

**Flexibele drinkwaterwinningen - Ontwerp  
Oplossingsconcepten / (deel)oplossingen  
- Tussenrapport-**



**Flexibele drinkwaterwinningen – Ontwerp Oplossingsconcepten / (deel)oplossingen**



## Flexibele drinkwaterwinningen – Ontwerp Oplossingsconcepten / (deel)oplossingen

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

### Documentgegevens

Versie	1.0
Datum	17-02-2021
Projectnummer	11205767-000
Document ID	11205767-000-BGS-000x
Pagina's	110
Status	Definitief

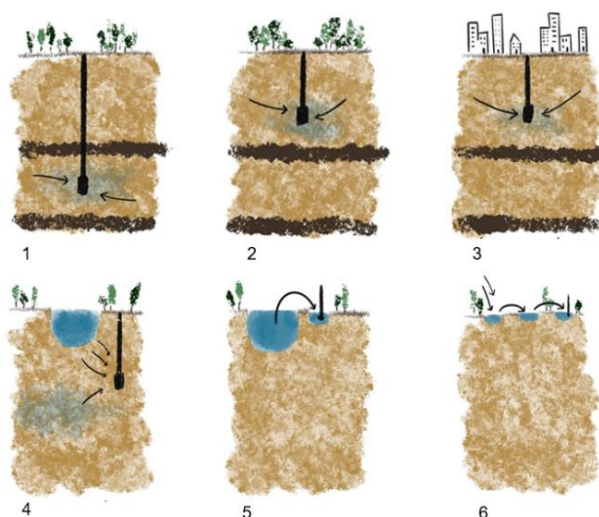
### Auteur(s)

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.2	Linda Maring <sup>1</sup> , Rianne van den Meiracker <sup>1</sup> , Stefan Jansen <sup>1</sup> , Rian Kloosterman <sup>2</sup> , Marc Niesten <sup>1</sup> , Hilde Passier <sup>1</sup> , Maaïke Postma <sup>3</sup> , Renske Terwisscha van Scheltinga <sup>2</sup> , Sjors de Vries <sup>3</sup> , Jip Welkers <sup>2</sup>			
0.5				
1.0		 Sophie Vermooten	 Rob Nieuwenhuis	
	<b>1: Deltares; 2: Vitens; 3: Ruimtevolk</b>			

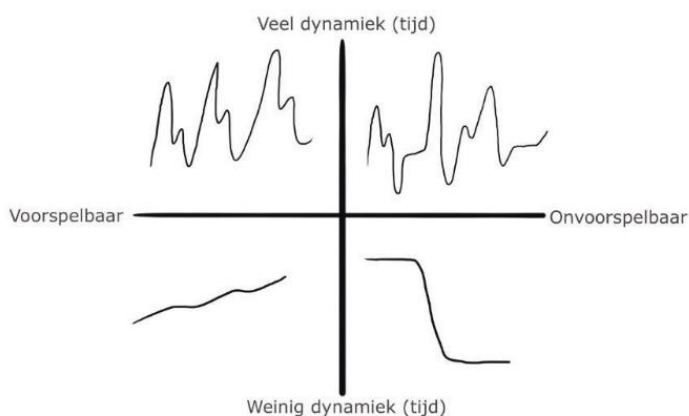
# Samenvatting

## Het project Flexibiliteit in toekomstige 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 inrichten van bestaande winningen zodat ze flexibel zijn. Onder flexibel verstaan we dat ze schokken vanuit de omgeving kunnen opvangen en geen schokken veroorzaken op de omgeving op het gebied van kwaliteit en kwantiteit. In het project wordt gekeken naar een tijdshorizon van 100 jaar. Er wordt gebruik gemaakt van 6 archetypische winningen op basis van kwetsbaarheid, landgebruik en type waterbron, zie onderstaande figuur. In dit figuur zijn ook een aantal verhaallijnen opgenomen, die in dit project gehanteerd worden en waarbinnen het waterverbruik op verschillende wijze in termen van dynamiek en voorspelbaarheid van het vraagpatroon verandert en waar de flexibele winningen goed op zouden moeten kunnen reageren, zie onderstaand figuur. Het project richt zich op de kwaliteit en kwantiteit van het te onttrekken water en op de mogelijke effecten van onttrekking op de omgeving. Zuivering, juridische aspecten, infrastructuur en (beïnvloeding van) consumentengedrag vallen buiten de scope.



*Figuur: Overzicht van de 6 archetype winningen: 1 ondiepe grondwaterwinning landelijk gebied, 2 diepe grondwaterwinning landelijk gebied, 3 ondiepe grondwaterwinning stedelijk gebied, 4 Oevergrondwaterwinning, 5 Oppervlaktewaterwinning met bekkens, 6 Decentrale winning (evt. met bekkens)*



*Figuur: Overzicht met de verschillende verhaallijnen: Veel dynamiek, voorspelbaar patroon; Veel dynamiek, onvoorspelbaar patroon; Weinig dynamiek, voorspelbaar patroon; Weinig dynamiek, onvoorspelbaar patroon.*

## Werkpakket 2: Inspiratie en Ontwerp

In werkpakket 1 van het project zijn de uitgangspunten uitgewerkt en is de kennisbasis voor het project neergezet. In dit rapport worden de resultaten beschreven van werkpakket 2 van het project waarin de eerste ontwerpen van oplossingsconcepten en (deel)oplossingen zijn gebundeld. Werkpakket 2 bestaat uit twee onderdelen:

1. **INSPIRATIE:** Het verkrijgen van inspiratie voor flexibiliteit via “thuiswerkopdrachten”, inspiratiesessies, de inzet van studenten en kunst;
2. **ONTWERP:** Het gebruiken van de inspiratie en creativiteit voor het ontwerpen van nieuwe vormen van flexibiliteit voor de geselecteerde archetypische winningen.

Vanuit onderdeel INSPIRATIE zijn een aantal (deel)oplossingen voor flexibele winningen verzameld.

- Deze zijn deels op grondwaterwinningen toepasbaar, zoals het schakelen tussen grondwaterwinningen; het vergroten van infiltratie; ondergrondse opslag van water; ondiep brakwater winnen; functiecombinaties; en het verbeteren van de grondwaterkwaliteit.
- Een ander deel is toepasbaar op oever-oppervlaktewaterwinningen en alternatieve winningen. Ook hier kan gebruik gemaakt worden van het schakelen tussen winningen; oeverfiltraatwinningen; decentrale winningen; kwelstromen i.c.m. infiltratie; en ook weer functiecombinaties en het verbeteren van de waterkwaliteit.
- Ook zijn er een aantal (deel)oplossingen opgesteld die inzetbaar zijn op alle soorten winningen, zoals ontwerpen met het bodem en watersysteem; data- en informatievoorziening, het inbouwen van circulariteit en bewustwording van de gebruiker zodat deze minder water verbruikt. Alhoewel deze laatste (deel)oplossingen eigenlijk buiten de scope van het project vallen, kunnen ze wel interessant zijn voor toekomstige oplossingsconcepten en worden ze in dit tussenrapport wel gerapporteerd.

Deze (deel)oplossingen zijn meegenomen naar het onderdeel ONTWERP waarin twee ontwerpessies met experts van de projectpartners en geïnteresseerde partijen (overheid, drinkwaterbedrijven en kennisinstellingen) hebben deelgenomen. De eerste ronde ontwerpessies ging over de grondwaterwinningen (archetypes 1,2,3, zie figuur hierboven) en de tweede over de oever-oppervlaktewater- alternatieve winningen (archetypes 4,5,6). In de twee ontwerprondes zijn een zevental oplossingsconcepten gekomen. De oplossingsconcepten zijn besproken door het projectteam en er zijn een viertal kansrijke oplossingsconcepten gekozen om verder uit te werken:

- Zoet/zout: omgaan met zout/brak grondwater, waarin wordt bekeken hoe diepe grondwaterwinningen nabij het zoet-zout grensvlak goed ingezet kunnen worden;
- Bronnenstad, waarin verschillende (deel)oplossingen i.c.m. stedelijk ontwerp gecombineerd ingezet worden om in en rond een stedelijk gebied voldoende en voldoende schoon drinkwater te kunnen winnen;
- Schakelen tussen winningen, waarin gekeken wordt welke kansrijke schakelmogelijkheden er zijn tussen nabij gelegen winningen om zo flexibiliteit te verhogen;
- Infiltratie en opslag van oppervlakte- / oevergrondwater, waarin oppervlaktewater en oevergrondwater zo maximaal mogelijk worden geïnfilteerd in de bodem zodat ruime voorraden ontstaan, dit i.c.m. geschikt landgebruik.

Ook zijn een aantal overige (deel)oplossingen en oplossingsconcepten minder gedetailleerd dan de bovenstaande oplossingsconcepten nog een stap verder uitgewerkt in dit rapport. Dit omdat ze voor andere oplossingsconcepten een nuttige bijdrage kunnen leveren of omdat ze toch interessant kunnen zijn om winningen flexibeler te maken:

- (Deel)oplossing water en bodem als ordenend principe: waarbij de natuurlijke toestand van het water-bodemsysteem meer leidend wordt voor de oplossingen om drinkwaterwinningen flexibeler te maken;

- (Deel)oplossing data- en informatievoorziening: een betere (real-time) data- en informatievoorziening, in combinatie met modellering, kan op diverse manieren bijdragen aan flexibele winningen en handelingsperspectief;
- Oplossingsconcept oppervlaktewater met bekkens, waarin met bekkens en verschillende zuiveringsstappen het water gewonnen wordt i.c.m. verschillende gebruiksfuncties. Een concept wat bijdraagt aan flexibiliteit, maar wat ook veel ruimtelijke impact heeft;
- Oplossingsconcept Zerosource: wat gebruikt maakt van (deel)oplossing maximale circulariteit. Hergebruik en decentralisatie staan in dit oplossingsconcept centraal.

### Vervolg

In het vervolg van het project worden de oplossingsconcepten verder uitgewerkt en getoetst in werkpakket 3, ieder oplossingsconcept wordt aangescherpt en er wordt gekeken hoe en in welke mate de concepten bijdragen aan flexibiliteitscriteria. Ook worden zoekgebieden voor de oplossingsconcepten bepaald met een GIS-analyse, waarbij het bestaande water- en bodemsysteem leidend zijn.

In werkpakket 4 “Delen & Implementeren flexibele (deel)oplossingen” worden de (deel)oplossingen en kansrijke oplossingsconcepten op aansprekende wijze via ruimtelijke verbeeldingen en infographics verzameld in een “toolbox” die ingezet kan worden in de praktijk om te komen tot flexibele drinkwaterwinningen voor verschillende soorten winningen en onder verschillende omstandigheden.

# Contents

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1	Doel en achtergrond project Flexibele Winningen	8
1.2	Activiteiten WP 2 / leeswijzer	10
<b>2</b>	<b>(Deel)oplossingen voor flexibele winningen</b>	<b>14</b>
2.1	(Deel)oplossingen voor grondwaterwinningen	16
2.1.1	Schakelen tussen winningen	16
2.1.2	Infiltratie vergroten (aanvullen voorraden)	16
2.1.3	Ondergrondse opslag van water	17
2.1.4	Ondiep brak grondwater winnen	17
2.1.5	Combinatie met andere functies	17
2.1.6	Waterkwaliteit verbeteren	18
2.2	(Deel)oplossingen voor oever-, oppervlaktewater- en alternatieve winningen	18
2.2.1	Schakelen tussen winningen (grond-/oppervlaktewater)	18
2.2.2	Oeverfiltraatwaterwinning	19
2.2.3	Decentrale winningen	19
2.2.4	Kwelstromen in combinatie met actieve infiltratie	19
2.2.5	Combinatie oevergrondwater of oppervlaktewater met andere functies	19
2.2.6	Waterkwaliteit verbeteren	20
2.3	Overige (deel)oplossingen	20
2.3.1	Betere informatievoorziening	20
2.3.2	Ontwerpprincipes: bodem en water als ordenend principe	20
2.3.3	Circulariteit	20
2.3.4	Bewustwording	21
<b>3</b>	<b>De ontwerpen / oplossingsconcepten</b>	<b>22</b>
3.1	Zoet/zout: omgaan met zout/brak grondwater	22
3.1.1	Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen	22
3.1.2	Beschrijving oplossingsconcept	22
3.1.3	Bijdrage aan flexibiliteit	24
3.1.4	Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept	25
3.2	Bronnenstad	26
3.2.1	Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen	26
3.2.2	Beschrijving oplossingsconcept	27
3.2.3	Bijdrage aan flexibiliteit	30
3.2.4	Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept	32
3.3	Schakelen tussen winningen	32
3.3.1	Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen	32
3.3.2	Beschrijving oplossingsconcept	32
3.3.3	Bijdrage aan flexibiliteit	33
3.3.4	Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept	34
3.4	Infiltratie en opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater	35
3.4.1	Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen	35
3.4.2	Beschrijving oplossingsconcept	35
3.4.3	Bijdrage aan flexibiliteit	36
3.4.4	Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept	36
3.5	Overige oplossingsconcepten / (deel)oplossingen	37
3.5.1	Water en bodem als ordenend principe	37

3.5.2	Data- en informatievoorziening	40
3.5.3	Oppervlaktewater met bekkens (bubbels)	42
3.5.4	Zero source/ Geen bron	44
<b>4</b>	<b>Van ontwerp naar toetsing naar toepassing</b>	<b>47</b>
<b>5</b>	<b>Literatuur</b>	<b>51</b>
<b>Bijlagen</b>		<b>53</b>
<b>A</b>	<b>Samenvatting uitgangspunten project</b>	<b>54</b>
<b>B</b>	<b>Thuiswerkopdracht</b>	<b>59</b>
<b>C</b>	<b>Inspiratiebijeenkomsten</b>	<b>79</b>
<b>D</b>	<b>Studentenopdrachten</b>	<b>80</b>
<b>E</b>	<b>Kunstpost</b>	<b>84</b>
<b>F</b>	<b>Ontwerpsessies</b>	<b>86</b>

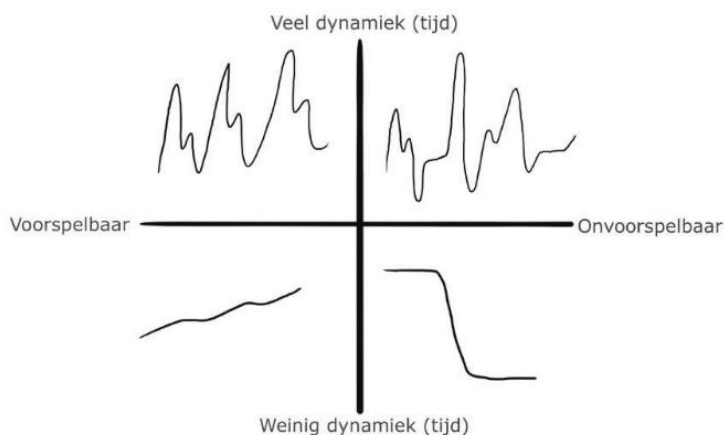
# 1 Inleiding

## 1.1 Doel en achtergrond 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 inrichten van bestaande winningen zodat ze flexibel zijn. Onder flexibel verstaan we dat ze schokken vanuit de omgeving kunnen opvangen en geen schokken veroorzaken op de omgeving op het gebied van kwaliteit en kwantiteit (zie bijlage A met de samenvatting van de uitgangspunten van het project).

Het is voor Vitens essentieel dat haar winningen voldoende drinkwater van goede kwaliteit leveren, nu en in de toekomst. Het winnen van voldoende schoon drinkwater uit grondwater is alleen niet gegarandeerd voor de lange termijn. De bronnen worden kwalitatief beïnvloed door allerlei bovengrondse activiteiten zoals landbouw, rioolwaterzuivering, de energietransitie en de verstedelijking. Verder hebben bijvoorbeeld klimaatverandering en verdroging grote impact op de waterbeschikbaarheid en kan de beschikbare capaciteit van een winning onder druk komen te staan vanwege andere ruimtelijke prioriteiten, zoals stedelijke uitbreiding of de aanwezigheid van Natura-2000 gebieden. De toenemende druk in de onder- en bovengrond kan dus leiden tot concurrentie met drinkwaterproductie. Daar waar dit nu nog schuurt kan dit in de toekomst ook leiden tot situaties waarin drinkwaterwinning simpelweg onmogelijk wordt. Daarnaast is ook de drinkwatervraag zelf onzeker. Demografische ontwikkelingen kunnen anders verlopen dan gedacht en het huishoudelijke en zakelijke waterverbruik kan veranderen.

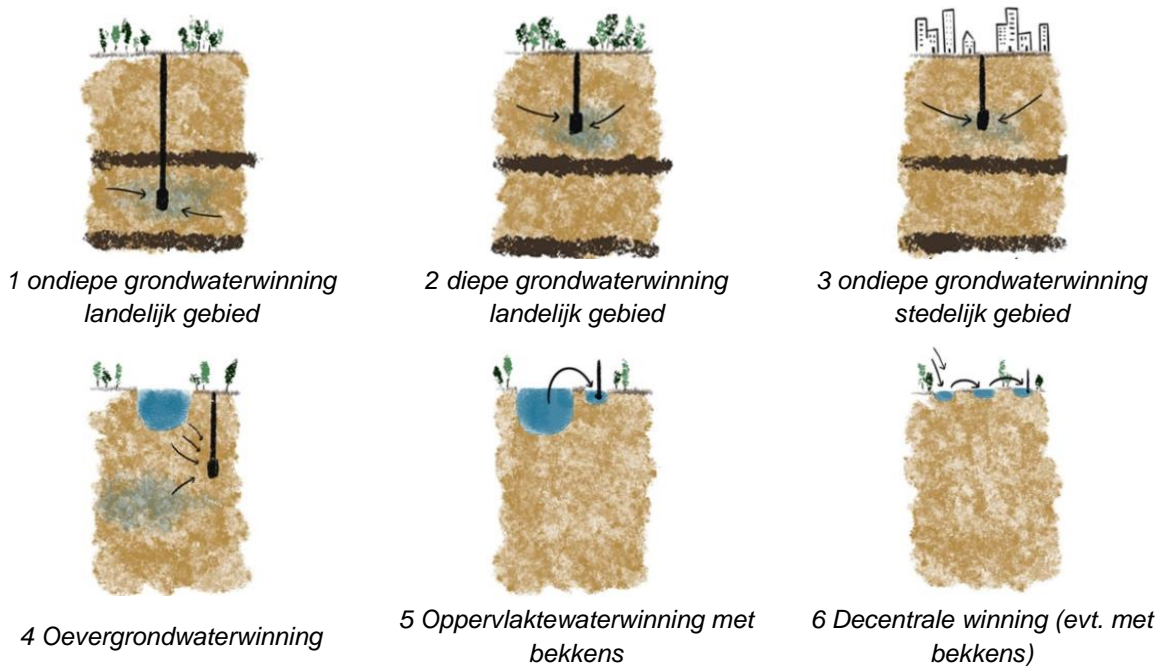
Om een beeld te krijgen van een toekomst waar mogelijk veel verandert, kijken wij in dit onderzoeksproject 100 jaar vooruit, naar 2120. Welke ontwikkelingen vinden er plaats die een grote impact kunnen hebben op de drinkwatervoorziening? Sommige toekomstige ontwikkelingen zijn vrij zeker, bijvoorbeeld de toenemende druk op de ruimte (zowel onder- als bovengronds) en klimaatverandering. Andere ontwikkelingen zijn minder zeker, omdat ze met veel verschillende factoren samenhangen, denk bijvoorbeeld aan de kwaliteit van grondwater of de vraag naar drinkwater. Daarnaast zijn sommige toekomstige ontwikkelingen moeilijk te voorspellen en vergroot dit de onzekerheid voor de toekomst. De energietransitie voltrekt zich bijvoorbeeld anders dan de meeste mensen tien jaar geleden hadden verwacht. In Werkpakket 1 van dit project (Jansen et al., 2021) zijn daarom een aantal verhaallijnen uitgewerkt, waarbij de effecten van gebeurtenissen en ontwikkelingen in de variatie van de vraag naar water centraal staan (*Figuur 1.1*).



*Figuur 1.1: Overzicht met de verschillende verhaallijnen: Veel dynamiek, voorspelbaar patroon; Veel dynamiek, onvoorspelbaar patroon; Weinig dynamiek, voorspelbaar patroon; Weinig dynamiek, onvoorspelbaar patroon*



Vitens heeft de afgelopen jaren ingezet op het robuust maken van de winningen en heeft dit op verschillende manieren vormgegeven. Echter, de huidige werkwijze en infrastructuur is inflexibel. De ontwikkeling van een nieuwe drinkwaterwinning kost gemiddeld 10 tot 20 jaar. Daarnaast is het door bijvoorbeeld de ruimtelijke inbedding vaak moeilijk om bestaande winningen op of af te schalen bij (plotselinge) veranderingen in de vraag. Vanwege deze inflexibiliteit is het belangrijk om bij bestaande bronnen flexibiliteit in te bouwen om veerkracht te krijgen voor onzekere en onvoorziene ontwikkelingen. Dit project richt zich daarom op mogelijkheden om winningen flexibel te maken, zowel in de ruimtelijke zin als in de onttrekkingshoeveelheid, zonder hierbij onacceptabele omgevingseffecten te veroorzaken. Daarbij worden 6 archetypische winningen gehanteerd, die worden onderscheiden op basis van kwetsbaarheid, landgebruik en type waterbron (Figuur 1.2). Het project richt zich hierbij specifiek op de bronnen (winnings) van de drinkwaterinfrastructuur en laat de overige drinkwaterinfrastructuur buiten beschouwing.

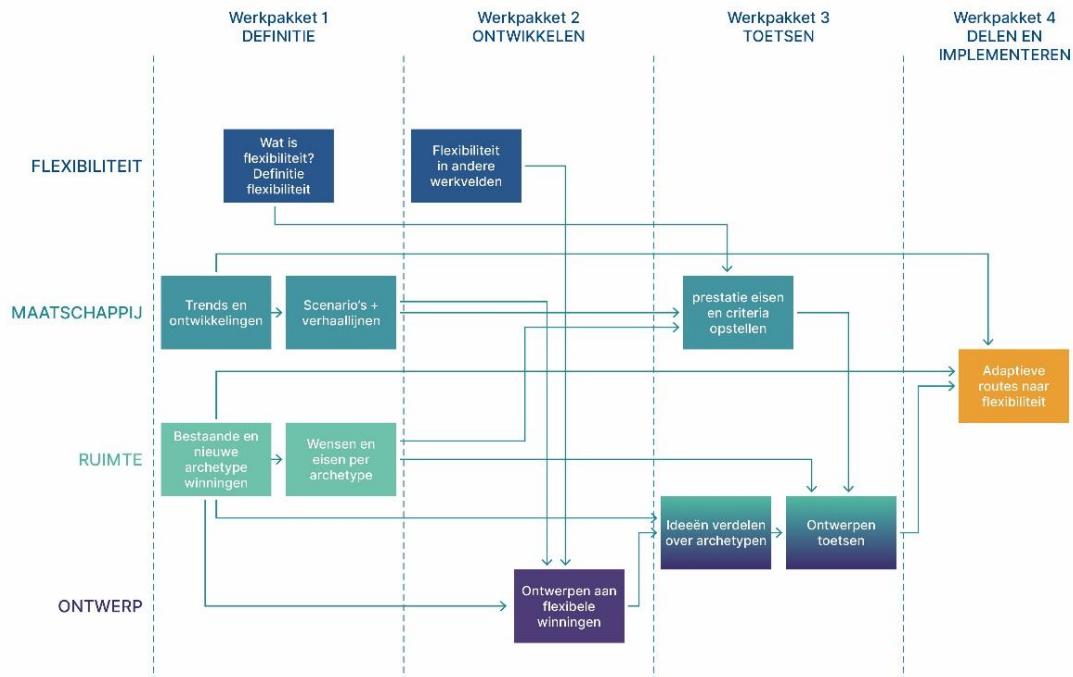


Figuur 1.2: Overzicht van de 6 archetypische winningen

## 1.2 Activiteiten WP 2 / leeswijzer

Het project bestaat uit vier samenhangende werkpakketten (Figuur 1.3):

- 1 WP 1. Definitie - Gezamenlijke kennisbasis
- 2 WP 2. Ontwikkelen - Ontwerp oplossingsconcepten
- 3 WP 3. Toetsen - Toetsing oplossingsconcepten
- 4 WP 4. Delen & Implementeren - Flexibele (deel)oplossingen adaptieve paden



Figuur 1.3: Overzicht en samenhang werkpakketten.

In dit rapport worden de resultaten van werkpakket 2 rond het ontwerp van oplossingsconcepten en (deel)oplossingen beschreven. Werkpakket 2 bestaat uit twee stappen met daarbinnen een aantal activiteiten (zie tabel 1.1):

- 1 **INSPIRATIE:** Het verkrijgen van inspiratie voor flexibiliteit vanuit andere werkvelden via inspiratiesessies, de inzet van studenten en kunst (activiteiten 1, 2, 3, 4).  
De resultaten van deze stap zijn uitgewerkt naar een aantal (deel)oplossingen (activiteit 5, zie hoofdstuk 2) die zijn gebruikt als uitgangspunt voor de tweede stap: **ONTWERP**.
- 2 **ONTWERP:** Het gebruiken van de inspiratie en creativiteit voor het ontwerpen van nieuwe vormen van flexibiliteit voor de geselecteerde archetypische winningen. (activiteit 6).  
Hiervoor zijn twee ontwerpsessies georganiseerd om verschillende oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning uit te werken. Er was één ontwerpronde over grondwaterwinningen en één ontwerpronde voor de oever-oppervlaktewaterwinningen. De meest kansrijke oplossingsconcepten uit deze sessies zijn verder uitgewerkt in hoofdstuk 3.

Tabel 1.1 geeft aan welke activiteiten er zijn uitgevoerd, door wie, en tevens waar de resultaten en geleerde lessen zijn gerapporteerd in dit rapport.

In werkpakket 3 "Toetsen" worden de in werkpakket 2 beschreven oplossingsconcepten verder uitgewerkt en getoetst. Daarbij wordt ieder oplossingsconcept wordt aangescherpt en wordt er gekeken hoe en in welke mate de concepten bijdragen aan flexibiliteitscriteria. Ook worden zoekgebieden voor de oplossingsconcepten bepaald met een GIS-analyse, waarbij het bestaande water- en bodemsysteem leidend zijn.

In werkpakket 4 “Delen & Implementeren flexibele (deel)oplossingen” worden de (deel)oplossingen en kansrijke oplossingsconcepten op aansprekende wijze via ruimtelijke verbeeldingen en infographics verzameld in een “toolbox” die ingezet kan worden in de praktijk om te komen tot flexibele drinkwaterwinningen voor verschillende soorten winningen en onder verschillende omstandigheden.

Tabel 1.1: Overzicht activiteiten werkpakket 2 en waar de uitwerking te vinden is in dit rapport.

nr.	activiteit	omschrijving	uitgevoerd door	gerapporteerd
1	<b>Thuiswerkopdracht</b>	Teken wat een flexibele drinkwaterwinning is voor jou	Medewerkers Vitens en Deltares	<b>Bijlage B</b>
2	<b>Inspiratiesessies voor projectteam en breed publiek</b>	Leren van en inspireren door andere werkvelden		<b>Bijlage C</b>
Toekomst van de ruimte in Nederland		Sprekers RWS, PBL, College van Rijksadviseurs		
Wat kunnen we leren van de natuur over flexibiliteit?		Spreker VU		
Flexibiliteit in taal en mobiliteit		Spreker correspondent Mobiliteit & Straatleven bij De Correspondent		
De wonderlijke veerkracht van onze hersenen		spreker Alzheimercentrum Amsterdam, UMC		
3	<b>Studenten-opdrachten flexibele winningen</b>	Welke opgaven zijn van belang bij de ruimtelijke inbedding van drinkwatervoorzieningen, nu en in de toekomst?	Saxion-studenten	<b>Bijlage D</b>
Welke oplossingen zijn er om de flexibiliteit van grondwaterwinningen te vergroten? En het ontwikkelen van een methode om de efficiëntie van deze oplossingen te testen		Afstudeerstage student UU		
Ontwerp een flexibele winning voor een of meerdere van de archetypes onder een van de verhaallijnen voor de toekomst		WUR studenten		
Ontwerp een flexibele winning voor een stedelijke grondwaterwinning		TUD studenten		
4	<b>Kunstpost</b>	<p>In iedere ronde maakt iedereen een beeld en wisselt dat uit aan een gekoppeld teamlid, en reageert/vult aan op het beeld</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ronde 1: Wat is een inspirerende metafoor voor jouw rol in het team?</li> <li>ronde 2: Teken jouw vermogen om vooruit te kijken</li> <li>ronde 3: Teken een inflexibele winning</li> </ul>	Projectteam o.l.v. kunstenaar van "OK-workshops"	<b>Bijlage E</b>

nr.	activiteit	omschrijving	uitgevoerd door	gerapporteerd
5	<b>Consolidatie inspiratie en ontwerp</b>	Consolidatie van (deel)oplossingen uit voorgaande activiteiten, als input voor de ontwerpsessies	Projectteam	<b>Hoofdstuk 2</b>
6	<b>Ontwerpsessies &amp; verdere uitwerking</b>	Ontwerp een flexibele winning voor de archetypes <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ontwerpatelier 1: grondwaterwinningen</li> <li>• Ontwerpatelier 2: oever- / oppervlaktewater</li> </ul>	Projectteam, plus breder uitgenodigde groep van collega's en externe geïnteresseerde partijen (andere drinkwaterbedrijven, waterschappen, provincie, kennisinstellingen)	<b>Bijlage F en Hoofdstuk 3</b>
		Verdere uitwerking "winnende oplossingsconcepten" uit de ontwerpsessies zijn een viertal oplossingsconcepten gekozen om verder uit te werken plus een aantal (deel)oplossingen die meegenomen kunnen worden in meerdere soorten oplossingsconcepten voor flexibele winningen. Deze worden overgedragen naar WP 3 voor verdere toetsing.	Projectteam + experts (ook extern uit groep die betrokken was bij ontwerpsessies)	

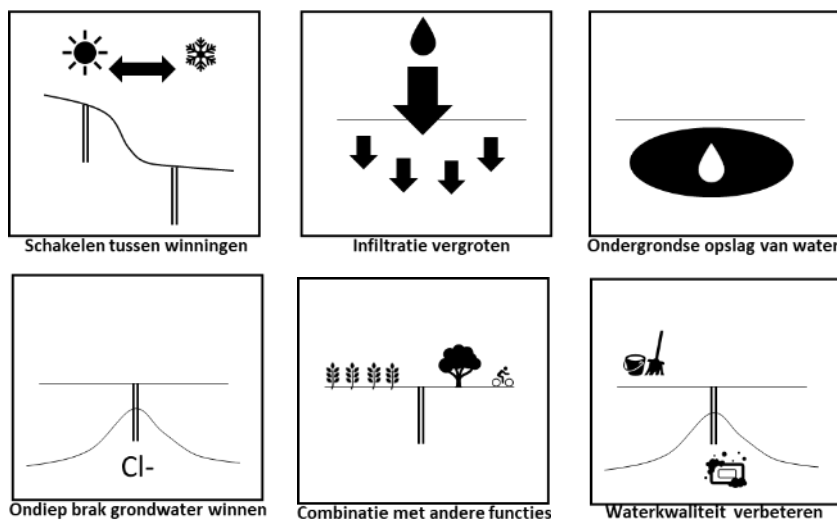
## 2 (Deel)oplossingen voor flexibele winningen

Het eerste deel van werkpakket 2 was gericht op het verkrijgen van inspiratie en creativiteit. Hiervoor zijn een aantal activiteiten uitgevoerd zoals aangegeven in tabel 1.1: de thuiswerkopdracht waarin gevraagd werd flexibele winningen te tekenen, de inspiratiesessies vanuit andere werkvelden, de studentenopdrachten en de “kunstpost”-opdrachten waarin het projectteam aan de slag ging met verschillende verbeeldingsopdrachten.

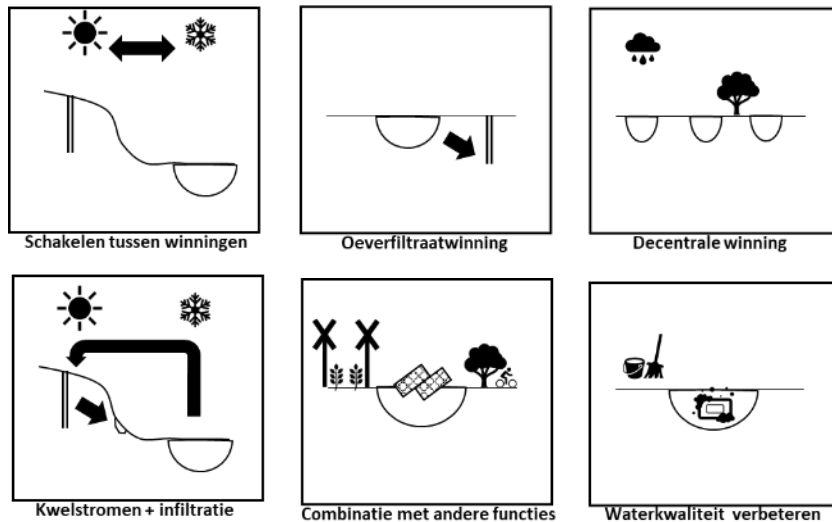
Uit deze activiteiten zijn diverse (deel)oplossingen, of “bouwstenen” voortgekomen die kunnen ingezet worden om winningen flexibeler te maken. Ook andere bronnen zoals de Langetermijnvisie 2020-2050 van Vitens (Vitens, 2021) bevatten (deel)oplossingen en voorbeelden waar deze in de praktijk zijn ingezet. Die zijn hier ook meegenomen.

Vanwege de afbakening van het project (Bijlage A) zijn alleen primair (deel)oplossingen die gericht zijn op het winnen van water meegenomen. Ter voorbereiding van het tweede deel van werkpakket 2, het ontwerpen zelf (hoofdstuk 3), zijn deze (deel)oplossingen gebundeld en ter inspiratie meegegeven aan de groepen die met het ontwerp aan de slag gingen:

- (deel)oplossingen voor grondwaterwinningen - onderwerp van de ontwerpsessie in april 2021 (hoofdstuk 2.1 en figuur 2.1) en;
- (deel)oplossingen voor oever-oppervlaktewaterwinningen – het onderwerp van de ontwerpsessie in mei 2021 (hoofdstuk 2.2 en figuur 2.2).



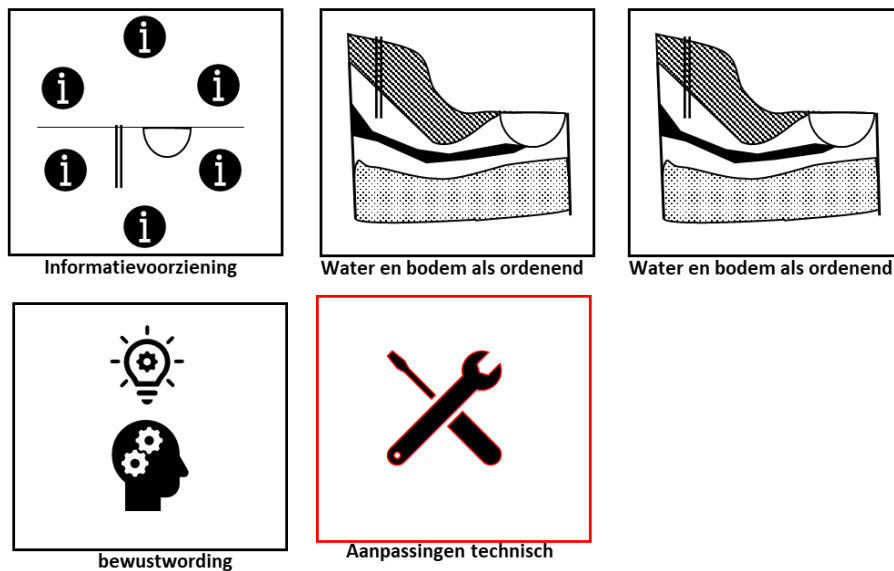
Figuur 2.1: (deel)oplossingen in te zetten bij grondwaterwinningen.



Figuur 2.2: (deel)oplossingen in te zetten bij oever-oppervlaktewaterwinningen.

Ook zijn een aantal (deel)oplossingen die niet specifiek zijn voor een bepaald archetype genoteerd (Figuur 2.3). Dit zijn informatievoorziening, ontwerpprincipes en een aantal (deel)oplossingen die gericht zijn op het verbruik zoals bewustwording, besparing en circulariteit. Beïnvloeding van de watergebruiker valt eigenlijk ook buiten de afbakening van het project, maar is wel meegenomen in het overzicht, aangezien in veel van de te ontwikkelen flexibiliteitsconcepten dit een “no regret” bouwsteen kan zijn en het ook terugkomt in de ontwerpen.

Andere (deel)oplossingen, gericht op aanpassing van het technisch systeem (zuivering, distributie of inkoop van water over de landsgrens), kwamen ook langs in literatuur en uitwerkingen, maar deze vallen buiten de scope van het project en worden hier niet gerapporteerd.

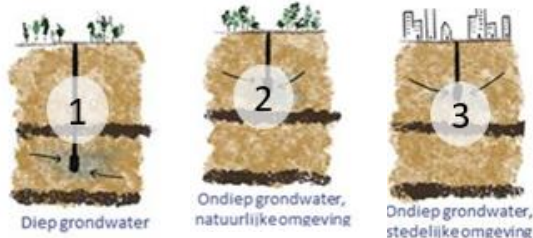


Figuur 2.3: Overige (deel)oplossingen in te zetten bij alle winningen (deels buiten afbakening van de projectscope).

## 2.1 (Deel)oplossingen voor grondwaterwinningen

Onderstaand overzicht met (deel)oplossingen is toepasbaar op de archetypische grondwaterwinningen (figuur 2.4):

- 1) diepe grondwaterwinning landelijk gebied;
- 2) ondiepe grondwaterwinning landelijk gebied en;
- 3) diepe grondwaterwinning stedelijk gebied.

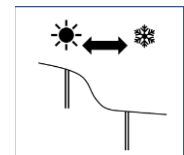


Figuur 2.4: archetypes 1,2,3, gebaseerd op grondwaterwinningen.

### 2.1.1 Schakelen tussen winningen

Het schakelen tussen winningen, bronnen of winvelden kwam vaak naar voren in de inspiratiesessies en thuiswerkopdrachten. Er kan geschakeld worden tussen diep en ondiep grondwater, tussen winningen op verschillende hoogten in het landschap of er kan verschil gemaakt worden in onttrekkingslocatie en onttrekkingsvolumes tussen de seizoenen.

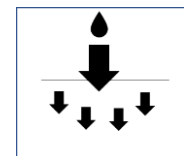
Een voorbeeld van schakelen is om water wat normaal wordt afgevoerd (bijvoorbeeld uit de polders of via de oppervlaktewateren) in het winterhalfjaar te onttrekken, zodat het grondwater wordt aangevuld en kan dienen als voorraad voor het drogere zomerhalfjaar. Een andere variant van dit idee is om het grondwater in de natte tijd (winter) ondiep te winnen en in de droge tijd diep. Ook kan slim gebruik worden gemaakt van de hoogteverschillen in het landschap, denk bijvoorbeeld aan “een natuurlijke watertoren”, waarbij water wordt gewonnen in de dalen en geïnfiltreerd in hoger gelegen gebieden. Dit past vooral in een nat scenario.



### 2.1.2 Infiltratie vergroten (aanvullen voorraden)

Een ander veelgehoorde (deel)oplossing is het vergroten van de infiltratie, waardoor grondwatervoorraden worden aangevuld en/of verdrogende effecten van de winning worden gemitigeerd. Er zijn vele varianten denkbaar, van het heel grootschalig aanvullen in open systemen, tot kleine dichte systemen zoals druppelirrigatie op landbouwpercelen. Ook kan de verdamping gereduceerd worden door naaldbos om te vormen naar loofbos, waardoor meer water kan infiltreren.

Voor Vitens is infiltratie niet nieuw. Bij Epe en op de Schalterberg wordt schoon oppervlaktewater via infiltratievijvers geïnfiltreerd. Door deze infiltratie van gebiedseigen water wordt de totale winbare capaciteit vergroot en worden effecten van de winning op de omgeving geminimaliseerd. De randvoorwaarden voor een dergelijk project zijn dat er een voldoende dikke onverzadigde zone is voor waterbuffering en er voldoende water is van goede kwaliteit om te infiltreren. Ook is het belangrijk om rekening te houden met de geologische opbouw van de ondergrond in verband met de mogelijke ongewenste vernattingsproblemen in omliggende gebieden. Ook is er al creatief nagedacht over hoe de infiltratiegebieden eruit kunnen zien. Het water kan bijvoorbeeld eerst langs een helofytenfilter geleid worden, waarbij mogelijk natuur ontwikkeld kan worden als onderdeel van een infiltratiegebied.

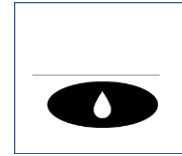




Daarnaast is het zaak creatief na te denken over de bron van het te infiltreren water door bijvoorbeeld ook te kijken naar water uit een RWZI of uit effluent van nabijgelegen industrie.

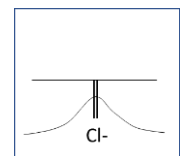
### 2.1.3 Ondergrondse opslag van water

Ondergrondse opslag van water, ook wel ondergrondse waterberging genoemd, kan bijvoorbeeld in de vorm van ondergrondse waterbellen of door de sponswerking van de bodem te vergroten. Door ondergronds water te bergen kunnen bijvoorbeeld neerslagoverschotten worden opgevangen, waardoor het overschot aan water effectief kan worden ingezet. Ondergrondse opslag van water kan daarnaast bijdragen aan de waterveiligheid, bijvoorbeeld in steden. Een voorbeeld van ondergrondse waterberging is de wateropslag en vervolgens waterwinning in de duinen.



### 2.1.4 Ondiep brak grondwater winnen<sup>1</sup>

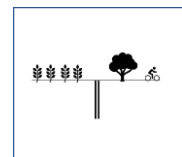
Ondiep brak kwelwater winnen is ook een optie. Bijvoorbeeld, Waternet doet onderzoek naar de mogelijkheden in de Bethunepolder. Voordelen zijn dat seizoensflexibiliteit kan worden gehanteerd, waarbij in de winter meer wordt onttrokken uit het ondiepe watersysteem om andere winningen te ontlasten. Andere voordelen zijn dat je weinig antropogene invloeden hebt. Het zorgt voor minder kosten voor polderbemaling, minder zoutbelasting op het oppervlaktewatersysteem en minder zoutshade aan gewassen. Door de brakke kwelwaterwinning te combineren met polderbemaling kan er flexibiliteit worden ingebouwd. Bij winning van drinkwater uit brakwater moet wel goed gekeken worden naar wat gedaan moet worden met de zoute reststroom (brijn) die ontstaat bij ontzilting.



### 2.1.5 Combinatie met andere functies

Uit de Inspiratiesessie “toekomst van de ruimte”, maar ook in verschillende opiniërende stukken (bijv. “op waterbasis<sup>2</sup>”) wordt opgeroepen om het fysieke systeem meer als uitgangspunt te nemen voor activiteiten. Hierbij wordt gekeken naar de bodemtypen en natuurlijke gang van het water en hoe hierop ingespeeld kan worden. Een idee is bijvoorbeeld om de reistijd van het grondwater te verlengen door waterwinningen op een andere manier te plaatsen in het landschap. Door een langere reistijd wordt meer gebruikt gemaakt van het natuurlijk afbraakpotentieel van de bodem.

Uiteraard kan dit niet anders dan in samenwerking met andere grondgebruikers, waarbij de vraag centraal staat wat een andere waterwinning voor de boeren en natuur in de omgeving betekend en hoe ander grondgebruik de winningen kan beïnvloeden. Er zijn natuurlijk tal van voorbeelden waar door samenwerking tussen betrokken partijen de maatschappelijke meerwaarde is vergroot. Neem bijvoorbeeld het stationsgebied van Zwolle tot aan de IJssel waar in gezamenlijkheid de meerwaarde van het gebied is vergroot. Een hoogwaardig recreatiegebied is gecreëerd, waarbij het IJssellandschap is verstevigd en ook de strategische drinkwaterwinning is verankerd en anders vormgegeven. Het is van belang om te realiseren dat niet alles overal kan: soms moeten keuzes gemaakt worden. Het is ook mogelijk op een hoger abstractieniveau na te denken over de manier van samenwerken, zoals de evolutiebioloog in de inspiratiesessies aangaf. In de natuur bestaat zelforganisatie, zoals dat werkt bij een school vissen, en een samenwerking zoals symbiose zoals tussen sommige planten en schimmels.



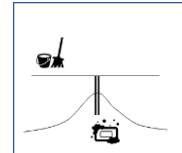
<sup>1</sup> Meer over brak grondwaterwinning: <https://publicwiki.deltares.nl/display/drinkwaterbronnen/brak+grondwater>

<sup>2</sup> <https://www.deltares.nl/app/uploads/2021/07/Op-Waterbasis.pdf>

Bij zelforganisatie voldoet vaak een set van enkele en simpele regels om het geheel goed te laten functioneren. Wat zouden zulke regels kunnen zijn voor de samenwerking die Vitens heeft met haar omgeving? Welke regels gelden er bij het opschalen en afschalen van een winning? Bij partnerschappen gaat het erom dat beide partijen belang hebben bij de samenwerking. Hoe ziet dat eruit met betrekking tot waterwinning?

### 2.1.6 Waterkwaliteit verbeteren

Oplossingen die water schoon houden en/of de waterkwaliteit verbeteren dragen ook bij aan flexibiliteit. Denk hierbij aan het benoemde voorbeeld van infiltratie, waarbij ook helofytenfilters of de natuurlijke filterende functie van de bodem, zoals in de duinen, of natuurlijke afbraak in de bodem worden ingezet. Het verlengen van de reistijd van water naar de bron in de bodem kan daaraan bijdragen. Het grondgebruik moet worden afgestemd op het beschermen van de kwaliteit van bodem en grondwater (voorbeeld stationsgebied van Zwolle) is een sterke strategie. Naast het schoonhouden van de bodem, het infiltratiewater en het grondwater, is het schoner maken van verontreinigd bodem en grondwater een strategie. Diverse in-situ maatregelen (natuurlijke afbraak, reactieve barrières, “*pump & treat*” oftewel het onttrekken en behandelen van grondwater) zijn daartoe geschikt, net zoals het aanpakken van verontreinigingsbronnen, zodat de verontreiniging zich niet verspreidt in het grondwater.



## 2.2 (Deel)oplossingen voor oever-, oppervlaktewater- en alternatieve winningen

De onderstaand (deel)oplossingen zijn toepasbaar op archetype:

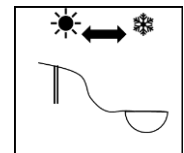
- 4) Oevergrondwaterwinningen;
- 5) oppervlaktewaterwinningen en;
- 6) alternatieve winningen (figuur 2.5).



Figuur 2.5: archetypes 4,5,6, gebaseerd op oever- oppervlaktewaterwinningen en alternatieve winningen.

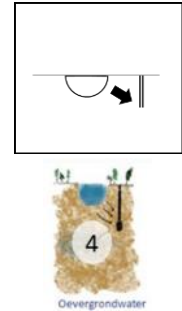
### 2.2.1 Schakelen tussen winningen (grond-/oppervlaktewater)

Ook voor niet-grondwaterwinningen kwam het al dan niet seizoensgebonden schakelen tussen winningen, bronnen of winvelden in de inspiratiesessies als kansrijke oplossing naar voren. In theorie is deze (deel)oplossing flexibel, maar in praktijk zal het nog niet meevallen een schakelsysteem te implementeren, vanwege kwaliteitsverschillen tussen oppervlaktewater en grondwater en de daarmee samenhangende benodigde voorzuiveringen. Een dergelijk schakelsysteem moet daarnaast nieuw aangelegd worden en moet daarom wel goed passen in het huidige systeem. Niet alles kan overal, dus het is belangrijk om de keuze voor het landgebruik en de intensiteit van de winning af te stemmen op de draagkracht van het natuurlijk systeem.



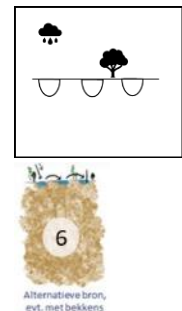
### 2.2.2 Oeverfiltraatwaterwinning

Deze deeloplossing komt overeen met archetypische winning 4. Voorbeelden van een oeverfiltraatwinning zijn de Vitens-winningen Vechterweerd en Engelse Werk. Ook worden oeverfiltraatwinningen genoemd in de Adaptieve lange termijn strategie voor de drinkwatervoorziening in de provincie Flevoland (Van der Brugge & Vermooten, 2018). Dit archetype is kwetsbaar voor organische microverontreinigingen en de instroom van RWZI-water (met wisselende kwaliteit) die de kwaliteit van het oppervlaktewater beïnvloedt.



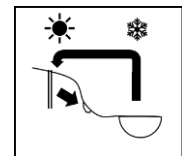
### 2.2.3 Decentrale winningen

Deze deeloplossing komt overeen met archetypische winning 6. Deze winning gaat uit van alternatieve bronnen, zoals hergebruik van water of het opvangen van regenwater, eventueel in bekkens of in reinwaterkelders. Vitens heeft momenteel geen bestaande voorbeelden hiervan. Risico's voor deze winning zijn de waterkwaliteit door mogelijke inmenging van andere vervuilde stromen. Afhankelijk van de ligging en type bron kunnen dat afvalstromen zijn vanuit RWZI's en bijvoorbeeld industrie. Een voorbeeld van een decentrale winning is een 'drinkwaterwijkplas', waarbij wordt uitgegaan van het gedachtengoed van de commons<sup>3</sup>. Hierbij wordt voorzien in een gemeenschappelijke drinkwaterwinning en -levering op wijkniveau met een centrale drinkwatervoorziening als noodstelsel. De drinkwaterwijkplas vraagt ruimte, maar heeft toegevoegde waarde voor de kwaliteit van de leefomgeving en sociaal-maatschappelijke cohesie.



### 2.2.4 Kwelstromen in combinatie met actieve infiltratie

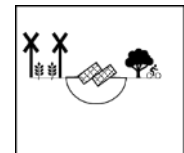
Deze winning gaat uit van het actief infiltreren van oppervlaktewater uit een rivier in de winter. In de zomer wordt gebruik gemaakt van kwelafvoer uit beken. Belangrijk is om de kwelafvoer te bevorderen en pas te gebruiken voor drinkwaterbereiding nadat de natuur er baat bij heeft gehad. Voor Vitens is deze vorm van infiltratie niet nieuw. Bij Epe en op de Schalterberg worden kwelstromen uit de Veluwe beken via infiltratievijvers geïnfiltreerd. Door deze infiltratie van gebiedseigen water wordt de totale winbare capaciteit vergroot en worden effecten van de winning op de omgeving geminimaliseerd.



### 2.2.5 Combinatie oevergrondwater of oppervlaktewater met andere functies

Er zijn verschillende voorbeelden benoemd waarbij oever- en oppervlaktewater met andere functies gecombineerd zijn. Voorbeelden van dergelijke functiecombinaties zijn met biologische landbouw, natuur, recreatie, met als doel de kwaliteit goed te houden. Ook combinaties met energiefuncties, zoals windmolens, om winningen en eventuele actieve infiltratie van oppervlaktewater in de bodem van stroom te voorzien zijn mogelijk.

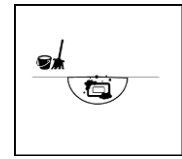
Daarnaast kun je denken aan zonnepanelen op het water, om naast de energieopwekking ook minder verdamping te veroorzaken. Flexibel grondgebruik biedt ook kansen, bijvoorbeeld voor recreatie in de zomer en waterberging in de winter. Het doel van flexibel grondgebruik is om in alle perioden (nat en droog) ruim voldoende water te kunnen leveren, in evenwicht met, en zonder schade aan de omgeving.



<sup>3</sup> *Governing the commons, commons = door de gemeenschap te gebruiken land of hulpbronnen. Elinor Ostrom (2015) toonde aan dat het commons-concept werkt*

### 2.2.6 Waterkwaliteit verbeteren

Oplossingen die de (oppervlakte)waterkwaliteit beschermen of verbeteren dragen ook bij aan flexibiliteit. Het grondgebruik afstemmen op het schoon houden van water is een sterke strategie. Naast het schoon houden, is het verbeteren van de kwaliteit van water ook een mogelijke strategie. Voorbeelden van het verbeteren van de kwaliteit zijn het toepassen van helofytenfilters (bijvoorbeeld bij afstromend stedelijk of landbouw water) of het aanpakken van verontreinigingsbronnen zodat verontreinigingen zich niet verspreiden in het systeem.

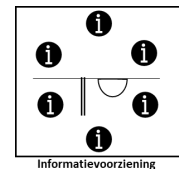


## 2.3 Overige (deel)oplossingen

Onderstaande (deel)oplossingen zijn onafhankelijk van een archetype en hoewel ze niet altijd helemaal binnen de projectafbakening vallen, kunnen ze wel bijdragen aan flexibele winningsconcepten.

### 2.3.1 Beter informatievoorziening

Naast concrete ideeën over aanpassingen van de winning is er ook op een abstracter niveau en vanuit andere hoeken naar de uitdaging van flexibiliteit gekeken. Een voorbeeld is (real time) informatievoorziening rondom de kwantiteit van de vraag en aanbod van drinkwater of de kwaliteit van het drinkwater. Een meer accurate voorspelling van de vraag kan bijdragen aan het beter inspelen op die vraag. Het gaat hier over de informatievoorziening en er hoeft dus niks aangepast te worden aan de winning zelf. Wanneer de informatie beter gecommuniceerd wordt over de hele lijn, dan is het systeem in zijn geheel meer adaptief. Winning bij rivieren is een voorbeeld waarbij door meten van waterkwaliteit de winning tijdig gestopt kan worden als bepaalde stoffen boven een norm komen (bijvoorbeeld door lozingen).



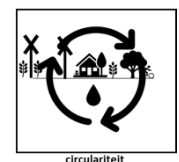
### 2.3.2 Ontwerpprincipes: bodem en water als ordenend principe

In één van de inspiratiesessies ging het over de onderliggende waarden die gepaard gaan met bepaalde oplossingen. Hoe waarderen wij bijvoorbeeld de ecosysteem- of de intrinsieke waarde van water? Kan het natuurlijke systeem (water en bodem) niet meer leidend zijn voor het ontwerp van flexibele winningen? Een gezonde uitgangssituatie met voldoende reserves en andere systeemonderdelen die taken kunnen overnemen zorgt voor grotere flexibiliteit. Hoe kan dit principe worden toegepast op de waterwinning? Omdat dit een kansrijk principe leek, is dit als (deel)oplossing verder uitgewerkt in 3.5.1. Ook zullen “ruimtelijke regels” (wat kan waar op basis van het natuurlijke systeem) verder worden uitgediept tijdens werkpakket 3 binnen dit project.



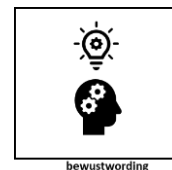
### 2.3.3 Circulariteit

Circulariteit kwam in veel onderdelen van de inspiratieactiviteiten terug. Het thema circulaire economie staat momenteel hoog op de politieke en beleidsagenda van overheden en bedrijven. Het hergebruik van water is een (deel)oplossing die aan alle oplossingsconcepten veel kan bijdragen, omdat hergebruik ervoor kan zorgen dat de watervraag verminderd wordt en dat de verschillen en pieken in watervraag mogelijk meer afgevlakt worden en daardoor de noodzaak naar flexibiliteit wordt verlaagd. Hergebruik van water kan op allerlei manieren, bijvoorbeeld van huishoudelijk water, RWZI water of water vanuit de industrie. Hergebruik van water lijkt een kansrijk principe om in te zetten in meerdere oplossingsconcepten. In het oplossingsconcept 3.5.4 Zero source wordt hergebruik van huishoudelijk water verder uitgewerkt. Een student zal in 2022 nog een slag maken met het concept van circulariteit.



### 2.3.4 Bewustwording

Bewustwording valt eigenlijk buiten de scope van het project, maar ook hier gaat het, net als bij circulariteit, om het afvlakken van pieken in de watervraag. Doordat mensen water besparen, proberen lokaal her te gebruiken (bijvoorbeeld door opvang regenwater in regentonnen voor beregenen van de tuin), of letten op onnodig watergebruik (zwembadjes, auto wassen, tuin sproeien met leidingwater) in droge periodes kan de watervraag beperkt worden. Dit onderwerp kwam ook veel terug in de ontwerpen in de thuiswerk- en studentenopdrachten. Dit is logisch aangezien de mens onderdeel is van de omgeving waarbinnen en waarvoor de flexibele winningsconcepten worden ontworpen. In het oplossingsconcept bronnenstad (3.2) is bewustwording en gedragsverandering, naast circulariteit en hergebruik, onderdeel van het ontwerp. Bewustwording is een typische (deel)oplossing die voor alle archetypes en bij alle oplossingsconcepten ingezet kan worden als “no regret” (deel)oplossing.



## 3 De ontwerpen / oplossingsconcepten

In een aantal ontwerpessies met zowel mensen van Vitens, Deltares en Ruimtevolk, als geïnteresseerden vanuit andere organisaties (waterschappen, provincie, kennisinstellingen) zijn verschillende oplossingsconcepten voor flexibele drinkwaterwinning uitgewerkt (Bijlage F). Er was één ontwerpronde over grondwaterwinningen en één ontwerpronde voor de oever- en oppervlaktewaterwinningen. Vier oplossingsconcepten zijn geselecteerd voor verdere uitwerking en zijn hieronder nader beschreven. Voor ieder oplossingsconcept wordt aangegeven:

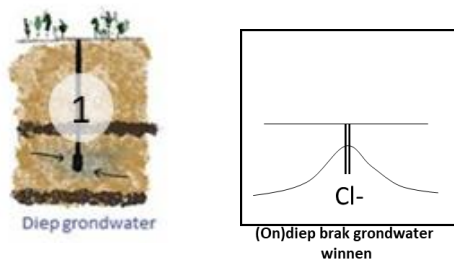
1. voor welke archetypes ze toe te passen zijn en, indien relevant, van welke (deel)oplossingen uit hoofdstuk 2 gebruik wordt gemaakt;
2. een korte beschrijving van het oplossingsconcept;
3. de bijdrage van het oplossingsconcept aan flexibiliteit;
4. en welke openstaande vragen er nog zijn (deze worden verder opgepakt in werkpakket 3: toetsing).

Ook wordt in hoofdstuk 3.5 een korte opsomming gegeven met de “overige” oplossingsconcepten / (deel)oplossingen die uit de ontwerpessies kwamen. Deze kunnen in veel gevallen ingezet worden als onderdeel van verschillende oplossingsconcepten.

### 3.1 Zoet/zout: omgaan met zout/brak grondwater

#### 3.1.1 Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

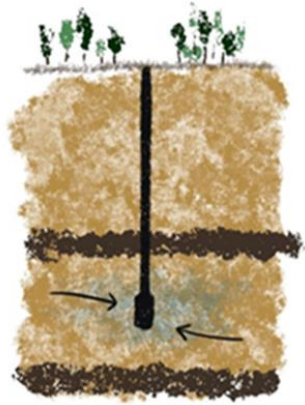
Dit oplossingsconcept is toepasbaar op diepe grondwaterwinningen en is gerelateerd aan deeloplossing brak grondwaterwinning. Dit oplossingsconcept komt voort uit de eerste ontwerpessie (bijlage F.1).



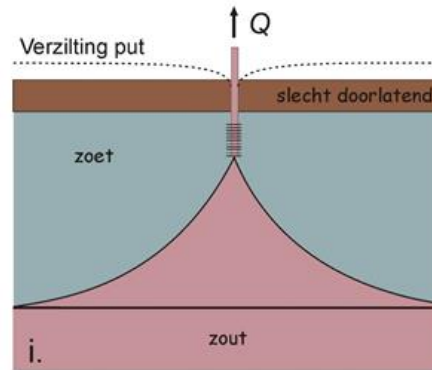
Figuur 3.1: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Zoet/zout: omgaan met zout/brak grondwater.

#### 3.1.2 Beschrijving oplossingsconcept

De meeste grondwaterwinningen bij Vitens bevinden zich ruim boven het zoet/zout vlak. Er zijn ook een aantal diepe zoete grondwaterwinningen relatief dicht bij het zoet/zout grensvlak. Diepe grondwaterwinningen hebben een aantal voordelen. De winput ligt op grote diepte onder het maaiveld en de watervoorraad waaruit wordt gewonnen is meestal goed beschermd tegen verontreinigingen vanaf maaiveld door slecht- of ondoorlatende lagen (figuur 3.2). Hierdoor is er weinig antropogene beïnvloeding van de kwaliteit van het grondwater en is er weinig invloed van de winning op het maaiveld en het ondiepe watersysteem.



Figuur 3.2: Diepe grondwaterwinning vanuit voorraad afgesloten van boven- en onderliggende lagen door ondoorlatende lagen.



Figuur 3.3: Schematische weergave van verzilting van een drinkwaterput door upconing (Oude Essink, 2001).

Bij het tijdelijk vergroten van de winningscapaciteit kan het probleem van snellere verzilting van het watervoerende pakket en uiteindelijk zelfs de drinkwaterbron optreden. Op grotere diepte neemt het zoutgehalte van het grondwater toe en wanneer de winput niet van deze diepere zouthoudende lagen gescheiden is door ondoorlatende lagen, kan dit brakke tot zoute water naar de winning toe getrokken worden, met verzilting van het gewonnen water tot gevolg. Dit probleem is bekend als upconing (figuur 3.3). De verschuiving van het zoet/zout grensvlak is zeker in verband met klimaatverandering steeds relevanter. De mate waarin upconing optreedt, hangt af van veel factoren, waaronder:

- Wat is de geologische opbouw? En wat zijn de doorlatenheden van de verschillende formaties en laagpakketten? In hoeverre zijn watervoorraden bijvoorbeeld gescheiden door ondoorlatende lagen? Bijkomende uitdaging is: hoeveel is bekend over het voorkomen en de doorlatendheid van deze lagen?
- Wat zijn de zoutgehalten in het grondwater? In het algemeen kan worden aangenomen: hoe dieper hoe zouter, maar in welke mate kan verschillen<sup>4</sup>. Meer specifiek kan de situatie complexer zijn, en vaak is de hoeveelheid informatie zeker bij grotere diepte beperkt. Dit heeft niet alleen consequenties voor de ligging van de zoute/zoete grondwatervoorraden, maar ook voor de stroming en veranderingen die optreden bij onttrekking.

Naast upconing kan er sprake zijn van het zijdelings aantrekken van zout water (laterale verzilting).

Voor het project Flexibele winningen zijn twee aspecten van zoet/zout grondwater van belang:

1. In hoeverre wordt de winning van zoet water bedreigd door zout of brak grondwater bij toekomstige ontwikkelingen, zoals fluctuaties in de vraag.
2. Welke oplossingen zijn mogelijk wanneer winning van zoet water in gevaar komt door zout of brak water?

### Recente/lopende projecten

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

- **COASTAR**  
In het project COASTAR<sup>5</sup> is onderzocht hoe drinkwaterwinning vanuit de ondergrond duurzamer kan worden gemaakt, onder meer door het vergroten van zoetwatervoorraden, het tegengaan van verzilting en brakke kwel, tijdelijke opslag van zoet water, brakwaterwinning, en optimalisatie van de zoetwaterwinning.

<sup>4</sup> In Flevoland bevinden zich bijvoorbeeld zoete grondwatervoorraden tussen zoute grondwatervoorraden.

<sup>5</sup> <https://www.coastar.nl/>

- **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 gebruikt<sup>6</sup>:
  1. Mengbedrijf: aanvulling met aanvoer uit de Lek door aanpassen voorzuivering Bergambacht;
  2. Brak grondwater: ontzilting en benutten brak grondwater voor gebruik als drinkwater;
  3. Valkenburgse Meer: voorzuiveren en benutten oppervlaktewater Valkenburgse Meer en;
  4. overbruggingscapaciteit: vergroten zoetwatervoorraad duinen door aanvullen met zoet water.
 Van deze opties heeft de optie Brak grondwater 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 (<https://www.dunea.nl/algemeen/brakgrondwater>).
- **Aquaconnect**  
In het onderzoeksprogramma Aquaconnect<sup>7</sup> worden diverse oplossingen waarmee Nederland en ook andere deltagebieden zelfvoorzienend in zoetwatervoorziening kunnen worden. Hieronder valt ook het benutten van brak (grond)water voor drinkwater. Het project bouwt voort op eerder onderzoek, waaronder COASTAR en Water Nexus.
- **Beschikbare bronnen en waterbesparing voor de drinkwatervoorziening voor de provincie Flevoland**  
Voor de Provincie Flevoland is een overzicht<sup>8</sup> 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 winningen<sup>9</sup>.

### 3.1.3 Bijdrage aan flexibiliteit

We definiëren flexibiliteit in winningen als het vermogen van winningen om zich snel aan te passen aan de gewijzigde situatie als zich een verstoring of verandering voordoet. De criteria voor flexibiliteit zijn:

- Aanpassingsvermogen productiekwantiteit: vermogen om op korte termijn productiecapaciteit op of af te schalen;
- Aanpassingsvermogen kwaliteit bron: Vermogen om veranderingen in waterkwaliteit op te vangen;
- Minimaliseren van impact op de omgeving, ook in veranderde situaties (kwantiteit en kwaliteit).

#### Aanpassingsvermogen productiekwantiteit

Zoals hierboven beschreven zijn kwaliteit en (winbare) kwantiteit sterk gekoppeld. Een belangrijke vraag met betrekking tot verzilting is: 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 mate waarin de manier van winnen invloed heeft. Wat is bijvoorbeeld de invloed van winnen op verschillende locaties of dieptes in vergelijking met winnen op één punt.

#### Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Een belangrijke vraag is hoe drinkwaterwinning de verzilting van het grondwater beïnvloedt. Wanneer gekozen wordt voor oplossingen voor verzilting, ontstaan er nieuwe vragen over de waterkwaliteit. Een voorbeeld hiervan is de vraag wat de effecten zijn van vergroting van de ondergrondse zoetwatervoorraden op de grondwaterwaterkwaliteit. Een ander voorbeeld is, wat gedaan moet worden met de brijn die mogelijk ontstaat bij ontzilting van brakwater tot zoetwater. Wanneer deze brijn in dieper gelegen aquifers wordt gepompt, mogen daarbij geen kwaliteitsproblemen ontstaan.

<sup>6</sup> Multi-bronnen strategie: <https://www.dunea.nl/drinkwater/bronnen-en-strategie/multi-bronnen>

<sup>7</sup> <https://www.aquaconnect.nu/>

<sup>8</sup> <https://publicwiki.deltares.nl/display/Drinkwaterbronnen/Brak+grondwater>

<sup>9</sup> <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/grenzen-in-zicht-grondwaterdilemma-s-rond-de-drinkwatervoorziening-in-flevoland>



### Impact op de omgeving

De impact op de directe omgeving van de bron is voor deze casus een belangrijk onderwerp. De interactie tussen winning en verzilting van die omgeving is het centrale uitgangspunt. In hoeverre deze interactie kritisch wordt, is afhankelijk van meerdere dingen. Eerder is al de invloed van gewonnen hoeveelheid en timing daarvan genoemd. Daarnaast is ook de diepte waarop water wordt gewonnen en de mate waarin verschillende reservoirs van elkaar zijn gescheiden door afsluitende lagen van belang. Deze aspecten zullen in de uitwerking worden meegenomen.

#### 3.1.4 Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept

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

1) In hoeverre 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 interessant wat de invloed van zout of brak grondwater is bij forse fluctuaties per dag/week of maand. Daarnaast ook wat de invloed is van forse toename van de winning over langere tijd, of andere veranderingen waardoor de mogelijk impact door zout of brak grondwater groter wordt (bijvoorbeeld zeespiegelstijging of verzilting).

Wanneer uit de eerste vraag 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 vergroten van zoetwatervoorraden of ontzilting.

Voor de bovengenoemde vragen geven we hieronder een aantal aspecten die in Werkpakket 3 verder uitgewerkt/getoetst zal worden:

- **Toepasbaarheid op de winningen bij Vitens**  
Het merendeel van het hierboven genoemde onderzoek heeft betrekking op winningen in west-Nederland. Tegelijkertijd is bekend dat verziltingsproblematiek ook bij Vitens speelt, bijvoorbeeld in Overijssel. Daarom moet worden bekeken, in hoeverre de resultaten van ander onderzoek toepasbaar zijn op de winningen bij Vitens, en welke aanpassingen eventueel nodig zijn. Voorgesteld wordt om naar twee voorbeeldwinningen van Vitens te kijken die ook te maken hebben met verziltingsuitdagingen: een diepe winning in de IJsselvallei, bijvoorbeeld Engelse werk-diep, Diepenveen of Deventer en een winning waar upconing van belang is, bijvoorbeeld Noordbergum of Garyp. De winning Noordbergum is complex, omdat daar zowel upconing als laterale verzilting kan optreden. Daarnaast zijn nog andere voorbeelden voorhanden. Bij de winning Garyp is alleen upconing van belang. De winning van Twello is een case van de Provincie Gelderland die mogelijk interessant is. Diversificatie van bronnen lijkt aantrekkelijk om de verwachte verzilting in Twello te kunnen mengen met zoeter water (eventueel inclusief ASR (Aquifer Storage & Recharge). Twello is in het kader van Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) onderzocht met het AZURE model (Tauw, 2020) en Vitens heeft onlangs een verdiepende studie naar verzilting bij Twello gedaan (Buyse, 2021). Ook de beïnvloeding door zout water in westelijk Flevoland is een interessant voorbeeld. Tenslotte bevindt zich bij Doetinchem een winning die gestopt is; deze winning kan mogelijk gebruikt worden als proeflocatie om bijvoorbeeld met tracers onderzoek te doen. In Werkpakket 3 wordt nagegaan wat de mogelijkheden zijn, en wordt een keuze gemaakt van een beperkt aantal cases. Verwacht wordt dat de effecten van zoet/zout heel locatiespecifiek zijn; daarom is het zinvol meerdere locaties te bekijken.
- **Hoe gedraagt zoet/zout zich bij verschillende onttrekkingspatronen op langere termijn?**  
In het project Flexibele winningen gaan we uit van verschillende toekomstscenario's, die verschillen in de mate waarin zich fluctuaties in de vraag voordoen (zie Bijlage A). In hoeverre is er al iets bekend over de invloed van deze patronen op het gedrag van zout grondwater? Bij de eventuele toepassing van kennis uit eerdere studies is het de vraag in hoeverre er in deze studies naar statische of dynamische situaties is gekeken. Er is hierover al veel bekend uit eerdere studies, maar een belangrijk verschil is de tijdsschaal.

Het project Flexibele winningen heeft een toekomsthorizon van 100 jaar. Het is de vraag wat het effect van fluctuaties in onttrekking op het zoet/zout grensvlak is op deze tijdschaal. Welke opties zijn er om winningen flexibeler te maken?

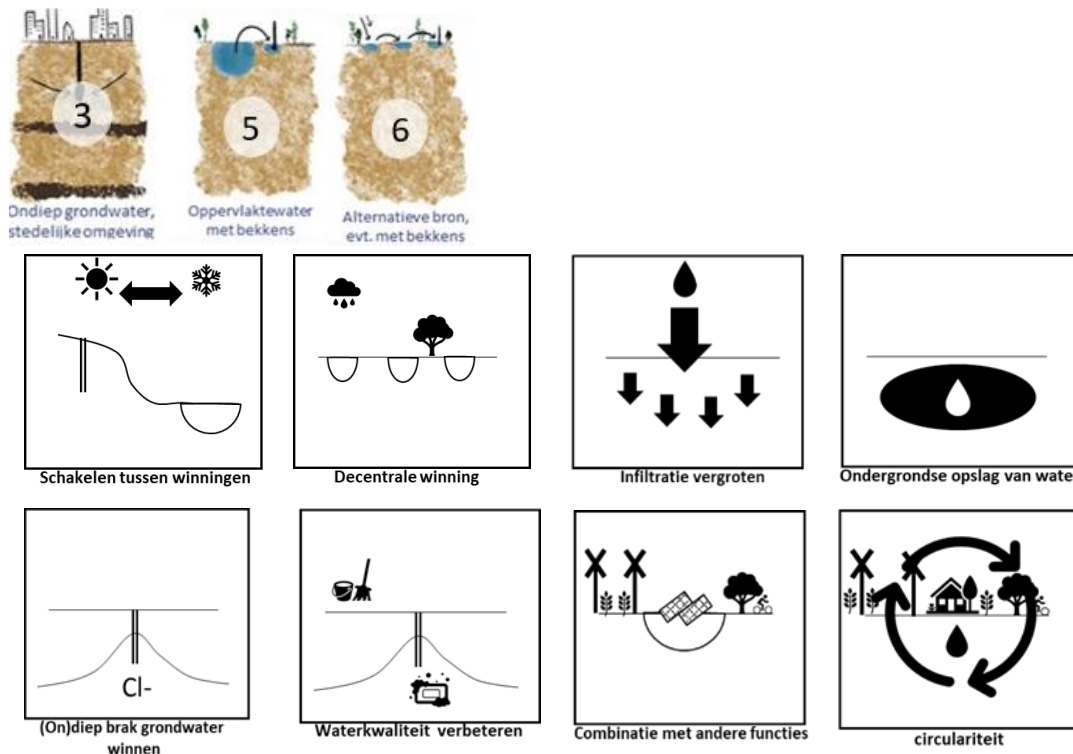
Wanneer een uitkomst is dat zout grondwater een beperking kan vormen voor de flexibiliteit van winningen, is het zinvol na te denken over opties om de winning hiertegen te beschermen. Enkele opties waaraan gedacht kan worden zijn: variëren in pompsnelheid en -duur (harder/zachter pompen, langer/korter pompen), meerdere kleinere winningen, opslag van zoet water, duurzame brakwaterwinning (waarbij lokaal geleidelijk het zout-brak grensvlak omlaag getrokken wordt en de reststroom (brijn) weer op grotere diepte in het zoute water wordt geretourneerd (zoethouder-concept), gericht winnen, brijn opmengen met een zoete stroom tot het dezelfde zoutgehalte heeft als de Waddenzee en daarna lozen op de Waddenzee te lozen, etc. Het onderzoeken van deze opties is een omvangrijke taak op zich. Binnen het project Flexibele winningen stellen we voor een gevoeligheidsanalyse als basis uit te voeren en op basis daarvan aanbevelingen te doen over mogelijke oplossingen. Aangezien er al projecten zijn waarin wordt gekeken naar zoet/zout dynamiek bij drinkwaterwinningstellen we voor om wat betreft mogelijke oplossingen informatie uit eerdere projecten samen te brengen en de toepasbaarheid daarvan op Vitens winningen na te gaan, inclusief ruimtelijke variatie, tijdschaal, en verschillende toekomstscenario's. De concrete aanpak voor de uitwerking en toetsing van deze oplossingsrichting in Werkpakket 3 (toetsing) is als volgt:

- Voor een aantal archetypische Vitens-winningen gaan we na hoe gevoelig het zoet/zout grensvlak is voor forse fluctuaties in de onttrekking (ca 2, 10 of 25 keer meer dan wat er gemiddeld per dag, week of per maand wordt onttrokken).
- Mogelijke oplossingen voor zout of brak water worden samengevat vanuit lopende of recent afgeronde onderzoekstrajecten.
- Dit levert uiteindelijk een overzicht op:
- voor welke situaties zout of brak water een bedreiging vormt voor grondwaterwinning;
- welke oplossingen in dat geval interessant zijn.

## 3.2 Bronnenstad

### 3.2.1 Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Dit oplossingsconcept is toepasbaar op stedelijk diep en ondiep grondwater i.c.m. infiltratie uit beschikbare bronnen zoals oppervlaktewater en regenwater. Dit oplossingsconcept maakt gebruik van een combinatie van diverse (deel)oplossingen, zie Figuur 3.4 voor een overzicht van deze oplossingen.



Figuur 3.4: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Bronnenstad.

### 3.2.2 Beschrijving oplossingsconcept

In dit oplossingsconcept (zie ook Bijlage F.2) volgen we de natuurlijke weg van het stromende water. De bronnenstad is een klimaatadaptieve en waterrijke groene stad, fijn om te wonen, werken en recreëren. Een stad die ontworpen en gebouwd is binnen de draagkracht van het bodem-watersysteem. Een stad waar de bewoners zich ook bewust zijn van deze relatie en met hun systemen en gedrag meewerken aan een duurzame relatie. Dit draagt ook bij aan sociale cohesie en inclusiviteit. De bronnenstad kan zowel in bestaand stedelijk gebied gerealiseerd worden, maar is nóg beter realiseerbaar in nieuwe stedelijke gebieden. We ontwerpen en bouwen met de natuur in een biodiverse, circulaire, water-inclusieve slimme stad, die ecosysteemdiensten levert aan zowel de stad als de omgeving (groen, water, energie) en is een kans om de ruimtelijke kwaliteit te borgen. Dat doen we zo veel mogelijk circulair. De flexibiliteit geven we vorm door de vele functies, horizontaal/verticaal ruimtegebruik, seizoensoverbrugging (droge en warme) zomer en (natte en koude) winter.

Voor de drinkwaterwinning is bijvoorbeeld een intelligent netwerk van decentrale stedelijke winningen het beeld waarin goed geschakeld kan worden tussen vraag en aanbod, en fluctuaties geen problemen opleveren.

Dit oplossingsconcept – indien verder uitgewerkt- kan ook flexibiliteit toevoegen op andere stedelijke thema's zoals stedelijke hemelwaterproblematiek, waterhergebruik, versterken van biodiversiteit, hittestress en warmtetransitie. We kunnen de stad ook zien als startpunt voor een watercascade, waarbij het 'restproduct water' geleverd wordt als watersysteemdienst aan het omliggende gebied (voor industrie, landbouw, grondstoffen- en warmte-extractie, enz.) voordat het afgevoerd wordt.

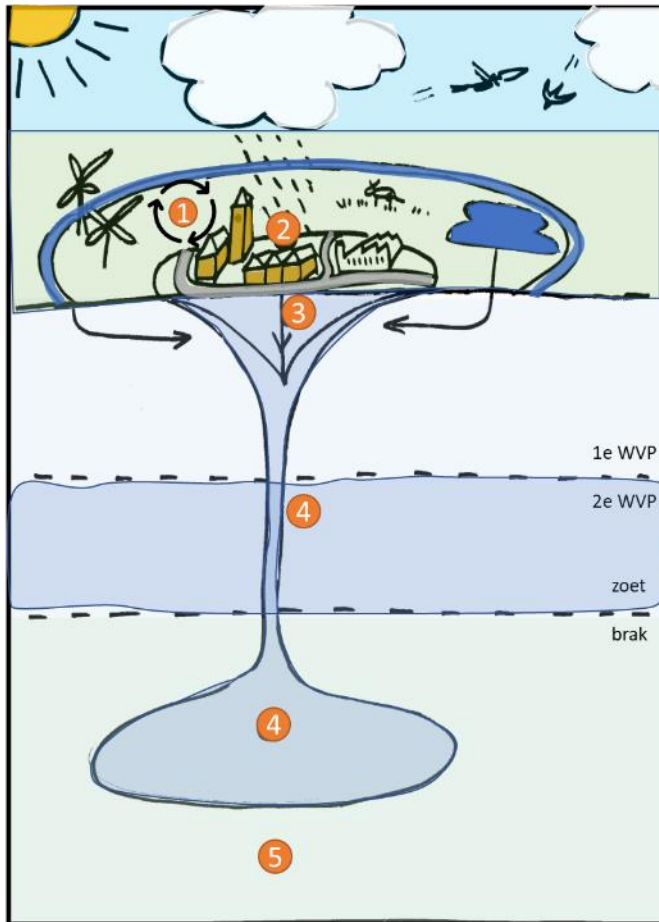
Het oplossingsconcept is op verschillende schalen toepasbaar. De onttrekking hoeft niet per se centraal onder de stad gelegen te zijn. Er kunnen ook meerdere decentrale winningen gerealiseerd worden in een conglomeraat van verstedelijkte gebieden en dorpen.

## Hoe werkt het? Bouwstenen

De bronnenstad maakt gebruik van meerdere bouwstenen om ervoor te zorgen dat er altijd voldoende schoon water aanwezig is. Al het verbruikte water wordt aangevuld. De winning voorziet in de drinkwaterbehoefte van de stad of een stadsdeel.

De bouwstenen (zie figuur 3.5) zijn:

1. besparing / circulariteit
2. opvangen van water: oppervlakte/regenwater
3. infiltratie / bodempassage / onttrekkingskegel
4. gebruik maken van grondwater / actieve voorraadvorming
5. optioneel: brakwaterwinning



Figuur 3.5: Visualisatie oplossingsconcept Bronnenstad.

### 1 Besparing/circulariteit

“De duurzaamste druppel is een bespaarde druppel”. De kwaliteit van water in de stad is afhankelijk van gedrag en functies, waardoor de mens onlosmakelijk in dit oplossingsconcept verweven zit. Zowel het creëren van bewustwording rondom besparen en hergebruik van drinkwater, als het beperken van activiteiten in de stad om het water schoon te houden zijn daarom onderdeel van de haalbaarheid van dit oplossingsconcept. We werken dit “technisch” uit in de volgende bouwstenen.

## 2 Opvangen van water: oppervlakte en regenwater

Het stadswater van bijvoorbeeld (groene) daken wordt zoveel mogelijk terug het systeem ingebracht. Het wordt via wadi's, sawa's met helofytenfilters op natuurlijke wijze gezuiverd en teruggebracht in het systeem. Aanvullende gescheiden stelsels tussen opgevangen schoner hemelwater en water vanaf de straat kunnen ook helpen bij het controleren van de kwaliteit.

Om de stad hebben we stadsuiterwaarden, om bovengronds water te bergen en te laten infiltreren. Ook is hier een belangrijke functie voor recreatie en natuur. We maken gebruik van gradiënten, verschillende biotopen voor mens en dier en ook verschillende soorten gebruik zoals natuurinclusieve landbouw of voedselbossen. In de stadsuiterwaarden kiezen we voor klimaatbestendige vegetatie die zowel tegen droogte als vernatting kan. We houden rekening met lange termijn veranderingen.

## 3 infiltratie / bodempassage / onttrekkingskegel

Door een reistijd van water naar de ondergrondse bodemberging van minimaal 100 dagen wordt de microbiologische stabiliteit van het water gegarandeerd. De bronnen blijven schoon, want ze worden continu aangevuld met schoon water. Historische verontreinigingen worden verdund en verdwijnen langzaam. Waar nodig worden deze verontreinigingen met een tijdelijke interceptiebron of andere maatregel verwijderd. De bescherming van de bronnen is gewaarborgd doordat het leven met water geïntegreerd is in de stedelijke omgeving. In de stad worden diverse stedelijke functies gecombineerd, zoals groen, wonen en energiewinning. Verontreinigende functies worden geweerd uit de omgeving. Afvalwater wordt gezuiverd en hergebruikt.

Onder de stad hebben we een onttrekkingskegel voor ondergrondse opslag- en voorraadvorming zoals een MAR(Managed Aquifer Recharge) die ervoor zorgt dat er altijd voldoende ruimte is in de onverzadigde zone om (regen)water af te voeren en te laten infiltreren. Het doel daarvan is het creëren van een grote freatische berging onder de stad voor berging van piekbuien.

## 4 Gebruik maken van grondwater / actieve voorraadvorming

De stad heeft wateraccu's zoals buffers en Aquifer Storage and Recovery (ASR)) op meerdere dieptes waar (schoon) water passief maar ook actief geïnfiltreerd kan worden vanuit stadsvijvers, daken en open gebied (stadsuiterwaarden). Het opladen van het 2<sup>de</sup> watervoerende pakket, met schoon hemelwater uit stedelijk gebied, zorgt voor altijd voldoende water. Aandachtspunt in de stad is de kwaliteit, met name van de 'grijs-blauwe' transitie van vervuilde naar schone voorraadvorming. Ook een zoete bel in diepere brakwaterlagen kan worden aangelegd.

## 5 Optioneel: brakwaterwinning

Naast waterwinning uit de ASR kan in drogere periodes ook gebruik gemaakt worden van duurzame brakwaterwinning (ook interessant voor oplossingsconcept in hoofdstuk 3.1). Hierdoor wordt lokaal geleidelijk het *zout-brak grensvlak omlaag getrokken waardoor de kans op verzilting minimaal is*. De reststroom (brijn) wordt weer op grotere diepte in het zoute water geretourneerd. Zie ook het bestaande zoethouder oplossingsconcept<sup>10</sup>. De huidige wetgeving maakt dit oplossingsconcept nog wel lastig toepasbaar.

Belangrijkste winst van dit oplossingsconcept is dat:

- alle beschikbare waterbronnen gecombineerd worden ingezet. Bestaande winningen zijn vaak geen combinatie en daardoor zijn ze minder flexibel.
- Vergrijzing van het grondwater wordt tegengegaan. Een winning mag geen water van slechtere kwaliteit aantrekken.

<sup>10</sup> <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/nederlandse-zoethouder-wereldwijd-toepasbaar-1>

### 3.2.3

#### Bijdrage aan flexibiliteit

Onderstaande tabel geeft de bijdrage van de hierboven beschreven bouwstenen van de bronnenstad aan de flexibiliteitscriteria weer.

Tabel 3.1: Bijdrage bouwstenen oplossingsconcept Bronnenstad aan flexibiliteitscriteria.

Ingrediënt	Aanpassingsvermogen kwaliteit bron	Aanpassingsvermogen productiekwantiteit	Impact op de omgeving	Opmerkingen / aandachtspunten
1 besparing / circulariteit	Geen relatie	Pieken in de vraag worden afgevlakt, maar dit punt heeft geen invloed op de flexibiliteit van drinkwaterbronnen zelf	Omdat pieken lager zijn, zullen ook door winning minder schokken optreden op de omgeving	is niet alleen toekomstbeeld. Voorbeeldwijk EVA-Lanxmeer Culemborg <sup>11</sup>
2 opvangen van water: oppervlakte/ regenwater	Door actieve en geoptimaliseerde voorzuivering wordt het grondwater bij de bron steeds schoner (anti-vergrijzend).	Door volledige controle over de instroom en over het ondergrondlichaam meer mogelijkheden om productiekwaliteit te managen. Op termijn mogelijk lagere zuiveringsinspanning.	Door uit te gaan van optimaal benutten van het hemelwater minder afstroomverlies, waardoor in droge tijden meer over is om ook de ruimere omgeving van water te voorzien.	Het opvangen van water vraagt wat van de inrichting: schone functies in de stad, waterberging op daken etc, ruimte voor water, (natuurlijke) voorzuivering. Geen zout strooien in de winter, maar andere oplossingen.
3 infiltratie / bodempassage / onttrekkingskegel	Idee is door infiltratie van slechts schoon water (zoveel mogelijk door bodempassage) dat de winning schoon blijft / schoner wordt. Het <u>aanpassingsvermogen</u> van de kwaliteit van de winning wordt verder niet beïnvloed. Door zorgvuldig beheer kan heel geleidelijk geschakeld worden tussen de verschillende bronnen (diep en ondiep etc.)	MAR dient om extra freatische berging te creëren als een 'snel' voorraadreservoir. Doordat zo veel mogelijk water in het systeem gebracht wordt, is uitgangspunt dat (ook onverwachte) piekvragen goed opgevangen kunnen worden. Wel is een aandachtspunt wat te doen met al dat water bij veel regenval en weinig vraag. Dan moeten de stadsuiterwaarden voldoende bergingscapaciteit bieden.	Door de onttrekkingskegel kan water altijd in de bodem intrekken. Dus minder wateroverlast, verder veroorzaakt (dit onderdeel van) de winning zelf geen schokken op de omgeving	Voldoende open bodem nodig / waterbergingsruimte: impact op inrichting (stadsuiterwaarden)
4 gebruik maken van grondwater / actieve voorraadvorming	Door meerdere voorraden aan te leggen kun je schakelen (decentraal) als er iets aan de hand is met de kwaliteit. De diepe voorraad kan ook benut worden om hardnekkige kwaliteitsissues (mochten die onverhoopt optreden) in het ondiepe segment tijdelijk op te kunnen vangen. N.b. als een verontreiniging optreedt (bijv. door de infiltratie) dan is er een probleem.	zie boven	Er zullen minder schokken optreden omdat de voorraden groot zijn en groot gehouden worden. Wel blijft een aandachtspunt dat bij zeer hoge en langdurige onttrekkingen in slappere bodems effecten kunnen optreden	Minder geschikt voor gebieden met slechte funderingen en / of zettingsgevoelige lagen.
5 optioneel: brakwaterwinning	De kwaliteit van deze winning is minder, daar wordt rekening mee gehouden door ontzilting. Aandachtspunt is de kwaliteit van zoet grondwater door brakwaterwinning (lekkages etc.).	Dit geeft een extra mogelijkheid om om te gaan met opeens een plots hoge vraag.	nvt	Brijn uit de brakwaterwinning wordt op nog grotere diepte geretourneerd.

<sup>11</sup> <http://www.eva-lanxmeer.nl/>

Ingrediënt	Aanpassingsvermogen kwaliteit bron	Aanpassingsvermogen productiekwantiteit	Impact op de omgeving	Opmerkingen / aandachtspunten
<b>Overall oplossingsconcept:</b>	Het oplossingsconcept gaat ervanuit dat de bron (onder de scheidende laag) schoon blijft door gebruiksbepalingen en door te zorgen dat alleen schoon water geïnfiltreerd wordt. Mocht de bron toch verontreinigd worden dan is er wel een daadwerkelijk probleem! <b>Kwaliteit blijft een aandachtspunt in dit oplossingsconcept</b>	Doordat 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 (voldoende berging stadsuiterwaarden) <b>winning op- en terugschalen in dit oplossingsconcept is goed mogelijk en draagt dus flink aan bij aanpassingsvermogen productiekwaliteit</b>	<b>binnen de randvoorwaarden van de zoekgebieden zal dit oplossingsconcept weinig/ geen schokken op de omgeving leveren. Of zelfs positief zijn</b> omdat de omgeving is ingericht rekening houdend met de winning en de omgeving in droge tijden profiteert van de continue zeer schone effluent op de groene omgeving	Het oplossingsconcept is erg afhankelijk van de juiste inrichting en het juiste gedrag en blijft daardoor wel kwetsbaar voor bijv. verontreinigingen. Echter, omdat we zoeken naar gebieden met een scheidende laag (winning in 2eWVP) voorkomen we te directe interactie / snelle beïnvloeding en met de juiste monitoring kunnen problemen voorkomen worden (zoals nu ook al gebeurt)

### 3.2.4 Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept

#### Kwaliteit en kwantiteit

- Uitvoering van een “gevoeligheidsanalyse” van de bouwstenen in dit oplossingsconcept: rekening houdend met de hydrologische kringloop, verschillende schalen en natuurlijke processen versus kort schakelen t.b.v. winning. Tegen welke grenzen loop je aan?
- Wat zijn de reistijden en verblijftijden?
- Wat zijn de randvoorwaarden bij het doorboren van scheidende lagen i.r.t. onttrekkingskegel?

#### Kwaliteit

- Hoe realistisch is het om stedelijk water schoon genoeg te houden of maken zodat je kunt infiltreren zonder milieuschade?
- Wat zijn mogelijke oplossingen en met welk doel? natuurlijke afbraak, vastlegging van verontreinigingen, gescheiden stelsels.

#### Kwantiteit en ruimte

- Kwantificeren: om welke waterhoeveelheden gaat het en hoeveel ruimte is er nodig in m<sup>2</sup> en m<sup>3</sup>?
- Waterbalans: zijn vraag en aanbod over een heel jaar goed te balanceren?

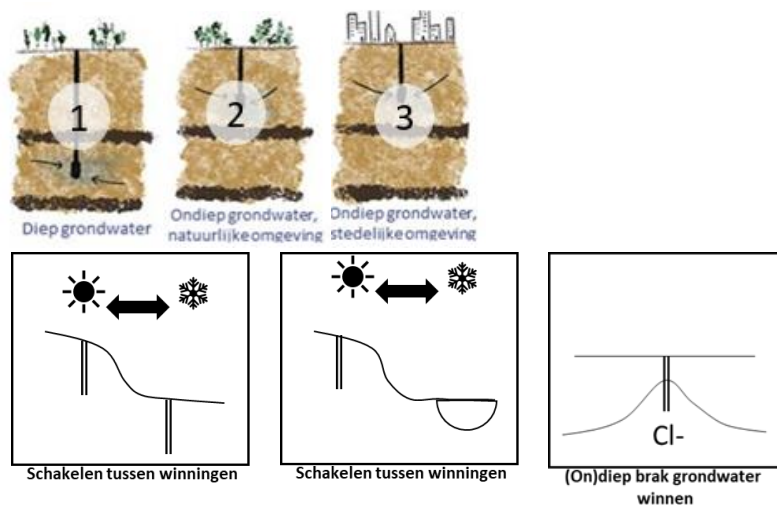
#### Overig

- Wat zijn bottlenecks & succesfactoren (meerwaarde)?
- Wat zijn beleidsregels en randvoorwaarden om e.e.a. voor elkaar te krijgen?

## 3.3 Schakelen tussen winningen

### 3.3.1 Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Dit oplossingsconcept is primair toepasbaar op alle soorten grondwaterwinningen, en maakt daarbij optioneel gebruik van oppervlaktewaterwinning, oeverwaterwinning en alternatieve bronnen. Dit oplossingsconcept maakt gebruik van een combinatie van diverse (deel)oplossingen, zie Figuur 3.6 voor een overzicht van deze oplossingen.



Figuur 3.6: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Schakelen tussen winningen, waarbij de bovenste figuur verwijst naar het schakelen tussen grondwaterwinningen en de onderste figuur verwijst naar het schakelen tussen grondwaterwinning en oppervlakte- of oeverwaterwinning en brakke grondwaterwinning.

### 3.3.2 Beschrijving oplossingsconcept

Eén van de oplossingsrichtingen voor het verhogen van de flexibiliteit 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. Kortom: de verschillende drinkwaterwinningen gezamenlijk worden meer flexibel. Het oplossingsconcept heet ‘schakelen tussen winningen’.



Dergelijke combinatiewinningen vereisen in principe meer vergunde capaciteit, en de verbindinginfrastructuur dient hierop geoutilleerd te zijn. Vitens heeft al een aantal combinatiewinningen (bijv. Witharen/Archemerberg, Herikerberg/Goor, Ritskebos/Garyp/Nij Beets), echter in de huidige situatie wordt daar vooral gebruik gemaakt van mengen van grondwater zodat er minder gezuiverd hoeft te worden. Er is daar dus alleen sprake van een hogere flexibiliteit van de combinatiewinning voor de waterkwaliteit.

Om het oplossingsconcept 'schakelen tussen winningen' te beschrijven is het nodig om eerst verschillende type waterwinningen te beschrijven waarmee geschakeld kan worden. Hoe meer types er zijn, hoe meer schakelcombinaties er mogelijk zijn. Er wordt eerst een classificatie gegeven, en vervolgens worden een aantal kansrijke voorbeelden uitgelegd.

Schakelcombinaties:

- Gebruikmaken van verschillen in snelheid van een traag of snel reagerend (grond)watersysteem  
Voorbeeld: een traag reagerend hydrologisch systeem kan meer benut worden in het voorjaar en zomer omdat eventuele negatieve effecten (verdroging) pas na maanden optreden. Terwijl een snel reagerend systeem, dat gevoelig is voor droogte, in diezelfde periode wordt ontzien. In de herfst- en winterperiode wordt het snel reagerende hydrologisch systeem ingezet omdat verdroging in die periode geen negatieve impact heeft.
- Gebruikmaken van verschillen in ruimtelijke zin  
Er bestaan voor- en nadelen per type grondwaterwinning bij verschillende soorten ruimtegebruik zoals natuur, grondgebonden landbouw, bebouwd gebied en oppervlaktewater, waardoor geschakeld kan worden tussen winningen op het moment dat er een negatief effect optreedt. De negatieve en positieve effecten zijn vaak seizoensafhankelijk, en/of in relatie tot waterkwaliteit.  
Schakelen tussen winningen in ruimtelijke zin is minder van toepassing op winningen met geohydrologische bescherming zoals een dikke kleilaag.
- Schakelen op een locatie met meerdere watervoerende pakketten of andere bronnen wanneer één van de pakketten niet voldoende water van goede kwaliteit kan leveren en/of voor het opvangen van de piekvraag.  
Voorbeeld: tijdens periodes van schaarste gebruik maken van brak grondwater, oppervlaktewater en alternatieve bronnen.

Schakelcombinaties afhankelijk van de drinkwatervraag:

- Schakelcombinaties kunnen worden geoptimaliseerd in relatie tot de vraag naar drinkwater. Wanneer de watervraag groter is worden meerdere winningen ingezet en wanneer de vraag laag is wordt teruggeschakeld. In specifieke situaties, bijvoorbeeld bij industriële levering, kan er ook gekozen worden voor aanvullen met een andere bron, denk aan gezuiverd effluent van huishoudens (RWZI) of industrie (AWZI).

Verschillende regio's kunnen zich in meer of mindere mate lenen voor het oplossingsconcept "Schakelen tussen winningen", afhankelijk van de variatie van de type winningen die voorkomen of nog gerealiseerd kunnen worden en de nabijheid van elkaar.

### 3.3.3 Bijdrage aan flexibiliteit Impact op de omgeving

Winningen kunnen 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 temporele effecten weg te nemen, met name in verband met variatie in netto neerslag. 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 meer winlocaties nodig en dit betekent meer gebieden die een beschermingsstatus krijgen. Dat is een uitdaging vanwege de ruimtedruk in Nederland.

### **Aanpassingsvermogen productiekwantiteit**

Schakelen tussen winningen kan een hoge bijdrage geven aan het inrichten van een robuust watersysteem in Nederland. Bevorderen van berging van water in de ondergrond en in bekkens zal sterk bijdragen om de kritieke zomerperiode te overbruggen zodat er ook in deze periode voldoende water beschikbaar is. Het huidige watersysteem is ingericht om overtollig water zo snel mogelijk af te voeren in relatie tot overstromingsrisico's, en het vergt een gigantische ingreep om een afvoergericht watersysteem te veranderen naar een watersysteem dat is gericht op water langer in het gebied vast te houden. Er kan gewisseld worden naar bron (type, locatie, diepte) wanneer waterkwantiteit niet voldoet en om negatieve effecten op bijv. natuur te verminderen. 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**

Door verschillende bronnen te verbinden aan één zuiveringsinstallatie is het mogelijk om via slimme sturing flexibel te schakelen tussen winputten 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 niet voldoet. Door schakelen tussen verschillende bronnen kunnen er smaak- en visuele verschillen in het geleverde drinkwater optreden, ook al voldoen deze ten allen tijde aan de strenge normen voor de drinkwaterkwaliteit. De klanttevredenheid is doorgaans hoger wanneer er een constante waterkwaliteit geleverd wordt. Bij schakelen tussen winning kan een robuuste zuivering dergelijke verschillen in klantperceptie minimaliseren.

### **3.3.4 Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept**

Tijdens de uitwerking van verschillende winconcepten door experts is het besef gegroeid dat het belangrijk is om de diversiteit van bronnen te behouden om flexibiliteit in winningen te behouden. Desalniettemin is het schakelen tussen winningen complex in de bedrijfsvoering van winnen, zuiveren en leveren vergeleken met continu opererende winvelden en zuiveringen. Welke criteria zijn belangrijk in de afweging (kosten, baten en risico's), en zijn er randvoorwaarden zoals afstand tussen bronnen? Voor de geschiktheid dan wel noodzakelijkheid van schakelcombinaties van (grondwater)winnings is het belangrijk om te toetsen op:

- Zo min mogelijk impact op de omgeving
- Waterkwaliteit
- Optimale benutting winningen met wateraanvoer

Welke schakelcombinaties zijn het meest kansrijk voor het verhogen van flexibiliteit in productiekwantiteit en -kwaliteit en veroorzaken zo min mogelijk impact op de omgeving?

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

Voor een schakelcombinatie op basis van ruimtegebruik dient gekwantificeerd te worden wat de impact is op de omgeving bij bestaande freatische winningen als de onttrekking wordt vermindert in het voorjaar en in de zomer, en verhoogd in de herfst en winter? Vooral landbouwgebieden met van nature een grondwaterstand tussen 1 en 2 m diepte worden benadeeld door een winning. Hoe lang duurt het voordat de grondwaterstand voor 25, 50 en 75% is hersteld na het (tijdelijk) verminderen van een onttrekking in landbouwgebied?

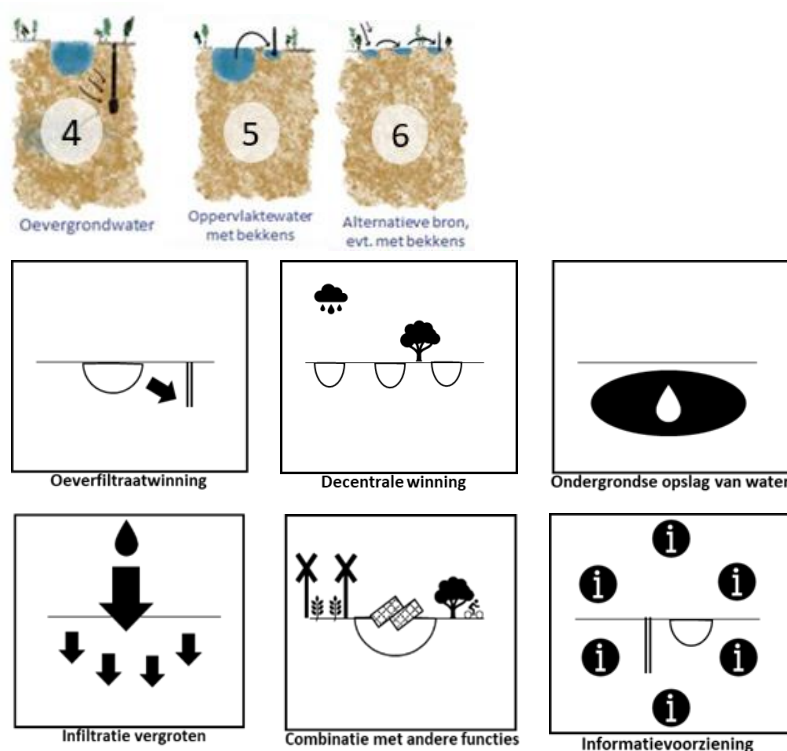
In hoeverre mag de onttrekking van een freatische winning in natuurgebied fluctueren en wat voor effecten heeft dit op de omgeving? Welk type natuur kan goed omgaan met dergelijke schokken en welk type natuur kan dat niet? Welke overige risico's treden dan op?

Bij schakelcombinaties tussen zoet grondwater en alternatieve bronnen zijn er tal van technische en bedrijfskundige kennisvragen te benoemen voor dit oplossingsconcept vanuit het perspectief van Vitens omdat zij minder ervaring heeft met alternatieve bronnen. Deze kennisvragen kunnen ingevuld worden door samenwerking tussen de verschillende drinkwaterbedrijven en industrie. Kennis en ervaring over het op grote schaal inzetten van andere bronnen voor de drinkwaterproductie is binnen Nederland en daarbuiten aanwezig.

### 3.4 Infiltratie en opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater

#### 3.4.1 Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Dit oplossingsconcept is toepasbaar op de oppervlakte en oevergrondwaterwinningen en eventueel als alternatieve bron met bekkens. Dit oplossingsconcept gaat uit van allerlei (deel)oplossingen om oppervlakte- en oevergrondwater, zie *Figuur 3.7* voor een overzicht van deze oplossingen.



*Figuur 3.7: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Infiltratie en opslag van oppervlaktewater en oevergrondwater.*

#### 3.4.2 Beschrijving oplossingsconcept

Oppervlaktewater of oevergrondwater kan ingezet worden als bron in plaats van grondwater in het Vitens drinkwatervoorzieningsgebied. Het gewonnen water kan worden toegepast als drinkwater (na zuivering), als infiltratiewater of grootschalig worden geïnfilteerd in diepere watervoerende pakketten. In andere delen van Nederland wordt oppervlaktewater of oevergrondwater al gebruikt voor de drinkwatervoorziening. Om kwaliteitsrisico's te mitigeren, gebeurt dit in combinatie met infiltratie via bekkens, zoals in de Biesbosch (Evides) of het waterwingebied van Waternet in Loosdrecht.

Dit idee is geboren uit het oplossingsconcept van een “waterlinie tegen watertekort”, een idee wat voortgekomen is uit één van de ontwerpateliers (Bijlage F.3). Centraal in dit oplossingsconcept staat de combinatie van de opgaven wateroverlast en zoetwatervoorziening. Hierbij worden rivierwateroverschotten ingezet voor de drinkwatervoorziening door middel van toestroom naar een overloopgebied, waarna het water geïnfiltreerd wordt in de ondergrond en vervolgens weer onttrokken voor drinkwatergebruik. Dat idee bleek na navraag bij experts niet haalbaar. De rivierwaterpieken zijn té groot om effectief water op te slaan en nog langdurig te gebruiken. Er is een enorm ruimtebeslag (overloopgebied) nodig om gebruik te kunnen maken van de pieken. De vraag is nu: onder welke omstandigheden kan het wél? Het is effectiever bijvoorbeeld om het water jaarrond te laten infiltreren. Het nieuwe aan het huidige oplossingsconcept is dat het specifiek gaat om de combinatie van infiltratie uit oppervlakte- of oevergrondwater met verschillende gebruiksfuncties. Voor de infiltratie van oppervlaktewater of oevergrondwater is een overloopgebied/ruimte nodig. Die ruimte is er vaak niet, daarom moeten gebieden heringericht worden en wordt er gekeken naar meekoppelkansen waarbij waar mogelijk rekening gehouden wordt met het huidige gebruik. Daarbij is expliciet gekeken naar meekoppelkansen voor natuur en landbouw. Zo kan natuurontwikkeling gekoppeld worden aan drinkwaterwinning en kunnen gebieden waar nu koeien grazen bijvoorbeeld gebruikt worden voor waterbuffels.

### 3.4.3 Bijdrage aan flexibiliteit

#### Aanpassingsvermogen productiekwantiteit

De voordelen van dit oplossingsconcept is dat er meer flexibiliteit in aanbod is doordat er minder onttrekkingscapaciteitsgrenzen zitten aan oppervlaktewateronttrekking in vergelijking met grondwateronttrekking. Er is ook minder kans op verdroging van omliggende gebieden, zoals natuurgebieden. Daarnaast is oppervlaktewater, met name in het winterhalfjaar, in voldoende mate beschikbaar.

#### Aanpassingsvermogen kwaliteit bron

Een nadeel van dit oplossingsconcept is de mogelijk fluctuerende waterkwaliteit van oppervlaktewater. Bij het infiltreren van oppervlaktewater is real-time monitoring van de waterkwaliteit een vereiste. Hierdoor kan de waterkwaliteit nauwlettend in de gaten gehouden kan worden. Bij de aanvoer van verontreinigd water kan een signaal gegeven worden waarna een tijdelijke innamestop voorkomt dat de verontreiniging het grondwater bereikt. Het gaat niet alleen om chemische verontreinigingen, maar ook om 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. Real-time monitoring kan ook inzicht bieden in de kwantiteit van het water. Met behulp van modellen kan dan een voorspelling gemaakt worden over mogelijke hoog- of laagwaterpieken en kunnen tijdig voorbereidingen getroffen worden. Een nadeel is de geavanceerde zuivering die nodig is om de instabiele waterkwaliteit op te vangen. Volgens de huidige Europese Kaderrichtlijn Water mag de kwaliteit van de bronnen niet achteruitgaan en moet met eenvoudige zuivering drinkwater kunnen worden gemaakt. De realiteit is nu helaas anders.

#### Impact op de omgeving

Het oplossingsconcept gaat specifiek om de combinatie van infiltratie uit oppervlakte- of oevergrondwater met verschillende gebruiksfuncties. Daarbij kan rekening gehouden worden met een zo laag mogelijk negatieve of juist zo hoog mogelijke positieve impact op de omgeving. Zie Bijlage F.3.1 voor een overzicht van de meekoppelkansen.

### 3.4.4 Openstaande vragen voor de toetsing van dit oplossingsconcept

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

- Wat is de gewenste hoeveelheid drinkwater in verhouding tot de potentiële hoeveelheid?
- Hoeveel ruimte is er nodig voor de berging van dit water?
- Waar past dit in het Vitens drinkwatervoorzieningsgebied?

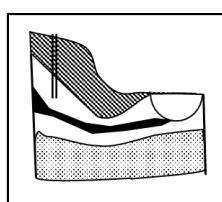
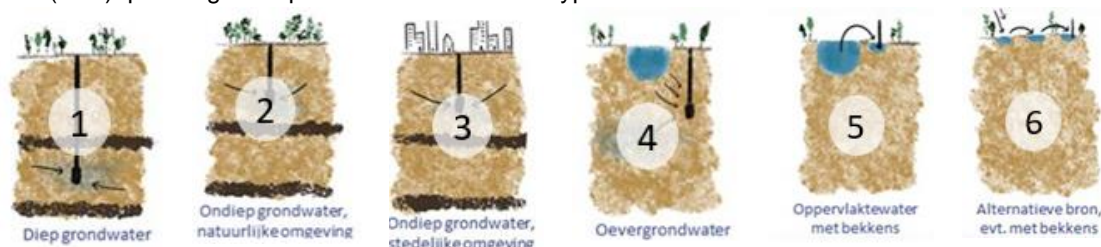
- Welke effecten zijn er op de waterkwaliteit door infiltratie en hoe kunnen kwaliteitsrisico's gemitigeerd worden?
- Is het nodig om water elders te filteren of anders te zuiveren? Zo ja, hoe wordt dat water getransporteerd?
- Welke stakeholders zijn betrokken?
- Wat zijn de lokale wensen en situatie?
- Zijn de gebruiksfuncties rendabel? Dit geldt niet alleen voor de drinkwaterwinning, maar ook voor gekoppelde andere gebruiksfuncties.
- Welke rol kan een drinkwaterbedrijf spelen in de stimulering of verplichting van een bepaald type gebruik?
- Welke meekoppelkansen zijn er tussen bepaalde soorten gebruik en drinkwaterwinning?

## 3.5 Overige oplossingsconcepten / (deel)oplossingen

### 3.5.1 Water en bodem als ordenend principe

#### Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Deze (deel)oplossing is toepasbaar voor alle archetypes.



Water en bodem als ordenend principe

Figuur 3.8: Toepasbaarheid (deel)oplossing Water en bodem als ordenend principe op archetypes.

#### Beschrijving (deel)oplossing / bijdrage aan flexibiliteit

Bij het ontwerpatelier in mei 2021 is de denkrichting 'Waterkwaliteit als ordenend principe' (Bijlage F.7) ontstaan. Deze (deel)oplossing is oorspronkelijk bedacht voor ondiepe grondwaterwinning in landelijke omgeving, maar is in bredere zin ook toepasbaar voor alle andere archetypes.

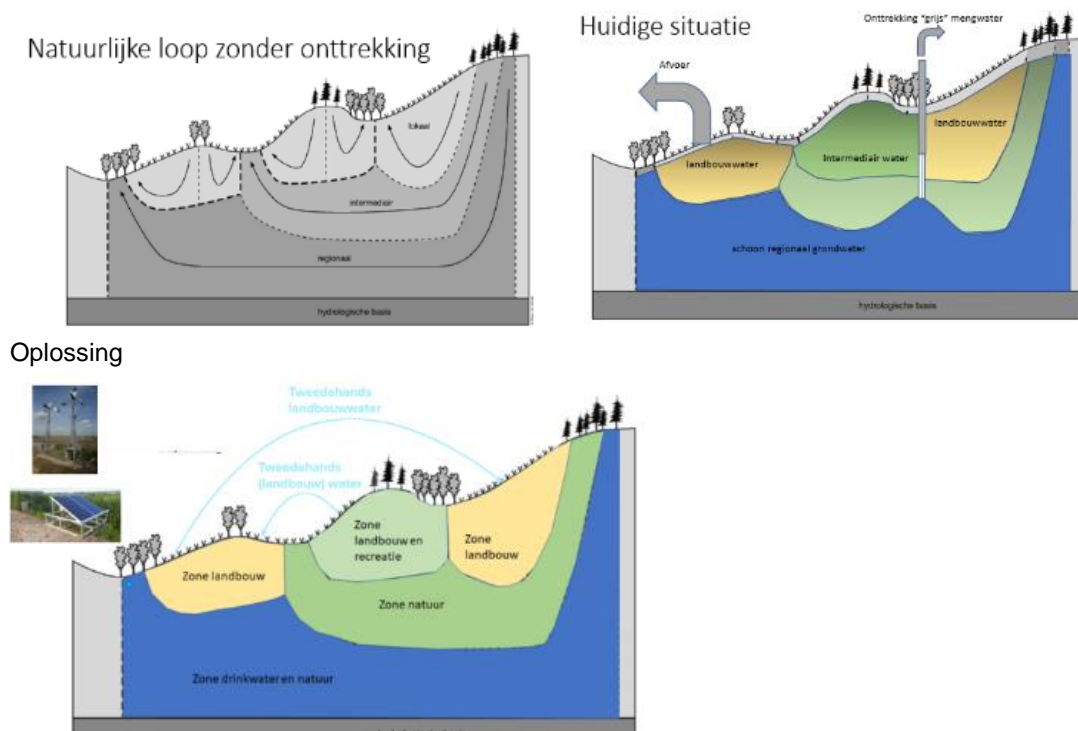
In Figuur 3.9 is een weergave van het concept uit het ontwerpatelier in mei 2021, met het grondwatersysteem voor een landelijke omgeving, met en zonder ondiepe grondwaterwinning. Hierin is duidelijk te zien dat verschillende gebruikers (natuur, landbouw, drinkwater) van dezelfde grondwatervoorraden gebruik maken. Dit kan leiden tot conflicten: er kan verdroging ontstaan door te grote onttrekking op sommige plekken, de waterkwaliteit kan verslechteren door vergrijzing<sup>12</sup> en vermenging en mogelijk wordt zelfs water afgevoerd dat elders nog nuttig kan worden toegepast.

<sup>12</sup> Door menselijke activiteiten komen steeds meer verontreinigende stoffen in het grondwater terecht, waardoor de chemische kwaliteit en samenstelling wordt beïnvloed, dit wordt vergrijzing genoemd.

Door het natuurlijke watersysteem als uitgangspunt te nemen kan gezorgd worden dat de verschillende gebruikers niet in conflict komen. Dit kan bijvoorbeeld door het watergebruik meer aan te passen op de natuurlijke waterstroming (dus geen gedwongen stroming). Hierdoor ontstaat minder kunstmatige menging van watersoorten en dat heeft minder impact op de omgeving. Daarnaast zorgt dit ook voor een lager energieverbruik omdat stroming onder natuurlijk verhang gebeurt. Door langere verblijftijden te hanteren kan ook gezorgd worden dat het water microbiologisch veiliger is. De concrete aanpak die hiervoor tijdens het ontwerpatelier in mei 2021 als concept is voorgesteld, is om kwelwater onder waterlopen in polders en beekdalen diffuus te oogsten. Daarnaast werd gesuggereerd om het grondwater in de landbouw zoveel mogelijk her te gebruiken, zodat dit water niet afgevoerd hoeft te worden en er minder diep grondwater door de landbouw verbruikt hoeft te worden. De vraag is of deze specifieke uitwerkingsvorm praktisch haalbaar is, maar de filosofie erachter is ook breder toepasbaar.

De bredere toepassing van deze oplossingsrichting is om drinkwaterwinningen zo goed mogelijk in te passen in het natuurlijke systeem, waarbij water en bodem als ordenend principe gelden. De grenzen van het water- en bodemsysteem worden daarbij gerespecteerd. De natuurlijke eigenschappen van het systeem worden zoveel mogelijk gevolgd en als uitgangspunt gebruikt bij het inpassen van gebruiksfuncties. Dit levert drinkwaterwinningen op die zo weinig mogelijk conflicteren met het systeem waar de winning deel van is. Zo kunnen problemen voorkomen worden.

Bij de toepassing van deze oplossingsrichting zijn verschillende schalen te onderscheiden, waarbij per schaal andere typen gebruiksfuncties mogelijk zijn. Op een kleine schaal kan bijvoorbeeld worden gekeken naar hoe drinkwater een plek kan krijgen in de realisatie van een nieuwbouwwijk: welke stromen zijn er en hoe past de drinkwatervoorziening hier in? Op een grote schaal kan gedacht worden aan hoe het regionale systeem in elkaar past.



Figuur 3.9: Uitwerking (deel)oplossing uit ontwerpatelier van mei.

## Openstaande vragen voor de toetsing van dit principe

### Uitwerking water en bodem als ordenend principe

Bij de verdere toetsing van de oplossingsconcepten zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk, zal voor ieder oplossingsconcept een locatie, virtuele locatie, of mogelijk zoekgebied worden gedefinieerd. Iedere locatie of zoekgebied kent zijn eigen water en bodemsysteem. Vanuit het kijken naar 'Water en bodem als ordenend principe', moet niet de denklijn gevolgd worden vanuit de oplossing, maar de denklijn vanuit het water- en bodemsysteem. De vraag die daarbij gesteld wordt bij de toetsing van de (deel)oplossing is dan:

Niet:

- 'Hier is een oplossing. Waar past deze (deel)oplossing in dit gebied?'

Maar:

- 'Hier is een water- en bodemsysteem. Welke (deel)oplossing past in dit systeem?'

Hieronder geven we voor een aantal van de verschillende oplossingsrichtingen al een kort idee hoe bodem en water als ordenend principe meegenomen kunnen worden:

- Zoet/zout: winbare hoeveelheid aanpassen aan beschikbaarheid en locatie zoet water;
- Bronnenstad: geen drinkwaterwinning in gebieden met verontreiniging of slappe bodem, liefst in stedelijk uitbreidingsgebied (nieuw stedelijk gebied), geen bestaande WKO's in hetzelfde watervoerend pakket waar waterwinning plaatsvindt.
- Infiltratie en opslag oever-en oppervlaktewater: nabij open water/rivier, rekening houden met infiltratiecapaciteit, voldoende open ruimte, voorkeur voor bepaalde landgebruiksfuncties.

Hieruit is al duidelijk zichtbaar dat (deel)oplossing 'bodem en water als ordenend principe' nauw aansluit bij de aanpak die nu al bij keuzes rond winning wordt gevolgd en ook logisch is om mee te nemen bij nieuwe oplossingsrichtingen.

### Kansrijke gebieden op grotere schaal

Tevens worden de bevindingen vanuit de vraag "*Hier is een water- en bodemsysteem, welke (deel)oplossing past in dit systeem?*" op grotere schaal bekeken en worden kansrijke gebieden voor de verschillende oplossingen in Nederland aangegeven. Hiertoe zal een GIS exercitie worden uitgevoerd, gebaseerd op belangrijke eigenschappen van het bodem- en watersysteem, om de zoekgebieden voor de verschillende winningsconcepten te definiëren.

### Drinkwaterwinning, water en bodem als ordenend principe en andere functies van de ruimte

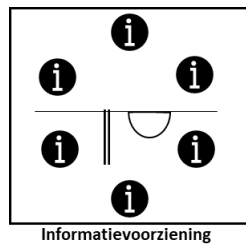
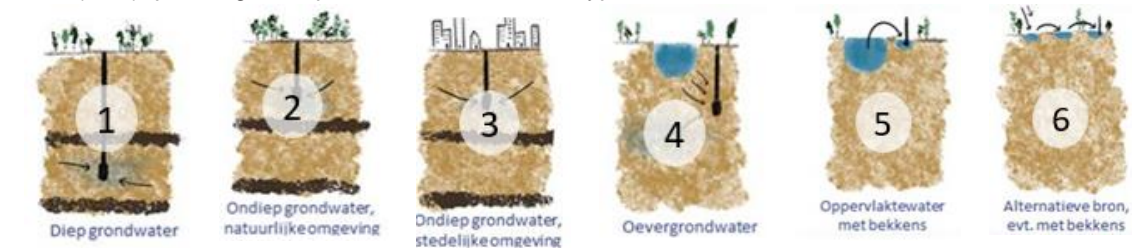
Parallel aan de toetsing van de oplossingsconcepten zullen we op zoek gaan naar een totaaloverzicht van een gebied. Hierin komen de beoogde drinkwaterwinning, het water- en bodemsysteem en andere functies boven de grond en onder de grond samen, als ook majeure transitie op het gebied van landbouw, klimaat, energie, natuur en wonen.

Dit zal verder worden uitgewerkt middels systeemdenken en ontwerpend onderzoek. Met deze exercitie wordt blootgelegd waar de belangrijkste aandachtspunten zitten voor het toepassen van 'water en bodem als ordenend principe' en het combineren met andere gebruiksfuncties bij het maken van flexibeler drinkwaterwinningen.

### 3.5.2 Data- en informatievoorziening

#### Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Deze (deel)oplossing is toepasbaar voor alle archetypes.



Figuur 3.10: Toepasbaarheid (deel)oplossing data- en informatievoorziening op archetypes.

#### Beschrijving (deel)oplossing / Bijdrage aan flexibiliteit

Verbetering van de informatievoorziening en digitale infrastructuur kan ingezet worden om flexibiliteit van drinkwaterwinning te vergroten. Met behulp van real-time monitoring kan de waterkwaliteit en waterkwantiteit van de bron in de gaten gehouden worden. Belangrijk uitgangspunt van real-time monitoring is dat meetgegevens direct online beschikbaar zijn, waardoor met behulp van modellen de drinkwatervraag en het aanbod beter voorspeld kan worden. Hierdoor kan tijdig ingespeeld worden op incidenten of aanstaande veranderingen in de drinkwatervoorziening. Met behulp van modellen kunnen daarnaast aanpassingen, veranderingen, maar ook nieuwe mogelijkheden voor drinkwaterwinning verkend worden.

Om data- en informatievoorziening in te zetten voor de flexibiliteit van winningen, zouden de volgende onderdelen uitgewerkt kunnen worden voor een winning:

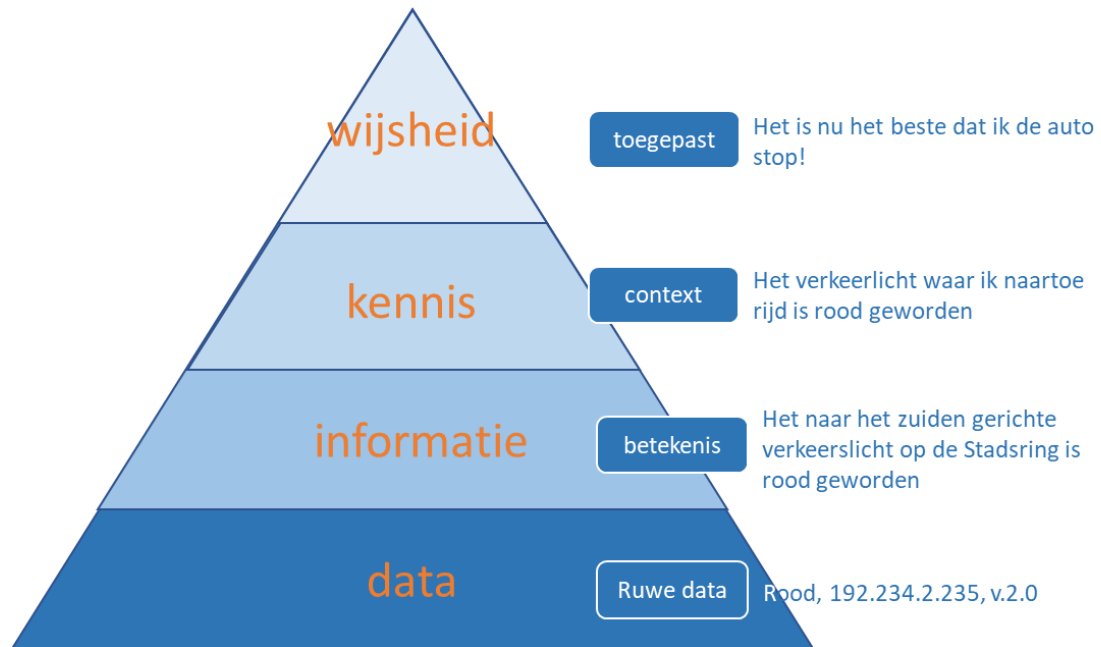
- Monitoring van de kwantiteit en kwaliteit van de verschillende bronnen en voorraden van een winning zoals gebruikt bij oplossingsconcept infiltratie en opslag van oppervlakte en oevergrondwater (hoofdstuk 3.4);
- Voorspelling van de kwantiteit en kwaliteit van de verschillende bronnen en voorraden op verschillende tijdstippen, zodat je weet welke bronnen je de komende periode het beste kan gebruiken (Toepasbaar op oplossingsconcept schakelen tussen winningen, hoofdstuk 3.3);
- Waterverdelingsmodel van de kwaliteit en de kwantiteit van water dat beschikbaar is voor winning:
  - gegevens over de bronnen (welke bron kan nu het beste waar gebruikt worden)
  - gegevens over de voorraad (welke voorraad kan wanneer aangevuld worden)
  - gegevens voor het beheer van de voorraad (welke bron wanneer gebruiken, en daarbij ook rekening houden met de voorspelling van de beschikbare bronnen).

Zie ook figuren 3.12 a en b waarin de kracht van data- en informatievoorziening wordt weergegeven door deze te vertalen naar de context en handelingsperspectief.

Betere data- en informatievoorziening kan bij flexibele winningen ingezet worden om *extra flexibiliteitswinst* te verkrijgen.



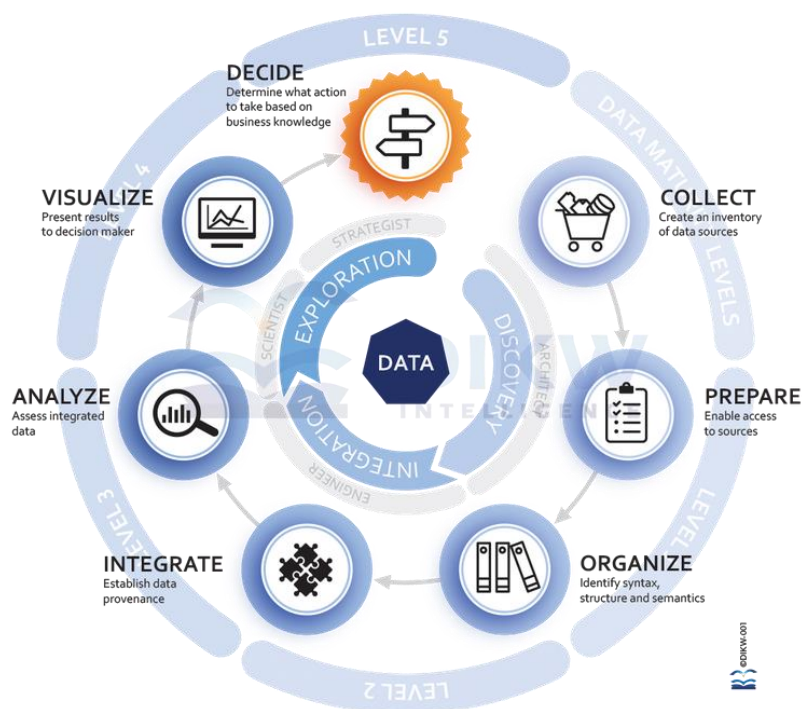
Een voorbeeld van het inzetten van een verbeterde informatievoorziening is bij het gebruik van oppervlaktewater. Oppervlaktewater kan een mix van verschillende organische en anorganische verontreinigingen bevatten. Door gebruik van real-time monitoring kan bij de aanvoer van verontreinigd water een signaalgegeven worden, waardoor inname van verontreinigd water voor de drinkwatervoorziening voorkomen kan worden. Ook de zuiveringsstappen van het oppervlaktewater voorafgaand aan het gebruik voor drinkwater kunnen afgestemd worden op de mate van verontreiniging.



Figuur 3.11: De kracht van data-en informatievoorziening: Data-Informatie-Kennis-Wijsheid pyramide om data in context te plaatsen (naar: figuur rockfeather.com).

# DATA SCIENCE VALUE CHAIN

DATA INFORMATION KNOWLEDGE WISDOM



Figuur 3.12: De kracht van data- en informatievoorziening: datascience value chain (<https://www.dikw.com/kennis/referentiemodellen/data-science-waardeketen>).

### 3.5.3 Oppervlaktewater met bekkens (bubbels)

#### Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Dit oplossingsconcept is toepasbaar op archetypes waarin oppervlaktewater en bekkens worden gebruikt. Dit oplossingsconcept gaat uit van (deel)oplossing decentrale bekkens, i.c.m. andere functies, het verbeteren van de waterkwaliteit en het infiltreren van water uit bekkens en dit weer winnen, zie Figuur 3.13.



Figuur 3.13: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Oppervlaktewater met bekkens (bubbels).

### **Beschrijving oplossingsconcept / bijdrage aan flexibiliteit**

Het idee van oppervlaktewaterwinning met spaarbekkens is ontstaan tijdens het tweede ontwerpatelier (Bijlage F.5). De kern van het idee bestaat uit een geschakeld bekkensysteem, gevoed door een nabijgelegen rivier, zie ook figuur 3.14. Het water wordt gedurende het transport door drie geschakelde bekkens steeds verder gezuiverd. Belangrijk aspect van het idee is de koppeling met andere gebruiksfuncties, zoals recreatie, energieopwekking en voedselproductie. De koppeling met mogelijke gebruiksfuncties verschilt per bekken. Zo zijn er in het eerste bekken meer mogelijkheden dan in het laatste bekken, omdat in het eerste bekken nog niet veel zuiveringsstappen hebben plaatsgevonden en in het laatste bekken juist wel. Een tweede belangrijke pijler van het idee is dat er voorraadvorming mogelijk is, waardoor droge zomers geen effect op de leveringszekerheid hebben. Dit oplossingsconcept kan in combinatie met andere oplossingen worden toegepast om een meer flexibele drinkwaterwinning te verkrijgen.

Hieronder worden de drie geschakelde bekkens in iets meer detail beschreven.

#### *Eerste bekken*

Vanuit de rivier wordt water in het eerste bekken gelaten. Hier kunnen zwevende deeltjes bezinken en kunnen drijvende deeltjes afgevangen worden. Voor het bezinken en afvangen van deeltjes is niet het gehele bekken nodig, er zijn daarom mogelijkheden voor het aanleggen van natuurvriendelijke oevers, een recreatiestrand en woningen bij het water.

#### *Tweede bekken*

Het water in het tweede bekken is schoner dan in het vorige bekken. Om te voorkomen dat het water weer vervuild wordt en bezonken deeltjes omgewoeld worden is recreatie hier niet mogelijk. Wel zijn er mogelijkheden voor bijvoorbeeld energieopwekking. Zo kan de temperatuur van het water zelf ingezet worden voor aquathermie en kunnen zonnepanelen of windmolens in of rondom het water geplaatst worden.

#### *Derde bekken*

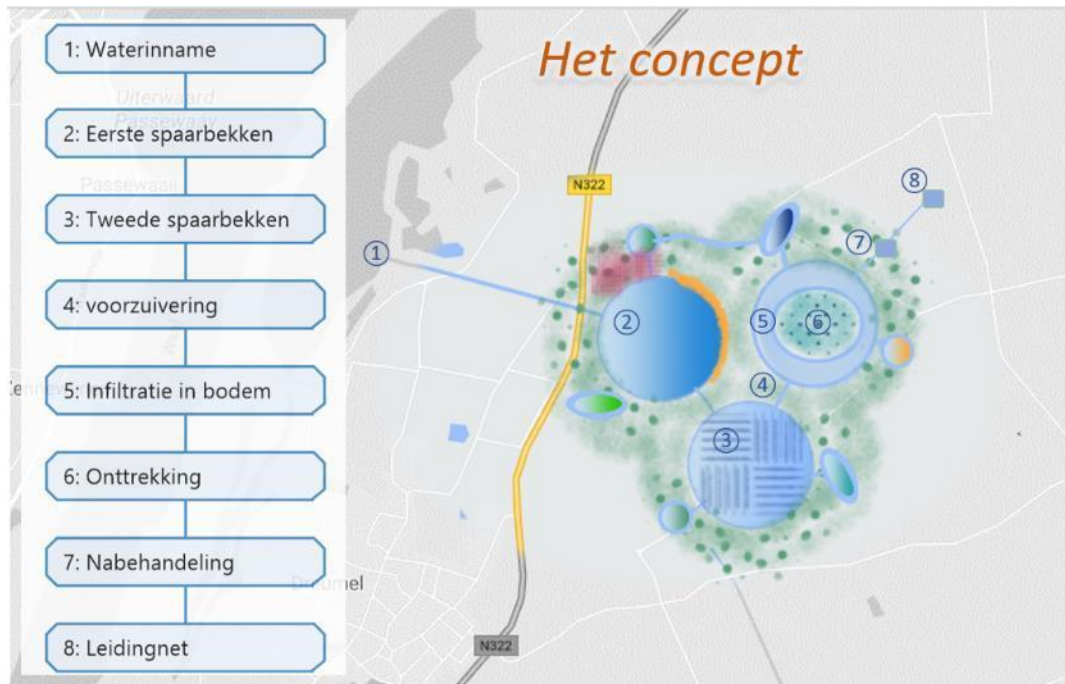
Uiteindelijk wordt het water, vanuit het derde en tevens laatste bekken in de bodem geïnfiltreerd alwaar het door middel van een puttenveld weer onttrokken zal worden. Hierna volgt alleen nog dezelfde nazuivering die een reguliere grondwaterwinning ook heeft. Infiltratie en de bodempassage heeft een aanvullende zuiverende functie. Het laatste bekken met onttrekkingsputten op een centraal eiland vormen een gesloten watersysteem.

Hierdoor wordt het puttenveld beschermd en zijn er geen effecten op of van de omgeving. Na nabehandeling is het water van voldoende kwaliteit om ingezet te worden als drinkwater. Omdat in het derde bekken de waterwinning plaatsvindt moet het water hier van een zo goed mogelijke kwaliteit zijn, daarom wordt drinkwaterwinning hier niet gecombineerd met een andere gebruiksfunctie. Een gesloten watersysteem zorgt ervoor dat alleen water vanuit het derde bekken wordt gewonnen op het centrale putteneiland. Door het gesloten systeem is er maar een klein grondwaterbeschermingsgebied nodig in vergelijking met een traditionele grondwaterwinning.

Naast de drie hoofdbekkens kunnen er verschillende plassen aangelegd worden voor de combinatie met andere gebruikstypen. Zo kan nutriëntenrijk water uit de eerste bekken gebruikt worden voor het kweken van vissen, wieren, waterplanten, algen of wilgen. In de verschillende bekkens en bij infiltratie kan gekeken worden naar de geochemische en biologische condities die nodig zijn voor de afbraak van relevante stoffen en mogelijkheden om die condities te optimaliseren.

#### *Voor- en nadelen*

Voordelen zijn de opschaalbaarheid van het idee en de onafhankelijkheid van de seizoenen door de constante voorraadvorming zodat zelfs bij watertekorten in de grote rivieren de levering door kan gaan. Een belangrijk nadeel voor de realisatie is dat het moeilijker is om goed afgewogen combinaties van functies te ontwerpen waar draagvlak voor is bij zowel de huidige als de toekomstige gebruikers en bewoners.

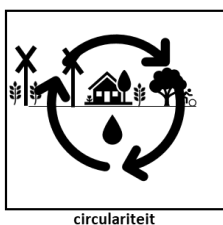


Figuur 3.14: Oppervlaktewaterwinning met spaarbekkens.

### 3.5.4 Zero source/ Geen bron

#### Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen

Bij dit oplossingsconcept is het archetype niet van toepassing omdat het uitgaat van vrijwel volledige circulariteit. Als eventuele “backup” kunnen grondwateronttrekkingen (archetype 1,2 of 3) ingezet worden met opslag van regenwater als aanvulling (archetype 5 of 6).

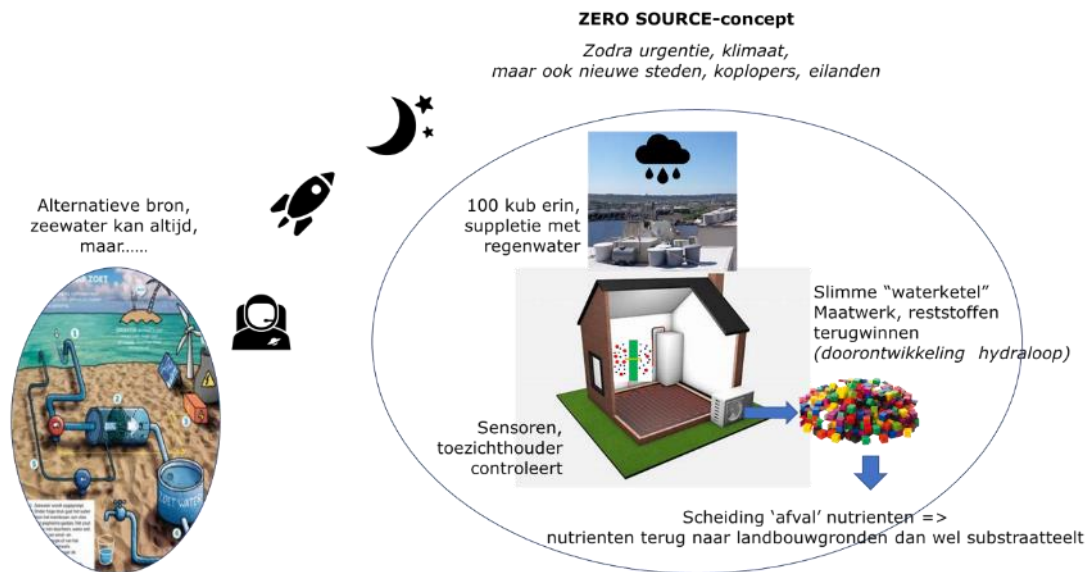


Figuur 3.15: Toepasbaarheid op archetypes, gebruik van (deel)oplossingen bij oplossingsconcept Zero source.

#### Beschrijving oplossingsconcept

Het oplossingsconcept van ‘Zero source/ Geen bron’ is ontstaan tijdens het tweede ontwerpatelier bij het ontwerpen van een oplossingsconcept met een alternatieve bron. De kern van het oplossingsconcept is dat de ultieme alternatieve bron gelijk is aan geen bron. Dit oplossingsconcept gaat uit van innovatief, hoog technologisch hergebruik van water (figuur 3.16).

Wij gaan voor de person on the moon: een innovatieconcept



Figuur 3.16: Zero-source: de ultieme alternatieve bron is geen bron.

#### *Het Zero-source oplossingsconcept*

Per huis wordt het watergebruik volledig circulair. Er wordt 100 kubieke meter startvolume per huis geleverd. Eventuele suppletie gebeurt met regenwater. Er blijft een backup voor calamiteiten met standby grondwaterputten. Drinkwater en huishoudwater worden gescheiden. Elk huis heeft een slimme waterketel, die maatwerk in huis levert. Slimme sensoren houden de kwaliteit in de gaten. De ketel werkt met natuurlijke en/of innovatieve membranen gecombineerd met bijv. UV om ook pathogenen te filteren. De reststromen worden afgewikkeld, in blokjes afgevoerd (=doorontwikkeling hydraloop systeem<sup>13</sup>). De stoffen zoals nutriënten worden zoveel mogelijk hergebruikt, bijvoorbeeld voor landbouw of substraatteelt. De samenwerking van actoren is belangrijk en het drinkwaterbedrijf verandert van rol. Het wordt meer een kwaliteitsbeheerder en toezichthouder. Het waterbedrijf monitort, handhaaft en zorgt voor kwaliteitsborging. Er komt een organisatie die er snel bij is als er storing is. Voor dit oplossingsconcept moet de huidige wet- en regelgeving aangepast worden.

#### *Gebruik van het Zero-source oplossingsconcept als alternatieve bron*

Er zijn ook andere alternatieve bronnen, zoals zeewater, waarvan altijd voldoende is, maar ook regenwater, effluent en bijvoorbeeld drinkwater aangevoerd van elders. Echter, het oplossingsconcept van Zero-source is een extreem innovatieconcept, in die zin is het een moonshot<sup>14</sup>. Als inspiratiebron dienen ook ruimtereizen en watervoorziening in de woestijn, waar circulariteit cruciaal is. Dit oplossingsconcept past goed bij de circulaire stad van de toekomst, maar elementen zijn nu al toepasbaar voor bijvoorbeeld aride gebieden en eilanden met een beperkte zoetwatervoorraad en lastige aanvoer. Het kan nu al ingepast worden in koploperprojecten, door mensen die duurzaamheidsconcepten in hun woonsituatie uitwerken en/of die *off the grid* willen. Delen van dit ontwerp kunnen ingezet worden in andere oplossingsconcepten. Een kans is om mee te koppelen met de energietransitie .

<sup>13</sup> <https://www.hydraloop.com/>

<sup>14</sup> Ambitueus, baanbrekend en kijkend naar het grote plaatje zonder in beperkingen te denken.

### *Voor- en nadelen van het Zero-source oplossingsconcept*

Aandachtspunten zijn:

- Duurzaamheid, kosten
- Afhankelijkheid van state of the art van technologische toepassingen;
- Afhankelijkheid van informatievoorziening voor kwaliteitscontrole en kwetsbaarheid voor hacks. Er is een goed cybersecurity schild nodig;
- Volksgezondheid door kwetsbaarheid van systemen voor verslechtering van waterkwaliteit.
- De schaal, is het bijvoorbeeld op huisniveau haalbaar om water te zuiveren, of beter op buurtniveau. Ook recycling van reststromen is beter te doen als collectief.

Het toepassen van innovatie kan de risico's verminderen, zoals gebruik van sensoren en innovatieve membranen en toepassing van data-science technieken.

De voordelen zijn legio, zoals: het is klimaatrobust; er is weinig/geen transport; innovatief door gebruik van sensoren; koppeling water- en nutriëntenkringloop; het oplossingsconcept draagt bij aan waterbewustzijn burgers; vuilwaterstroom wordt ingeperkt, waterzuiveringsbehoefte centraal vervalt; er is weinig invloed op de omgeving.

Bij de aanleg zal wel ingegrepen worden in de omgeving en zal overgeschakeld worden op een andere manier van drinkwatervoorziening, waarbij de oorspronkelijke drinkwatervoorziening stopgezet wordt, wat wateroverlast kan veroorzaken. De infrastructuur voor recycling en zuivering zullen blijvend aanwezig zijn. Er is op termijn geen invloed op overige functies of op de grondwaterstand.

### **Bijdrage aan flexibiliteit**

#### *Flexibiliteit in extreme omstandigheden en ultieme ontlasting van het systeem*

Dit oplossingsconcept levert een oplossing voor extreme waterschaarste, geeft flexibiliteit in extreme omstandigheden. Het ontlast het gehele bodem- en watersysteem, omdat de hele voorziening van drinkwater en huishoudwater ter plekke wordt opgevangen. De omgeving ondervindt geen effecten van deze oplossing, water is geheel beschikbaar voor andere functies. De circulaire drinkwatergebruik dat ontkoppeld is van het water- en bodemsysteem veroorzaakt geen verontreiniging, het natuurlijke water- en bodemsysteem kan zich herstellen, zo draagt deze zero-source-oplossing ook bij aan het schoner worden van water en bodem

#### *Inpassing in andere oplossingsconcepten*

Circulariteit en besparen kunnen ingezet worden in flexibele oplossingen, er wordt flexibiliteit gewonnen als circulaire oplossingen worden ingezet, mensen meer bewust worden van watergebruik en daar naar handelen.

### **Openstaande vragen voor verdere toetsing**

Dit oplossingsconcept zal niet in de toetsing meegenomen worden, maar zal door een student in 2022 verder uitgewerkt worden. Vragen daarbij zijn hierboven o.a. benoemd onder de aandachtspunten.

## 4 Van ontwerp naar toetsing naar toepassing

In werkpakket 1 hebben we de kennisbasis en uitgangspunten van het project neergezet (Jansen, et al., 2021). In werkpakket 2 hebben we gewerkt aan het ontwerp van enkele mogelijke oplossingsconcepten en (deel)oplossingen.

In het volgende werkpakket 3 “Toetsen - Toetsing oplossingsconcepten”, gaan we deze oplossingsconcepten toetsen. De aanpak voor deze toetsing is als volgt.

Allereerst wordt ieder oplossingsconcept aangescherpt, o.a. door de beantwoording van de vragen die bij ieder oplossingsconcept zijn opgekomen (zoals gerapporteerd in hoofdstuk 3).

Bij de toetsing worden de primaire flexibiliteitscriteria op een termijn van 100 jaar meegenomen:

- Aanpassingsvermogen van de productiecapaciteit: Vermogen om op korte termijn productiecapaciteit op of 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 worden de oplossingsconcepten getoetst aan een aantal (kwalitatief beschreven) secundaire criteria, zoals integraliteit en meekoppelkansen (boven maaiveld), haalbaarheid, en eventueel kosten, duurzaamheid, risico's etc. Deze secundaire criteria zullen voorafgaand aan de toetsing bepaald worden in werkpakket 3. Zie tabel 4.1 voor een eerste uitwerking van de oplossingsconcepten naar flexibiliteits- en secundaire criteria.

Voor de toetsing zelf moet worden gedacht aan een eenvoudige gevoeligheidsanalyse aan de hand van cases (winningen) en scenario's via modelberekeningen, waterbalansen, etc.. De belangrijkste resultaten die daaruit moeten komen zijn:

- Kentallen voor de winbare hoeveelheden bij fluctuerende vraag (semi-kwantitatief);
- Kwalitatieve inschatting van overige flexibiliteitscriteria: o.a. waterkwaliteit, invloed op omgeving;
- Een methodiek voor de keuze van oplossingsconcepten: welke oplossing is geschikt voor welke situatie (aan de hand van flowcharts, kaarten, etc.)?

Zoals aangegeven wordt uitgegaan van een horizon van 100 jaar en van eerder opgestelde scenario's en archetype winningen (Bijlage A). Dat brengt een grote mate van onzekerheid met zich mee: we zullen dan ook denken in grotere veranderingen en grote ingrepen en niet in te kleine details.

WP 4 “Delen & Implementeren - Flexibele (deel)oplossingen adaptieve paden” loopt gedurende het gehele project. Daarin halen we de (deel)oplossingen en kansrijke oplossingsconcepten op om winningen flexibeler te maken, deze zijn -tot nu toe- in deze rapportage weergegeven in hoofdstuk 2 en 3.

Uiteindelijk zullen er binnen WP 4 ruimtelijke verbeeldingen en verhelderende infographics gemaakt worden van de oplossingsconcepten en de (deel)oplossingen. Deze vormen een soort “toolbox” die ingezet kan worden in de praktijk. Het zijn als het ware de knoppen waar men aan kan draaien om te komen tot flexibele drinkwaterwinningen voor verschillende soorten winningen, onder verschillende omstandigheden. Figuur 4.1 geeft een schematische weergave van de presentatie van het eindresultaat zoals voorzien wordt in werkpakket 4.


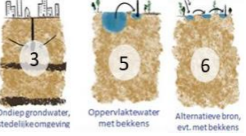

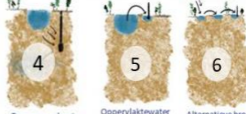
Zie Figuur 1.1 voor de samenhang van de werkpakketten.

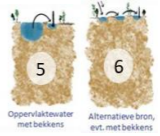


Figuur 4.1: Schematische weergave van eindresultaat project flexibele winningen in WP4.



Tabel 4.1: Eerste uitwerking flexibilitiecriteria voor de oplossingsconcepten / (deel)oplossingen.

oplossingsconcepten / (deel)oplossingen	Aanpassingsvermogen van de productiecapaciteit	Aanpassingsvermogen van de kwaliteit van de bron	Impact op de leefomgeving	Integraliteit en meekoppelingen (boven maaiveld)	Haalbaarheid	Archetype (icoon)	Bouwstenen voor flexibiliteit
Zoet/Zout: omgaan met zout / brak grondwater (oplossingsconcept)	Brak of zout grondwater kan een beperking opleveren voor de hoeveelheid drinkwater. Optimalisering van de hoeveelheid grondwater die kan worden gewonnen zonder dat er verzilting optreedt vergroot de flexibiliteit t.o.v. productiecapaciteit dan ook enorm. Indien verzilting onvermijdelijk is, kan winning van brakwater de winbare hoeveelheid en daarmee de flexibiliteit aanzienlijk vergroten	Zout is het centrale waterkwaliteitsthema in deze casus. De invloed van het zoutgehalte is een direct gevolg van de gewonnen hoeveelheid, en het is dus de kunst om met de winning de verzilting van het grondwater minimaal te beïnvloeden of, in geval van zoetwateropslag, te verbeteren. Bij winning van drinkwater uit brakwater is moet gekeken worden wat gedaan moet worden met de brijn die ontstaat bij ontzilting.	De interactie tussen winning en verzilting van de omgeving is het centrale uitgangspunt. De gewonnen hoeveelheid en timing daarvan is belangrijk. Daarnaast is ook de diepte waarop water wordt gewonnen en de mate waarin verschillende reservoirs van elkaar zijn gescheiden door afsluitende lagen van belang.	Beperking van verzilting van grondwater is in het belang van vele stakeholders.	Beperking van de effecten van verzilting door het aanpassen van gewonnen hoeveelheid en timing daarvan is haalbaar, het is alleen de vraag of daarmee aan de vraag voldaan kan worden. Winning van drinkwater uit zout of brakwater is technisch haalbaar, maar financieel nog niet.	Toepasbaar op diepe grondwaterwinningen 	Deeloplossing <ul style="list-style-type: none"> <li>• brak grondwaterwinning.</li> </ul>
Bronnenstad (oplossingsconcept)	Winning op- en terugschalen in dit oplossingsconcept is mogelijk en draagt bij aanpassingsvermogen productiekwaliteit. Doordat wordt ingezet op aanvulling van voorraden en voldoende ruimte voor water in het ontwerp, is dit oplossingsconcept goed bestand tegen hogere en lagere vraag op bepaalde momenten en natte weersomstandigheden (voldoende berging stadsuiterwaarden)	Kwaliteit is een aandachtspunt in dit oplossingsconcept. Het oplossingsconcept gaat ervanuit dat de bron (onder de scheidende laag) schoon blijft door gebruiksbeperkingen en door te zorgen dat alleen schoon water geïnfiltreerd wordt. Mocht de bron toch verontreinigd worden dan is er wel een daadwerkelijk probleem!	Impact op de omgeving is positief omdat de omgeving is ingericht rekening houdend met de winning en de omgeving in droge tijden profiteert van de continue zeer schone effluent op de groene omgeving. Binnen de randvoorwaarden van de zoekgebieden zal dit oplossingsconcept weinig /geen schokken op de omgeving leveren.	Dit oplossingsconcept gaat uit van slimme functiecombinaties, de meerwaarde zit in de optimalisatie van combinaties.	n.t.b. inpassing in een nieuwe stad lijkt haalbaarder dan inpassing in bestaande stad	Toepasbaar op stedelijk diep/ondiep grondwater i.c.m. infiltratie uit beschikbare bronnen (kan zijn oppervlaktewater, regenwater...) 	Dit oplossingsconcept maakt gebruik van een combinatie van diverse deeloplossingen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• schakelen tussen winningen</li> <li>• infiltratie vergroten</li> <li>• ondergrondse opslag van water</li> <li>• decentrale winningen</li> <li>• combinaties met andere functies</li> <li>• circulariteit</li> <li>• brakke grondwaterwinning</li> <li>• waterkwaliteit verbeteren</li> </ul>
Schakelen tussen Winningen (oplossingsconcept)	Aanpassen van de kwantiteit is mogelijk door slim combineren van verschillende winningen. Idealiter is de totale winhoeveelheid van de schakelcombinatie hoger dan die van de niet geschakelde situatie, dan wel is de negatieve impact op de omgeving lager.	Aanpassen van de kwaliteit is mogelijk door slim combineren van verschillende bronnen i.c.m. schaalvergroting en robuuste zuiveringen.	Beduidend minder negatieve effecten op de omgeving. Door schakelen zijn er meer winlocaties nodig, en betekent meer gebieden die een bescherming status krijgen. Dat is een uitdaging vanwege ruimtedruk.	Winningen kunnen een bijdrage leveren aan het voorkomen van wateroverlast in natte delen van het jaar, waardoor de lasten van het waterschap dalen voor het verlagen van (grond)waterstanden.	Reëel, maar case-specifiek	Toepasbaar op alle soorten grondwaterwinningen, maar maakt daarbij optioneel gebruik van oppervlaktewaterwinning 	Dit oplossingsconcept maakt gebruik van schakelen tussen allerlei soorten grondwaterwinningen inclusief - in tijden van schaarste-: <ul style="list-style-type: none"> <li>• oppervlaktewater, oevergrondwater of alternatieve bronnen</li> <li>• brakke grondwaterwinning</li> </ul>
Infiltratie en opslag van oppervlakte-oevergrondwater (oplossingsconcept)	De voordelen van dit oplossingsconcept is dat er meer flexibiliteit in aanbod is doordat er minder onttrekkingscapaciteitsgrenzen zitten aan oppervlaktewateronttrekking in vergelijking met grondwateronttrekking. Er is bijvoorbeeld minder verdroging. Daarnaast is oppervlaktewater, met name in het winterhalfjaar, in voldoende mate beschikbaar.	Een nadeel van dit oplossingsconcept is de mogelijk fluctuerende waterkwaliteit van oppervlaktewater. real-time monitoring van de waterkwaliteit is een vereiste.	Het oplossingsconcept gaat specifiek om de combinatie van infiltratie uit oppervlakte- of oevergrondwater met verschillende gebruiksfuncties. Daarbij kan rekening gehouden worden met een zo laag mogelijk negatieve of juist zo hoog mogelijke positieve impact op de omgeving.	Zie tabel meekoppelingen, in bijlage F.3.1	n.t.b. afhankelijk van te infiltreren water en ruimtegebruik	Toepasbaar op de oppervlakte en oevergrondwaterwinningen. 	Dit oplossingsconcept gaat uit van allerlei (deel)oplossingen om <ul style="list-style-type: none"> <li>• oppervlakte- en oevergrondwater en te winnen en daarnaast</li> <li>• functiecombinaties en</li> <li>• infiltratie en</li> <li>• opslag van water in de bodem.</li> <li>• informatievoorziening</li> </ul>
Water & bodem ordenend principe (deel)oplossing	door betere inpassing in het systeem kan een gezonde uitgangssituatie met voldoende reserves en andere systeemonderdelen die taken kunnen overnemen gerealiseerd. Dit zorgt voor grotere flexibiliteit.	n.t.b. hoe de aanpassing van kwaliteit meegenomen kan worden in de ordenend principes. Te spelen is met functies. Daar waar scheidende lagen aanwezig zijn is kwaliteit beter te beheersen, ook kan een ruimtelijk principe zijn: geen winning waar waterkwaliteit onvoldoende is.	De natuurlijke eigenschappen van het systeem worden zoveel mogelijk gevolgd en als uitgangspunt gebruikt bij het inpassen van gebruiksfuncties. Dit levert drinkwaterwinningen op die zo weinig mogelijk conflicteren met het systeem waar de winning deel van is, zo kunnen problemen voorkomen worden.	Naast meekoppelen met het natuurlijk systeem zijn ook gebruiksfuncties deel van de analyse	Reëel, maar afhankelijk van gebruik(ers) en beschikbare ruimte	Toepasbaar voor alle archetypes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• water en bodem als ordenend principe</li> </ul>

oplossingsconcepten / (deel)oplossingen	Aanpassingsvermogen van de productiecapaciteit	Aanpassingsvermogen van de kwaliteit van de bron	Impact op de leefomgeving	Integraliteit en meekoppelkansen (boven maaiveld)	Haalbaarheid	Archetype (icoon)	Bouwstenen voor flexibiliteit
Data- & informatievoorziening (deel)oplossing	m.b.v. real-time monitoring kunnen de waterkwaliteit en waterkwantiteit van de bron in de gaten gehouden worden. Uitgangspunt is dat meetgegevens direct online beschikbaar zijn, waardoor met behulp van modellen de drinkwatervraag en het aanbod beter voorspeld kan worden. Hierdoor kan tijdig ingespeeld kan worden op aanstaande veranderingen in het drinkwatervoorziening. M.b.v. modellen kunnen aanpassingen, veranderingen en nieuwe mogelijkheden voor drinkwaterwinning verkend worden.		Door betere informatievoorziening kan rekening gehouden worden met een zo laag mogelijk negatieve of juist zo hoog mogelijke positieve impact op de omgeving	Betere aansluiting aanbod/gebruik	Zeer haalbaar, de ontwikkelingen in real-time meten en monitoren gaan snel en het levert aantoonbaar wat op.	Toepasbaar voor alle archetypes	<ul style="list-style-type: none"> <li>informatievoorziening</li> </ul>
Oppervlaktewater met bekkens (oplossingsconcept)	Onafhankelijkheid van de seizoenen door de voorraadvorming zodat zelfs bij watertekorten in de grote rivieren de levering door kan gaan (droge zomers geen effect op de leveringszekerheid)	Kwaliteitsverschillen (rivierwater) worden opgevangen omdat zuivering onderdeel is van het oplossingsconcept: Het water wordt gedurende het transport door drie geschakelde bekkens steeds verder gezuiverd.	Qua winning laag, maar qua ruimtelijke impact hoog (bekkens)	Dit oplossingsconcept kan <i>in combinatie met andere oplossingen</i> worden toegepast om een meer flexibele drinkwaterwinning te verkrijgen: de koppeling met andere gebruiksfuncties, zoals recreatie, energieopwekking en voedselproductie. Een belangrijk nadeel voor de realisatie is dat het moeilijker is om goed afgewogen combinatie van functies te ontwerpen waar draagvlak voor is zowel de huidige als toekomstige gebruikers en bewoners.	n.t.b. redelijke ruimtelijke impact door gebruik van bekkens.	Toepasbaar op archetypes waarin oppervlaktewater / bekkens worden gebruikt 	Dit oplossingsconcept gaat uit van (deel)oplossing <ul style="list-style-type: none"> <li>decentrale bekkens</li> <li>functiecombinaties en</li> <li>infiltratie</li> </ul>
Zero source (oplossingsconcept)	Dit oplossingsconcept levert een oplossing voor extreme waterschaarste, geeft flexibiliteit in extreme omstandigheden. Het ontlast het gehele bodem- en watersysteem, omdat de hele voorziening van drinkwater en huishoudwater ter plekke wordt opgevangen. De omgeving ondervindt geen effecten van deze oplossing, water is geheel beschikbaar voor andere functies.	De circulaire drinkwatergebruik dat ontkoppeld is van het water- en bodemsysteem veroorzaakt geen verontreiniging, het natuurlijke water- en bodemsysteem kan zich herstellen, zo draagt deze zero-source-oplossing ook bij aan het schoner worden van water en bodem.	Impact op omgeving is laag, omdat er minder gewonnen hoeft te worden en pieken lager zullen zijn. Wel kan doordat minder winning nodig is wateroverlast optreden, wanneer winningen worden gestopt.	n.t.b.	n.t.b. decentralisatie in dit oplossingsconcept kan kwetsbaar zijn en hoge kosten met zich meebrengen	Het archetype is hier niet van toepassing omdat het uitgaat van vrijwel volledige circulariteit (al worden als eventuele backup grondwaterputten (archetype 1,2 of 3) gebruikt en opslag van regenwater als aanvulling archetype 5 of 6)	<ul style="list-style-type: none"> <li>besparen en circulariteit</li> </ul>

## 5 Literatuur

- Bestman, W.P.M., Geurts, J., Egas, Y., van Houwelingen, K., Lenssinck, F., Koornneef, A., Pijlman, J., Vroom, R., van Eekeren, N.J.M. (2019). Natte teelten voor het veenweidengebied: Verkenning van de mogelijkheden van lisdodde, riet, miscanthus en wilg. 2019-014LbD. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Buyse, J.J.B., 2021, Notitie winmogelijkheden Twello. Interne notitie Vitens.
- Fritz, C., Lamers, L. P. M., Dijk, G. V., & Smolders, A. J. P. (2014). Paludicultuur—kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden.
- Geurts, J. M., Fritz, C., Lamers L., Grootjans A. P., Joosten H. (2017). Paludicultuur houdt de polder schoon - zuiveren van oppervlaktewater en uitmijnen van fosfaatrijke bodems met riet- en lisdodde. H2O-online.
- Geurts J. M., van Duinen G.J., Van Belle J., Wichmann S., Wichtmann W., Fritz C. (2019) Recognize the high potential of paludiculture on rewetted peat soils to mitigate climate change. J Sustainable Organic Agric Syst: 69(1):5–8
- Jansen, S., Rianne van de Meiracker, Jip Welkers (2021) Flexibele drinkwaterwinningen – kennisbasis. Rapport 11205767-000-BGS-0002, Deltares
- Moors, E. (2021). Bomen als adaptieve waterbeheerder. Vakblad Natuur Bos Landschap. Special bossenstrategie. <https://edepot.wur.nl/542400>
- Ostrom, Elinor (2015) Governing the commons. ISBN 9781107569782, Cambridge University Press
- Oude Essink, G.H.P., 2001, Improving fresh groundwater supply – problems and solutions.
- Spruijt, M. (2021) flexibility increasing solutions for groundwater extractions. Master's thesis – master water science and management Utrecht university
- Tauw, 2020, Regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning Gelderland. Rapport R001-1265164.
- Van der Brugge, Rutger, Sophie Vermooten. (2018) Adaptieve lange termijn strategie voor de drinkwatervoorziening in de Provincie Flevoland. Deltaresrapport 11201039-000. Online beschikbaar via: [https://publications.deltares.nl/11201039\\_000.pdf](https://publications.deltares.nl/11201039_000.pdf)
- Van Gerwen, R. (2010). Vernatten van Veengebieden – Natte teelt kansrijk voor agrariërs.
- Vitens (2021) Water voor nu en later. Langetermijnvisie op de Vitens-infrastructuur 2020-2050, Vitens, definitieve versie januari 2021

### **Websites:**

- Aquaconnect: <https://www.aquaconnect.nu/>
- Beschikbare bronnen en waterbesparing voor de drinkwatervoorziening voor de provincie Flevoland <https://publicwiki.deltares.nl/display/Drinkwaterbronnen/Brak+grondwater>
- COASTAR <https://www.coastar.nl/>
- Data-science figuren: bewerking naar [www.rockfeather.com](http://www.rockfeather.com) & <https://www.dikw.com/kennis/referentiemodellen/data-science-waardeketen>
- Hydraloop systeem: <https://www.hydraloop.com/>
- Multi-bronnen strategie Dunea: <https://www.dunea.nl/drinkwater/bronnen-en-strategie/multi-bronnen>, <https://www.dunea.nl/algemeen/brakgrondwater>).
- Op waterbasis: <https://www.deltares.nl/app/uploads/2021/07/Op-Waterbasis.pdf>
- Studie mogelijkheden van brak grondwater als drinkwaterbron Provincie Flevoland <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/grenzen-in-zicht-grondwaterdilemma-s-rond-de-drinkwatervoorziening-in-flevoland>
- Voorbeeldwijk EVA-Lanxmeer Culemborg: <http://www.eva-lanxmeer.nl/>
- WIKI Beschikbare bronnen voor de drinkwatervoorziening (inclusief brak grondwater): <https://publicwiki.deltares.nl/display/Drinkwaterbronnen/Beschikbare+bronnen+en+waterbesparing+voor+de+drinkwatervoorziening+voor+de+provincie+Flevoland>

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

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

# Bijlagen

- A Samenvatting uitgangspunten project
- B Thuiswerkopdracht
- C Inspiratiebijeenkomsten
- D Studentenopdrachten
- E Kunstpost
- F Ontwerpsessies

# A Samenvatting uitgangspunten project

In deze bijlage worden kort de afbakening van het project, flexibiliteitscriteria, de archetypes, en de scenario's en verhaallijnen die de vraag en dynamiek van waterwinning kunnen beïnvloeden herhaald. Meer achtergronden zijn te vinden in het eerste rapport vanuit dit project (Jansen et al., 2021).

## Afbakening project

- Ruimtelijke schaal: we richten ons in dit project op individuele winningen en hun intrekgebied, niet op de samenhang tussen de verschillende winningen en (grond)watersysteem waar Vitens opereert;
- Tijdschaal: we hanteren een tijdshorizon van 100 jaar (tot 2120). Dit betekent dat winningen zo ingericht moeten worden dat er rekening gehouden wordt met alle trends en ontwikkelingen over een periode van 100 jaar. Dit kunnen langzame ontwikkelingen zijn zoals een systeemverandering, maar ook korte seizoensgebonden ontwikkelingen zoals droogte;
- Dit project gaat over de kwaliteit en kwantiteit van het te onttrekken water en over de omgevingseffecten. Zuivering valt buiten de scope;
- Dit project zal zich niet richten op hoe we juridisch via de vergunning de flexibiliteit in de winningen kunnen laten toenemen, maar gaat over technisch inhoudelijke zaken. Uiteindelijk kan dit zich wel gaan vertalen in flexibelere vergunningen en een betere balans in het watersysteem (met andere stakeholders).

## Flexibiliteitscriteria

We definiëren flexibiliteit in winningen als volgt:

Het vermogen van winningen om zich snel aan te passen aan de gewijzigde situatie als zich een verstoring of verandering voordoet.

De criteria voor flexibiliteit zijn:

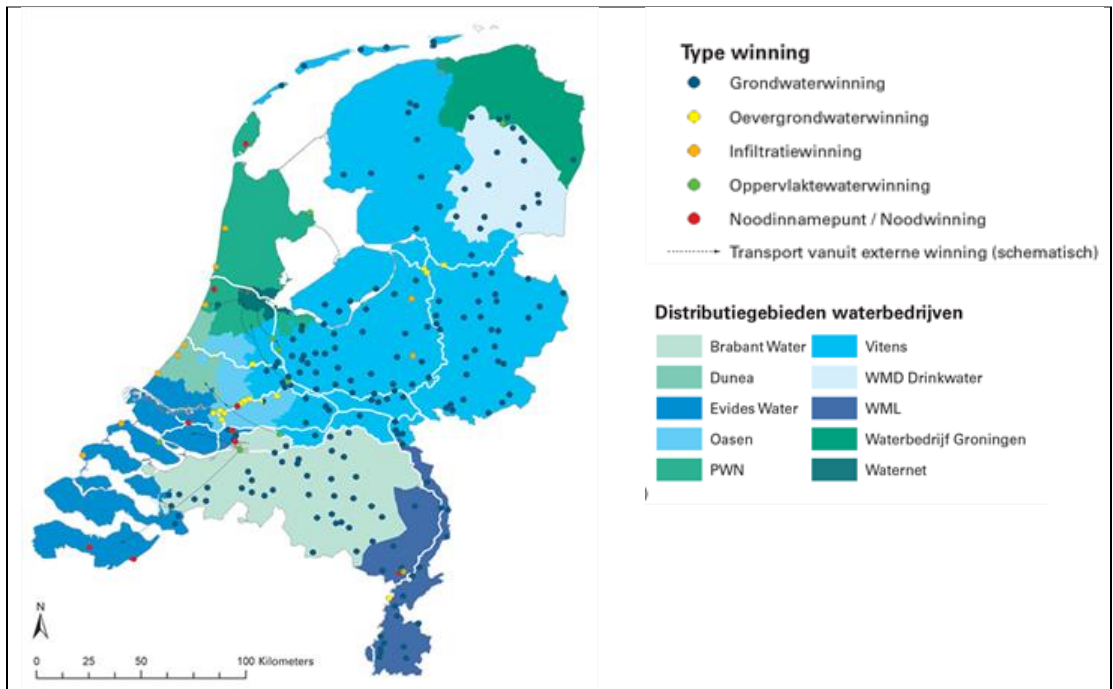
- Aanpassingsvermogen van de productiecapaciteit;
- Aanpassingsvermogen van de kwaliteit van de bron;
- Aanpassingsvermogen ter minimalisering van de impact op de omgeving (kwantiteit, kwaliteit).

## Archetypes

Op basis van kwetsbaarheid, landgebruik, type waterbron (oppervlaktewater, oevergrondwater, grondwater) onderscheiden we de volgende zes archetypische winningen:

1. Diepe grondwaterwinning;
2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving;
3. Ondiepe grondwaterwinning, stedelijke omgeving;
4. Oevergrondwaterwinning;
5. Oppervlaktewaterwinning met bekkens;
6. Decentrale winning (evt. met bekkens).





Onderstaande figuur toont alle drinkwaterwinningen in Nederland, waarbij duidelijk het aandeel van verschillende soorten winningen en hun ligging in Nederland te zien is.





Figuur: Drinkwaterwinningen in Nederland (Vewin, 2017)

In onderstaande tabel is voor de zes gekozen archetypen samengevat wat het type bron is, welk landgebruik in de omgeving aanwezig is, welke winningen als voorbeeld kunnen worden gezien, welke risico's voor deze winningen het meest voor de hand liggen en hoe kwetsbaar de winningen zijn. De kwetsbaarheid en risico's hebben hier vooral betrekking op de waterkwaliteit van het ruwwater. Voor meer info zie Jansen et al., 2021.

Tabel: Archetypen winningen met kenmerkende eigenschappen.

Archetypen	icoon	Type bron	Landgebruik omgeving	Voorbeeld	Risico's	Kwetsbaarheid
<p><b>1. Diepe grondwaterwinning, landelijke omgeving</b> Deze winning wordt getypeerd als diepe grondwaterwinning in een landelijke omgeving. Voorbeelden zijn de Vitens-winningen bij Spannenburg (inclusief puttenveld Oudega) en Diepenveen. Eén van de grootste risico's van dit archetype is verzilting (upconing). Dit archetype is geclassificeerd als minst kwetsbaar door de beschermende scheidende laag en matige vervuiling aan het oppervlak, zeker wanneer er sprake is van natuurlijke omgeving</p>		Grondwater	Landbouw en/of natuur	Spannenburg (inclusief puttenveld Oudega), Diepenveen	Verzilting (upconing)	Minst kwetsbaar
<p><b>2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving</b> Deze winning wordt getypeerd als ondiepe grondwaterwinning in een landelijke omgeving. Voorbeelden van een dergelijke winning zijn de Vitens winningen bij Haarlo-Olden Eibergen en Hoenderloo. De grootste risico's voor dit archetype zijn gerelateerd aan activiteiten aan het oppervlak en bestaan uit de hardheid van het water, het voorkomen van chemische puntverontreinigingen en vermesting. Dit archetype is geclassificeerd als matig kwetsbaar.</p>		Grondwater	Landbouw en/of natuur	Haarlo Olden-Eibergen Hoenderloo	Hardheid, chemische puntverontreinigingen, vermesting	Matig kwetsbaar
<p><b>3. Ondiepe grondwaterwinning, stedelijke omgeving</b> Deze winning wordt getypeerd als ondiepe grondwaterwinning in een stedelijke omgeving. Voorbeelden van een dergelijke winning zijn de Vitens-winningen bij Zeist en Bunnik. De grootste risico's voor dit archetype zijn gerelateerd aan de situering in stedelijk gebied en bestaan uit het voorkomen van chemische puntverontreinigingen, organische microverontreinigingen en de instroom van RWZI-water (met wisselende kwaliteit). Dit archetype is geclassificeerd als kwetsbaar.</p>		Grondwater	Stad	Zeist, Bunnik	Puntbronnen, RWZI, organische microverontreinigingen	Kwetsbaar
<p><b>4. Oevergrondwaterwinning</b> Deze winning wordt getypeerd als oevergrondwaterwinning. Voorbeelden van een dergelijke winning zijn de Vitens-winningen bij Vechterweerd en Engelse Werk. De grootste risico's voor dit archetype zijn het voorkomen organische microverontreinigingen en de instroom van RWZI-water (met wisselende kwaliteit). Deze risico's bepalen de kwaliteit van het oppervlaktewater. Dit archetype is geclassificeerd als kwetsbaar.</p>		Oevergrondwater	Landbouw en natuur	Vechterweerd, Engelse Werk	RWZI, Organische microverontreinigingen	Kwetsbaar



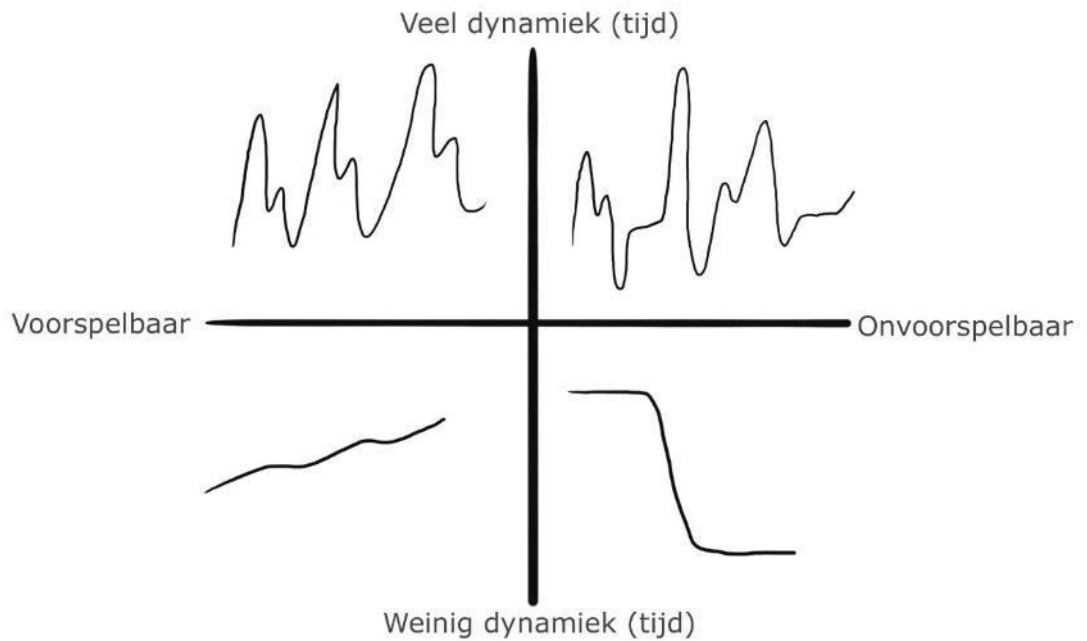
<p><b>5. Oppervlaktewaterwinning met bekkens</b></p> <p>Deze winning wordt getypeerd als oppervlaktewaterwinning met bekkens. Het betreft hier een imaginaire winning, er zijn dus geen voorbeelden van Vitens winningen. Het winnen van kwelwater in Flevoland kan als voorbeeld gelden. Een van de grootste risico's voor dit archetype is het voorkomen van organische microverontreinigingen, waardoor de waterkwaliteit wordt beïnvloed. Dit archetype is geclassificeerd als kwetsbaar.</p>		<p>Oppervlakte water</p>	<p>Landbouw en natuur</p>	<p>Imaginaire, kwelwater Flevoland</p>	<p>Organische microverontreinigingen</p>	<p>Kwetsbaar</p>
<p><b>6. Decentrale winning</b></p> <p>Deze winning wordt getypeerd als decentrale winning door middel van alternatieve bronnen, zoals hergebruik van water of het opvangen van regenwater. Het betreft hier een imaginaire winning (voor Vitens). Er zijn dus geen voorbeelden van Vitens winningen. Risico's voor de kwaliteit van het water voor decentrale winningen zijn onder andere het voorkomen van organische microverontreinigingen en menging met RWZI-water.</p>		<p>Regenwater</p>	<p>Stad</p>	<p>Imaginaire</p>		<p>Matig kwetsbaar</p>

### Scenario's / verhaallijnen

Combinaties van verschillende ontwikkelingen kunnen leiden tot verschillende patronen in vraagontwikkeling. We onderscheiden in onze studie een viertal patronen die elk een andere mate van flexibiliteit vragen van drinkwaterwinningen. De variaties op het vraagpatroon begeven zich hierbij over de assen van dynamiek en voorspelbaarheid:

1. Veel dynamiek, voorspelbaar patroon;
2. Veel dynamiek, onvoorspelbaar patroon;
3. Weinig dynamiek, voorspelbaar patroon;
4. Weinig dynamiek, onvoorspelbaar patroon.

Op basis hiervan kan het onderstaande diagram worden geschetst met daarin de variatie in het vraagpatroon schematisch weergegeven over de tijd.



*Figuur: Verschillende scenario's en de bijbehorende verhaallijnen (zoals gerapporteerd in Jansen et al., 2021) voor de variatie in vraagpatroon van drinkwater op basis van voorspelbaarheid en dynamiek.*

## B Thuiswerkopdracht

Overzicht thuiswerkopdrachten 2020. Vitens en Deltares medewerkers zijn gevraagd om “hun” flexibele winning te schetsen.

Thuiswerkopdracht in het kader van  
project ‘Flexibiliteit in winningen’ (VITENS, Deltares, Ruimtevolk)

### Teken jouw flexibele drinkwaterwinning van de toekomst

Instructies:

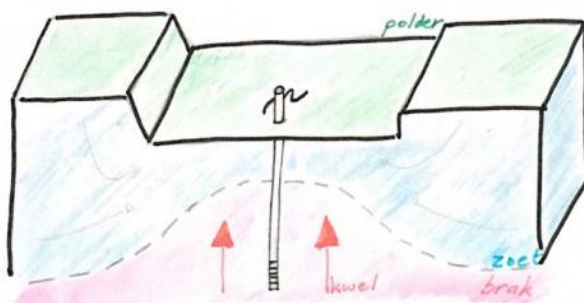


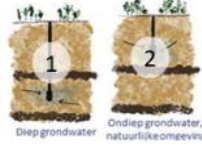
- Pak een kopje koffie of thee, en open het zakje met de stroopwafel.
- Neem een ontspannen houding aan.
- Pak de tekenstiften en gum. Leg de gum weer weg, want deze heeft alleen nut bij potloden.
- Teken in het kader hieronder jouw “flexibele drinkwaterwinning van de toekomst”.
- Hierbij wordt flexibiliteit getoetst aan de hand van criteria:
  - Aanpassingsvermogen productiecapaciteit
  - Aanpassingsvermogen kwaliteit bron
  - Impact op omgeving (kwantiteit, kwaliteit)
- Schrijf er kort bij waarom jouw toekomstige drinkwaterwinning flexibel is.
- Maak een scan of foto van je tekening, en stuur deze voor 24 augustus naar [mark.nielsen@deltares.nl](mailto:mark.nielsen@deltares.nl)
- Open het zakje snoep, en beloon jezelf.

De (deel)oplossingen / oplossingsconcepten zijn vervolgens opgedeeld in categorieën:

- flexibeler maken van 1 winning
- combinatie soorten winningen meerdere bronnen
- decentralisatie
- bewustwording
- veranderingen (technisch) systeem

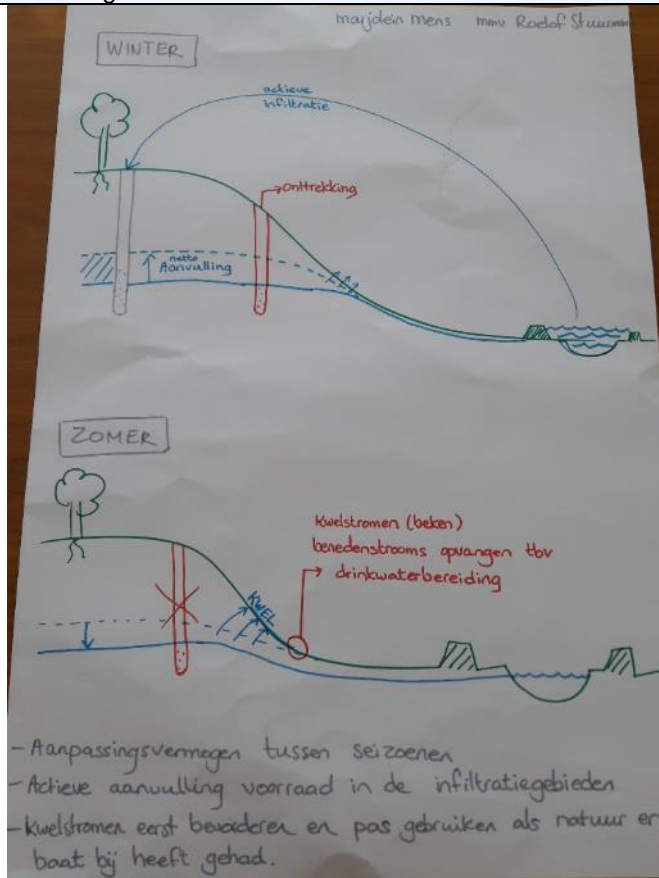
De laatste 2 categorieën vallen eigenlijk buiten de afbakening van dit project, maar aangezien ze toch interessante uitkomsten geven zijn ze wel opgenomen.

## B.1 Categorie: flexibeler maken van 1 winning

inzending	kenmerken omschrijving
<p>           ⊕ Seizoensale flexibiliteit hanteren            ↳ meer onttrekken in de winter om andere winningen te ontlasten         </p> <p>           ⊕ 50-75% onttrokken water wordt omgezet naar drinkwater via RO.         </p> <p>           ⊕ Weinig antropogene invloeden            ⊕ Draagt bij aan vergroten zoetwaterbel         </p> <p>           ⊕ Combineren met polderbemaling → flexibiliteit         </p>  <p>           ⊕ Winning en zuivering 0,88-1,71 per m<sup>3</sup>            ↳ kan zorgen voor minder kosten polderbemaling en doorspoelen sloten         </p> <p>           ⊕ Minder zoutbelasting op oppervlaktewater systeem            ⊕ Minder zoutschade aan gewassen         </p> <p>           Meer  <a href="https://publicwiki.de1.tuhs.nl/display/Drinkwaterbronnen/brak+grondwater">publicwiki.de1.tuhs.nl/display/Drinkwaterbronnen/brak+grondwater</a>   Sophie Vermeulen         </p>	<p>           kenmerken omschrijving            archetype: 1. Diepe grondwaterwinning, landelijke omgeving of            2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving         </p>  <p> <u>Brakke grondwater kwelwinning</u>            + seizoenale flexibiliteit hanteren → meer onttrekken in de winter om andere winningen te ontlasten            + weinig antropogene invloeden            + draagt bij aan vergroten zoetwaterbel            + combineren met polderbemaling → flexibiliteit            + 50-75% onttrokken water wordt omgezet naar drinkwater via RO            - Brijnlozing            - meer energieverbruik            Kosten: winning en zuivering 0,88-1,71 per m<sup>3</sup>            + kan zorgen voor minder kosten polderbemaling + en doorspoelen sloten            + minder zoutbelasting op oppervlaktewatersysteem            + minder zoutschade aan gewassen         </p> <p>           flexibiliteit kwantiteit +            flexibiliteit kwaliteit +? -            schokken op omgeving + omgeving wordt betrokken         </p>

inzending

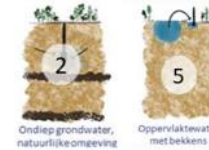
kenmerken omschrijving



archetype:

2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving

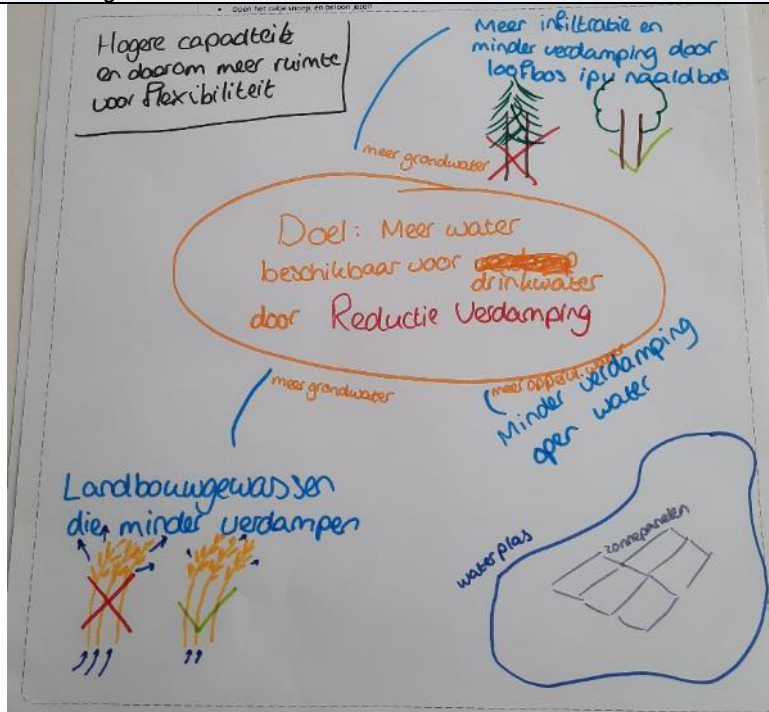
5. Oppervlaktewaterwinning met bekkens? (kwel/beken)



- aanpassingsvermogen tussen seizoenen
- actieve aanvulling voorraad in de infiltratiegebieden (winter)
- kwelstromen eerst bevorderen en pas gebruiken (in de zomer) als natuur er baat bij heeft gehad

flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit -/+?  
schokken op omgeving +

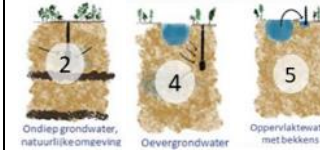
inzending



kenmerken omschrijving

archetype:

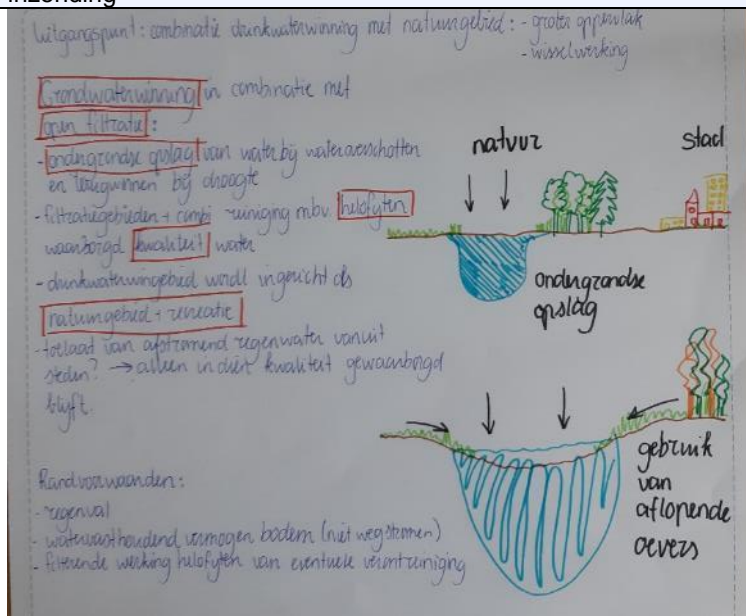
2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving
4. Oeverfiltraatwinning
5. Oppervlaktewaterwinning met bekkens



doel: meer water beschikbaar voor drinkwater door reductie verdamping  
hogere capaciteit en daarom meer ruimte voor flexibiliteit  
meer infiltratie en minder verdamping door loofbos ipv naaldbos  
landbouwgewassen die minder verdampen  
waterplas met zonnepanelen -> minder verdamping open water

flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit -  
schokken op omgeving + omgeving wordt betrokken

inzending



kenmerken omschrijving

- archetype:
2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving
  - (3. Ondiepe grondwaterwinning, stedelijke omgeving)
  6. alternatieve bron evt met bekkens



uitgangspunt: combinatie drinkwaterwinning met natuurgebied:

- grote oppervlak-wisselwerking
  - grondwaterwinning in combinatie met open filtratie
  - ondergrondse opslag van water bij wateroverschotten en terugwinnen bij droogte
  - filtratiegebieden + combi reiniging mbt helofyten waarborgt kwaliteit water
  - drinkwaterwinning gebied wordt ingericht als natuurgebied + recreatie
  - toelaat van afstromend regenwater vanuit steden? → alleen indien kwaliteit gewaarborgd blijft
- randvoorwaarden:
- regenval
  - watervasthoudend vermogen bodem (niet wegstromen)
- filterende werking helofyten van eventuele verontreiniging

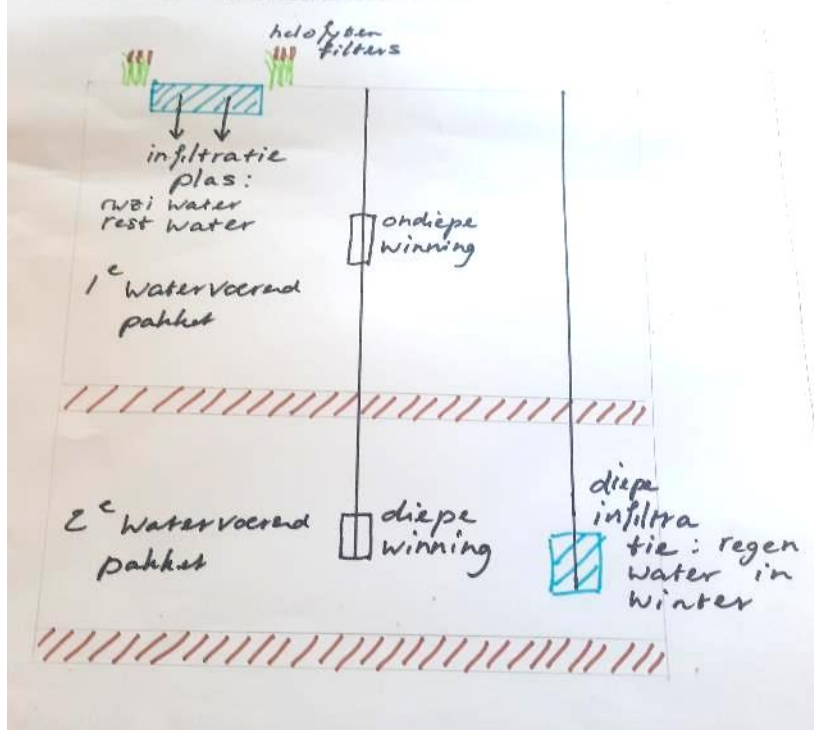
flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit +?  
schokken op omgeving +/- verweven met omgeving

## B.2 Categorie: combinatie soorten winningen meerdere bronnen

inzending	kenmerken omschrijving
	<p>archetype:            3. Ondiepe grondwaterwinning, stedelijke omgeving            4. Oeverfiltraatwinning</p> <p>operatie putschakolen            seizoenverschil grondwater ↔ oppervlaktewater</p> <p>combinatie winningen</p> <p>flexibiliteit kwantiteit +            flexibiliteit kwaliteit +/-            schokken op omgeving ?</p>

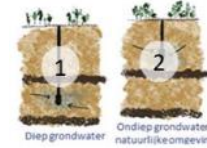


inzending



kenmerken omschrijving

archetype: 1. Diepe grondwaterwinning, landelijke omgeving  
 2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving



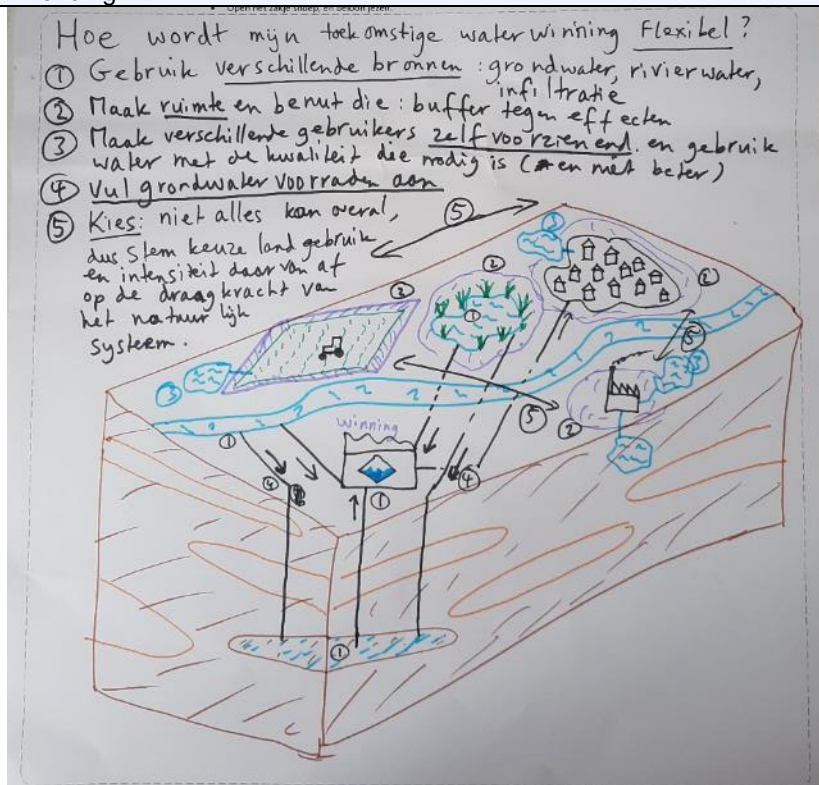
infiltratie

- ondiep: plas, RWZI water, restwater
- diep: regenwater in winter

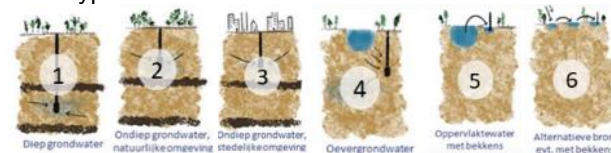
winning in 1e WVP en 2e WVP

combinatie winningen

flexibiliteit kwantiteit +  
 flexibiliteit kwaliteit +/-  
 schokken op omgeving ?



archetype: allemaal



hoe wordt mijn toekomstige waterwinning flexibel?

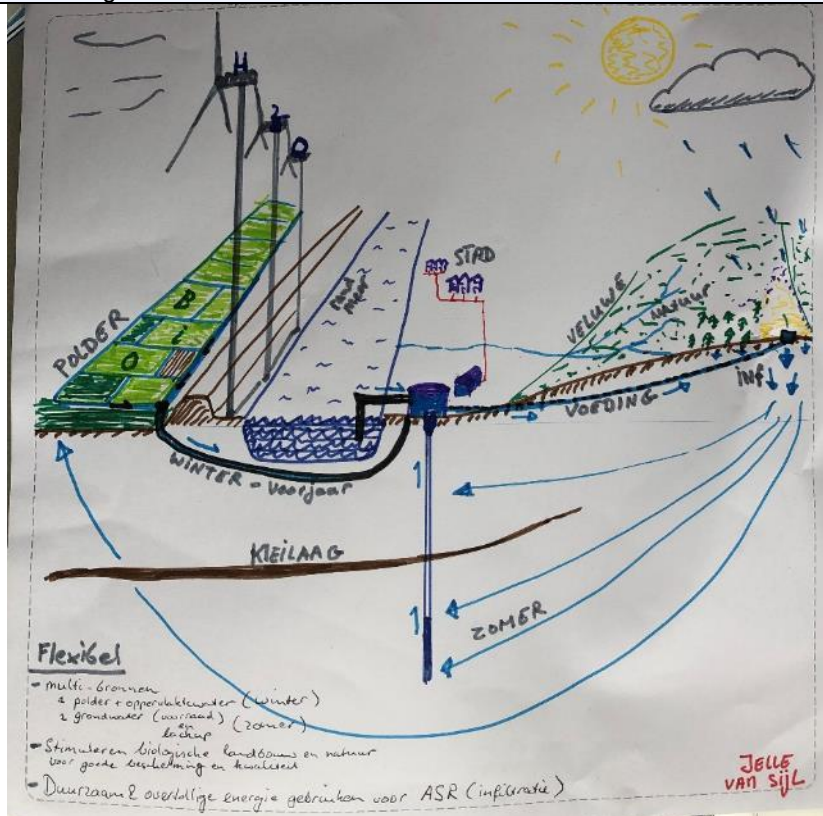
- gebruik verschillende bronnen: grondwater, rivierwaterinfiltratie
- maak ruimte en benut die: buffer tegen effecten
- maak verschillende gebruikers zelfvoorzienend en gebruik water met de kwaliteit die nodig is (en niet beter)
- vul grondwatervoorraden aan
- kies: niet alles kan overal, dus stem keuze landgebruik en intensiteit daarvan af op de draagkracht van het natuurlijke systeem

flexibiliteit kwantiteit +

flexibiliteit kwaliteit ?

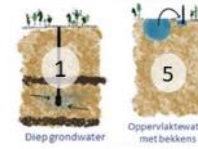
schokken op omgeving ? (omgeving wordt betrokken)

inzending



kenmerken omschrijving

archetype: 5. Oppervlaktewaterwinning met bekken  
1. Diepe grondwaterwinning, landelijke omgeving



flexibel

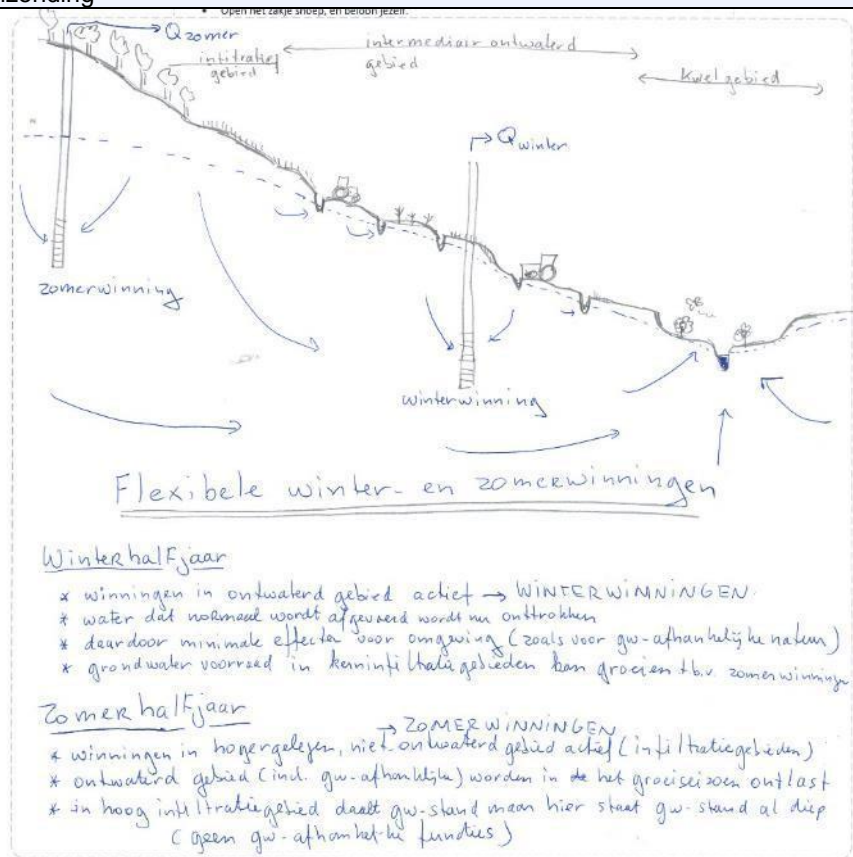
- multibronnen
  1. polder + oppervlaktewater (winter)
  2. grondwater (voorraad en backup) (Zomer)
- stimuleren biologische landbouw en natuur voor goede bescherming en kwaliteit
- duurzaam en overtollige energie gebruiken voor ASR (infiltratie)

flexibiliteit kwantiteit +

flexibiliteit kwaliteit +

schokken op omgeving? (omgeving wordt betrokken)

inzending



kenmerken omschrijving

archetype: 2. Ondiepe grondwaterwinning, landelijke omgeving



flexibele winter- en zomerwinningen

winterhalfjaar

- winningen in ontwaterd gebied actief → winterwinningen
- water dat normaal wordt afgevoerd, wordt nu onttrokken
- daardoor minimale effecten voor omgeving (zoals voor gw-afhankelijke natuur)

zomerwinningen

zomerhalfjaar

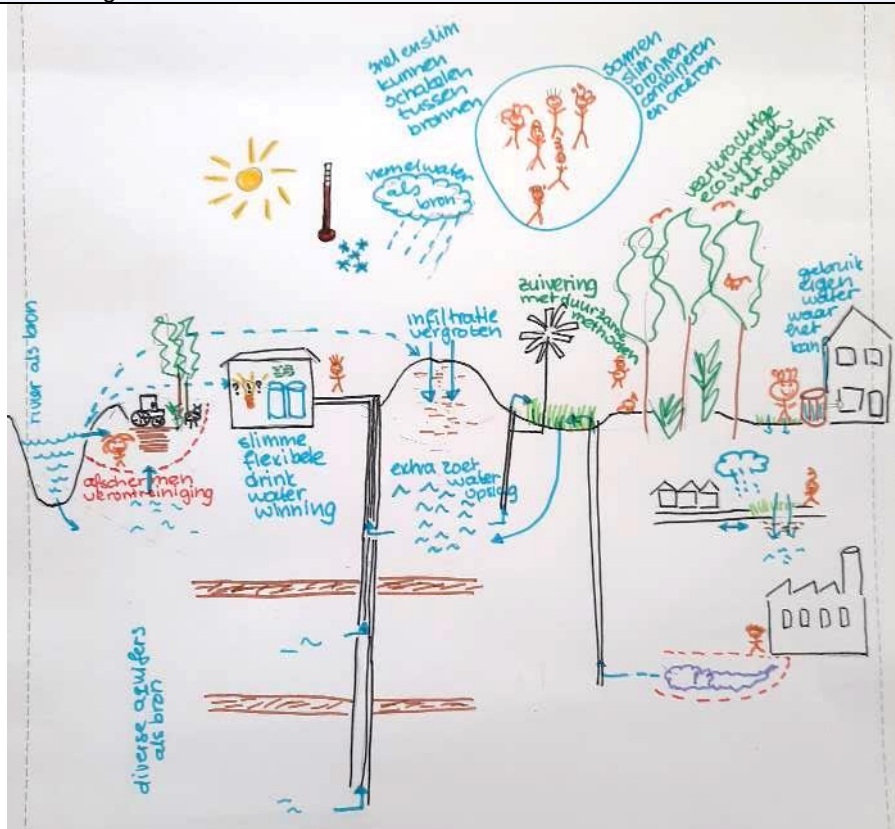
- winningen in hoger gelegen, niet ontwaterd gebied actief (infiltratiegebieden → zomerwinningen)
- ontwaterd gebied (incl gw- afhankelijk) worden in het groeiseizoen ontlast

ontlast

- in hoog infiltratiegebied daalt gw-stand maar hier staat gw-stand al diep (geen gw-afhankelijke functies)

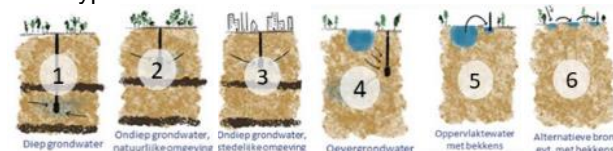
- flexibiliteit kwantiteit +
- flexibiliteit kwaliteit +?
- schokken op omgeving +

inzending



kenmerken omschrijving

archetype: evt allemaal



snel en slim kunnen schakelen tussen bronnen / samen slim bronnen combineren en creëren

hemelwater, rivier, diverse aquifers als bron  
div zuivering, afschermen verontreiniging, opslag, infiltratie methoden erbij in gebied, gebruik eigen water

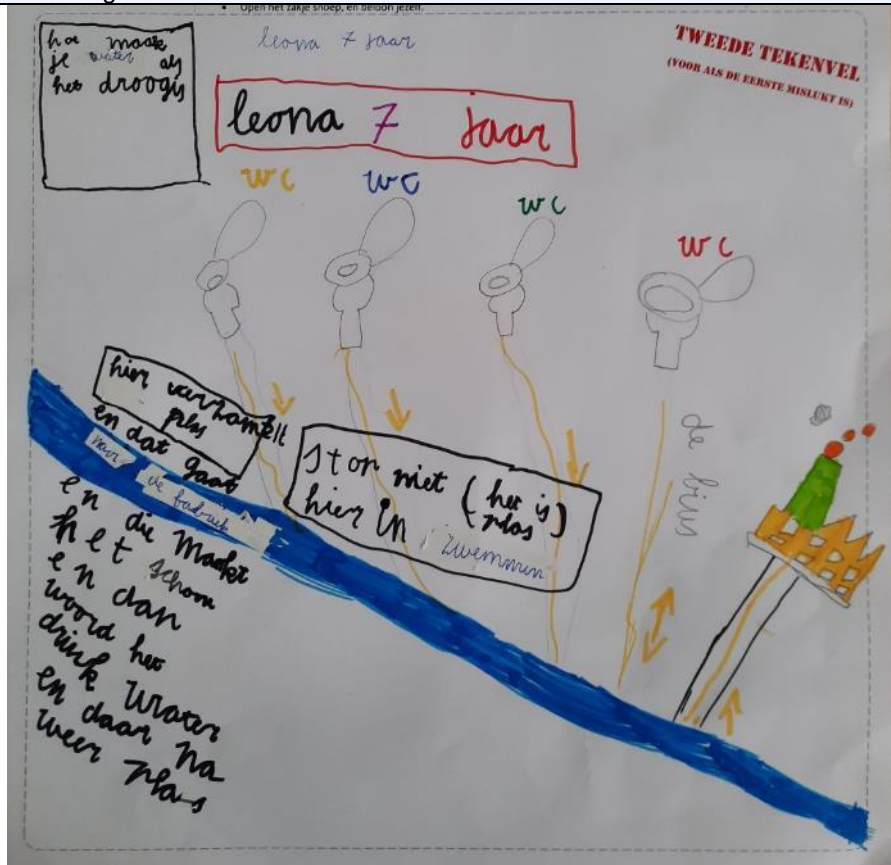
combinaties winningen

flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit +  
schokken op omgeving + (wel ruimtevraag)

## B.3 Categorie: decentralisatie

inzending	kenmerken omschrijving
<p>         o Aanpassingsvermogen kwaliteit bron          o Impact op omgeving (kwantiteit, kwaliteit)          • Schrijf er kort bij waarom jouw toekomstige drinkwaterwinning flexibel is.          • Maak een scan of foto van je tekening, en stuur deze voor 24 augustus naar mark.nielsen@deltares.nl          • Open het zakje snoep, en beloon jezelf.     </p> <p>         Productie          zandlaag          kleilaag          Aansluitingspunt          Extreem droog en heet, maximum piekvraag          Extreem nat, lage vraag          Flexibel:          - in alle periodes (nat, droog) ruim voldoende water, zonder schade voor de omgeving          - gebruik van de grond is flexibel (zomer: recreatie en winter: waterberging)          - eigen energievoorziening     </p>	<p>archetype: 5. Oppervlaktewaterwinning met bekken</p> <p>flexibel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in alle periodes (nat, droog) ruim voldoende water, zonder schade voor de omgeving</li> <li>• gebruik van de grond is flexibel (zomer recreatie en winter waterberging)</li> <li>• eigen energievoorziening</li> </ul> <p>(extreem nat, lage vraag extreem droog en heet, maximum piekvraag)</p> <p>flexibiliteit kwantiteit + flexibiliteit kwaliteit -? schokken op omgeving +/- (verweven met omgeving)</p>

inzending



kenmerken omschrijving

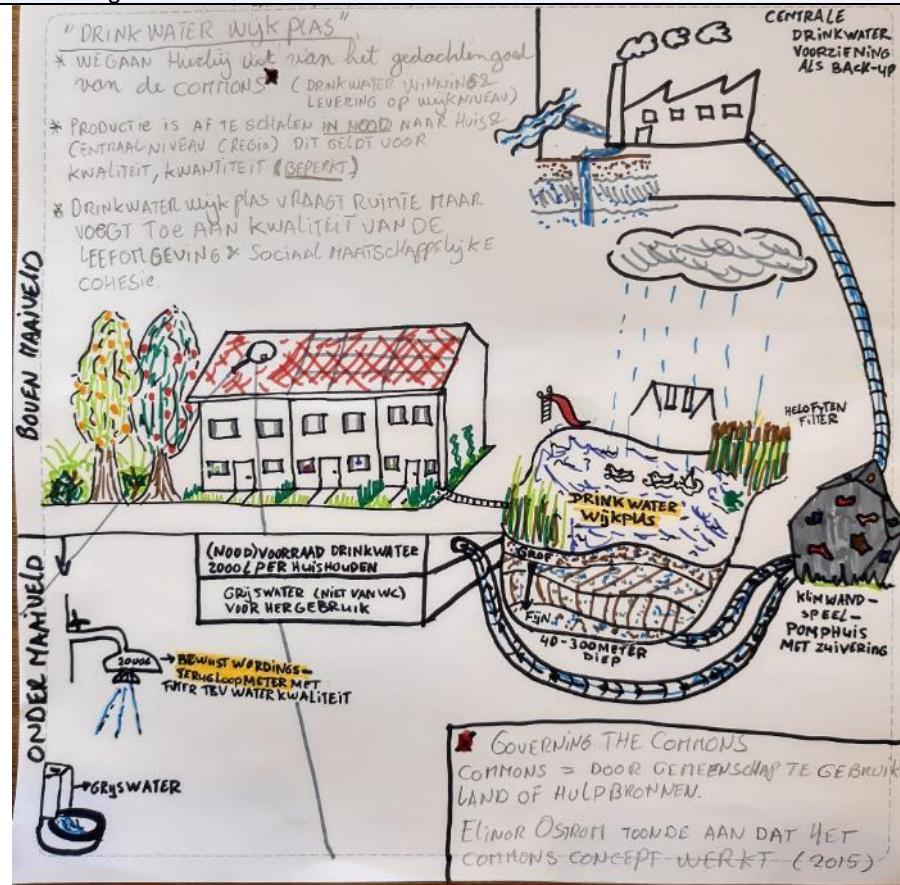
archetype: nvt

decentrale oplossing hoe maak je water als het droog is?  
PLAS: niet in het water (het is plas – zwemmen!)

hier verzamelt plas en dat gaat naar de fabriek en die maakt het schoon en dan wordt het drinkwater en daarna weer plas

flexibiliteit	kwantiteit	nvt
flexibiliteit	kwaliteit	nvt
schokken op omgeving		nvt

inzending



kenmerken omschrijving

archetype: 6. Regenwaterwinning



decentrale oplossing

“drinkwaterwijkplas”

We gaan hierbij uit van het gedachtengoed van de commons (Drinkwaterwinning & levering op wijkniveau).

Productie is af te schalen in nood naar huis & centraal niveau (regio). Dit geldt voor kwaliteit, kwantiteit en & beperkt.

Drinkwaterwijkplas vraagt ruimte, maar voegt toe aan kwaliteit van de leefomgeving & sociaal-maatschappelijke cohesie. (centrale drinkwatervoorziening als backup)

DEZE PAST OOK ONDER BEWUSTWORDING

flexibiliteit kwantiteit -

flexibiliteit kwaliteit -

schokken op omgeving + (wel ruimtevraag)



## B.4 Categorie: bewustwording

inzending	kenmerken omschrijving						
<p>The diagram is a hand-drawn sketch on a grid background, divided into four quadrants by a vertical and a horizontal line.      <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Top-Left (INDIVIDU):</b> Labeled 'BEWUSTWORDING' vertically on the left. It shows a profile of a head with a blue water drop inside. Text next to it says 'WAARDE VAN WATER'.</li> <li><b>Top-Right (Huisholden):</b> Labeled 'BESPARING' vertically on the left. It shows a simple house with a blue water tap and a blue tank below it.</li> <li><b>Bottom-Left (NATIONAAL):</b> Labeled 'WATERROTONDE' vertically on the left. It shows a map of the Netherlands with a blue circular network of arrows in the center. Text next to it says '- VERBINDEN VAN NETWERKEN'.</li> <li><b>Bottom-Right (REGIONAAL):</b> Labeled 'NATUURLIJKE WATERTOREN' vertically on the left. It shows a landscape with a hill, a river, and several blue water towers. Text next to it lists: '- HOOG NL', '- BUFFEREN OP DE BERG', '- VOEDING VAN BEKEN', and '- WINNING IN DE DALEN'.</li> </ul>     A large, curved orange arrow connects the top-left and top-right quadrants. A large, straight orange arrow points from the bottom-left quadrant towards the bottom-right quadrant. A small circle with a triangle inside is drawn at the bottom right of the landscape.</p>	<p>archetype: nvt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewustwording -individu</li> <li>• besparing-huishouden</li> <li>• regionaal- natuurlijke watertoren             <ul style="list-style-type: none"> <li>o hoog nl</li> <li>o bufferen op de berg</li> <li>o voeding van beken</li> <li>o winning in de dalen</li> </ul> </li> <li>• nationaal             <ul style="list-style-type: none"> <li>o waterrotonde, verbinding van netwerken</li> </ul> </li> </ul> <p>DEZE PAST OOK ONDER COMBINATIE SOORTEN WINNINGEN</p> <table> <tr> <td>flexibiliteit kwantiteit</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>flexibiliteit kwaliteit</td> <td>?</td> </tr> <tr> <td>schokken op omgeving</td> <td>?</td> </tr> </table>	flexibiliteit kwantiteit	+	flexibiliteit kwaliteit	?	schokken op omgeving	?
flexibiliteit kwantiteit	+						
flexibiliteit kwaliteit	?						
schokken op omgeving	?						

inzending



kenmerken omschrijving


archetype: nvt

overall water  
(zo veel mogelijk ruimte voor waterberging boven en onder de grond)

- strategie: meer aanbod

flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit -  
schokken op omgeving -

## B.5 Categorie: veranderingen (technisch) systeem

inzending	kenmerken omschrijving
<p>• Open het zakje snoep, en beloon jezelf</p> <p>Flexibiliteit → zo veel mogelijk tijd hebben om in te spelen op veranderingen.            ⇒ voorspellen vraag, aanbod en voorraad opv. metingen. En zorgen dat de wensen duidelijk zijn. Zoek ook de ruimte in die wensen (bandbreedte)</p> 	<p>archetype: nvt</p> <p>flexibiliteit            →zo veel mogelijk tijd hebben om in te spelen op veranderingen            →voorspellen vraag (i), aanbod (i) en voorraad (i) obv metingen (i) en zorgen dat de wensen (i) duidelijk zijn. Zoek ook de ruimte in die wensen (bandbreedte)</p> <p>heel erg gestoeld op informatievoorziening</p> <p>flexibiliteit kwantiteit nvt            flexibiliteit kwaliteit nvt            schokken op omgeving nvt</p>

inzending

kenmerken omschrijving

archetype: nvt

drinkwater afkoppelen van net

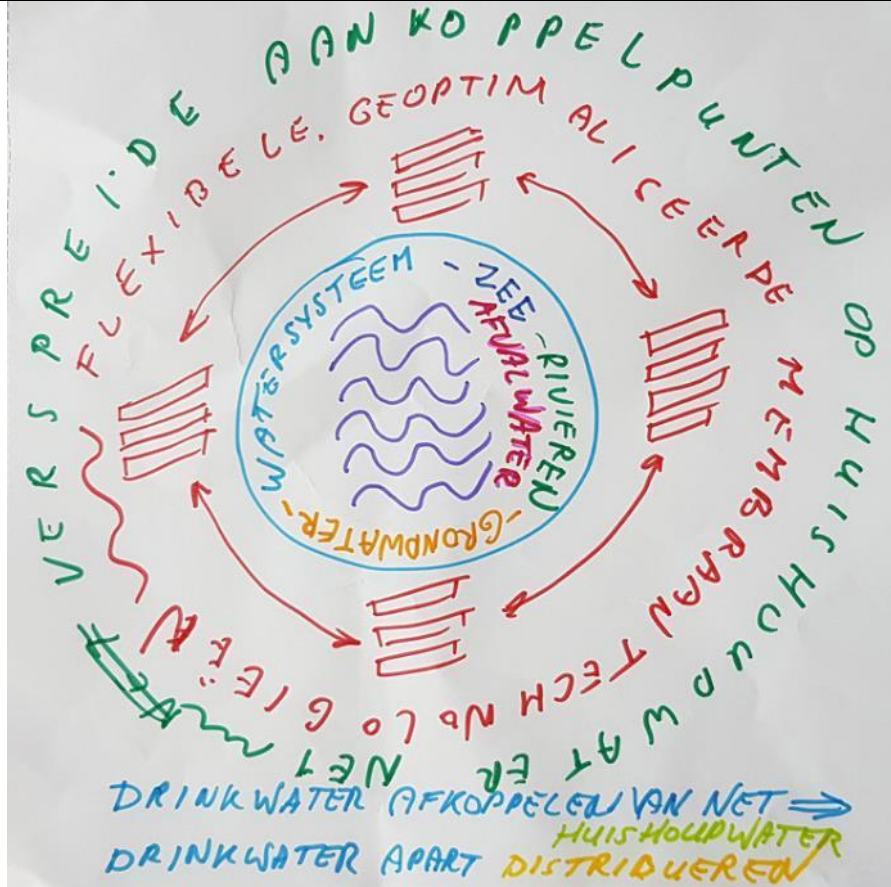
→ drinkwater apart, huishoudwater distribueren.

- verspreide aankoppelpunten op het huishoudnet
- flexibele geoptimaliseerde membraantechnologieën

flexibiliteit kwantiteit nvt

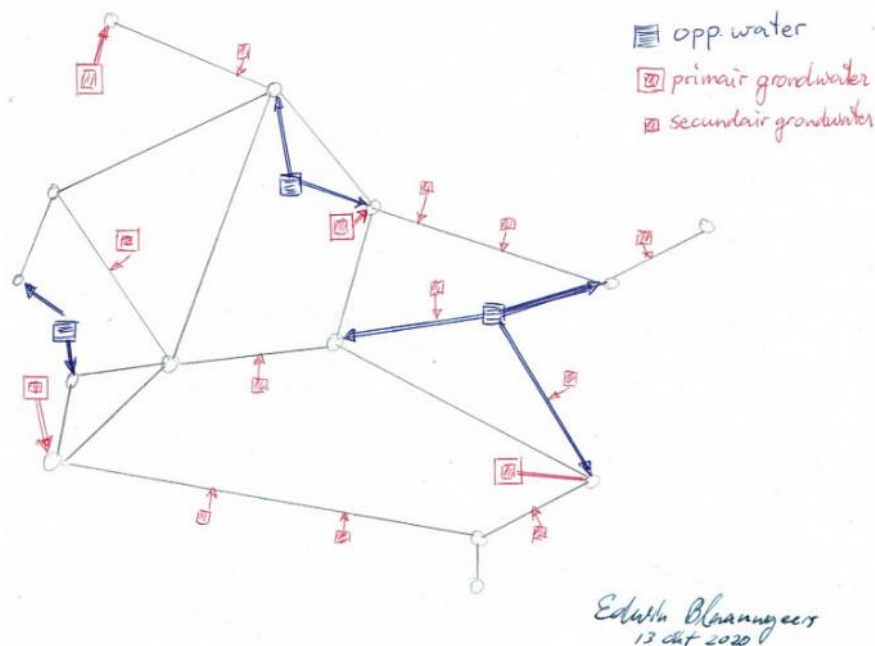
flexibiliteit kwaliteit nvt

schokken op omgeving nvt

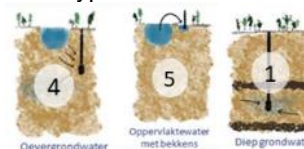


inzending

kenmerken omschrijving



archetype:

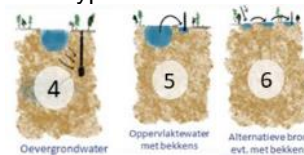


(hoofd)transportnet die grote plaatsen met elkaar verbindt.  
->overcapaciteit uit meer oppervlaktewinningen of grotere oeverfiltratwiningen.  
->waterverdelingssysteem wordt primair gevoed door de grote(re) oppervlaktewinningen en primaire grondwaterwiningen  
-> secundaire winingen staan stand-by of draaien op een laag pitje. Inzetbaar bij hogere (piek)verbruiken  
->reduceert op jaarniveau de impact op natuurgebieden.

flexibiliteit kwantiteit +  
flexibiliteit kwaliteit nvt  
schokken op omgeving +



archetype:



modulaire en dus overal (bij) te plaatsen mobiele zuiveringen:  
->Zeecontainer met volledige zuiveringsinstallatie erin voor x kuub per uur. Of 2 of 3 containers die je schakelt. Desnoods ook container(s) voor extra pompcapaciteit

inzending



kenmerken omschrijving

->Hanteer membraanzuivering want dat “kan alles eruit halen”. Dus eenvoudig aanpassen op kwaliteit bron.  
 ->Eenvoudig aan en af te koppelen. Of dat nu bij een PB is voor (tijdelijk) extra capaciteit, of aan oppervlaktewater, met een grote pompomd.  
 ->Positieve impact op omgeving door:  
 o ontwikkelen van een “groene” editie; sedumdak, verticale beplanting aan de zijkanten, houten afwerking, etc.  
 o ontwikkelen van een “urban” editie; sedumdak icm met streetart op de zijkanten door lokale kunstenaars  
 o Transparantie versie waardoor proces van buiten te zien, met veel glas. Met QR-codes en LCD-schermen met info over het proces, belang van water en waterzuivering etc.

flexibiliteit kwantiteit +  
 flexibiliteit kwaliteit +  
 schokken op omgeving +

**Eindpresentatie PIPE-FLO Epe ruwwater-systeem**  
**Highlights & meerwaarde en opbrengsten PIPE-FLO**

- PIPE-FLO adviezen zijn duidelijk meegenomen in besluitvorming DC Epe (duurzaam investeren)
  - Oprichting goedkoozing 4e filter (verlaging systeemweerstand zuivering) + optimale budget voor nieuwe onderwaterpompen 8-strang
  - Stimulans in onderlinge samenwerking (AM - W&Z)
- Geeft transparantie en meer inzicht in het proces / ruwwatersysteem Epe
  - Niet slechts nieuwe pompunits bij horen voor extra ruwwater-productie
  - Mit risico: optimale onderwaterpompen 8-strang
  - Mit risico: performance "kenniscoder" (cluster WMS) → "wegdruk effect" pompomd A-strang (20m³/d) tot B-strang (20m³/d)
  - Mit risico: beperkingen robuustheidsniveau, gelijkschikking filter, filterweerstand/operatiekosten/operatieverbruik
- Bijdrage in duurzame en robuuste drinkwater installaties voor toekomst (visie strategie 2030)
  - Mit 4 filter (200) om meer robuust en flexibele bedrijfsvoering voor de toekomst
  - Lagere energieconsumptie door lagere systeemweerstand (reductie filterweerstand en minder smoren gelijkschikking van 100 → 200 filter)
  - Optimale gebruiksvaardigheid → samenhangendheid 1200 - 1500 m³/d omvang normale capaciteit onderwaterpompen 1500 m³/d
  - Robuust (AM-W&Z) / flexibel (Epe versie 10-11-2018) / variabel (Epe versie 12-11-2018) / Epe levensduurverlenging (project 2000)
- KANS - optimalisatie proceskosten winning - zuivering - berging → toerengeregelde pompen (8-strang)
  - Aanbevelen om aan gewenste onttrekingscapaciteit te voldoen met inzet optimaal verhoogde pomp (POR) en voorkomen overdringing max putcapaciteit
  - Verbeteren duurzaamheid pompuniten: vergroten levensduur inzet door autonome inzet bij normaal bedrijf en kortstondig intensieve inzet bij piekverbruiken (inzet bij piek) (aanvullende productie) - geringe mate afname van kinematische verdamping in voor- en na-ritse + publieksovername beperking → niet positief effect tot nu-waardeverlenging voor de zuivering
  - Toerengeregeld onderwaterpompen 8-strang met behoud van ook redelijke toegevoegde geschakelde vaste pompen
  - Vergroten leveringszekerheid bij piekverbruiken (dagelijk hogere putcapaciteit: +20% (100m³/d) → 210m³/d). Productor Epe: 210m³/d
  - Mit risico: toepassing energiezuinig Permanent Magnet Motor (PMM) → sta motor +0% en sta totaal - 20%
  - Mit risico: meer flexibiliteit voor huidige bedrijfsvoering en meer bestendig op toekomstige veranderingen → eenvoudig anticiperen door sturing op gewenste flow
- Vervolg - projectontwikkeling:
  - Project "Epe RB Uitbreiding productiecapaciteit" (4e filter) → Lette Ritzler-Kuljer (Senior projectleider O&A)
  - Project "Epe WWT Optimalisatie systeem" → Frank Grollman (Senior O&A)

**SAMEN IN DE STRÖM** SAMEN IN DE STRÖM SAMEN IN DE STRÖM SAMEN IN DE STRÖM SAMEN IN DE STRÖM

archetype: nvt

toepassing van toerengeregelde onderwaterpompen-> inzetgebied van pompen wordt vergroot + “tijdelijk” de ruwwaterproductie om verbruikspieken beter op te kunnen vangen. Voordelen:

- Vergroten leveringszekerheid: bij piek-verbruik ‘tijdelijk’ hogere putcapaciteit +20%
- Verbeteren duurzaamheid + levensduur pompuniten: extensieve inzet bij normaal bedrijf en kortstondig intensieve inzet bij piekverbruiken.
- vergroten inzetgebied van pompen met behoud van goed rendement tov parallel geschakelde vaste ruwpompen.
- exact te sturen op de gewenste druk welke het proces / systeem vereist is.
- lagere energieconsumptie van onderwaterpompen (proceswinning).

flexibiliteit kwantiteit +  
 flexibiliteit kwaliteit -?  
 schokken op omgeving ?

## C Inspiratiebijeenkomsten

In het kader van dit project is een serie online inspiratiesessies georganiseerd in 2020 en 2021. In deze inspiratiesessies werd gekeken naar andere projecten en sectoren: hoe gaan zij om met onzekerheden, transities, het combineren van opgaven en in het bijzonder met flexibiliteit?

Tabel B.1: Overzicht inspiratiebijeenkomsten

inspiratiesessie	datum	presentaties	spreker (organisatie)
1-Toekomst van de ruimte in Nederland De eerste inspiratiesessie gaat over de 'Toekomst van de Ruimte in Nederland'. Drie initiatieven gaan met elkaar en met u in gesprek over hoe zij te werk zijn gegaan, hun blik op de toekomst, en wat hieruit geleerd kan worden voor een flexibele drinkwaterwinning van de toekomst.	3 november 2020	Expeditie 2050	Hans Peter Benschop / Erna Ovaa, Rijkswaterstaat
		Panorama NL	Marieke Francke, College van Rijksadviseurs
		Nederland Later	Frank van Gaalen, Planbureau voor de Leefomgeving
2-Wat kunnen we leren van de natuur over flexibiliteit In de sessie neemt evolutiebiologe Dr. Aniek Ivens ons mee naar de wereld van de natuur en laat zien hoe samenwerking kan leiden tot flexibiliteit. We leren van zelf-organiserende principes van grote groepen (zoals mieren en micro-organismen) tot innige samenwerking tussen individuen waardoor de omgeving voorspelbaarder wordt en bijvoorbeeld dieren minder kwetsbaar zijn voor verandering. '.	12 januari 2021	Wat kunnen we leren over de natuur over flexibiliteit?	Aniek Ivens, Vrije Universiteit Amsterdam
3-Flexibiliteit in taal en mobiliteit Deze sessie gaat in op hoe taal van invloed, en zelfs vormend, is voor het mobiliteitsvraagstuk. Thalia Verkade, correspondent Mobiliteit & Straatleven bij De Correspondent en auteur van Het recht van de snelste, laat zien hoe taal ingrijpt op de werkelijkheid. En van welk belang dit is bij het denken over de toekomst.	26 januari 2021	Flexibiliteit in taal en mobiliteit	spreker correspondent Mobiliteit & Straatleven bij De Correspondent
4-De wonderlijke veerkracht van onze hersenen Anita van Loenhoud doet onderzoek naar cognitieve reserve: de mate waarin hersenen kunnen omgaan met schade zoals bij de ziekte van alzheimer. Anita neemt ons mee naar de wereld van de hersenen. Hoe gaan zij om met schade en wat zijn manieren om schade te voorkomen? Daarna volgt een gesprek over wat wij hiervan kunnen leren voor het flexibel maken van drinkwaterwinningen.	16 februari 2021	De wonderlijke veerkracht van onze hersenen	Anita van Loenhoud alzheimercentrum Amsterdam, UMC

## D Studentenopdrachten

In het kader van dit project hebben een aantal studenten(groepen) gewerkt aan diverse archetypes en (deel)oplossingen en verhaallijnen omtrent flexibele winningen. Hieronder een overzicht van de vragen die zijn opgepakt, uitkomsten en wat het resultaat aan flexibiliteit kan bijdragen

### D.1 Saxion University of Applied Sciences

#### **Inleiding en hoofdvraag van de opdracht**

In dit onderzoek is door een viertal studenten van Hogeschool Saxion gekeken naar de opgaven voor twee individuele winningen en hun intrekgebied in Twente. De eerste in de gemeente Losser, daarbij is het belangrijk om ondergrondse activiteiten zichtbaar te maken en ook beleidsmatig een plek te geven in de omgevingsvisies. De andere bevindt zich nabij Enschede aan de Weerseloseweg, waar is gekeken naar de mogelijkheden van het drinkwaterwingebied. Het doel van het onderzoek was het geven van advies om de drinkwaterwinningen voor zowel de boven- als de ondergrond toekomstbestendig te maken.

#### **Korte beschrijving**

Momenteel is er bij de grondwaterwinning in Losser sprake van grote droogteschade rondom het waterwingebied. Deze droogteschade is ontstaan door een tekort aan neerslag van de afgelopen jaren. Dit tekort aan neerslag in combinatie met hogere temperaturen heeft ervoor gezorgd dat het grondwaterpeil gedaald is. Dit heeft een negatief effect gehad op de landbouw rond het omliggende gebied van de waterwinlocaties in Losser.

De meest kansrijke oplossingen voor de droogteproblematiek zijn het verontdiepen en verbreden van de sloten in het gebied om zo de retentietijd van water in droge periodes te vergroten zonder wateroverlast te veroorzaken in natte periodes. Bij deze ingreep kunnen de sloten gelijk ecologisch ingericht worden, waardoor water beter vastgehouden kan worden en boeren minder grondwater hoeven te onttrekken. Afstemming met alle lokale betrokkenen is vanwege de verschillende belangen belangrijk.

Bij de winning aan de Weerseloseweg werd in het verleden water gewonnen uit waterbekkens en water uit het Twentekanaal. Inmiddels wordt alleen nog drinkwater gewonnen uit grondwater. Het stopzetten van de waterwinning uit oppervlaktewater is een direct gevolg van de brand bij Vredestein in 2003. Door die brand raakte het Twentekanaal dermate verontreinigd. Omdat de waterbekkens niet meer gebruikt worden voor waterwinningen, is er gekeken naar andere mogelijkheden voor dit gebied. De studenten hebben gekeken naar de ontwikkelingen op het gebied van vrijetijdsactiviteiten en recreatie in Nederland. Rekening houdende met de geïdentificeerde trends hebben ze een wandelroute ontworpen waar met behulp van augmented reality een educatief spel gespeeld kan worden.

#### **Bijdrage aan flexibiliteit**

nvt



## D.2 Universiteit Utrecht

### Inleiding en hoofdvraag van de opdracht

Afstudeerder Matthijs Spruijt heeft gedurende een periode van zes maanden onderzoek gedaan naar oplossingen om de flexibiliteit van grondwaterwinningen te vergroten. Hij heeft daarnaast een methode ontwikkeld om de efficiëntie van deze oplossingen te testen.

De hoofdvraag van het onderzoek luidde: Welke flexibele grondwaterwinningsoplossingen zijn het meest efficiënt bij het opvangen van verwachte toekomstige schokken op de ondiepe land- en oeverfiltratie-winslocaties van Vitens?

### Korte beschrijving

In dit onderzoek zijn twee verschillende archetypes onderzocht, namelijk ondiepe grondwaterwinning in het landelijk gebied en oevergrondwaterwinning. De winningen in Manderveen en Vechterweerd zijn gekozen als case study voor de geïdentificeerde oplossingen voor respectievelijk grondwaterwinning en oevergrondwaterwinning. Bij het uitwerken van de verschillende oplossingen is rekening gehouden met de vier verschillende verhaallijnen en per oplossing is aangegeven of deze intern (door Vitens) of extern uitgevoerd moet/kan worden en of de oplossing focust op het vergroten van de kwaliteit of kwantiteit van het drinkwater. In totaal zijn 12 verschillende (deel)oplossingen geïdentificeerd, zie onderstaande tabel.

	Naam (afkorting)	Kwaliteit/ kwantiteit	Intern/ Extern	Archetype	Toepasbaarheid verhaallijnen <sup>15</sup>
1	Injectie van oppervlakte water in N2000 gebieden (SW N2000)	Kwantiteit	Extern	Ondiep landelijk	1, 2 en 4
2	Het verminderen van runoff met acht landbouw technieken	Kwantiteit	Extern	Ondiep landelijk	
3	Het verminderen van verdamping met twee landbouw technieken	Kwantiteit	Extern	Ondiep landelijk	
4	Ondergrondse druppel-irrigatie (SubDI-system)	Kwantiteit	Extern	Ondiep landelijk	1, 2 en 4
5	Vergroten van de bufferende werking van landbouwbodems (IBCAS)	Kwantiteit	Extern	Ondiep landelijk	1, 2 en 4
6	Oppervlaktewater buffers(SWB)	Kwantiteit	Intern	Oever filtratie	1 en 2
7	Nieuwe rivier arm rondom de winlocatie	Kwantiteit	Intern	Oever filtratie	
8	Verplaatsing van de winlocatie (REL)	Kwaliteit	Intern	Oever filtratie	1, 2 en 4
9	Injectie van rivierwater in duinen (RWID)	Kwaliteit	Extern	Oever filtratie	1, 2, 3 en 4
10	Doorlaatbare reactieve barrières (PRB)	Kwaliteit	Intern	Allebei	1, 2, 3 en 4
11	Aquifer Storage Recovery (ASR)	Kwantiteit	Extern	Allebei	1, 2 en 4
12	Afwisselen diepe en ondiepe winning (DSE)	Kwantiteit	Intern	Allebei	2 en 3

In totaal zijn 9 van de 12 (deel)oplossingen verder uitgewerkt, waarbij de prestaties (hoeveel water kan er worden gewonnen in m<sup>3</sup>/jaar), kapitaaluitgaven en operationele uitgaven zijn ingeschat. Voor deze 9 (deel)oplossingen is in de tabel hierboven ook aangegeven in welke verhaallijnen ze toepasbaar zijn.

<sup>15</sup> 1. Veel dynamiek, voorspelbaar patroon; 2. Veel dynamiek, onvoorspelbaar patroon; 3. Weinig dynamiek, voorspelbaar patroon; 4. Weinig dynamiek, onvoorspelbaar patroon.

### Bijdrage aan flexibiliteit

De verschillende (deel)oplossingen kunnen bijdragen aan verschillende oplossingsconcepten zoals beschreven in dit rapport. Alle (deel)oplossingen kunnen ingezet worden om ofwel de kwantiteit van het drinkwater te vergroten, ofwel de kwaliteit van het drinkwater te vergroten. Om die reden kunnen alle (deel)oplossingen bijdragen aan het vergroten van de flexibiliteit.

## D.3 Wageningen University & Research

### Inleiding en hoofdvraag van de opdracht

Een vijftal studenten van Wageningen University & Research hebben onderzoek gedaan naar drinkwaterwinning in De Achterhoek. Het doel van dit onderzoek was het ontwerpen van flexibele oplossingen voor drinkwaterwinning in De Achterhoek, een hoog zandgebied binnen het werkgebied van Vitens.

De hoofdvraag was: Hoe kan Vitens ervoor zorgen dat de drinkwaterwinning in De Achterhoek zich de komende eeuw snel aanpast aan de variaties in de beschikbaarheid van water en de vraag naar drinkwater als gevolg van klimaatverandering?

### Korte beschrijving

In dit onderzoek is het archetype van de alternatieve bron uitgewerkt, waarbij specifiek is gekeken naar oplossingen voor de verhaallijnen 'willekeur' en 'ritme' (verhaallijn 1 en 2). In totaal zijn vier oplossingen uitgedacht:

1. Regenwaterwinning op daken van boerderijen en stallen;
2. Waterwinning uit lucht dmv luchtvochtigheid;
3. Grijswater winning met groene daken;
4. Oppervlaktewaterwinning met behulp van constructed wetlands.

De eerste drie oplossingen zijn geschikt voor zowel de verhaallijn 'willekeur' als de verhaallijn 'ritme'. Oppervlaktewaterwinning met behulp van constructed wetlands is minder geschikt voor de verhaallijn 'willekeur' en juist beter geschikt voor de verhaallijn 'ritme', omdat de voorspelbaarheid flexibiliteit biedt van seizoenen schommelingen. Verder zijn de oplossingen getoetst op prestatie (hoeveel water kan er worden gewonnen in Mm<sup>3</sup>/jaar), flexibiliteit en uitvoerbaarheid.

Solutions	Future capacity (Mm <sup>3</sup> /yr)	Flexibility	Feasibility	Storyline
Rainwater Harvesting	1.25	+++	++	Predictable & Unpredictable
Air Humidity				
- WaterGen	<0.01	++++	++	Unpredictable
- Hydropanel	0.4*	++	+	Predictable
- Sponsh	0.03	+++	++	Predictable
- Eole water	<0.01	+	+	Predictable
Grey water	16.4*	+++	+	Predictable & Unpredictable
Constructed wetlands	At least 0.3**	+++	+++	Predictable

\*This is the total maximum amount, where it is assumed that this system is used at every household (180,000) in the Achterhoek

\*\* This solution allows for the continuation of surface water extraction at Hanninkgoot. In addition, more could be extracted during dry periods. Therefore, the capacity of the inlet can remain at least 4.5 Mm<sup>3</sup>/yr, which contributes to 0.3 Mm<sup>3</sup>/yr of the drinking water extraction.

### Bijdrage aan flexibiliteit

De verschillende (deel)oplossingen kunnen bijdragen aan het vergroten van de flexibiliteit van drinkwaterwinningsconcepten en zijn bijvoorbeeld te combineren met oplossingsconcept bronnenstad (1- regenwaterwinning, 2-grijswater via groene daken).

## D.4 Technische Universiteit Delft

### Inleiding en hoofdvraag van de opdracht

Een tweetal groepen hebben ikv vak "Infrastructure and Environment Design" de casus "drinkwater" uitgewerkt voor de locatie Zeist.

De opdracht was:

*With urgent urban challenges such as climate adaptation, energy transition, and continued urbanisation, the urgency of integrating planning and design with urban engineering increases. The implementation of new technological interventions and the utilisation of the natural system is hampered by the lack of an integrated approach incorporating urban planning and design decisions. Meanwhile, urban and economic growth increasingly competes for infrastructure and environment, affecting the success or failure of the daily operating systems of cities and regions and thereby urban competitiveness. The challenge is to fundamentally re-think the urban landscape in light of new technologies – as material and ecological practices. The question is how to renew existing urbanized areas by integrating parameters of the natural system and technological innovations directly into urban development opportunities arising from spatial planning and design.*

*In order to stimulate and design the synergy between design and engineering this course offers the possibility for architects, urban designers and landscape architects to get well acquainted with the concepts and language of civil engineers on the subject of infrastructure and environment; at the same time the civil engineers will get acquainted with the world and language of designers.*

### Korte beschrijving

In dit onderzoek is het archetype van stedelijke winningen onderzocht. Een uitgangspunt hierbij was "de mens als deelnemer aan het ecosysteem". Bij de resultaten van de twee groepen viel op dat de volgende uitgangspunten sterk terugkomen:

- Aanvullen van watervoorraden door opvangen water in de stad. Hiervoor wordt bij de inrichting rekening gehouden met infiltratiemogelijkheden van regenwater.
- Kwaliteitsimpuls: met de inrichting van de stad wordt erop gestuurd dat er zo min mogelijk verontreinigende functies aanwezig zijn (ook terugdringen autoverkeer).
- Besparing, circulariteit zijn belangrijke uitgangspunten. Daarbij is dus ook het gedrag van de stadsbewoner van belang.
- Er wordt bij het ontwerp van de woon- en drinkwaterfunctie idealiter gekeken naar hoe het systeem werkt (water en bodem als ordenend principe).

### Bijdrage aan flexibiliteit

Alle vier de oplossingsrichtingen kunnen bijdragen aan het vergroten van de flexibiliteit van stedelijke drinkwaterwinningen (kwantiteit, kwaliteit en ook interacties met de (stedelijke) omgeving), echter ze zijn heel erg afhankelijk van de "juiste" stedelijke inrichting en het gedrag van de stadsbewoner en -gebruiker. Er is een sterke link met oplossingsconcept bronnenstad.

## E Kunstpost

In het project is het belangrijk om creativiteit te benutten en inspiratie op te doen voor het ontwerp van (deel)oplossingen en oplossingsconcepten. Daarbij is samenwerken van belang voor het benutten en bij elkaar brengen van alle ideeën en ervaringen. Daarvoor wilde het projectteam samen iets creatiefs maken. Door corona was het niet mogelijk elkaar fysiek te ontmoeten. Daarom is gewerkt aan kunstwerken die via de post aan elkaar zijn verstuurd: "Kunstpost".

In iedere ronde maakt iedereen een beeld en wisselt dat uit aan een gekoppeld teamlid, die vervolgens reageert door het beeld aan te vullen

- ronde 1: Wat is een inspirerende metafoor voor jouw rol in het team
- ronde 2: Teken jouw vermogen om vooruit te kijken
- ronde 3: Teken een inflexibele winning

Kunstpost is tot stand gekomen door OK- workshops ism Deltares, Vitens en Ruimtevolk.

Hierbij een impressie van de gemaakte beelden:



## F Ontwerpsessies

Voor de ontwerpsessies zijn twee rondes geweest: atelier 1 in april 2021 over grondwaterwinningen en atelier 2 over oppervlaktewater-oeverinfiltratie. De deelnemers zijn in een middag en ochtend aan de slag gegaan met een oplossingsconcept. Een jury bestaande uit directieleden van Vitens en Deltares en student Matthijs Spruijt (UU) heeft uit elke ronde een winnaar gekozen.

### Atelier 1 grondwaterwinningen april 2021

oplossingsconcept	deelnemers	verder uitgewerkt in:
1-1 diepe grondwaterwinning: waterconversiebedrijf (brak/zoutwaterwinning)	Stefan Jansen, Rianne van den Meiracker, <i>Deltares</i> , Johannes Dunnewolt, Jan Hoogendoorn en Jip Welkers, Vitens	zoet/zout (hoofdstuk 3.1)
1-2 ondiepe grondwaterwinning stedelijk: bronnenstad	Jelle van Sijl, Vitens, Linda Maring, <i>Deltares</i> , Rian Kloosterman, Vitens, Igor Jellema-Fortuin, Provincie Gelderland	bronnenstad (hoofdstuk 3.2)
1-3 ondiepe grondwaterwinning landelijk: nieuwe waterlinie (uitgeroepen tot winnaar door de jury) (NB strikt genomen niet gericht op ondiepe landelijke grondwaterwinningen)	Tom Hoogland, Vitens, Sophie Vermooten, <i>Deltares</i> , Anne Immers, Vitens, Mark Niesten, <i>Deltares</i> , Sija Stofberg, KWR	oppervlaktewater, oevergrondwater, waterinfiltratie (hoofdstuk 3.4)

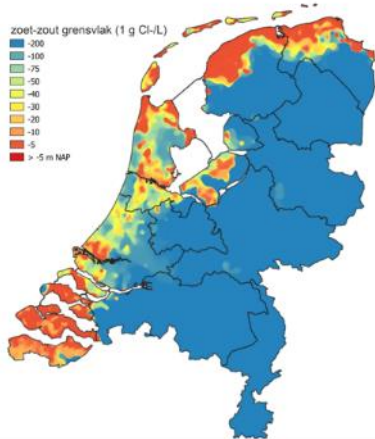
### Atelier 2 oppervlakte-oeverinfiltratie mei 2021

oplossingsconcept	deelnemers	verder uitgewerkt in:
2-1 oevergrondwater: Ondergrondse natuurlijke zuiveringsmuur Een schokdemper	Mark Niesten, <i>Deltares</i> , Renske Terwisscha van Scheltinga, Vitens, Sophie Vermooten, <i>Deltares</i> , Johannes Dunnewolt, Vitens, Marjolein Mens, <i>Deltares</i>	nvt
2-2 oppervlaktewater met spaarbekkens (uitgeroepen tot winnaar door de jury)	Rianne van den Meiracker, <i>Deltares</i> , Rian Kloosterman, Vitens, Tom Hoogland, Vitens, Igor Jellema-Fortuin, Provincie Gelderland	oppervlaktewater met bekkens (bubbels) (hoofdstuk 3.5.3)
2-3 alternatieve bron evt. met bekkens	Linda Maring, <i>Deltares</i> , Hilde Passier, <i>Deltares</i> , Jan Hoogendoorn, Vitens, Anouk Sprong, Vitens, Marleen van der Velden, Brabant Water	zerosource / geen bron (hoofdstuk 3.5.4)
2-4 ondiepe grondwaterwinning landelijk: Waterkwaliteit als ordenend principe	Jip Welkers, Vitens, Stefan Janssen, <i>Deltares</i> , Jelle van Sijl, Vitens, Gijsbert Cirkel, KWR	water en bodem als ordenend principe (hoofdstuk 3.5.1)

F.1 Presentatie Ronde 1- groep 1 Diepe grondwaterwinning / waterconversiebedrijf (brak/zoutwaterwinning)

## Diepe grondwaterwinning

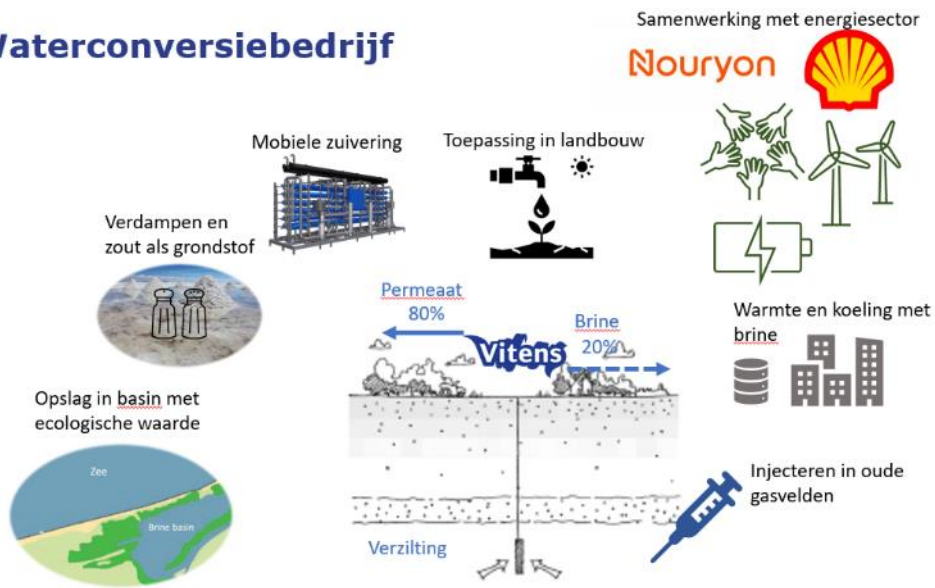
Stefan Jansen, Rianne van den Meiracker, *Deltares*  
 Johannes Dunnewolt, Jan Hoogendoorn en Jip Welkers, *Vitens*



Wij zijn niet bang voor zout water



## Waterconversiebedrijf

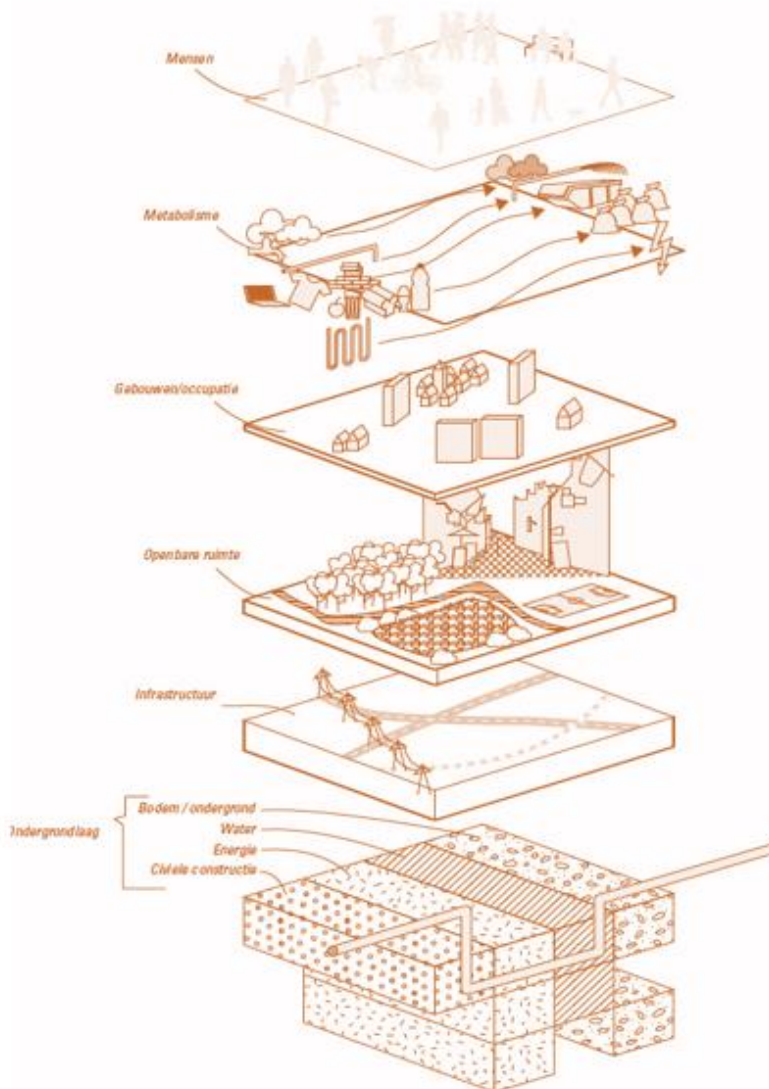


Diepe grondwaterwinning Presentatiecanvas			
Conceptuele visualisatie			
<p>Verzilting</p>			
Beschrijving ontwerp / concept		Voordelen	Nadelen
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modulaire zuivering, vaststaande diepe grondwaterputten</li> <li>2. Koppelen van vraag en aanbod via water banking</li> <li>3. Onderscheidende waterstromen leveren met verschillende kwaliteit</li> <li>4. Gedifferentieerde verwerking van brine, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datacenters</li> <li>• Huizen</li> <li>• Dode Zee concept</li> <li>• Kerncentrale</li> </ul> </li> </ol>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geïntegreerde aanpak (water-energie-food <b>nexus</b>)</li> <li>• Profijt bij vele sectoren</li> <li>• Meer regie op gehele watersysteem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosten – dubbele infrastructuur</li> <li>• Complete systeemverandering</li> <li>• Inzet op innovatieve technologieën die nog niet uitgekristalliseerd zijn</li> </ul>
Impact / schokken omgeving		Samenwerking actoren / governance	Termijnen / planning
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Samenwerking nodig</li> <li>- Bijdrage aan energietransitie</li> <li>- Diepe grondwaterwinning heeft minste schokken</li> <li>- Met oplossing voor diep zijn we <b>toekomstbestendig</b></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Waterconversiebedrijf</b></li> <li>- Waterbanking: vraag en aanbod koppelen op basis van waterkwaliteit en lokaal aanbod</li> <li>- Consortium met industrieën &gt; misschien wel met een kerncentrale</li> <li>- Waterwet wordt watervoorzieningswet</li> </ul>	<p>Over 30/40/50 jaar veel bronnen verzilt – dan moet deze systeemverandering in werking zijn</p>
Score op flexibiliteitsaspecten			
Aanpassingsvermogen kwaliteit bron	(Aanpassingsvermogen) productiecapaciteit	Impact op omgeving	
<p><b>We maken water uit water en welk water maakt niet uit</b></p> <p>Ook met brine kunnen we differentiëren in kwaliteit (zouter dan de zee of minder zout dan de zee)</p>	<p>Flexibiliteit in schaalbaarheid (modulaire zuivering) – opvoeren productiecapaciteit zonder al te grote effecten</p> <p>Putinfrastructuur is statisch en de toepassing is flexibel</p> <p>Door verbondenheid met andere sectoren wordt het geheel meer flexibel</p>	<p>Goede toepassing van de brine vereist</p> <p>We nemen de hele omgeving mee en zoeken gezamenlijk naar oplossingen: zoals in onderzoeksproject COASTAR en KLIMAP.</p>	



F.2 Presentatie Ronde 1 - groep 2 Ondiepe stedelijke grondwaterwinning / Bronnenstad





We nemen jullie mee op reis naar de 22<sup>ste</sup> eeuw, op bezoek in de verticale stad:

#### De Bronnenstad: een Flexibele, Verticale Blauw-Groene Oase

- Op onze reis volgen we de natuurlijke weg van het stromende water
- Om te leven en beleven, fijn om te wonen werken, recreëren, prettig verblijven in de stad
- Een stad die ontworpen en gebouwd is binnen de draagkracht van het systeem
- Een stad waar je leeft met water teveel en water tekort: fluctuaties in waterbeschikbaarheid zijn een keuze geworden
- De stad levert een overvloed aan schone lucht, schoon water en schone energie

### **Aanpassingsvermogen productiecapaciteit**

De stad heeft wateraccu's (buffers) op meerdere dieptes

- Bovengronds (bergen) en Beleven: gebruik maken van stadsuiterwaarden
- Ondergrondse opslag- en voorraadvorming in de onttrekkingskegel (MAR: Managed Aquifer Recharge)
- Duurzame Brakwaterwinning

### **Aanpassingsvermogen kwaliteit bron**

- De bronnen blijven schoon want worden continu aangevuld met schoon water
- Oude verontreinigingen spoelen schoon en verdwijnen langzaam maar zeker
- De bescherming van de bronnen is gewaarborgd doordat het leven met water geïntegreerd is in de stedelijke omgeving

### **Drinkwaterwinning is ingebed in de omgeving**

Passend ontwerpen en bouwen met natuur in een stedelijke omgeving

- Een bio-diverse, water-inclusieve slimme stad zonder negatieve invloeden op landbouw en natuurgebieden
- Ecosysteemdiensten
- Klimaatbomen
- Stadsuiterwaarden
- Wadi's en sawah's
- Circulair, metabolisme, stromen, Cradle2Cradle
- Nature based solutions, building with nature
- Gradiënten, verschillende biotopen voor mens en dier, en evt ook soorten gebruik

F.3 Presentatie Ronde 1 – groep 3 Ondiepe grondwaterwinning landelijk: nieuwe waterlinie

Breaking news 20 April 2121

**De Telegraaf** 1 maart 2115  
 WEERK SPORT ENTERTAINMENT FINANCIEEL WISSEL

**Wederom jaar met grote overstromingen**



**de Volkskrant** 20 april 2121  
 200 Jaar

**Koningin Trix opent Nieuwe Waterlinie Vitens**



De kleindochter van oud-koning Willem-Alexander maakt rol als waterbeheerder waar, en opent op feestelijke wijze de nieuwe trots van Vitens



Waterlinie tegen drinkwatertekort

**De overstroomde rivier**

Realtime monitoring van waterkwaliteit op alle oude en opkomende stoffen in rivier



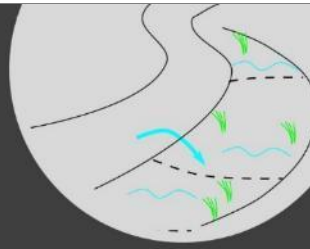
Hoe werkt het?  
 Samenwerking  
 0) Realtime monitoring van waterkwaliteit op alle oude en opkomende stoffen (satellite, drones, sensoren, PCR tests)




## Stap 1

Overstroming in rivier

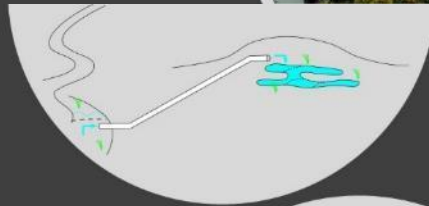
Toestroom naar overloopgebied met lage stroomsnelheid zoals bijv. Een oude rivierarm



1) Overstroming in bijvoorbeeld oude rivierarm met lage stroomsnelheid. Onder water bij hoog water. De nieuwe waterlinie tegen drinkwatertekort. Toestroom naar overloopgebied wat oude rivierarm is

## Stap 2

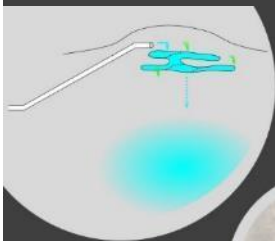
- Gedoseerde inname van water gekoppeld aan waterkwaliteitsmonitoring
- Flexibele keuze in zuiveringsstap, waarbij het water naar andere waterleiding gestuurd wordt (bijv. geen extra zuivering of helofytenfilter of zuiveringsscherm)



2) Gedoseerde inname gekoppeld aan waterkwaliteit monitoring. Automatische keuze in zuiveringsstap, waarbij het water naar andere waterleiding gestuurd wordt (bijv. geen extra zuivering of helofytenfilter of zuiveringsscherm)

## Stap 3

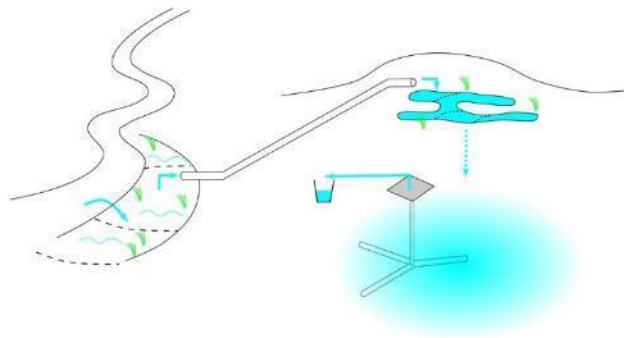
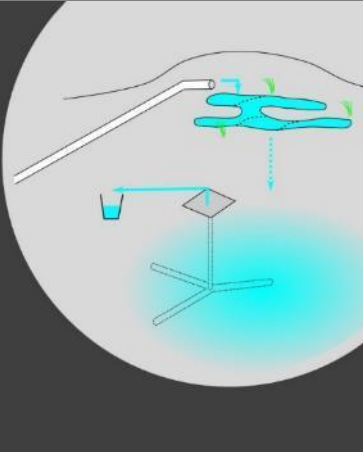
Flexibele infiltratie in ondergrond via reactieve bekkens (verschil in natuurlijke zuiveringsstappen) en wadi in een landschap om het grondwateraanbod te vergroten



3) Flexibele Infiltratie in ondergrond via reactieve bekkens (verschil in natuurlijke zuiveringsstappen) en wadi in een landschap om het grondwateraanbod te vergroten

## Stap 4

Ondiepe winning met horizontale buizen op een diepte net boven de SDL. Plek van onttrekking in horizontale put hangt af van watervraag



4) De ondiepe winning met horizontale buizen op een diepte net boven de SDL. Plek van onttrekking in horizontale put hangt af van watervraag CCL; kwaliteit is altijd geborgd ook al gebruik je 'overstromingswater' als eerste bron  
Vermindering schok wateroverlast  
Vermindering verdroging

Met dank aan de kleinkinderen van



**Deltares**  
Sophie Vermooten



**Deltares**  
Mark Niesten



**Vitens**  
Anne Immers



**KWR**  
Sija Stolberg



**Vitens**  
Tom Hoogland

### F.3.1 Bijlage: Overzicht van meekoppelkansen voor gebruiksfuncties oevergrondwater / oppervlaktewaterwinning

Gebruiksfunctie	Gebruik	Toelichting
Zwemplas/water speelparadijs	Recreatie	Een infiltratiegebied kan mogelijk gebruikt worden als zwemplas en/of speelparadijs. Menselijke aanwezigheid in een infiltratiegebied kan wel leiden tot biologische (denk aan E.coli) en chemische (denk aan stoffen uit zonnebrand) verontreinigingen. Daarnaast zal een zwemplas/speelparadijs met name in de zomermaanden druk bezocht worden, terwijl dit juist de maanden zijn waarin de waterstand mogelijk laag is.
Duingebieden	Recreatie	De westelijke drinkwaterbedrijven Dunea en PWN beheren duingebieden die talrijk zijn aan recreatie en ook functioneren als infiltratiegebied.
Rijke graslanden	Natuur / Extensieve landbouw	Dit type natuur kenmerkt zich door een grote verscheidenheid van verschillende kruiden en grassen. De aanwezigheid van de kruiden en grassen is afhankelijk van het type bodem en de vochtigheid. Dit zou ook eventueel gecombineerd kunnen worden met het houden van extensieve veeteelt. Overstromingsgrasland kan naast een grote verscheidenheid aan kruiden en grassen mogelijk ook verschillende watervogels herbergen.
Moerasachtige natuur en rietvelden	Natuur	Dit type natuur ontstaat op de grens van water en land. De begroeiing varieert van open water met riet of biezen tot wateren die dicht zijn begroeid met zeggen, riet en kruiden op tijdelijk droogvallende bodems. In moerasachtige gebieden kunnen rietvelden bestaan. Riet kan geoogst worden en gebruikt voor meerdere doeleinden. Belangrijk voor de rietgroei is enige aanvoer van voedingsstoffen via het water om ervoor te zorgen dat de bodem niet te zuur wordt. Riet kan een zuiverende werking hebben en daarmee de waterkwaliteit verbeteren.
Vochtige alluviale bossen	Natuur	Dit type natuur ontstaat in vochtige en natte gebieden en omvat bossen die direct of indirect onder invloed staan van beek- of rivierwater en soorten in dit type natuur gedijen dus goed in een natte omgeving. Alluviale bossen kunnen erg soortenrijk zijn. Mogelijk valt dit type natuur te combineren met gereguleerde houtoogst van soorten zoals wilg en zwarte els, welke ook goed gedijen in gebieden die periodiek droog kunnen staan (Geurts et al., 2019)
Houden van waterbuffels	Landbouw	Waterbuffels zijn robuuste dieren die goed gedijen op nat land, daarnaast leveren de dieren kwalitatieve producten, zoals mozzarella, ricotta, yoghurt en ijs. Waterbuffels zijn een alternatief voor koeien op natte gronden. Waterbuffelboerderijen zijn nog schaars in Nederland, het aantal boerderijen ligt iets boven de 10. Voorbeelden van waterbuffel boerderijen zijn D'n Buff in Boxtel en de Stoerderij in Son en Breugel, vlakbij Eindhoven. Nadeel van het houden van dieren in een infiltratiegebied is de mogelijke verontreiniging van water met nutriënten en andere verontreinigingen. Echter, het risico van dierlijke uitwerpselen op de microbiologische veiligheid van een drinkwaterwinning is gemitigeerd wanneer er binnen 2 meter van een winput geen toegang is voor de dieren (vanuit recent Vitens beleid).
Paludi cultuur (natte teelt)	Landbouw	Paludi cultuur is een relatief nieuwe vorm van landbouw geschikt voor gebieden met een hoge grondwaterstand. Verschillende gewassen gedijen goed in een natte omgeving, zoals lisdodde, veenmos, kroosvaren, riet, wilgen, maar ook cranberries en wilde rijst. De mogelijkheden van deze gewassen lopen uiteen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veenmos kan gebruikt worden als substraat voor groente- en/of bollenteelt (Van Gerwen, 2010);</li> <li>• Lisdodde, riet en wilgentenen kunnen gebruikt worden als bouw materiaal (Fritz et al., 2014; Bestman et al., 2019). ;</li> <li>• Lisdodde en kroosvaren kunnen gebruikt worden als veevoer (Van Gerwen, 2010; Bestman et al., 2019).</li> </ul> Lisdodde zuivert, net als riet, oppervlaktewater van fosfaat en stikstof (Geurts et al., 2017). Echter, verdampt riet meer water vergeleken met lisdodde (Mueller et al., 2005) en kan daardoor een minder geschikt gewas zijn om te plaatsen op locaties waar de droogte wordt tegengegaan.  Het Louis Bolk instituut onderzoekt momenteel de verdere toepassing van paludi cultuur gewassen als veevoer. Daarnaast wordt ook onderzoek uitgevoerd naar welke gewassen er het beste verbouwd kunnen worden op natte gronden en hoe deze het best geoogst kunnen worden.  De HAS Hogeschool heeft onderzoek gedaan naar een nieuwe afzetmarkt als alternatief voor fossiel veen (potgrond). Hiervoor is de business case op dit moment (net) sluitende te krijgen. Voor alle natte teelten geldt tot nu toe dat de om de verdienmodellen sluiten dat de markt zich moet ontwikkelen.

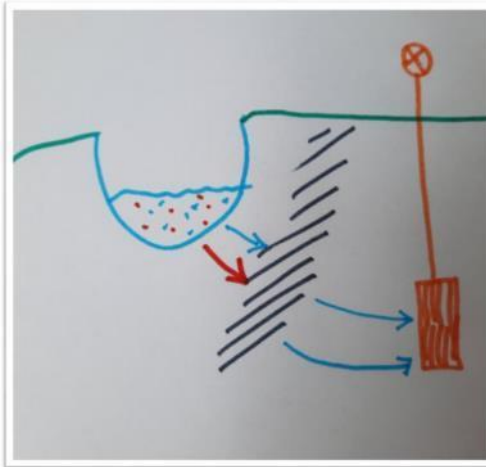
Gebruiksfunctie	Gebruik	Toelichting
		Dit kan bijvoorbeeld doordat overheden overstappen op bio-based bouwen met lokale grondstoffen. Voorwaarden voor die verdienmodellen is dat naast een verdere marktontwikkeling, de ecosystemendiensten (bijvoorbeeld biodiversiteit) worden beloont en de grondpositie worden ingezet.
Agroforestry, voedselbossen of plukbossen	Landbouw	<p>Agroforestry of boslandbouw is een landgebruikstelsel/landbouwsysteem waarbij het planten en actief beheren van bomen wordt gecombineerd met landbouw of veeteelt. Dat kan zowel grasland als akkerland zijn. Door betere nutriënthuishouding en hogere infiltratiesnelheid geeft de combinatie bomen en grasland betere resultaten als waterbeheerder, dan de combinatie bomen akkerbouw (Moors, 2021).</p> <p>Een voedselbos is een vorm van agroforestry gekenmerkt door onderhoudsarme, duurzame, plantaardige voedselproductie op basis van bosecosystemen, waarbij fruit- en notenbomen, struiken, vaste planten en klimmers geïntegreerd worden. Plukbossen zijn dan weer een vorm van voedselbossen waarbij het voedselbos is opgesteld voor publiek om vrij te plukken. Voedselbossen zijn dichter begroeit dan agroforestry en bestaan vaak uit meer soorten dan agroforestry systemen.</p> <p>Deze vormen van landbouw zijn weerbaarder in verschillende omstandigheden. Ze zorgen voor hogere organische stofgehalten in de bodem, meer doorworteling, sterkere capillaire werking en zijn daardoor over het algemeen beter in staat te overleven in extreem droge of extreem natte omstandigheden. Deze vormen van landbouw staan nog in de kinderschoenen. Omdat omvorming naar dit type landgebruik 8 jaar overgangstijd kost voordat de oogst wat oplevert, is de drempel nog hoog voordat boeren omschakelen naar dit systeem.</p>



## F.4 Presentatie Ronde 2 – groep 1 Oevergrondwater

### Ondergrondse natuurlijke zuiveringsmuur Een schokdemper

Sophie, Renske, Marjolein, Mark en Johannes



Het archetype

#### Uitdagingen archetype 2021

- Verontreinigd rivierwater
- Kortere reistijd dan grondwaterwinningen, daardoor kwetsbaarder voor directe invloeden
- Wisselende kwaliteit
- Verontreinigingen worden sneller aangevoerd, maar ook sneller afgevoerd
- Capaciteit afhankelijk van aanvoer



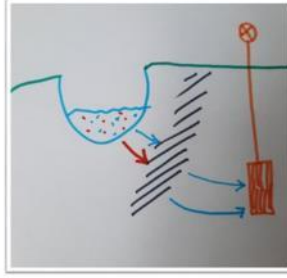
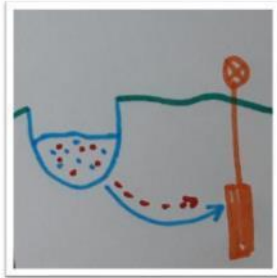
#### Uitgangssituatie archetype 2050

- Schoon rivierwater
- Bronaanpak industrie
- Risico vooral calamiteiten

## Het concept

### Zuiverende muur

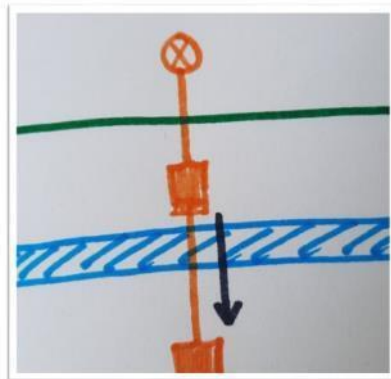
- Voordeel afbraak tov afvang
- Terug naar natuurlijke rivier, gradienten



## events

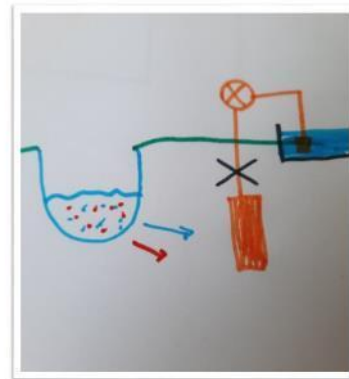
### Lage afvoer

- Te hoge concentratie verontreiniging dan uitzetten
- hoge onttrekken en aanzetten
- diepe onttrekking



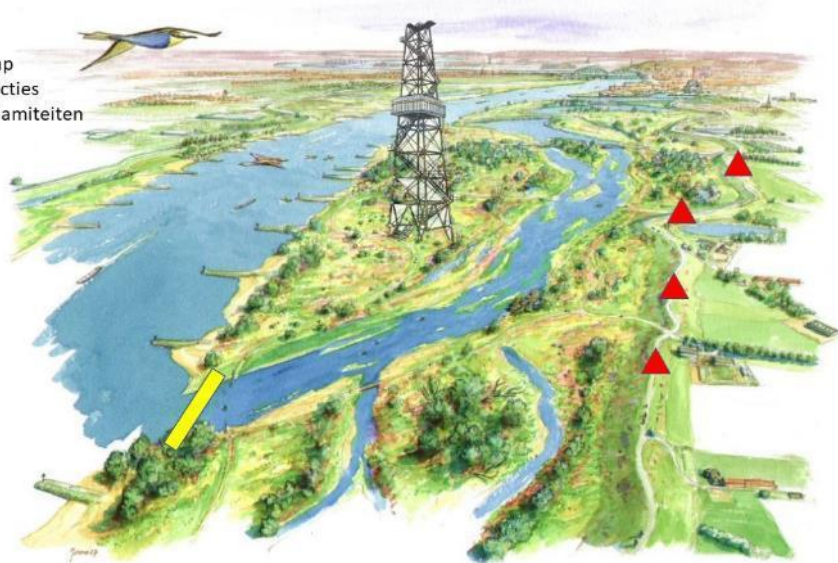
### Calamiteit

- Tijdelijk dieper winnen
- Na calamiteit terug spoelen




**synergie**

- Divers landschap
- Combinatie functies
- Flexibel met calamiteiten



## F.5 Presentatie Ronde 2 – groep 2 Oppervlaktewater met bekken

### De reis vanaf het eiland Ghyben Herzberg



Klassiek spaarbekken

Groot oppervlak en volume relatief klein



Kunstmatig eiland als spaarbekken?

Klein oppervlak en volume relatief groot



N Z

ZOUT

ZOET (GROND)WATER



Kansrijk? Ja  
Proven Tech? Ja  
Tijdschaal: +100j

Zijn duinen optimaal benut?

Potenties voor verziltend nederland? Ja

Veel onzekerheden? ja

Omdenken klassiek spaarbekken?

### Bodempassage

### Oppervlaktewaterwinning met spaarbekken



Hoe kan het wel?

- 1: Waterinname
- 2: Eerste spaarbekken
- 3: Tweede spaarbekken
- 4: voorzuivering
- 5: Infiltratie in bodem
- 6: Onttrekking
- 7: Nabehandeling
- 8: Leidingnet

### Het concept



Specs: 16 Mm<sup>3</sup> met 4 Mm<sup>3</sup> buffervoorraad

Is al veel over nagedacht. Meestal strandt dit oplossingsconcept op het ruimtebeslag én de onmogelijkheid van functiecombinaties

### Visualisatie bekken 1

Opschaalbaar en onafhankelijk van seizoenen

### Visualisatie bekken 2

Mogelijkheden voor energie zelfs geothermie

### Visualisatie Infiltratiebekken en puttenveld

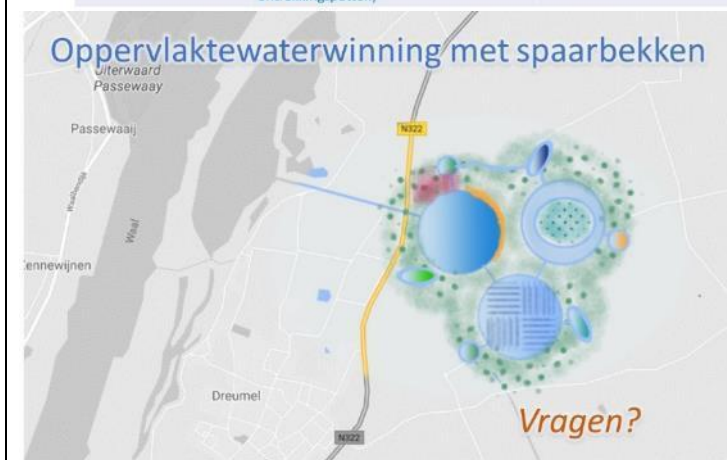
Beschermd puttenveld, gesloten watersysteem en geen effect op de omgeving  
Flexibiliteit-  
Opschaalbaarheid-



Mogelijkheden voor Spin-Off . Nieuwe inrichting. Functiestapeling. Toekomst voor de landbouw. Circulaire hub.

### Vergelijking met oeverwinning

	Oppervlaktewater + spaarbekken	Oevergrontwaterwinning
Ruimtebeslag en opschaalbaarheid	Door functiecombinatie is ruimtebeslag neutraal (tot positief) voor omgeving (wonen, werken, energie, natuur, voedsel, recreatie) Opschaalbaar door extra bassin zonder meer effect op omgeving	Relatief klein, alleen puttenveld en zuiveringsgebouw  Moelijk opschaalbaar vanwege cumulatief effect grondwaterpeil
Effecten op omgeving	Nihil	Droogteschade
Klimaatrobuustheid en Flexibiliteit	Helpt om pieken af te vangen Benut optimaal waterbeschikbaarheid Bij droogte kunnen andere winningen tijdelijk gereduceerd. Deze vangt het op. 2 meter peilvariatie in spaarbekkens = 3 maanden drinkwater	Gevoelig voor droge zomers
Kwetsbaarheid bij calamiteit	Zeer goed. 3 maanden kunnen worden overbrugt	Trekt verontreiniging in de bodem, geen buffer voor overbrugging
Vergrijzing van het grondwater	Wordt volledig voorkomen	Significant
Beschermingsgebied	Waterwingebied (alleen infiltratiegebied en ontrekkingsputten)	Waterwingebied plus 25 jaars zone

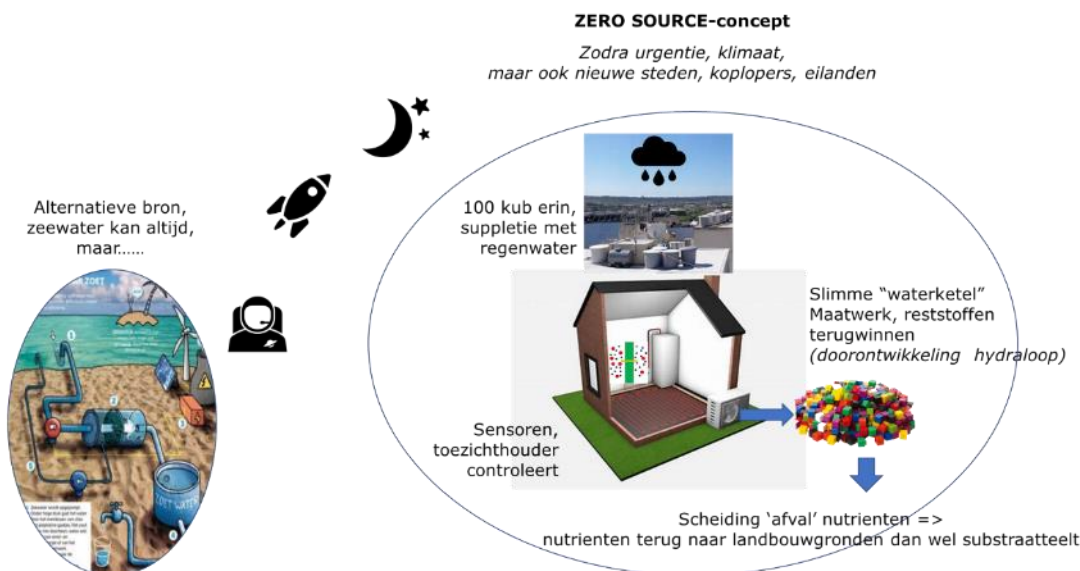


## F.6 Presentatie Ronde 2 – groep 3 Alternatieve bron evt. met bekkens / zersource

Dé alternatieve bron = geen bron

We kijken naar de toekomst, naar een extreem toekomstscenario....

Wij gaan voor de  
person on the moon:  
een innovatieconcept



### Toelichting oplossingsconcept :

Per huis volledig circulair. 100 kub start per huis. Suppletie van regenwater. Er blijft een back-up met standby grondwaterputten. We scheiden drinkwater, huishoudwater. Elk huis heeft een slimme waterketel. Het is maatwerk in je huis. Slimme sensoren houden de kwaliteit in de gaten. De ketel werkt met membranen, UV om ook pathogenen te filteren. De reststromen worden afgewikkeld, worden in blokjes afgevoerd (=doorontwikkeling hydraalooop systeem). Deze (de nutriënten) worden hergebruikt voor landbouw, of straatateelt. Qua samenwerking actoren/governance. Het drinkwaterbedrijf verandert van rol, wordt meer een kwaliteitsbeheerder, toezichthouder. Het waterbedrijf handhaaft en zorgt voor kwaliteitsborging. Er komt een organisatie die snel bij je is als er storing is. Wel moet je wet- en regelgeving aanpassen.

### Waarom dit extreme oplossingsconcept:

Je hebt als alternatieve bronnen: zeewater daar heb je altijd genoeg van, maar ook regenwater, effluent, je kunt het inkopen, etc. daar kun je van alles voor verzinnen, maar wij hebben gekozen voor een moonshot, een person on the moon, en daarom voor dit extreme innovatieconcept. We hebben ons daarbij laten inspireren door ruimtereizen, waar circulariteit ook heel belangrijk is. Dit oplossingsconcept past goed bij de stad van de toekomst, maar elementen zijn nu al toepasbaar voor bijvoorbeeld aride gebieden, eilanden, of denk aan koploperprojecten, mensen die off the grid willen, je zou het zelf als kunnen meekoppelen met de energietransitie.

**Aandachtspunten zijn:** duurzaamheid, kwetsbaarheid hacks, volksgezondheid, daar hebben we goed naar gekeken bijvoorbeeld door innovatieve oplossingen met sensoren

### De voordelen zijn legio:

- Het is klimaatrobuust
- weinig geen transport
- innovatief door gebruik van sensoren
- koppeling water- en nutriëntenkringloop
- het oplossingsconcept draagt bij aan waterbewustzijn burgers
- vuilwaterstroom ingeperkt, waterzuiveringsbehoefte centraal vervalt
- weinig invloed omgeving

### Waarom is dit oplossingsconcept flexibel?

Je hebt het losgekoppeld van het watersysteem, waardoor de drinkwaterwinning flexibeler is. Waterschap, provincies worden zgn. "ontkoppeld" er is geen concurrentie meer in het watersysteem. De landbouw kan het water uit watersysteem gebruiken...

<b>aanpassingsvermogen</b>	<b>aanpassingsvermogen</b>	<b>schokken op de omgeving:</b>
<b>kwaliteit bron:</b> -hoeft niet regenwater constant -afhankelijk van circulatie en zuivering in het systeem, back up nodig voor als het mis gaat	<b>productiecapaciteit:</b> -opvangen extreme waterschaarste -circulair, lekverliezen neerslag lokaal opvangen in buffer voor suppletie	geen schokken op de omgeving. weinig tot geen invloed op omgeving buffer die neerslag bij de huizen houdt zorgt ervoor dat de rivieren (Maas) niet door de RWZI gevoed wordt in de zomer grondwaterstand positieve impact, florerende grondwaterafhankelijke natuur positief nutriblokjes voor substraatlandbouw





Stefan Jansen Deltares



Gijsbert Cirkel KWR



Jelle van Sijl Vitens



Jip Welkers Vitens

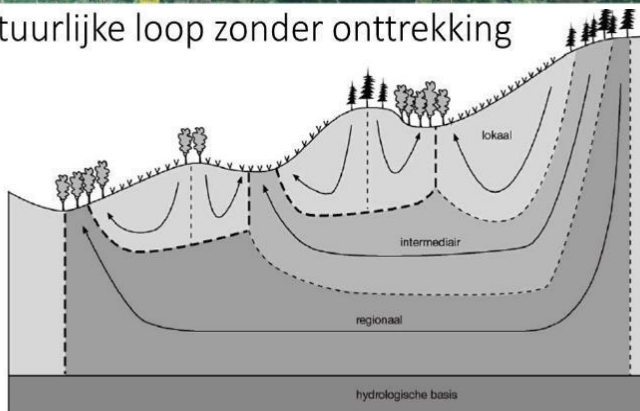
## Probleemstelling

Natuur, landbouw en drinkwater snoepen van elkaars watervoorraad: conflicterende belangen

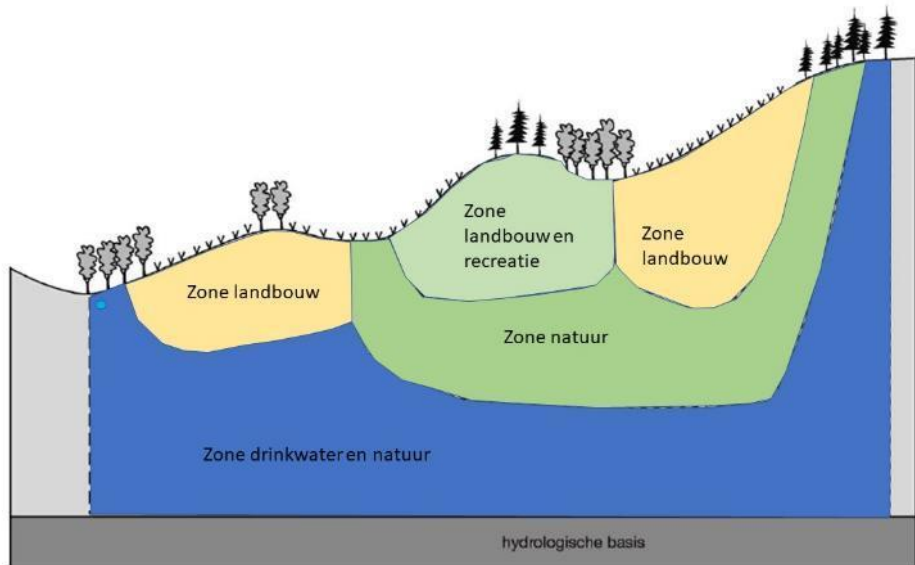
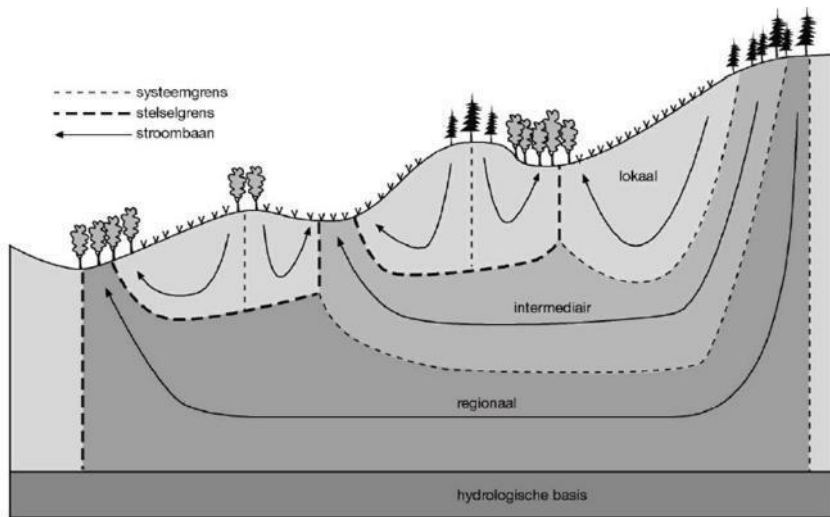
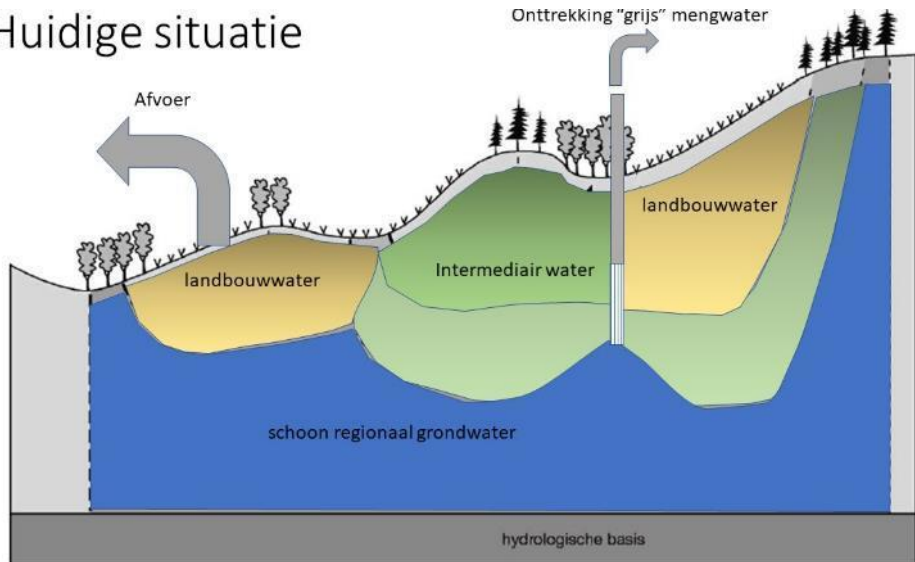
Vergrijzing & vermenging



## Natuurlijke loop zonder onttrekking

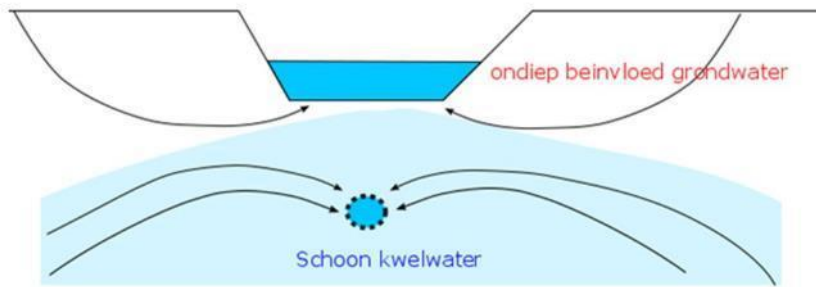


# Huidige situatie



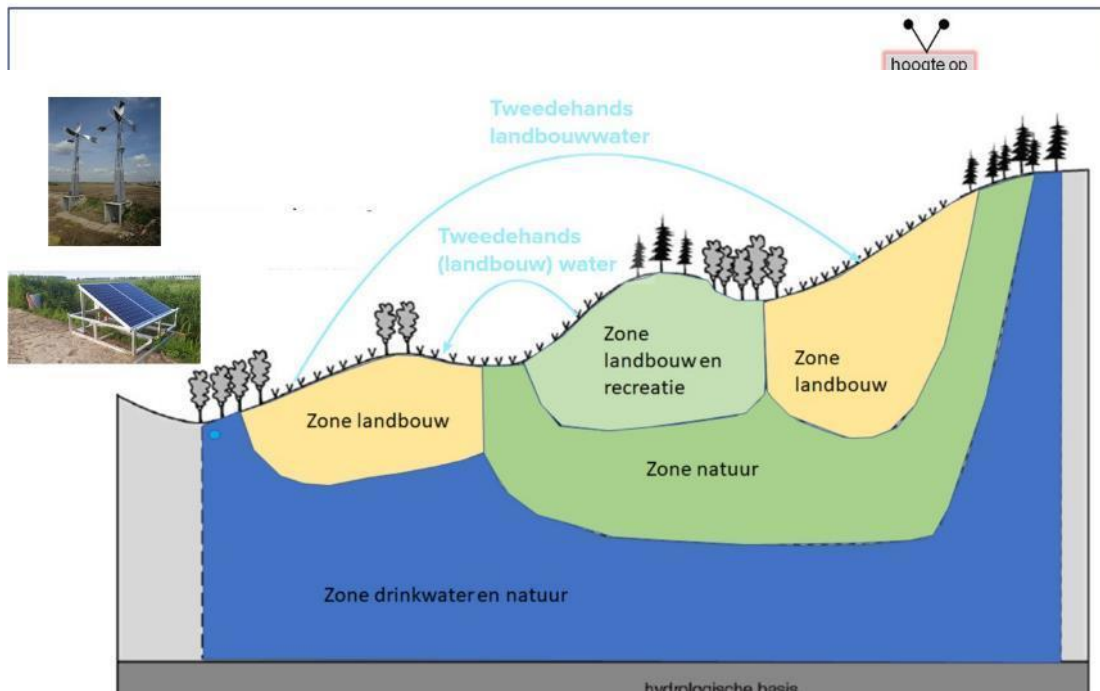
## Drinkwaterwinning

Ditfuus oogsten van kwelwater onder waterlopen in polders en beekdalen

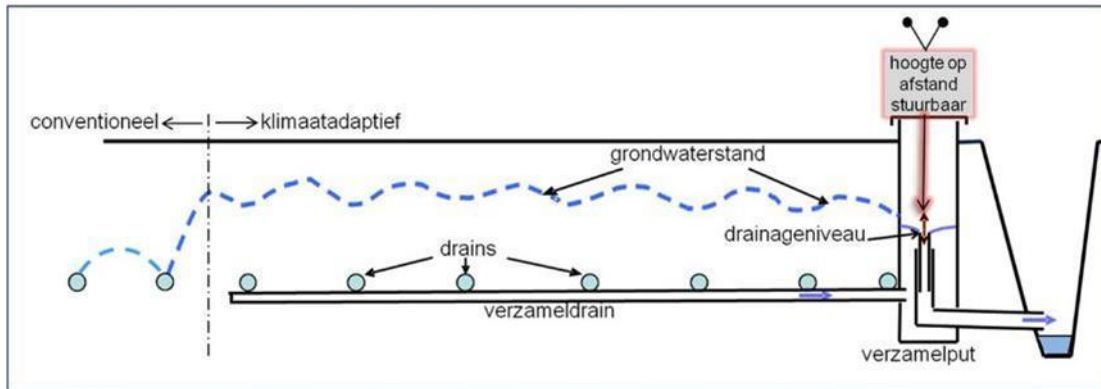


- Meer natuurlijke waterstroming (geen gedwongen stroming)
- Minder menging van watersoorten
- Minder impact op omgeving
- Lager energieverbruik door stroming onder natuurlijk verhang
- Water met langere verblijftijden (microbiologisch veilig)

## Klimaatadaptieve drainage voor landbouw



## Klimaatadaptieve drainage voor landbouw



Voordelen 

Natuur beschermd

Afstappen van grote kegel en menging

Afromen van schone waterstromen

Diffuus winnen > geen effecten van de waterwinning

Grootschalige en kleinschalige toepassingen



# Samenwerken met stakeholders



## What's in it voor de boer?

- Jaarrond water
- Controle over eigen stromen
- Geen verdrogende effecten meer van drinkwateronttrekking



## What's in it voor de natuur?

- Geen verdrogende effecten meer van drinkwateronttrekking
- Voldoende en schoon water, geen vermenging meer met landbouwwater

### Stappenplan

1. In kleinschalig waterstroomgebied mee beginnen en uittesten
2. Afspraken maken met de burens over onttrekkingsdebieten
3. Iedere zone bepaalt zelf de gewenste kwaliteit
4. Eventueel inbrengen van waterstromen hoger in het gebied

PRESENTATIECANVAS			
CONCEPTUELE VISUALISATIE	BESCHRIJVING ONTWERP / CONCEPT	VOORDELEN	NADELEN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Scheiding in waterkwaliteit</b></li> <li>- <b>Uitgaan van bodem- en watersysteem voor landinrichting</b></li> <li>- voorkomen dat grijs water ontstaat</li> <li>- Kwaliteitsoverschot benutten</li> <li>- Windenergie overschotten gebruiken (flexibele energiemarkt benutten)</li> <li>- Veilig alternatief - robuuste bekken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Juiste kwaliteit en juiste hoeveelheid op de juiste plek op het juiste moment</b></li> <li>- voorkomen van verzorging van het grondwater</li> <li>- Zowel klein als grootschalig te implementeren</li> <li>- Echt schone gebieden voor natuur en drinkwater: geen vermenging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Complexer door ingewikkeld actorenspel</b></li> <li>- Grote transportafstanden (bij grootschalige systemen)</li> <li>- Minder centraal winnen betekent minder eenvoudige bronbescherming</li> </ul>
	<p><b>Impact op de omgeving</b></p> <p>Dit concept is dé <b>stabile basis</b> onder kwetsbaar risicovol en onbetrouwbaar oevergrondwater of oppervlaktewater als bron</p>	<p><b>SAMENWERKING ACTOREN GOVERNANCE</b></p> <p>Governance is</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>adaptief</b>, meegroeit met veranderingen</li> <li>- <b>gebaseerd op het watersysteem</b></li> <li>- gericht op <b>verbindende belangen</b></li> <li>- met afhankelijkte van bestuurlijke grenzen</li> <li>- op basis van (recht)gebruiksrecht wat is vastgelegd in de blockchain</li> </ul> <p>Natuurpartijen als <b>bondgenoten</b> Waterwinstromen moeten ook flexibiliseren</p>	<p><b>TERMIJNEN / PLANNING</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basis kan <b>technisch snel gerealiseerd</b> worden (ca 10 jaar)</li> <li>- Daarna <b>adaptief blijven aanpassen</b> op basis van behoeften</li> </ul>
<p><b>SCORE OP FLEXIBILITEITSASPECTEN</b></p>	<p><b>(AANPASSINGSVERMOGEN) PRODUCTIECAPACITEIT</b></p> <p>Meer flexibiliteit door <b>vergroten berging, vasthouden en benutten overschotten</b> andere gebruikers (waterrotonde)</p>	<p><b>IMPACT OP OMGEVING</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Positieve impact</b> op de omgeving</li> <li>- <b>Geen onttrekkingskegels</b> meer: benodigde hoeveelheid water winnen verspreid over een groter gebied</li> <li>- Water oogsten met <b>landschappelijk ingepaste duurzame energie-opwekking</b></li> </ul>	
<p><b>AANPASSINGSVERMOGEN KWALITEIT BRON</b></p> <p>Meer flexibiliteit door gebruik te maken van <b>verschillende eisen aan waterkwaliteit en kwantiteit</b> verschillende gebruikers</p>			

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](http://www.deltares.nl)