daarnaast vraagt het zuiveringsproces iets meer energie (o.a. door de ozonisatie en UV-desinfectie) en hulpstoffen (o.a. actiefkool) in vergelijking met een grondwaterzuivering. De exploitatiekosten voor oevergrondwater lijken in dit scenario vergelijkbaar met grondwater, maar dit is feitelijk onjuist en komt door het schaalvoordeel van de oevergrondwaterwinning. In onderstaande tabellen (zie volgende pagina) zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de bijlagen A8 en A9 (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Het is ook mogelijk om oevergrondwater door middel van One Step Reverse Osmosis te zuiveren, naar voorbeeld van drinkwaterbedrijf Oasen. Dit zuiveringsproces is gebaseerd op membraantechnieken en is wat betreft kosten vergelijkbaar met het zuiveringsproces zoals weergegeven in bovenstaand figuur. Door het gebruik van membraantechnieken is het verlies van zoetwater bij One Step Reverse Osmosis echter aanzienlijk hoger. Ook is dit zuiveringsproces nog relatief nieuw en het proces heeft zich dan ook nog niet helemaal bewezen.

Tabel 5-4: Resultaten kostenstandaard scenario 2: Oevergrondwater

Onttrekkingshoeveelheid 4 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	3,57 *(totale investeringskosten €13.924.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,35
Energieverbruik	kWh/m³	0,42
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,26
Verbruik hulpstoffen	g/m³	21
Afvalstroom productie	Liter/m³	27

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

Onttrekkingshoeveelheid 8 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	2,96 *(totale investeringskosten €23.096.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,31
Energieverbruik	kWh/m³	0,42
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,26
Verbruik hulpstoffen	g/m³	21
Afvalstroom productie	Liter/m³	27

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

De implementatietijd van een oevergrondwater is naar verwachting circa 10 jaar en is dus vergelijkbaar met de implementatietijd van een grondwaterwinning. De periode van 10 jaar is benodigd om de volgende activiteiten te ondernemen: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen (o.a. bezwarenprocedures en Raad van State procedures), het verwerven van de benodigde gronden en het fysiek realiseren en op volwaardige capaciteit brengen van de winning.

5.3.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Oevergrondwaterwinning heeft (in grote lijnen) in vergelijking met een grondwaterwinning minder impact op de omgeving. Dit komt doordat de geohydrologische effecten, vanwege de nabijheid van oppervlaktewater en het aantrekken van rivierwater, meer gemitigeerd worden. Hierdoor zijn de effecten voor de landbouw/natuur relatief minder dan bij een grondwaterwinning. De win-win kansen van een oevergrondwaterwinning zijn vergelijkbaar met een grondwaterwinning. Een functiecombinatie met natuur is mogelijk in het wingebied. Verder is in eerste instantie uitgegaan van relatief grote oeverwinningen, maar door veel kleinere oeverwinningen over een grote lengte rivier uit te spreiden zijn er mogelijkheden om de ruimtelijke impact verder te verkleinen.

Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en koude warmte opslag (KWO)) kunnen een groot risico vormen voor de grondwaterkwaliteit. Zowel de kans op als de gevolgen van bijvoorbeeld een lekkage van een bodemenergiesysteem zijn niet goed bekend. Een oevergrondwaterwinning is voor het aandeel grondwater op eenzelfde wijze als een grondwaterwinning ruimtelijk te beschermen. In de Omgevingsverordening Gelderland zijn de volgende typen beschermingszones gedefinieerd: waterwingebied, grondwaterbeschermingsgebied, boringsvrije zone en KWO-vrije zone. Voor het aandeel oppervlaktewater geldt geen ruimtelijke bescherming, maar is de waterbeheerder verplicht zorg te dragen voor het voldoen van de waterkwaliteit aan de afgesproken kwaliteitsnormen. Dit geeft een zekere mate van onzekerheid ten aanzien van de bronkwaliteit. Nederland staat immers ook bekend als ‘het afvoerputje van Europa’ omdat alle lozingen die bovenstrooms plaatsvinden, uiteindelijk terechtkomen in Nederland.

5.3.5 Klantperceptie

Oevergrondwater zal, vanuit de optiek van de consument, waarschijnlijk geen wezenlijk verschil vormen met grondwater en hierdoor geaccepteerd worden als bron voor drinkwater.

5.3.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Belangrijke uitdagingen die verbonden zijn aan oevergrondwater als bron voor drinkwater zijn:

- *Waterkwaliteit*: Een uitdaging is de kwaliteit van het oevergrondwater. De waterkwaliteit van de grote rivieren is de afgelopen decennia weliswaar verbeterd, maar steeds meer nieuwe, opkomende stoffen dienen zich aan. Daarnaast worden structureel verhoogde gehaltes gemeten aan bekende verontreinigingen zoals bestrijdingsmiddelen, industriële chemicaliën en afvalproducten, en resten van geneesmiddelen.
- *Risico op calamiteiten: H*et aandeel oppervlaktewater heeft een groot stroomgebied waarin diverse calamiteiten zich kunnen voordoen. Denk hierbij aan de scheepvaart en de industrieën die gelegen zijn aan de rivier. Bij calamiteiten kan verontreinigd water in korte tijd de rivier sterk verontreinigingen (bluswater, lozingen etc.);
- *Intensief zuiveringsproces:* Een belangrijk deel van de verontreinigingen worden door natuurlijke processen verwijderd maar restanten moeten met meer geavanceerde zuiveringen, zoals actieve kool, worden verwijderd. In vergelijking met grondwater vraagt de productie van drinkwater uit oevergrondwater om een complexer en duurder zuiveringsproces.

Oevergrondwater kan daarentegen een belangrijke bron vormen voor de toekomstige drinkwaterbehoefte van de provincie Gelderland:

- Oevergrondwater is een mengsel van geïnfiltreerd oppervlaktewater en grondwater. Oevergrondwater is in Gelderland in het Rivierengebied vanwege de rivieren in grote hoeveelheden beschikbaar. Het effect van de winning op de waterbalans van het grondwatersysteem is door de aanvoer van oppervlaktewater beperkter dan een reguliere grondwaterwinning.
- Een belangrijk voordeel boven directe onttrekking van oppervlaktewater is dat oevergrondwater de bodem is gepasseerd. Hierdoor heeft het water een constante temperatuur en is het biologisch betrouwbaarder. Daarnaast zijn alle grove bestandsdelen zoals slib en algen al door de bodem uit het water gefilterd.

5.4 Scenario 3: Kunstmatige infiltratie (regionaal watersysteem)

5.4.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden is een overzicht van de waterbeschikbaarheid gemaakt door een analyse te maken van de gemeten afvoeren in het regionale watersysteem van het beheergebied van Waterschap Rijn en IJssel. De resultaten hiervan zijn gepresenteerd in paragraaf 4.4.3. Er is in dit verband van uit gegaan dat een afname van de jaargemiddelde afvoer van maximaal 10% acceptabel is. In het geval van een jaarlijkse inname van 3 Mm^3 (in perioden met hogere afvoeren) betekent dit dat de waterloop waaruit onttrokken wordt een afvoer van minimaal 30 Mm^3/jaar dient te hebben.

Waterkwaliteit
Het te infiltreren water, afkomstig uit het stroomgebied van de Berkel, wordt belast met diverse bronnen van verontreiniging. Het water staat onder meer onder invloed van RWZI's (aanwezigheid medicijnresten). Daarnaast wordt het water belast met nutriënten en uitspoeling van gewasbeschermingsmiddelen vanuit de landbouw en bebouwd gebied. Tenslotte zijn er ook lokaal industriële lozingen te verwachten.

Het te infiltreren oppervlaktewater is daarom minder (hygiënisch) betrouwbaar in vergelijking met grondwater. Microbiologische verontreinigingen vormen geen bedreiging omdat desinfectie optreedt tijdens de bodempassage. De robuustheid van een winning op basis van kunstmatige infiltratie (op regionale schaal) is minder groot in vergelijking met een grondwaterwinning. Bij onvoldoende aanvoer vanuit het lokale oppervlaktewatersysteem, wordt de ondergrondse buffer onvoldoende aangevuld en kan de winning meer omgevingseffecten krijgen (effecten op landbouw, natuur, bebouwd gebied).

5.4.2 Zuiveringstechnologie

Op regionale schaal is een systeem van kunstmatige infiltratie behoorlijk gevoelig voor verstoringen, zowel kwantitatief als kwalitatief. Verstoringen kunnen optreden door een gebrek aan lokaal oppervlaktewater in een droge zomerperiode, maar ook door lozingen van ongewenste stoffen (bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen) op lokaal oppervlaktewater. Door de betrekkelijk kleine capaciteit van de winning, kunnen relatief hoge concentraties in het drinkwater komen waardoor er niet meer aan het drinkwaterbesluit wordt voldaan. Om die reden is ook de leveringszekerheid van een regionaal infiltratiesysteem minder hoog.

Figuur 5-4: Processchema kunstmatige infiltratie regionaal oppervlaktewater (gebiedseigen water) en grondwaterwinning

In bovenstaand processchema is actiefkooldosering noodzakelijk om te voldoen aan het Infiltratiebesluit Bodembescherming (IB). Het IB staat het niet toe om microverontreinigingen in de bodem te brengen, hierdoor is een gedegen voorzuivering noodzakelijk.

5.4.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor regionaal infiltratiewater als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat achtereenvolgens twee zuiveringsprocessen plaatsvinden: 1) het opwerken van oppervlaktewater tot infiltratiewater en 2) het zuiveren van opgepompt infiltratiewater tot drinkwater. In combinatie met de kleinschaligheid van dit systeem resulteert dit in hoge investerings- en exploitatiekosten. In onderstaande tabel 5-5 zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de bijlagen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Tabel 5-5: Resultaten kostenstandaard scenario 3: Kunstmatige infiltratie regionaal oppervlaktewater

Innamehoeveelheid 3 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling1**
Investeringskosten[2]	€/m³	9,02 *(totale investeringskosten €25.088.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,69
Energieverbruik	kWh/m³	0,54
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,37
Verbruik hulpstoffen	g/m³	60
Afvalstroom productie[3]	Liter/m³	79

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Het opwerken van oppervlaktewater tot infiltratiewater is, voor de gekozen locatie in de Achterhoek, altijd noodzakelijk. Bovenstrooms in dit gebied lozen namelijk een aantal RWZI' s waardoor microverontreinigingen (o.a. geneesmiddelen) in het oppervlaktewater aanwezig zijn. Daarnaast zijn er relatief veel agrarische activiteiten in de regio waardoor ook (een veelvoud aan)

gewasbeschermingsmiddelen en/of nutriënten in het oppervlaktewater terecht komen. Voor de situatie bij Epe, waar oppervlaktewater vanuit de Klaarbeek en de Grift, via infiltratievijvers wordt geïnfiltreerd is er sprake van onbelast relatief schoon kwelwater zonder organische microverontreinigingen. Dit water kan wel direct worden geïnfiltreerd waardoor de kosten hier lager zijn.

De implementatietijd van een dergelijk infiltratieproject bedraagt naar verwachting circa 10 jaar en is daarmee vergelijkbaar met een grondwaterwinning. De periode van 10 jaar is benodigd om de volgende activiteiten te ondernemen: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning om kunstmatige infiltratie toe te mogen passen, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen (o.a. bezwarenprocedures en Raad van State procedures), het verwerven van de benodigde gronden en het fysiek realiseren en op volwaardige capaciteit brengen van de winning.

5.4.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Infiltratiegebieden kunnen in vergelijking met een grondwaterwinning een behoorlijk ruimtebeslag vragen (afhankelijk van de voorzuivering). Voor een infiltratiecapaciteit van 3 miljoen m^3/per jaar is circa 2-5 hectare aan infiltratieplassen benodigd (bij Epe infiltreert Vitens 6 Mm^3/jaar in vijvers met een oppervlakte van 5 ha zonder voorzuivering). Kunstmatige infiltratie biedt ook win-win kansen, bijvoorbeeld met natuur en recreatie (wandelen, niet zwemmen). Dit is in Nederland ook aangetoond door drinkwaterbedrijven zoals: Dunea, Evides, PWN en Waternet. Deze drinkwaterbedrijven benutten hun infiltratiegebieden niet alleen voor het winnen van (grond)water, maar beheren ook de natuur en zorgen ervoor dat mensen er kunnen recreëren. Dit is beter mogelijk dan bij de spaarbekkens voor oppervlaktewater vanwege de lagere kwetsbaarheid door bodempassage en de betere inpasbaarheid van infiltratieplassen in de omgeving (geringer areaal). Het benutten van oppervlaktewater voor infiltratie betekent aansluitend dat er netto geen aanvullende onttrekking van grondwater is (grondwaterwaterbalans blijft gelijk) en dat er netto geen omgevingseffecten zijn (geen landbouwschade). Tegelijkertijd is het mogelijk om de bestaande natuur, en indirect ook de recreatie, van een kwaliteitsimpuls te voorzien. Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en koude warmte opslag (KWO)) vormen een minder groot risico voor gebieden waar kunstmatige infiltratie plaatsvindt. Door kunstmatige infiltratie is het immers mogelijk om eventuele verontreinigingen van de winning ‘te duwen’. Dit komt doordat er meer water wordt geïnfiltreerd dan er daadwerkelijk wordt teruggewonnen. Het teruggewonnen water bestaat (vrijwel) alleen uit geïnfiltreerd water en bevat geen (of slechts zeer beperkt) gebiedsvreemd water.

De beschermbaarheid van de bron, regionaal oppervlaktewater, is over het algemeen laag als gevolg van het grote areaal agrarisch gebied binnen het stroomgebied. De infiltratiegebieden kunnen daarentegen wel goed beschermd worden met behulp van ruimtelijke instrumenten. Wel is aandacht nodig voor de kwetsbaarheid van de infiltratie voor vandalisme (het verontreinigen van de infiltratieplassen) en terrorisme (aanslag met effect op kwantiteit en/of kwaliteit) en onverwachte externe invloeden (bijvoorbeeld verontreinigingen vanuit de lucht).

5.4.5 Klantperceptie

Oppervlaktewater dat middels kunstmatige infiltratie wordt ingezet voor de bereiding van drinkwater vormt vanuit het oogpunt van de consument geen wezenlijk verschil met grondwater. Het wordt geaccepteerd als bron voor drinkwater.

5.4.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater kan een belangrijke bijdrage hebben in het mitigeren van effecten van grondwaterwinning op de zandgronden.

- Het vergroot de winbare hoeveelheid zoet grondwater en gaat verdrogende effecten van grondwaterwinning tegen;
- De infiltratie in de vorm van open infiltratie, waarbij aangevoerd water infiltreert vanuit open water zoals plassen kan een positief effect hebben op de natuur;
- Natuurlijk zuiveringsproces: In de ondergrond ondergaat het oppervlaktewater een natuurlijk zuiveringsproces. Slibdeeltjes bezinken in de plassen en onder invloed van licht vindt de afbraak van (organische) stoffen plaats. Dit komt ten goede aan de waterkwaliteit;
- In het algemeen geldt voor potentiële winlocaties in zandgebied dat Waterschap Rijn en IJssel aansluitend kansen ziet voor mitigatie door actief peilbeheer en het verondiepen van watergangen.

Uitdagingen voor het toepassen van deze bron en techniek zijn:
- De kwaliteit van het oppervlaktewater is sterk belast met verontreinigingen in Oost-Gelderland, zowel vanuit agrarisch gebied (nutriënten en bestrijdingsmiddelen) als vanuit industrie en bebouwd gebied (industriële stoffen, medicijnresten);
- Er zijn echter ook beperkt plaatsen in Gelderland waar er relatief erg schoon water wordt weggevangen als drainage van stedelijk gebied, voorbeelden hiervan zijn er in omgeving Apeldoorn, Ede en Harderwijk. Dit zijn echter specifieke maatwerkmogelijkheden en die vallen buiten de scope van deze brede verkenning;
- De effectiviteit van de bufferende werking van de ondergrond is afhankelijk van de inrichting van het watersysteem in de omgeving. Dit is sterk locatie specifiek en dient met een hydrologische analyse nader beoordeeld te worden. Om de haalbaarheid van buffering in droge perioden te vergroten kan het noodzakelijk zijn de afvoer uit het omliggende gebied te vertragen, bijvoorbeeld door peilverhoging en/of bodemophoging. Het verminderen van de ontwateringsdiepte kan gevolgen hebben voor de omgeving (landbouw/bebouwing);
- Conflicterende belangen door verhoging grondwaterstand op de flanken van zandruggen.

5.5 Scenario 4: Kunstmatige infiltratie Veluwe

5.5.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

De huidige en toekomstige waterbeschikbaarheid voor kunstmatige infiltratie op de Veluwe is groot. In gemaal Lovink staan twee pompen, aangedreven door elektromotoren. De pompen kunnen elk 580.000 liter water per minuut de polder uit pompen. Dat is samen bijna 1,2 miljoen liter water per minuut. De pompen gaan automatisch aan als het waterpeil te hoog komt. Voor Lovink is dit –5,20 meter beneden NAP. Elke pomp draait ongeveer 1.500 uren per jaar. Dit betekent een gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid water van 104 miljoen m3 water (Waterschap Zuiderzeeland, gemaal Lovink).

De kwaliteit van het bemalingswater is beter en voorspelbaarder dan de kwaliteit van rivierwater. Het achterliggende stroomgebied is immers veel kleiner. Het bemalingswater kent wel een kenmerkende agrarische belasting en is belast met nutriënten (N en P) en resten van gewasbeschermingsmiddelen. Op zich zou men denken, dat dit water dan ook rechtstreeks (zoals bij Andijk) zou kunnen worden gezuiverd tot drinkwater. Echter een deel van het jaar staan de gemalen stil en moeten zelfs water inlaten vanuit de randmeren om de waterpeilen in de polder op peil te houden. Het bemalingswater is daarmee een goede bron, maar niet jaarrond beschikbaar. Dat is ook de reden dat er behoefte is aan een buffer (de veluwe) als wateraccu.

Oppervlaktewater (zowel rivierwater als bemalingswater) is vanwege de aanwezigheid van zowel chemische als bacteriologische verontreinigingen minder (hygiënisch) betrouwbaar in vergelijking met grondwater. De robuustheid van een winning op basis van kunstmatige infiltratie is echter vergelijkbaar met een grondwaterwinning. Ook wanneer de inname kan zijn onderbroken (als gevolg van

waterkwaliteitsproblemen) kan de winning ongestoord doorgaan (de Veluwe bevat een enorme watervoorraad). Juist het benutten van overtollig beschikbaar oppervlaktewater (rivierwater of bemalingswater) voor infiltratie op de Veluwe (waardoor netto geen aanvullende onttrekking van grondwater is en dus ook geen aanvullende omgevingseffecten) en tegelijkertijd de beschikbaarheid van de enorme waterbuffer maakt dit scenario klimaatrobuust. Tegelijkertijd is het mogelijk om de bestaande natuur, en indirect ook de recreatie, van een kwaliteitsimpuls te voorzien.

De bandbreedte voor een grootschalig infiltratieproject loopt van circa 10 miljoen m^3/per jaar tot circa 50 miljoen m^3/per jaar. Het Veluwe massief biedt immers voldoende bergingscapaciteit.

5.5.2 Zuiveringstechnologie

Een systeem van kunstmatige infiltratie op het schaalniveau van de Veluwe is net zo gevoelig voor verstoringen, zowel kwantitatief als kwalitatief, als een grondwaterwinning. Verstoringen kunnen optreden door een gebrek aan oppervlaktewater in een droge zomerperiode, maar ook door lozingen van ongewenste stoffen (bijvoorbeeld chemicaliën). Door de bufferende capaciteit van het Veluwe massief zal dit echter niet direct resulteren in uitval van de productie. In vergelijking met kunstmatige infiltratie op regionale schaal zullen verstoringen minder snel optreden door het verschil in schaalgrootte. Over het algemeen blijft de leveringszekerheid van een dergelijk infiltratiesysteem goed. Door de grootschaligheid van deze winning zijn aanpassingen in het distributienet noodzakelijk. Het is in dit stadium nog niet mogelijk om aan te geven wat dit precies zal betekenen. In deze casus kan waarschijnlijk wel goed worden aangetakt op het bestaande distributienet van Apeldoorn en Arnhem aangezien deze netwerken nabij twee van de gepresenteerde productielocaties gelegen zijn.

Figuur 5-5: Processchema kunstmatige infiltratie oppervlaktewater (rivierwater) Veluwe en grondwaterwinning.

5.5.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor infiltratiewater van de Veluwe als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat achtereenvolgens twee zuiveringsprocessen plaatsvinden: 1) het opwerken van oppervlaktewater (bemalingswater) tot infiltratiewater en 2) het zuiveren van opgepompt infiltratiewater tot drinkwater. Doordat kunstmatige infiltratie in dit scenario op grote schaal plaatsvindt, zijn de investerings- en exploitatiekosten bij grotere hoeveelheden lager in vergelijking met regionale infiltratie. In onderstaande tabellen (zie volgende pagina) zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de bijlagen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV). Grondaankoop is hierin meegenomen met een bedrag van 80 k€ per ha.

Tabel 5-6: Resultaten kostenstandaard scenario 4: Kunstmatige infiltratie Veluwe

Innamehoeveelheid 10 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	9,24 *(totale investeringskosten €85.365.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,68
Energieverbruik	kWh/m³	0,75
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,57
Verbruik hulpstoffen	g/m³	101
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	82

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie in de Veluwe. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Innamehoeveelheid 20 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	8,05 *(totale investeringskosten €148.856.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,64
Energieverbruik	kWh/m³	0,83
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,60
Verbruik hulpstoffen	g/m³	101
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	82

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie in de Veluwe. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Innamehoeveelheid 30 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	7,54 *(totale investeringskosten €209.068.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,62
Energieverbruik	kWh/m³	0,94
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,63
Verbruik hulpstoffen	g/m³	101
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	82

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie in de Veluwe. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Innamehoeveelheid 40 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	7,56 *(totale investeringskosten €279.284.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,62
Energieverbruik	kWh/m³	0,94
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,63
Verbruik hulpstoffen	g/m³	101
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	82

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie in de Veluwe. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Innamehoeveelheid 50 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	7,45 *(totale investeringskosten €344.037.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,62
Energieverbruik	kWh/m³	1,01
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,64
Verbruik hulpstoffen	g/m³	101
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	82

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie kan met behulp van beperkte nabehandeling weer geschikt worden gemaakt voor infiltratie in de Veluwe. Dit nabehandeling proces wordt al enkele jaren toegepast door de duinwaterbedrijven in Nederland.

Uit de resultaten blijkt dat de relevante duurzaamheidscriteria (energieverbruik, CO_2-emissie, hulpstoffenverbruik en afvalstroomproductie) niet afnemen bij hogere infiltratiehoeveelheden en soms zelfs toenemen. Dit is een gevolg van het feit dat gerekend is met standaard infiltratiesystemen van 10 miljoen m³/jaar. Het eerste systeem ligt dicht bij het Veluwemeer; het vijfde dicht bij Arnhem. Bij de grotere capaciteiten zijn steeds langere transportafstanden vereist, waardoor de investering en de energiekosten hoger worden. Door nadere optimalisatie van het systeem zou ook een afname van de duurzaamheidscriteria mogelijk kunnen zijn, maar dit vereist een nadere uitwerking.

De implementatietijd van een dergelijk infiltratieproject bedraagt naar verwachting circa 20 jaar. Hiervan zal grofweg 10 jaar benodigd zijn voor: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning om kunstmatige infiltratie toe te passen in een Natura2000 gebied en het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen. Wanneer het project aansluitend gericht is op win-win in relatie tot natuur en het vergroten van de watervoerendheid van de van de Veluwe afstromende beken is door het integrale karakter waarschijnlijk een snellere besluitvorming mogelijk. Het fysiek realiseren van de infrastructuur bedraagt circa 5 jaar en het systeem op volwaardige capaciteit brengen kost naar verwachting circa 2-5 jaar.

5.5.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Infiltratiegebieden vragen in vergelijking met een grondwaterwinning een behoorlijk ruimtebeslag. Voor een infiltratiecapaciteit van 30 miljoen m^3/per jaar is circa 40-50 hectare aan infiltratieplassen benodigd (BINGO T5.2, 2018). Anderzijds biedt kunstmatige infiltratie ook win-win kansen, bijvoorbeeld met natuur en recreatie (wandelen, niet zwemmen). Dit is in Nederland ook aangetoond door drinkwaterbedrijven zoals: Dunea, Evides, PWN en Waternet. Deze drinkwaterbedrijven benutten hun infiltratiegebieden niet alleen voor het winnen van (grond)water, maar beheren ook de natuur en zorgen ervoor dat mensen er kunnen recreëren. Dit is beter mogelijk dan bij de spaarbekkens voor oppervlaktewater vanwege de lagere kwetsbaarheid door bodempassage en de betere inpasbaarheid van infiltratieplassen in de omgeving (geringer areaal). Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en koude warmte opslag (KWO)) vormen een minder groot risico voor gebieden waar kunstmatige infiltratie plaatsvindt. Door kunstmatige infiltratie is het immers mogelijk om eventuele verontreinigingen van de winning ‘te duwen’.

Omdat de onttrekkingen plaatsvinden in N2000-gebied is er geen functie gerelateerde belasting van het grondwater te verwachten. Wel is aandacht nodig voor de kwetsbaarheid van de infiltratie voor vandalisme (het verontreinigen van de infiltratieplassen) en terrorisme (aanslag met effect op kwantiteit en/of kwaliteit) en onverwachte externe invloeden (bijvoorbeeld verontreinigingen vanuit de lucht). Tevens verdient het aanbeveling om nader te verkennen hoe de infiltratie zo kan worden gerealiseerd dat dit geen nadeel oplevert voor de N2000-gebieden

5.5.5 Klantperceptie

Oppervlaktewater dat na kunstmatige infiltratie wordt ingezet voor de bereiding van drinkwater vormt vanuit oogpunt van de consument geen wezenlijk verschil met grondwater. Het wordt geaccepteerd als bron voor drinkwater.

5.5.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Kunstmatige infiltratie van oppervlaktewater (rivierwater of bemalingswater) op de Veluwe kan een belangrijke bijdrage hebben in het mitigeren van effecten van grondwaterwinning:

- Het vergroot de winbare hoeveelheid zoet grondwater en gaat verdrogende effecten van grondwaterwinning tegen;
- Infiltratie in de vorm van open infiltratie, waarbij aangevoerd water infiltreert vanuit open water zoals plassen kan een positief effect hebben op de natuur;
- Infiltratie in de vorm van diepinfiltratie, waardoor er geen infiltratiepanden benodigd zijn kan zorgen voor minimale effecten op maaiveld. Diepinfiltratie vereist echter een verdere voorzuivering, is een stuk gevoeliger en leidt daardoor ook tot hogere kosten;
- Natuurlijk zuiveringsproces: In de ondergrond ondergaat het oppervlaktewater een natuurlijk zuiveringsproces. Slibdeeltjes bezinken in de plassen en onder invloed van licht vindt de afbraak van (organische) stoffen plaats. Dit komt ten goede aan de waterkwaliteit.

Een belangrijk voordeel van dit project is dat de inname van oppervlaktewater (rivierwater of bemalingswater) onderbroken kan worden (desnoods maanden) en dat de onttrekking gewoon kan continueren. De Veluwe vormt immers een enorme grondwatervoorraad.

Uitdagingen voor het toepassen van deze bron en techniek zijn:

- De kwaliteit van het oppervlaktewater is belast met verontreinigingen met name vanuit agrarisch gebied (nutriënten en bestrijdingsmiddelen);
- Conflicterende belangen door verhoging grondwaterstand op de flanken van de Veluwe;
- Aandacht vereist voor positionering door de aanwezigheid van kleischotten.

5.6 Scenario 5: Brak waterwinning

5.6.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Brak grondwater wordt gewonnen uit de diepere ondergrond (50-150 meter beneden maaiveld), hierdoor is de huidige en toekomstige waterkwaliteit goed. Brak grondwater is daarnaast vrij van antropogene verontreinigingen. Vanuit zuivering technisch oogpunt heeft de licht verhoogde concentratie zout wel een lichte negatieve invloed op de waterkwaliteit. De robuustheid van brak grondwater als bron voor drinkwater is vergelijkbaar met die van zoet grondwater. Afhankelijk van de opbouw van de ondergrond kan de brak water voorraad worden aangevuld van onderaf met verzilting tot gevolg. Wanneer de geohydrologische basis bestaande uit kleilagen goed ontwikkeld is, is de aanvulling van onderaf beperkt en zal de aanvulling lateraal zijn en zoet water kunnen aantrekken.

Leemte in kennis is de verbreiding van de brakwater voorkomens (begrenzing en diepteligging). De diepteligging van het brak-zout grensvlak geeft een indicatie maar niet meer dan dat. Aanbevolen wordt bij de nadere uitwerking van dit scenario de verbeiding van de brakwater voorkomens nader in beeld te brengen. De verwachting is dat er een redelijke hoeveelheid brakwater te winnen valt.

De bandbreedte voor brak grondwaterwinning loopt van circa 5 miljoen m^3/per jaar tot circa 10 miljoen m^3/per jaar. Een winning binnen deze bandbreedte is het meest gunstig qua prijs/capaciteits-verhouding en biedt voldoende mogelijkheden voor de ruimtelijke inpassing binnen de provincie Gelderland.

Bij productielocatie Noardburgum (Friesland) produceert Vitens circa 2 miljoen m^3 drinkwater per jaar uit grondwater middels het zogenaamde zoethouder concept (Vitens, 2018). Hierbij wordt zoet en brak grondwater onttrokken (voor het stabiliseren van het zoet/zout grensvlak) waarbij het brakke water vervolgens weer wordt teruggebracht in de ondergrond.

5.6.2 Zuiveringstechnologie

De leveringszekerheid van brak grondwater is vergelijkbaar met de leveringszekerheid van zoet grondwater. Een brak grondwater zuivering kan echter wel enigszins gevoelig zijn voor verstoringen. Zo kunnen verstoringen bijvoorbeeld optreden zodra wisselende zoutconcentraties worden ingenomen. Van nature is de zoutconcentratie in de ondergrond erg stabiel, maar zodra er onttrekking(en) van brak grondwater plaatsvinden dan kan ook dieper brak/zout grondwater worden aangetrokken (afhankelijk van de keuzes bij het bepalen van de filterdieptes en de aanwezigheid van weerstand biedende lagen onder de brakwater voorkomens). Dit verhoogt de kans op het innemen van wisselende zoutconcentraties.

De opharding stap die in onderstaand figuur is opgenomen zou eventueel kunnen vervallen indien wordt gekozen voor menging met zoet grondwater. Dit is vooral een slimme optie bij winningen waar relatief hard water wordt gewonnen. In dit scenario is brak grondwater echter als afzonderlijke bron beschouwd en zijn eventuele synergievoordelen dan ook niet meegenomen.

Figuur 5-6: Processchema brak waterwinning

5.6.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor brak grondwater als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met zoet grondwater. Dit komt doordat een meer geavanceerd zuiveringsproces, met onder andere omgekeerde osmose en ionenwisseling, benodigd is.

Door de winning van brak grondwater te combineren met het zogenaamde zoethouder concept: de gelijktijdige winning van brak grondwater én zoetwater zijn mogelijk synergievoordelen te behalen. Hierdoor zou de drinkwaterprijs in €/m^3 voordeliger uit kunnen vallen, maar dit dient per locatie nader bestudeerd te worden. In onderstaande tabellen (zie volgende pagina) zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de bijlagen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Tabel 5-7: Resultaten kostenstandaard scenario 5: Brak waterwinning

Onttrekkingshoeveelheid 2,5 miljoen m^3/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m^3	5,53 *(totale investeringskosten €10.829.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m^3	0,60
Energieverbruik	kWh/m^3	1,20
CO_2 emissie	kg CO_2/m^3	0,68
Verbruik hulpstoffen	g/m^3	29
[3]Afvalstroom productie	Liter/m^3	276

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie, ook bekend als 'brijn', kan niet rendabel worden afgezet en zal waarschijnlijk dan ook geïnjecteerd moeten worden in de diepere ondergrond. De kosten voor het injecteren van brijn in de diepere ondergrond zijn niet meegenomen in de kostenberekeningen.

Onttrekkingshoeveelheid 5 miljoen m^3/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m^3	4,47 *(totale investeringskosten €17.525.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m^3	0,53
Energieverbruik	kWh/m^3	1,19
CO_2 emissie	kg CO_2/m^3	0,68
Verbruik hulpstoffen	g/m^3	29
[3]Afvalstroom productie	Liter/m^3	276

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie, ook bekend als 'brijn', kan niet rendabel worden afgezet en zal waarschijnlijk dan ook geïnjecteerd moeten worden in de diepere ondergrond. De kosten voor het injecteren van brijn in de diepere ondergrond zijn niet meegenomen in de kostenberekeningen.

Onttrekkingshoeveelheid 10 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	3,58 *(totale investeringskosten €28.047.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,46
Energieverbruik	kWh/m³	1,19
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,67
Verbruik hulpstoffen	g/m³	29
[3]Afvalstroom productie	Liter/m³	276

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%. [3]De afvalstroom productie, ook bekend als 'brijn', kan niet rendabel worden afgezet en zal waarschijnlijk dan ook geïnjecteerd moeten worden in de diepere ondergrond. De kosten voor het injecteren van brijn in de diepere ondergrond zijn niet meegenomen in de kostenberekeningen.

Het energieverbruik en het verbruik van hulpstoffen voor de winning van brak grondwater is hoog in vergelijking met de winning van zoet grondwater. Dit komt voornamelijk doordat het omgekeerde osmose proces, waarbij brak grondwater onder druk door een aantal filters en osmose membraan moet worden geperst, veel energie vraagt. Daarnaast zijn hulpstoffen benodigd voor de reiniging van de membranen.

Bij de productie van drinkwater uit brak grondwater ontstaat een zoute reststroom: brijn. Momenteel is het niet mogelijk om brijn rendabel af te zetten. Brijnlozing op oppervlaktewater of in het riool is niet altijd een optie. Injectie op grotere diepte in de brakke of zoute ondergrond is vaak het enige alternatief. Vergunningverlening hiervoor is complex en in beweging. In geval van injectie met putten dieper dan 100 meter beneden maaiveld, kunnen de putten namelijk worden aangemerkt als een Mijnbouwwerk waarop de Mijnbouwwet van toepassing is. Het Ministerie van EZK is dan Bevoegd Gezag. Op grond van de Mijnbouwwet is een opslagvergunning (en voorts een opslagplan) nodig voor het opslaan van reststromen in de ondergrond. Recent lijkt het Ministerie van EZK zich echter op het standpunt te stellen dat drinkwateractiviteiten buiten het regime van de Mijnbouwwet zouden moeten blijven. Hoe dit zich verder ontwikkelt is ongewis (Peters, 2019).

De implementatietijd van een brak grondwaterwinning bedraagt naar verwachting tussen de 10 en 20 jaar. De periode is benodigd om de volgende activiteiten te ondernemen: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning voor zowel het onttrekken van brak grondwater als de injectie van het brijn, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen, het verwerven van de benodigde gronden en het fysiek realiseren en op volwaardige capaciteit brengen van de winning. De juridische onzekerheid met betrekking tot de injectie van brijn in de diepere ondergrond maakt de duur van de periode onzeker.

5.6.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Brak grondwater wordt gewonnen uit de diepere ondergrond (ongeveer tussen de 50 en 100 meter beneden maaiveld). Door deze diepte is de beschermbaarheid van deze bron hoog. Ook in ruimtelijke zin is een brak grondwaterwinning goed te beschermen. Dit gebeurt aan de hand van de beschermingszones zoals gedefinieerd in de Omgevingsverordening Gelderland. Door de diepere ligging heeft de winning van brak grondwater een beperkter effect op de omgeving in vergelijking met de winning van zoet grondwater. Het winnen van brak grondwater brengt de mogelijkheid met zich mee om een bestaande zoetwaterbel te stabiliseren of te vergroten (doordat het zoet-brak grensvlak naar beneden wordt getrokken), hetgeen ten goede komt aan de gebruiker(s) van deze zoetwaterbel (bijvoorbeeld de landbouwsector). Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en warmte koude opslag) kunnen een groot risico vormen voor

de grondwaterkwaliteit. Zowel de kans op als de gevolgen van bijvoorbeeld een lekkage van een bodemenergiesysteem zijn niet goed bekend. Per locatie zal dan ook afgewogen moeten worden in hoeverre bodemenergiesystemen een bedreiging vormen voor de betreffende winning. Dit vraagt maatwerk.

5.6.5 Klantperceptie

Brak grondwater zal door de consument geaccepteerd worden als bron voor drinkwater. De bron blijft immers grondwater en de licht verhoogde zoutconcentratie verandert weinig aan de klantperceptie.

5.6.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Brak water kan een belangrijke bron voor de productie van drinkwater gaan vormen en biedt tegelijkertijd een aantal interessante voordelen vanuit het milieu:

- Vrij van antropogene invloeden
  Brak grondwater is vrij van antropogene invloeden en daardoor betrouwbaar en van constante kwaliteit. Dit vereenvoudigt, met uitzondering van de aanwezigheid van zouten, het zuiveringsproces.
- Tegengaan van verzilting
  Indien brak grondwater op strategische locaties kan worden gewonnen, kan verzilting van ondiepere pakketten worden tegengegaan (waardoor de ondiepe zoetwatervoorraad beschikbaar blijft voor andere doeleinden).
- Inzetbaarheid verziltende putten
  De inzetbaarheid van bestaande verziltende winputten kan mogelijk worden verlengd of vergroot door brak water op strategische locaties nabij deze putten te winnen waardoor de zoet-brakgrens zal stabiliseren.

Uitdagingen verbonden aan het zuiveren van brak water zijn:

- *Afzet van brijn*
  Het restproduct brijn dat vrijkomt bij het produceren van drinkwater uit brak grondwater kan momenteel nog niet rendabel worden afgezet.
- *Vergunningtraject brijn injectie*
  Zolang het restproduct niet kan worden afgezet is injectie in de diepe ondergrond het enige alternatief. Dit vraagt over het algemeen om een complex traject van vergunningverlening. Leemte in kennis is hoe op een elegante en slimme manier er toch grootschalig brijn in diepe zoutlagen kan worden geretourneerd.
- *Intensief zuiveringsproces*
  Het zuiveren van brak grondwater vraagt om een geavanceerd zuiveringsproces met een relatief hoog energieverbruik (in vergelijk met zuivering van zoet grondwater).
- *Nader onderzoek regionale potenties*
  De regionale potenties voor het winnen van brak grondwater in Gelderland zijn in theorie groot. Hiervoor is wel nader onderzoek vereist omdat de dikte van de brakwaterzone onvoldoende in beeld is in Gelderland.

5.7 Scenario 6: AWZI-effluent

5.7.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Zolang de productieprocessen van een industrie plaatsvinden is de beschikbaarheid van AWZI-effluent in feite jaarrond, en in de toekomst, gegarandeerd. Verstoringen in het productieproces kunnen echter wel directe gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van AWZI-effluent. Klimaatverandering kan mogelijk tot gevolg hebben dat industrieën verplicht worden om minder water in te nemen, te gebruiken in hun procesvoering. Dit heeft directe gevolgen voor de beschikbaarheid van AWZI-effluent. Een industrie kan

zelfs besluiten om het AWZI-effluent zelf op te werken en opnieuw in te zetten in hun eigen productieproces. De waterkwaliteit van AWZI-effluent is een stuk minder goed in vergelijking met grondwater door de aanwezigheid van relatief veel chemische verontreinigingen. Daarnaast bestaat er altijd het risico op een (sterk) wisselende waterkwaliteit, bijvoorbeeld door verschillende productieprocessen maar mogelijk ook door verstoringen in het productieproces. Over het algemeen is AWZI-effluent hierdoor een minder robuuste bron voor drinkwater in vergelijking met grondwater.

De bandbreedte voor hergebruik van effluent loopt van circa 1 miljoen m^3/per jaar tot circa 5 miljoen m^3/per jaar. Per locatie zal vaak niet meer dan 5 miljoen m^3/per jaar AWZI-effluent beschikbaar zijn. Zolang er daarnaast nog voldoende zoet- of brakwater bronnen, met een betere waterkwaliteit, beschikbaar zijn is het niet aannemelijk om AWZI-effluent in te zetten voor hergebruik.

5.7.2 Zuiveringstechnologie

AWZI-effluent heeft een hoge gevoeligheid voor verstoringen. Zodra er een wijziging of incident plaatsvindt in het productieproces heeft dit direct gevolgen voor de zuiveringstechnologie. Door de hoge gevoeligheid voor verstoringen is ook de leveringszekerheid van AWZI-effluent minder hoog in vergelijking met grondwater.

Figuur 5-7: Processchema AWZI-effluent[4]

5.7.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de investerings- en exploitatiekosten voor AWZI-effluent als bron voor drinkwater hoger zijn in vergelijking met grondwater. Dit komt doordat een geavanceerder zuiveringsproces, met onder andere ultrafiltratie en omgekeerde osmose, benodigd is. In onderstaande tabellen zijn beknopt de resultaten uit de kostenstandaard weergegeven. Voor detailinformatie wordt verwezen naar de bijlagen (bron: Kostenstandaard drinkwater, Royal HaskoningDHV).

Tabel 5-8: Resultaten kostenstandaard scenario 6: AWZI-effluent

Innamehoeveelheid 1 miljoen m^3/jaar		
Criteria		**Beoordeling**[1]
Investeringskosten[2]	€/m^3	12,12 *(totale investeringskosten €8.725.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m^3	1,18
Energieverbruik	kWh/m^3	1,24
CO_2 emissie	kg CO_2/m^3	0,75
Verbruik hulpstoffen	g/m^3	66,6
Afvalstroom productie	Liter/m^3	389

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

[4] *Na omgekeerde osmose is opharding van het water vereist voor de situaties waarbij het een individuele zuivering met zijn eigen distributiegebied betreft. In veel gevallen in Gelderland zal het mogelijk zijn om het veel te zachte permeaat van de RO te mengen met (te) hard water van een nabijgelegen productielocatie. Daarom is opharding in dit scenario niet meegenomen.*

Innamehoeveelheid 7 miljoen m³/jaar		
Criteria		**Beoordeling[1]**
Investeringskosten[2]	€/m³	4,84 *(totale investeringskosten €24.210.000)*
Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)[2]	€/m³	0,55
Energieverbruik	kWh/m³	0,89
CO_2 emissie	kg CO_2/m³	0,54
Verbruik hulpstoffen	g/m³	66,6
Afvalstroom productie	Liter/m³	389

[1]Alle uitkomsten zijn gebaseerd op de daadwerkelijke productiehoeveelheid, van het moment van onttrekking tot aan het moment van distributie. [2]De uitkomsten van de investeringskosten en jaarlijkse lasten hebben een bandbreedte/onzekerheid van ±30%.

De implementatietijd van AWZI-effluent als bron voor drinkwater is naar verwachting circa 10 jaar en is hiermee dus vergelijkbaar met de implementatietijd van een grondwaterwinning. De periode van 10 jaar is benodigd om de volgende activiteiten te ondernemen: het uitvoeren van een milieueffectrapportage (m.e.r.), het verkrijgen van een vergunning, het doorlopen van de politieke besluitvormingsprocessen (o.a. bezwarenprocedures en Raad van State procedures) en het fysiek realiseren en op volwaardige capaciteit brengen van de winning.

5.7.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Over het algemeen is de impact van AWZI-effluent op de omgeving minimaal. Het ruimtebeslag is laag doordat het grofweg alleen vraagt om een uitbreiding van de (afval)waterzuivering en de realisatie van een waterkelder/buffer. Door de aanwezigheid van een afvalwaterzuivering in de bestaande situatie, zal het gebied waarschijnlijk ook ruimtelijk geschikt zijn voor uitbreiding van de afvalwaterzuivering. Ruimtelijke bescherming is niet aan de orde, wanneer het AWZI-effluent direct wordt toegepast voor de drinkwaterproductie. Als directe bron is AWZI-effluent overigens ongevoelig voor risicovolle functies zoals geothermie of WKO. Het innemen van AWZI-effluent heeft verder weinig impact op de omgeving (o.a. natuur, landbouw en watersysteem). De win-win kansen zijn beperkt.

5.7.5 Klantperceptie

Door AWZI-effluent direct als bron voor de productie van drinkwater te gebruiken bestaat het risico dat eindgebruikers vertrouwen in het waterbedrijf en in de kwaliteit van het drinkwater verliezen en overstappen naar drinkwater uit flessen. Zolang er betere bronnen voor drinkwater beschikbaar zijn, zal het niet eenvoudig zijn de klantperceptie te veranderen.

5.7.6 Nadere overwegingen en leemtes in kennis

Het is niet efficiënt om bronnen met een relatief slechte waterkwaliteit in te zetten voor de productie van drinkwater. In de Gelderse situatie (vooral op de Veluwe) is het aannemelijker om deze bronnen te gebruiken om de peilverlagingseffecten van grondwaterwinningen te mitigeren en om op natuurlijke wijze geïnfiltreerd regenwater te blijven gebruiken als bron voor drinkwatervoorziening. Dit betekent dat gezuiverd water (bijvoorbeeld AWZI-effluent) geïnfiltreerd zal worden op een plaats benedenstrooms van de drinkwaterwinning. Naast het mitigeren van de peilverlagingseffecten brengt dit de volgende voordelen met zich mee:

- AWZI-effluent hoeft niet opgewerkt te worden tot de hoogwaardige kwaliteit van drinkwater en hoeft hierdoor minder zuiveringsstappen te ondergaan (vooral voor wat betreft bacteriën en virussen, maar ook hardheid en microverontreinigingen);

- Het kwaliteitsimago van drinkwater blijft hoog;
- De risico's voor incidenten zijn veel lager en de analyse-verplichtingen zijn veel lager.

Indien AWZI-effluent toch wordt ingezet voor de productie van drinkwater, dan is het efficiënter om niet direct het geloosde effluent van een AWZI op te pakken maar pas meer benedenstrooms uit het oppervlaktewater het 'opgemengde' water in te nemen. Dit biedt mogelijkheden om de transportafstanden van het drinkwater te beperken en mogelijk ook de zuiveringsinspanning te reduceren. Deze beide effecten leiden ertoe dat er minder CO_2 emissie ontstaat als gevolg van transport en zuiveren. Tegelijkertijd vindt hierdoor alsnog 'kringloopsluiting' plaats, maar in dit geval via het oppervlaktewater systeem.

6 Beoordeling scenario's

Op basis van de uitwerking van de scenario's zijn de scenario's vergeleken met een standaard grondwaterwinning en zijn de onderlinge aspecten nader beoordeeld. Hiervoor is gewerkt met een kwalitatieve beoordelingsschaal (plussen en minnen). Voor de standaard grondwaterwinning zijn alle beoordelingscriteria, als referentie, op nul gezet. Onderstaande tabel geeft de resultaten hiervan weer. Het is niet zozeer de bedoeling om met de beoordeling een scenario te kiezen. Het uiteindelijk resultaat is immers een aantal bouwstenen om verder te gebruiken in het MER.

Tabel 6-1 Beoordelingskader met de beoordeling van zes andere bronnen voor drinkwater ten opzichte van grondwater.

Thema	Beoordelingscriteria	Grondwater	Oppervlakte water	Oevergrond water	Kunstmatige infiltratie (Regionaal)	Kunstmatige infiltratie (Veluwe)	Brak grond-water	Effluent
Beschikbaarheid bron en toekomst-bestendigheid	Huidige waterkwantiteit	0	+	+	0	+	-/0	-
	Huidige waterkwaliteit	0	- -	-	-	-	-	- -
	Robuustheid in kwantitatieve zekerheid	0	0	+	0	++	+	-
	Robuustheid in kwalita ieve zekerheid	0	-	-	- -	-	+	-
	Robuustheid in klimaatbestendigheid	0	-	0	-	++	+	0
	Opschaalbaarheid	0	+	+	-	++	0	0
Zuiverings-technologie	Gevoeligheid voor verstoringen	0	-	-	- -	0	-	- -
	Leveringszekerheid	0	0	0	-	0	0	-
Kosten, Duurzaamheid en implementatietijd	Investeringskosten	0	-	-	- -	- -	-	- -
	Jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten)	0	-	-	- -	- -	- -	- -
	Energieverbruik	0	-	-	- -	- -	- -	- -
	CO2 emissie	0	-	-	-	- -	- -	- -
	Verbruik hulpstoffen	0	0	+	-	- -	0 / +	-
	Afvalstroom productie	0	0 / -	0 / +	-	-	- -	- -
	Tijd voor implementatie nieuwe bron	0	-	0	0	- -	- -	0
Impact op omgeving en beschermbaarheid	Ruimtebeslag	0	-	0	0	0	0	+
	Ruimtelijke geschiktheid van een gebied (bescherm-baarheid)	0	-	0 / -	-	0	0	- -
	Impact op omgeving (natuur, landbouw, watersysteem,…)	0	-	+	+	++	+	+
	Win-win kansen (recreatie, natuur,…)	0	-	0	+	+	+	-
	Risicovolle functies (geothermie, WKO,…)	0	+	0	+	+	0	+
Klantperceptie	Acceptatie andere bron voor drinkwater	0	-	0	0	0	0	- -

6.1 Beschikbaarheid bron en toekomstbestendigheid

Huidige waterkwantiteit
Dit aspect gaat over de beschikbaarheid van de bron voor wat betreft kwantiteit kijkend naar de huidige situatie in Gelderland. Oppervlaktewater, oevergrondwater en kunstmatige infiltratie (Veluwe), scoren vanwege het gebruik van rivier- of bemalingswater positief omdat de beschikbaarheid jaarrond ruimschoots voor handen is. Regionale kunstmatige infiltratie scoort neutraal omdat bij beperkte inzetbaarheid van oppervlaktewater in droge perioden de grondwateronttrekking gewoon door kan gaan. De beschikbare voorraad brak grondwater is in theorie groot maar hier is onvoldoende zicht op.

Huidige waterkwaliteit
De huidige waterkwaliteit van oppervlaktewater, oevergrondwater en kunstmatige infiltratie (zowel regionaal als Veluwe) scoort negatief. Dit komt doordat deze bronnen gebruik maken van oppervlaktewater, dat vanwege de aanwezigheid van zowel chemische als bacteriologische verontreinigingen minder (hygiënisch) betrouwbaar is in vergelijking met grondwater. Ook brak grondwater scoort negatief als gevolg van de verhoogde concentratie zout. Voor effluent geldt dat de waterkwaliteit een stuk minder goed is, in vergelijking met grondwater, door de aanwezigheid van relatief veel chemische verontreinigingen. Daarnaast bestaat er altijd het risico op een (sterk) wisselende waterkwaliteit, bijvoorbeeld door verschillende productieprocessen maar mogelijk ook door verstoringen in het productieproces.

Robuustheid in kwantitatieve zekerheid
In termen van kwantitatieve zekerheid scoren de bronnen oevergrondwater, kunstmatige infiltratie (Veluwe) en brak grondwater positief. Oevergrondwater scoort positief omdat deze bron zowel gebruik kan maken van oppervlaktewater als (afstromend) grondwater. Ook de Veluwe kan gebruik maken van inname uit zowel de Nederrijn als het Veluwemeer. De brak grondwater voorraad in de ondergrond is naar verwachting voldoende en bovendien wordt brak grondwater niet gebruikt voor andere functies (bijvoorbeeld industrie of landbouw). Om die redenen scoort de kwantitatieve zekerheid van brak grondwater positief. De bronnen oppervlaktewater en kunstmatige infiltratie (regionaal) scoren neutraal en zijn dan ook vergelijkbaar met grondwater. De kwantitatieve zekerheid van effluent scoort negatief, omdat rekening moet worden gehouden met het mogelijke vertrek van een bedrijf/industrie.

Robuustheid in kwalitatieve zekerheid
De kwalitatieve zekerheid van de verschillende bronnen is over het algemeen lager in vergelijking met grondwater. Regionale kunstmatige infiltratie scoort sterk negatief doordat het te infiltreren water, afkomstig uit het stroomgebied van de Berkel, wordt belast met diverse bronnen van verontreinigingen (o.a. RWZI's, landbouw en industrie). De potentiële bronnen die allen oppervlaktewater innemen scoren negatief doordat de waterkwaliteit van oppervlaktewater in de nabije toekomst naar verwachting niet sterk zal wijzigen en mogelijk zelf verder zal afnemen (bijvoorbeeld als gevolg van lagere afvoeren). Ook de toekomstige waterkwaliteit van AWZI-effluent zal naar verwachting niet sterk wijzigen en scoort daarom dan ook negatief.

Brak grondwater is de enige bron die positief scoort ten opzichte van zoet grondwater omdat het wordt gewonnen uit de diepere ondergrond (50-150 meter beneden maaiveld) en daardoor in de meeste gevallen vrij is van antropogene invloeden.

Robuustheid in klimaatbestendigheid
Oppervlaktewater en regionale kunstmatige infiltratie scoren negatief in termen van klimaatbestendigheid. Dit komt doordat klimaatfluctuaties directe gevolgen kunnen hebben voor de inname van oppervlaktewater. Dit kan bijvoorbeeld resulteren in het niet innemen van oppervlaktewater doordat de kwaliteit van het rivierwater onvoldoende is bij zeer lage afvoer van rivier of doordat bepaalde

verontreinigingen in sterk verhoogde concentraties aanwezig zijn. Het is overigens wel mogelijk dat een (tijdelijke) innamestop overbrugd kan worden door het bufferende vermogen van een spaarbekken of een stuwwal te benutten. Het scenario van kunstmatige infiltratie op de Veluwe scoort positief ten opzichte van grondwater. Juist het benutten van overtollig beschikbaar oppervlaktewater voor infiltratie op de Veluwe (waardoor netto geen aanvullende onttrekking van grondwater is en dus ook geen aanvullende omgevingseffecten) en tegelijkertijd de beschikbaarheid van de enorme waterbuffer maakt dit scenario klimaatrobuust. Oevergrondwater scoort neutraal omdat afstromend grondwater nog steeds kan worden afgevangen op het moment dat de rivierafvoer laag is. Brak grondwater wordt gewonnen uit de diepere ondergrond en is nauwelijks onderhevig aan klimaatverandering, daarom scoort deze bron positief. AWZI-effluent scoort neutraal omdat de bron in principe continu beschikbaar is, zolang de productieprocessen plaatsvinden. Klimaatverandering kan mogelijk wel tot gevolg hebben dat industrieën verplicht worden om minder water in te nemen. Dit kan wel directe gevolgen hebben voor de beschikbaarheid van AWZI-effluent.

Opschaalbaarheid
De opschaalbaarheid van regionale kunstmatige infiltratie en AWZI-effluent is vergelijkbaar met een grondwaterwinning. De bandbreedte voor dergelijke winningen loopt van circa 1 – 1.5 miljoen m^3/per jaar tot circa 5– 6 miljoen m^3/per jaar. De bronnen oppervlaktewater en oevergrondwater scoren positief doordat de bandbreedte voor deze bronnen loopt van circa 8 miljoen m^3/per jaar tot circa 24 miljoen m^3/per jaar. Ook brak grondwater scoort positief met een bandbreedte van circa 5 miljoen m^3/per jaar tot 10 miljoen m^3/per jaar. Voor brak water is het nog moeilijk in te schatten, met name omdat er vanuit KRW perspectief nog onvoldoende inzicht is of het onttrekken van brak water extra verzilting door upconing veroorzaakt. Daarnaast zijn zeker bij opschaling tevens freatische effecten te verwachten. Daarom is de score neutraal gesteld. Kunstmatige infiltratie op de Veluwe scoort sterk positief doordat de bandbreedte voor deze winning loopt van circa 10 miljoen m^3/per jaar tot 50 miljoen m^3/per jaar.

6.2 Zuiveringstechnologie

Gevoeligheid voor verstoringen en Leveringszekerheid
Een oppervlaktewaterwinning is beperkt gevoelig voor verstoringen. Voor de situaties met lage afvoeren kan het spaarbekken de drinkwaterbehoefte opvangen door de bufferende werking van het bekken (voorraadvorming). Daarnaast kan er aan de hand van kwaliteitsmetingen gestuurd worden op het innemen van een hoge kwaliteit rivierwater, hetgeen ten goede komt aan het functioneren van de zuiveringstechniek. Desondanks is door de aanwezigheid van zowel chemische als bacteriologische verontreinigingen de waterkwaliteit van oppervlaktewater minder (hygiënisch) betrouwbaar dan grondwater en heeft dit zijn weerslag op de zuivering. Daarom scoort deze negatief ten opzichte van grondwater.

Een oevergrondwaterwinning trekt chemische verontreinigingen naar zich toe en is daardoor iets gevoeliger voor verstoringen in vergelijking met een grondwaterwinning. Ondanks dat blijft de leveringszekerheid van een oevergrondwaterwinning hoog.

Op regionale schaal is een systeem van kunstmatige infiltratie behoorlijk gevoelig voor verstoringen, zowel kwantitatief als kwalitatief. Verstoringen kunnen optreden door een gebrek aan lokaal oppervlaktewater in een droge zomerperiode, maar ook door lozingen van ongewenste stoffen (bijvoorbeeld gewasbeschermingsmiddelen) op lokaal oppervlaktewater. Bij kleine systemen zijn immers de uitschieters in waterkwaliteit groter, waardoor er meer risico is op verstoringen. Voor een groot systeem zoals Bingo middelen die fluctuaties uit en wordt het systeem robuuster. Om die reden is de leveringszekerheid van een regionaal infiltratie systeem dan ook minder hoog.

Een systeem van kunstmatige infiltratie op het schaalniveau van de Veluwe is net zo gevoelig voor verstoringen, zowel kwantitatief als kwalitatief, als een grondwaterwinning. Verstoringen kunnen optreden door een gebrek aan oppervlaktewater in een droge zomerperiode, maar ook door lozingen van ongewenste stoffen (bijvoorbeeld chemicaliën). Door de bufferende capaciteit van het Veluwe massief zal dit echter niet direct resulteren in uitval van de productie en kan de grondwateronttrekking gewoon doorgaan. In vergelijking met kunstmatige infiltratie op regionale schaal zullen verstoringen minder snel optreden door het verschil in schaalgrootte. Over het algemeen blijft de leveringszekerheid van een dergelijk infiltratiesysteem ook hoog, vergelijkbaar met grondwater.

De leveringszekerheid van brak grondwater is vergelijkbaar met de leveringszekerheid van zoet grondwater. Een brak grondwaterzuivering kan echter wel enigszins gevoelig zijn voor verstoringen. Met name in de situatie dat er putverstopping optreedt bij het retourneren van het brijn, want als er geen afvoer voor het brijn mogelijk is, kan er ook geen water worden gewonnen.

AWZI-effluent heeft een hoge gevoeligheid voor verstoringen. Zodra er een wijziging of incident plaatsvindt in het productieproces heeft dit direct gevolgen voor de zuiveringstechnologie. Door de hoge gevoeligheid voor verstoringen is ook de leveringszekerheid van AWZI-effluent minder hoog in vergelijking met grondwater.

6.3 Kosten, duurzaamheid en implementatietijd

Voor de criteria investeringskosten, jaarlijkse lasten (incl. kapitaallasten), energieverbruik, CO_2-emissie, verbruik hulpstoffen en de afvalstroom productie wordt verwezen naar de uitkomsten uit de kostenstandaard (zie bijlagen).

De implementatietijden van een oevergrondwaterwinning, kunstmatige infiltratie op regionale schaal en AWZI-effluent bedragen allen circa 10 jaar (vergelijkbaar met grondwaterwinning) en scoren dan ook neutraal. Een oppervlaktewaterwinning vraagt om een implementatie van circa 10 tot 15 jaar en de realisatie van een grootschalig infiltratieproject op de Veluwe neemt naar verwachting circa 20 jaar in beslag. De implementatietijd van een brak grondwaterwinning bedraagt naar verwachting tussen de 10 en 20 jaar. De juridische onzekerheid met betrekking tot de injectie van brijn in de diepere ondergrond maakt de duur van de periode onzeker. Daarom scoren laatstgenoemde potentiële bronnen negatief voor de implementatietijd.

6.4 Impact op omgeving en beschermbaarheid

Ruimtebeslag
In termen van ruimtebeslag scoort een oppervlaktewaterwinning negatief ten opzichte van een grondwaterwinning, dit komt door het relatief grote ruimtebeslag van een spaarbekken. Een oevergrondwaterwinning en brak grondwaterwinning nemen niet meer ruimte in dan een grondwaterwinning en zijn dan ook vergelijkbaar. Winningen die gebruik maken van kunstmatige infiltratie hebben, door de aanwezigheid van infiltratiegebieden, ook een groter ruimtebeslag dan een grondwaterwinning. Dit groter ruimtebeslag is overigens per m^3 een stuk lager dan bij een spaarbekken. Het ruimtebeslag van dergelijke winningen kan beperkt worden door gebruik te maken van diepinfiltratie waardoor de effecten aan maaiveld beperkt blijven. Daarnaast biedt kunstmatige infiltratie mogelijkheden om de bestaande natuur, en indirect ook de recreatie, van een kwaliteitsimpuls te voorzien. Daarom is dit aspect neutraal beoordeeld ten opzichte van grondwater. Over het algemeen is het ruimtebeslag van een winning die gebruik maakt van AWZI-effluent laag omdat het grofweg alleen vraagt om een uitbreiding van de (afval)waterzuivering en de realisatie van een waterkelder/buffer.

Ruimtelijke geschiktheid van een gebied (beschermbaarheid)
Een oppervlaktewaterwinning met spaarbekken is in ruimtelijke zin goed te beschermen. De waterbeheerder is verplicht zorg te dragen voor het voldoen van de waterkwaliteit aan de afgesproken kwaliteitsnormen. Aan de hand van waterkwaliteitsmetingen kan daarnaast gestuurd worden op het innemen van een hoge kwaliteit rivierwater. Echter, oppervlaktewater, is intrinsiek natuurlijk minder goed te beschermen dan grondwater. Bij grondwater is bij een calamiteit nog tijd om in te grijpen en bij oppervlaktewater veel minder. Daarom is dit aspect negatief beoordeeld. Een oevergrondwaterwinning is voor het aandeel grondwater op eenzelfde wijze als een grondwaterwinning ruimtelijk te beschermen. Voor het aandeel oppervlaktewater geldt geen ruimtelijke bescherming, maar is de waterbeheerder verplicht zorg te dragen voor het voldoen van de waterkwaliteit aan de afgesproken kwaliteitsnormen. De beschermbaarheid van de bron voor regionale kunstmatige infiltratie is over het algemeen laag als gevolg van het grote areaal agrarisch gebied binnen het stroomgebied. De infiltratiegebieden kunnen daarentegen wel goed beschermd worden met behulp van ruimtelijke instrumenten. De beschermbaarheid van kunstmatige infiltratie op de Veluwe is vergelijkbaar met een grondwaterwinning. De waterbeheerder draagt zorg voor bescherming van het oppervlaktewater en de infiltratiegebieden zijn, vanwege de ligging in Natura 2000 gebieden, (indien hier voor gekozen wordt) goed te beschermen. Maar ook buiten de Natura 2000 gebieden kan door middel van grondaankoop een goed beschermbare situatie worden gerealiseerd. Brak grondwater is in ruimtelijke zin op eenzelfde wijze te beschermen als een standaard grondwaterwinning. Dit gebeurt aan de hand van de beschermingszones zoals gedefinieerd in de Omgevingsverordening Gelderland. Het effluent van een AWZI wordt direct vanuit het bedrijf benut dus ruimtelijke bescherming is hier niet mogelijk. Bij een calamiteit in de fabriek is het effluent direct belast. Daarom is deze negatief beoordeeld.

Impact op omgeving (natuur, landbouw, watersysteem,…)
Naast het ruimtebeslag heeft het innemen van oppervlaktewater weinig impact op de omgeving (o.a. natuur, landbouw en watersysteem). Oevergrondwater heeft een positieve impact op de omgeving in vergelijking met een grondwaterwinning. Een oevergrondwaterwinning neemt namelijk niet meer ruimte in dan een ondiepe grondwaterwinning én tegelijkertijd zijn de effecten op een peilverlaging van het grondwater minder. Dit laatste komt ten goede aan de natuur en landbouw. Bij de scenario's gebaseerd op kunstmatige infiltratie is netto geen aanvullende onttrekking van grondwater (grondwaterwaterbalans blijft gelijk). Dit betekent dat er netto geen omgevingseffecten zijn en dit scoort positief ten opzichte van grondwater. Overigens zijn er ook mogelijkheden om méér te infiltreren dan dat er wordt onttrokken, ook dan is het mogelijk om een (extra) positief effect te realiseren. Tegelijkertijd is het mogelijk om de bestaande natuur, en indirect ook de recreatie, van een kwaliteitsimpuls te voorzien. Door de diepere ligging heeft een winning van brak grondwater een beperkter effect op de omgeving in vergelijking met de winning van zoet grondwater. Ook het innemen van AWZI-effluent heeft minder impact op de omgeving (o.a. natuur, landbouw en watersysteem) in vergelijking met een grondwaterwinning. Hierdoor scoren beide bronnen positief.

Win-win kansen (recreatie, natuur,…)
De win-win kansen van een oppervlaktewaterwinning zijn beperkt. Spaarbekkens worden enkel gebruikt voor de bereiding van drinkwater en functiecombinaties met natuur of recreatie zijn dan ook uitgesloten. Ook bij de inzet van AWZI-effluent zijn win-win kansen uitgesloten. Beide bronnen scoren dan ook negatief. De win-win kansen van een oevergrondwaterwinning zijn vergelijkbaar met een grondwaterwinning. Zo is bijvoorbeeld een functiecombinatie met natuur mogelijk in het wingebied. Kunstmatige infiltratie biedt goede win-win kansen, bijvoorbeeld met natuur en recreatie (wandelen, niet zwemmen). Dit is in Nederland ook aangetoond door drinkwaterbedrijven zoals: Dunea, Evides, PWN en Waternet. Functiecombinaties is beter mogelijk dan bij oppervlaktewater vanwege de lagere kwetsbaarheid door bodempassage en de betere inpasbaarheid van infiltratieplassen in de omgeving (geringer areaal). Het winnen van brak grondwater brengt de mogelijkheid met zich mee om een

bestaande zoetwaterbel te stabiliseren of te vergroten, hetgeen ten goede komt aan de gebruiker(s) van deze zoetwaterbel (bijvoorbeeld de landbouwsector). De bronnen met kunstmatige infiltratie en brak grondwater scoren dan ook positief.

Risicovolle functies (geothermie, WKO, …)
Risicovolle functies als geothermie of WKO-installaties hebben geen invloed op een oppervlaktewaterwinning of de inzet van AWZI-effluent. Om die reden scoren beide bronnen dan ook positief ten opzichte van een grondwaterwinning. Bodemenergiesystemen (zoals geothermie en koude warmte opslag (KWO)) kunnen een groot risico vormen voor de waterkwaliteit van oevergrondwaterwinningen en brak grondwaterwinningen. De omvang van deze risico's wordt vergelijkbaar geacht met een grondwaterwinning. Voor gebieden waar kunstmatige infiltratie plaatsvindt vormen bodemenergiesystemen een minder groot risico. Door kunstmatige infiltratie is het immers mogelijk om eventuele verontreinigingen van de winning 'te duwen'. Dit komt doordat er meer water kan worden geïnfiltreerd dan er daadwerkelijk wordt teruggewonnen. Het teruggewonnen water bestaat (vrijwel) alleen uit geïnfiltreerd water en bevat geen (of slechts zeer beperkt) gebiedsvreemd water. Vanuit deze optiek zijn ook de opties voor kunstmatige infiltratie positief gescoord.

6.5 Klantperceptie

Oppervlaktewater is een geaccepteerde bron voor de drinkwatervoorziening. Desondanks geeft de consument, indien zij de keuze hebben, gevoelsmatig de voorkeur aan grondwater voor de bereiding van drinkwater. Vandaar dat oppervlaktewater in dit opzicht licht negatief scoort ten opzichte van grondwater. Drinkwater dat is verkregen vanuit oevergrondwater, kunstmatige infiltratie of brak grondwater zal vanuit de optiek van de consument geen wezenlijk verschil vormen met grondwater en scoort om die reden dan ook neutraal. Het gebruik van AWZI-effluent als bron voor de productie van drinkwater scoort sterk negatief vanwege het risico dat eindgebruikers het vertrouwen in het waterbedrijf én in de kwaliteit van het drinkwater verliezen en overstappen naar drinkwater uit flessen.

7 Referenties

BINGO D3.4 – Model results for water and land use scenarios completed and analysed, june 2018

BINGO T5.2 – Case study template for the economic and social analysis, concept 2018

Deltares. 2010. Invloed van steden en klimaatverandering op de Rijn en de Maas. http://edepot.wur.nl/322924

Drinkwater – principes en praktijk P.J. de Moel J.Q.J.C. Verberk J.C. van Dijk den Haag, 2004 Sdu Uitgevers bv TU Delft

Evides Waterbedrijf – Volledig energieneutraal in 2025 (oktober 2018) https://www.evides.nl/over-evides/nieuws/2018/volledig-energieneutraal-in-2025

Expert judgement van Andries Krikken, Loek de Bonth, Gerard van Houwelingen, Marcel Bakker en Siebren van der Linde (allen Royal HaskoningDHV).

IWVA (z.d.), Productie van infiltratiewater uit effluent, https://www.iwva.be/drinkwater/waterwinning/torreele_nl.pdf

Kessel van, Toon (2019), Vitens, Omgevingsmanager Gelderland (regio Achterhoek).

Kostenstandaard Drinkwater Royal HaskoningDHV www.kostenstandaard.nl

KWR, Voorraadvorming van water door vernatten van de Stippelberg. Rapport KWR 2014.060, 2014

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2018), Structuurvisie Ondergrond, juni 2018

Peters, Jos (2019), Royal HaskoningDHV, Management Consultant Water Supply.

Rijksoverheid (2017), De Circulaire Economie Gaat van Start in Singapore, http://hollandinnovation.sg/de-circulaire-economie-gaat-van-start-in-singapore/

RIVM (2015), Scenario's drinkwatervraag 2040 en beschikbaarheid bronnen Verkenning grondwatervoorraden voor drinkwater, RIVM rapport 2015-0068

Tauw (2018), Onderbouwing zoekgebieden ASV Gelderland, 10 april 2018

Tauw (2018), Notitie Reikwijdte en Detailniveau PlanMER Aanvullende Strategische Voorraden provincie Gelderland, 10 april 2018

Tauw (2019), GIS-bestanden resultaten hydrologische berekeningen. Aangeleverd 16 en 31 januari 2019

Vitens (2018), Capaciteit van drinkwaterlocatie Noardburgum uitgebreid. https://www.vitens.com/pers-en-nieuws/nieuwsoverzicht/persberichten/capaciteit-van-drinkwaterlocatie-noardburgum-uitgebreid

https://www.waterwinst.nl/

Bijlagen

A1 t/m A24

Royal HaskoningDHV

A1 Kostenstandaard – Totaaloverzicht kosten en duurzaamheid

Beoordeling scenario's →		Scenario 0			Scenario 1			Scenario 2		Scenario 3	Scenario 4					Scenario 5			Scenario 6	
Criteria ↓		Grondwater			Oppervlaktewater			Oevergrond-water		Kunstmatige infiltratie (regionaal)	Kunstmatige infiltratie (Veluwe)					Brak waterwinning			AWZI effluent	
Inname / onttrekking	*m³/jaar*	2.102.400	4.000.000	8.409.600	5.256.000	10.000.000	15.768.000	4.000.400	8.000.000	3.000.000	10.000.000	20.000.000	30.000.000	40.000.000	50.000.000	2.500.000	5.000.000	10.000.000	1.000.000	6.935.000
Productiehoeveelheid	*m³/jaar*	2.019.145	3.841.600	8.076.580	4.966.394	9.449.000	14.899.183	3.896.790	7.792.800	2.780.700	9.241.412	18.482.824	27.724.235	36.965.647	46.207.059	1.960.000	3.920.000	7.840.000	720.000	5.000.000
Investeringskosten[1]	*€*	7.501.000	12.515.000	20.529.000	25.334.000	40.701.000	56.542.000	13.924.000	23.096.000	25.088.000	85.365.000	148.856.000	209.068.000	279.284.000	344.037.000	10.829.000	17.525.000	28.047.000	8.725.000	24.210.000
Investeringskosten naar productiehoeveelheid	*€/m³*	3,71	3,26	2,54	5,10	4,31	3,79	3,57	2,96	9,02	9,24	8,05	7,54	7,56	7,45	5,53	4,47	3,58	12,12	4,84
Jaarlijkse lasten[1] (incl. kapitaallasten)	*€/m³*	0,34	0,31	0,26	0,44	0,38	0,35	0,35	0,31	0,69	0,68	0,64	0,62	0,62	0,62	0,60	0,53	0,46	1,18	0,55
Energieverbruik	*kWh/m³*	0,32	0,34	0,32	0,40	0,41	0,40	0,42	0,42	0,54	0,75	0,83	0,94	0,94	1,01	1,20	1,19	1,19	1,24	0,89
CO_2 emissie	*kg/m³*	0,22	0,23	0,22	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,37	0,57	0,60	0,63	0,63	0,64	0,68	0,68	0,67	0,75	0,54
Verbruik hulpstoffen	*gram/m³*	40	40	40	41	41	41	21	21	60	101	101	101	101	101	29	29	29	66,6	66,6
Afvalstroom productie	*Liter/m³*	41	41	41	58	58	58	27	27	79	82	82	82	82	82	276	276	276	389	389

[1] Als gevolg van schaaleffecten in de zuiveringstechnische werken en de transportwerken is er geen lineair verband zichtbaar in de investeringskosten danwel de jaarlijkse lasten.

A2 Kostenstandaard – Grondwater onttrekkingshoeveelheid 2 miljoen m³/jaar (scenario 0)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	4,80	stuks	887.543 €	130.589 € / jaar	6,21 ct / m³
	Opgesteld debiet	360,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	87,80	ton CO_2 /jaar			
2 1e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	68,40	m²	1.861.416 €	149.342 € / jaar	7,25 ct / m³
	Ontwerpdebiet	360,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	95,80	ton CO_2 /jaar			
3 2e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	67,03	m²	1.833.565 €	146.999 € / jaar	7,28 ct / m³
	Ontwerpdebiet	352,80	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	93,89	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	2.281,91	m³	1.010.632 €	58.146 € / jaar	2,88 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	345,74	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	7,50	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	777,92	m³/h	1.696.935 €	167.807 € / jaar	8,31 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	518,62	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	149,90	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	165,00	kVA	210.942 €	27.910 € / jaar	1,38 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	13,92	ton CO_2 /jaar			
				7.501.031 €	**680.792 € / jaar**	

A3 Kostenstandaard – Grondwater onttrekkingshoeveelheid 4 miljoen m³/jaar (scenario 0)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	9,60	stuks	1.503.444 €	240.454 € / jaar	5,72 ct / m³
	Opgesteld debiet	720,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	175,59	ton CO_2 /jaar			
2 1e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	136,80	m²	3.057.951 €	253.116 € / jaar	6,14 ct / m³
	Ontwerpdebiet	720,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	191,60	ton CO_2 /jaar			
3 2e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	134,06	m²	3.015.440 €	249.331 € / jaar	6,17 ct / m³
	Ontwerpdebiet	705,60	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	187,77	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	4.563,82	m³	1.673.102 €	97.733 € / jaar	2,42 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	691,49	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	14,99	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.555,85	m³/h	2.869.212 €	295.356 € / jaar	7,31 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	1.037,23	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	299,80	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	330,00	kVA	395.825 €	53.049 € / jaar	1,31 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	27,84	ton CO_2 /jaar			
				12.514.974 €	**1.189.040 € / jaar**	

A4 Kostenstandaard – Grondwater onttrekkingshoeveelheid 8 miljoen m^3/jaar (scenario 0)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	19,20	stuks	2.503.978 €	442.520 € / jaar	5,26 ct / m³
	Opgesteld debiet	1.440,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	351,18	ton CO_2 /jaar			
2 1e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	273,60	m²	4.886.394 €	421.946 € / jaar	5,12 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.440,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	383,21	ton CO_2 /jaar			
3 2e Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	268,13	m²	4.821.366 €	415.752 € / jaar	5,15 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.411,20	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	375,54	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	9.127,64	m³	2.749.289 €	163.548 € / jaar	2,02 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	1.382,98	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	29,98	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	3.111,70	m³/h	4.926.030 €	527.493 € / jaar	6,53 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	2.074,46	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	599,61	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	550,00	kVA	642.336 €	89.382 € / jaar	1,11 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	46,40	ton CO_2 /jaar			
				20.529.393 €	**2.060.641 € / jaar**	

A5 Kostenstandaard – Oppervlaktewater innamehoeveelheid 5 miljoen m^3/jaar (scenario 1)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	900,00	m³/h	845.563 €	89.639 € / jaar	1,71 ct / m³
	Opgesteld debiet	1.197,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	97,55	ton CO_2 /jaar			
2 Spaarbekken 1,25 Mm3	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar	4.397.244 €	197.293 € / jaar	3,75 ct / m³
3 Coagulatie	Opgesteld volume	399,00	m³	1.601.175 €	162.998 € / jaar	3,10 ct / m³
	Ontwerpdebiet	900,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	259,02	ton CO_2 /jaar			
4 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	119,70	m²	3.724.180 €	304.202 € / jaar	5,97 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	900,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	121,94	ton CO_2 /jaar			
5 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	165,87	m²	3.490.935 €	292.050 € / jaar	5,85 ct / m³
	Ontwerpdebiet	873,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	232,32	ton CO_2 /jaar			
6 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	1,14	kg O3/h	547.356 €	79.382 € / jaar	1,59 ct / m³
	Contactruimte	189,64	m³			
	Ontwerpdebiet	855,54	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	116,47	ton CO_2 /jaar			
7 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	379,29	m³	4.558.160 €	448.136 € / jaar	9,01 ct / m³
	AK filteroppervlak	252,86	m²			
	Ontwerpdebiet	855,54	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	19,43	ton CO_2 /jaar			
8 UV-desinfectie	Ontwerpdebiet	851,26	m³/h	402.988 €	84.964 € / jaar	1,71 ct / m³
	Opgestelde capaciteit	1.276,89	m³/h			
	Energieverbruik	54,00	Wh/m³			
	Bijdrage CO2 emissie	124,56	ton CO_2 /jaar			
9 Reinwater berging	Netto inhoud	5.612,71	m³	1.941.625 €	114.000 € / jaar	2,30 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	850,41	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	18,44	ton CO_2 /jaar			
10 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.913,42	m³/h	3.367.218 €	334.838 € / jaar	6,74 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	1.275,62	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	276,53	ton CO_2 /jaar			
11 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	385,00	kVA	457.453 €	61.997 € / jaar	1,25 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	32,48	ton CO_2 /jaar			
				25.333.898 €	**2.169.499 € / jaar**	

A6 Kostenstandaard – Oppervlaktewater innamehoeveelheid 10 miljoen m³/jaar (scenario 1)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h	1.457.012 €	158.282 € / jaar	1,58 ct / m³
	Opgesteld debiet	2.274,30	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	185,35	ton CO_2 /jaar			
2 Spaarbekken 2,5 Mm3	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar	7.950.659 €	351.238 € / jaar	3,52 ct / m³
3 Coagulatie	Opgesteld volume	758,10	m³	3.042.233 €	307.992 € / jaar	3,08 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	492,13	ton CO_2 /jaar			
4 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	227,43	m²	4.496.175 €	398.363 € / jaar	4,11 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	231,68	ton CO_2 /jaar			
5 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	315,15	m²	5.364.849 €	467.920 € / jaar	4,93 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.658,70	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	441,41	ton CO_2 /jaar			
6 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	2,16	kg O3/h	975.322 €	143.810 € / jaar	1,51 ct / m³
	Contactruimte	360,32	m³			
	Ontwerpdebiet	1.625,53	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	221,28	ton CO_2 /jaar			
7 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	720,65	m³	7.245.320 €	752.583 € / jaar	7,97 ct / m³
	AK filteroppervlak	480,43	m²			
	Ontwerpdebiet	1.625,53	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	36,91	ton CO_2 /jaar			
8 UV-desinfectie	Ontwerpdebiet	1.617,40	m³/h	631.568 €	148.852 € / jaar	1,58 ct / m³
	Opgestelde capaciteit	2.426,10	m³/h			
	Energieverbruik	54,00	Wh/m³			
	Bijdrage CO2 emissie	236,67	ton CO_2 /jaar			
9 Reinwater berging	Netto inhoud	10.664,15	m³	3.071.389 €	183.537 € / jaar	1,95 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	1.615,78	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	35,03	ton CO_2 /jaar			
10 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	3.642,59	m³/h	5.577.879 €	572.119 € / jaar	6,06 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	2.428,40	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	525,41	ton CO_2 /jaar			
11 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	770,00	kVA	888.847 €	119.051 € / jaar	1,26 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	64,96	ton CO_2 /jaar			
				40.701.253 €	**3.603.749 € / jaar**	

A7 Kostenstandaard – Oppervlaktewater innamehoeveelheid 15 miljoen m³/jaar (scenario 1)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	2.700,00	m³/h	2.165.523 €	238.782 € / jaar	1,51 ct / m³
	Opgesteld debiet	3.591,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	292,65	ton CO_2 /jaar			
2 Spaarbekken 3,75 Mm3	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar	11.019.374 €	493.047 € / jaar	3,13 ct / m³
3 Coagulatie	Opgesteld volume	1.197,00	m³	4.803.526 €	484.492 € / jaar	3,07 ct / m³
	Ontwerpdebiet	2.700,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	777,05	ton CO_2 /jaar			
4 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	359,10	m²	5.439.725 €	512.304 € / jaar	3,35 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	2.700,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	365,82	ton CO_2 /jaar			
5 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	497,61	m²	7.229.090 €	653.373 € / jaar	4,36 ct / m³
	Ontwerpdebiet	2.619,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	696,96	ton CO_2 /jaar			
6 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	3,41	kg O3/h	1.471.224 €	219.607 € / jaar	1,47 ct / m³
	Contactruimte	568,93	m³			
	Ontwerpdebiet	2.566,62	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	349,40	ton CO_2 /jaar			
7 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	1.137,87	m³	10.226.535 €	1.103.079 € / jaar	7,40 ct / m³
	AK filteroppervlak	758,58	m²			
	Ontwerpdebiet	2.566,62	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	58,28	ton CO_2 /jaar			
8 UV-desinfectie	Ontwerpdebiet	2.553,79	m³/h	869.515 €	222.835 € / jaar	1,50 ct / m³
	Opgestelde capaciteit	3.830,68	m³/h			
	Energieverbruik	54,00	Wh/m³			
	Bijdrage CO2 emissie	373,69	ton CO_2 /jaar			
9 Reinwater berging	Netto inhoud	16.838,14	m³	4.247.455 €	257.452 € / jaar	1,73 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	2.551,23	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	55,31	ton CO_2 /jaar			
10 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	5.669,41	m³/h	7.923.658 €	834.372 € / jaar	5,60 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	3.779,60	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	829,59	ton CO_2 /jaar			
11 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	1.000,00	kVA	1.146.563 €	162.788 € / jaar	1,09 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	92,80	ton CO_2 /jaar			
				56.542.188 €	**5.182.130 € / jaar**	

A8 Kostenstandaard – Oevergrondwater onttrekkingshoeveelheid 4 miljoen m³/jaar (scenario 2)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	9,13	stuks	1.413.194 €	220.932 € / jaar	5,52 ct / m³
	Opgesteld debiet	685,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	167,06	ton CO_2 /jaar			
2 Cascadebeluchting	Bruto meslengte (1e trede)	4,57	m	355.125 €	38.154 € / jaar	0,95 ct / m³
	Ontwerpdebiet	685,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	214,26	ton CO_2 /jaar			
3 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	130,15	m²	2.881.715 €	232.023 € / jaar	5,92 ct / m³
	Ontwerpdebiet	685,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	182,29	ton CO_2 /jaar			
4 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	1,01	kg O3/h	478.378 €	64.399 € / jaar	1,64 ct / m³
	Contactruimte	167,83	m³			
	Ontwerpdebiet	671,30	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	91,38	ton CO_2 /jaar			
5 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	297,61	m³	3.762.589 €	355.004 € / jaar	9,10 ct / m³
	AK filteroppervlak	198,41	m²			
	Ontwerpdebiet	671,30	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	15,24	ton CO_2 /jaar			
6 UV-desinfectie	Ontwerpdebiet	667,94	m³/h	331.774 €	68.136 € / jaar	1,75 ct / m³
	Opgestelde capaciteit	1.001,92	m³/h			
	Energieverbruik	54,00	Wh/m³			
	Bijdrage CO2 emissie	97,74	ton CO_2 /jaar			
7 Reinwater berging	Netto inhoud	4.404,02	m³	1.590.870 €	92.525 € / jaar	2,37 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	667,28	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	14,47	ton CO_2 /jaar			
8 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.502,10	m³/h	2.724.474 €	259.323 € / jaar	6,65 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	1.001,40	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	216,98	ton CO_2 /jaar			
9 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	330,00	kVA	386.171 €	50.647 € / jaar	1,30 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	27,84	ton CO_2 /jaar			
				13.924.291 €	**1.381.143 € / jaar**	

A9 Kostenstandaard – Oevergrondwater onttrekkingshoeveelheid 8 miljoen m³/jaar (scenario 2)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	18,27	stuks	2.355.864 €	408.126 € / jaar	5,10 ct / m³
	Opgesteld debiet	1.370,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	334,11	ton CO_2 /jaar			
2 Cascadebeluchting	Bruto meslengte (1e trede)	9,13	m	616.476 €	70.200 € / jaar	0,88 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.370,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	428,52	ton CO_2 /jaar			
3 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	260,30	m²	4.611.597 €	387.980 € / jaar	4,95 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.370,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	364,58	ton CO_2 /jaar			
4 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	1,79	kg O3/h	801.092 €	115.492 € / jaar	1,47 ct / m³
	Contactruimte	297,61	m³			
	Ontwerpdebiet	1.342,60	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	182,77	ton CO_2 /jaar			
5 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	595,22	m³	6.137.291 €	617.208 € / jaar	7,91 ct / m³
	AK filteroppervlak	396,81	m²			
	Ontwerpdebiet	1.342,60	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	30,48	ton CO_2 /jaar			
6 UV-desinfectie	Ontwerpdebiet	1.335,89	m³/h	538.969 €	125.046 € / jaar	1,60 ct / m³
	Opgestelde capaciteit	2.003,83	m³/h			
	Energieverbruik	54,00	Wh/m³			
	Bijdrage CO2 emissie	195,48	ton CO_2 /jaar			
7 Reinwater berging	Netto inhoud	8.808,04	m³	2.614.939 €	154.934 € / jaar	1,99 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	1.334,55	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	28,93	ton CO_2 /jaar			
8 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	3.002,74	m³/h	4.672.929 €	461.092 € / jaar	5,92 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	2.001,83	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	433,96	ton CO_2 /jaar			
9 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	660,00	kVA	746.920 €	97.999 € / jaar	1,26 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	55,68	ton CO_2 /jaar			
				23.096.076 €	**2.438.076 € / jaar**	

A10 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 3 miljoen m^3/jaar (scenario 3)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	514,00	m³/h	535.894 €	55.328 € / jaar	1,84 ct / m³
	Opgesteld debiet	683,62	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	55,71	ton CO_2 /jaar			
2 Transportleiding	Kosten kengetal	300,74	€ / m trace	1.503.689 €	63.294 € / jaar	2,11 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	46,96	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,70	m/s			
	Max. electrisch vermogen	78,04	kW			
	Leidingweerstand max.	26,03	mwk			
	Spec. energieverbruik	6,74	Wh/m³.km			
3 Vlokvorming	Opgesteld volume	227,87	m³	914.449 €	93.565 € / jaar	3,12 ct / m³
	Ontwerpdebiet	514,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	147,93	ton CO_2 /jaar			
4 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	68,36	m²	3.082.621 €	240.025 € / jaar	8,24 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	514,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	69,64	ton CO_2 /jaar			
5 Snelfiltratie (druksysteem)	Opgesteld filter opp.	44,21	m²	2.020.100 €	186.168 € / jaar	6,52 ct / m³
	Ontwerpdebiet	498,58	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	197,53	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	216,62	m³	3.126.732 €	292.319 € / jaar	10,30 ct / m³
	AK filteroppervlak	144,41	m²			
	Ontwerpdebiet	488,61	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	11,09	ton CO_2 /jaar			
7 Infiltratiegebied 50 ha - infiltr opp 5 ha	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar	7.090.335 €	320.839 € / jaar	11,30 ct / m³
8 Winputten	Aantal benodigde putten	6,48	stuks	1.118.381 €	170.232 € / jaar	6,00 ct / m³
	Opgesteld debiet	486,17	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	118,57	ton CO_2 /jaar			
9 Snelfiltratie (druksysteem)	Opgesteld filter opp.	43,11	m²	1.989.474 €	182.933 € / jaar	6,57 ct / m³
	Ontwerpdebiet	486,17	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	192,61	ton CO_2 /jaar			
10 Reinwater berging	Netto inhoud	3.144,52	m³	1.277.568 €	73.995 € / jaar	2,66 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	476,44	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	10,33	ton CO_2 /jaar			
11 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.070,60	m³/h	2.156.285 €	208.425 € / jaar	7,49 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	713,74	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	154,93	ton CO_2 /jaar			
12 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	220,00	kVA	272.569 €	36.569 € / jaar	1,31 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	18,56	ton CO_2 /jaar			
				25.088.096 €	**1.923.691 € / jaar**	

A11 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 10 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h	1.457.012 €	158.282 € / jaar	1,58 ct / m³
	Opgesteld debiet	2.274,30	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	185,35	ton CO_2 /jaar			
2 Coagulatie	Opgesteld volume	758,10	m³	3.042.233 €	307.992 € / jaar	3,08 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	492,13	ton CO_2 /jaar			
3 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	227,43	m²	4.496.175 €	398.363 € / jaar	4,11 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	231,68	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	315,15	m²	5.364.849 €	467.920 € / jaar	4,93 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.658,70	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	441,41	ton CO_2 /jaar			
5 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	2,16	kg O3/h	975.322 €	143.810 € / jaar	1,51 ct / m³
	Contactruimte	360,32	m³			
	Ontwerpdebiet	1.625,53	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	221,28	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	720,65	m³	7.245.320 €	752.583 € / jaar	7,97 ct / m³
	AK filteroppervlak	480,43	m²			
	Ontwerpdebiet	1.625,53	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	36,91	ton CO_2 /jaar			
				22.580.911 €	**2.228.951 € / jaar**	

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 2 Boringen (HDD) 2km- 2xDN600	Kosten kengetal	2.609,88	€ / m trace	5.219.757 €	196.153 € / jaar	1,96 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	26,34	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	0,84	m/s			
	Max. electrisch vermogen	18,98	kW			
	Leidingweerstand max.	2,85	mwk			
	Spec. energieverbruik	2,84	Wh/m³.km			
2 TRPL-A- 2x600mm - 21km - 10Mm3-jr-incl NRG	Kosten kengetal	1.526,24	€ / m trace	32.051.137 €	1.317.547 € / jaar	13,19 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	817,73	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	0,84	m/s			
	Max. electrisch vermogen	398,96	kW			
	Leidingweerstand max.	59,93	mwk			
	Spec. energieverbruik	8,40	Wh/m³.km			
				37.270.894 €	**1.513.699 € / jaar**	

A12 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 20 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	3.420,00	m³/h	2.663.852 €	295.844 € / jaar	1,48 ct / m³
	Opgesteld debiet	4.548,60	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	370,70	ton CO_2 /jaar			
2 Coagulatie	Opgesteld volume	1.516,20	m³	6.084.466 €	612.542 € / jaar	3,07 ct / m³
	Ontwerpdebiet	3.420,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	984,26	ton CO_2 /jaar			
3 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	454,86	m²	6.125.943 €	594.669 € / jaar	3,07 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	3.420,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	463,37	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	630,31	m²	8.421.678 €	776.874 € / jaar	4,09 ct / m³
	Ontwerpdebiet	3.317,40	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	882,82	ton CO_2 /jaar			
5 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	4,32	kg O3/h	1.820.015 €	273.444 € / jaar	1,44 ct / m³
	Contactruimte	720,65	m³			
	Ontwerpdebiet	3.251,05	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	442,57	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	1.441,30	m³	12.267.940 €	1.348.934 € / jaar	7,14 ct / m³
	AK filteroppervlak	960,87	m²			
	Ontwerpdebiet	3.251,05	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	73,82	ton CO_2 /jaar			
				37.383.894 €	**3.902.307 € / jaar**	

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 TRPL A-2 Boringen (HDD) 2km- 2xDN700	Kosten kengetal	2.884,60	€ / m trace	5.769.205 €	227.237 € / jaar	1,14 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	89,65	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,23	m/s			
	Max. electrisch vermogen	64,58	kW			
	Leidingweerstand max.	4,85	mwk			
	Spec. energieverbruik	4,84	Wh/m³.km			
2 TRPL-A- 2x700mm - 21km -incl NRG	Kosten kengetal	1.780,62	€ / m trace	37.392.993 €	1.721.548 € / jaar	8,62 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	2.023,60	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,23	m/s			
	Max. electrisch vermogen	1.077,55	kW			
	Leidingweerstand max.	80,94	mwk			
	Spec. energieverbruik	10,40	Wh/m³.km			
3 Pompstation (ex NRG)	Opgestelde pomp cap.	2.274,30	m³/h	2.476.673 €	209.782 € / jaar	2,10 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar			
4 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	250,00	kVA	306.184 €	80.917 € / jaar	0,41 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	23,20	ton CO_2 /jaar			
5 TRPL-B-2x600mm - 10km	Kosten kengetal	1.449,93	€ / m trace	14.499.324 €	580.959 € / jaar	5,82 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	141,25	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	0,84	m/s			
	Max. electrisch vermogen	93,84	kW			
	Leidingweerstand max.	14,10	mwk			
	Spec. energieverbruik	3,05	Wh/m³.km			
				60.444.379 €	**2.820.443 € / jaar**	

A13 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 30 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	5.130,00	m³/h	3.809.021 €	428.010 € / jaar	1,43 ct / m³
	Opgesteld debiet	6.822,90	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	556,04	ton CO_2 /jaar			
2 Coagulatie	Opgesteld volume	2.274,30	m³	9.126.699 €	915.954 € / jaar	3,06 ct / m³
	Ontwerpdebiet	5.130,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.476,39	ton CO_2 /jaar			
3 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	682,29	m²	7.755.711 €	789.154 € / jaar	2,72 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	5.130,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	695,05	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	945,46	m²	10.923.027 €	1.046.983 € / jaar	3,68 ct / m³
	Ontwerpdebiet	4.976,10	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.324,23	ton CO_2 /jaar			
5 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	6,49	kg O3/h	2.621.543 €	398.394 € / jaar	1,40 ct / m³
	Contactruimte	1.080,97	m³			
	Ontwerpdebiet	4.876,58	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	663,85	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	2.161,95	m³	16.839.733 €	1.913.069 € / jaar	6,75 ct / m³
	AK filteroppervlak	1.441,30	m²			
	Ontwerpdebiet	4.876,58	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	110,73	ton CO_2 /jaar			
				51.075.735 €	**5.491.565 € / jaar**	

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 TRPL A-2 Boringen (HDD) 2km- 2xDN800	Kosten kengetal	3.296,69	€ / m trace	6.593.377 €	267.653 € / jaar	0,89 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	148,59	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,42	m/s			
	Max. electrisch vermogen	107,05	kW			
	Leidingweerstand max.	5,36	mwk			
	Spec. energieverbruik	5,34	Wh/m³.km			
2 TRPL-A- 2x800mm - 21km -incl NRG	Kosten kengetal	2.034,99	€ / m trace	42.734.850 €	2.117.641 € / jaar	7,07 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	3.183,60	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,42	m/s			
	Max. electrisch vermogen	1.723,09	kW			
	Leidingweerstand max.	86,28	mwk			
	Spec. energieverbruik	10,91	Wh/m³.km			
3 Pompstation (ex NRG)	Opgestelde pomp cap.	4.571,34	m³/h	4.359.708 €	374.982 € / jaar	1,87 ct / m³
	Ontwerpdebiet	3.437,10	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar			
4 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	600,00	kVA	698.361 €	145.438 € / jaar	0,49 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	55,68	ton CO_2 /jaar			
5 TRPL-B-2x700mm - 10km -incl NRG	Kosten kengetal	1.691,59	€ / m trace	16.915.878 €	752.080 € / jaar	3,75 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	509,53	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,24	m/s			
	Max. electrisch vermogen	338,48	kW			
	Leidingweerstand max.	25,30	mwk			
	Spec. energieverbruik	5,47	Wh/m³.km			
6 TRPL-C- 2x600mm - 7km -incl NRG	Kosten kengetal	1.449,93	€ / m trace	10.149.527 €	520.402 € / jaar	2,90 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	514,43	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,51	m/s			
	Max. electrisch vermogen	350,07	kW			
	Leidingweerstand max.	29,22	mwk			
	Spec. energieverbruik	8,81	Wh/m³.km			
				81.451.700 €	**4.178.196 € / jaar**	

A14 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 40 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	6.840,00	m³/h	4.915.894 €	556.825 € / jaar	1,39 ct / m³
	Opgesteld debiet	9.097,20	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	741,39	ton CO_2 /jaar			
2 Coagulatie	Opgesteld volume	3.032,40	m³	12.168.933 €	1.218.660 € / jaar	3,05 ct / m³
	Ontwerpdebiet	6.840,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.968,52	ton CO_2 /jaar			
3 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	909,72	m²	9.385.479 €	982.509 € / jaar	2,54 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	6.840,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	926,74	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	1.260,61	m²	13.123.313 €	1.295.871 € / jaar	3,41 ct / m³
	Ontwerpdebiet	6.634,80	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.765,63	ton CO_2 /jaar			
5 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	8,65	kg O3/h	3.396.267 €	520.436 € / jaar	1,37 ct / m³
	Contactruimte	1.441,30	m³			
	Ontwerpdebiet	6.502,10	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	885,13	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	2.882,60	m³	21.143.903 €	2.458.047 € / jaar	6,51 ct / m³
	AK filteroppervlak	1.921,73	m²			
	Ontwerpdebiet	6.502,10	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	147,63	ton CO_2 /jaar			
				64.133.789 €	**7.032.348 € / jaar**	

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 TRPL A-2 Boringen (HDD) 2km- 2xDN900	Kosten kengetal	3.708,77	€ / m trace	7.417.549 €	305.062 € / jaar	0,76 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	190,08	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,49	m/s			
	Max. electrisch vermogen	136,94	kW			
	Leidingweerstand max.	5,14	mwk			
	Spec. energieverbruik	5,13	Wh/m³.km			
2 TRPL-A- 2x900mm - 21km - incl NRG	Kosten kengetal	2.518,30	€ / m trace	52.884.376 €	2.658.642 € / jaar	6,66 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	4.160,45	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,49	m/s			
	Max. electrisch vermogen	2.236,69	kW			
	Leidingweerstand max.	84,00	mwk			
	Spec. energieverbruik	10,69	Wh/m³.km			
3 Pompstation (ex NRG)	Opgestelde pomp cap.	6.822,90	m³/h	6.030.271 €	523.013 € / jaar	1,75 ct / m³
	Ontwerpdebiet	5.130,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar			
4 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	950,00	kVA	1.090.538 €	209.252 € / jaar	0,52 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	88,16	ton CO_2 /jaar			
5 TRPL-B-2x800mm - 10km - incl NRG	Kosten kengetal	1.933,24	€ / m trace	19.332.432 €	908.234 € / jaar	3,03 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	863,75	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,42	m/s			
	Max. electrisch vermogen	568,79	kW			
	Leidingweerstand max.	28,48	mwk			
	Spec. energieverbruik	6,21	Wh/m³.km			
6 TRPL-C- 2x700mm - 7km - incl NRG	Kosten kengetal	1.691,59	€ / m trace	11.841.115 €	547.734 € / jaar	2,74 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	327,88	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,23	m/s			
	Max. electrisch vermogen	220,37	kW			
	Leidingweerstand max.	16,55	mwk			
	Spec. energieverbruik	5,05	Wh/m³.km			
7 TRPL-D- 2x600mm - 10km - incl NRG	Kosten kengetal	1.449,93	€ / m trace	14.499.324 €	609.918 € / jaar	6,11 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	112,62	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	0,84	m/s			
	Max. electrisch vermogen	79,15	kW			
	Leidingweerstand max.	11,89	mwk			
	Spec. energieverbruik	2,43	Wh/m³.km			
				113.095.604 €	**5.761.855 € / jaar**	

A15 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratie innamehoeveelheid 50 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Innamepompstation	Ontwerpdebiet	8.550,00	m³/h	5.995.135 €	683.221 € / jaar	1,37 ct / m³
	Opgesteld debiet	11.371,50	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	926,74	ton CO_2 /jaar			
2 Coagulatie	Opgesteld volume	3.790,50	m³	15.211.166 €	1.520.856 € / jaar	3,05 ct / m³
	Ontwerpdebiet	8.550,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	2.460,65	ton CO_2 /jaar			
3 Flotatie	Opgesteld flotatie opp.	1.137,15	m²	11.015.247 €	1.175.049 € / jaar	2,43 ct / m³
	Benodigde diepte	2,17	m¹			
	Ontwerpdebiet	8.550,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.158,42	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	1.575,77	m²	15.125.248 €	1.530.695 € / jaar	3,22 ct / m³
	Ontwerpdebiet	8.293,50	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	2.207,04	ton CO_2 /jaar			
5 Ozonisatie	Opgestelde ozon cap.	10,81	kg O3/h	4.151.652 €	640.379 € / jaar	1,35 ct / m³
	Contactruimte	1.801,62	m³			
	Ontwerpdebiet	8.127,63	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.106,42	ton CO_2 /jaar			
6 Actieve koolfiltratie	Koolvolume	3.603,25	m³	25.260.720 €	2.989.599 € / jaar	6,33 ct / m³
	AK filteroppervlak	2.402,17	m²			
	Ontwerpdebiet	8.127,63	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	184,54	ton CO_2 /jaar			
7 LD pompstation zuivering	Opgestelde pomp cap.	12.130,49	m³/h	9.610.883 €	980.602 € / jaar	2,08 ct / m³
	Ontwerpdebiet	8.086,99	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	876,55	ton CO_2 /jaar			
8 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	12.130,49	m³/h	14.562.406 €	1.847.559 € / jaar	3,91 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	8.086,99	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	2.629,66	ton CO_2 /jaar			
9 Boosterpompstation	Opgestelde pompcap.	12.130,49	m³/h	5.668.670 €	603.121 € / jaar	1,28 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	8.086,99	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar			
				106.601.127 €	**11.971.082 € / jaar**	

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 2 Boringen (HDD) 2km- 2xDN1000	Kosten kengetal	4.120,86	€ / m trace	8.241.721 €	339.600 € / jaar	0,68 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	214,93	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,51	m/s			
	Max. electrisch vermogen	154,84	kW			
	Leidingweerstand max.	4,65	mwk			
	Spec. energieverbruik	4,64	Wh/m³.km			
2 TRPL-A- 2x1000mm - 21km -incl NRG	Kosten kengetal	2.798,12	€ / m trace	58.760.418 €	3.012.628 € / jaar	6,03 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	4.962,50	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,51	m/s			
	Max. electrisch vermogen	2.624,35	kW			
	Leidingweerstand max.	78,85	mwk			
	Spec. energieverbruik	10,20	Wh/m³.km			
3 Pompstation (ex NRG)	Opgestelde pomp cap.	9.097,20	m³/h	7.612.673 €	664.157 € / jaar	1,66 ct / m³
	Ontwerpdebiet	6.840,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar			
4 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	1.600,00	kVA	1.818.866 €	309.753 € / jaar	0,62 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	148,48	ton CO_2 /jaar			
5 TRPL-B-2x900mm - 10km - incl NRG	Kosten kengetal	2.392,39	€ / m trace	23.923.885 €	1.126.065 € / jaar	2,82 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	1.150,01	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,49	m/s			
	Max. electrisch vermogen	747,37	kW			
	Leidingweerstand max.	28,07	mwk			
	Spec. energieverbruik	6,20	Wh/m³.km			
6 TRPL-C- 2x800mm - 7km -incl NRG	Kosten kengetal	1.933,24	€ / m trace	13.532.702 €	663.177 € / jaar	2,21 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	579,10	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,42	m/s			
	Max. electrisch vermogen	382,97	kW			
	Leidingweerstand max.	19,18	mwk			
	Spec. energieverbruik	5,95	Wh/m³.km			
7 TRPL-D- 2x700mm - 10km - incl NRG	Kosten kengetal	1.691,59	€ / m trace	16.915.878 €	801.797 € / jaar	4,01 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	419,54	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,23	m/s			
	Max. electrisch vermogen	292,11	kW			
	Leidingweerstand max.	21,94	mwk			
	Spec. energieverbruik	4,53	Wh/m³.km			
8 TRPL-E-1x700mm - 10km -incl NRG	Kosten kengetal	890,31	€ / m trace	8.903.094 €	481.698 € / jaar	4,82 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	179,66	ton CO_2 /jaar			
	Max. leidingsnelheid	1,23	m/s			
	Max. electrisch vermogen	128,16	kW			
	Leidingweerstand max.	19,25	mwk			
	Spec. energieverbruik	3,88	Wh/m³.km			
				139.709.237 €	**7.398.875 € / jaar**	

A16 Kostenstandaard – Kunstmatige infiltratieplassen innamehoeveelheid 10 miljoen m³/jaar (scenario 4)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Infiltratiegebied 17 ha - infiltr opp 1,7 ha	Bijdrage CO2 emissie	0,00	ton CO_2 /jaar	2.134.027 €	112.846 € / jaar	1,13 ct / m³
2 Winputten	Aantal benodigde putten	22,80	stuks	2.836.675 €	515.025 € / jaar	5,16 ct / m³
	Opgesteld debiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	417,03	ton CO_2 /jaar			
3 Ontharding	Totaal reactor opp.	15,92	m²	5.318.613 €	571.150 € / jaar	5,74 ct / m³
	Reactor diameter	2,25	m			
	Ontwerpdebiet	1.197,00	m³/h			
	Bypass debiet	513,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.144,04	ton CO_2 /jaar			
4 Snelfiltratie (open systeem)	Opgesteld filter opp.	323,93	m²	5.462.681 €	477.406 € / jaar	4,89 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.704,87	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	453,70	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater berging	Netto inhoud	11.027,10	m³	3.145.382 €	188.145 € / jaar	1,93 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	1.670,77	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	36,22	ton CO_2 /jaar			
6 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	3.766,57	m³/h	5.727.425 €	619.648 € / jaar	6,35 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	2.511,04	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	724,38	ton CO_2 /jaar			
7 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	770,00	kVA	888.847 €	119.798 € / jaar	1,23 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	64,96	ton CO_2 /jaar			
				25.513.649 €	**2.604.019 € / jaar**	

A17 Kostenstandaard – Brak grondwater onttrekkingshoeveelheid 2,5 miljoen m^3/jaar (scenario 5)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	5,71	stuks	1.014.522 €	152.150 € / jaar	6,09 ct / m³
	Opgesteld debiet	428,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	104,38	ton CO_2 /jaar			
2 Brak water ontzouting (NF/HF)	Opgesteld membraan opp.	11.413,33	m²	5.053.753 €	611.845 € / jaar	30,60 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	342,40	m³/h			
	Ontwerpdebiet (voeding)	428,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	955,08	ton CO_2 /jaar			
3 Marmer filtratie (opharding)	Opgesteld filter opp.	65,06	m²	1.776.232 €	159.524 € / jaar	8,14 ct / m³
	Ontwerpdebiet	342,40	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	91,12	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	2.214,64	m³	988.644 €	56.847 € / jaar	2,90 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	335,55	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	7,27	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	756,17	m³/h	1.661.599 €	163.970 € / jaar	8,37 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	504,11	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	145,48	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	275,00	kVA	334.197 €	40.986 € / jaar	2,09 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	23,20	ton CO_2 /jaar			
				10.828.947 €	**1.185.322 € / jaar**	

A18 Kostenstandaard – Brak grondwater onttrekkingshoeveelheid 5 miljoen m^3/jaar (scenario 5)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	11,40	stuks	1.708.243 €	279.660 € / jaar	5,60 ct / m³
	Opgesteld debiet	855,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	208,52	ton CO_2 /jaar			
2 Brak water ontzouting (NF/HF)	Opgesteld membraan opp.	22.800,00	m²	7.815.397 €	1.039.596 € / jaar	26,03 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	684,00	m³/h			
	Ontwerpdebiet (voeding)	855,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.907,92	ton CO_2 /jaar			
3 Marmer filtratie (opharding)	Opgesteld filter opp.	129,96	m²	2.917.660 €	275.442 € / jaar	7,04 ct / m³
	Ontwerpdebiet	684,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	182,02	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	4.424,11	m³	1.636.003 €	95.495 € / jaar	2,44 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	670,32	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	14,53	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.511,16	m³/h	2.805.533 €	288.157 € / jaar	7,36 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	1.007,44	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	290,63	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	550,00	kVA	642.336 €	79.213 € / jaar	2,02 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	46,40	ton CO_2 /jaar			
				17.525.173 €	**2.057.562 € / jaar**	

A19 Kostenstandaard – Brak grondwater onttrekkingshoeveelheid 10 miljoen m^3/jaar (scenario 5)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Winputten	Aantal benodigde putten	22,80	stuks	2.836.675 €	515.025 € / jaar	5,16 ct / m³
	Opgesteld debiet	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	417,03	ton CO_2 /jaar			
2 Brak water ontzouting (NF/HF)	Opgesteld membraan opp.	45.600,00	m²	12.016.646 €	1.788.445 € / jaar	22,39 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	1.368,00	m³/h			
	Ontwerpdebiet (voeding)	1.710,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	3.815,85	ton CO_2 /jaar			
3 Marmer filtratie (opharding)	Opgesteld filter opp.	259,92	m²	4.656.106 €	470.047 € / jaar	6,00 ct / m³
	Ontwerpdebiet	1.368,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	364,05	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	8.848,22	m³	2.689.022 €	159.822 € / jaar	2,04 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	1.340,64	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	29,06	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	3.022,32	m³/h	4.814.302 €	514.354 € / jaar	6,57 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	2.014,88	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	581,25	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	900,00	kVA	1.034.513 €	134.192 € / jaar	1,71 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	83,52	ton CO_2 /jaar			
				28.047.264 €	**3.581.885 € / jaar**	

A20 Kostenstandaard – AWZI Effluent innamehoeveelheid 1 miljoen m³/jaar (scenario 6)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Pompbuffer	Bruto inhoud	125,00	m³	79.112 €	5.985 € / jaar	0,43 ct / m³
	Buffertijd	25,26	min			
	Bijdrage CO2 emissie	5,15	ton CO_2 /jaar			
2 Micro- ultrafiltratie (MF/UF)	Opgesteld membraan opp.	2.137,50	m²	3.717.115 €	355.716 € / jaar	28,50 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	213,75	m³/h			
	Voedingsdebiet	237,50	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	140,83	ton CO_2 /jaar			
3 Nano- / hyperfiltratie (NF/HF)	Opgesteld membraan opp.	5.700,00	m²	3.279.015 €	347.796 € / jaar	34,83 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	171,00	m³/h			
	Ontwerpdebiet (voeding)	213,75	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	319,37	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	1.128,60	m³	597.875 €	33.976 € / jaar	3,40 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	171,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	3,71	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	277,56	m³/h	816.779 €	78.940 € / jaar	7,90 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	185,04	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	55,60	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	187,00	kVA	235.593 €	27.695 € / jaar	2,77 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	15,78	ton CO_2 /jaar			
				8.725.488 €	**850.107 € / jaar**	

A21 Kostenstandaard – AWZI Effluent innamehoeveelheid 7 miljoen m³/jaar (scenario 6)

Processtap	Indicatieve parameters			Investering	Exploitatie	
1 Pompbuffer	Bruto inhoud	375,00	m³	178.993 €	17.705 € / jaar	0,26 ct / m³
	Buffertijd	15,16	min			
	Bijdrage CO2 emissie	25,74	ton CO_2 /jaar			
2 Micro- ultrafiltratie (MF/UF)	Opgesteld membraan opp.	10.687,50	m²	9.379.013 €	1.056.875 € / jaar	16,93 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	1.068,75	m³/h			
	Voedingsdebiet	1.187,50	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	704,16	ton CO_2 /jaar			
3 Nano- / hyperfiltratie (NF/HF)	Opgesteld membraan opp.	28.500,00	m²	9.000.982 €	1.147.817 € / jaar	22,99 ct / m³
	Opgestelde produktie cap.	855,00	m³/h			
	Ontwerpdebiet (voeding)	1.068,75	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	1.596,87	ton CO_2 /jaar			
4 Reinwater berging	Netto inhoud	5.643,00	m³	1.949.142 €	114.457 € / jaar	2,29 ct / m³
	produktiedebiet (max. dag)	855,00	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	18,53	ton CO_2 /jaar			
5 Reinwater pompstation	Opgestelde pomp cap.	1.387,80	m³/h	2.627.857 €	282.502 € / jaar	5,66 ct / m³
	Ontwerpdebiet (max.uur)	925,20	m³/h			
	Bijdrage CO2 emissie	278,02	ton CO_2 /jaar			
6 Noodstroomvoorziening	Opgestelde capaciteit	935,00	kVA	1.073.730 €	128.258 € / jaar	2,57 ct / m³
	Bijdrage CO2 emissie	78,88	ton CO_2 /jaar			
				24.209.717 €	**2.747.614 € / jaar**	

A22 Algemene uitgangspunten kostenstandaard

Algemeen	
Dag piekfactor	1,5
Uur piekfactor	1,5

A23 Kengetallen investeringen kostenstandaard

Kengetallen investeringen		
Algemeen		
Kengetal PA bouwkosten (alleen software/ uren, de hardware in post E&I)	750	Eur per I/O
Percentages bijkomende kosten (toeslagen op bouwkosten)		
A Toeslag voor algemene voorzieningen	5	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA
B Inrichtingskosten	2	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA
C Beveiligingskosten	1	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA
D Begeleidingskosten zuiveringsprojecten	20	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA +A+B+C
E Begeleidingskosten overige projecten	10	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA +A+B+C
F Overige bijkomende kosten	2	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA +A+B+C
G Totale bouwrente	2,5	% van bouwkosten Ct / Wtb / E&I / PA +A+B+C+(D of E)+F
Indexering investeringskengetallen		
Indexeren tot jaar	2020	
CBS Index DW installaties	2	procent

A24 Kengetallen exploitatie kostenstandaard

Kengetallen exploitatie		
Vaste kosten afschrijvingstermijnen		
Rente op basis van annuïteit	2,5	%
Levensduur Winning	40	jaar
Levensduur Civiele Techniek / Bouwkunde	40	jaar
Levensduur Werktuigbouwkunde	25	jaar
Levensduur Elektrotechniek	15	jaar
Levensduur PA	5	jaar
Levensduur Transportleidingen	60	jaar
Levensduur Membranen UF / HF	8	jaar
Levensduur Membranen NF / HF	5	jaar
Levensduur Membranen RO zeewater	4	jaar
Vervanging aktief kool (nieuw)	2	jaar
Vervanging aktief kool (regeneratie)	1,5	jaar
Levensduur overige (filterzand etc.)	10	jaar
Verbruikskosten: energie		
Energiekosten (transport/ levering/ belasting)	0,08	Eur/kWh
Verbruikskosten: chemicaliën		
H2SO4 (100%)	0,11	Eur /kg
HCl (100%)	0,22	Eur /kg
NaOH (100%)	0,225	Eur /kg
Ca(OH)2 (100%)	0,16	Eur /kg
Na2CO3 (100%)	0,3	Eur /kg
CaCO3 (100%)	0,1	Eur /kg
FeCl3 6H2O (100%)	0,25	Eur /kg
FeSO4 . 7H2O (100%)	0,25	Eur /kg
PAC (Sachtoclar) (100%)	0,41	Eur /kg
Al2(SO4)3 .18H2O (100%)	0,2	Eur /kg
Cl2 (100%)	0,51	Eur /kg

CO2 (100%)	0,25	Eur /kg
NACl (100%)	0,07	Eur /kg
O3 (100%)	0	Eur /kg
H2O2 (100%)	1,56	Eur /kg
PE (100%)	5,9	Eur /kg
Citroenzuur (100%)	1,7	Eur /kg
NaOCl (100%)	3,15	Eur /kg
O2 (100%)	0	Eur /kg
Antiscalant (100%)	1,2	Eur /kg
NaHCO3 (100%)	0	Eur /kg
KHCO3 (100%)	1,35	Eur /kg
CaCl2 (100%)	0,325	Eur /kg
MgCl2 (100%)	0,225	Eur /kg
Ammoniakoplossing (100%)	0	Eur /kg
Verbruikskosten: verbruiksmaterialen		
Membranen UF	80	Eur/m2
Membranen HF/Nano	15	Eur/m2
Zeewater HF	25	Eur/m2
Entzand ontharding	70	Eur/ton
Granaatzand ontharding	380	Eur/ton
Actieve kool (nieuw)	662	Eur/m3
Actieve kool (regeneratie)	400	Eur/m3
Antraciet SF	282	Eur/m3
Zand SF	140	Eur/m3
Zand LZF	140	Eur/m3
Marmer	90	Eur/m3
Levensduur UV-lampen lage druk	9000	uur
Kosten UV-lampen lage druk	200	Eur/lamp
Levensduur UV-lampen midden druk	5000	uur
Kosten UV-lampen midden druk	450	Eur/lamp
Levensduur pulse UV-lampen	5000	uur
Kosten pulse UV-lampen	600	Eur/lamp

Pakkingsmateriaal beluchtingstoren	100	Eur/m3
Poederkool	1200	Eur/ton
Verbruikskosten: afvoerkosten		
Drinkwaterslib gewoon	200	Eur per ton ds
Drinkwaterslib chemisch	400	Eur per ton ds
Onthardingspellets	64	Eur per ton
Lozingskosten riool	0,03	Eur/m3
Afvoerkosten brijn	0,02	Eur/m3
Afvalstroom microzeefinstallatie	0,005	Eur/m3
Afvoer neutralisatie demiwater	0,1	Eur/m3
Onderhoudskosten		
Civiele Techniek / Bouwkunde	0,5	% van bouwkosten CT / B
Werktuigbouwkunde	2	% van bouwkosten WTB
Elektrotechniek	4	% van bouwkosten E
Proces Automatisering	6	% van bouwkosten PA
Onderhoud inrichting /algemene voorzieningen	6	% van bouwkosten inrichting /alg. voorzieningen
Specifieke bedrijfskosten		
Personeelskosten (bediening/ onderhoud/optimaliseren)	60000	Euro per manjaar
Analysekosten	4,61	Euro per KIWA-punt
Kosten beveiliging	15	% van bouwkosten beveiliging
Administratieve beheerskosten		
Administratieve beheerskosten	20	% van specifieke bedrijfskosten