

Flexibele drinkwaterwinningen - Uitwerking oplossingsconcepten



Flexibele drinkwaterwinningen - Uitwerking oplossingsconcepten

Auteur(s)

Stefan Jansen
Naomi Lamers
Otto Levelt
Simon Buijs
Perry de Louw
Linda Maring
Mark Niesten
Hilde Passier
(Deltares)

Ate Oosterhof
Jelle van Sijl
Renske Terwissa van Scheltinga
(Vitens)

Maike Postma
Anne Seghers
(Ruimtevolk)

Flexibele drinkwaterwinningen - Uitwerking oplossingsconcepten

Opdrachtgever	Vitens, TKI Deltatechnologie, Strategisch Onderzoek Deltares
Contactpersoon	
Referenties	
Trefwoorden	Drinkwater, waterkwantiteit, waterkwaliteit, flexibiliteit, omgeving, productiecapaciteit, klimaatverandering, drinkwatervraag, drinkwaterwinningen, toekomstscenario, ontwerp

Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	02-07-2024
Projectnummer	11205767-004
Document ID	11205767-004-BGS-0003
Pagina's	59
Classificatie	
Status	definitief

Samenvatting

Voor de verre toekomst is de ontwikkeling van vraag en aanbod van drinkwater onzeker, maar waarschijnlijk zullen er grotere extremen voorkomen. Daarom zijn Vitens, Deltares en Ruimtevolk in 2020 begonnen aan het project *Flexibiliteit in toekomstige winningen – inspelen op de uitdagingen van de toekomst*. Het doel van dit project is het ontwikkelen van concepten om drinkwaterwinningen flexibeler te maken. Onder flexibel verstaan we dat winningen fluctuaties in de drinkwatervraag kunnen opvangen met acceptabele omgevingseffecten en behoud van voldoende drinkwaterkwaliteit.

In dit rapport worden vier oplossingsconcepten voor flexibele winningen uitgewerkt:

1. Zoet/zout: oplossingen om meer te kunnen winnen bij grondwaterwinningen waar verzilting optreedt.
2. Bronnenstad: (deel)oplossingen in stedelijke omgeving gecombineerd ingezet om voldoende schoon drinkwater te kunnen winnen.
3. Schakelen tussen winningen: kansrijke schakelmogelijkheden tussen nabijgelegen winningen, zodat een tekort aan winbaar drinkwater uit één winning kan worden aangevuld met water uit een andere winning.
4. Wateraccu: oppervlaktewater en oevergrondwater maximaal infiltreren in de bodem zodat ruime grondwatervoorraden ontstaan en meer grondwater onttrokken kan worden.

Voor ieder oplossingsconcept is ingeschat in welke mate het bijdraagt aan de flexibiliteit (kwantiteit en kwaliteit) en welke aandachtspunten er zijn. Hierbij zijn financiële aspecten buiten beschouwing gelaten. Ook is beschikbare kennis betrokken en is gewerkt met voorbeeldcasussen.

1. Zoet/zout

Bij diepe grondwaterwinningen waar zout grondwater wordt aangetrokken zal na verloop van tijd onherroepelijk verzilting optreden, ook bij flexibel onttrekken. Wel kan de snelheid en de mate waarin de verzilting optreedt vertraagd worden.

Op basis van literatuur zijn meerdere oplossingen veelbelovend, zoals afwisselend meer en minder winnen door de tijd (interval winnen), water winnen uit verschillende putten, het vergroten van het wingebied (diffuus winnen), zoet water infiltreren en op later moment winnen, slimme putten (zoet-zout-grensvlak beïnvloeden door slim winnen van zowel zoet als zout water) en brakwaterwinning.

Randvoorwaarden voor oplossingen tegen verzilting zijn: de mogelijkheid om de wincapaciteit op/af te schalen of putten anders aan te leggen, technische en financiële haalbaarheid van brakwaterwinning en oplossingen voor het restproduct van ontzilting (brijn).

De zoet/zout concepten maken winningen kwantitatief flexibeler en kunnen grote hoeveelheden drinkwater opleveren. De oplossingsconcepten zijn vooral toepasbaar op diepe, grote grondwaterreservoirs. Omdat deze grondwatervoorraden groot zijn en langzaam beïnvloed worden door invloeden van buiten, levert dit een relatief stabiele drinkwaterbron die een oplossing kan bieden voor schommelingen in de vraag op verschillende tijdschalen (dag/maand/jaar).

De kwaliteit van het gewonnen water kan negatief beïnvloed worden door verzilting.

Op de omgeving hebben diepe winningen waar verzilting kan optreden in principe weinig effect omdat de afstand tot het oppervlak groot is.

2. Bronnenstad

Binnen het concept Bronnenstad wordt een stedelijk gebied wat drinkwatervoorziening betreft zoveel mogelijk zelfvoorzienend gemaakt en worden daarnaast de effecten op de omgeving geminimaliseerd. Dit wordt gerealiseerd door verschillende win- en hergebruikopties te combineren, zoals besparing en circulariteit, infiltratie en vasthouden van oppervlakte- en

regenwater, gebruik maken van grondwater en actieve voorraadvorming, en optioneel brakwaterwinning. Aanvullend biedt dit kansen voor natuur of waterberging en de leefbaarheid van de stad. Dit vereist wel keuzes en regie wat betreft ruimtelijke ordening. De locatie van de onttrekking heeft invloed op de effecten en moet daarom weloverwogen worden gekozen. Meer onttrekken leidt tot een groter gebied dat beïnvloed wordt en ook tot grotere effecten op de gemiddelde grondwaterstanden. Het is noodzakelijk de infiltreerbaarheid van water in het gebied nader te onderzoeken als gewenst is dat water op natuurlijke wijze infiltreert (ondiep) en diep wordt onttrokken. Dit concept is het meest kansrijk bij grote en middelgrote steden, omdat daar door de schaal de meeste mogelijkheden bestaan om stedelijk water op te slaan in het grondwater en het later lokaal te winnen. Dit moet wel worden gecombineerd met de ruimtevraag, die in deze steden ook het grootst is. Grootschalige nieuwbouw heeft ook grotere potentie voor deze oplossing. Afhankelijk van het bufferend vermogen biedt deze optie een flexibele oplossing voor schommelingen op dag- tot maandschaal. Wat betreft waterkwaliteit is de kwaliteit en beschermbaarheid van het infiltratiewater het belangrijkste aandachtspunt.

3. Schakelen tussen winningen

Er zijn diverse mogelijkheden voor schakelen tussen winningen. Relevante voorbeelden zijn: verticaal schakelen (tussen een diepe en een ondiepe winning), schakelen in de tijd (tussen een zomer- en winterwinning) en horizontaal schakelen (tussen de twee plekken). Verticaal schakelen maakt de winning minder kwetsbaar voor verontreinigingen uit de omgeving omdat (ook) gebruik gemaakt kan worden van diepere grondwatervoorraden die minder gevoelig zijn. De tweede optie, schakelen in de tijd, maakt de winningen minder kwetsbaar voor fluctuaties (bijvoorbeeld seizoensafhankelijke variatie van de watervraag). Ook kan de impact op de omgeving beperkt worden. Door te schakelen tussen verschillende plekken (derde optie) kunnen verschillende type winningen met elkaar worden gecombineerd waardoor wateraanvoer ook bij toenemende watervraag wordt gegarandeerd, of kan overgeschakeld worden naar een andere winning wanneer er een negatief effect optreedt bij een winning (verontreiniging of impact op omgeving). Schakelen biedt meer flexibiliteit in drinkwateraanbod en minder impact op de omgeving. Nadelen zijn dat aanvullende infrastructuur nodig is en dat aanvullende zuivering nodig is bij afwisselende watersamenstelling. De randvoorwaarden om goed te kunnen schakelen zijn: voldoende capaciteit en waterkwaliteit in de verschillende watervoerende pakketten; combinatie van twee winningen met verschillende karakteristieken op overbrugbare afstand; aanvullende infrastructuur; en aanvullende zuivering bij afwisselende watersamenstelling. Schakelen tussen winningen is toepasbaar voor diepe en ondiepe winningen, in landelijk en stedelijk gebied.

4. Wateraccu

Door oppervlaktewater niet af te voeren maar in de bodem te infiltreren wordt de watervoorraad in de ondergrond vergroot. Deze voorraad kan worden ingezet voor tijdelijke of permanente toename in drinkwatervraag. Het infiltrerende water kan uit verschillende bronnen komen, bijvoorbeeld rivierwater, beekwater of gezuiverd afvalwater. De hoeveelheid water die kan worden opgeslagen is vooral afhankelijk van de ruimte die hiervoor beschikbaar is in de ondergrond en het lekverlies door drainagemiddelen. De waterkwaliteit en het type infiltratiewater is een essentieel aandachtspunt: de waterkwaliteit van het infiltrerende water kan leiden tot achteruitgang van de kwaliteit van het grondwater. De kwaliteit van het bronwater is bepalend. Het water uit beken en sprengen is relatief schoon en dus het meest geschikt. Ook oevergrondwater en rivierwater is bruikbaar, maar de kwaliteit daarvan kan fluctueren en vergt een grotere zuiveringsinspanning. In de toekomst is het gezuiverde water van een rioolwaterzuivering mogelijk toepasbaar. De invloed op de omgeving is in het algemeen positief, zoals het tegengaan van verdroging, maar kan ook negatief zijn, zoals wanneer wateroverlast door de verhoging van de grondwaterstand ontstaat.

Een randvoorwaarde is voldoende infiltratiecapaciteit in de ondergrond. In grotere, hoger gelegen gebieden zoals de Veluwe is er veel ruimte. De dikte van de onverzadigde zone geeft hiervoor een eerste orde inschatting. Verder moet de doorlatendheid van de bodem voldoende zijn om het water snel genoeg de grond in en weer uit te krijgen. Daarnaast moet er voldoende infiltratiewater beschikbaar zijn: oppervlaktewater en oevergrondwater om te infiltreren vanuit een rivier of beek. Bij voorkeur worden locaties gekozen die in de buurt liggen van oppervlaktewater; indien dit niet mogelijk is, zullen de kosten voor realisatie, beheer en onderhoud toenemen.

Het concept Wateraccu kan op grote en kleine schaal worden uitgevoerd, afhankelijk van de grootte van het infiltratiegebied en de ruimte in de ondergrond. Het kan een behoorlijke voorraad voor drinkwaterwinning opleveren. Het concept biedt een flexibele oplossing voor schommelingen in de vraag op jaarschaal: tijdens een gedeelte van het jaar wordt water geïnfiltreerd, tijdens een ander gedeelte van het jaar onttrokken.

Waterkwaliteitsaspecten van drinkwaterwinopties

De systematiek die is ontwikkeld voor het beoordelen van waterkwaliteitsaspecten van verschillende drinkwaterwinopties is ook relevant voor de oplossingsconcepten voor flexibelere drinkwaterwinningen. Hierbij wordt de impact van de waterkwaliteit opgedeeld in de achtergrondkwaliteit van het gebruikte water (geogene ladder), de gevoeligheid voor antropogene verontreinigingen (diffuse belasting) en de gevoeligheid voor calamiteiten. Hiermee wordt duidelijk dat er grote verschillen zijn in waterkwaliteitseffecten en dat het relevant is om deze per casus in beeld te brengen.

Afsluiting

De toetsing van de vier beschouwde oplossingsconcepten laat zien dat er diverse reële mogelijkheden zijn voor flexibelere drinkwaterwinningen in Nederland. Een veranderend Nederland heeft gevolgen voor de toepasbaarheid en noodzaak van de oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning. Met name verandering in klimaat en ruimtegebruik zijn hierbij van belang, en daarnaast ook verandering in de drinkwatervraag. Deze toetsing van de oplossingsconcepten voor flexibelere drinkwaterwinningen geeft een basis voor verdere ontwikkeling naar de praktijk.

Inhoud

	Samenvatting	4
1	Inleiding	9
1.1	Doel en opzet project Flexibele Winningen	9
1.2	Aanpak werkpakket 3	10
2	Zoet/zout: omgaan met zout en brak grondwater	11
2.1	Beschrijving oplossingsconcept	11
2.2	Bijdrage aan flexibiliteit	14
2.3	Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept	14
2.4	Kennis uit eerdere projecten	15
2.5	Samenvatting van de toetsing	17
3	Bronnenstad ('wonen en winnen')	20
3.1	Beschrijving oplossingsconcept	20
3.2	Bijdrage aan flexibiliteit	22
3.3	Aandachtspunten bij dit oplossingsconcept	23
3.4	Kennis uit eerdere projecten	24
3.5	Praktijkvoorbeeld: Zwolle Noord	24
3.6	Inzicht in mogelijkheden voor huishoudelijk regenwatergebruik	26
3.7	Samenvatting van de toetsing	28
4	Schakelen tussen winningen	29
4.1	Beschrijving oplossingsconcept	29
4.2	Bijdrage aan flexibiliteit	32
4.3	Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept	32
4.4	Voorbeeldcasussen	33
4.5	Samenvatting van de toetsing	34
5	Wateraccu – Infiltratie en ondergrondse opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater	37
5.1	Beschrijving oplossingsconcept	37
5.2	Bijdrage aan flexibiliteit	40
5.3	Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept	40
5.4	Kennis uit eerdere projecten	41
5.5	Analyse ruimte voor berging in de ondergrond	43
5.6	Samenvatting van de toetsing	44

6	Waterkwaliteitsscore winopties	47
7	Gevolgen van toekomstige ontwikkelingen op de oplossingsconcepten	50
8	Conclusies	52
9	Literatuur	56
A	Verslag werksessie WP3 24 mei 2022	57
B	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	58

1 Inleiding

1.1 Doel en opzet project Flexibele Winningen

In 2020 zijn Vitens, Deltares en Ruimtevolk begonnen aan het driejarige project *Flexibiliteit in toekomstige winningen – inspelen op de uitdagingen van de toekomst*. Het doel van dit project is het ontwikkelen van concepten om drinkwaterwinningen flexibeler te maken. Onder flexibel verstaan we dat winningen grote fluctuaties in de drinkwatervraag kunnen opvangen met acceptabele omgevingseffecten en behoud van voldoende drinkwaterkwaliteit. Schommelingen in de vraag kunnen op dagbasis optreden, maar ook over langere periodes, bijvoorbeeld in de vorm van twee maanden heel heet en droog weer met een extreem hoge drinkwatervraag. De meeste vergunningen staan in beperkte mate schommelingen in onttrekking toe, bijvoorbeeld door de maximale onttrekkingshoeveelheden op maandbasis op 1/10 van de maximaal toegestane hoeveelheid op jaarbasis vast te stellen (i.p.v. 1/12) en een maximale daghoeveelheid toe te staan van 1/200 van de jaarhoeveelheid (i.p.v. 1/365). Deze voorwaarden zijn onder sommige omstandigheden onvoldoende flexibel, zeker als klimaatverandering doorzet en er grotere schommelingen in drinkwatervraag te verwachten zijn. Het is dus de uitdaging om met acceptabele omgevingseffecten de maximale dag- en maandhoeveelheid fors te verhogen. Als dat lukt op het niveau van individuele winningen, hoeft er veel minder transportinfrastructuur te worden gebouwd om de toenemende schommelingen in de drinkwatervraag op te kunnen vangen door winningen / leveringsgebieden met elkaar te verbinden.

Het project bestaat uit vier werkpakketten:

WP 1. Definitie - Gezamenlijke kennisbasis.

WP 2. Ontwikkelen - Ontwerp oplossingsconcepten.

WP 3. Toetsen - Toetsing oplossingsconcepten.

WP 4. Delen & Implementeren.

In Werkpakket 1 (Jansen et al., 2021) is een aantal verhaallijnen uitgewerkt, waarbij de effecten van gebeurtenissen en ontwikkelingen in de variatie van de vraag naar drinkwater centraal staan. In Werkpakket 2 zijn door middel van inspiratiesessies en ontwerpessies met zowel mensen van Vitens, Deltares en Ruimtevolk, alsook geïnteresseerden vanuit andere organisaties (waterschappen, provincies, kennisinstellingen) verschillende oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning uitgewerkt. Vier oplossingsconcepten zijn geselecteerd voor verdere uitwerking (Maring et al., 2022):

- Zoet/zout: omgaan met zout/brak grondwater: hoe kan drinkwater uit diepe grondwaterwinningen nabij het zoet-zout grensvlak worden gewonnen zonder bedreiging door verzilting.
- Bronnenstad: verschillende (deel)oplossingen in combinatie met stedelijk ontwerp om in en rond een stedelijk gebied voldoende schoon drinkwater te kunnen winnen.
- Schakelen tussen winningen: schakelmogelijkheden tussen nabijgelegen winningen om flexibiliteit te verhogen.
- Infiltratie, opslag en terugwinning van oppervlakte- / oevergrondwater (Wateraccu): Infiltratie van oppervlaktewater en oevergrondwater in de bodem zodat ruime grondvoorraden ontstaan welke op een later tijdstip teruggewonnen kunnen worden.

In Werkpakket 3 (dit rapport) zijn de oplossingsconcepten verder uitgewerkt en wordt aangegeven in welke situatie elk oplossingsconcept toepasbaar is.

In Werkpakket 4 is de kennis van de oplossingsconcepten en de (deel)oplossingen samengevat in ruimtelijke verbeeldingen en verhelderende infographics. Deze vormen een “toolbox” die ingezet kan worden in de praktijk om te komen tot flexibele drinkwaterwinningen voor verschillende soorten winningen onder verschillende omstandigheden. In juni 2023 zijn de resultaten van dit project besproken met een breed publiek in een symposium.

1.2 Aanpak werkpakket 3

In werkpakket 3 hebben we de oplossingsconcepten uitgewerkt. Allereerst is voor ieder oplossingsconcept de bestaande kennis samengevat en zijn er, voor zover mogelijk, een aantal eenvoudige voorbeelden uitgewerkt. De oplossingsconcepten zijn getoetst aan flexibiliteitscriteria. De primaire flexibiliteitscriteria waren:

- Aanpassingsvermogen van de productiecapaciteit: vermogen om op korte termijn productiecapaciteit op en af te schalen.
- Aanpassingsvermogen van de kwaliteit van de bron: vermogen om veranderingen in waterkwaliteit op te vangen.
- Impact op de leefomgeving: minimaliseren van effecten op omgeving, ook in veranderde situaties (kwantiteit en kwaliteit).

Daarnaast zijn bij de toetsing van de oplossingsconcepten voor zover mogelijk ook een aantal (kwalitatief beschreven) secundaire criteria meegenomen, zoals integraliteit en meekoppelkansen (boven maaiveld), haalbaarheid, duurzaamheid en risico's.

We zijn uitgegaan van een horizon van ca. 100 jaar voor de eerder opgestelde scenario's, en typen winningen (Jansen et al., 2021; Maring et al., 2022). Deze lange termijn brengt een grote mate van onzekerheid met zich mee: we richten ons in voorliggende studie dan ook op grotere veranderingen en grote ingrepen en niet op details.

Tijdens een werksessie in 2022 zijn de bovenbeschreven aspecten met een groep experts besproken. De uitkomsten hiervan zijn te vinden in Bijlage A.

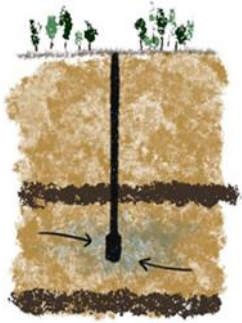
Voor ieder oplossingsconcept worden in dit rapport de volgende aspecten beschreven:

1. Een korte beschrijving van het oplossingsconcept.
2. De bijdrage van het oplossingsconcept aan het vergroten van de flexibiliteit van winningen.
3. Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept.
4. Verdieping van het oplossingsconcept vanuit beschikbare kennis en voorbeeldcasussen.
5. Samenvatting van de toetsing van het oplossingsconcept.

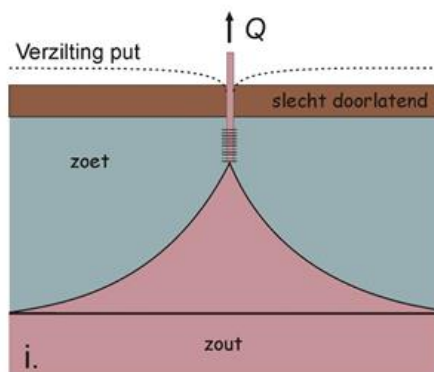
2 Zoet/zout: omgaan met zout en brak grondwater

2.1 Beschrijving oplossingsconcept

Diepe grondwaterwinningen hebben als voordeel dat ze zich ver van mogelijke negatieve beïnvloeding aan het oppervlak bevinden (Figuur 2-1). Een nadeel kan zijn dat sommige van deze winningen zich relatief dicht bij het zoet-zout-grensvlak bevinden. Bij langer of verhoogd winnen wordt brak of zout water naar de winning toe getrokken en kan versnelde verzilting van het watervoerende pakket en uiteindelijk zelfs de drinkwaterbron optreden. Dit probleem is bekend als upconing (Figuur 2-2).



Figuur 2-1: Oplossingsconcept Zoet/zout is vooral toepasbaarheid op diepe grondwaterwinningen.



Figuur 2-2: Schematische weergave van verzilting van een drinkwaterput door upconing (Oude Essink, 2001).

De mate waarin upconing / verzilting optreedt, hangt af van veel factoren, waaronder:

- De geologische opbouw en de doorlatenheden van de verschillende formaties en laagpakketten.
Een belangrijke vraag is bijvoorbeeld, in hoeverre de watervoorraden gescheiden zijn door slecht doorlatende lagen. Een uitdaging hierbij is, dat niet altijd veel bekend is over het voorkomen en de doorlatendheid / weerstand van deze lagen.
- De diepte van het zoet-zout grensvlak en de verschillende zoutgehalten in het grondwater.
De verdeling van het zoutgehalte van het grondwater in Nederland varieert sterk. In algemene zin kan gesteld worden dat de overgang van zoet naar zout water in de kustgebieden ondieper is dan in het binnenland, waar de overgang van zoet naar zout grondwater over het algemeen op grotere diepte ligt (Figuur 2-3). Lokaal kunnen als gevolg van verschillen in geologische ontstaansgeschiedenis of als gevolg van de waterhuishouding grote verschillen optreden. Zo leiden diep ontwaterde polders bijvoorbeeld ook tot upconing en is het zoet-zout grensvlak in de Gelderse Vallei als gevolg van de geologische ontstaansgeschiedenis aanzienlijk minder diep dan onder de

nabij gelegen Veluwe. Ook komen er gebieden voor (bijvoorbeeld in Flevoland) waar zoet grondwater voorkomt onder een laag zout / brak water (zogenaamde inversies). Hoe ondieper / dichterbij de putfilters de overgang van zoet naar zout water, hoe groter de kans op upconing.

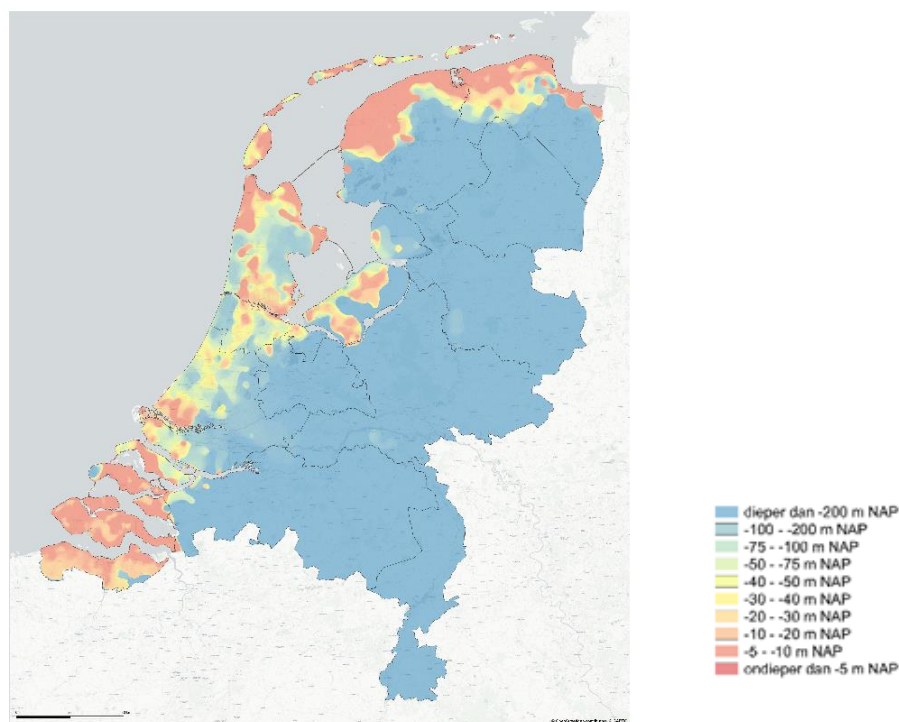
- Onttrekkingsdebiet: hoe groter de onttrekking, hoe groter de kans op upconing en uiteindelijk mogelijke verzilting van de bron.

Naast upconing kan er (met name in kustgebieden) ook sprake zijn van het zijdelings aantrekken van zout water (laterale verzilting of specifiek voor kustgebieden zoutwater intrusie).

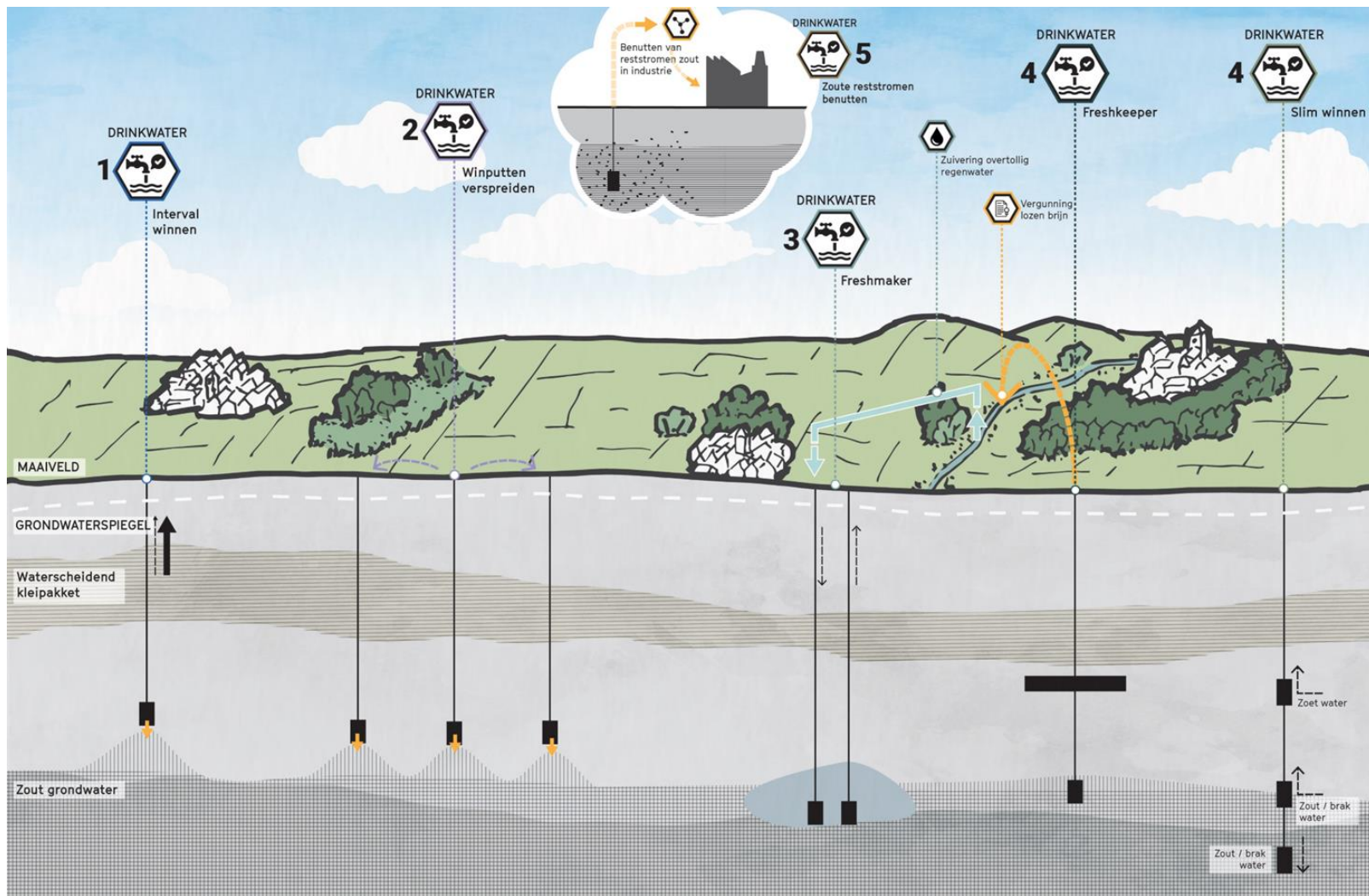
Een mogelijke oplossing is het minimaliseren van de verzilting van de drinkwaterbron door aanpassing van de winstrategie (Figuur 2-4). Hiervoor zijn verschillende opties:

- Afwisselend meer en minder winnen door de tijd: interval winnen.
- Water winnen uit verschillende putten, het vergroten van het wingebied: diffuus winnen.
- Zoet water infiltreren en op later moment winnen.
- Slimme putten: zoet-zout-grensvlak beïnvloeden door slim winnen van zowel zoet als zout water.
- Brakwaterwinning.

Wanneer bij een van deze opties brijn of zout water ontstaat moet een oplossing gevonden worden voor verantwoorde lozing van dit brijn / zout water.



Figuur 2-3: Diepteligging van grensvlak tussen zoet en zout grondwater (op basis van data van Delsman et al. 2020).



Figuur 2-4: Schematische weergave Zoet/zout: oplossingen om winningen flexibeler te maken tegen verzilting (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

2.2 Bijdrage aan flexibiliteit

Aanpassingsvermogen productiehoeveelheid

Kwaliteit en (winbare) hoeveelheid zijn in dit geval sterk gekoppeld. Een belangrijke vraag met betrekking tot verzilting is: welke hoeveelheden kunnen worden gewonnen zonder dat verzilting een beperking vormt. Niet alleen de winbare hoeveelheid water bij variërende vraag is daarbij van belang, maar ook de manier van winnen, bijvoorbeeld met verschillende debieten of op verschillende plaatsen. Een andere belangrijke vraag is bijvoorbeeld wat de invloed van winnen op verschillende locaties of dieptes is in vergelijking met winnen op één punt.

Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Het waterkwaliteitsthema dat bij dit oplossingsconcept centraal staat is het zoutgehalte. Bij een verziltende winning loopt het zoutgehalte sneller op als er meer water gewonnen wordt. De vraag is hoe snel de drinkwaterwinning de verzilting van het grondwater beïnvloedt en hoelang het duurt voor er herstel kan optreden bij verlaging van de onttrekking. Vergroting van de zoetwatervoorraden door infiltratie kan de grondwaterkwaliteit beschermen. Een waterkwaliteitsthema is het brijn dat ontstaat als restproduct bij ontzilting.

Impact op de omgeving

De impact op de omgeving hangt vooral af van de maatregelen om verzilting tegen te gaan. Effecten hierbij kunnen zijn: ruimtebeslag van eventuele extra winningen, ruimtebeslag van eventuele infiltratie en risico op verhoogde grondwaterstanden als gevolg van infiltratie, impact van brijnlozing in geval van winning en ontzilting van brak water.

2.3 Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept

Voor de flexibiliteit van drinkwaterwinningen ten opzichte van zout of brak grondwater zijn twee aandachtspunten van belang.

- 1) In welke mate wordt de winning van zoet grondwater bedreigd door zout of brak grondwater, bijvoorbeeld door upconing zoals hierboven beschreven. Denkend aan de toekomstscenario's die in dit project voor de komende honderd jaar zijn verkend, is daarbij vooral de vraag wat de invloed van zout of brak grondwater is bij forse fluctuaties van de onttrekking per dag/week of maand. Daarnaast is ook de vraag wat de invloed is van forse toename van de winning over langere tijd, of andere veranderingen waardoor mogelijk de impact van zout of brak grondwater groter wordt (bijvoorbeeld zeespiegelstijging of autonome verzilting¹).
- 2) Wanneer uit deze eerste vragen volgt dat negatieve beïnvloeding door zout of brak water een serieus probleem is, komt de tweede vraag naar voren: op welke manieren kunnen winningen flexibeler worden gemaakt tegen bedreiging door zout of brak grondwater, bijvoorbeeld door het vergroten van zoetwatervoorraden (infiltratie) al dan niet in combinatie met winnen en ontzilten van brak water?

Bij de bovengenoemde vragen zijn de volgende aspecten verder relevant:

- *Toepasbaarheid op de winningen bij Vitens*

Bij Vitens zijn er meerdere winningen waarbij verzilting een rol speelt. Het gaat bijvoorbeeld om winningen in de IJsselvallei (Engelse werk-diep, Twello, Diepenveen en Deventer) en in Friesland (Noordbergum en Garyp). De winning Noordbergum is complex, omdat daar zowel upconing als laterale verzilting optreedt. Ook de beïnvloeding door zout grondwater in westelijk Flevoland is een interessant voorbeeld.

- *Het effect op verzilting bij fluctuerende winning op langere termijn*

¹ Verzilting als gevolg van de opwaartse grondwaterstroming onder diep ontwaterde polders.

Het project Flexibele winningen heeft een toekomsthorizon van 100 jaar. Om het effect op verzilting bij fluctuerende winning op langere termijn in te kunnen schatten is het van belang te weten in hoeverre er vanuit eerdere studies kennis over het effect van fluctuaties in onttrekking op het zoet/zout grensvlak op deze tijdschaal.

- *Opties om winningen flexibeler te maken*

Wanneer het zoutgehalte van het grondwater een beperking kan vormen voor de flexibiliteit van winningen, is het zinvol na te denken over opties om de winning hiertegen te beschermen. Enkele opties hiervoor zijn al eerder genoemd: variëren in aanpassen van onttrekkingsdebiet en -duur (harder/zachter pompen, langer/korter pompen) tussen verschillende putten op een winlocatie, meerdere kleinere winningen (spreiding), infiltratie van zoet water in zoute/brakke omgeving, winning en ontzilting van brak water, slim winnen door zoet en zout gescheiden te onttrekken, etc.

Aangezien er al projecten zijn waarin wordt gekeken naar zoet/zout dynamiek bij drinkwaterwinningen hebben we kennis uit eerdere projecten samengebracht en de toepasbaarheid daarvan op Vitens winningen nagegaan. Dit wordt beschreven in de volgende paragraaf.

2.4 Kennis uit eerdere projecten

Er zijn diverse recente of lopende projecten die zich met soortgelijke vragen bezighouden. Hieronder een kort overzicht:

- **COASTAR**

In het project COASTAR² wordt onderzocht hoe drinkwaterwinning vanuit de ondergrond duurzamer kan worden gemaakt, onder meer door het vergroten van zoete grondwatervoorraden door infiltratie, het tegengaan van verzilting en brakke kwel, tijdelijke opslag van zoet water, brakwaterwinning, en optimalisatie van de zoetwaterwinning.

- **Dunea: Multi-bronnen strategie, Pilot brak grondwater, FRESHMAN**

Om beter om te kunnen gaan met de toekomstige uitdagingen, onderzoekt Dunea de toepasbaarheid van vier nieuwe bronnen in aanvulling op het Maaswater dat nu als bron wordt gebruikt³. Een van deze nieuwe bronnen is brak grondwater: ontzilting en benutten brak grondwater voor gebruik als drinkwater.

De optie Brak grondwater heeft veel raakvlakken met de vragen over verzilting bij benutting van diep grondwater. Dunea is recent gestart met een pilot, waarin de haalbaarheid van ontzilting en benutting van brak grondwater in de praktijk wordt onderzocht (FRESHMAN; <https://www.dunea.nl/algemeen/brakgrondwater>). Bij deze pilot wordt brak grondwater aan de onderkant van een zoetwaterbel in de duinen opgepompt. Vervolgens wordt dit water door middel van een aantal zuiveringsstappen ontzilt. De technologie heeft potentieel twee effecten: de strategische zoetwatervoorraad neemt toe en er kan extra drinkwater gewonnen worden (dit is feitelijk een uitwerking van één van de COASTAR concepten). De pilot loopt nog en naar verwachting zullen de resultaten de komende jaren worden opgeleverd.

- **Aquaconnect**

In het onderzoeksprogramma Aquaconnect⁴ worden diverse oplossingen onderzocht waarmee Nederland en ook andere deltagebieden zelfvoorzienend in zoetwatervoorziening kunnen blijven/worden. Hieronder valt ook het benutten van brak (grond)water voor drinkwater. Het project bouwt voort op eerder onderzoek, waaronder COASTAR en Water Nexus¹. De eerder genoemde pilot met brakwaterwinning bij Dunea valt hier ook onder.

² <https://www.coastar.nl/>

³ Multi-bronnen strategie: <https://www.dunea.nl/drinkwater/bronnen-en-strategie/multi-bronnen>

⁴ <https://www.aquaconnect.nu/>

- **Beschikbare bronnen en waterbesparing voor de drinkwatervoorziening voor de provincie Flevoland**

Voor de Provincie Flevoland is een overzicht⁵ gemaakt van de mogelijkheden van brak grondwater als drinkwaterbron. Daarnaast is in het kader van de toekomstverkenning van de drinkwatervoorziening onderzocht wat de winbare hoeveelheid grondwater is op termijn van 100 jaar. Deze modelstudie kan dienen als voorbeeld voor toepassing op typische Vitens winningen⁶.

- **Verziltig IJsselvallei**

In 2017 is door Vitens de verziltingsproblematiek en een mogelijke aanpak daarvan beschreven voor diepe grondwaterwinningen in de IJsselvallei (met name de Deventer winningen: Ceintuurbaan, Zutphenseweg en Diepenveen) (Hoogendoorn, 2017). Uit de analyse bleek dat bij voortzetting van de huidige onttrekkingen op termijn onvermijdelijk verziltig optreedt. Daarbij stabiliseert op termijn het chloridegehalte in de winning op een niveau dat lager is dan het zoute grondwater onder de winning. Dit verschil tussen het chloridegehalte waarop de winning stabiliseert en het onderliggende zoute water wordt veroorzaakt door bijmenging met zoet grondwater.

Voor bestaande winningen wordt geadviseerd de verziltig die op termijn optreedt voor lief te nemen. Ontziltigstechnieken bieden een oplossing om de winningen binnen de vergunningseisen rendabel te houden.

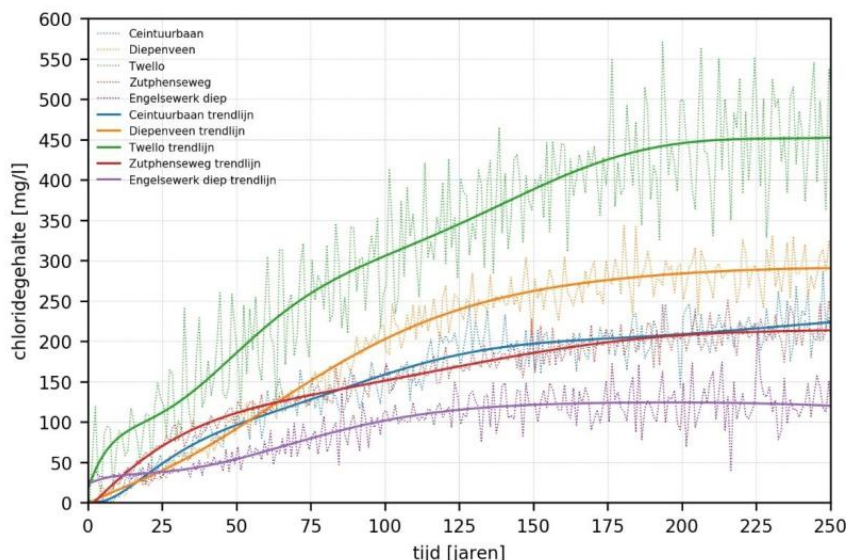
Er worden twee manieren genoemd om met een zoute reststroom om te gaan: injectie in een dieper watervoerend pakket of bovengrondse afwikkeling. Welke van deze opties mogelijk is hangt af van de lokale situatie: voor Deventer lijkt ondergrondse injectie niet mogelijk.

Of handhaving en/of uitbreiding van winningen met verziltig mogelijk is, hangt af van de mogelijkheid om het zoute water of concentraat op een kostenacceptabele, milieuvriendelijke manier kwijt te raken. Wanneer het om beperkte hoeveelheden gaat, kan onderzocht worden of het wellicht nog verantwoord is het zoute water op de IJssel te lozen. Het is de verwachting dat verziltig geen onoverkomelijk bezwaar voor het voortbestaan van de Deventer winningen is, mits verziltig als beheersbaar neveneffect wordt geaccepteerd.

In 2019 is door Tauw voor de vijf drinkwaterwinningen in de IJsselvallei/Sallands Diep (Ceintuurbaan, Zutphenseweg, Diepenveen, Engelse Werk Diep en Twello) onderzocht welk chloridegehalte het onttrokken water uiteindelijk zal bereiken, uitgaande van de huidige vergunde debieten (Oosterhof, 2019). Als tijdshorizon is 250 jaar genomen. Uit de studie bleek dat de chloridegehalten na 125 tot 200 jaar stabiliseren (Figuur 2-5). De concentratie bij stabilisatie verschilt per winning.

⁵ <https://publicwiki.deltares.nl/display/Drinkwaterbronnen/Brak+grondwater>

⁶ <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/grenzen-in-zicht-grondwaterdilemma-s-rond-de-drinkwatervoorziening-in-flevoland>



Figuur 2-5: Berekende chloridegehalten gedurende 250 jaar grondwateronttrekking door vijf winningen in het Sallands Diep. (Uit: Oosterhoff, 2019).

Een mogelijke oplossing is het minimaliseren van de verzilting door aanpassing van de winstrategie. Hiervoor zijn verschillende opties, zoals:

1. Afwisselend meer en minder winnen door de tijd: flexibel winnen.
2. Water winnen uit meerdere putten, spreiding van de winning over een groter gebied: diffuus winnen.
3. Zoet water infiltreren en op later moment terugwinnen.
4. Brakwaterwinning. Vragen die voor brakwaterwinning moeten worden beantwoord zijn: is het technisch en financieel haalbaar, is het bestendig en wat te doen met het restproduct (brijn).

Uit eerdere analyse (Oosterhoff, 2019) volgt dat flexibel onttrekken in zoet/zout gebieden resulteert in verandering van het zoet/brak grensvlak en dat verzilting bij doorgaande winning onvermijdelijk is. Hooguit kan de snelheid waarmee de verzilting optreedt vertraagd worden. Andere (hier niet getoetste) oplossingen zoals Zoetmaker/ Freshkeeper/ Slimme Putten (optie 4), ASR (optie 3), en brakwaterwinning lijken op basis van literatuur veelbelovende manieren om effectief om te gaan met winningen in zoute gebieden.

2.5 Samenvatting van de toetsing

Bij diepe grondwaterwinningen die zich relatief dicht bij het zoet-zout-grensvlak bevinden wordt bij langer of verhoogd winnen brak of zout water naar de winning toe getrokken en kan versnelde verzilting van het watervoerende pakket en uiteindelijk zelfs de drinkwaterbron optreden. Een mogelijke oplossing is het minimaliseren van de verzilting van de drinkwaterbron door aanpassing van de winstrategie. Hiervoor zijn verschillende opties:

- Afwisselend meer en minder winnen door de tijd: interval winnen
- Water winnen uit verschillende putten, het vergroten van het wingebied: diffuus winnen
- Zoet water infiltreren en op later moment winnen
- Brakwaterwinning.

In het zoet-en-zoutconcept zijn kwaliteit en kwantiteit sterk gekoppeld. Het concept zorgt er door de verschillende winstrategieën voor dat de hoeveelheid te winnen water in potentie groot is. Een belangrijke vraag met betrekking tot verzilting is echter: welke hoeveelheden kunnen worden gewonnen zodat verzilting geen beperking vormt? Niet alleen de winbare hoeveelheid water bij variërende vraag is daarbij van belang, maar ook de manier van

winnen. Zo kan winnen op verschillende locaties of dieptes een ander effect hebben dan winnen op één punt.

Het waterkwaliteitsthema dat in dit oplossingsconcept centraal staat is het zoutgehalte. De drinkwaterwinning kan invloed hebben op het optrekken van het zoet-zout grensvlak. Door te variëren met winningsstrategieën is hier op te sturen. Als er toch brakwater gewonnen wordt, is de vraag wat gedaan moet worden met de brijn die mogelijk ontstaat bij ontzilting. Dit is een afvalstroom die geloosd moet worden.

De impact van dit concept op de omgeving is beperkt, mits brijn geen probleem is. Het betreft diepe winningen, waardoor de effecten op de omgeving over het algemeen geringer zijn dan bij ondiepere onttrekkingen en ook de effecten van zaken die in de omgeving gebeuren op de bron beperkt blijven.

Voor- en nadelen

Voordelen van dit oplossingsconcept zijn:

- Diepe winningen hebben weinig invloed van en op de omgeving.
- Grote hoeveelheden water zijn beschikbaar.
- Ondiepe winningen met veel 'schade' kunnen vervangen worden door een winning als deze.

Nadelen zijn:

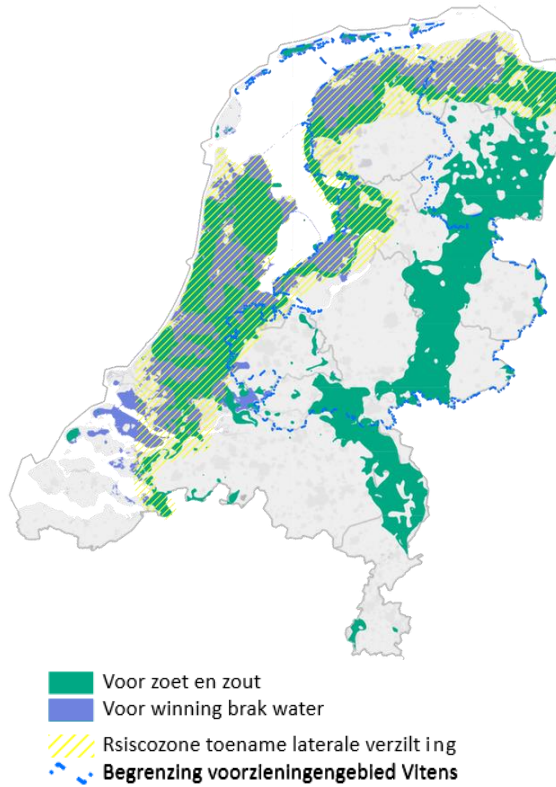
- Bij onafgebroken winnen is verzilting onvermijdelijk.
- Voor brakwaterwinning zijn technische en financiële haalbaarheid en verwerking van het restproduct (brijn) nu nog problemen.
- De oplossingsconcepten kunnen kostbaar zijn door leidingwerk, diepe aanleg, zuivering en reststromen.
- De drukte in de ondergrond neemt toe, o.a. door gebruik voor energietransitie (bijvoorbeeld geothermie). Dit kan concurreren met het gebruik van de ondergrond voor drinkwaterwinning.

Randvoorwaarden

Randvoorwaarde voor deze oplossingsconcepten is de mogelijkheid om de wincapaciteit op/af te schalen of putten anders aan te leggen. Randvoorwaarde voor brakwaterwinning is de technische en financiële haalbaarheid en een oplossing voor het restproduct (brijn).

Waar kansrijk?

Dit oplossingsconcept is toepasbaar bij de meeste huidige grondwaterwinningen bij Vitens die zich ruim boven het zoet-zout-grensvlak bevinden (Figuur 2-6). Verder past dit oplossingsconcept ook bij een aantal diepe zoete grondwaterwinningen relatief dicht bij het zoet-zout-grensvlak.



Figuur 2-6: Waar is het concept zoet-zout mogelijk kansrijk? (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>)

Vervolg vragen

Relevante vragen om bij verdere analyse/toetsing te onderzoeken zijn:

- Wat is de gecombineerde invloed van verzilting en prognoses voor veranderingen in drinkwatervraag op de mate waarin aan die vraag kan worden voldaan?
- Wat is het effect van verschillende oplossingen op mate en snelheid van verzilting?
- Wat zijn de (geschatte) kosten van verschillende alternatieven?
- Welke oplossingen zijn er voor een eventueel brijnprobleem?

3 Bronnenstad ('wonen en winnen')

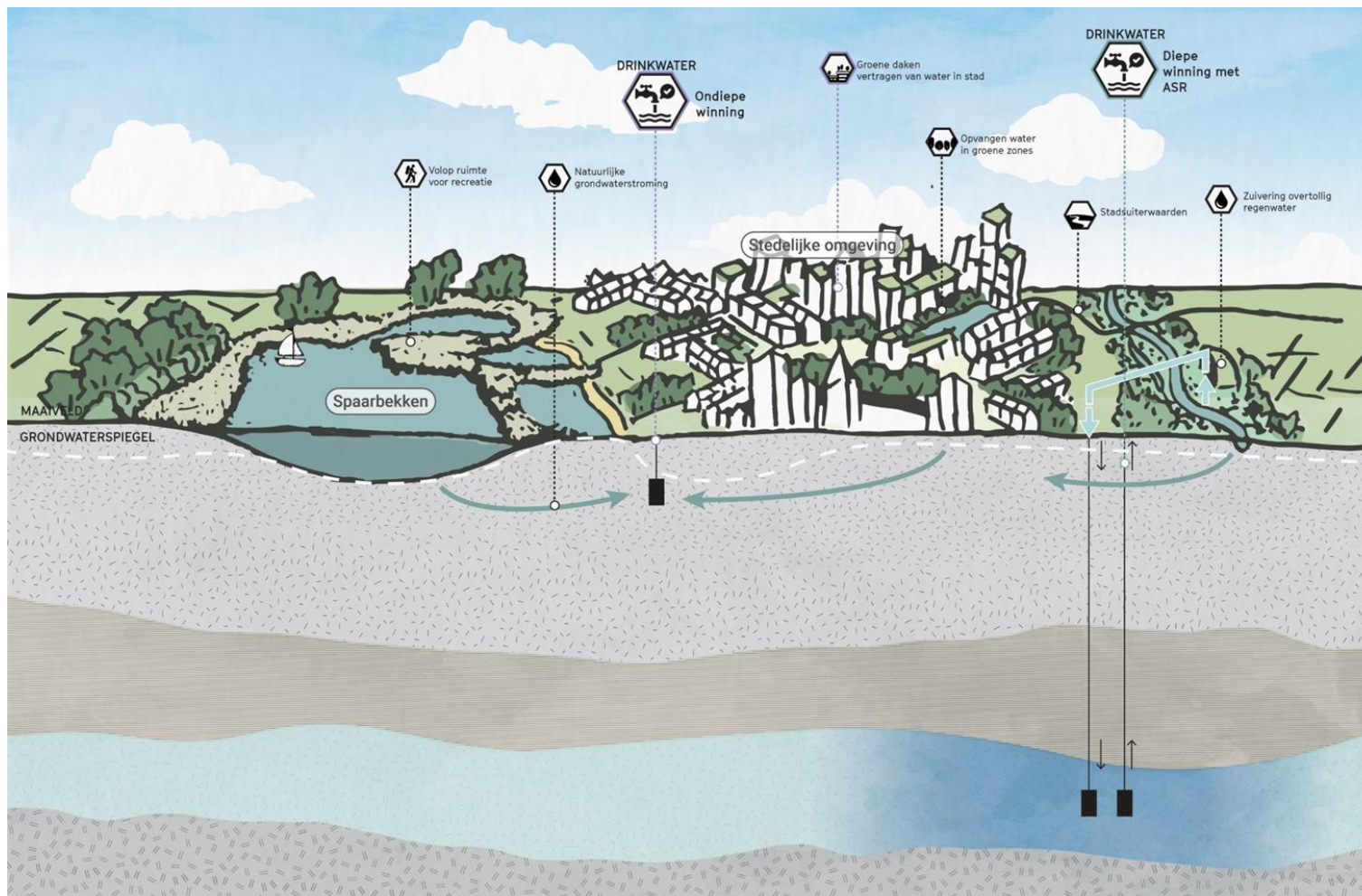
3.1 Beschrijving oplossingsconcept

Steden in Nederland groeien, de drinkwatervraag neemt toe en de ruimte is beperkt. Om tot een toekomstbestendige leefomgeving te komen is het nodig om slim en meervoudig gebruik te maken van de beschikbare ruimte. Daarnaast is er in toenemende mate aandacht voor groene verstedelijking, klimaat adaptief ontwikkelen en een gezonde leefomgeving. Deze kwaliteiten zijn mogelijk verenigbaar met het winnen van drinkwater daar waar de vraag het grootst is.

Bronnenstad heeft als doel een stad of een stadsdeel wat betreft drinkwaterbehoefte zoveel mogelijk zelfvoorzienend te maken. Het oplossingsconcept maakt gebruik van meerdere bouwstenen die er samen voor zorgen dat er altijd voldoende schoon water aanwezig is. In dit concept wordt het gebruikte water aangevuld. Het centrale idee is dat water in stedelijk gebied of een stadsdeel daar ook zo veel mogelijk vastgehouden en beschikbaar gemaakt wordt voor (her)gebruik. Het concept is uit verschillende bouwstenen opgebouwd die er samen voor zorgen dat het verbruikte water zo veel mogelijk wordt aangevuld en zo flexibiliteit garanderen (Figuur 3-1).

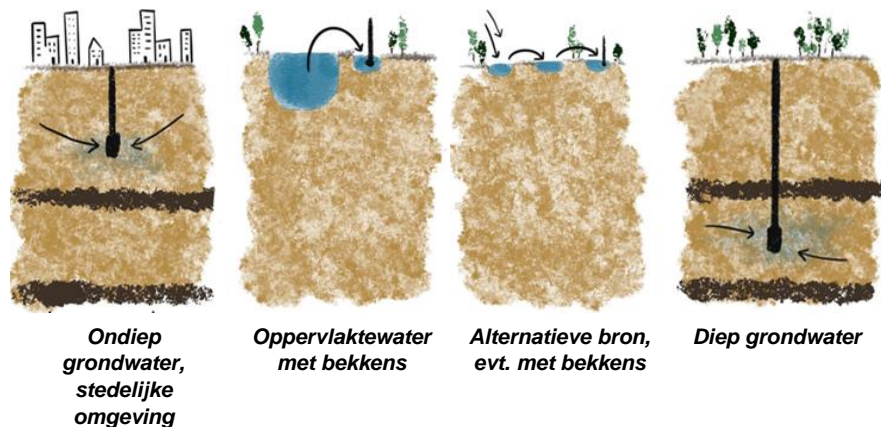
De bouwstenen zijn:

1. Besparing en circulariteit van water.
2. Opvangen van water: zowel oppervlakte- als regenwater.
3. Het opgevangen water laten infiltreren (bodempassage) met als doel om dit weer te onttrekken.
4. Gebruik maken van grondwater en actieve voorraadvorming.
5. Optioneel: overtollig oppervlaktewater diep infiltreren of brakwaterwinning.



Figuur 3-1: Schematische weergave Bronnenstad (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

Bronnenstad is primair toepasbaar op ondiepe grondwaterwinningen in stedelijke omgeving, maar kan ook gecombineerd worden met “Oppervlaktewater met bekkens en Alternatieve bron, eventueel met bekkens. Tenslotte kan ook diep grondwater worden betrokken (Figuur 3-2).



Figuur 3-2: Bronnenstad is vooral toepasbaar op ondiepe grondwaterwinningen in stedelijke omgeving, maar kan ook gecombineerd worden met winningen van oppervlaktewater met bekkens en alternatieve bronnen, eventueel met bekkens. Tenslotte kan ook diepe grondwaterwinning worden betrokken.

3.2 Bijdrage aan flexibiliteit

Aanpassingsvermogen productiehoeveelheid

Doordat in dit concept stevig wordt ingezet op aanvulling van voorraden en voldoende ruimte voor water in het ontwerp, is dit oplossingsconcept goed bestand tegen hogere vraag op bepaalde momenten en ook op lagere vraag en natte weersomstandigheden, mits de omvang van het gebied groot genoeg is. De winning op- en afschalen is in dit oplossingsconcept goed mogelijk en draagt dus flink bij aan het aanpassingsvermogen van de productiekwaliteit. Echter, dit concept voorziet alleen in de watervoorziening van de stad en niet de omgeving.

Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Het oplossingsconcept gaat ervanuit dat de bron (onder de scheidende laag) schoon blijft door gebruiksbeperkingen en door te zorgen dat alleen schoon water geïnfilterd wordt. Mocht de bron toch verontreinigd raken, dan is er daadwerkelijk een probleem. Kwaliteit van infiltrerend water is een essentieel aandachtspunt in dit oplossingsconcept.

Impact op de omgeving

Binnen de randvoorwaarden van de zoekgebieden zal dit oplossingsconcept weinig/geen schokken op de omgeving leveren, mits systemen goed ontworpen worden zodat er bijv. geen (grondwater)overlast kan optreden als gevolg van opvang en infiltratie van water. Of zelfs positief zijn omdat de omgeving wordt ingericht rekening houdend mét de winning, waarbij ruimte voor water en groen bij kan dragen aan leefbaarheid. Dit vraagt veel van de ruimtelijke inrichting en toepassing van schone functies boven de grond.

3.3 Aandachtspunten bij dit oplossingsconcept

Doel van het concept

Bronnenstad kan zowel tot doel hebben om een nieuwe bron voor het winnen van drinkwater aan te boren, of om het stedelijk watersysteem te verbeteren. De twee doelen kunnen mogelijk naast elkaar bestaan. Door het duurzaam inrichten van het stedelijk watersysteem kan een drinkwaterwinning uit de diepere ondergrond mogelijk langer ingezet worden. De slagingskans van het concept is afhankelijk van externe factoren die hieronder worden toegelicht:

Bewustwording en gedrag

Dit concept zet vol in op circulariteit, waarbij het water zo veel mogelijk in het gebied gehouden wordt. De gebruikers van het water wonen dus in en op de bron van hun (drink)water. Dat vraagt ook iets van de bewoners van het gebied waarin dit concept zou worden toegepast. Zij worden namelijk in ieder geval deels verantwoordelijk voor de kwaliteit van hun drinkwater. Zij moeten zich hier dus van bewust worden en blijven. De vraag is hoe dat goed te organiseren is.

Relatie met ruimtelijke ordening (RO)

In dit concept is het van belang dat de openbare ruimte zo ingericht wordt dat het water in het gebied blijft, kan infiltreren en dat de kwaliteit van het water controleerbaar en beheersbaar is. Dat betekent dat er een sterke relatie met de ruimtelijke ordening van de boven- en ondergrond in het gebied bestaat. Dit concept is dan ook het meest interessant bij grootschalige nieuwbouw.

Grondwateraanvulling / voeding van het systeem

Voor de voeding van het systeem is het concept afhankelijk van opvangen hemelwater van verhardingen en directe (infiltratie van) neerslag. De eerste vraag die daarbij naar voren komt is hoe de verhouding is tussen het aanbod van water over een jaar en de vraag. Hiervoor biedt een goede waterbalans inzicht.

Een ander aspect bij het gebruik van hemelwater voor drinkwater is, of de waterkwaliteit daarvan goed genoeg is. De vraag is dan hoe realistisch het is om stedelijk water schoon genoeg te houden of te maken zodat dit kan worden geïnfiltreerd zonder risico's voor vergrijzing / verontreiniging van het grondwater. Er moet voorkomen worden dat onttrekkingen ertoe leiden dat eventuele reeds bestaande verontreinigen zich (ongecontroleerd) verplaatsen. Mits dit onoverkomelijk is, dan zou het als kans gebruikt kunnen worden om de verontreiniging te saneren. Er moet rekening gehouden worden met dat er soms nieuwe of onbekende verontreinigende stoffen worden aangetroffen.

Als directe winning van het water niet het doel is, kunnen de maatregelen ingericht worden om in het eerste watervoerende pakket meer (schoon) water te infiltreren. Hierdoor kunnen effecten van onttrekking uit het tweede watervoerende pakket (deels) gemitigeerd worden door infiltratie in het eerste watervoerende pakket waardoor de druk op de omgeving afneemt.

Buffer

Idee in het concept is dat er zoveel mogelijk water in de bodem opgeslagen wordt. De vraag is in hoeverre dit mogelijk is wanneer er weinig aanvoer is van water of infiltratie lastig is. Hier moet aan gerekend worden op locaties.

Aan het inrichten van een buffer zijn ook risico's verbonden. Zo brengt het infiltreren van water risico's voor de ondergrond met zich mee. Scheidende lagen worden hierbij mogelijk doorboord en dat brengt het risico met zich mee dat eventueel (onverwachts) aanwezige verontreinigingen zich verder kunnen verspreiden. Daarnaast moet er ook oppervlakkig voldoende ruimte gevonden worden om water te bergen.

Waterkwaliteit infiltratiewater

Het is belangrijk dat er normering komt voor de waterkwaliteit van het te infiltreren water. Vanuit KRW-perspectief zou dat van drinkwaterkwaliteit moeten zijn. In bijna alle gevallen zal het water meer of minder gezuiverd moeten worden voordat het in een buffer opgeslagen of geïnfiltreerd wordt. Dit kan op een aantal manieren, waarbij de ene bovengrondse zuivering meer zuivert dan de andere. Andere mogelijke voorbeelden zijn bodempassage, gebruik maken van een reactieve barrière, helofyten, etc (haalbaarheid afhankelijk van de kwaliteit van het bron water).

Als water voor opname in een buffer echt van drinkwaterkwaliteit moet zijn, brengt dit kosten met zich mee. Het water moet vervolgens mogelijk ook na onttrekking gezuiverd worden. Er moet dan afgewogen worden of het dan niet goedkoper is brak/zout water te winnen en dit te zuiveren.

Bodemtransport

Locatiespecifiek onderzoek zal nodig zijn naar de mogelijkheden van infiltratie en optimale terugwinning (bijv. om te voorkomen dat het geïnfiltreerde water wegstroomt).

Winconcepten en bedrijfsvoering

In het oplossingsconcept worden verschillende elementen en winconcepten met elkaar gecombineerd. Dit vraagt om een gevoeligheidsanalyse waarbij rekening gehouden wordt met de hydrologische kringloop, de verschillende schalen waarop natuurlijke en niet natuurlijke processen en concepten worden gecombineerd. Wat zijn daarbij de gewenste schakelmogelijkheden en wanneer worden die ingezet? (Bijvoorbeeld: 's winters ondiep winnen en diep aanvullen en 's zomers diep en uit de buffer winnen.) Welke grenzen zitten hieraan en kan het systeem er mee om gaan?

3.4 Kennis uit eerdere projecten

Vanuit de praktijk zijn er een aantal voorbeelden die binnen dit concept vallen. Een voorbeeld is de winning Heumensoord bij Nijmegen. Dit betreft een winning die voor 60% uit stedelijk water bestaat. Hier waren ook vuilstorten aanwezig. Het betrof een oud landbouwgebied wat verstedelijkt is.

Een ander voorbeeld was het inmiddels gesloten pompstation de Nieuwe Marktstraat, ook bij Nijmegen. Hier was industrie aanwezig met oplosmiddelen, wat een probleem vormde. Bij de Wielerbergmeer in Nijmegen was een winning aanwezig die werd gevoed met kwelwater. Infiltratie in stuwwal fungeerde als grondstof of buffer (daarvoor was er een overstort naar de rivier).

Andere voorbeelden zijn bekend uit Helmond ('wijk van de toekomst'-project), Westland (kassen), Almere (groene wijk) en Culemborg (Lanxmeer).

Uit de genoemde voorbeelden komen de volgende punten voor voren:

- In stedelijke omgeving kunnen historische bodemverontreinigingen voorkomen die een probleem vormen voor drinkwaterwinning (bijvoorbeeld: Heumensoord en Nieuwe Marktstraat, Nijmegen).
- Dit concept lijkt het meest te worden toegepast in relatief jonge stadsdelen met veel groen en mogelijkheid voor groen en ruimte (bijvoorbeeld: Helmond, Almere). In de oudere binnensteden is deze optie waarschijnlijk minder kansrijk.
- Het valt op dat vaak wel plannen terug te vinden zijn, maar geen evaluatie van de effecten.

3.5 Praktijkvoorbeeld: Zwolle Noord

Als praktijkvoorbeeld voor Bronnenstad kijken we naar een casus in Zwolle Noord.

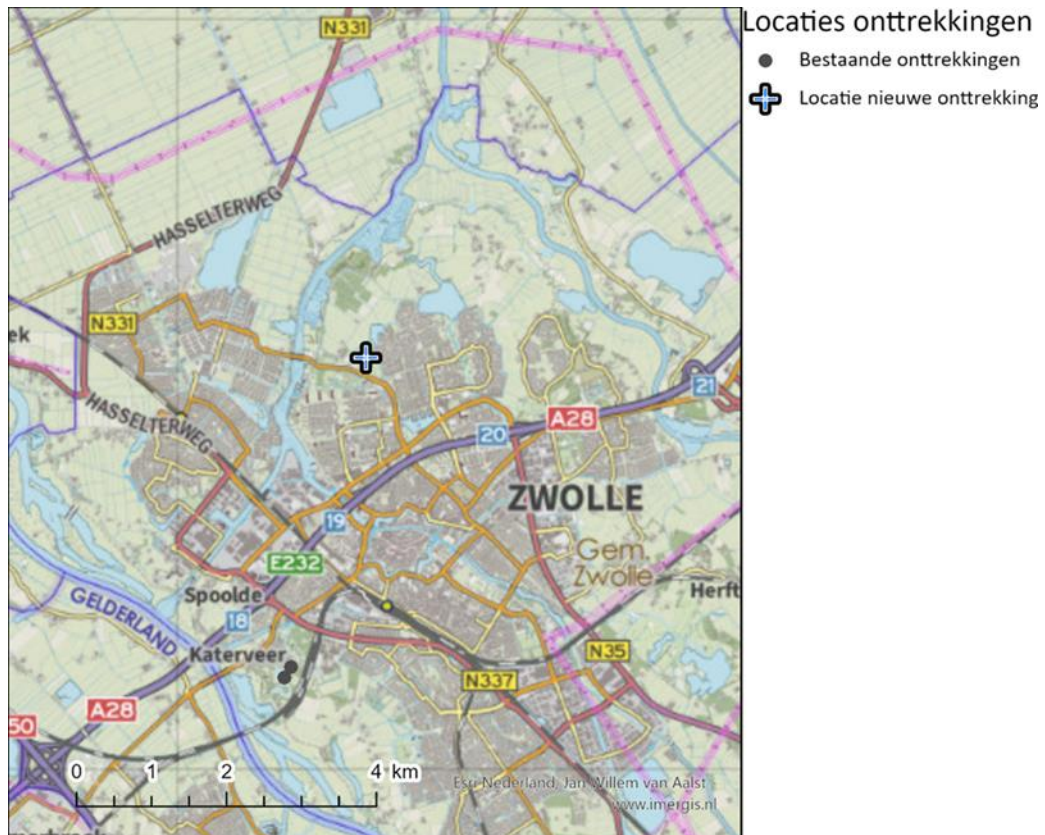
Voor dit stadsdeel is een waterbalans opgesteld op basis van het plan "de Watermachine" dat is opgesteld door Toekomststerk (Toekomststerk, 2013; 2019; 2021). Het idee van dit

project is om de openbare ruimte in het stadsdeel Zwolle Noord een impuls te geven en de wijk daarbij te laten voldoen aan de Zwolse adaptatiestrategie en de gemeentelijke afval-, grond- en hemelwaterzorgplicht. In de openbare ruimte worden binnen dit idee goed doorlatende stroken aangelegd waar regenwater wordt geïnfiltreerd. Vanuit deze stroken kan het water wegzijgen in de ondergrond of oppervlakkig naar de Wijde Aa worden afgevoerd. Zo zou een circulair watersysteem ontstaan waarbij de Wijde Aa het boven- en ondergronds watersysteem verbindt. Tabel 3-1 laat de waterbalans voor de oude en nieuwe situatie in Zwolle Noord zien. In de nieuwe situatie is er een toename van 1.8 Mm³ infiltratie ten opzichte van de oude situatie bewerkstelligd door de maatregelen. Dit voorbeeld laat zien hoe, door slim verkleinen van de waterafvoer en vergroten van de wateraanvoer de beschikbare hoeveelheid water vergroot kan worden.

Tabel 3-1: Waterbalans voor Zwolle Noord in de huidige en nieuwe situatie (bron: ToekomstSterk, 2021)

	Huidige/oude situatie (Miljoen m ³)	Nieuwe situatie (na implementatie plan) (Miljoen m ³)
Neerslag	10	10
Verdamping	5	5.1
Afvoer uit systeem	2.3	0.4
Infiltratie	2.7	4.5
Drinkwater benodigd	1.3	1.3

Als gedachtenexperiment stellen we ons een mogelijk nieuwe onttrekking bij Zwolle Noord voor. Op dit moment wordt water onttrokken aan de Zuidwestzijde van de stad nabij de IJssel. Voor het concept Bronnenstad zou er een onttrekking bij kunnen komen aan de noordzijde van de stad. Het water dat hier extra onttrokken wordt, zal uit het gebied zelf komen. In Figuur 3-3 is de locatie van de bestaande en de nieuwe onttrekking weergegeven.



Figuur 3-3: Ligging van de onttrekkingen in Zwolle.

De winningen zouden via verschillende scenario's bedreven kunnen worden: a) een diepe onttrekking en ondiepe infiltratie, b) diepe onttrekking en diepe infiltratie. In scenario a wordt daarvoor de neerslag afgevoerd naar de Wijde Aa en infiltreert het water daar ondiep. In scenario b wordt het water uit het gebied direct diep het watervoerende pakket geïnfiltreerd en daar ook weer onttrokken.

Infiltratie van water in de winter kan ervoor zorgen dat het grondwaterpeil stijgt. Om in te schatten hoe onwenselijk dit is, moet ingeschat worden hoe groot deze stijging is en waar deze optreedt. Wanneer de grondwaterstanden al wat verder van maaiveld staan, zorgt een lichte stijging waarschijnlijk niet direct voor het optreden van wateroverlast aan het maaiveld of schade.

Een stijging van de GLG kan er voor zorgen dat er in drogere periodes van het jaar meer bodemwater beschikbaar is voor onder andere openbaar groen.

Een daling van de GLG kan leiden tot een aantal negatieve effecten:

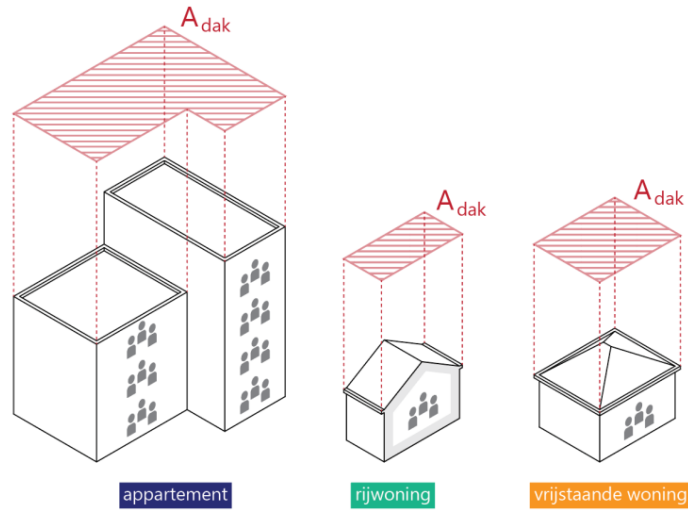
- Er is minder grondwater beschikbaar voor het openbare groen in droge periodes.
- Mogelijk leidt dit ook tot droogvallen van funderingen, wat in geval van houten paalfunderingen een risico vormt, omdat hierdoor paalrot op kan treden.
- Indien er in het gebied ondiep klei in de ondergrond zit, kan daling van de GLG ook leiden tot het krimpen van de klei in de ondergrond (en daarna weer zwellen van de klei als de grondwaterstand weer stijgt). Ook dit kan leiden tot schade aan (ondiep) gefundeerde panden. Hoe groot deze risico's op (ongelijkmatige) zetting zijn, moet geanalyseerd worden.

Opgemerkt moet worden dat er het hele jaar water aanwezig is in de Wijde Aa. Daarom kan ook overwogen worden om in plaats van alleen infiltratie in de winter, juist in de zomer te infiltreren vanuit de buffer die de Wijde Aa vormt.

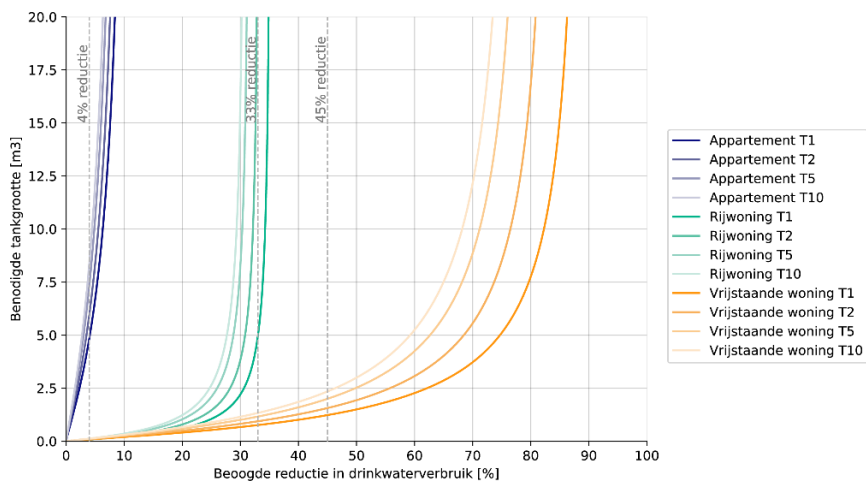
3.6 Inzicht in mogelijkheden voor huishoudelijk regenwatergebruik

Binnen de winoptie Bronnenstad speelt het benutten van infiltrerend regenwater als bron een belangrijke rol. Recent is er een studie uitgevoerd waarbij voor het leveringsgebied van Vitens onderzocht is of en in welke vorm het oogsten van regenwater kan bijdragen aan waterbeschikbaarheid in droge perioden (Deltares, 2023). Dit is onderzocht door de beschikbare hoeveelheid water die als neerslag op het dak te winnen is te vergelijken met het watervraag. Hieruit is de mogelijke besparing in het waterverbruik berekend. Hierbij is uitgegaan van drie typen woningen: appartementencomplexen, rijwoningen en vrijstaande woningen, verschillende in dakoppervlak en watervraag (Figuur 3-4). De waterbesparingsmogelijkheden bleken te verschillen per woningtype: een vrijstaande woning heeft voldoende aan een tank van 5 m³ om tot 75% van de jaarlijkse watervraag te besparen, terwijl voor een appartementencomplex vanwege het kleine dakoppervlak een maximale besparing van 8% te bereiken is (Figuur 3-5).

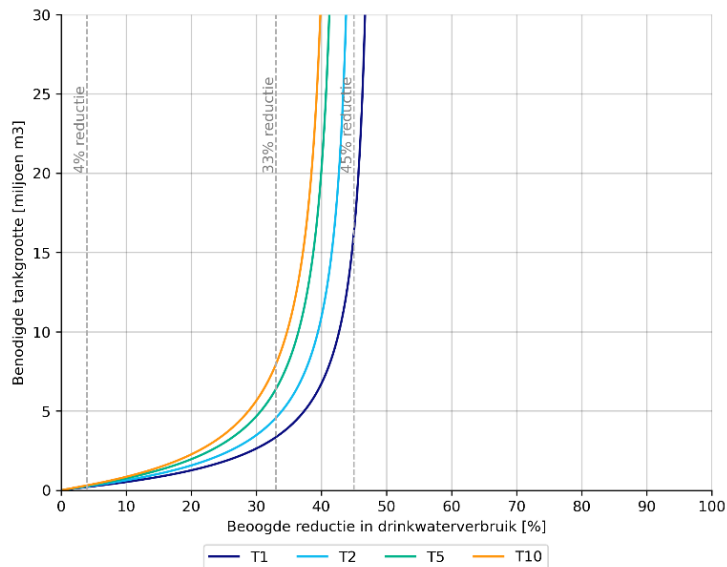
Voor het hele leveringsgebied van Vitens zijn er aanzienlijke besparingsmogelijkheden voor de huishoudelijke drinkwatervraag (Figuur 3-6). Hiermee komt het gestelde doel van een besparing van 20% uit de beleidsbrief "Water en Bodem sturend" binnen bereik.



Figuur 3-4: Woningtypologieën die zijn beschouwd bij studie huishoudelijk regenwatergebruik (bron Deltares 2023).



Figuur 3-5: Berekende waterbesparing voor verschillende woningtypologieën (bron: Deltares 2023)..



Figuur 3-6: Berekende waterbesparing voor het gehele Vitens leveringsgebied (bron: Deltares, 2023).

3.7 Samenvatting van de toetsing

Voor- en nadelen

Bronnenstad heeft een aantal elementen die de flexibiliteit vergroten. Door het doel om de stad zelfvoorzienend te maken, zal de hoeveelheid te winnen water mogelijk voldoende zijn. De wijde omgeving kan echter niet worden voorzien van drinkwater met dit concept. Qua kwaliteit is dit concept kwetsbaar. Wat betreft de effecten op de omgeving: door verweving van functies zijn er mogelijk effecten op en van de omgeving. Er is veel ruimte nodig voor waterberging, maar dit kan ook positieve effecten hebben op de leefbaarheid van de stad.

Voordelen:

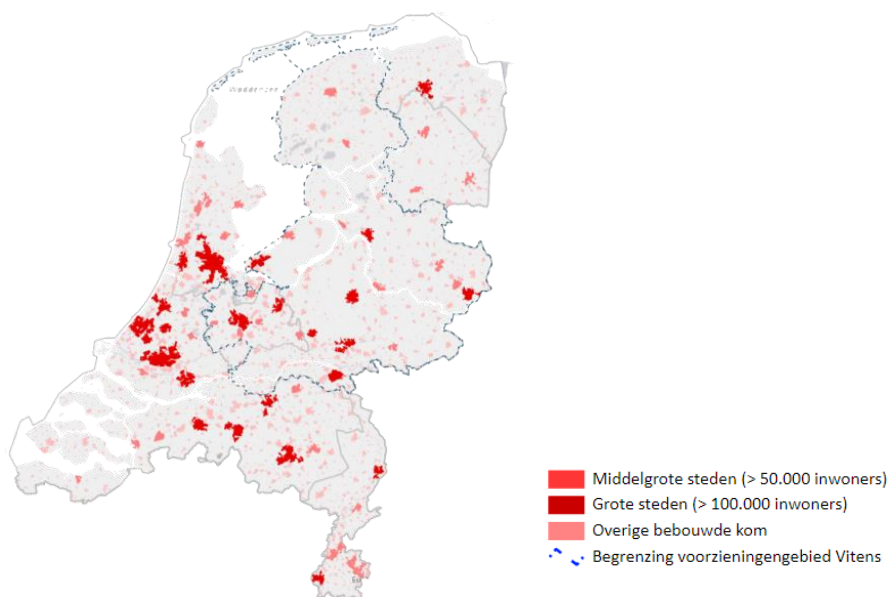
- Zelfvoorziening: effecten op de omgeving zijn minimaal.
- Het concept is goed te combineren met natuur en waterberging in de stad.
- Er zijn al verschillende voorbeelden van het concept op kleine schaal.

Nadelen:

- Voor succesvolle uitvoering van het concept is ruimte, regie en keuzes nodig.
- (Oude) verontreinigingen vormen een risico voor de waterkwaliteit.
- De ruimteclaim kan groot zijn.
- In stedelijke omgeving kan drukte in de ondergrond een knelpunt zijn (o.a. door bodemenergiesystemen).

Waar kansrijk?

Dit concept is meest kansrijk bij grote en middelgrote steden, omdat daar door de schaalgrootte de meeste mogelijkheden bestaan om stedelijk water op te slaan in het grondwater en het later lokaal te winnen. Nieuwbouwwijken bieden de kans om rekening met dit concept te houden in de ruimtelijke ordening (bijvoorbeeld: voldoende ruimte voor infiltratie).



Figuur 3-7: Waar is het concept Bronnenstad kansrijk? (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

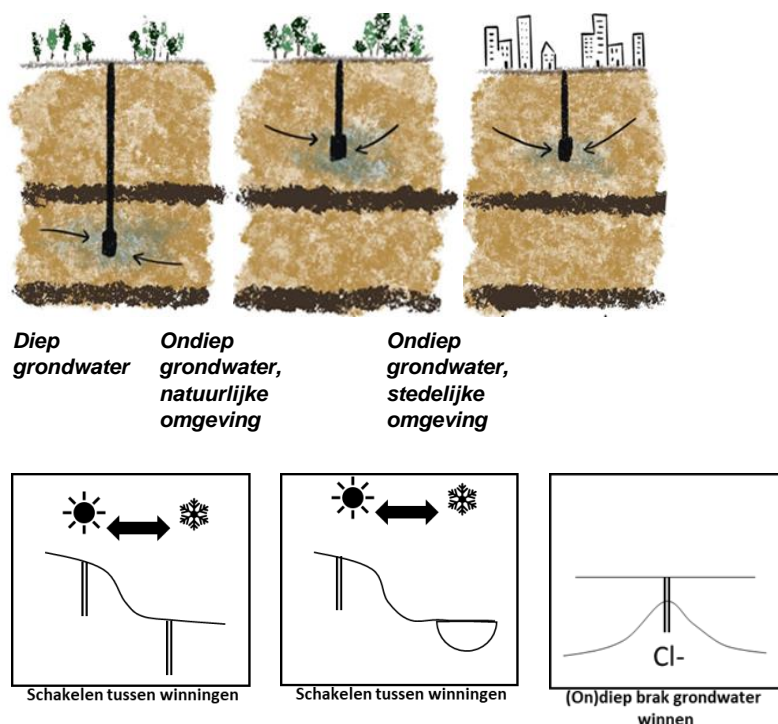
^[1] <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/nederlandse-zoethouder-wereldwijd-toepasbaar-1>

^[2] <http://www.eva-lanxmeer.nl/>

4 Schakelen tussen winningen

4.1 Beschrijving oplossingsconcept

Individuele winningen kunnen onvoldoende flexibel zijn om te kunnen gaan met verschillen in de watervraag door het jaar heen. In geval van een ondiepe winning kan bij een piekvraag in de zomer bijvoorbeeld niet meer onttrokken worden vanwege de effecten op de omgeving, terwijl in de winter misschien wel meer onttrokken zou kunnen worden. Daarnaast kunnen individuele winningen extra kwetsbaar zijn voor het aantrekken van verontreinigingen. Door te schakelen tussen winningen worden verschillende winlocaties gecombineerd ingezet, zodat ze gezamenlijk meer water kunnen onttrekken en gezamenlijk zo weinig mogelijk negatieve effecten hebben op de omgeving. Bij het schakelen tussen winningen wordt gebruik gemaakt van winningen die in andere periodes overcapaciteit/ruimte voor extra onttrekking hebben. Dat betekent dat ze in een ander deel van het systeem moeten staan of een ander watervraagpatroon moeten hebben. Tenslotte kunnen combinatiewinningen worden ingezet voor het mengen van grondwater zodat er minder gezuiverd hoeft te worden. Dit oplossingsconcept is toepasbaar op alle soorten grondwaterwinningen en maakt daarnaast optioneel gebruik van andere bronnen zoals oppervlaktewaterwinning en oeverwaterwinning. Het maakt gebruik van een combinatie van diverse (deel)oplossingen (Figuur 4-1).



Figuur 4-1: Toepasbaarheid op type winningen en gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Schakelen tussen winningen, waarbij de eerste figuur verwijst naar het schakelen tussen grondwaterwinningen en de tweede figuur verwijst naar het schakelen tussen grondwaterwinning en oppervlakte- of oeverwaterwinning.

Het idee van het schakelen tussen winningen is om verschillende winlocaties gecombineerd in te zetten, zodat ze gezamenlijk meer water kunnen onttrekken en gezamenlijk zo weinig

mogelijk negatieve effecten hebben op de omgeving. Een stabiele hoeveelheid drinkwater kan gegarandeerd worden door te schakelen tussen winningen die verschillen in waterbeschikbaarheid of impact op de omgeving. Op deze manier kunnen ook onverwachte gebeurtenissen beter opgevangen worden.

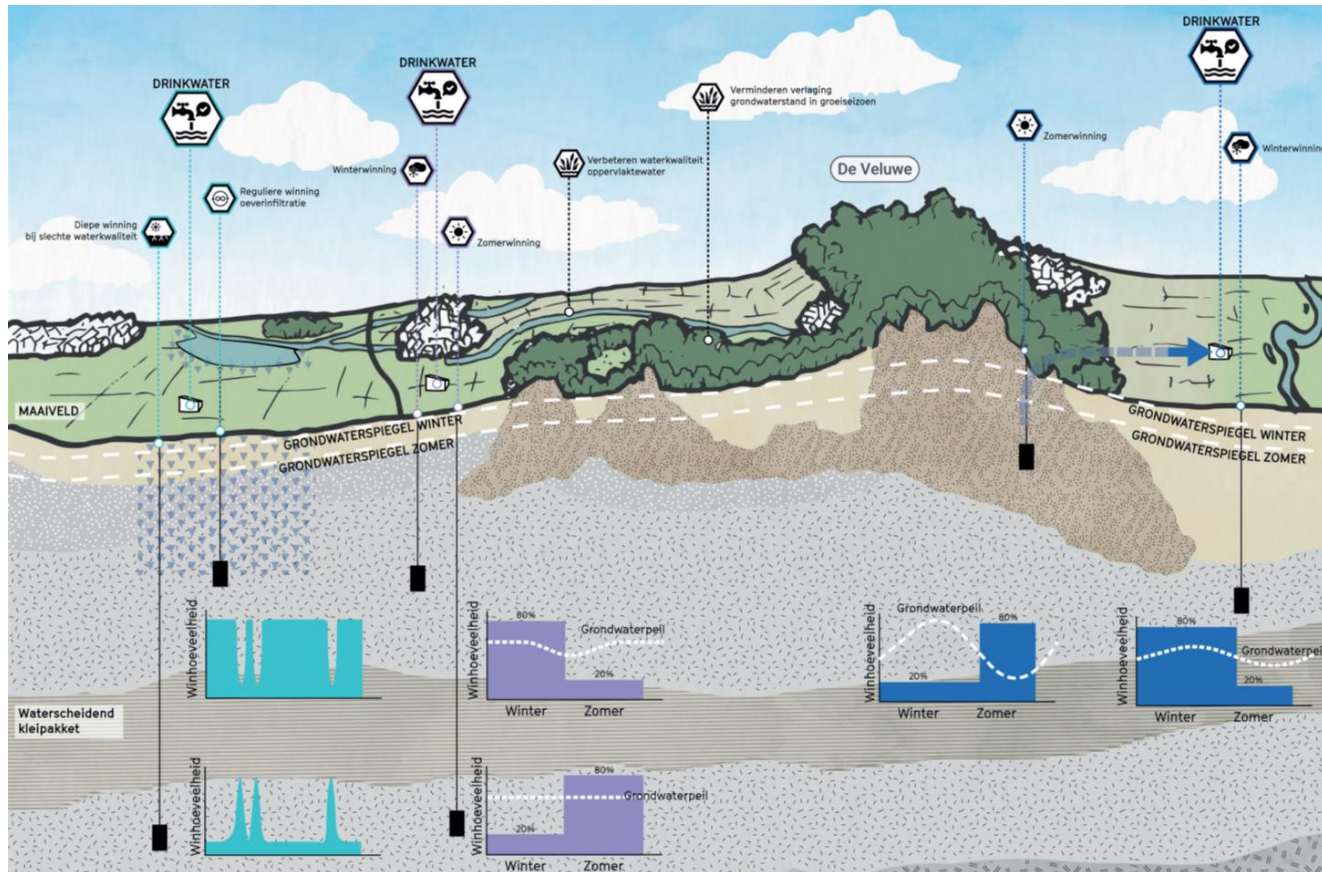
Drie voorbeelden van schakelen tussen winningen zijn:

- Verticaal schakelen: tussen een diepe en een ondiepe winning.
- Horizontaal schakelen: tussen de verschillende plekken.
- Schakelen in de tijd: tussen een zomer- en winterwinning.

Verticaal schakelen maakt de winning minder kwetsbaar voor verontreiniging. De tweede optie, schakelen in de tijd, maakt de winningen beter voorbereid op fluctuaties: bijvoorbeeld seizoensafhankelijke variatie van de watervraag. Ook kan de impact op de omgeving beperkt worden. Wel vereist dit de mogelijkheid om de benodigde aanvullende infrastructuur aan te leggen en is er mogelijk aanvullende zuivering nodig als water met verschillende kwaliteit wordt gewonnen. Door te schakelen tussen verschillende plekken (derde optie) kunnen verschillende type winningen met elkaar worden gecombineerd waardoor wateraanvoer wordt gegarandeerd, of kan overgeschakeld worden naar een andere winning wanneer er een negatief effect optreedt bij een winning (verontreiniging of impact op omgeving).

Combinatiewinningen kunnen meer vergunde capaciteit en aangepaste verbindinginfrastructuur vereisen. Vitens heeft al een aantal combinatiewinningen (bijv. Witharen/Archemerberg, Herikerberg/Goor, Ritskebos/Garyp/Nij Beets). Nu worden deze combinatiewinningen vooral ingezet voor het mengen van grondwater zodat er minder gezuiverd hoeft te worden. Er is daar dus alleen sprake van een hogere flexibiliteit voor de waterkwaliteit.

De mate waarin winningen geschakeld kunnen worden hangt sterk af van de mate waarin bovengenoemde combinaties gemaakt worden en de mate waarin deze meerwaarde opleveren (minder effect van winningen). Daarnaast is een belangrijke randvoorwaarde: is schakelen ook bedrijfstechnisch mogelijk? Hierbij is vooral van belang wat het effect is van mengen van water van verschillende bronlocaties, wat de aanvullende zuivering is die moet plaatsvinden, en welke aanvullende infrastructuur moet worden aangelegd om de distributienetwerken van verschillende winningen met elkaar te verbinden.



Figuur 4-2: Schematische weergave Schakelen tussen winningen (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

4.2 Bijdrage aan flexibiliteit

Impact op de omgeving

Schakelen tussen winningen kan beter aansluiten bij de dynamiek van het watersysteem en daarmee kan Vitens een positieve bijdrage leveren aan de leefomgeving. Bij mogelijke negatieve gevolgen van onttrekking op de omgeving kan de onttrekking worden overgenomen door een andere winning. Het gaat om tijdsgebonden effecten weg te nemen, met name in verband met variatie in watervraag of seizoensgebonden variatie in grondwaterstanden. Winningen kunnen een bijdrage leveren aan het voorkomen van wateroverlast tijdens de nattere seizoenen, waardoor de lasten van het waterschap voor het verlagen van (grond)waterstanden dalen. Door schakelen zijn er wel meer winlocaties nodig en dit betekent meer gebieden die een beschermingsstatus krijgen.

Aanpassingsvermogen productiekwantiteit

Schakelen tussen winningen kan een hoge bijdrage geven aan het inrichten van een robuust watersysteem in Nederland. Er kan gewisseld worden naar bron (type, locatie, diepte) wanneer waterkwantiteit niet voldoet en om negatieve effecten op bijv. natuur te verminderen, wanneer een winning met effecten op verdroging ontlast kan worden. Per scenario (bijv. droogte) en per regio kan er geschakeld worden naar de optimale combinatie van winningen/bronnen. Dit kan ook door redundantie in vergunningen en infrastructuur in te bouwen om te kunnen schakelen in verband met variatie in drinkwatervraag in een jaar, maar ook over jaren heen. Er kan worden overgestapt op alternatieve bronnen als de beschikbaarheid van conventionele bronnen ontoereikend is, bijvoorbeeld in geval van droogte. Flexibiliteit neemt nog verder toe naarmate meer winningen met elkaar in verbinding staan.

Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Klanten verwachten dat de kwaliteit van het drinkwater constant is. Door schakelen tussen verschillende winningen is dit een grotere uitdaging. Randvoorwaarde is dat er een robuuste zuivering is. Door verschillende bronnen te verbinden aan één zuiveringsinstallatie is het mogelijk om via slimme sturing flexibel te schakelen tussen putten en strengen (putgroepen) met wisselende kwaliteit. Vereiste daarbij is dat het grondwater uit de verschillende winvelden naar een centraal productiebedrijf wordt gebracht. Idealiter treedt er schaalvergroting op door de schakelcombinatie. Bij juiste menging van waterstromen kan dit leiden tot minder zuiveringsinspanning. Dit is maatwerk. Bijvoorbeeld minder diep ontharden levert duurzaamheidswinst op. Er kan gewisseld worden van bron (type, locatie, diepte) wanneer waterkwaliteit van een specifieke locatie niet voldoet.

4.3 Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept

Uitdagingen/openstaande vragen om het combineren van drinkwaterwinningen te toetsen liggen vooral op de volgende vragen:

- Hoe groot is het effect van gecombineerde winning op de omgeving voor verschillende scenario's?
- Hoe groot is de winst in winbare hoeveelheden die bereikt kan worden door het combineren van winningen?
- Kunnen de winningen tegelijk worden ingezet gedurende een korte periode (week) tijdens piekvraag en wat zijn dan de effecten op de omgeving?
- Wat zijn de consequenties van de verschillen in waterkwaliteit van het ruwwater (bijvoorbeeld op zuiveringsinspanning)?
- Wat zijn de consequenties voor infrastructuur?
- Wat zijn kansrijke gebieden of eigenschappen voor combinatie van winningen, en wanneer is combinatie juist moeilijk/onmogelijk?

- Zijn er verschillen tussen de winningen waardoor er in geval van koppelen van winlocaties kansen ontstaan? (Analyse van watervraag in de tijd en geografisch, analyse van effecten van onttrekking in ruimte en tijd.)
- Kunnen er in geval van koppelen kansen ontstaan voor waterkwaliteit? (Analyse van verschillen in waterkwaliteit in ruimte.)

Voor de combinatie tussen een winning in een ontwaterd gebied (winterwinning) en niet ontwaterd gebied (zomerwinning) zijn tijdsafhankelijke berekeningen nodig om de kwantitatieve benutting te toetsen. Hierbij is vooral de interactie tussen kwel- en infiltratiegebieden ten opzichte van de huidige situatie van belang. Ook moet gekeken worden naar de meerjarige verhouding tussen onttrekkingen met een veranderend klimaat en of een flexibele onttrekking hierin mee kan bewegen.

Het schakelen tussen winningen is complex in de bedrijfsvoering van winnen, zuiveren en leveren vergeleken met continu opererende winvelden en zuiveringen. De baten, kosten en risico's dienen integraal uitgewerkt en meegenomen te worden in de afwegingen.

De hierna beschreven casussen richten zich vooral op de eerste en tweede vraag: wat zijn winbare hoeveelheden en hydrologische effecten op de omgeving?

4.4 Voorbeeldcasussen

Hoe zou schakelen tussen winningen er uit kunnen zien?

Twee casussen zijn geformuleerd: een combinatie van een zomer- en winterwinning, en een combinatie van een diepe en ondiepe winning.

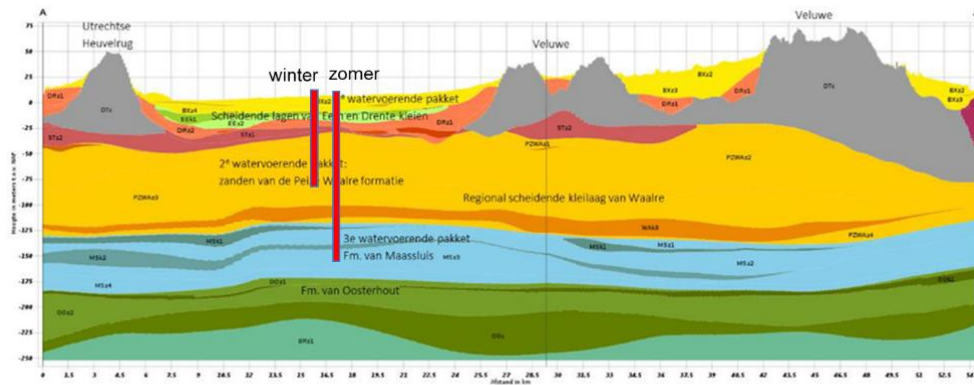
Casus 1: Schakelen tussen zomer- en winterwinning

In deze case wordt een winning waar jaarrond voldoende water gewonnen kan worden gecombineerd met een winning waar dit niet zo is, zodat mogelijke negatieve effecten van de tweede op de omgeving geminimaliseerd kunnen worden. In deze case gaan we uit van een bestaande Vitens-winning ten westen van Apeldoorn.

Als alternatief wordt voorgesteld om te schakelen tussen een zomer- en een winterwinning. Als zomerwinning kan in dit voorbeeld een winning bij de Amersfoortseweg worden gebruikt. Door hier uitsluitend in de zomer te winnen in plaats van jaarrond vindt er netto minder onttrekking plaats ten opzichte van de huidige situatie. Als winterwinning wordt een hypothetische winning in het gebied ten noordoosten van Apeldoorn voorgesteld. Hier is voldoende water beschikbaar in de winterperiode, alleen in de zomerperiode niet zonder dat er schade op gewassen ontstaat. Voordeel van deze combinatie van winningen is dat negatieve effecten aan de oppervlakte verminderd kunnen worden in combinatie met hogere waterbeschikbaarheid voor drinkwatervoorziening.

Casus 2: Schakelen tussen diepe en ondiepe winning (Figuur 4-3)

In deze casus wordt een combinatie gemaakt tussen een diepe en ondiepe winning, waarbij in de zomer diep wordt onttrokken en in de winter ondiep. Mogelijke voordelen zijn een verminderde grondwaterstandverlaging in het groeiseizoen en meer infiltratie in de winter.



Figuur 4-3: Case schakelen diepe/ondiepe winning: dwarsdoorsnede.

Om iets concreter te illustreren hoe een combinatie van twee winningen er uit kan zien, is in Tabel 4-1 en Tabel 4-2 weergegeven welke scenario's kunnen worden geformuleerd voor twee casussen voor schakelen tussen winningen: een combinatie van een diepe en een ondiepe winning en een combinatie van een zomer- en winterwinning. In het referentiescenario wordt niets onttrokken. In scenario A wordt alles onttrokken bij de winning waar we de meeste negatieve effecten verwachten. Scenario B is het scenario waarbij meer wordt onttrokken dan met een enkele onttrekking, maar waarbij gepoogd wordt de negatieve effecten te beperken door winningen te combineren.

Tabel 4-1: Scenario's schakelen tussen winningen.

Scenario	Diep / ondiep Barneveld	Zomer/ winter Apeldoorn NO
Referentie	Niets	Niets (Amersfoortseweg staat uit)
Scenario A	Volledig bovenste pakket onttrekken	Volledig Apeldoorn NO onttrekken 12 Mm ³
Scenario B	Maart-Juni Diep, Juli-Feb Ondiep (zie geel kader)	Maart-Juni Amersfoortseweg, Juli-Feb Apeldoorn NO (zie geel kader)

Tabel 4-2: Verdeling van de onttrekking over het jaar heen voor de verschillende locaties voor schakelen tussen winningen (scenario B).

Locatie 1	Totaal per jaar (M m3)	Januari	Februari	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Augustus	September	Oktober	November	December
Amersfoortseweg	4				1	1	1	1					
Apeldoorn NO	8		1	1					1	1	1	1	1
Locatie 2	Totaal per jaar (M m3)	Januari	Februari	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Augustus	September	Oktober	November	December
Gelderse Vallei diep	4				1	1	1	1					
Gelderse Vallei ondiep	8		1	1					1	1	1	1	1

4.5 Samenvatting van de toetsing

Voor- en nadelen

Hoewel dit concept technisch uitdagend is en vraagt om flinke investeringen, o.a. in de infrastructuur, draagt dit concept sterk bij aan flexibiliteit. Door te schakelen tussen winningen in diepte, tijd en ruimte, kan op allerlei soorten scenario's gereageerd worden, zonder grote effecten op de omgeving te veroorzaken.

Voordelen zijn meer flexibiliteit in drinkwateraanbod en minder impact op de omgeving.

Nadelen zijn, dat aanvullende infrastructuur nodig is en dat aanvullende zuivering nodig is bij afwisselende watersamenstelling.

Schakelen tussen winningen kan een hoge bijdrage leveren aan het inrichten van een robuust watersysteem in Nederland. Er kan gewisseld worden naar bron (type, locatie, diepte) wanneer waterkwantiteit niet voldoet en om negatieve effecten op bijvoorbeeld natuur te verminderen. Er kan worden overgestapt op alternatieve bronnen als de beschikbaarheid van conventionele bronnen ontoereikend is, bijvoorbeeld in geval van droogte. Door schakelen tussen verschillende winningen is een constante waterkwaliteit een grotere uitdaging. Randvoorwaarde is dat er een goede zuivering is. Door verschillende bronnen te verbinden aan één zuiveringsinstallatie is het mogelijk om via slimme sturing flexibel te schakelen tussen putten met wisselende kwaliteit. Vereiste daarbij is dat het grondwater uit de verschillende winvelden naar een centraal productiebedrijf wordt gebracht. Idealiter treedt er schaalvergroting op door de schakelcombinatie. Bij juiste menging van waterstromen kan dit leiden tot minder zuiveringsinspanning. Er kan gewisseld worden van bron (type, locatie, diepte) wanneer waterkwaliteit niet voldoet.

Winningen kunnen beter aansluiten bij de dynamiek van het watersysteem en daarmee aan de leefomgeving. Bij mogelijke negatieve gevolgen van onttrekking op de omgeving, kan de onttrekking worden overgenomen door een andere winning. Het gaat om het wegnemen van tijdsgebonden effecten, met name in verband met variatie in netto neerslag. Winningen kunnen een bijdrage leveren aan het voorkomen van wateroverlast tijdens nattere seizoenen. Door schakelen zijn er wel meer winlocaties nodig en dit betekent meer gebieden die een beschermingsstatus krijgen.

Randvoorwaarden

- Voldoende capaciteit en waterkwaliteit in de verschillende watervoerende pakketten.
- Combinatie van twee winningen met verschillende karakteristieken op overbrugbare afstand.
- Aanvullende infrastructuur mogelijk.
- Aanvullende zuivering bij afwisselende watersamenstelling mogelijk.

Waar kansrijk?

Schakelen tussen winningen is toepasbaar voor diepe en ondiepe winningen, in landelijk en stedelijk gebied. Het concept is kansrijk in lage (veelal peilgestuurde) en hoger gelegen (vrij afwaterende) gebieden waar winning horizontaal tussen beide afgewisseld kan worden (Figuur 4-4, links). Ook is dit concept kansrijk waar verticaal geschakeld kan worden tussen verschillende, door kleilagen gescheiden, watervoerende pakketten (Figuur 4-4, rechts). Voorwaarde hierbij is wel dat de kleilaag voldoende dik en vlakdekkend is en dat het diepere watervoerend pakket niet te zout is (zoals in west-Nederland).

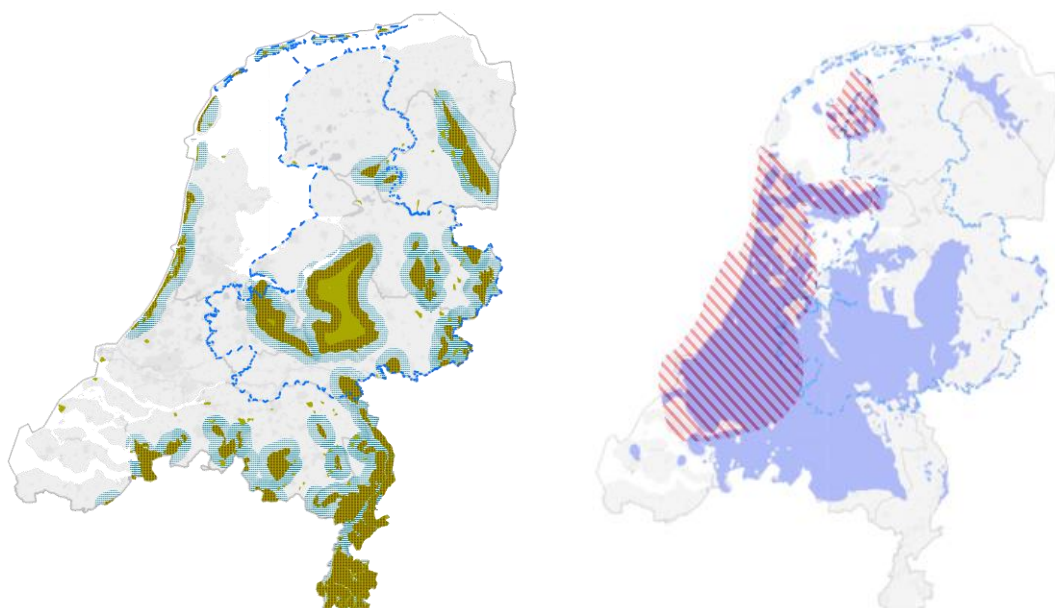
Waar is horizontaal schakelen mogelijk kansrijk

- Traag reagerend grondwatersysteem (heuvelruggen en omgeving)
- Peilbeheerd gebied
- ⋯ Begrenzing voorzieningengebied Vitens

Waar is het concept verticaal schakelen mogelijk kansrijk

- Voor verticaal schakelen tussen winningen
- ⋯ Begrenzing voorzieningengebied Vitens

▨ Valt af door te brakke/zoute ondergrond



Figuur 4-4: Waar is schakelen tussen winningen mogelijk kansrijk? Links: horizontaal schakelen, rechts: verticaal schakelen (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

5 Wateraccu – Infiltratie en ondergrondse opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater

5.1 Beschrijving oplossingsconcept

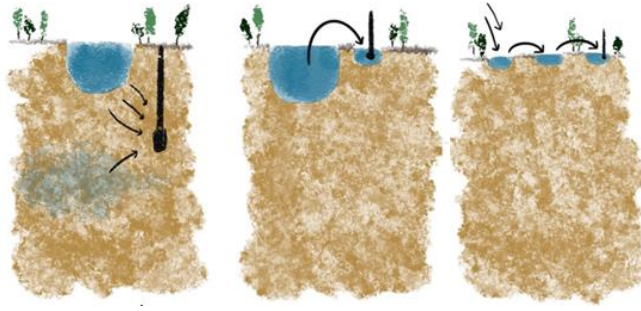
Vitens gebruikt momenteel vooral grondwater als drinkwaterbron. Oppervlaktewater of oevergrondwater kan ook ingezet worden als bron in het Vitens drinkwatervoorzieningsgebied. Oppervlaktewater kan direct ingezet worden voor de bereiding van drinkwater (na zuivering), of grootschalig worden geïnfiltreerd in de ondergrond. In delen van Nederland wordt oppervlaktewater en oevergrondwater al gebruikt voor de drinkwatervoorziening. Om kwaliteitsrisico's te mitigeren, gebeurt dit in combinatie met infiltratie via bekkens (of pannen), of middels opslag en selectieve inname in grote spaarbekkens zoals in de Biesbosch door Evides. Infiltratie van (voorgezuiverd) rivierwater / IJsselmeerwater in duingebieden wordt toegepast door Dunea, Waternet en PWN. Bij oeverwinningen (o.a. toegepast door Oasen) wordt voor een belangrijk deel toestromend rivierwater onttrokken waarbij de bodem benut voor gedeeltelijke zuivering. Centraal in dit concept staat het ondergronds bergen van oppervlaktewater voor het aanvullen van de grondwatervoorraad om drinkwater uit te winnen of aanvulling van het grondwatersysteem om effecten van drinkwaterwinning te verminderen. Onder invloed van klimaatverandering komen droge zomers steeds vaker voor. Tegelijkertijd nemen ook perioden van extreme regenval toe. Door het wateroverschot in natte perioden actief te infiltreren ontstaat er een buffer om de drogere zomers te overbruggen. Door oppervlaktewater niet af te voeren maar in de bodem te infiltreren wordt de watervoorraad in de ondergrond vergroot. Deze voorraad kan worden ingezet voor tijdelijke of permanente toename in drinkwatervraag. Het infiltrerende water kan uit verschillende bronnen komen, bijvoorbeeld rivierwater of beekwater. De hoeveelheid water die kan worden opgeslagen is vooral afhankelijk van de ruimte die hiervoor beschikbaar is in de ondergrond en het lekverlies door drainagemiddelen. Deze wordt bepaald door de ruimte tussen maaiveld en de grondwaterstand, en door kenmerken van het watersysteem.

Opslag in bekkens is al bekend van diverse locaties in Nederland en aanvullende toepassing hiervan bij Vitens is onderzocht (Overbeek et al., 2022). Dit alternatief heeft als belangrijke barrières dat er voldoende ruimte moet zijn voor spaarbekkens of infiltratiebekkens en dat een aanzienlijke zuiveringsopgave nodig is om oppervlaktewater geschikt te maken voor drinkwater.

In dit project kijken we vooral naar ondergrondse opslag (Figuur 5-2). Bovengrondse opslag (in spaarbekkens) kost ruimte en wordt waarschijnlijk pas kansrijker bij de combinatie met verschillende gebruiksfuncties.

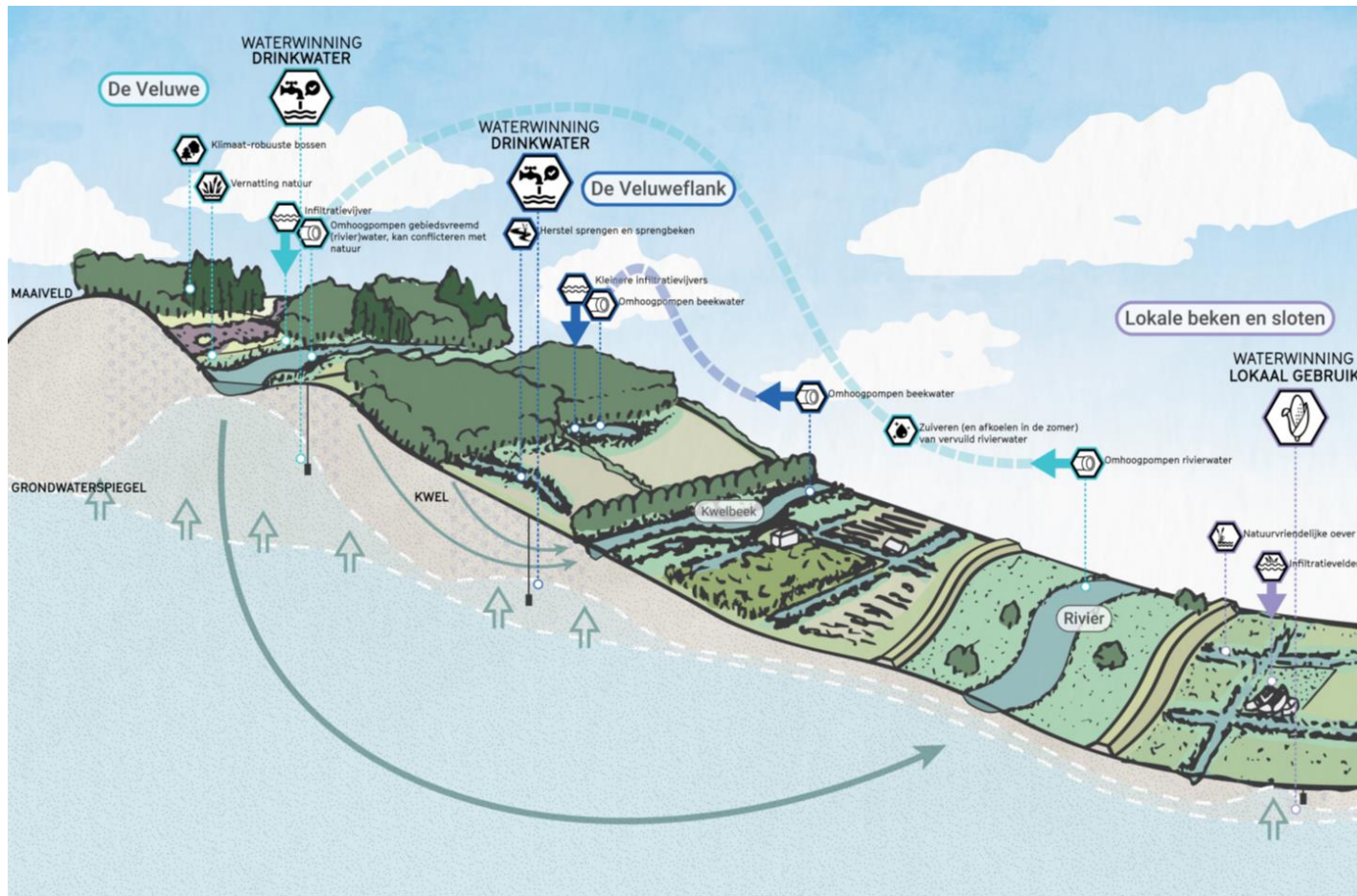
Transport van het water voor infiltratie speelt een grote rol binnen dit concept. Er moet worden nagedacht hoe het water naar de plek van infiltratie gebracht kan worden, de uitdagingen die dit met zich meebrengt en wat de kosten zijn. Daarnaast is de waterkwaliteit een zeer belangrijk aandachtspunt. Ook de inpassing in de omgeving is belangrijk.

Dit oplossingsconcept is toepasbaar op oppervlaktewater- en oevergrondwaterwinningen en eventueel als alternatieve bron met bekkens (Figuur 5-1). Daarnaast wordt bij wateraccu een combinatie gemaakt van infiltratie van oppervlaktewater en daarna volgende winning van de ontstane ondiepe grondwatervoorraad.



Oevergrondwater Oppervlaktewater met bekkens Alternatieve bron, evt. met bekkens

Figuur 5-1: Toepasbaarheid op type winningen bij oplossingsconcept Infiltratie en opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater.



Figuur 5-2: Schematische weergave Wateraccu (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

5.2 Bijdrage aan flexibiliteit

Aanpassingsvermogen productiekwantiteit

De voordelen van dit oplossingsconcept is dat er meer flexibiliteit in aanbod is doordat de grondwatervoorraad wordt aangevuld met oppervlaktewater. Daarnaast is oppervlaktewater, met name in het winterhalfjaar, in voldoende mate beschikbaar.

Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Eén van de belangrijkste uitdagingen van dit oplossingsconcept is de waterkwaliteit van oppervlaktewater voor infiltratie. Daarbij kan het gaan om chemische verontreinigingen, maar ook om biologische verontreinigingen. Idealiter is het infiltratiewater schoner dan het grondwater, maar dat is meestal niet het geval. Naast verontreiniging van het water kan infiltratie van oppervlaktewater in het grondwatersysteem bovendien leiden tot veranderingen in de samenstelling, o.a. macronutriënten, van het grondwater.

Om de waterkwaliteit op te vangen moet vaak voorzuivering worden toegepast. Daarnaast is monitoring van de waterkwaliteit nodig en aanvoer van verontreinigd water kan leiden tot een tijdelijke innamestop.

Impact op de omgeving

Door meer water in de ondergrond op te slaan dan er wordt onttrokken, kunnen negatieve effecten van drinkwaterwinning op de omgeving zoals verdroging in het algemeen en specifieke effecten op natuur en landbouw in het bijzonder verminderd worden. Dit positieve effect is een van de belangrijkste redenen om voor deze optie te kiezen.

Daarnaast kan waterberging ook negatieve impact hebben op de omgeving doordat de grondwaterstand verandert (vernatting). Dit kan worden ondervangen door een goed ontwerp.

Verder is er ruimte nodig voor infiltratievoorzieningen en voor het benodigde transportnetwerk om het water op de infiltratieplek te krijgen.

5.3 Aandachtspunten voor dit oplossingsconcept

Een aantal belangrijke vragen die bij de toetsing en vervolg aandacht verdienen zijn:

- Welke effecten heeft infiltratie op de drink- en grondwaterkwaliteit en hoe kunnen kwaliteitsrisico's gemitigeerd worden?
- Wat is de waterkwaliteit van het infiltratiewater? Is het nodig om water voor te zuiveren? En welke zuivering is vervolgens nog nodig na onttrekking? Is er een oplossing voor de vrijkomende reststromen?
- Hoeveel water kan waar worden opgeslagen en hoe lang blijft deze extra voorraad beschikbaar in het systeem?
- Analyse van de infiltratiemogelijkheden: hoeveel water kun je hoe snel geïnfiltreerd krijgen?
- Hoeveel ruimte is er nodig voor de berging van dit water (dikte onverzadigde zone en ruimtebeslag aan het oppervlak)?
- Hoe groot zijn de positieve effecten zoals toename van kwel, vernatting van aangrenzende natuurgebieden, toename van de afvoer van sprengen?
- Hoe groot zijn de negatieve effecten zoals wateroverlast (te hoge grondwaterstanden) en waar treedt dit op?
- Wat is de gewenste hoeveelheid drinkwater in verhouding tot de potentiële beschikbare hoeveelheid water voor infiltratie?
- Waar past dit in het Vitens drinkwatervoorzieningsgebied? Ook rekening houdend met wateraanbod vanuit het hoofdwatersysteem en de invloed van verschillende klimaatscenario's op het wateraanbod.
- Welke stakeholders zijn betrokken? Wat zijn de lokale wensen en situatie?

- Welke meekoppelkansen zijn er tussen bepaalde soorten gebruik en drinkwaterwinning (waterberging, ecologie)? Zijn de gebruiksfuncties rendabel? En in hoeverre biedt het mogelijkheden om extra water te winnen en/of de effecten van bestaande winning te verminderen? Dit geldt niet alleen voor de drinkwaterwinning, maar ook voor gekoppelde andere gebruiksfuncties.
- Analyse van kosten en duurzaamheidsaspecten (energievraag) om water naar de infiltratieplek te krijgen en benodigde voorzuivering.

De waterkwaliteit en het type van het water dat infiltreert is een essentieel aandachtspunt: de waterkwaliteit van het infiltrerende water kan leiden tot achteruitgang van de kwaliteit van het grondwater. De kwaliteit van het bronwater is bepalend. Het water uit beken en sprengen is relatief schoon en dus het meest geschikt. Ook oevergrondwater en rivierwater is bruikbaar, echter kan de kwaliteit fluctueren en vergt een grotere zuiveringsinspanning. In de toekomst is het gezuiverde water van een rioolwaterzuivering mogelijk toepasbaar.

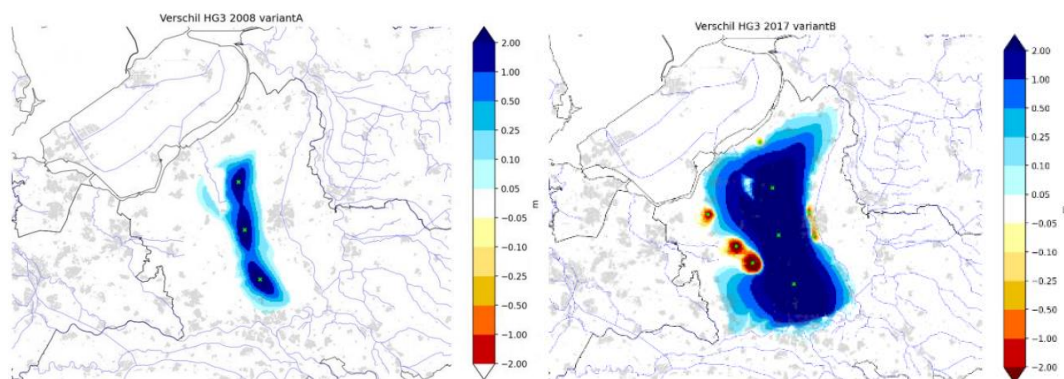
De invloed op de omgeving is in het algemeen positief, zoals het tegengaan van verdroging, maar kan ook negatief zijn, zoals wanneer wateroverlast door de verhoging van de grondwaterstand ontstaat.

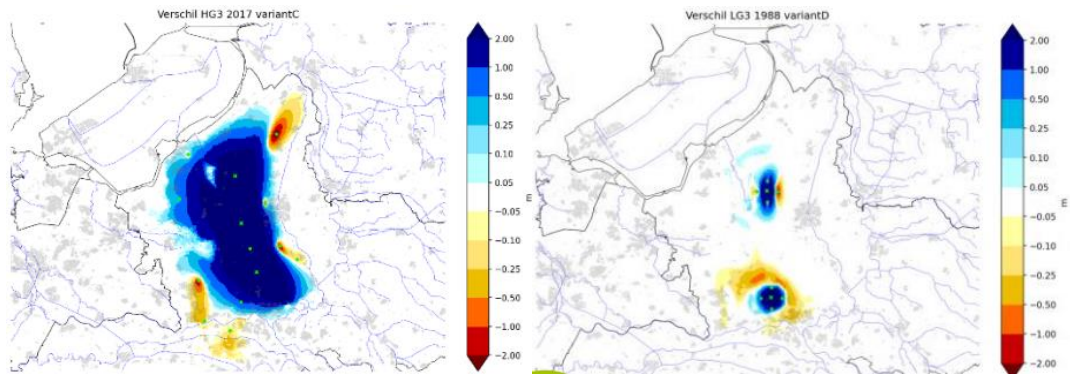
5.4 Kennis uit eerdere projecten

In het recente verleden zijn er verschillende studies uitgevoerd waarin de mogelijkheid van ondergronds waterbergen is onderzocht op verschillende schaalniveaus.

Als grootschalige variant is de wateraccu op de Veluwe onderzocht door Vitens, Deltares en RoyalHaskoningDHV (Vitens, 2022). Hierin zijn de volgende aspecten onderzocht: de fysische haalbaarheid, de randvoorwaarden van de bron voor infiltratiewater, het risico op vernattingsschade, en de kosten, risico's en realisatietermijn. Het beschikbaar volume voor opslag van het Veluwe massief is geschat in de orde grootte 50-100 miljoen m³ (Figuur 5-3). De inname locatie is rondom het Veluwe massief. Door te kijken naar de verschillende opties zoals voorzuivering en transport is er een variantenstudie gedaan waarbij er drie verkennende berekeningen zijn gedaan. Hieruit kwam een aantal leerpunten (Vitens et al., 2022). Wanneer alleen geïnfiltrerd wordt zonder winning is er op termijn risico op grondwateroverlast. Infiltreren op maximaal twee locaties is logischer dan op drie vanwege de nabijheid van Apeldoorn en Barneveld op het midden van de Veluwe. Het strategisch plaatsen of vertraagd opstarten van onttrekkingen voorkomt grondwaterdaling nabij de winning.

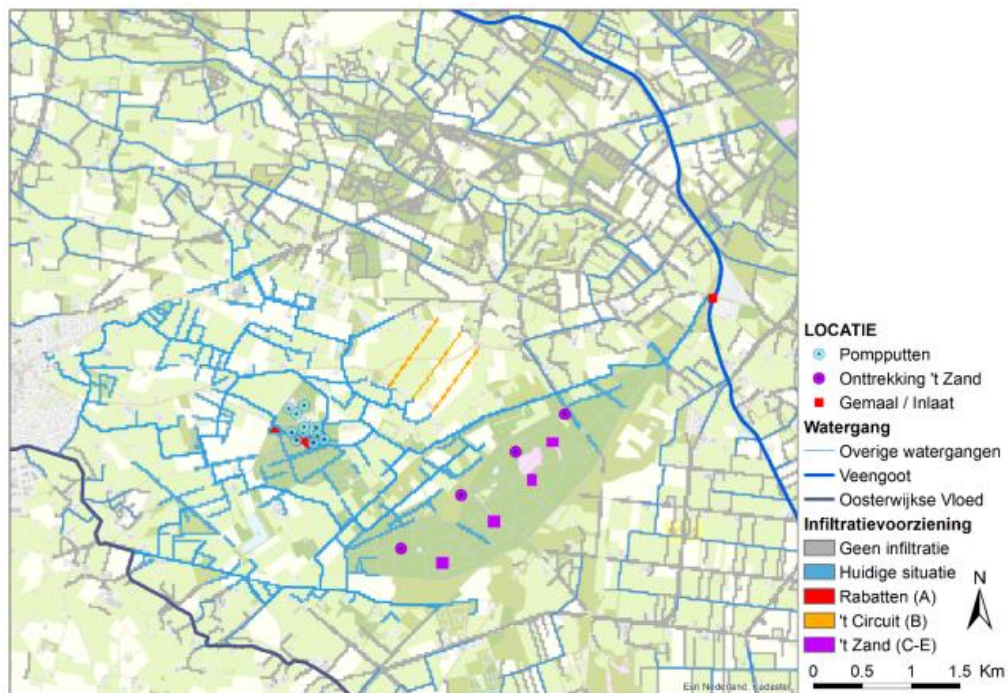
Dit concept biedt kansen voor herstel van de waternatuur in beken en sprengen en in alle varianten wordt de afvoer verhoogd. Een goede keuze van de infiltratie- en winlocaties is belangrijk om buffermogelijkheden optimaal te benutten en maakt het mogelijk negatieve effecten te minimaliseren. Daarnaast is beheersing van de kwaliteit van het infiltratiewater essentieel.





Figuur 5-3: Varianten uitgewerkt binnen het rapport 'Verkenning wateraccu Veluwe' (Vitens, 2022). Variant A gaat uit van enkel infiltratie zonder terugwinning, in variant B en C wordt er geïnfiltreerd en teruggewonnen met 6 nieuwe locaties (B) en 11 bestaande locaties (C). Variant D is de groene variant waarbij er een half jaar wordt geïnfiltreerd en 50 miljoen m³/j extra wordt gewonnen.

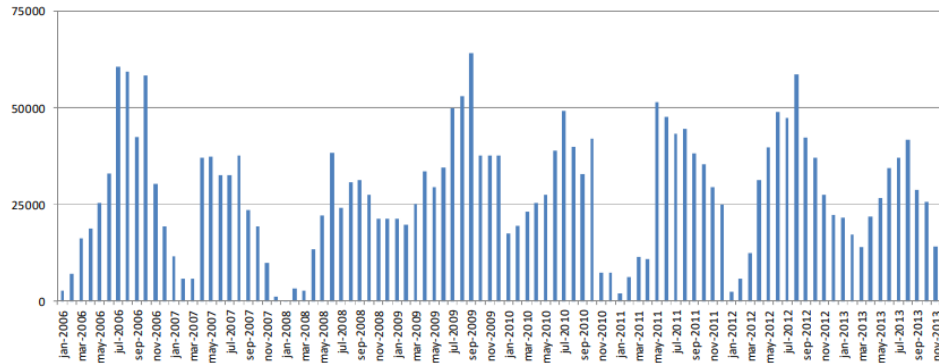
Een ander project waarbij infiltratie van oppervlaktewater in de ondergrond is bekeken, is bij Hengelo 't Klooster (Arcadis, 2019). Binnen dit gebied is er een wateraanvoerstelsel gerealiseerd die ongeveer 1,8 miljoen m³ water per jaar kan inlaten. Met deze verkennende studie kon van het ingelaten water gemiddeld 1,3 miljoen m³ per jaar geïnfiltreerd worden. De verandering van grondwaterstand was niet waar te nemen op meer dan 2,5 m vanaf de watergangen. Verder is er binnen deze studie gekeken naar gebieden rondom het onttrekkingsgebied voor het infiltreren van water (Figuur 5-4). De locatie rondom het circuit en zandrug 't Zand is potentieel geschikt voor infiltratie van grote volumes water. Als resultaat van infiltratie op deze locaties is het de verwachting dat relatief droge landbouwgronden natter worden waardoor de landbouwopbrengst zal toenemen en daarmee de schade aan landbouw als gevolg van de winning zal afnemen.



Figuur 5-4: Globale ligging van infiltratievoorzieningen en onttrekking bij varianten infiltratie bij 't Klooster (Willemsen, 1998).

Een derde voorbeeld van infiltratie vormt de winning Haarlo-Olden Eibergen bij de Berkel. Hier is een compensatievijver in gebruik sinds 1974 om verdroging door waterwinningen tegen te gaan. De winning zelf wint jaarrond 1,6 miljoen m³ bij Olden Eibergen en 1,2 tot 1,4 miljoen m³ per jaar bij winning Haarlo. In de infiltratievijvers wordt jaarlijks 0,25 tot 0,3 miljoen m³ geïnfiltreerd (Figuur 5-5).

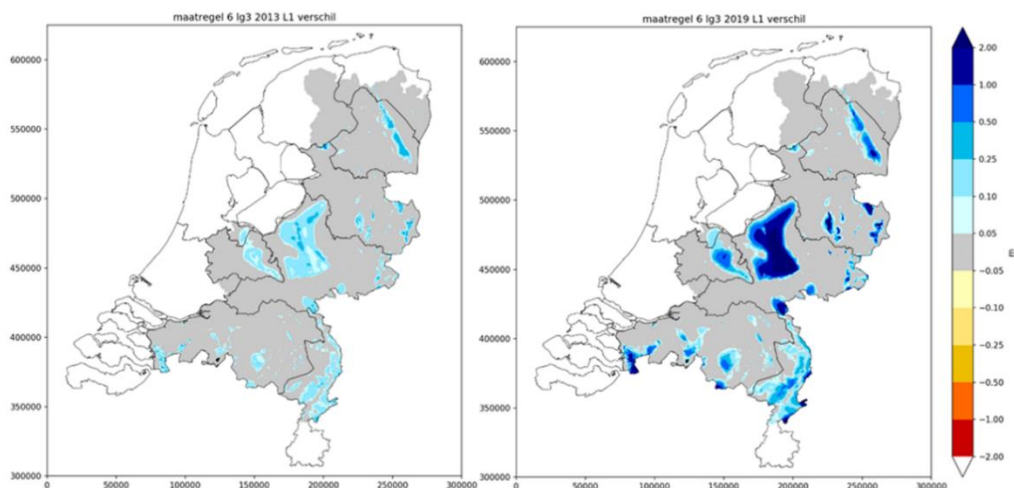
De infiltratiehoeveelheid in de vijvers is sinds 2011 toegenomen tot 435.000 m³. Beide winningen zijn gekenmerkt als matig tot zeer kwetsbaar voor verontreinigingen vanaf het maaiveld.



Figuur 5-5: Wateraanvoer naar de infiltratievijvers bij winveld Olden Eibergen. (Grontmij Nederland B.V., 2016).

5.5 Analyse ruimte voor berging in de ondergrond

Voor dit oplossingsconcept is ruimte nodig in de ondergrond (voldoende dikke onverzadigde zone/voldoende diepe grondwaterstanden) om geïnfiltreerd water op te slaan. Vooral hooggelegen zandige gebieden (o.a. de heuvelruggen) zijn geschikt voor grote hoeveelheden infiltratie vanwege de lage grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld. Naast de Veluwe zijn er verscheidene gebieden waar ruimte is voor ondergrondse waterberging (De Louw et al., 2022, Figuur 5-4): de Utrechtse Heuvelrug, Sallandse Heuvelrug, Epe & Schalterberg en Haarlo & Olden Eibergen. Aan deze gebieden besteden we in de hierna volgende analyse dan ook specifiek aandacht.



Figuur 5-6: Effect (verschil ten opzichte van de laagste gemeten grondwaterstand) op de zomergrondwaterstand na een half jaar (2013) en na 6.5 jaar (2019) als gevolg van extra infiltratie van 100 mm / winterhalfjaar voor gebieden met een grondwaterstand dieper dan 2.5 m. Bron: Louw & Pouwels, 2022.

Door het infiltreren van oppervlaktewater in een ander gebied, met een andere waterkwaliteit dan regenwater, is er impact op de natuurlijke grondwaterkwaliteit. Waterkwaliteitsmonitoring en -analyse is daarom erg belangrijk en er zullen randvoorwaarden gesteld moeten worden voor de kwaliteit van het geïnfiltreerde water. In de meeste gevallen wordt daarom aangeraden om het oppervlaktewater voor te zuiveren voordat het water geïnfiltreerd wordt om de kwaliteit van de grondwatervoorraad niet aan te tasten. Dit brengt extra kosten met zich mee. Daarnaast speelt transport van oppervlaktewater naar de infiltratielocatie een rol. Binnen het rapport Verkenning Wateraccu Veluwe zijn er drie verschillende varianten beschreven. Elke variant bevat een tracé van pijpleidingen van verschillende lengtes. (Het kortste tracé omvat één pijpleiding.)

De Utrechtse heuvelrug zou vanuit het oogpunt van waterbeschikbaarheid het best gevoed kunnen worden vanuit het Veluwse meer vanwege de nabijheid en de continue aanwezigheid van voldoende infiltratiewater. De Veluwe kan gevoed worden vanaf het westen (randmeren) en vanaf het oosten (IJssel). Aanvullend is er nog de optie om gebruik te maken van 'oud' kwelwater dat nu aan het oppervlak komt in de Flevopolder en daar mengt met landbouwwater, vergelijkbaar met de Bethunepolder waar het kwelwater uit sloten via een aantal stappen wordt gebruikt om drinkwater van te maken. Een andere optie is het kwelwater opvangen voordat het mengt met door landbouw beïnvloed neerslagoverschot, bijvoorbeeld via kwelbuizen die zelf stromen. De Sallandse heuvelrug zou net zoals de Veluwe gevoed kunnen worden vanuit de IJssel.

Voor grootschalige infiltratie vanuit de IJssel, zal naast de benodigde maatregelen van voorzuivering, onderzocht moeten worden hoeveel water verantwoord uit de IJssel gepompt kan worden. Vanuit het rapport Wateraccu Veluwe is dit 1% van het jaargemiddelde van de IJssel voor de Veluwe.

Voorbeelden waarbij oppervlaktewater al decennialang gebruikt wordt voor infiltratie (zoals de Amsterdamse waterleidingduinen (Waternet)) laten zien dat de kwaliteit van rivierwater geen onoverkomelijk bezwaar hoeft te zijn voor het gebruik voor infiltratiewater of drinkwater. Door optimalisatie van de winputconfiguratie nabij de infiltratievijvers kunnen negatieve effecten van grondwaterstandverlaging nabij de winning geminimaliseerd worden. Door meer te infiltreren dan te onttrekken kan er extra natuurwinst worden behaald waarbij sprengen en bronbeken weer (meer) gaan afvoeren, kwelstromen herstellen en bijvoorbeeld in duingebieden weer vochtige duinvalleien kunnen ontstaan.

Infiltratie heeft verschillende ecologische effecten. Het water dat infiltreert op het hoogste punt infiltreert naar het diepe grondwatersysteem en het zal dus een hele lange reistijd hebben. Aan de flanken zal nog steeds het 'mooie' neerslagwater uittreden en niet het gebiedsvreemde water.

Dit oplossingsconcept is breder van toepassing dan alleen voor drinkwaterwinning door Vitens. Daarom zou het met meerdere water-, natuur- en regionale partners ontwikkeld moeten worden omdat het kan bijdragen aan watersysteem- en natuur herstel (op de stuwwallen en elders).

5.6 Samenvatting van de toetsing

Voordelen en nadelen

De wateraccu kan wat betreft waterkwantiteit op verschillende schalen een bijdrage leveren aan de flexibiliteit van drinkwaterwinning (van groot tot klein). Dit hangt onder meer af van de grootte van het infiltratiegebied, de ruimte in de ondergrond en de beschikbaarheid van voldoende water van de juiste kwaliteit voor infiltratie. Het concept biedt een oplossing voor

schommelingen in de vraag op jaarschaal: tijdens een gedeelte van het jaar wordt water geïnfiltreerd, tijdens een ander gedeelte van het jaar onttrokken.

Een nadeel van dit oplossingsconcept is de mogelijk fluctuerende waterkwaliteit van oppervlaktewater. Daarbij kan het gaan om chemische of biologische verontreinigingen. Idealiter is het infiltratiewater schoner dan het grondwater. Naast verontreiniging van het water kan infiltratie van oppervlaktewater in het grondwatersysteem bovendien leiden tot veranderingen in de samenstelling, o.a. macronutriënten, van het grondwater.

Op de omgeving kan dit concept een positief effect hebben: er is minder verdroging. Het kan o.a. leiden tot meer kwel op de flanken en afvoer van sprengen en bronbeken. Een mogelijk negatief effect is wateroverlast bij grondwaterstandverhoging en de risico's met betrekking tot vergrijzing / verontreiniging van grondwater bij onvoldoende voorzuivering van het infiltratiewater.

Een ander nadeel is dat het infiltratiewater getransporteerd moet worden over (soms) grote afstanden (kosten en duurzaamheidsaspecten).

Randvoorwaarden

Er is oppervlaktewater nodig om te infiltreren en dit water zal afkomstig moeten zijn uit een meer, rivier of grote beek (lokaal of bovenlokaal). Daarom is het ook een randvoorwaarde dat de locatie in de buurt ligt van oppervlaktewateren voor infiltratie, of water kan worden aangevoerd tegen acceptabele kosten.

Er is voldoende infiltratiecapaciteit in de ondergrond nodig. Deze is vooral afhankelijk van de ruimte tussen maaiveld en grondwaterstand. In grotere, hoger gelegen gebieden zoals de Veluwe is er veel ruimte.

Het infiltrerend water moet van voldoende kwaliteit zijn. Om de instabiele waterkwaliteit op te vangen zal in veel gevallen zuivering noodzakelijk zijn. Daarnaast is monitoring van de waterkwaliteit nodig en bij de aanvoer van verontreinigd water gekozen worden voor een tijdelijke innamestop.

Door water in de ondergrond op te slaan, kunnen negatieve effecten van drinkwaterwinning op de omgeving zoals verdroging in het algemeen en specifieke effecten op natuur en landbouw in het bijzonder verminderd worden. Daarnaast kan waterberging ook negatieve impact hebben op de omgeving doordat de grondwaterstand verandert (vernatting).

Waar kansrijk?

Dit concept is kansrijk waar boven de huidige hoogste grondwaterstand voldoende ruimte beschikbaar is om water te bergen in de ondergrond (Figuur 5-7), en de samenstelling van de bodem geschikt is voor infiltratie en onttrekking.



- Mogelijke bergingsgebieden
- - - Begrenzing voorzieningengebied Vitens

Figuur 5-7: Waar is Wateraccu mogelijk kansrijk? (zie ook: <https://specials.deltares.nl/flexibele-drinkwaterwinningen>).

6 Waterkwaliteitsscore winopties

Aansluitend bij de beoordeling van de oplossingsconcepten in het project Flexibele winningen is er een beoordeling gemaakt van de waterkwaliteit in relatie tot verschillende bronnen en de vereiste zuiveringsinspanning bij diverse winopties. In Bijlage B is een uitgebreide beschrijving van deze beoordeling te vinden; in dit hoofdstuk geven we een korte samenvatting.

De waterkwaliteit is opgedeeld in de achtergrondkwaliteit van het gebruikte water (geogene ladder), de gevoeligheid voor antropogene verontreinigingen (diffuse belasting) en de gevoeligheid voor calamiteiten. Deze onderdelen zijn gescoord van 1 (gunstig) tot 10 (ongunstig). Met deze systematiek kunnen verschillende winningsscenario's worden beoordeeld.

In de beoordeling zijn 9 winopties beschouwd die voor Vitens relevant kunnen zijn om te scoren (Figuur 6-1):

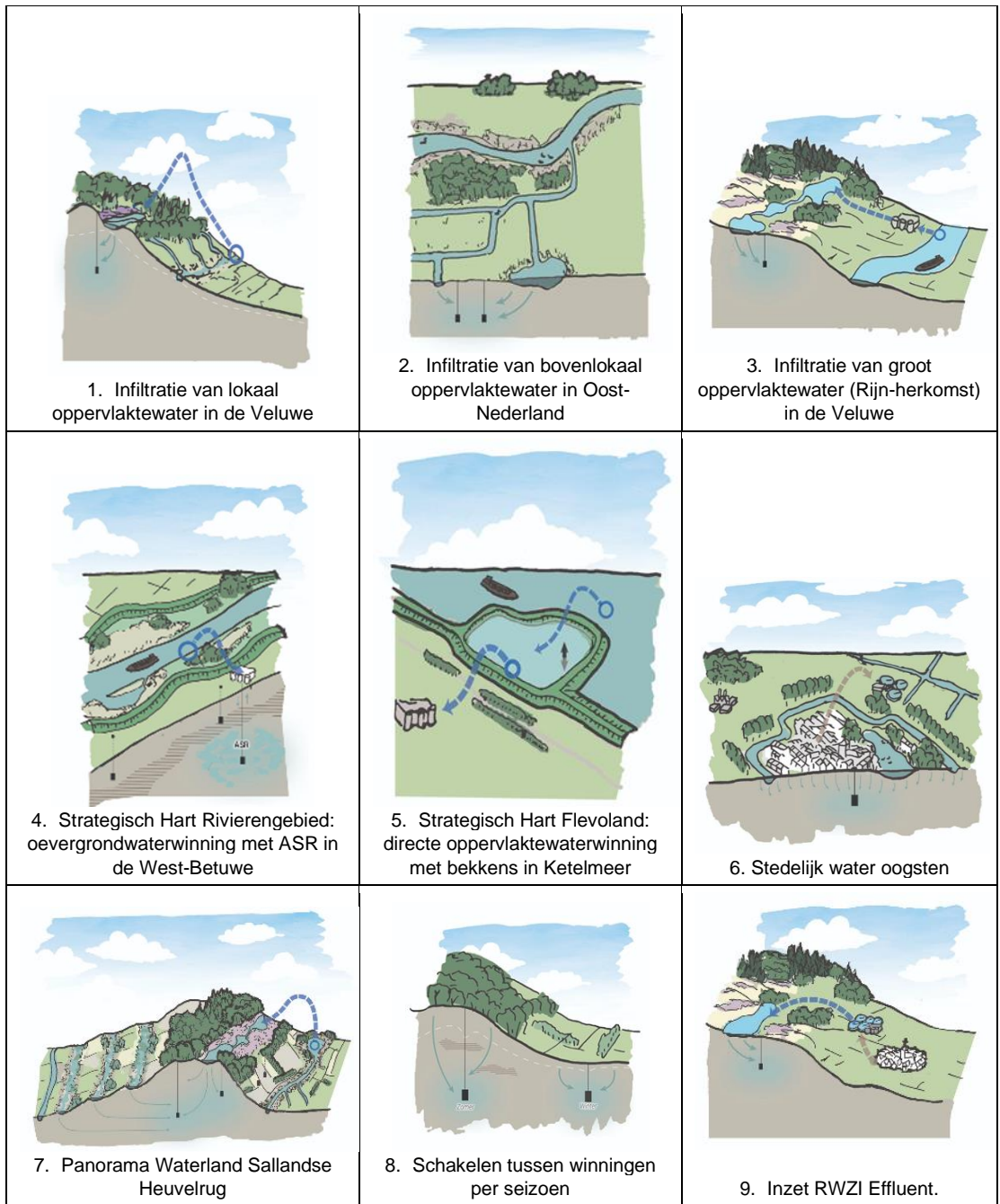
1. Infiltratie van lokaal oppervlaktewater in de Veluwe.
2. Infiltratie van bovenlokaal oppervlaktewater in Oost-Nederland.
3. Infiltratie van groot oppervlaktewater (Rijn-herkomst) in de Veluwe.
4. Strategisch Hart Rivierengebied: oevergrondwaterwinning met ASR in de West-Betuwe.
5. Strategisch Hart Flevoland: directe oppervlaktewaterwinning met bekkens in Ketelmeer.
6. Stedelijk water oogsten.
7. Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug.
8. Schakelen tussen winningen per seizoen.
9. Inzet RWZI Effluent.

In deze 9 winopties zijn deels de vier in dit rapport beschreven winopties te herkennen:

- Optie 1-3: Wateraccu.
- Optie 6: bronnenstad.
- Optie 8: Schakelen tussen winningen.

Optie 4 en 5 sluiten aan bij de Strategische harten die door Vitens zijn geformuleerd en optie 7 sluit aan bij het project Panorama waterland waarin door Vitens een visie is ontwikkeld op duurzame waterwinning op de Sallandse Heuvelrug. Optie 9 tenslotte is gericht op de inzet van RWZI effluent als alternatieve bron voor drinkwater.

Toepassing van de methodiek laat zien dat er duidelijke verschillen in ruwwaterkwaliteit en bijbehorende zuiveringsinspanning te verwachten zijn (Tabel 6-1). Hoe hoger de totaalscore, hoe intensiever de benodigde zuivering. De verschillen in scores hebben vooral te maken met de herkomst van water (grondwater van verschillende diepte, oppervlaktewater van verschillende herkomst), de aanwezigheid van historische verontreinigingen en de interacties met de bodem waarin water eventueel wordt opgeslagen. Daarnaast zijn er verschillen als het gaat om calamiteiten waarbij de waterkwaliteit slechter is en de mogelijkheid hierop te reageren. Bij gebruik van oppervlaktewater is de kans op korte verstoring van de waterkwaliteit groter dan voor grondwater, maar is het ook sneller mogelijk effectief in te grijpen. Bij grondwaterwinningen gaat verontreiniging en verspreiding trager, maar is er ook minder handelingsperspectief.



Figuur 6-1: Schematische weergave van de 9 winopties die zijn beschouwd met de beoordelingsmethodiek voor waterkwaliteit.

Tabel 6-1: Scoretabel waterkwaliteit winopties. De verontreinigingsindex is bepaald o.b.v. beschikbare Vitens metingen, en kon (nog) niet bepaald worden voor optie 3, 5 en 9 i.v.m. databeschikbaarheid.

A Basisgegevens

	Winoptie	Indicatie Capaciteit in Mm3/j	Referentie FlexWinn	Streefstructuur	Referentie Huidig	Geogene ladder	Verontreinigingsindex
1	Infiltratie lokaal oppervlaktewater in Veluwe	5-10	Wateraccu		Epe	1	300
2	Infiltratie bovenlokaal oppervlaktewater Oost-Nederland	5-10			Eibergen	2	1000
3	Infiltratie Rijnwater in Veluwe	20-50	Wateraccu	Strategisch Hart Veluwe	Duinen	nvt	
4	Oevergrondwaterwinning West-Betuwe icm ASR	10-30		Strategisch Hart Riviereengebied	Velddriel	2	600
5	Oppervlaktewaterinname Ketelmeer met bekkens	50		Strategisch Hart Flevoland	Biesbosch	nvt	
6	Stedelijk grondwater oogsten	10-20	Bronnenstad		Heumensoord	1	350
7	Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug	10-20	Wateraccu		Holten	2	400
8	Schakelen tussen winningen per seizoen	10-20	Schakelen		Lochem/Noordijk	2	400
9	Inzet RWZI effluent	10-20				nvt	

B Scores

	Winoptie	Score zuiverings-inspanning	Score diffuse belasting	Score calamiteit oppw	Score calamiteit bodem
1	Infiltratie lokaal oppervlaktewater in Veluwe	1	3	2	2
2	Infiltratie bovenlokaal oppervlaktewater Oost-Nederland	3	8	4	2
3	Infiltratie Rijnwater in Veluwe	8	8	6	3
4	Oevergrondwaterwinning West-Betuwe icm ASR	5	6	8	2
5	Oppervlaktewaterinname Ketelmeer met bekkens	9	8	6	4
6	Stedelijk grondwater oogsten	1	4	1	5
7	Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug	3	4	3	3
8	Schakelen tussen winningen per seizoen	3	4	1	3
9	Inzet RWZI effluent	10	10	6	2

Gevolgen van toekomstige ontwikkelingen op de oplossingsconcepten

Een veranderend Nederland heeft gevolgen voor de toepasbaarheid en noodzaak van de oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning. Met name verandering in klimaat en ruimtegebruik zijn hierbij van belang, en verandering in de drinkwatervraag. We gaan hieronder in op de veranderingen in klimaat en ruimtegebruik.

Klimaatverandering

De zeespiegel stijgt, zomers worden droger, winters natter, de afvoeren van rivieren nemen toe in de winter en af in de zomer. We krijgen meer te maken met extremen: langere droogtes, hetere periodes en extreme neerslag. Dit heeft invloed op alle typen winningen, maar vooral de oever-, oppervlaktewater en decentrale winningen. Ook de ondiepere grondwaterwinningen kunnen hier flink last van krijgen omdat de grondwaterstand nog verder daalt ten tijde van droogte in het voorjaar en de zomer, wanneer de drinkwatervraag juist hoog is. Er ontstaat meer kans op verzilting bij drinkwateronttrekkingen in het westen. De diepere grondwaterwinningen hebben hier vooralsnog het minste last van.

Veranderingen in het ruimtegebruik

Nederland staat voor een grote verbouwing. Een woningbouwopgave van 1 miljoen nieuwe woningen, herstel van natuur, een vitaal landelijk gebied en de energietransitie moeten allen een plek krijgen. Het beleid zal hier richting aan geven. Zo zal 'Water, bodem sturend' vragen om meer afstemming van de ruimtelijke ordening met onze water- en bodemsystemen, en zal het NPLG aan de slag gaan met o.a. de stikstofproblematiek. Vast staat dat de ruimtelijke inrichting de komende decennia verandert.

Dit heeft gevolgen voor de drinkwaterwinning: zo zal de vraag toenemen en de ruimtelijke verdeling van de vraag gaan veranderen afhankelijk van nieuwe woningbouwlocaties, kan door verdere verstedelijking kwaliteit van water onder druk komen te staan, of kunnen juist winlocaties worden geborgd door meer bescherming van ruimte en natuur.

1. Zoet en zout: omgaan met zout en brak grondwater

Vooraf op de lange termijn heeft klimaatverandering grote effecten op zoet/zout dynamiek. Door de stijgende zeespiegelstijging zal verzilting via rivieren en ondergrond meer landinwaarts trekken. Door langere periodes van droogte is er kans dat het zoet-zoutgrensvlak stijgt. Echter gaat dit proces van verzilting van het diepere grondwater heel traag (decennia). Het tegengaan van verzilting bij drinkwaterwinningen wordt noodzakelijker concept in meer gebieden dan voorheen. Het oplossingsconcept zorgt voor flexibiliteit op korte en lange termijn omdat het minder afhankelijk is van klimaatverandering of van een veranderend landgebruik vanwege de diepte van de bron.

Opschalen kan, ook door de spreiding van winlocaties, maar het vergt wel zorgvuldigheid om upconing te voorkomen en tijd om het te herstellen.

2. Bronnenstad: zelfvoorzienende steden

Bronnenstad wint enorm aan relevantie gezien de verstedelijkingsopgave waar we voor staan én daarbij nog de klimaatverandering. Nieuwe steden en wijken kunnen zo ontworpen worden dat waterwinning integraal onderdeel uitmaakt van het ontwerp: het wateraanbod kan flexibel meegroeien met de watervraag. Door de ruime en groene opzet van de bronnenstad (t.b.v. wateropvang), kan het drinkwaterdoel daarbij ook bijdragen aan biodiversiteit, gezondheid, waterberging en het tegengaan van hittestress. Ook kan bronnenstad bijdragen aan natuurdoelen.

3. Schakelen tussen winningen: verticaal, in de tijd of horizontaal

Door klimaatverandering zal dit concept meer relevant worden. Doordat er drogere zomers en nattere winters verwacht worden, zal het schakelen tussen zomer- en winterwinningen, maar ook het schakelen in ruimte en diepte, ervoor zorgen dat er toch voldoende water gewonnen kan worden, zonder dat dit grote impact heeft op de omgeving.

Dit concept zal kunnen omgaan met de meer dynamische verschillen, mits er breed wordt geïnvesteerd in schakelen en infrastructuur. Als er meerdere varianten zijn aangelegd, kunnen verschillende toekomstscenario's worden opgevangen.

4. Wateraccu: infiltratie en opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater

Door klimaatverandering zal dit concept meer relevant worden. Doordat er drogere zomers en nattere winters verwacht worden, zal het seizoensgebonden infiltreren en dan weer winnen van grondwater ervoor zorgen dat er altijd voldoende water gewonnen kan worden, zonder dat dit grote impact heeft op de omgeving.

Dit concept zal kunnen omgaan met alle verschillende toekomstscenario's al moet er wel op ingezet worden en zijn investeringen nodig waaronder in de infrastructuur om het water beter vast te houden, ofwel om het water op de plek te krijgen waar het de kans heeft te infiltreren.

8 Conclusies

In dit rapport worden vier oplossingsconcepten voor flexibele winningen uitgewerkt:

1. Zoet/zout: oplossingen om meer te kunnen winnen bij grondwaterwinningen waar verzilting optreedt.
2. Bronnenstad: (deel)oplossingen in stedelijke omgeving gecombineerd ingezet om voldoende schoon drinkwater te kunnen winnen.
3. Schakelen tussen winningen: kansrijke schakelmogelijkheden tussen nabijgelegen winningen, zodat een tekort aan winbaar drinkwater uit één winning kan worden aangevuld met water uit een andere winning.
4. Wateraccu: oppervlaktewater en oevergrondwater maximaal infiltreren in de bodem zodat ruime grondwatervoorraden ontstaan.

Voor ieder oplossingsconcept is onderzocht hoe en in welke mate het bijdraagt aan de flexibiliteit. Dit is gedaan door beschikbare informatie over de verschillende opties samen te vatten. Uiteindelijk geven we aan hoe de verschillende opties bijdragen aan flexibiliteit aan de hand van de criteria winbare hoeveelheden en kwaliteit, en welke randvoorwaarden en voor- en nadelen de opties hebben.

1. Zoet/zout

Bij diepe grondwaterwinningen die zich relatief dicht bij het zoet-zout-grensvlak bevinden wordt bij langer of verhoogd winnen brak of zout water naar de winning toe getrokken en kan versnelde verzilting van het watervoerende pakket en uiteindelijk zelfs de drinkwaterbron optreden. Een mogelijke oplossing is het minimaliseren van de verzilting van de drinkwaterbron door aanpassing van de winstrategie. Hiervoor zijn verschillende opties:

- Afwisselend meer en minder winnen door de tijd: interval winnen.
- Water winnen uit verschillende putten, het vergroten van het wingebied: diffuus winnen.
- Zoet water infiltreren en op later moment winnen.
- Slimme putten: zoet-zout-grensvlak beïnvloeden door slim winnen van zowel zoet als zout water.
- Brakwaterwinning.

In het zoet-en-zoutconcept zijn kwaliteit en kwantiteit sterk gekoppeld. Het concept zorgt er door de verschillende winstrategieën voor dat de hoeveelheid te winnen water groot is. Een belangrijke vraag is echter: welke hoeveelheden kunnen worden gewonnen zodat verzilting geen beperking vormt? Niet alleen de winbare hoeveelheid water bij variërende vraag is daarbij van belang, maar ook de manier van winnen. Winnen op verschillende locaties of dieptes kan andere effecten op de gevoeligheid voor verzilting hebben in vergelijking met winnen op één punt.

Het waterkwaliteitsthema dat in dit oplossingsconcept centraal staat is het zoutgehalte. De drinkwaterwinning kan invloed hebben op het optrekken van het zoet-zout grensvlak. Door te variëren met winningsstrategieën is hier wel op te sturen. Als er toch brakwater gewonnen wordt, is de vraag wat gedaan moet worden met de brijn die mogelijk ontstaat bij ontzilting. Dit is een afvalstroom die geloosd moet worden.

De impact van dit concept op de omgeving is beperkt. Het betreft diepe winningen, waardoor de effecten op de omgeving gering zijn en ook de effecten van zaken die in de omgeving gebeuren op de bron beperkt blijven.

Voordelen van dit oplossingsconcept zijn:

- Diepe winningen hebben weinig invloed van en op de omgeving.
- Grote hoeveelheden water zijn beschikbaar.
- Ondiepe winningen met veel impact op de omgeving kunnen vervangen worden door een winning als deze.

Nadelen zijn:

- Bij onafgebroken winnen is verzilting onvermijdelijk.
- Voor brakwaterwinning zijn technische en financiële haalbaarheid en verwerking van het restproduct (brijn) nu nog problemen.
- De oplossingsconcepten kunnen kostbaar zijn door leidingwerk, diepe aanleg, zuivering en reststromen.
- De drukte in de ondergrond neemt toe, o.a. door gebruik voor energietransitie (bijvoorbeeld geothermie). Dit kan concurreren met het gebruik van de ondergrond voor drinkwaterwinning.

Een randvoorwaarde is de mogelijkheid om de wincapaciteit op/af te schalen of putten anders aan te leggen. Daarnaast is een randvoorwaarde voor brakwaterwinning de technische en financiële haalbaarheid en een oplossing voor het restproduct (brijn).

2. Bronnenstad

De bronnenstad heeft als doel een stad of een stadsdeel wat betreft drinkwaterbehoefte zelfvoorzienend te maken. De bronnenstad maakt gebruik van meerdere bouwstenen om ervoor te zorgen dat er altijd voldoende schoon water aanwezig is. Bronnenstad combineert verschillende elementen die bijdragen aan flexibiliteit. Doordat deze optie zelfvoorzienend is, worden effecten op de omgeving geminimaliseerd. Aanvullend biedt dit kansen voor natuur of waterberging. Dit vereist wel keuzes en regie (ruimtelijke ordening).

De locatie van de onttrekking heeft invloed op de effecten en moet daarom weloverwogen worden gekozen. Meer onttrekken leidt logischerwijs tot een groter gebied dat beïnvloed wordt en ook tot grotere effecten op GHG en GLG. Het verdient de aanbeveling de infiltreerbaarheid van water in het gebied nader te onderzoeken als gewenst is dat water op natuurlijke wijze infiltreert (ondiep) en diep wordt onttrokken.

Qua kwaliteit is dit concept kwetsbaar. Door de verweving van functies zijn er effecten te verwachten van en op de omgeving. Er is veel ruimte nodig voor waterberging, maar dit kan ook positieve effecten hebben op de leefbaarheid van de stad.

Voordelen:

- Zelfvoorziening: effecten op de omgeving zijn minimaal.
- Het concept is goed te combineren met natuur en waterberging in de stad.
- Er zijn al verschillende voorbeelden van het concept op kleine schaal.

Nadelen:

- Voor succesvolle uitvoering van het concept is ruimte, regie en keuzes nodig.
- (Historische) verontreinigingen vormen een risico voor de waterkwaliteit.
- De ruimteclaim kan groot zijn.
- In stedelijke omgeving kan drukte in de ondergrond een knelpunt zijn (o.a. door bodemenergiesystemen).

3. Schakelen tussen winningen

Drie mogelijke voorbeelden van schakelingen zijn:

- Verticaal schakelen: tussen en diepe en een ondiepe winning.
- Schakelen in de tijd: tussen een zomer- en winterwinning.
- Horizontaal schakelen: tussen verschillende plekken.

Verticaal schakelen maakt de winning minder kwetsbaar voor verontreiniging. De tweede optie, schakelen in de tijd, maakt de winningen minder kwetsbaar voor fluctuaties (bijvoorbeeld seizoen afhankelijke variatie van de watervraag). Ook kan de impact op de omgeving beperkt worden. Wel vereist dit de mogelijkheid om de benodigde aanvullende infrastructuur aan te leggen en is er mogelijk aanvullende zuivering nodig als water met verschillende kwaliteit wordt gewonnen. Door te schakelen tussen verschillende plekken (derde optie) kunnen verschillende type winningen met elkaar worden gecombineerd waardoor wateraanvoer wordt gegarandeerd, of kan overgeschakeld worden naar een andere winning wanneer er een negatief effect optreedt bij een winning (verontreiniging of impact op omgeving).

Voordelen zijn meer flexibiliteit in drinkwateraanbod en minder impact op de omgeving. Nadelen zijn dat aanvullende infrastructuur nodig is en dat aanvullende zuivering nodig is bij afwisselende watersamenstelling.

Randvoorwaarden zijn:

- Voldoende capaciteit en waterkwaliteit in de verschillende watervoerende pakketten.
- Goed grip op de vertragingen die ontstaan bij onttrekken.
- Combinatie van twee winningen met verschillende karakteristieken op overbrugbare afstand.
- Aanvullende infrastructuur mogelijk.
- Aanvullende zuivering bij afwisselende watersamenstelling mogelijk.

Schakelen tussen winningen is toepasbaar voor diepe en ondiepe winningen, in landelijk en stedelijk gebied. Het concept is kansrijk in lage (veelal peilgestuurde) en hoger gelegen (vrij afwaterende) gebieden waar winning horizontaal tussen beide afgewisseld kan worden. Ook is dit concept kansrijk waar verticaal geschakeld kan worden tussen verschillende, door kleilagen gescheiden, watervoerende pakketten. Voorwaarde hierbij is wel dat de kleilaag voldoende dik en vlakdekkend is, en dat het watervoerend pakket niet te zout is (zoals in west-Nederland).

4. Wateraccu

Door oppervlaktewater niet af te voeren maar in de bodem te infiltreren wordt de watervoorraad in de ondergrond vergroot. Dit heeft als bijkomend voordeel het tegengaan van verdroging.

De wateraccu kan op verschillende schalen een bijdrage leveren aan de flexibiliteit van drinkwaterwinning. Een nadeel van dit oplossingsconcept is de mogelijk fluctuerende waterkwaliteit van oppervlaktewater en de risico's voor de grondwaterkwaliteit. Op de omgeving kan dit concept een positief effect hebben: er is minder verdroging. Een mogelijk negatief effect is wateroverlast bij grondwaterstandverhoging.

Een ander nadeel is dat het infiltratiewater getransporteerd moet worden over (soms) grote afstanden (kosten en duurzaamheidsaspecten).

Er is oppervlaktewater nodig om te infiltreren en dit water zal afkomstig moeten zijn uit een meer, rivier of grote beek (lokaal of bovenlokaal). Daarom is het ook een randvoorwaarde dat de locatie in de buurt ligt van oppervlaktewateren voor infiltratie, of water kan worden aangevoerd tegen acceptabele kosten.

Er is voldoende infiltratiecapaciteit in de ondergrond nodig. Deze is vooral afhankelijk van de ruimte tussen maaiveld en grondwaterstand. In grotere, hoger gelegen gebieden zoals de Veluwe is er veel ruimte.

Het infiltrerend water moet van voldoende kwaliteit zijn. Om de instabiele waterkwaliteit op te vangen zal voorzuivering veelal noodzakelijk zijn. Daarnaast is monitoring van de waterkwaliteit nodig en bij de aanvoer van verontreinigd water gekozen worden voor een tijdelijke innamestop.

Door water in de ondergrond op te slaan, kunnen negatieve effecten van drinkwaterwinning op de omgeving zoals verdroging in het algemeen en specifieke effecten op natuur en landbouw in het bijzonder verminderd worden. Daarnaast kan waterberging ook negatieve impact hebben op de omgeving doordat de grondwaterstand verandert (vernatting).

Waterkwaliteitsaspecten van drinkwaterwinopties

De systematiek die is ontwikkeld voor het beoordelen van waterkwaliteitsaspecten van verschillende drinkwaterwinopties is ook relevant voor de oplossingsconcepten voor flexibelere drinkwaterwinningen. Hierbij wordt de impact van de waterkwaliteit opgedeeld in de achtergrondkwaliteit van het gebruikte water (geogene ladder), de gevoeligheid voor antropogene verontreinigingen (diffuse belasting) en de gevoeligheid voor calamiteiten. Hiermee wordt duidelijk dat er grote verschillen zijn in waterkwaliteitseffecten, en dat het relevant is om deze per casus in beeld te brengen.

Afsluiting

De toetsing van de vier beschouwde oplossingsconcepten laat zien dat er diverse reële mogelijkheden zijn voor flexibelere drinkwaterwinningen in Nederland. Een veranderend Nederland heeft gevolgen voor de toepasbaarheid en noodzaak van de oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning. Met name verandering in klimaat en ruimtegebruik zijn hierbij van belang, en verandering in de drinkwatervraag. Deze toetsing van de oplossingsconcepten voor flexibelere drinkwaterwinningen geeft een basis voor verdere ontwikkeling naar de praktijk.

9 Literatuur

- Arcadis, 2019, Drinkwaterwinning 't Klooster; verkennende modelstudie naar een klimaatrobuust grondwatersysteem.
- Delsman, J. R. et al., 2020, Actualisatie zout in het NHI Toolbox NHI zoet-zout modellering en landelijk model. In Deltares rapport 11205261-003-BGS-0001.
- Deltares, 2023, Huishoudelijk regenwatergebruik. Deltares rapport 11208014-029-BGS-0001.
- Grontmij Nederland B.V, 2016, Rapport Samenwerken aan het drinkwater van de toekomst.
- Hoogendoorn, J., 2017, Verziltingsproblematiek IJsselvallei; Van onderzoek naar omgang met brakwater. Vitens Rapport 4045469.
- Jansen, S., van de Meiracker, R., Welkers, J., 2021, Flexibele drinkwaterwinningen – kennisbasis. Deltares rapport 11205767-000-BGS-0002.
- Louw, P. de, Pouwels, J., 2022, 4D-kartering invloed dynamiek grondwatersysteem 2100 scenario's; deelrapportage 3 van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves. 11207846-002-BGS-0006.
- Maring, L. et al., 2022, Flexibele drinkwaterwinningen Ontwerp Oplossingsconcepten / (deel)oplossingen. Deltares rapport 11205767-000-BGS-003.
- Oosterhoff, C., 2019, Zoutbelasting winningen Salland-Diep. Tauw rapport R001-1267653.
- Oude Essink, G.H.P., 2001, Improving fresh groundwater supply – problems and solutions.
- Overbeek, M. et al., 2022, Haalbaarheidsstudie strategisch hart Rivierengebied. Tauw rapport R001-1283239MNU-V01-mdg-NL.
- Toekomststerk, 2013, Haalbaarheidsonderzoek ondergronds waterbeheer afwateren via de ondergrond.
- Toekomststerk, 2019, De watermachine van Stadshagen. Met een instelbare schuif.
- Toekomststerk, 2021, De integrale watermachine van Zwolle Noord.
- Vitens, 2022, Verkenning technische haalbaarheid Wateraccu Veluwe. Eindrapportage. Vitens/Royal Haskoning DHV/Deltares.
- Willemsen, J., 1998, Water naar 't Klooster dragen; Monitoring verdrogingsbestrijding. Waterschap Rijn en IJssel.

A Verslag werksessie WP3 24 mei 2022

Workshop Flexibele winningen Toetsing van oplossingsconcepten

Vitens, Zwolle, 24 mei 2022

Resultaten Carrousel Oplossingsconcepten

1. Zoet/Zout

Begeleiding en verslag: Simon Buijs, Rianne van den Meiracker.

Hoofdthema's uit de discussie:

Randvoorwaarden van het lokale bodem/water-systeem

Wat kan het systeem hebben? Hoe winnen we hier op een duurzame manier, zodat er geen verzilting optreedt en het water dus zoet blijft? Mogelijkheden zijn het minder inzetten van water van winningen waar een dergelijke problematiek speelt of op tijd op- en afschalen van de productie.

Grootste bottlenecks van winnen op de grens van zout/zoet

1. Verzilting: vaak een irreversibel of zeer traag reversibel proces, omdat omhoogkomend brak water niet vanzelf omlaag zakt. Zout water trekt wel vanzelf weer omlaag, maar echt zout is het omhoogkomende water vaak niet.
2. Ontstaan van brijn: mocht er toch brijn ontstaan, wat doe je dan met deze zoute reststroom?
Eventuele mogelijkheden:
 - a. Diep weer te infiltreren
 - b. Saneren
 - c. Technische oplossingen.
(Technische oplossingen voor het geproduceerde brijn in Nederlandse context zijn nog niet uitontwikkeld en vallen niet in de hoofdfocus van dit onderzoek. Wel zal de huidige kennis hierover en lopend onderzoek kort worden samengevat.)

Voorkomen dat het zoete water zout wordt

Er zijn verschillende mogelijkheden genoemd om te voorkomen dat het diepe zoete grondwater zout wordt:

- Vergroten van het wingebied, bijvoorbeeld door meer kleine onttrekkingen/kleine putten in een groter gebied i.p.v. één grote onttrekking/put.
- Experimenteren met meerdere putten en oriëntatie van putten, bijvoorbeeld horizontale drains i.p.v. verticale drains (zoals in Druten en Laren) of getrapte putten waarbij je voorkomt dat er menging tussen lagen is.
- Saneren van brak water.
- Combinatie met andere bronnen voor de opvang van pieken.
- Aanleg van buffers voor de opvang van pieken, bijvoorbeeld door infiltratie van oppervlaktewater in de winterperiode.
- Zoethouder concept.
- Leren van de ervaringen bij Dunea met waterwinning in mariene omgeving, het concept is hetzelfde.
- Pompen tussen watervoerende pakketten, gebeurt o.a. in Duitsland.

Wet- en regelgeving rondom verzilting/zout water

Welke beperkingen zijn er in verband met huidige wet en regelgeving? Denk aan richtlijnen vanuit de KRW en beperkingen in de vergunning.

(gebrek aan) Flexibiliteit

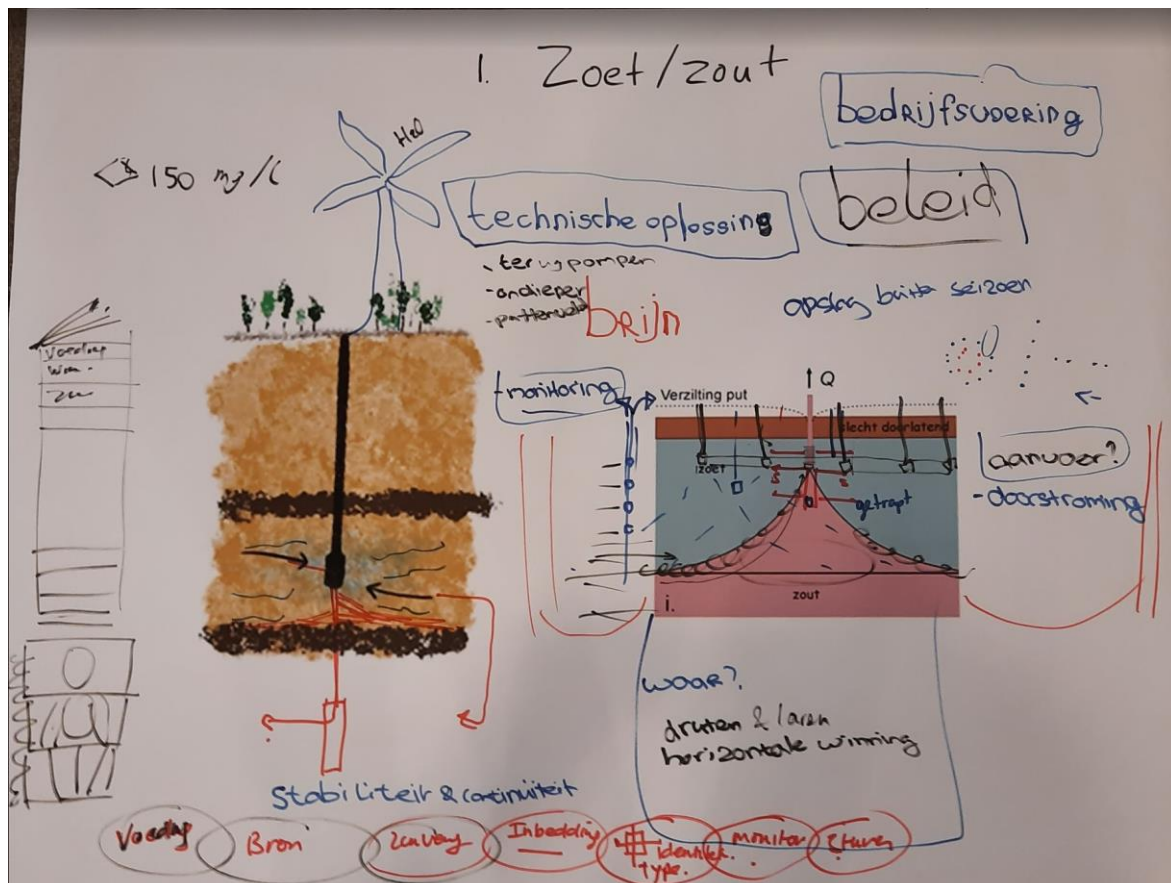
De flexibiliteit van diepe winningen op de grens van zout/zoet is waarschijnlijk beperkt. De piekvraag kan niet opgevangen worden door ineens veel meer water te onttrekken, omdat dit mogelijk leidt tot het irreversibele proces waarin kegels van zout water ontstaan. Het voorkomen van kegelvorming is bijna onmogelijk, maar het proces kan wel vertraagd worden. Stabiel winnen en continuïteit is bij deze winningen daarom belangrijk (laag dynamisch). Voor flexibiliteit kunnen waterbuffers aangelegd worden rondom de winning om de piekvraag op te vangen. Een andere mogelijkheid is om andere winningen waar het wel mogelijk is om op te schalen in te zetten.

Monitoring

Monitoring van de lokale situatie (kwaliteit en kwantiteit) is essentieel om de zoutgehalten in de gaten te houden en tijdig in te grijpen wanneer het watersysteem lijkt te verzouten.

Kansenkaart

De wens bestaat om een kansenkaart van Nederland te maken waarin wordt weergegeven welke mogelijkheden er waar in Nederland zijn.



2. Bronnenstad

Begeleiding en verslag: Otto Levelt en Linda Maring.

Voor dit concept zijn de volgende "schakels" benoemd

- Bescherming (Gedrag, Regels, Fysiek, en de "downside" van bescherming: beperking)
- Voeding (Hemelwater/neerslag)
- Winconcepten
- Buffer (2x: in de kegel en diep)
- Zuivering (bijv bodempassage, reactieve barrière, voorzuivering voor infiltratie, helofyten etc)
- Transport
- Schakelmogelijkheden (winter ondiep en aanvullen, zomer diep uit de buffer)
- Bedrijfsvoering (beheer, monitoring etc)

Hoe een ontwerp er precies uitziet, ligt aan de locatie en omstandigheden.

Hoofdthema's uit de discussie

Bewustwording en gedrag (verwevenheid met bewoners)

Van de vier concepten is dit het enige concept wat echt inzet op circulariteit. Uitgangspunten zijn om water in het gebied te houden en de bron dichtbij gebruiker te zoeken/brengen. Dit kan ook bijdragen aan bewustwording (je woont op je drinkwatervoorraad en het water wordt zichtbaar in de stad).

Verwevenheid met ruimtelijke ordening (RO)

In tegenstelling tot veel andere activiteiten, mag wonen in een beschermingsgebied wel. Voordeel van de stad is dat het geen Natura2000 gebied is (geen schokken op omgeving). Bepaalde activiteiten die een negatieve impact op de drinkwaterwinning hebben zijn ook niet mogelijk: het landgebruik is heel bepalend (Geen industrie, landbouw/pesticiden, geen WKO's / bodemenergiesystemen met glycol). Er blijven activiteiten in de stad die een negatieve impact kunnen hebben (bijv auto wassen op straat), maar experts verwachten dat de impact hiervan beperkt zal blijven. Er ontstaat een verwevenheid met andere gebiedsactoren: waterschap, gemeente, drinkwaterbedrijf. Daarnaast ontstaan er functieverwevenheden. Zie ook hieronder: doel van concept.

Het concept lijkt haalbaarder voor nieuwbouw dan voor bestaande steden (zeker oude binnensteden met een hoop verontreinigingen). Ook is het nodig om rioolsysteem opnieuw in te richten. Het is nodig om de onderdelen integraal te beschouwen en de planologie mee te nemen.

Doel van dit concept

Is het doel van het concept drinkwaterwinning en/of het verbeteren van het watersysteem? Primair was het ontworpen als drinkwaterwinningsconcept. Maar is dat haalbaar? De doelen kunnen mogelijk naast elkaar bestaan. Het is raadzaam om bij het ontwikkelen van het concept in te zetten op verbeteren van het watersysteem (kwaliteit en kwantiteit, ook water voor natuur, landbouw, bodem in de stad, beregening van tuinen etc) om zo de drinkwaterwinning als een van de functies mogelijk te houden/maken.

Schaal

Over welke schaal hebben we het? Welke hoeveelheden neerslag vallen er? Is dat genoeg? Is er genoeg ruimte om water te bergen in het gebied? (voorkomen wateroverlast, voldoende ruimte om te bufferen). Het concept lijkt op de schaal van Zwolle-Noord beter toepasbaar dan op de schaal van Apeldoorn. Om effecten en haalbaarheid in te schatten is een goede waterbalans nodig.

Onttrekkingskegel

Kun je bufferen in de kegel? Hier moet aan gerekend worden op locaties. Peilen opzetten kan helpen. Als de rivier laag staat gaat de kegel naar beneden, dan is er mogelijk aanvulling vanuit grondwater nodig. Wanneer de rivier weer omhoog komt, is er weer aanvulling vanuit de rivier mogelijk.

Aquifer Storage and Recharge (ASR)

Een belangrijk onderdeel van het concept is ondergrondse opslag en winning (Aquifer Storage and Recharge, ASR). Dit komt in Nederland nog moeilijk van de grond. Bijvoorbeeld in Limburg is dit niet gelukt. In het buitenland zijn er wel voorbeelden en in het Westland (kassen, niet tbv drinkwater). Aspecten die moeten worden meegenomen zijn: risico's (bij infiltreren), kosten, en (technische) moeilijkheden. Ook is het ontwerp van de ASR van belang. Waar verdeelt het brakke water zich? Moet er een infiltratie ook onder? (De vorm in figuur misleidt wat). In dat geval mag grondwater op diepte ook niet stromen (dan geen bel mogelijk). Mogelijk kan brijnwater nog dieper weer geïnfiltreerd worden (indien dat mag; dit mag bijv niet in Deventer).

Kwaliteit te infiltreren water

Het te infiltreren water moet drinkwaterkwaliteit hebben, ook vanuit KRW-perspectief. Hierdoor is dubbele zuivering nodig. Is het niet goedkoper om "gewoon" brak water te winnen en te behandelen tot drinkwater dan water voor en na te zuiveren in de buffer? Voordeel daarvan is ook dat voorkomen wordt gebiedsvreemd water in het grondwatersysteem moet worden gebracht. En in de winter heb je meer water, wat dan ook van betere kwaliteit zal zijn.

Bedrijfsvoering

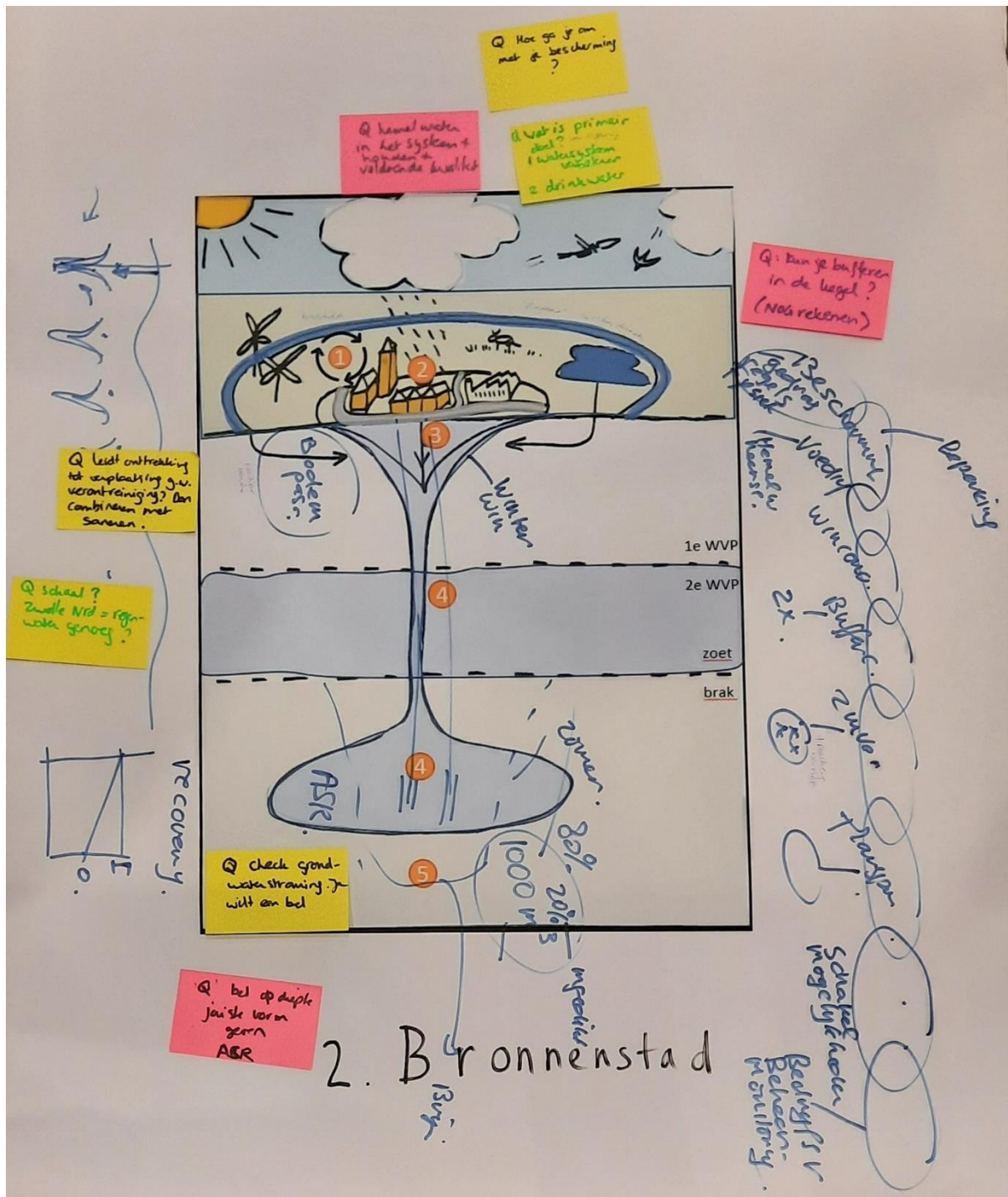
Het schakelschema (diep ondiep, zomer winter) in de praktijk brengen is heel ingewikkeld. In de toekomst is het mogelijk beter toepasbaar (techniek, ervaring, scholing personeel).

Kwaliteit

Onder veel steden is het water van slechte kwaliteit. Zowel in Zwolle als in Apeldoorn wordt gebiedsgericht grondwaterbeheer toegepast. Er moet worden voorkomen dat door onttrekkingen verontreinigen worden verplaatst. En als je het toch doet, dan gebruiken "als kans" en het verontreinigde water zuiveren. (Voorbeeld waar plannen hiervoor zijn is Hilversum.) PFAS en microplastics werden genoemd als wijdverbreide "nieuwe" problemen.

Voorbeelden

- Heumensoord. Dit is een oud landbouwgebied dat verstedelijkt is (60% stedelijk water). Er waren ook vuilstorten etc aanwezig.
- Nijmegen: nieuwe marktstraat, is al dicht, hier was industrie aanwezig met oplosmiddelenprobleem.
- Wielerbergmeer in Nijmegen: geschikt voor een winning als deze. Voeding met kwelwater, infiltratie in de stuwwal als grondstof of buffer. (Nu overstort naar rivier.)
- Helmond toekomst van de wijk.
- Westland (kassen).
- Almere groene wijk.
- Culemborg (Lanxmeer).



3. Wateraccu

Begeleiding en verslag: Perry de Louw en Renske Terwisscha van Scheltinga.

De indruk van de oplossingsrichting Wateraccu was positief. Er werden oplossingen aangedragen voor evt. uitdagingen/constraints. Voorbeelden van drie schoolniveaus zijn besproken: 1. Grote schaal, zoals mogelijk bij de Veluwe, 2. Middelgrote schaal (Epe/Schalteberg) en 3. Kleine schaal ('t Klooster).

1. Grote schaal (Veluwe)

- Als voorbeeld werd genoemd de voorzuivering van oppervlaktewater uit het Haringvliet door Evides bij twee winningen (Ouddorp en Haamstede). De kwaliteit van rivierwater wordt continu als bezwaar voor het gebruik voor drinkwater opgeworpen. Maar dit voorbeeld van o.a. Evides en ook PWN laat zien dat dit gangbaar is en dat een groot deel van Nederland al uit oppervlaktewater drinkt.
- Wateraanvoeroptie: 'oud' kwelwater dat nu aan het oppervlak komt in de Flevopolder en daar mengt met landbouwwater als potentiële bron als de landbouw bv biologisch zou worden. De Bethunepolder is een voorbeeld waar het kwelwater in sloten wordt gebruikt om drinkwater van te maken. Een andere optie is het kwelwater opvangen voordat het mengt met door landbouw beïnvloed neerslagoverschot, bijv. via kwelbuizen die zelf stromen. Deze zouden ook aan de rand van de Veluwe, bij randmeren, kunnen worden geplaatst.
- Door optimalisatie van de winputconfiguratie nabij de infiltratievijvers kunnen negatieve effecten van verlagingkegel bij de winning geminimaliseerd worden. Door meer te infiltreren dan te onttrekken kan er extra natuurwinst worden behaald waarbij sprengen en bronbeken weer (meer) gaan afvoeren en kwelstromen herstellen.
- Belangrijk inzicht voor het meekrijgen van ecologen: het water dat infiltreert op het hoogste punt infiltreert naar het diepe grondwatersysteem en zal dus een hele lange reistijd hebben. Aan de flanken zal nog steeds het 'mooie' neerslagwater uittreden en niet het gebiedsvreemde water.
- Door naaldbomen te vervangen door loofbomen neemt de extra grondwateraanvulling al significant toe (afhankelijk en lineair met oppervlak dat wordt aangepakt), en op een natuurlijke manier.
- Dit concept is groter dan alleen de toepassing voor drinkwaterwinning door Vitens en zou met meerdere water-, natuur- en regionale partners ontwikkeld moeten worden.
- Gevaar van dit soort technische oplossingen is dat men "lui" wordt en er niks meer wordt gedaan aan systeemherstel of zuiniger omgaan met water, etc.

2. Middelgrote schaal (Epe/Schalteberg)

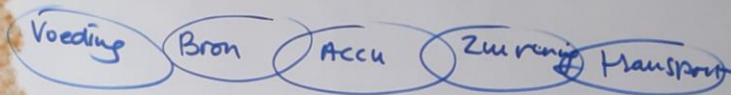
- Bij Vossenbroek is evt. extra zuivering nodig met een helofytenfilter.

3. Kleine schaal ('t Klooster)

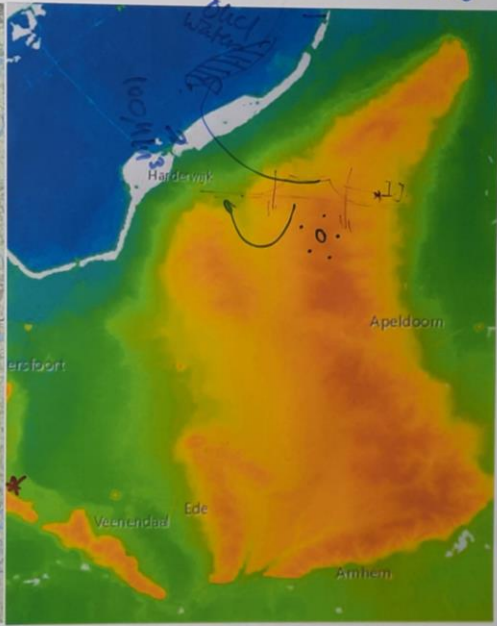
- GHG verhogen door verondiepen en verbreden van de sloten.
- Winterinfiltratie lekt vrij snel weg uit het systeem.



3. Water accu



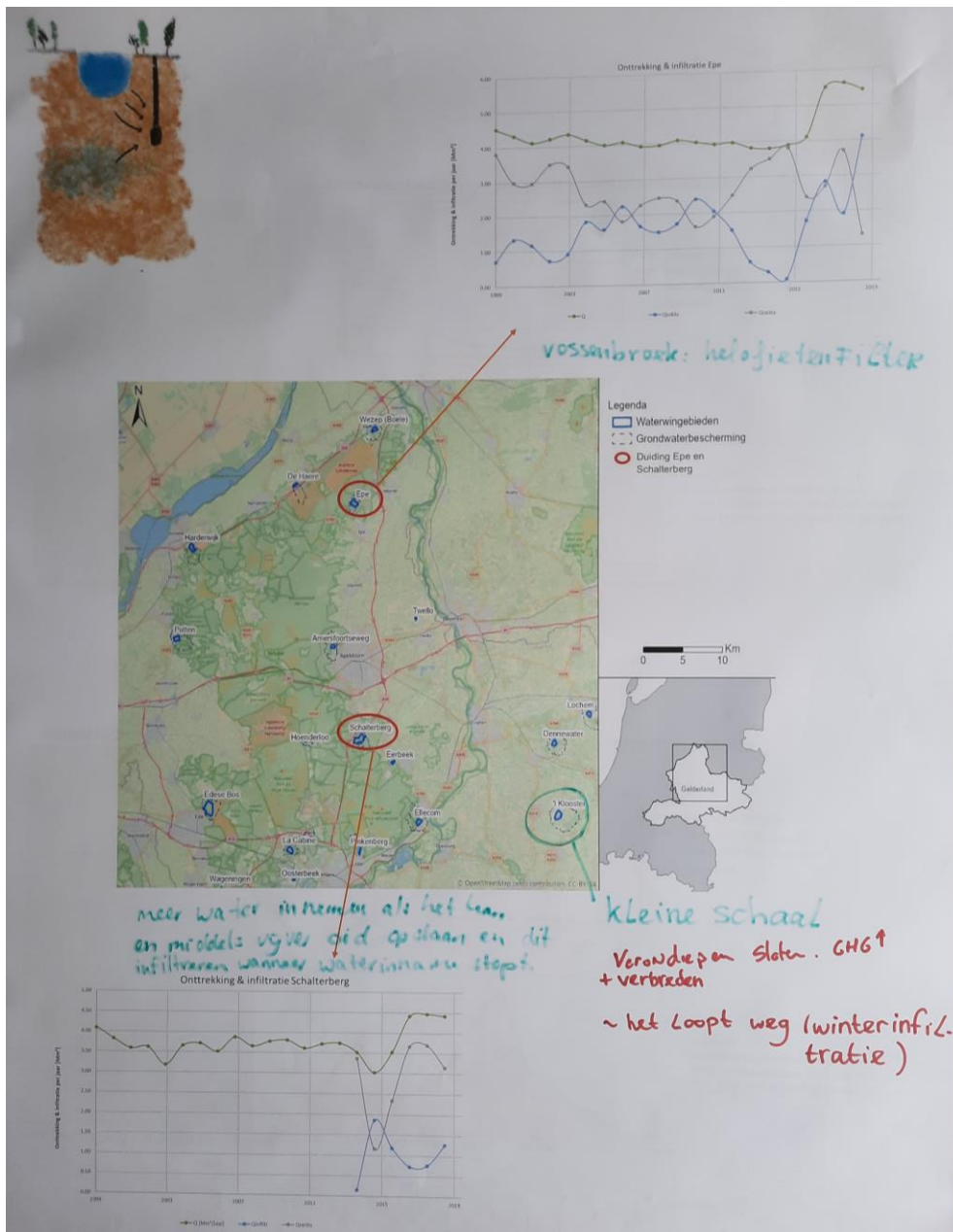
Antheissm afvage.
i.c.m. schone Landbouw



met putconfiguratie kan je ^{goed} optimaliseren

systemanalyse
Blauwe agenda.
rechtse heuvel

- * VOORzuivering
- o.v. oudoerp & Haamstade
- bron: Haringvliet
- * Ook andere drinkwater bedrijven
- * Goed concept



4. Schakelen tussen winningen

Begeleiding en verslag: Jelle van Sijl, Hilde Passier.

De belangrijkste opbrengst bij het concept 'schakelen tussen winningen' is als volgt:

1. Schakelen tussen winningen kan een succesvolle oplossing zijn om omgevingseffecten te verminderen en onverwachte gebeurtenissen op te vangen.

Wel zijn er enkele aandachtspunten, randvoorwaarden:

2. De doelen moeten vooraf helder zijn: KRW, N2000/NNN, een klimaatrobuust en duurzaam watersysteem, stedelijke waterproblematiek (bijv. Eindhoven, Waalwijk). Het moet ook duidelijk zijn hoe de dynamiek en ruimtelijke koppeling van de geschakelde winningen past in de toetsing aan de EU-richtlijnen die mogelijk geen rekening houdt met deze dynamiek en koppeling.

3. Voldoende flexibiliteit in de vergunningscapaciteit (in volumes en periode) is noodzakelijk. Dit kan bijvoorbeeld door het instellen van combinatievergunningen, eventueel over meerdere jaren/winvelden of winverdiepingen verspreid.

Ook dient de onderlinge verhouding niet te strak te zijn, zodat voldoende flexibiliteit overblijft om de schakeling aan te passen aan omstandigheden.

4. Voldoende capaciteit en waterkwaliteit in de verschillende watervoerende pakketten is een randvoorwaarde.

5. Goed grip nodig op de vertragingen die ontstaan bij onttrekken (responstijden van de diverse gebieden of aquifers) is een randvoorwaarde. Er is ook een limiet: té lange responstijden zijn onwerkbaar/niet meer doelmatig te beheersen met schakelen tussen winningen.

6. Bij een flexibelere schakel-winning moet eraan worden gedacht dat het totale ruimtebeslag met beschermingsgebied/boringvrije zone mogelijk groter is dan bij ongeschakelde winningen met een enkele vergunning.

7. Schakelen tussen winningen in combinatie met de wens tot grotere, centrale zuiveringslocaties uit de Lange Termijn Visie (LTV) van Vitens leidt automatisch tot nieuwe eisen aan en randvoorwaardes voor het zuiveringsontwerp en het transportnetwerk.

a. In de zuivering zijn flexibele elementen nodig om verschillende volumes en waterkwaliteiten door het seizoen op te kunnen vangen, en moet bijv. rekening worden gehouden met inwerktijden, en behoud van minimale doorstroming.

b. Mogelijk leidt het mixen van bronnen tot een stabielere waterkwaliteit en gunstiger zuiveringscondities. Grotere waterkwaliteitsdynamiek door schakelen destabiliseert dit soort zuiveringen.

c. Het transportnetwerk (ringstructuur) moet voldoende robuust zijn om grotere volumeschommelingen aan te kunnen: groot genoeg om gevraagde piekvolumes te transporteren, en tegelijkertijd stilstand te voorkomen indien een winning afschakelt.

8. Er zijn geschakelde winningen denkbaar waarbij na afschakelen een winveld kan worden ingezet om de grondwatervoorraad voor het volgende seizoen op te bouwen (infiltratie). Mogelijk is wel een dubbel leidingnet en aanvullende voorzuivering nodig. (Bij het opbouwen van een zoete bel in brak water kan het lang (decennia) duren voordat mobilisatie in de aquifer geen nadelig effect meer heeft op de kwaliteit.)

9. Een geschakelde winning kan mogelijk ook een "bijvul"-winning zijn in gebieden met een grote seizoensdrukke. (Zoals bijvoorbeeld de kust of eilanden, waar toeristen een zeer groot vraagverschil veroorzaken tussen binnen- en buiten het seizoen. Voorbeelden zijn Ameland, Oud Dorp en Haamstede.)

10. Transport van water over langere afstanden en langs lastige trajecten (bijvoorbeeld leiding Wadden), kan kwetsbaar zijn.

11. Op grote schaal water verdelen over het land gebeurt in de nationale waterrotonde in België.

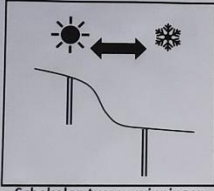
Flexibiliteit oppervlakte water
 winning: grote buffer lekken
 vullen als het kan

Importeer kennis
 van andere DW Bedrijven

Bijv. Duimwater concept
 Oevergrondwater
 oppervlaktewater

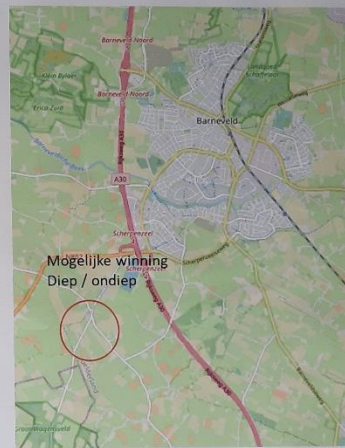
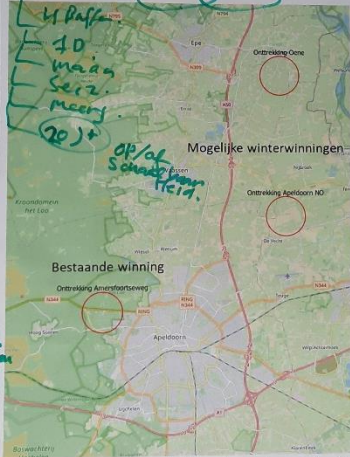
Rijpstructuren in netwerk

- > voorkomt stilstand
- > stimuleert grotere schommelingen



4. Schakelen tussen winningen
 andere maatschappelijke
 mee, tenzij -> ja, mits
 extra zuivering

- Bouwgronds ruimte beslag?
- Flexibiliteit in vergunning
 verlening?
 Combinatie vergunning
 over meerdere jaren / verspreiden
- Verschillen in vertraging
 Watersystemen
 verschillende buffers nodig
- Welke verhouding tussen
 winningen? 50/50 -> 70/30?
- Flexibele zuiverings
 elementen nodig?
 inwerktijd
 minimale
 doorstrom behoeften
- Voldoende doorstrom transportnet?



- Flexibiliteit winning
 + zuivering -> water
 kwaliteit
 Misen van bronnen
 voor stabilere zuivering
- Combinatie "winning +
 infiltratie seizoenen"
 buffer seizoenen nodig?

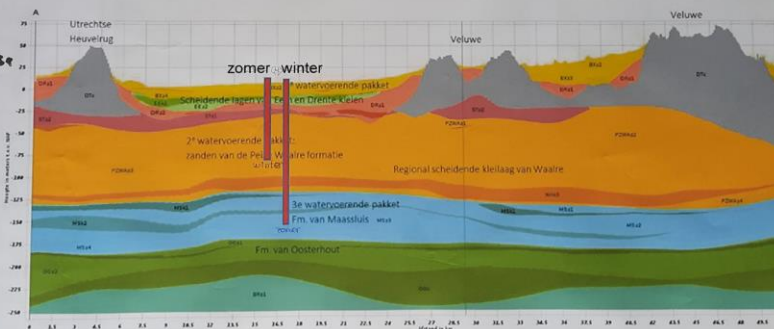
- "Bijval" winningen
 om te rijden seizoen
 in te zetten
- Ameland: wadleiding
 is beschikbaar
- oud Dorp
 waterkwaliteit
 en bescherming

- > Onttrekken
 winter diep ondiep
 zomer ondiep

- Doel:
- > natuur
- > KRW kwantiteit
 verslting?
- > watersysteem
 Duurzaam en
 telimaar robuust
- > stedelijk watersysteem
 (Bijv. Waas (wijk)
 Eindhoven)

- > Capaciteit van:
 -> vergunning flexibel
 -> watervoerende
 pakketten.

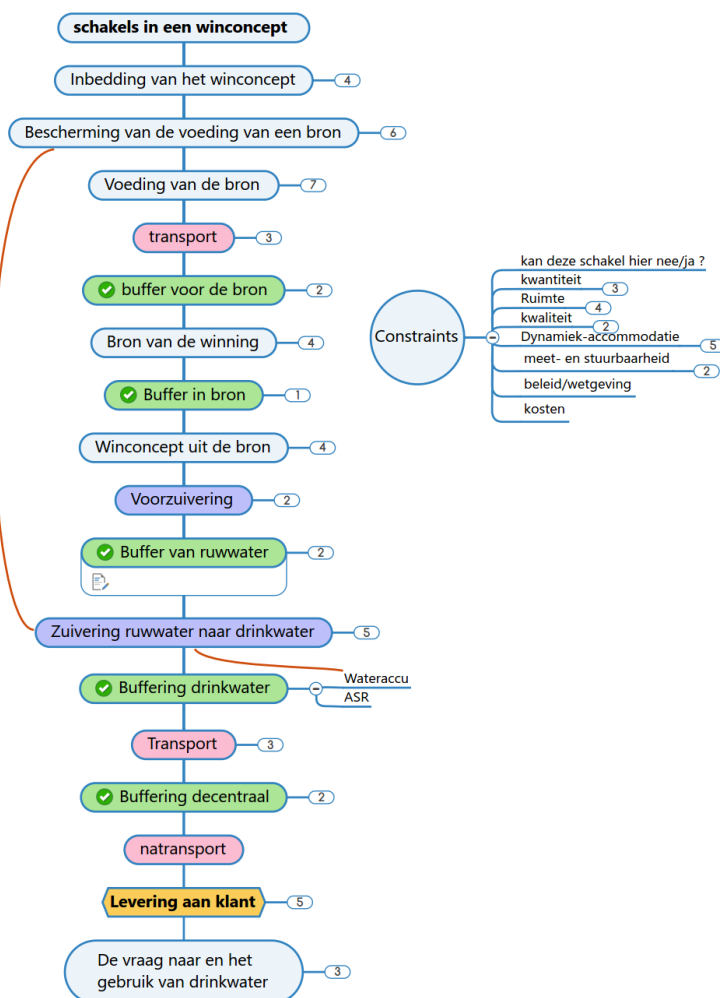
Der zit een
 limiet op bij
 te lange
 vertraging / response



Bijlage: Schakels in het winconcept

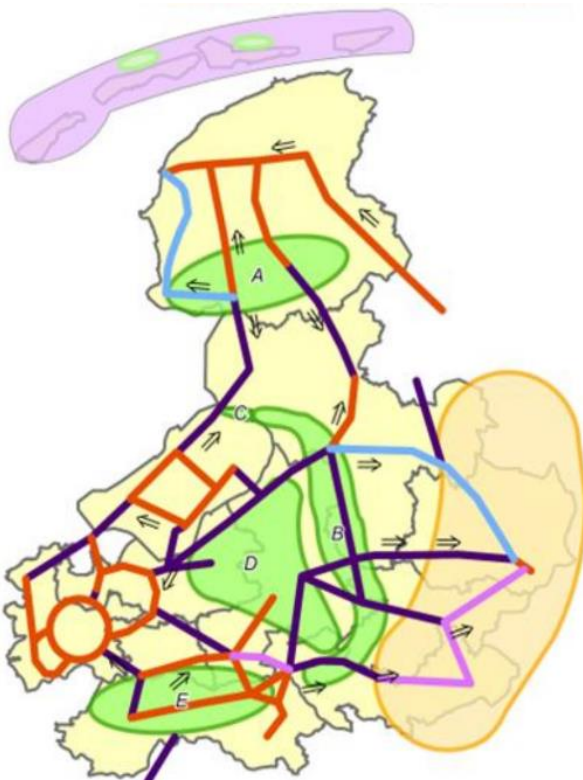
Igor Jellema

Tijdens de werksessie kwam Igor Jellema met het concept van schakels in het winconcept. Dit is een modulaire weergave van de keuzemogelijkheden die er zijn om een drinkwaterwinning flexibeler te maken. Het idee hiervan is dat in de drinkwaterwinketen van bron tot levering verschillende stappen te onderscheiden zijn, en dat voor elke stap verschillende opties te bedenken om de winning flexibeler te maken. De figuur hieronder geeft een overzicht hiervan, in de bijlage is een mindmap te zien waarin per schakel ook kan worden ingezoomd op de opties voor meer flexibiliteit. Uiteindelijk levert dit een schuifpuzzel op, waarmee per winning gezocht kan worden naar de meeste flexibiliteit. Aanvullende toelichting Igor: 'Uiteindelijk is de ruimte vaak het meest bepalend. Dus de bouwstenen die je ruimtelijk kunt projecteren zijn extra belangrijk. Waar vind je goede voedingsbronnen en bufferopties? De rest is volgend. Verder kun je natuurlijk pas optimaliseren als er ruimte in de schuifpuzzel is. Zolang die er niet is blijf je in de ad-hoc oplossingen hangen. Het is dus wel belangrijk dat bv Vitens ook zijn prognoses verandert in planningen waar schuifruimte is ingecalculleerd.'



B Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur

Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur



Afdeling : WEC / BZ ism Deltares en Ruimtevolk

Auteur : Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers (Deltares)

Kenmerk :

Datum : 15 maart 2023

Status : Definitief

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Scoringsmethodiek: Geogene Ladder, Verontreinigingsindex en Risico's op calamiteiten.....	5
2.1. Zuiveringsinspanning.....	5
2.2. Diffuse belasting met antropogene stoffen.....	6
2.3. Calamiteiten in oppervlaktewater	7
2.4. Calamiteiten in de bodem.....	7
3. Negen Winopties.....	8
3.1. Infiltratie van lokaal oppervlaktewater in de Veluwe	9
3.2. Infiltratie van bovenlokaal oppervlaktewater in Oost-Nederland	10
3.3. Infiltratie van groot oppervlaktewater (Rijn-herkomst) in de Veluwe	11
3.4. Strategisch Hart Rivierengebied: oevergrondwaterwinning met ASR in de West-Betuwe.....	12
3.5. Strategisch Hart Flevoland: directe oppervlaktewaterwinning met bekkens in Ketelmeer.....	13
3.6. Stedelijk water oogsten.....	15
3.7. Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug.....	16
3.8. Schakelen tussen winningen per seizoen	17
3.9. Inzet RWZI Effluent	18
4. CONCLUSIES	19
Bijlage 1: SCORETABEL	20
Bijlage 2: Uitwerking scores voor winopties	21

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

SAMENVATTING

Dit rapport geeft een aanzet voor een indeling van verschillende winopties uit de Streefstructuur van Vitens op basis van de waterkwaliteit en de vereiste zuiveringsinspanning. De waterkwaliteit is opgedeeld in de achtergrondkwaliteit van het gebruikte water (geogene ladder), de gevoeligheid voor antropogene verontreinigingen (diffuse belasting) en de gevoeligheid voor calamiteiten. Deze onderdelen zijn gescoord van 1 (gunstig) -10 (ongunstig). Met deze systematiek kunnen verschillende winnings-scenario's worden beoordeeld.

In dit rapport zijn 9 winopties beschouwd die voor Vitens relevant kunnen zijn. Een aantal daarvan komen overeen met opties die in het project Flexibele winningen worden onderzocht.

Toepassing van de methodiek laat zien dat er duidelijke verschillen in waterkwaliteit en bijbehorende zuiveringsinspanning te verwachten zijn. Deze hebben vooral te maken met: type bronwater (grondwater van verschillende diepte, oppervlaktewater van verschillende herkomst), de aanwezigheid van historische verontreinigingen en de gevoeligheid van de bodem waarin water eventueel wordt opgeslagen. Daarnaast zijn er verschillen als het gaat om calamiteiten en de mogelijkheid hierop te reageren. Bij gebruik van oppervlaktewater is de kans op korte verstoring van de waterkwaliteit groter dan voor grondwater, maar is het ook sneller mogelijk effectief in te grijpen. Bij grondwaterwinningen gaat verontreiniging en verspreiding trager, maar is er ook minder handelingsperspectief.

De systematiek is nu nog alleen theoretisch toegepast, en het verdient aanbeveling om deze regelmatig te toetsen in de verdere planvorming op regionale en lokale schaal. Daarbij kunnen de toegekende scores worden aangepast volgens voortschrijdend inzicht.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

1. INLEIDING

De drinkwaterbronnen van Vitens staan onder druk, zowel in kwalitatief als kwantitatief opzicht. In het kader van de strategie "Elke Druppel Duurzaam" worden diverse opties verkend om de drinkwatervoorziening door Vitens robuuster en veerkrachtiger te maken. Dit gaat o.a. over versterking van de drinkwaterinfrastructuur, over ombuigen van negatieve trends in de waterkwaliteit, en niet in het minst om het vinden van aanvullende bronnen. De Vitens Streefstructuur geeft een lange termijn streefbeeld voor de drinkwatervoorziening. Binnen dit streefbeeld is nog veel uitwerking nodig en bovendien is het een dynamisch beeld waarin continu ingespeeld kan worden op externe ontwikkelingen en interne mogelijkheden.

Om winopties in de toekomstige drinkwatervoorziening te kunnen vergelijken gebruikt Vitens het BOS Streefstructuur. Hierin worden naast de hardere gegevens rond waterhoeveelheden en kosten voor winning, zuivering en distributie ook een aantal duurzaamheidsindicatoren getoond, zoals de CO₂-uitstoot. Momenteel wordt onderzocht hoe de waterkwaliteit van bron tot tap in dit BOS kan worden ingebouwd.

Deze notitie gaat over de vormgeving van een of meer indicatoren waarmee het mogelijk wordt op een eenvoudige manier de winopties in het BOS Streefstructuur te vergelijken op het thema waterkwaliteit. De nadruk ligt hierbij op de kwaliteit van de bronnen, met daarbij een indicatie voor de zuiveringsinspanning. Aan waterkwaliteitsveranderingen tijdens distributie wordt in dit rapport geen aandacht besteed.

Om het hanteerbaar te maken is het aantal winopties beperkt gehouden, en concreet beschreven. Deze concrete winopties kunnen vertaald worden naar varianten op andere locaties.

We lichten hieronder eerst de methodiek om waterkwaliteit te scoren toe. Daarna bespreken we de beschouwde winopties. Tenslotte passen we de methodiek om waterkwaliteit te scoren toe op de winopties.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

2. SCORINGSMETHODIEK: GEOGENE LADDER, VERONTREINIGINGSINDEX EN RISICO'S OP CALAMITEITEN

De scoringsmethodiek voorziet in scores op 4 waterkwaliteitsaspecten:

- De natuurlijke achtergrondkwaliteit, met de daarbij passende “eenvoudige” zuiveringsinspanning.
- De diffuse belasting met antropogene stoffen
- Het risico van calamiteiten door lozingen op oppervlaktewater
- Het risico van calamiteiten door puntverontreinigingen in de bodem

De zuiveringsinspanning en de diffuse belasting worden ingeschat op basis van data van bestaande bronnen van Vitens en enkele andere waterbedrijven. De risico's op calamiteiten zijn lastig te kwantificeren omdat ze sporadisch optreden en sterk uiteenlopend zijn qua impact. De risicoschatting is daarom gebaseerd op expert-oordeel van de auteurs.

2.1. Zuiveringsinspanning

De natuurlijke achtergrondkwaliteit bepaalt grotendeels de complexiteit (en kosten) van de basiszuivering. De basiszuivering dient voor verwijdering van ijzer, mangaan, ammonium, chloride, methaan, koolzuurgas, humuszuren en deeltjes. Daarnaast dient het gezuiverde water voldoende zuurstof te bevatten, een stabiele, neutrale pH en een voldoende lage temperatuur en hardheid te hebben. Ook voor de microbiologische stabiliteit van het gezuiverde water tijdens distributie is voldoende verwijdering van met name ammonium, methaan en organische stof van belang. Met name de aard van de organische stof lijkt van belang voor de nagroeipotentie in het drinkwaternet.

Voor een globale categorisering van de diverse brontypen is het concept 'Geogene ladder' ontwikkeld, waarbij een rangorde wordt aangebracht op basis van de positie van een grondwaterwinning in het watersysteem, en de daarbij horende natuurlijke achtergrondkwaliteit. Hierbij is vooral de redoxtoestand en het zoutgehalte bepalend voor de verwachte zuiveringsinspanning. De indeling ziet er als volgt uit:

1. Suboxisch
2. Anoxisch
3. Diep anoxisch
4. Brak
5. Zout

Bij elk watertype hoort dus een basiszuivering die zorgt voor verwijdering en conditionering van van nature voorkomende stoffen. Onderstaande tabel geeft een indicatie van de benodigde zuiveringsstappen per grondwatertype. Oevergrondwater is hier geen aparte categorie, dat valt vaak onder anoxisch of diep anoxisch grondwater.

Met directe winning van oppervlaktewater heeft Vitens weinig ervaring, daarom ontbreekt dat in onderstaande tabel. In de verdere uitwerking zal hier worden geleund op ervaringen van collega-waterbedrijven.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

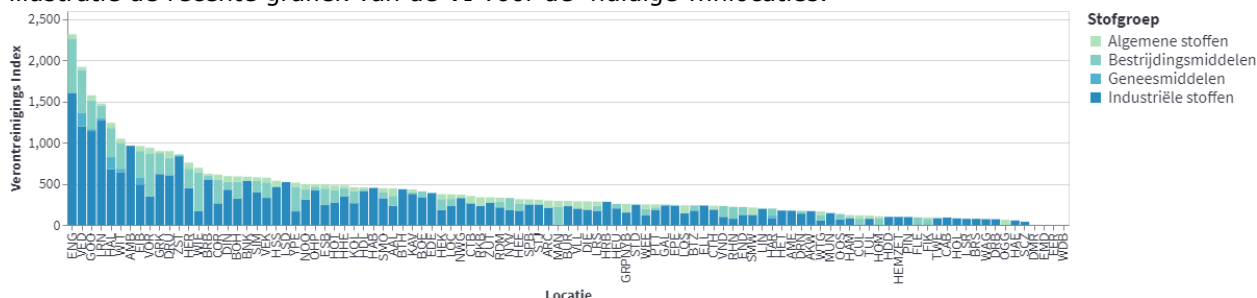
Geogene ladder			Hardheid	Fe ⁺⁺	NH ₄ ⁺	CH ₄	kleur	Cl
Watertype	Watersysteem	Type zuivering	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg Pt	mg/l
(sub)oxisch	Stuwwal	enkele filtratie	2	1	0,1	0,1	20	150
anoxisch	Beekdallandschap	dubbele filtratie	2	5	1	1	20	150
diep anoxisch	Veengebied	intensieve beluchting + dubbele filtratie + ontharding		15	2	40	20	150
diep anoxisch	Veengebied	NF/RO		15	?	40		150
brak	Nabij grensvlak ZZ	RO		?	?	?		1000
zout	Onder grensvlak ZZ	RO						20000

Tabel 1: Indeling watertypen inclusief typerende watersysteem, type zuivering, en maximale waarden van chemische parameters die bij dit type water door de aangegeven zuiveringsstappen verwijderd kunnen worden.

2.2. Diffuse belasting met antropogene stoffen

Voor het scoren van de diffuse belasting met antropogene stoffen wordt in eerste instantie gebruik gemaakt van de Verontreinigingsindex, die sinds 2020 door Vitens voor alle winningen wordt berekend en gepubliceerd in het jaarverslag.

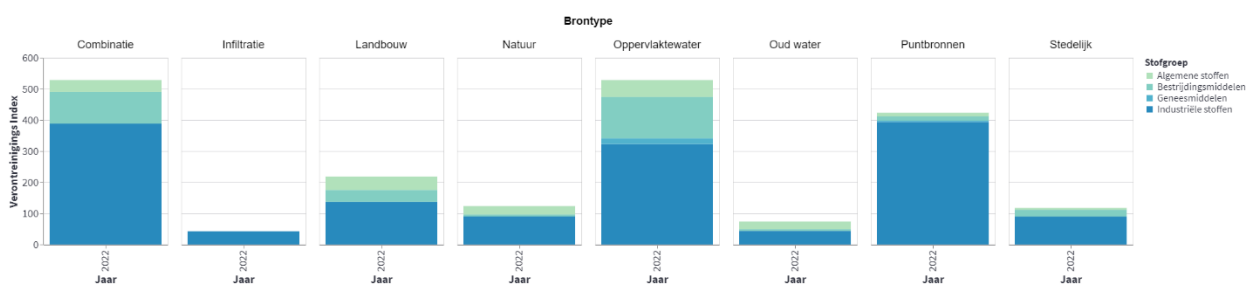
De Verontreinigingsindex geeft een indicatie van de mate van verontreiniging van een waterbron door het verschil aan te geven tussen de huidige situatie en de streefwaarden. Hoe hoger de index, hoe hoger de verontreiniging. De Verontreinigingsindex wordt jaarlijks berekend op basis van overschrijdingen van streefwaarden voor antropogene stoffen. De verontreinigingsindex gaat uit van vier stofgroepen: macroparameters (nitraat, sulfaat, hardheid), bestrijdingsmiddelen, geneesmiddelen en industriële stoffen. Figuur 1 geeft ter illustratie de recente grafiek van de VI voor de huidige winlocaties.



Figuur 1: Verontreinigingsindex voor huidige winlocaties van Vitens.

In figuur 2 is de verontreinigingsindex opgesplitst naar dominante kenmerken van het intrekgebied (brontype): infiltratie, landbouw, natuur, oppervlaktewater, oud water, puntbronnen, stedelijk, of een combinatie. Deze manier van presenteren laat duidelijke verschillen tussen brontype zien, zowel in totale verontreinigingsindex als in stofgroep. Bijvoorbeeld: de brontypen oppervlaktewater en puntbronnen hebben beide een grotere verontreinigingsindex dan de andere brontypen. Bij de puntbronnen vormen industriële stoffen het overgrote deel, terwijl in oppervlaktewater ook een aanzienlijk aandeel bestrijdingsmiddelen wordt gevonden.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			



Figuur 2: Verontreinigingsindex opgesplitst naar brontype.

2.3. Calamiteiten in oppervlaktewater

Calamiteiten in oppervlaktewater treden met enige regelmaat op en kunnen een uiteenlopende omvang hebben, van het te water raken van een auto tot een brand bij een chemische fabriek. Bekende voorbeelden van grote calamiteiten zijn de brand bij Sandoz (Bazel) in 1986 en bij Vredestein (Enschede) in 2003 en recent bij Currenta (Leverkusen) in 2021. Deze hadden langdurig ernstige invloed op de waterkwaliteit. De impact is afhankelijk van omvang van de lozing, aard van de vrijgekomen stoffen en doorspoelmogelijkheden van het oppervlaktewater. Daarmee is een generieke risicoscore uiteraard slechts globaal en geeft vooral de verschillen weer tussen de winopties wat betreft aanwezige industrieën in het achterland.

2.4. Calamiteiten in de bodem

Calamiteiten in de bodem hangen vooral samen met verspreiding van puntverontreinigingen in de aquifer. Dit is veelal een langzaam proces dat echter soms tot onverwacht snel oplopende concentraties in opgepompt grondwater kan leiden. De meeste historische puntverontreinigingen zijn goed in beeld en vaak gesaneerd of hydrologisch beheerst. Vitens heeft echter diverse ervaringen opgedaan met onverwacht gedrag van gechloroerde vluchtige stoffen. Dit risico is met name aanwezig in oude stedelijke gebieden maar ook bij vuilstorten en defensieterrinen. Met relatief beperkte extra zuiveringsmaatregelen is de impact voor de drinkwatervoorziening vaak beperkt te houden.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

3. NEGEN WINOPTIES

In het BOS is ook een groot aantal winopties opgenomen. Die variëren van uitbreiden van een bestaande winning tot een grootschalige winning uit het IJsselmeer via een bekken. Omdat de ruimte voor nieuwe 'gewone' grondwaterwinningen in Nederland zeer beperkt is zijn er veel winopties opgenomen die leunen op de inzet van oppervlaktewater, brak grondwater en mogelijk ook RWZI-effluent. Naast uitbreiding van de productiecapaciteit gaat het ook om een flexibelere inzet van productiecapaciteit waardoor beter ingespeeld kan worden op onverwachte ontwikkelingen in de drinkwatervraag of andere uitdagingen.

Voor het BOS is het gewenst aan elke optie een score voor waterkwaliteit toe te kennen. Om het overzicht te behouden en de scoring niet te subjectief te laten is de lijst met winopties in deze rapportage teruggebracht tot een beperkt aantal typerende winopties, die samen een palet vormen van beschikbare winopties in het BOS. Daardoor is ook een eenduidige vergelijking van scenario's met elk meerdere winopties mogelijk.

De volgende winopties zijn gekozen om te scoren:

1. Infiltratie van lokaal oppervlaktewater in de Veluwe
2. Infiltratie van bovenlokaal oppervlaktewater in Oost-Nederland
3. Infiltratie van groot oppervlaktewater (Rijn-herkomst) in de Veluwe
4. Strategisch Hart Rivierengebied: oevergrondwaterwinning met ASR in de West-Betuwe
5. Strategisch Hart Flevoland: directe oppervlaktewaterwinning met bekkens in Ketelmeer
6. Stedelijk water oogsten
7. Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug
8. Schakelen tussen winningen per seizoen
9. Inzet RWZI Effluent

Deze negen winopties worden hieronder beschreven op watersysteemkenmerken en gescoord op de waterkwaliteitsthema's.

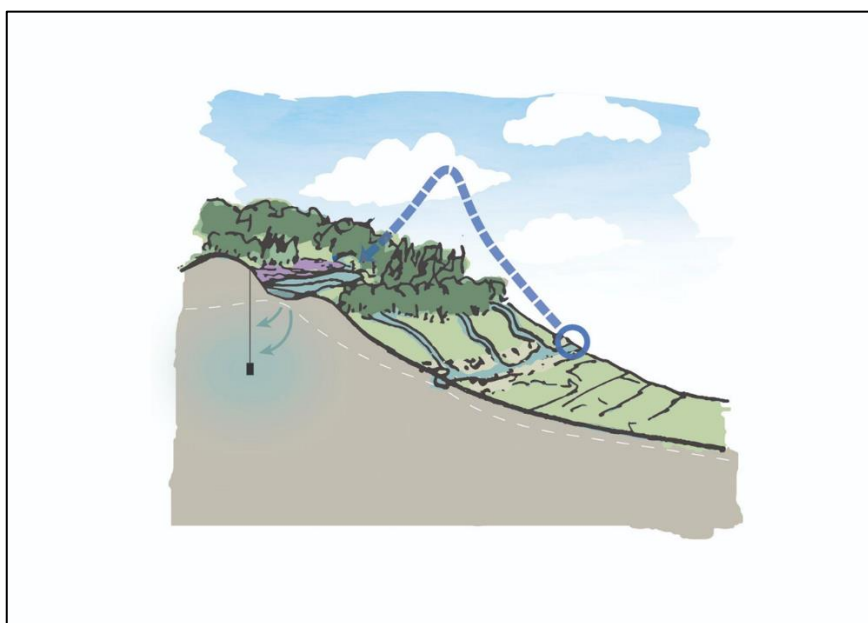
Vanwege overzichtelijkheid is in deze scoringsmethodiek gekozen voor een schaal van 1 (gunstig) tot 10 (ongunstig). De scores zijn bepaald door een klein team van inhoudsdeskundigen van Vitens en Deltares.

Voor toepassing in scenario's zal echter ook altijd een zekere deskundigheid benodigd blijven omdat elke winoptie eigen lokale kenmerken kent.

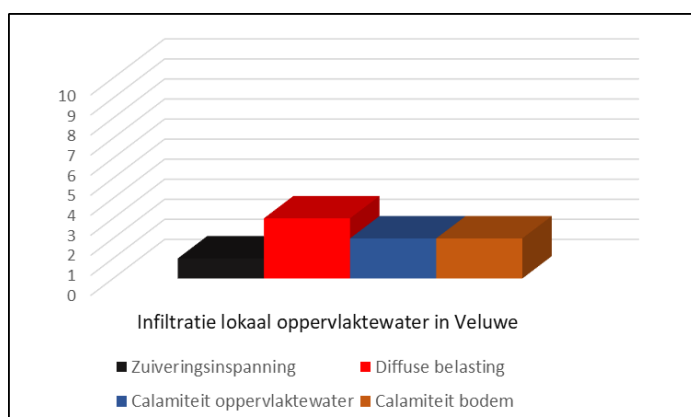
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

3.1. Infiltratie van lokaal oppervlaktewater in de Veluwe

Deze winoptie is vergelijkbaar met de huidige infiltraties van lokaal beekwater bij Epe en Schalterberg. Het intrekgebied van deze beeksystemen bestaat voornamelijk uit Veluws natuurgebied en is goed in kaart gebracht.



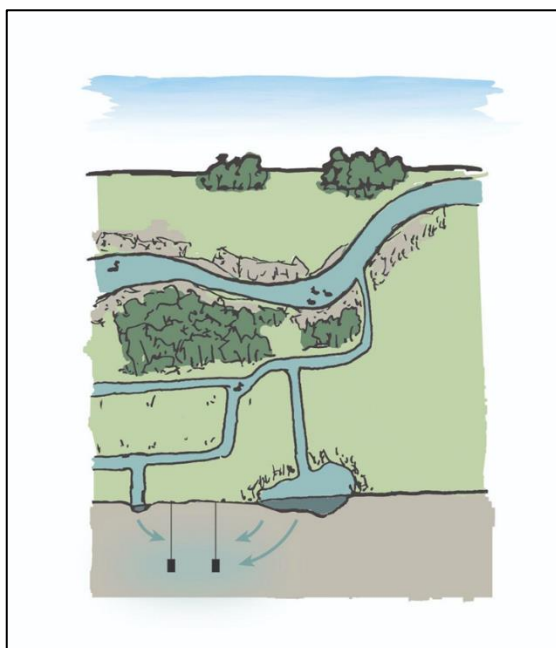
De basiszuivering is dezelfde als voor een Veluwe grondwaterwinning, een enkelvoudige filtratie is voldoende. Er is geen ontharding nodig. De diffuse belasting en het risico op calamiteiten zijn gering.



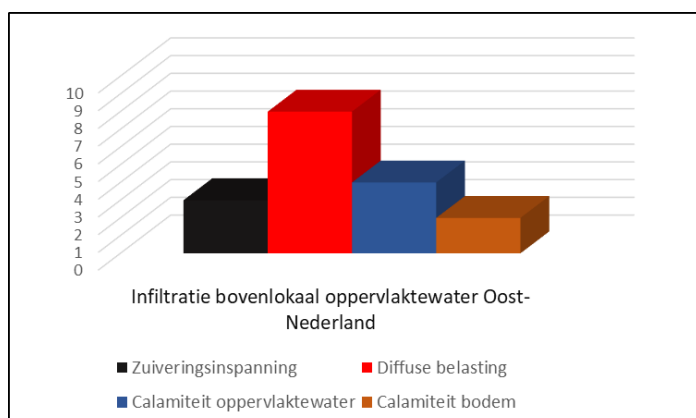
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

3.2. Infiltratie van bovenlokaal oppervlaktewater in Oost-Nederland

Deze winoptie is vergelijkbaar met enkele bestaande winningen in de Achterhoek en Twente waarbij water uit het systeem van Berkel of Vecht wordt aangevoerd en geïnfiltrieerd in een vijver of slotenstelsel nabij de winning.



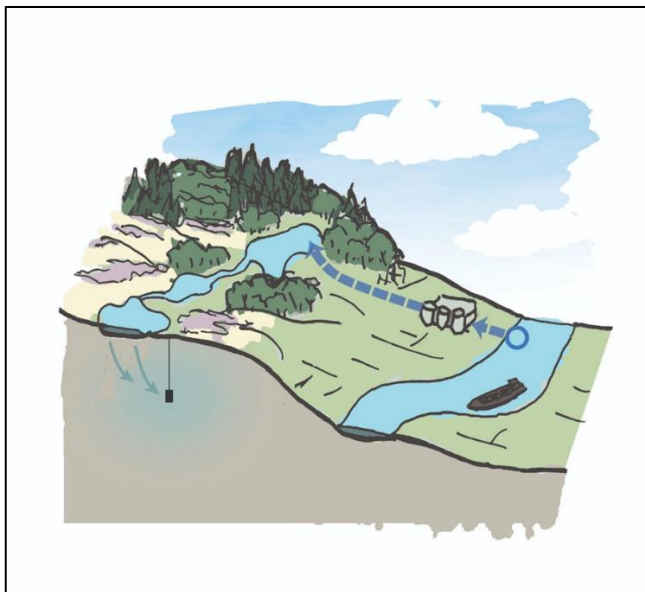
De basiszuivering dezelfde als in een situatie zonder wateraanvoer: een dubbele filtratie met ontharding. De diffuse belasting vanuit landbouw, lozingen van RWZI's (ook in Duitsland) en kleine bedrijven is aanzienlijk, en het risico op relevante calamiteiten in oppervlaktewater vrij gering.



Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

3.3. Infiltratie van groot oppervlaktewater (Rijn-herkomst) in de Veluwe

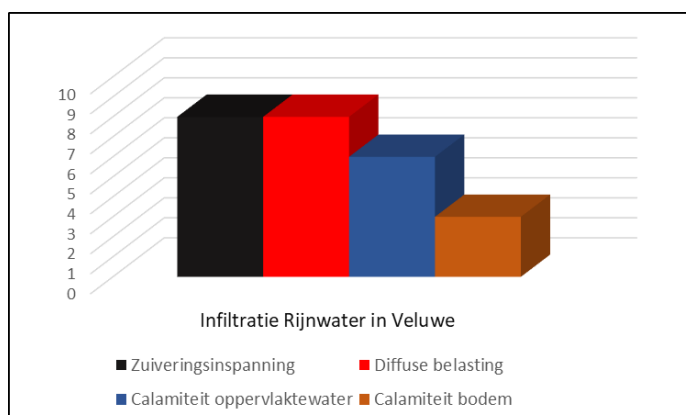
Deze winoptie is in het kader van het project Flexibele Winningen verder uitgewerkt als Wateraccu Veluwe. Daarbij is voorzien in een grootschalige voorzuivering en infiltratie op diverse locaties zodat het watersysteem van de Veluwe optimaal gevoed wordt. De winning kan grotendeels met bestaande grondwaterwinningen worden voortgezet. Het grondwatersysteem vormt hier een buffer waardoor in tijden van droogte of slechte waterkwaliteit van de Rijn de infiltratie kan worden stopgezet. Hierdoor heeft deze winoptie een grote flexibiliteit.



De inzet van Rijnwater vergt een uitgebreide voorzuivering zoals die nu ook in de duinen van West Nederland wordt toegepast. Hierbij vormt het Infiltratiebesluit het wettelijk kader. De basisvoorzuivering is o.a. gericht op verwijdering van zwevend stof, fosfaat en hardheid. Een punt van aandacht is de sterke wisseling in watertemperatuur die de werking van de voorzuivering beïnvloedt.

De kwaliteit van de Rijn is weliswaar flink verbeterd maar de diffuse belasting is toch nog zodanig dat een extra zuivering met actief kool of RO nodig is.

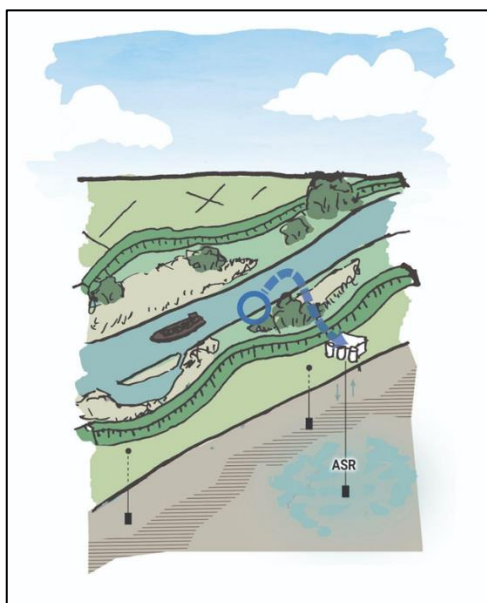
Het risico op relevante calamiteiten in het stroomgebied van de Rijn is zeker aanzienlijk, maar door de mogelijkheid van een innamestop ook beheersbaar.



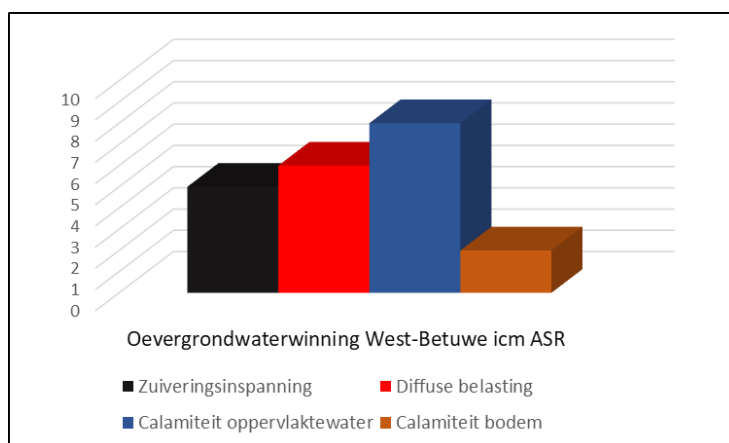
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

3.4. Strategisch Hart Rivierengebied: oevergrondwaterwinning met ASR in de West-Betuwe

Deze hybride winoptie combineert de voordelen van een oevergrondwaterwinning van Rijnwaterherkomst met de benutting van lokaal water en bovendien een buffer met schoon water dat opgespaard is in de aquifer (ASR = Aquifer Storage and Recovery) voor periodes van droogte of slechte oppervlaktewaterkwaliteit.



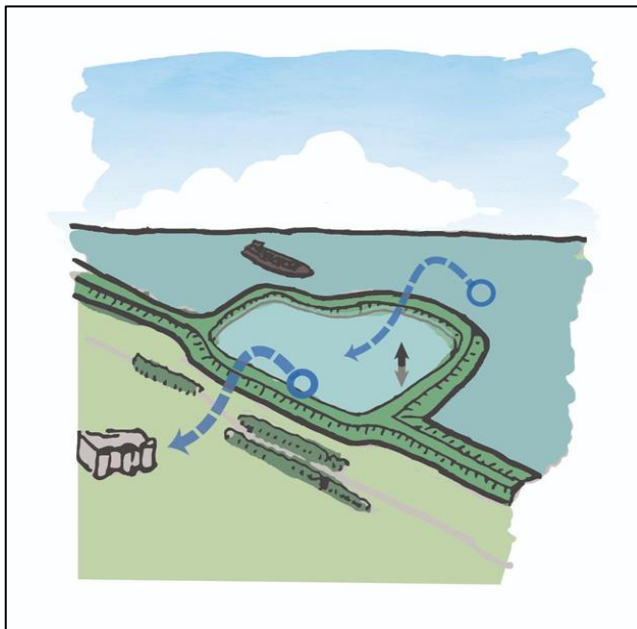
Voor een oevergrondwaterwinning is geen speciale voorzuivering nodig, wel een goede inrichting van de oeverzone, zodat optimaal gebruik wordt gemaakt van de zuiverende werking tijdens bodempassage. Voor de ASR is wel een uitgebreide voorzuivering nodig. De diffuse belasting van het oppervlaktewater in de West-Betuwe kan door een goede watersysteem-inrichting geringer worden waarbij het aandeel lokaal kwel- en regenwater wordt vergroot. Het risico op calamiteiten in het stroomgebied van de Rijn is zeker aanwezig en is bij een oevergrondwaterwinning moeilijk beheersbaar (vergelijkbaar met de situatie bij Engelse Werk).



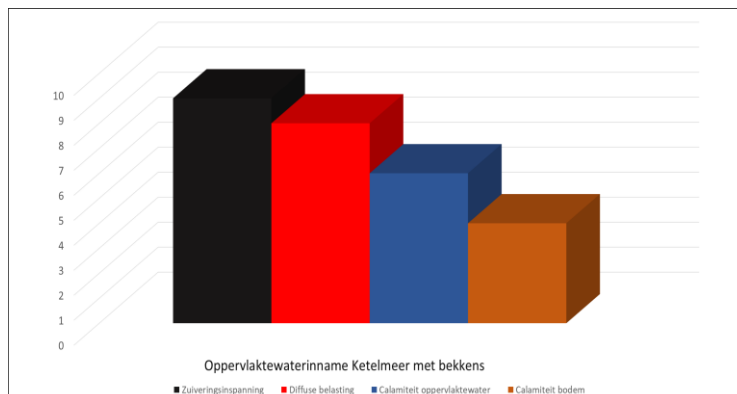
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

3.5. Strategisch Hart Flevoland: directe oppervlaktewaterwinning met bekken in Ketelmeer

Deze winoptie lijkt sterk op de drinkwatervoorziening van Rotterdam in de Biesbosch, waarbij hier gebruik wordt gemaakt van water in het IJsselmeer/Ketelmeer. Het bekken heeft een bufferfunctie: in tijden van droogte of slechte waterkwaliteit in het Ketelmeer kan de inname voor een beperkte periode gestopt worden. Het bekkenpeil moet hiervoor wel enkele meters kunnen variëren, waardoor ook risico op uitwisseling met het lokale grondwater bestaat. Het waterkwaliteitsbeheer in het bekken kent diverse uitdagingen. Voor een stabiele temperatuur moet het bekken voldoende diep zijn. Anderzijds moet vanwege de biologie voorkomen worden dat er een gelaagdheid ontstaat met 'dood' water in de diepte. Dit vereist menging van de waterlagen. Hierdoor is het beheer van het bekken in praktijk minder flexibel dan het lijkt.



De basisvoorzuiivering is vergelijkbaar met die voor infiltratie van Rijnwater in de Veluwe. Vanwege de biologische processen in het bekken vereist de nazuivering extra inspanning. De diffuse belasting van het water in het Ketelmeer is vergelijkbaar met die van de Rijn (bij infiltratie in de Veluwe). Ook het risico op calamiteiten in het stroomgebied van de Rijn is vergelijkbaar. Er wordt eenzelfde beheersing met monitoring en innamestops voorzien.



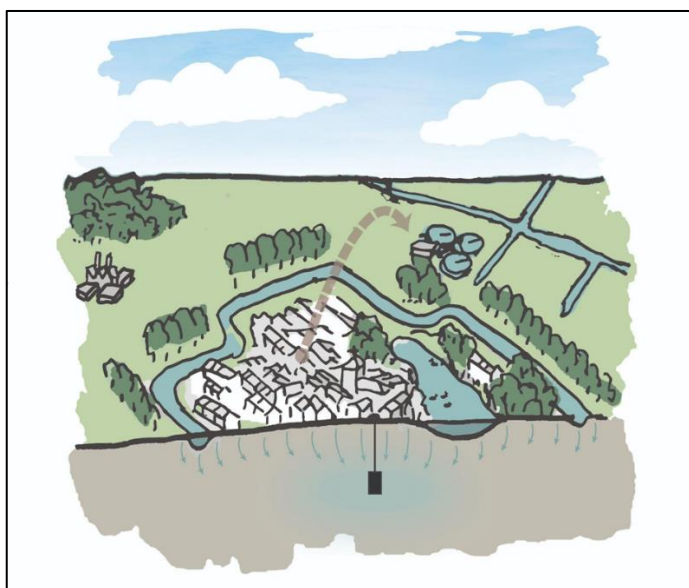
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

Een bijzonder risico op bodemverontreiniging bestaat hier ivm de nabijheid van het slibdepot IJsseloog. Hier wordt zwaar verontreinigd slib permanent opgeslagen in een bekken. Verspreiding van verontreinigingen wordt voorkomen door een permanent waterpeil ruim beneden NAP in het bekken. De aanvoer van slib met schepen vormt een specifiek risico.

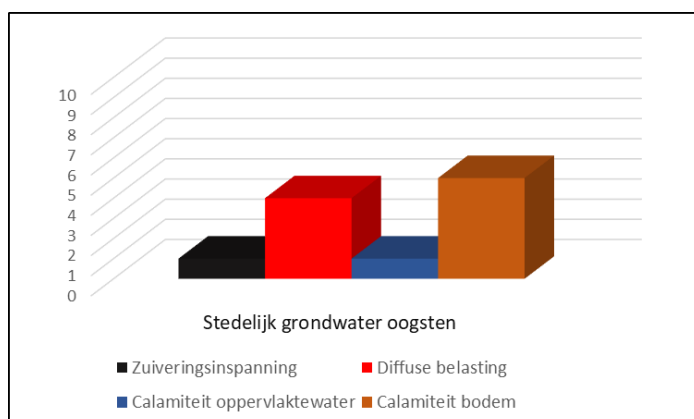
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

3.6. Stedelijk water oogsten

Deze winoptie is hier gedacht op de Nijmeegse stuwwal rond de winningen Heumensoord en Muntberg. Hij sluit aan bij "Bronnenstad" in het project Flexibele Winningen. Het verschil met een gewone grondwaterwinning in stedelijk gebied is dat het stedelijk watersysteem wordt heringericht zodat veel meer water van redelijke tot goede kwaliteit langer wordt vastgehouden in buffers, en het grondwater kan aanvullen. Bijvoorbeeld regenwater van daken en wegen, en water van riooloverstorten.



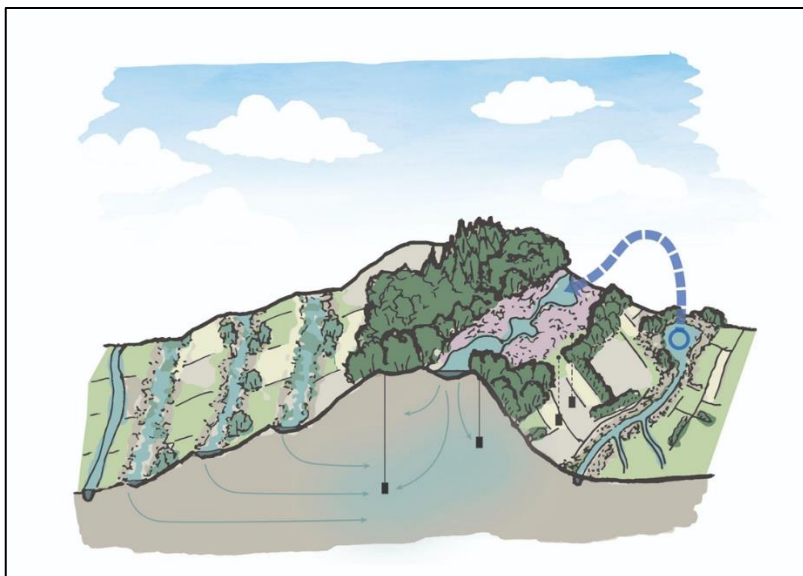
De basiszuivering van de bestaande grondwaterwinningen hoeft dan niet uitgebreid te worden. De diffuse belasting zal in beperkte mate toenemen, en kan door bronmaatregelen beheerst worden. Het risico op calamiteiten in oppervlaktewater is gering (er is weinig oppervlaktewater aanwezig) en het risico op calamiteiten met puntverontreinigingen neemt iets toe doordat een groter deel van het stedelijk gebied deel gaat uitmaken van het intrekgebied.



Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

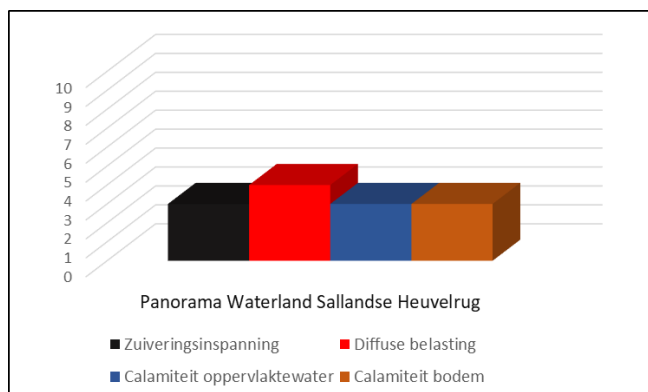
3.7. Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug

Het concept Panorama Waterland wordt door Vitens ingezet om het ruimtelijk gebruik van intrekgebieden veel beter in te richten op de drinkwaterfunctie (terwijl tegelijk het gebied ervan profiteert). De winoptie op de Sallandse Heuvelrug leunt op het gebruik van deze middelgrote stuwwal als seizoensbuffer. De winning vindt plaats in het hart van de stuwwal. Door beter vasthouden van het water in het afwateringssysteem kan meer water uit de stuwwal worden gewonnen. En overtollig afstromend oppervlaktewater rondom de stuwwal wordt (vooral in de winterperiode) geïnfiltreerd nabij de winlocaties. Zo kan bijv. het water van de Elsenerbeek worden gebruikt voor infiltratie. Dit water is afkomstig uit een begrensd landbouwgebied.



De basiszuivering kan bij dit zachte stuwwalwater uit een enkele filtratiestap bestaan. Wel vraagt de infiltratie van water uit het landbouwgebied enige voorzuivering.

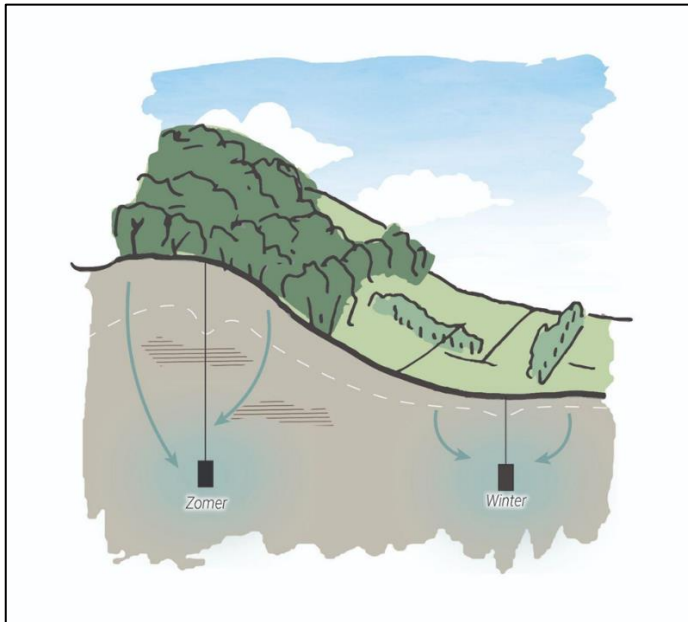
De diffuse belasting is beperkt en het risico op calamiteiten in het oppervlaktewater vrij gering. Ook vormen puntverontreinigingen in dit landelijke gebied een vrij gering risico.



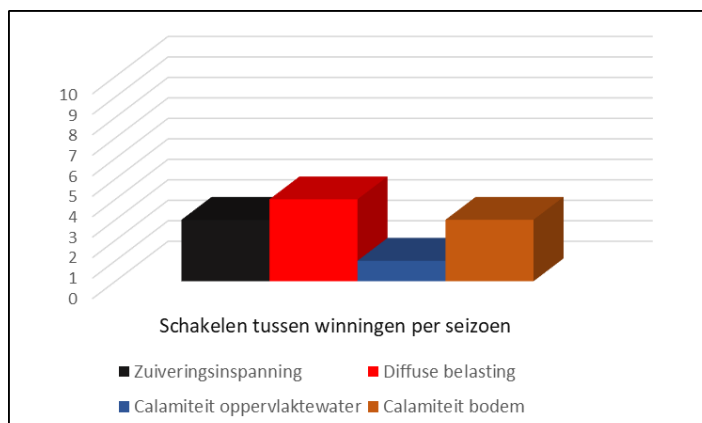
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

3.8. Schakelen tussen winningen per seizoen

Deze winoptie is verkend in het project Flexibele Winningen. Het is een grondwaterwinning op twee locaties: in de winterperiode op een locatie die in de zomer ontzien moet worden en in de zomerperiode op een locatie die weinig verdrogingseffecten veroorzaakt. Dit kan bijvoorbeeld een diep(zomer)–ondiep(winter)-combinatie of een hoog(zomer–laag(winter)-combinatie zijn.



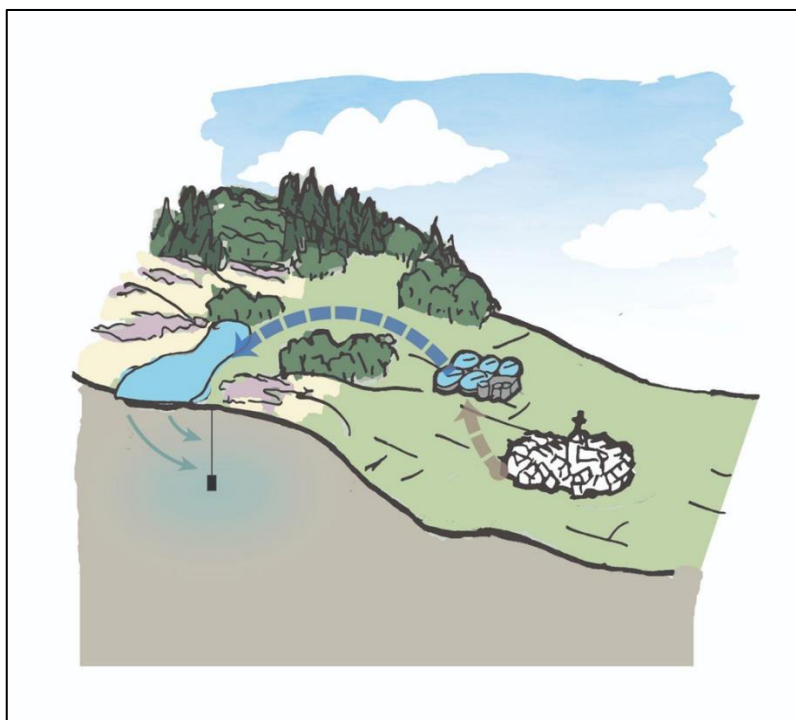
De basiszuivering is gelijk aan die van een gewone grondwaterwinning. Wel zal het bedrijven van deze winning en zuivering een grotere uitdaging betekenen omdat onderdelen alleen in bepaalde seizoenen functioneren, en beide bronnen een heel verschillende kwaliteit kunnen hebben. De diffuse belasting is vergelijkbaar met een grondwaterwinning in landbouwgebied, en de risico's op calamiteiten in oppervlaktewater en bodem zijn gering.



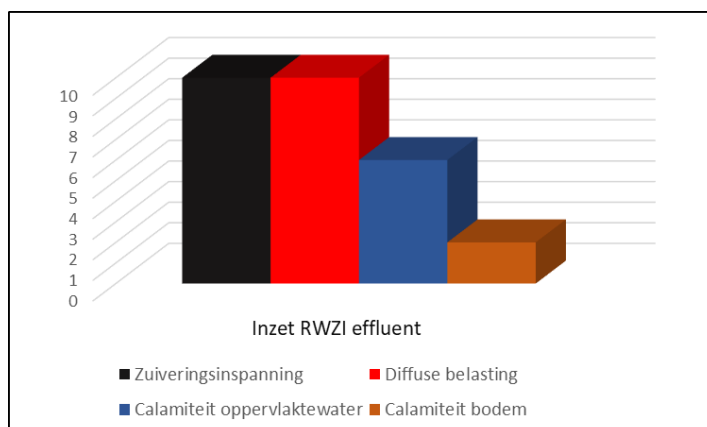
Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

3.9. Inzet RWZI Effluent

Deze winoptie is voornamelijk in alle drinkwaterscenario's vermeden vanwege de klantperceptie. Toch dringen met name waterschappen regelmatig aan om deze winoptie serieus te overwegen. Zo is een beknopte studie uitgevoerd naar gebruik van gezuiverd effluent van RWZI Ede. In de hier beschouwde winoptie wordt dit effluent ingezet voor infiltratie in de Veluwe, waarbij het drinkwater in een bestaand puttenveld wordt opgepompt.



De basisvoorzuivering is complex gezien de hoge concentraties uiteenlopende verontreinigingen, de wisselende temperaturen en hoge gehalten organische stof. Een volstroom RO met uitgebreide voorbehandeling is dan nodig. De diffuse belasting is hoog en met bronmaatregelen slechts in geringe mate te verminderen. Het risico op calamiteiten is aanwezig in het stedelijk water dat op de RWZI is aangesloten. Hierdoor kan de werking van de basisvoorzuivering sterk beïnvloed worden. Het risico op bodemverontreinigingen is hier alleen relevant in het bestaande puttenveld.



Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

4. CONCLUSIES

Het bovenstaande geeft een aanzet voor een indeling van verschillende winopties op basis van de waterkwaliteit. De waterkwaliteit is opgedeeld in de achtergrondkwaliteit van het gebruikte water (geogene ladder), de gevoeligheid voor antropogene verontreinigingen (diffuse belasting) en de gevoeligheid voor calamiteiten. Met deze systematiek kunnen binnen het Beslissingsondersteunend Systeem Streefstructuur Vitens verschillende winopties worden beoordeeld. De criteria kunnen worden gescoord op basis van gegevens van bestaande winningen, analyse van een nieuwe winoptie en op expertkennis.

In deze notities zijn 9 opties bekeken die voor Vitens relevant kunnen zijn. Een aantal daarvan komen overeen met opties die in het project Flexibele winningen zijn onderzocht. Toepassing van de methodiek laat zien dat er duidelijke verschillen in waterkwaliteit en zuiveringsinspanning te verwachten zijn voor verschillende typen winopties. Deze hebben vooral te maken met: type bronwater (grondwater van verschillende diepte, oppervlaktewater van verschillende herkomst), de aanwezigheid van historische verontreinigingen en de gevoeligheid van de bodem waarin water eventueel wordt opgeslagen. Daarnaast is er een groot verschil tussen verschillende winopties te verwachten als het gaat om calamiteiten en de mogelijkheid hierop te reageren. Bij gebruik van oppervlaktewater is de kans op korte verstoring van de waterkwaliteit groter dan voor grondwater, maar is het ook sneller mogelijk effectief in te grijpen. Bij grondwaterwinning gaat verontreiniging en verspreiding trager, maar is er ook minder handelingsperspectief.

De systematiek is nu nog alleen theoretisch toegepast, maar het verdient aanbeveling om deze te toetsen aan de hand van specifieke winopties, en nieuwe gegevens over groepen winningen.

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel			
Kenmerk		Datum	15 maart 2023

BIJLAGE 1: SCORETABEL

A Basisgegevens

	Winoptie	Indicatie Capaciteit in Mm3/j	Referentie FlexWinn	Streefstructuur	Referentie Huidig	Geogene ladder	Verontreini- gingsindex
1	Infiltratie lokaal oppervlaktewater in Veluwe	5-10	Wateraccu		Epe	1	300
2	Infiltratie bovenlokaal oppervlakte- water Oost-Nederland	5-10			Eibergen	2	1000
3	Infiltratie Rijnwater in Veluwe	20-50	Wateraccu	Strategisch Hart Veluwe	Duinen	nvt	
4	Oevergrondwaterwinning West-Betuwe icm ASR	10-30		Strategisch Hart Rivierengebied	Velddriel	2	600
5	Oppervlaktewaterinname Ketelmeer met bekkens	50		Strategisch Hart Flevoland	Biesbosch	nvt	
6	Stedelijk grondwater oogsten	10-20	Bronnenstad		Heumensoord	1	350
7	Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug	10-20	Wateraccu		Holten	2	400
8	Schakelen tussen winningen per seizoen	10-20	Schakelen		Lochem/ Noordijk	2	400
9	Inzet RWZI effluent	10-20				nvt	

B Scores

	Winoptie	Score zuiverings- inspanning	Score diffuse belasting	Score calamiteit oppw	Score calamiteit bodem
1	Infiltratie lokaal oppervlaktewater in Veluwe	1	3	2	2
2	Infiltratie bovenlokaal oppervlakte- water Oost-Nederland	3	8	4	2
3	Infiltratie Rijnwater in Veluwe	8	8	6	3
4	Oevergrondwaterwinning West- Betuwe icm ASR	5	6	8	2
5	Oppervlaktewaterinname Ketelmeer met bekkens	9	8	6	4
6	Stedelijk grondwater oogsten	1	4	1	5
7	Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug	3	4	3	3
8	Schakelen tussen winningen per seizoen	3	4	1	3
9	Inzet RWZI effluent	10	10	6	2

Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

BIJLAGE 2: UITWERKING SCORES VOOR WINOPTIES

Score Zuiveringsinspanning

De score van de zuiveringsinspanning wordt vooral bepaald door de natuurlijke herkomst van het water (bijvoorbeeld: zacht stuwwalwater, verschillende typen oppervlaktewater) en van de beoogde behandeling/opslag van het water (bekkens, infiltratie).

Bij opties 1 en 6 wordt zacht stuwwalwater geïnfiltreerd. Dit vereist alleen een eenvoudige filtratiestap: het gaat om schoon water waarvoor geen extra zuivering nodig is.

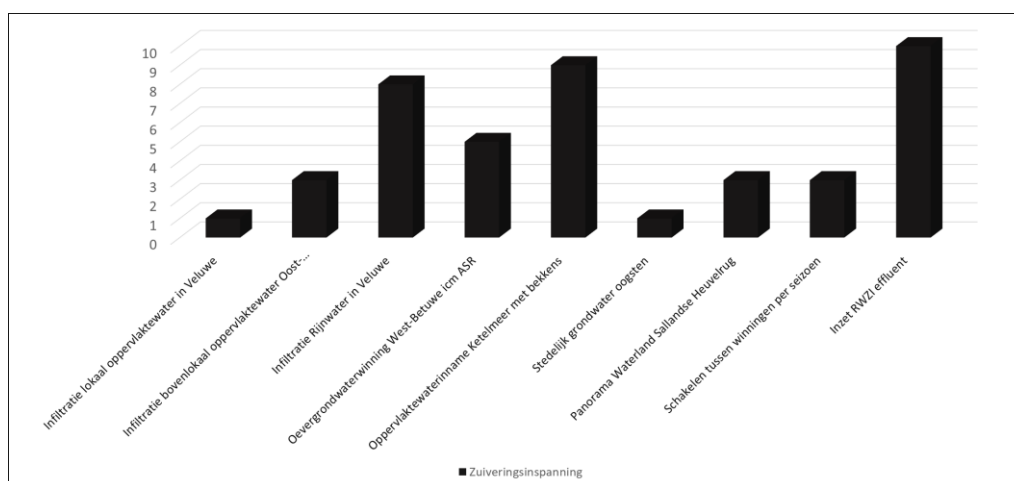
Voor optie 2 (Bovenlokaal oppervlaktewater) en optie 7 (Panorama Waterland Sallandse Heuvelrug) is minimaal extra ontharding en mogelijk verwijdering van bestrijdingsmiddelen nodig.

Voor optie 4 (oeverwinning Betuwe + ASR) is bovendien extra zuivering nodig voor beperkte hoeveelheid voor ASR (herinfiltratie) (optie 4).

Bij optie 3 (infiltratie van Rijnwater in de Veluwe) is uitgebreide voorzuivering nodig zoals nu ook gebruikelijk bij de duin-infiltratiewinningen in het westen van het land.

Bij oppervlaktewater via bekkens is meest uitvoerige zuivering nodig, zowel voor inname in het bekken, het beheer van het bekken en de nazuivering tot drinkwater (optie 5).

Een apart geval vormt de winoptie 'Schakelen tussen winningen'. Het idee achter deze winoptie is om twee winningen te combineren die tijdens verschillende periodes van het jaar meer geschikt zijn om water te winnen. Zo kunnen effecten op de omgeving verminderd worden. Een voorbeeld is het combineren van een diepe en een ondiepe winning: in de zomer kan meer water uit de diepe winning worden gewonnen, terwijl in de winter, wanneer er voldoende water voorhanden is, de ondiepe winning kan worden benut. Voor de zuivering levert dit een opgave op: de kans is groot dat de waterkwaliteit van het diepe en het ondiepe water verschilt (m.n. op de geogene ladder), wat extra zuiveringsinspanning met zich meebrengt.

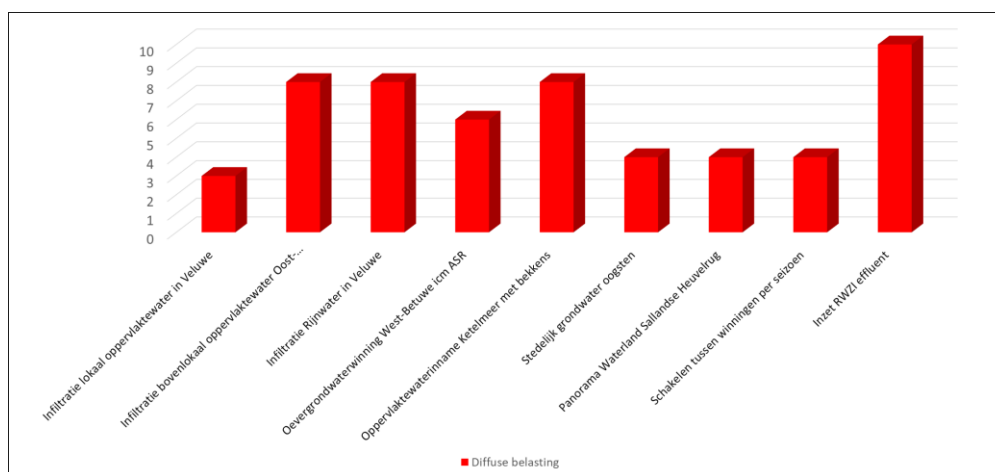


Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

Score Diffuse belasting

De scores van opties die qua belasting met antropogene stoffen sterk overeenkomen met bestaande winningen volgen direct uit de Verontreinigingsindex. De echt nieuwe opties werken met Rijnwater als bron. Voor de Rijn is een iets geringere belasting ingeschat dan van bovenlokaal oppervlaktewater (sterkere verdunning). Bij infiltratie hiervan in de Veluwe is geen sprake van extra belasting. Bij gebruik van bekkens wel: dan kan door indamping en atmosferische depositie het bekken sterker verontreinigd raken.

Bij Stedelijk grondwater kunnen historische verontreinigingen een diffuse belasting vormen. In het algemeen is de kans hierop groter in stedelijke omgeving, maar in de praktijk kan de situatie per situatie verschillen. Daarnaast is er een nauwe relatie tussen activiteiten bovengronds en de waterkwaliteit. Dit vereist actief beheer/beleid.

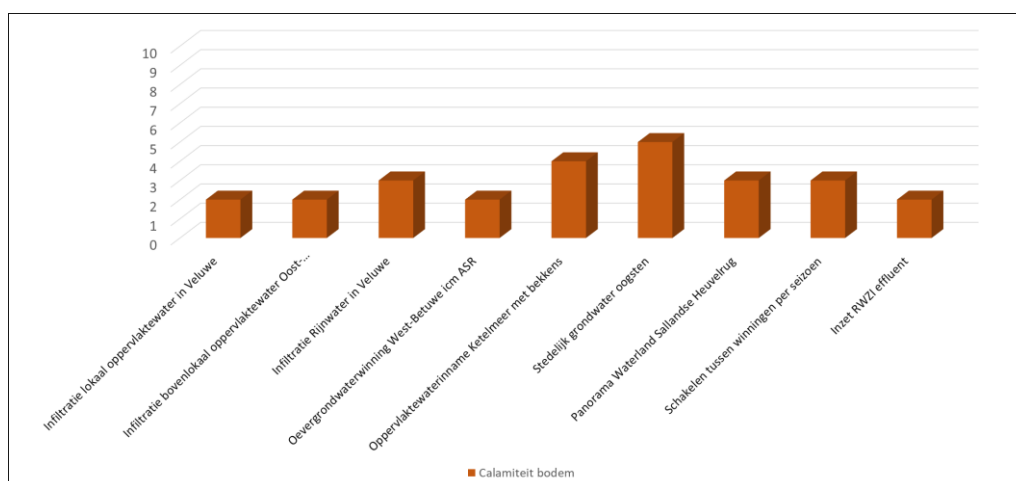
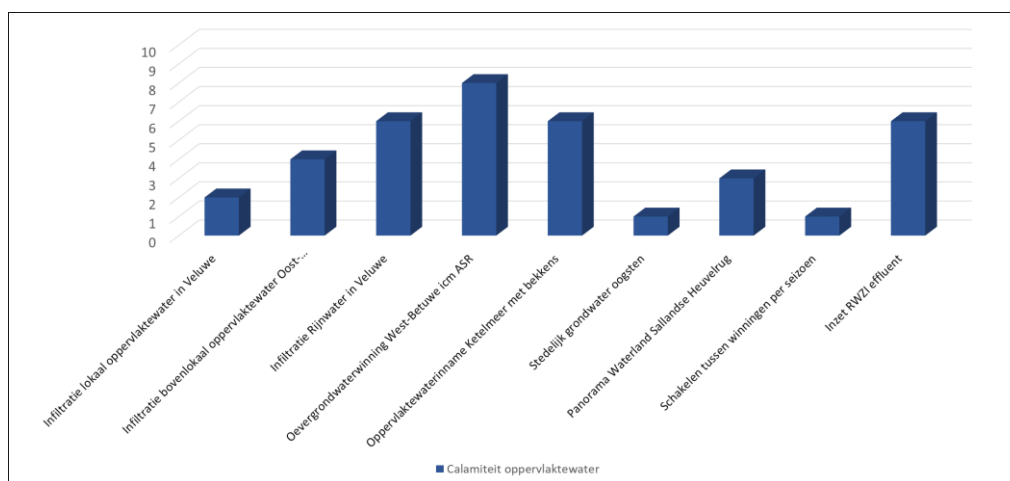


Titel	Waterkwaliteit in BOS Streefstructuur	Auteur	Martin de Jonge, Hanneke Vreugdenhil, Stefan Jansen, Naomi Lamers
Subtitel		Datum	15 maart 2023
Kenmerk			

Score Kwetsbaarheid voor calamiteiten

Voor inschatting van de kwetsbaarheid voor calamiteiten zijn weinig harde gegevens voorhanden. De scores zijn daardoor vrij subjectief.

Er wordt hier een onderscheid gemaakt tussen kortdurende calamiteiten in oppervlaktewater en in de bodem. Calamiteiten die de oppervlaktewaterkwaliteit tijdelijk ernstig verslechteren (bijvoorbeeld de branden bij Sandoz en Vredestein) kunnen beheerst worden door een alarmeringssysteem, doeltreffend handelen van hulpdiensten en isolatiemaatregelen of innamesstops. Calamiteiten in de bodem vinden meer sluipenderwijs en langdurig plaats, hebben vaak een minder grote impact maar zijn lastiger beheersbaar. Voorbeelden zijn drugsdumpingen, lekkende riolen en vuilstortplaatsen. Effectieve monitoring en afspraken over calamiteitenaanpak zijn belangrijk.



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

Deltares

www.deltares.nl