



Tauw



Regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning Gelderland

'In gesprek met het grondwater'

30 januari 2020



Verantwoording

Titel	Regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning Gelderland
Opdrachtgever	Provincie Gelderland
Projectleider	Martijn Mekkink
Auteur(s)	Mariska Overbeek – te Vaarwerk, Meinie Naus, Ed Beije, Hendrik Kok
Projectnummer	1265164
Aantal pagina's	137
Datum	30 januari 2020
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

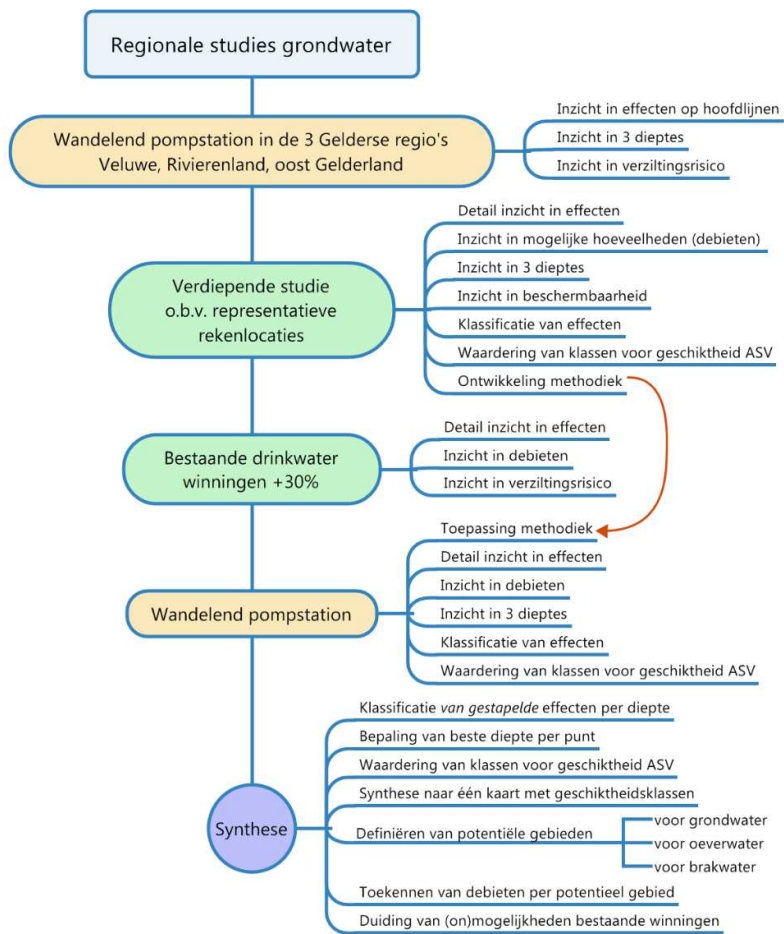
Tauw bv
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
T +31 57 06 99 91 1
E info.deventer@tauw.com

Samenvatting

Aanleiding, doel en proces

In het kader van de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) heeft het Rijk de provincies gevraagd om Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) grondwater voor de drinkwatervoorziening aan te wijzen en vast te leggen. Deze voorraden zijn bedoeld voor het veiligstellen van de drinkwatervoorziening op de middellange termijn (2040), waarbij rekening is gehouden met een grote vraaggroei. In een extreem scenario groeit de vraag op landelijke schaal met 30 % tot 2040. In dit scenario is in Gelderland 45 Mm³/jr extra vergunningsruimte nodig voor het drinkwaterbedrijf. Provincie Gelderland zoekt daarom naar 45 Mm³/jr extra water. De ASV-gebieden zijn reserveringsgebieden. Het gaat nog niet om nieuwe drinkwaterwinningen. De ASV-gebieden zullen naar verwachting in 2021 in de provinciale Omgevingsverordening worden opgenomen. Hiervoor is de provincie gestart met een plan-m.e.r.-procedure. Ter onderbouwing van de mogelijkheden voor het winnen van drinkwater uit grondwater zijn regionale studies uitgevoerd voor de drie regio's Rivierengebied, Oost Gelderland en Veluwe.

In de regionale studies grondwater zijn eerst provinciebreed de mogelijkheden voor drinkwaterwinning verkend met behulp van een wandelend pompstation. Vervolgens is ingezoomd op een aantal representatieve locaties. De werkwijze voor het toetsen van effecten van waterwinning die hierbij is ontwikkeld, is daarna weer toegepast op de resultaten van het wandelend pompstation. Het provinciebrede beeld dat hieruit volgt is vertaald naar mogelijke ASV-gebieden. In figuur 0.1 zijn de stappen uit de regionale studies grondwater schematisch weergegeven.



Figuur 0.1 Schematisch overzicht van de processtappen in de regionale studies grondwater

Disclaimer

Er is in deze studie veel aandacht besteed aan de kwaliteit van de berekeningen, de data en de uitgangspunten en dit is ook met stakeholders besproken. Het regionale karakter van deze studie en de daarbij gebruikte rekenmethoden lenen zich niet voor het doen van uitspraken over lokale situaties.

De studie levert een ruimtelijke differentiatie op van de effecten van een standaard grondwaterwinning en een standaard oevergrondwaterwinning. Op basis van deze ruimtelijke differentiatie zijn potentiële gebieden geselecteerd die als bouwsteen dienen voor het Milieueffectrapport (MER). Besluitvorming over de ASV-gebieden vindt pas plaats na het gereedkomen van het MER en na de inspraak daarop (voorjaar 2021).

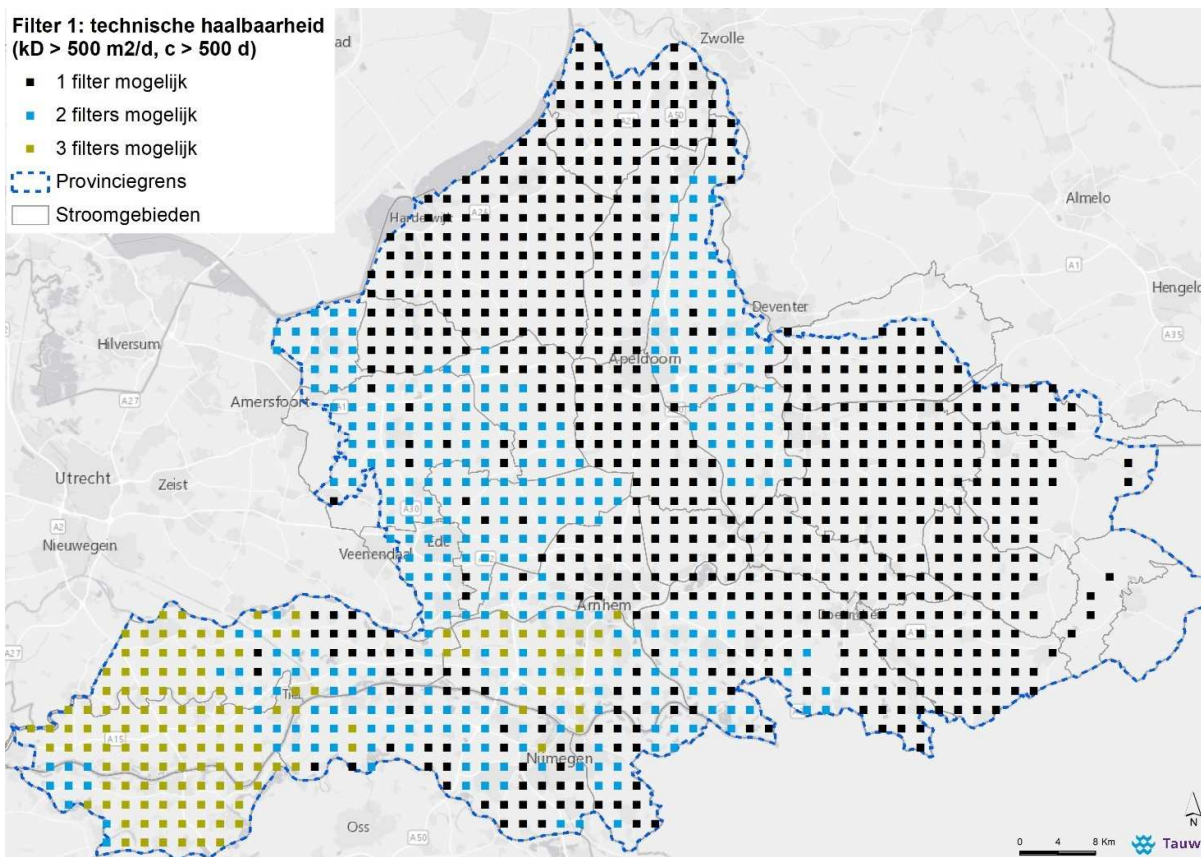
De studie is uitgevoerd in het kader van een plan-m.e.r. procedure. Voordat in een ASV-gebied een daadwerkelijke grondwaterwinning kan worden gestart, moet ook nog een project-m.e.r. voor het bepalen van de locatie worden gedaan als basis voor een vergunningsprocedure in het kader van de Waterwet.

Noch de inhoud van deze studie, noch de ruimtelijke vertaling daarvan is bestuurlijk bekrachtigd. Indien deze rapportage in een andere context buiten het ASV-traject wordt gebruikt, vraagt provincie Gelderland om deze disclaimer er altijd bij te voegen.

Het doel van de regionale studies grondwater is om feitelijke informatie te verzamelen over de mogelijkheden en effecten van het winnen van (zoet) grondwater. Daarbij geven we aan in welke gebieden meer of minder effecten op belangen optreden bij het onttrekken van een vergelijkbare hoeveelheid grondwater. Het resultaat is een kaart met een klasseindeling naar effecten van het winnen van grondwater. De effecten zijn in beeld gebracht ten opzichte van een referentiesituatie waarin sprake is van een gemiddelde grondwatersituatie en van volledige benutting van de huidige vergunningsruimte door alle bestaande drinkwateronttrekkingen. Het resultaat geeft daarmee alléén de effecten van een extra grondwateronttrekking weer. Het geeft géén inzicht in, of oordeel over de effecten van bestaande winningen.

Fase 1 – Brede verkenning

In de eerste fase van de regionale studies zijn de technische mogelijkheden voor grondwaterwinning in beeld gebracht met behulp van een zogenaamd wandelend pompstation. Over heel Gelderland zijn in een raster van 2 bij 2 km fictieve winningen doorgerekend. Hiervoor is gebruik gemaakt van de regionale grondwatermodellen MORIA (Rivierengebied), AMIGO (Oost Gelderland) en AZURE (Veluwe). In delen van Gelderland is maar één watervoerend pakket beschikbaar waaruit water kan worden gewonnen. In andere delen zijn dit meerdere pakketten (zie figuur 0.2). Met de modellen is aan de hand van vooraf gekozen randvoorwaarden automatisch bepaald waar het watervoerende pakket geschikt is voor het winnen van grondwater.



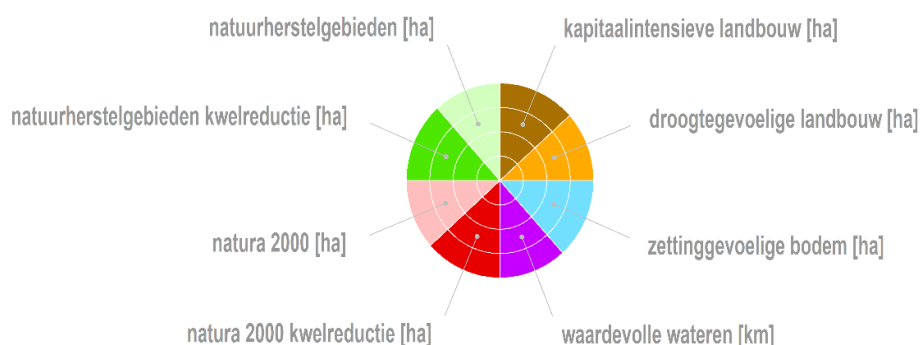
Figuur 0.2 Technische mogelijkheden voor het winnen van grondwater op 1 (zwart), 2 (blauw) of 3 (groen) onttrekkingsdieptes

Voor alle rasterpunten en filterdieptes is een standaard grondwateronttrekking doorberekend. Vervolgens is een eerste effectbeoordeling uitgevoerd op landbouw en natuur. Deze effectbeoordeling is gebruikt om samen met de studiegroepen representatieve gebieden aan te wijzen. Dit zijn nadrukkelijk niet de 'beste' gebieden voor grondwaterwinning, maar gebieden die een goede representatie geven van effecten van grondwaterwinning in een deelgebied. Binnen deze deelgebieden zijn rekenlocaties gekozen. Door te kiezen voor representatieve locaties in plaats van de 'beste' locaties, ontstaat breed inzicht in de consequenties grondwaterwinning voor de betrokken belangen.

Fase 2 en 3 – Detailinformatie rekenlocaties

Voor de in fase 1 gekozen rekenlocaties zijn gedetailleerde berekeningen uitgevoerd. Elke locatie is drie keer doorberekend, steeds met een andere combinatie van debiet en onttrekkingsdiepte. Deze manier van werken geeft inzicht in de gevoeligheid van het gebied voor variatie in debiet en diepte. De doorberekende combinaties van debieten en onttrekkingsdieptes zijn in samenspraak met de studiegroepen bepaald.

Vervolgens zijn voor de uitkomsten van de drie rekenrondes de effecten bepaald op een groot aantal thema's in de categorieën natuur, landbouw, bodemdaling en beschermbaarheid. De effecten van de meest relevante thema's zijn weergegeven in taartpuntkaarten (zie legenda in figuur 0.3). Hierin zijn de effecttoetsingen vertaald naar een relatieve klasseindeling op basis van percentielen. De percentielklassegrenzen zijn bepaald op de dataset van heel Gelderland. De effecten op verschillende rekenlocaties kunnen daarmee snel met elkaar worden vergeleken, zowel binnen een regio als tussen de regio's onderling.



Figuur 0.3 Legenda taartpuntkaarten

Fase 4 – Mogelijkheden voor mitigatie

In een expertsessie met hydrologen van de drie betrokken waterschappen, Vitens en provincie is een groslijst van mitigatiemogelijkheden samengesteld en op haalbaarheid getoetst. De mitigatiemogelijkheden die voor grote delen van provincie perspectief bieden, zijn op kaart weergegeven.

Met de studiegroepen is per regio een keuze gemaakt voor twee manieren van mitigeren, die voor geschikte rekenlocaties zijn doorgerekend. De effecten van de winning met en zonder mitigatiemaatregelen zijn met elkaar vergeleken om inzicht te krijgen in de effectiviteit van de mitigatiemaatregel. Dit leidt op hoofdlijnen tot de volgende conclusies:

- Maatregelen die gebaseerd zijn op seizoensgebonden winning (ASR, T-winning¹), zijn alleen kansrijk in systemen met snel systeemherstel. Uit de berekeningen blijkt dat op de Veluwe en in de regio Oost Gelderland het grondwatersysteem te traag reageert of niet snel genoeg herstelt om dit soort maatregelen succesvol in te zetten
- In gebieden waar voldoende wateraanvoer is, zijn per definitie mogelijkheden voor effectieve mitigatie (peilopzet, infiltratie). Bij het realiseren van extra wateraanvoergebieden, en daarmee introductie van gebiedsvreemd water, is de waterkwaliteit een aandachtspunt. Daarnaast kan klimaatverandering in de toekomst leiden tot beperkingen in de beschikbaarheid van water in (extreem) droge periodes

¹ Zie begrippenlijst in bijlage 1

- In gebieden met vrij afwaterende watergangen (Oost Gelderland, Veluwe) kunnen de effecten van grondwaterwinning worden gemitigeerd door de afvoer te verminderen en/of te vertragen. Hiermee wordt het water langer in het gebied vastgehouden. Deze maatregel is ook geschikt om effecten van klimaatverandering te compenseren

Fase 5 – Synthese

De uitgevoerde (reken)stappen leveren een enorme hoeveelheid data op. In fase 5 is deze veelheid aan data vertaald naar een samenvattend kaartbeeld. Hiervoor zijn de relatieve klasseindeling van 5 klassen (de percentielen) uit de taartpuntkaarten (zie fase 2 en 3) vertaald naar een rangschikking voor alle thema's. Voor de thema's Natura 2000, natuur in herstelgebieden en waardevolle wateren is een strengere rangschikking aangehouden dan voor de overige thema's (zie figuur 0.4). Hiermee is invulling gegeven aan het vigerende prioritaire beleid van deze thema's.

	Natura2000	Natuurherstel- gebieden en waardevolle wateren	Overige thema's
0			
P0-P10			
P10-P50			
P50-P80			
P80-P100			

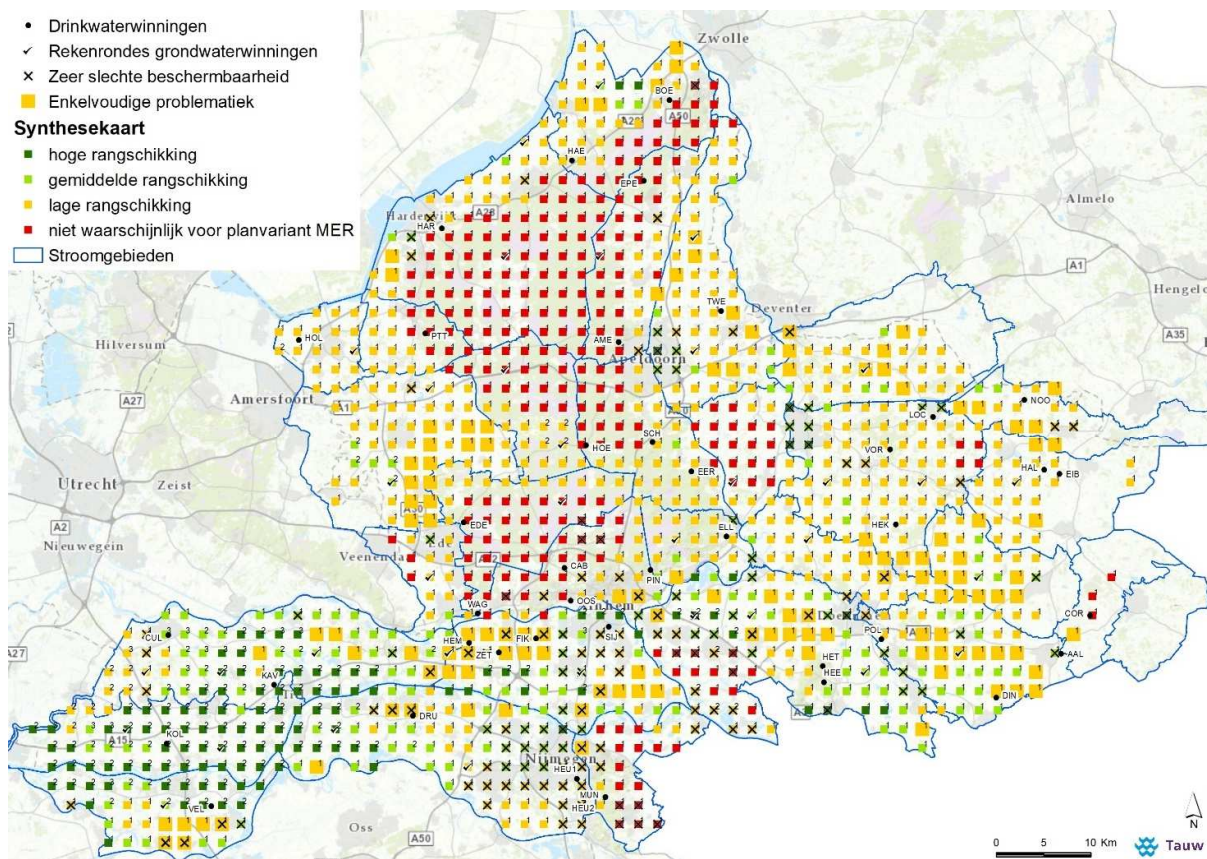


- Geen effect
- Hoge rangschikking
- Gemiddelde rangschikking
- Lage rangschikking
- Niet waarschijnlijk voor planvariant MER

Figuur 0.4 Vertaling van relatieve klasseindeling naar rangschikking (P0-P10 = score tot het 10^e percentiel van de dataset, P10-P50 = score tussen het 10^e en 50^e percentiel van de dataset, P50-P80 = score tussen het 50^e en 80^e percentiel van de dataset en P80-P100 = score boven het 80^e percentiel van de dataset)

Vervolgens is de rangschikking van alle thema's gecombineerd tot een rangschikking voor drie overkoepelende invalshoeken: landbouw, natuur en bodemdaling. In samenspraak met de studiegroepen is bepaald welke thema's per invalshoek zijn meegewogen. De drie invalshoeken zijn daarna gecombineerd tot een overall rangschikking. Bij het combineren van rangschikkingen (zowel voor de drie invalshoeken als voor de overall rangschikking) is steeds het slechts scorende thema of invalshoek bepalend voor de overall rangschikking.

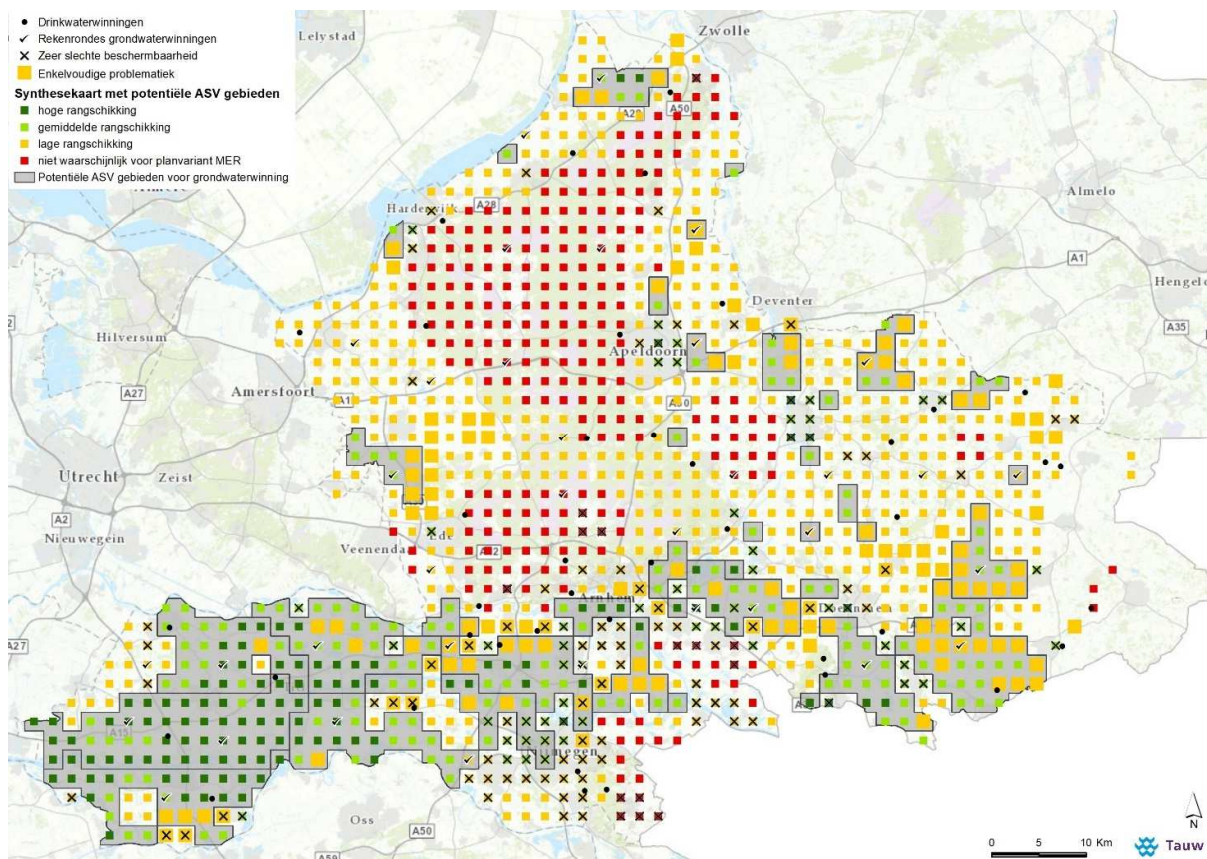
De beschreven systematiek is afgeleid op basis van de resultaten van de rekenlocaties uit fase 2 en 3, waarbij getoetst is of de methode tot herleidbare en logische resultaten leidt. De resultaten van de rekenlocaties geven bovendien informatie over het meest gunstige debiet en/of onttrekkingsdiepte. Vervolgens is dezelfde systematiek toegepast op de resultaten van het wandelende pompstation uit fase 1. De resultaten van het wandelende pompstation geven een gebiedsdekkend beeld van de rangschikking voor maximaal 3 onttrekkingsdieptes (zie figuur 0.2). De resultaten van de verschillende onttrekkingsdieptes zijn samengevoegd op één synthesekaart, waarop de hoogste rangschikking per locatie gepresenteerd is (met andere woorden, de filterdiepte waarop een standaardonttrekking de minste effecten heeft, zie figuur 0.5).



Figuur 0.5 Synthesekaart waarop per rasterpunt de onttrekkingsdiepte met de hoogste rangschikking is weergegeven. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek en locaties die zeer slecht score op beschermbaarheid zijn met een kruisje doorgestreept. In de kaart zijn ook de bestaande drinkwaterwinningen (punten) en de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)

Deze synthesekaart is gebruikt om gebieden te definiëren die in potentie kunnen worden gereserveerd als ASV. Hierbij zijn alle punten meegenomen die een hoge of gemiddelde rangschikking hebben en de punten die een lage rangschikking hebben op basis van één thema of invalshoek (enkelvoudige problematiek²). De laatste keuze is gemaakt vanuit de gedachte dat effecten op één thema nog te mitigeren zijn, terwijl effecten op meerdere thema's een gebied ongeschikt maken voor reservering als ASV. Tot slot is een check op het thema beschermbaarheid uitgevoerd. Locaties met een lage rangschikking op beschermbaarheid zijn afgevalen. Dit heeft geresulteerd in de potentiële ASV-gebieden zoals weergegeven in figuur 0.6.

² 'Enkelvoudige problematiek' is gedefinieerd als locaties met een lage rangschikking op basis van de invalshoek landbouw, de invalshoek bodemdaling of het thema NNN-natuur (verlagingen). Voor natuur is nadrukkelijk niet de invalshoek als criterium gebruikt omdat een lage rangschikking op Natura 2000, natuurherstelgebieden, waardevolle wateren of kwelreductie als niet acceptabel of mitigeerbaar wordt gezien



Figuur 0.6 Synthesekaart met daarop de begrenzing van potentiële ASV-gebieden. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek en locaties die zeer slecht scoren op beschermbaarheid zijn met een kruisje doorgestreept. In de kaart zijn ook de bestaande drinkwaterwinningen (punten) en de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)

De informatie uit de rekenlocaties is gebruikt om aan de potentiële ASV-gebieden debieten toe te kennen. Het totale debiet dat beschikbaar is voor grondwater onttrekking in de potentiële ASV-gebieden bedraagt 72 à 93 Mm³/jr. Per gebied zijn de debieten en relevante gebiedskenmerken gerapporteerd als bouwstenen voor de alternatieven van het MER.

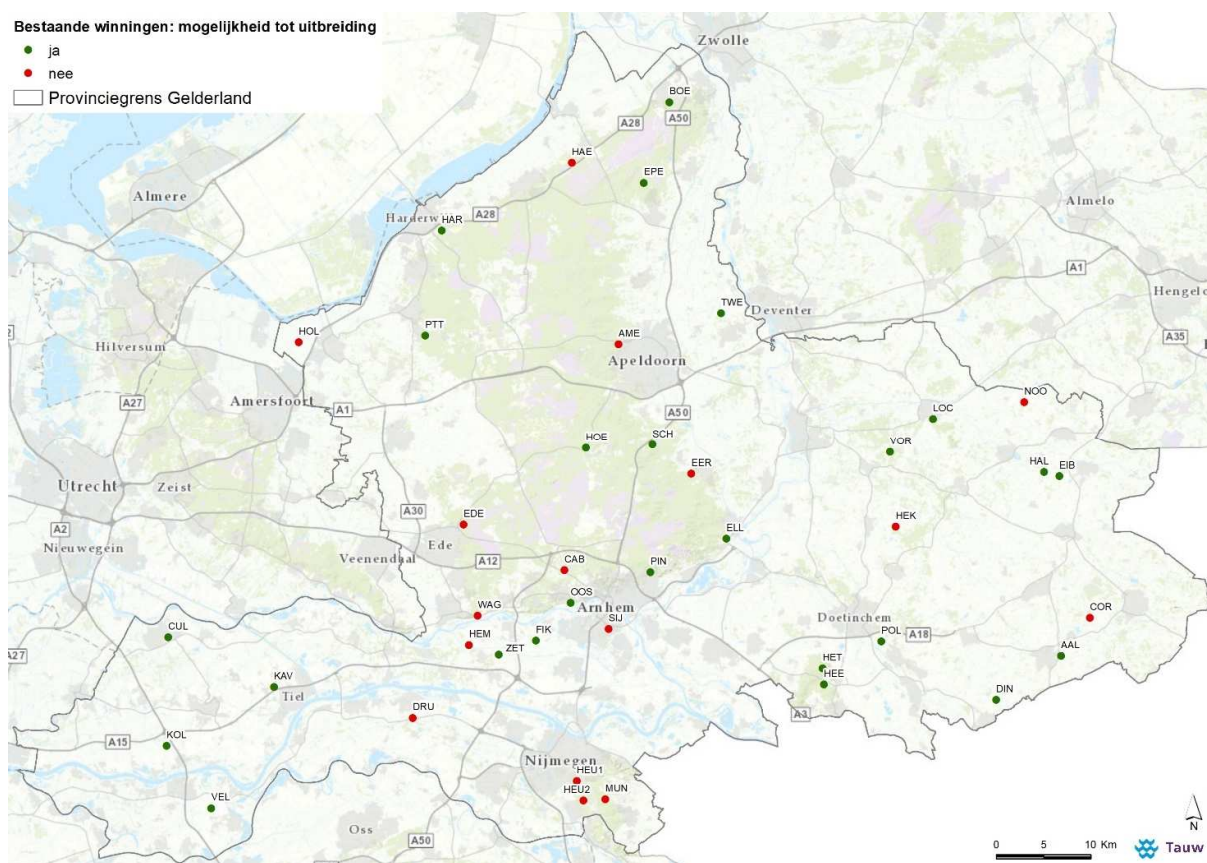
Bestaande locaties

In dit onderdeel van de studie zijn de mogelijkheden voor uitbreiding van de bestaande drinkwaterwinningen in Gelderland onderzocht. Hiervoor is voor alle winningen het effect van een verhoging van het windebiet met 30 % ten opzichte van het vergunde debiet doorgerekend. De resultaten zijn getoetst aan dezelfde thema's als de nieuwe rekenlocaties.

Per bestaande winning is beoordeeld of er reële mogelijkheden voor uitbreiding zijn. Dit hebben we gedaan op basis van:

- Aanvullende informatie uit de studiegroepen
- De ligging van de winningen in relatie tot de uitkomsten van het wandelend pompstation (figuur 0.5), waarbij moet worden aangegeven dat 30 % van het vergunde debiet vaak een lager debiet is dan de standaard debieten die in het wandelend pompstation zijn gebruikt. Hierdoor kan het voorkomen dat uitbreiding van bestaande winningen in gebieden met de rangschikking 'niet waarschijnlijk voor planvariant MER' toch mogelijk is
- De uitkomsten van de berekeningen voor de bestaande winlocaties en de mogelijkheden voor verplaatsing of uitbreiding van het puttenveld (horizontaal en/ of verticaal) of voor extra mitigerende maatregelen

De uitkomsten van de beoordeling zijn weergegeven in figuur 0.7. Het totale beschikbare debiet (bepaald als som van 30 % extra winning op alle groene locaties) bedraagt 27 Mm³/jr.

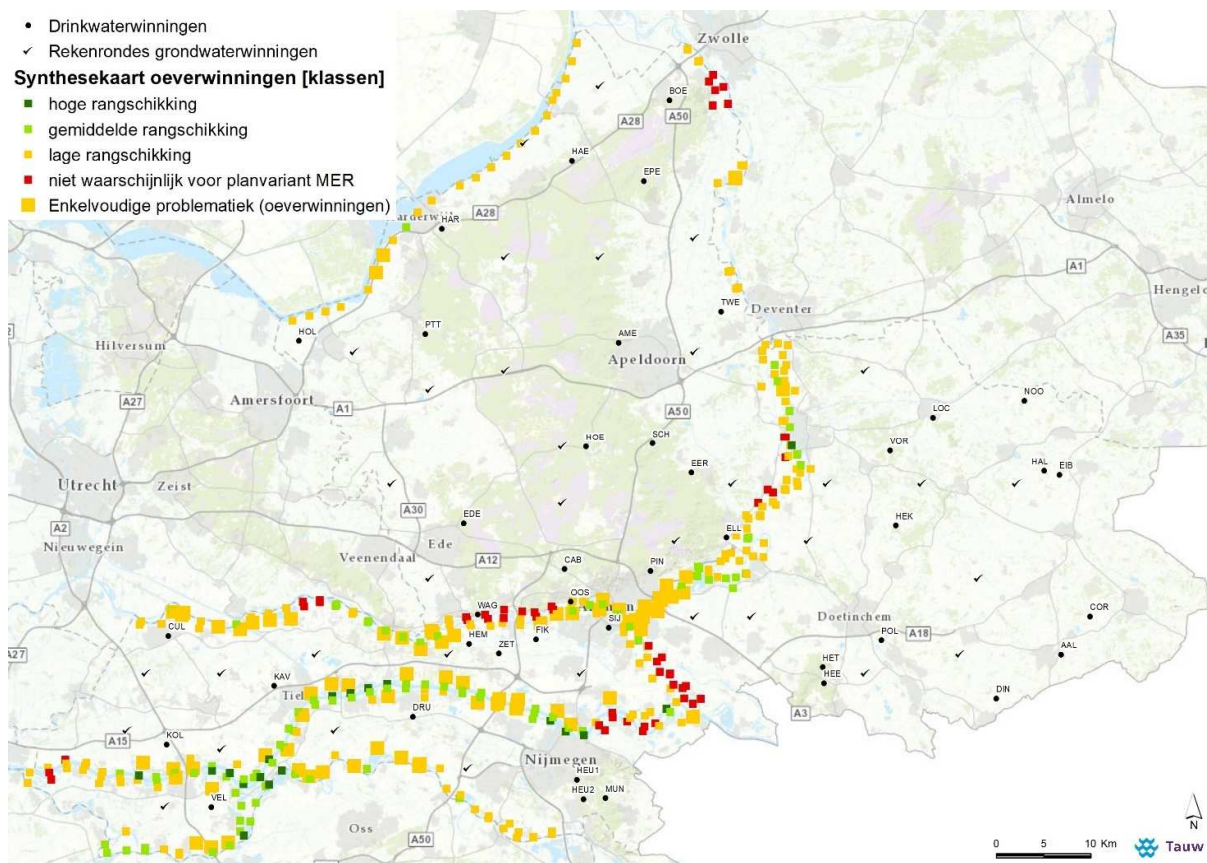


Figuur 0.7 Oordeel mogelijkheden voor 30 % uitbreiding bestaande winningen (groen: reële mogelijkheden voor uitbreiding, rood: geen reële mogelijkheden voor uitbreiding)

Andere bronnen

Naast winning van zoet grondwater is in deze studie ook gekeken naar twee andere bronnen voor de bereiding van drinkwater:

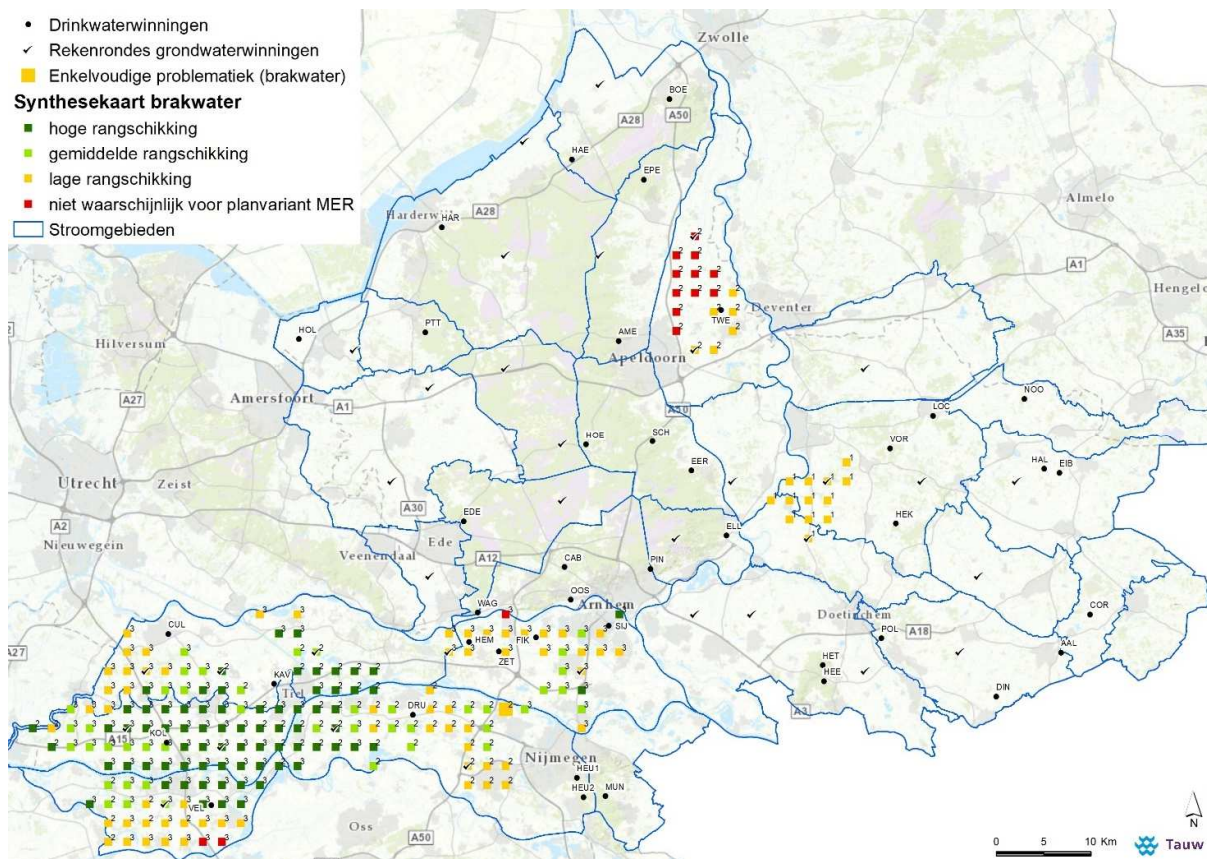
- Oeverwaterwinningen: De mogelijkheden voor het winnen van oeverwater zijn onderzocht op dezelfde wijze als de mogelijkheden voor het winnen van grondwater; in fase 1 is een wandelend pompstation langs de oppervlaktewateren doorgerekend. In fase 2 en 3 zijn meer gedetailleerde berekeningen uitgevoerd voor een aantal rekenlocaties en in fase 5 is een syntheseskaart gemaakt (figuur 0.8). Op basis van de syntheseskaart zijn riviertrajecten aangewezen die geschikt zijn als bouwstenen voor een MER-alternatief. Het totale debiet dat aan deze trajecten is toegekend bedraagt 125 à 181 Mm³/jr.



Figuur 0.8 Syntheseskaart oeverwinningen. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek. In de kaart zijn ook de representatieve rekenlocaties van de oeverwinningen weergegeven (vinkjes)

- Brakwaterwinningen. In alle berekeningen van het wandelend pompstation en de rekenlocaties is het risico op verzilting bepaald. Op basis van de uitkomsten van deze berekeningen en expert judgement is bepaald waar sprake kan zijn van een brakwaterwinning. Voor deze punten is een syntheseskaart gemaakt (in geval van meerdere mogelijke filters is hierop het diepste filter weergegeven) (figuur 0.9).

Op basis van de syntheseskaart zijn gebieden aangewezen die geschikt zijn als bouwstenen voor een MER-alternatief. Het totale debiet dat aan deze gebieden is toegekend bedraagt 40 à 48 Mm³/jr.



Figuur 0.9 Syntheseskaart brakwaterwinningen. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek. In de kaart zijn ook de filterdieptes van de locaties, de bestaande drinkwaterwinningen (punten) en de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)

Inhoud

Samenvatting.....	3
Leeswijzer.....	17
1 Inleiding	18
2 Representatieve rekenlocaties (fase 1)	24
2.1 Methode	24
2.1.1 Technische geschiktheid.....	25
2.1.2 Effecten	28
2.1.3 Ondersteunende kaartbeelden	34
2.2 Selectiemethode representatieve gebieden.....	35
2.3 Bevindingen uit studiegroepen	36
2.3.1 Rivierengebied	36
2.3.2 Oost Gelderland	38
2.3.3 Veluwe	40
3 Resultaten rekenronde 1 (fase 2)	43
3.1 Methode	43
3.1.1 Hydrologische berekeningen	43
3.1.2 Toetsing van effecten.....	43
3.2 Resultaten	59
3.3 Bevindingen uit de studiegroepen.....	65
3.3.1 Rivierengebied	66
3.3.2 Oost Gelderland	67
3.3.3 Veluwe	68
4 Resultaten rekenronde 2 en 3 (fase 3)	70
4.1 Methode	70
4.2 Resultaten	70
4.2.1 Hydrologische resultaten.....	70
4.2.2 Toetsingsresultaten.....	71
4.3 Bevindingen uit de studiegroepen.....	80
4.3.1 Rivierengebied	80
4.3.2 Oost Gelderland	81

4.3.3	Veluwe	82
5	Bestaande winningen	84
5.1	Methode	84
5.2	Resultaten	86
5.3	Presentatie studiegroepen	90
6	Mogelijkheden voor mitigatie van effecten (fase 4)	91
6.1	Proces	91
6.2	Mitigatiemogelijkheden.....	91
6.3	Berekeningen mitigatie.....	104
6.3.1	Rivierengebied	104
6.3.2	Oost Gelderland	108
6.3.3	Veluwe	112
6.3.4	Conclusies mitigatieberekeningen	115
7	Data-analyse en synthese (fase 5).....	116
7.1	Rangschikking resultaten	116
7.2	Vertaling naar invalshoeken.....	117
7.3	Hertoetsing resultaten fase 1	122
7.4	Opstellen basis syntheseskaart	124
7.5	Vertaling naar polygonen	126
7.6	Beschrijving gebieden en toekennen debieten	130
7.7	Bestaande winningen.....	131
7.8	Andere bronnen	132
7.8.1	Oeverwinningen	132
7.8.2	Brakwaterwinningen.....	135
7.9	Cumulatie van effecten	137
Bijlage 1	Begrippenlijst	
Bijlage 2	Literatuurlijst	
Bijlage 3	Deelnemers studiegroepen	
Bijlage 4	Technische uitgangspunten	
Bijlage 5	Motivatatie representatieve rekenlocaties en modellagen rekenrondes	
Bijlage 6	Presentaties studiegroepen - Startoverleg, resultaten fase 1 - oktober 2018	

Bijlage 7	Presentaties studiegroepen - Resultaten fase 2 en groslijst fase 4 - maart 2019
Bijlage 8	Presentaties studiegroepen - Resultaten fase 3 en resultaten fase 4 - juni 2019
Bijlage 9	Presentaties studiegroepen - Resultaten bestaande winningen en data-interpretatie - september 2019
Bijlage 10	Presentatie expertsessie data-interpretatie - oktober 2019
Bijlage 11	Presentatie studiegroepen – Synthese - november 2019
Bijlage 12	Overzicht mitigatiemogelijkheden
Bijlage 13	Tabellen toetsresultaten
Bijlage 14	Taartpuntkaarten
Bijlage 15	Factsheets
Bijlage 16	Hydrologisch oordeel
Bijlage 17	Kaarten data-analyse
Bijlage 18	Potentiële ASV-gebieden

Leeswijzer

De regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning Gelderland hebben als doel te komen tot bouwstenen om alternatieven te kunnen vormen voor het planMER. De aanleiding, het doel en de totstandkoming van de studie zijn beschreven in hoofdstuk 1. Hoofdstukken 2 tot en met 6 beschrijven de werkwijze van de studie. De uiteindelijke resultaten zijn beschreven in hoofdstuk 7.

Om tot deze bouwstenen te komen zijn eerst de mogelijkheden voor het winnen van grond- en oeverwater provinciebreed bepaald. Er is een eerste effectanalyse gedaan op de functies natuur en landbouw als onderbouwing voor de keuze van representatieve locaties voor detail berekeningen. De resultaten van deze eerste fase vindt u in hoofdstuk 2.

In hoofdstuk 3 en 4 zijn de resultaten van beschreven van de detailberekeningen ter plaatse van de representatieve locaties. Deze berekeningen geven inzicht in de beste debieten en dieptes voor het winnen van water.

Naast nieuwe rekenlocaties zijn ook de mogelijkheden van uitbreiding van bestaande winningen onderzocht. In hoofdstuk 5 zijn de resultaten van de berekeningen die hiervoor zijn uitgevoerd gepresenteerd.

In hoofdstuk 6 gaan we in op de mogelijkheden voor mitigatie van de effecten van waterwinning. Dit doen we deels kwalitatief (beschrijvend) en deel kwantitatief met berekeningen voor specifieke locaties.

In hoofdstuk 7 zijn alle resultaten samengevoegd en weer vertaald naar een provinciebreed beeld. Op basis van dit beeld worden bouwstenen voor de alternatieven van het planMER. gedefinieerd in de vorm van:

- Potentiële ASV-gebieden voor het winnen van zoet grondwater inclusief debiet
- Bestaande winningen met mogelijkheden voor uitbreiding
- Riviertrajecten met mogelijkheden voor oeverwinning inclusief debiet
- Potentiële ASV-gebieden voor het winnen van brak grondwater inclusief debiet

In bijlage bij de rapportage is een begrippenlijst en een literatuurlijst opgenomen. Verder bevatten de bijlagen de presentaties van de resultaten zoals deze in de loop van het project gegeven zijn, de tabellen met uitkomsten van de berekeningen, factsheets van alle rekenlocaties en de bestaande winningen en kaartmateriaal.

1 Inleiding

De drinkwaterbehoefte stijgt in de komende decennia. Daarom onderzoekt provincie Gelderland waar welk aanbod aan drinkwater beschikbaar is. Deze rapportage beschrijft de resultaten van drie regionale studies. Per regio is gekeken naar mogelijkheden voor aanvullende zoete grondwaterwinning en oeverwaterwinning in de provincie Gelderland en zijn de omgevingseffecten in beeld gebracht.

Aanleiding

In het kader van de Structuurvisie Ondergrond (STRONG) heeft het Rijk de provincies gevraagd om Aanvullende Strategische Voorraden (ASV) grondwater voor de drinkwatervoorziening aan te wijzen en met het bijbehorende beschermingsbeleid op te nemen in de provinciale verordening. De ASV zijn bedoeld voor de drinkwatervoorziening op de middellange termijn (2040) en hebben als doel voorbereid te zijn op een mogelijke groei van de drinkwatervraag met 30 % op landelijke schaal in een extreem scenario, het zogenaamde Global Economy scenario. In dit scenario is in Gelderland 45 Mm³/jr extra vergunningsruimte nodig voor het drinkwaterbedrijf. Provincie Gelderland zoekt daarom naar 45 Mm³/jr extra water. De ASV-gebieden zijn reserveringsgebieden. Het gaat nog niet om nieuwe drinkwaterwinningen. De ASV-gebieden zullen naar verwachting in 2021 in de provinciale Omgevingsverordening worden opgenomen.

Disclaimer

Er is in deze studie veel aandacht besteed aan de kwaliteit van de berekeningen, de data en de uitgangspunten en dit is ook met stakeholders besproken. Het regionale karakter van deze studie en de daarbij gebruikte rekenmethoden lenen zich niet voor het doen van uitspraken over lokale situaties.

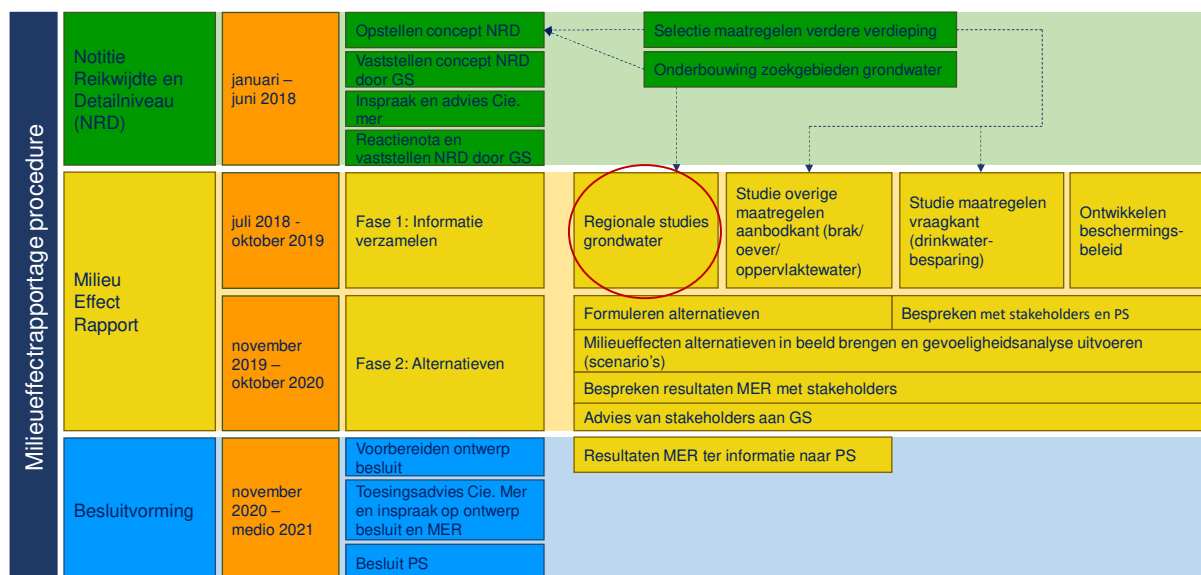
De studie levert een ruimtelijke differentiatie op van de effecten van een standaard grondwaterwinning en een standaard oevergrondwaterwinning. Op basis van deze ruimtelijke differentiatie zijn potentiële gebieden geselecteerd die als bouwsteen dienen voor het Milieueffectrapport (MER). Besluitvorming over de ASV-gebieden vindt pas plaats na het gereedkomen van het MER en na de inspraak daarop (voorjaar 2021).

De studie is uitgevoerd in het kader van een plan-m.e.r. procedure. Voordat in een ASV-gebied een daadwerkelijke grondwaterwinning kan worden gestart, moet ook nog een project-m.e.r. voor het bepalen van de locatie worden gedaan. Een project-m.e.r. is de basis voor een vergunningsprocedure Waterwet.

Noch de inhoud van deze studie, noch de ruimtelijke vertaling daarvan is bestuurlijk bekrachtigd. Indien deze rapportage in een andere context buiten het ASV-traject wordt gebruikt, vraagt provincie Gelderland om deze disclaimer er altijd bij te voegen.

Proces provincie Gelderland

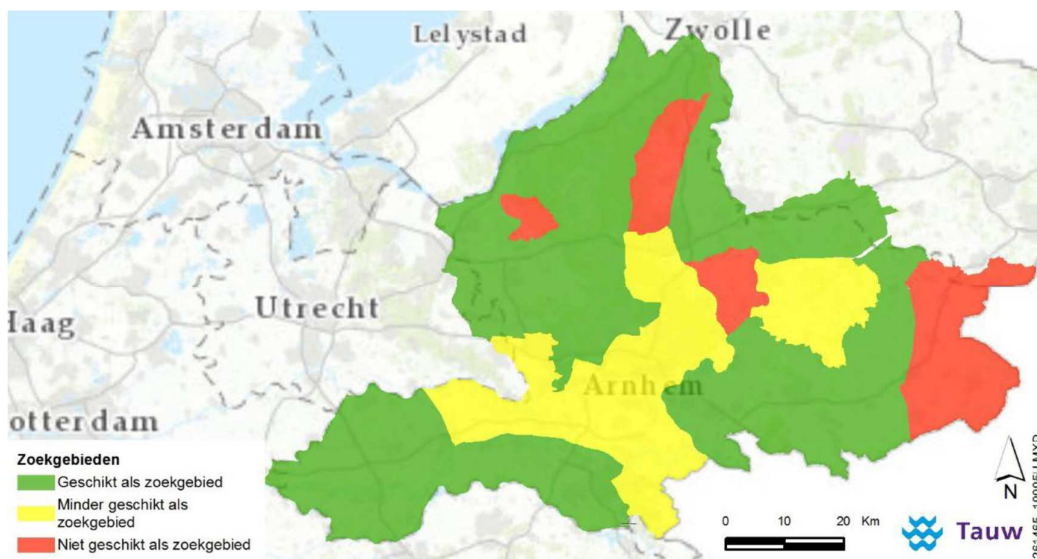
De provincie Gelderland geeft de zoektocht naar ASV vorm in een plan m.e.r. procedure. Deze procedure is erop gericht te komen tot ASV die, bij ingebruikname in de toekomst, aanvaardbare effecten op de omgeving hebben en waarbij gestreefd wordt naar een goede balans tussen bescherming enerzijds en ruimte voor ontwikkeling anderzijds. In figuur 1.1 is schematisch weergegeven hoe het proces van de plan m.e.r. procedure is vormgegeven. Parallel aan de plan m.e.r.-procedure vindt overleg met de stakeholders plaats op ambtelijk en bestuurlijk niveau.



Figuur 1.1 Het voorgenomen plan m.e.r.-proces in relatie tot besluitvorming, de rode cirkel geeft het onderdeel regionale studies grondwater weer (bron: Notitie Reikwijdte en Detailniveau)

De eerste stap uit het proces, het opstellen van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau (NRD) [1] is in 2017-2018 uitgevoerd. Ten behoeve van de NRD is een eerste studie uitgevoerd naar de mogelijkheden en effecten van aanvullende grondwaterwinning uitgevoerd [2]. Het resultaat van deze studie is weergegeven in figuur 1.2.

In de NRD is aangegeven dat de groene en gele gebieden verder onderzocht worden; de rode gebieden niet. Met de gekozen methodiek voor de regionale studies grondwater, wordt echter heel Gelderland opnieuw bekeken. Hiermee wordt de geschiktheid of ongeschiktheid van gebieden voor drinkwaterwinning opnieuw onderbouwd. Met deze methodiek wordt alsnog tegemoet gekomen aan inspraakreacties op de NRD om geen gebieden op voorhand uit te sluiten.



Figuur 1.2 Eindresultaat onderbouwing zoekgebieden (geschikte (groen) en minder geschikte (geel) en ongeschikte gebieden (rood) voor de winning van drinkwater uit grondwater [2]

De voorliggende regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning maken onderdeel uit van fase 1 van het Milieu Effect Rapport, het verzamelen van informatie. Parallel aan deze studie zijn ook studies uitgevoerd naar mogelijke andere bronnen (bijvoorbeeld winning van brak water of oppervlaktewater) en naar de mogelijkheden van drinkwaterbesparing. Bij het MER zullen ook andere recent uitgevoerde regionale studies worden betrokken. Daarnaast ontwikkelt de provincie het beschermingsbeleid voor de ASV. De resultaten van de vier parallelle sporen vormen samen de input voor de alternatieven van het MER.

Doel

De doelstelling van de regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning is inzicht te krijgen in de mogelijkheden en effecten van aanvullende grondwater- en oeverwaterwinning.

Ten behoeve van de studie is de provincie Gelderland op basis van gebiedseigenschappen, bodemopbouw en beschikbare grondwatermodellen verdeeld in de deelgebieden Rivierengebied, Oost Gelderland en Veluwe. De berekeningen voor het Rivierengebied zijn uitgevoerd met het regionale grondwatermodel MORIA, voor Oost Gelderland met het regionale grondwatermodel AMIGO en voor de Veluwe met het regionale grondwatermodel AZURE. De begrenzing van de deelgebieden is weergegeven in de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4. In deze rapportage zijn de resultaten voor alle drie de deelgebieden verwoord.

Het proces dat de provincie kiest om te komen tot de aanwijzing van ASV is een open proces met ruimte voor inbreng van stakeholders. In de regionale studies grondwater- en oeverwaterwinning heeft de provincie per regio een studiegroep ingesteld waarin vertegenwoordigers van gemeenten, waterschappen, drinkwaterbedrijven en beheer- en belangenorganisaties zijn vertegenwoordigd. De studiegroepen hebben tijdens het project een klankbord gevormd voor het bespreken en aanscherpen van de resultaten en de invulling van de vervolgstappen. In de studiegroepen heeft nadrukkelijk geen afweging van belangen plaatsgevonden; dit is onderdeel van het besluitvormingsproces na het MER. In bijlage 3 is een lijst van organisaties die in de studiegroepen vertegenwoordigd zijn opgenomen.

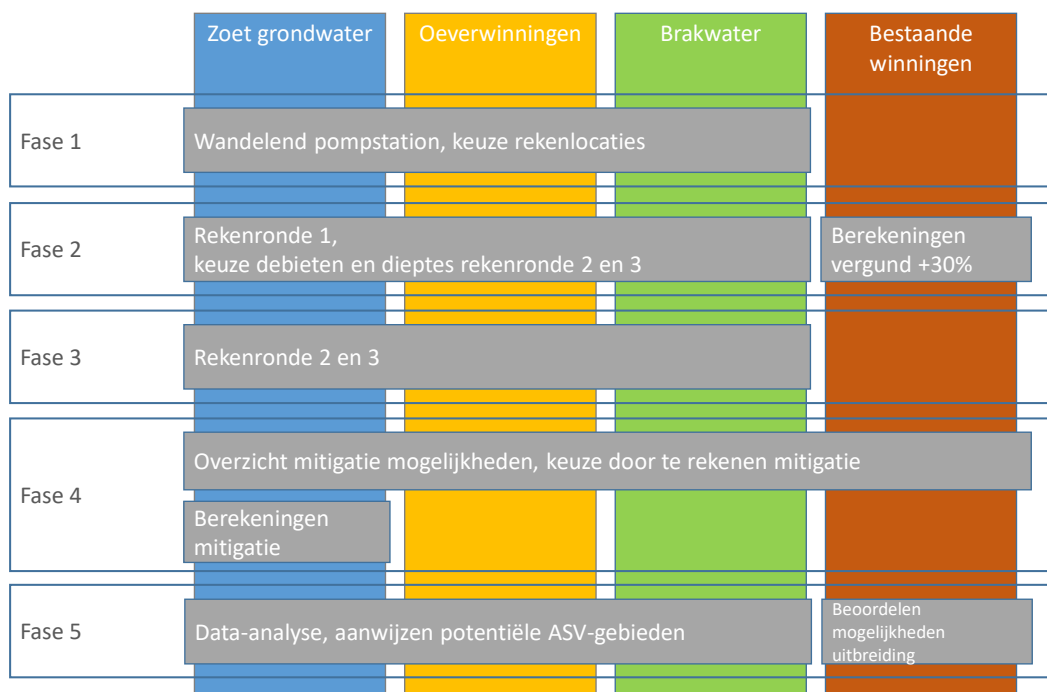


Figuur 1.3 Impressie van deelnemers studiegroepen

Het ASV-stakeholderoverleg omvat naast de studiegroepen ook een ambtelijke voorbereidingsgroep en een bestuurlijk overleg. De voortgang en resultaten van de regionale studies zijn tussentijds gedeeld met de ambtelijke voorbereidingsgroep en gepresenteerd in het bestuurlijk overleg.

Aanpak

De aanpak van de regionale studies bestaat uit vijf fasen, waarbij wordt gewerkt van grof naar fijn; eerst provinciebreed en op hoofdlijnen, daarna specifieke rekenlocaties en meer detail. En daarna zijn de bevindingen vanuit de rekenlocaties en de daarbij behorende getoetste methodiek weer provinciebreed toegepast. De werkzaamheden per fase zijn in figuur 1.3 schematisch weergegeven en onder de figuur per fase toegelicht.



Figuur 1.4 Schematische weergave werkzaamheden per onderzoeksfase

In de aanpak is onderscheid gemaakt tussen rekenlocaties voor zoete grondwaterwinning, oeverwaterwinning en brakwaterwinning. Daarnaast zijn berekeningen uitgevoerd voor bestaande winlocaties.

Fase 1 is gericht op het kiezen van representatieve³ rekenlocaties voor zoete en brakke grondwaterwinning en voor oeverwaterwinning. Hiertoe is voor de hele provincie in een grid van 2 bij 2 km een fictief pompstation met een vastgesteld debiet doorgerekend (wandelend pompstation) en zijn op hoofdlijnen de effecten op grondwaterafhankelijke aquatische en terrestrische natuur en landbouw in beeld gebracht. Op basis van deze effecten zijn met de studiegroepen keuzes gemaakt voor representatieve rekenlocaties winning. De technische uitgangspunten van de berekeningen in fase 1 zijn beschreven in de technische uitgangspuntennoties in bijlage 4. De resultaten zijn verwoord in hoofdstuk 2.

In fase 2 en 3 zijn de hydrologische en omgevingseffecten in beeld gebracht voor drie combinaties van dieptes en debieten voor alle rekenlocaties. De resultaten van de eerste rekenronde (fase 2) waren input voor de keuze van twee andere combinaties van diepte en debiet voor fase 3. Deze keuzes zijn in de studiegroepen gemaakt. Naast de nieuwe rekenlocaties zijn in deze fase ook de bestaande winningen doorgerekend met een groter debiet (vergund debiet plus 30 %). De technische uitgangspunten van de berekeningen zijn beschreven in bijlage 4. De resultaten van fase 2 en 3 zijn verwoord in hoofdstukken 3 tot en met 5.

³ Wat in deze studie wordt verstaan onder representatieve rekenlocaties, wordt nader toegelicht in paragraaf 2.2

In fase 4 zijn de mogelijkheden voor het mitigeren van effecten onderzocht en is (kwalitatief) gekeken naar de invloed van klimaatverandering. Voor 2 rekenlocaties per deelgebied zijn mitigerende maatregelen doorgerekend. De resultaten van deze berekeningen en de ervaring van de studiegroepen zijn gebruikt om op basis van expert judgement de mogelijkheden voor mitigatie van de andere rekenlocaties te bepalen. De technische uitgangspunten van deze berekeningen zijn ook beschreven in bijlage 4. De resultaten van fase 4 zijn verwoord in hoofdstuk 6.

In fase 5 zijn de resultaten uit de voorgaande fasen vertaald naar synthesesekaarten, die inzicht geven in de locaties waar met relatief de minste effecten water kan worden gewonnen. Er zijn synthesesekaarten gemaakt voor zoet grondwater, brak grondwater en oevergrondwater. Op basis van de synthesesekaarten zijn voor zoet grondwater, oeverwater en brakwater potentiële ASV gebieden aangewezen met daaraan gekoppeld een debiet. Deze vormen de bouwstenen voor alternatieven in het planMER. Voor de bestaande winningen is in beeld gebracht bij welke winningen reële mogelijkheden voor uitbreiding bestaan. De resultaten van fase 5 zijn verwoord in hoofdstuk 7.

2 Representatieve rekenlocaties (fase 1)

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van fase 1 van de studie naar grondwater- en oeverwaterwinning verwoord. In de eerste fase van het project is op hoofdlijnen in beeld gebracht wat de technische geschiktheid van de ondergrond voor grondwater- en oeverwaterwinning is en wat de effecten zijn van winning op andere functies. In bijlage 4 is een technische uitgangspuntennotitie opgenomen waarin de werkwijze en uitgangspunten van de hydrologische berekeningen en GIS-analyses zijn beschreven.

De technische geschiktheid en de effecten op functies dienen als input voor het selecteren van representatieve rekenlocaties. De keuzes van representatieve rekenlocaties zijn per regio samen met de studiegroepen gemaakt. In bijlage 6 zijn de presentaties voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

2.1 Methode

Voorafgaand aan de berekeningen zijn alle bestaande grondwaterwinningen in de modellen op het vergunde debiet gezet. Hiermee geven de uitkomsten van de berekeningen inzicht in de effecten van het winnen van extra water ten opzichte van de vergunde situatie.

Vervolgens is het hele studiegebied (provincie Gelderland) doorgerekend met een wandelend pompstation⁴ voor grondwater- en oeverwaterwinning. Voor de doorrekening van het wandelend pompstation van de grondwaterwinning zijn punten gekozen met een onderlinge afstand van 2 km. De filterstellingen zijn geautomatiseerd bepaald op basis van de doorlatendheid van de modellagen. Afhankelijk van de bodemopbouw zijn één, twee of drie dieptes doorgerekend.

De winningen zijn stationair (dat wil zeggen voor een jaargemiddelde situatie) doorgerekend met een hoeveelheid van 4 Mm³/jaar voor de regio's Rivierengebied en Veluwe. Voor de regio Oost-Gelderland is gerekend met 3 Mm³/jaar. Voor deze regio is gekozen voor een lager debiet omdat er in een groot deel van het gebied sprake is van maar één (dun) watervoerend pakket dat in direct verbinding met het freatische grondwater staat. Het winnen van grondwater in deze regio heeft daarom relatief meer effect aan maaiveld. In de andere regio's zijn ondiep kleilagen aanwezig die de effecten van grondwaterwinning aan maaiveld dempen, of is sprake van dickere pakketten.

De locaties voor de oeverwinning zijn doorgerekend met een onderlinge afstand van 2 km en op twee afstanden van de rivier; 250 m uit de as van de rivier (vaak gelegen in de uiterwaarden) en 50 m uit de winterdijk (gelegen in het binnendijkse gebied). De oeverwaterwinningen zijn doorgerekend met een debiet van 8 Mm³/jaar.

⁴ Zie begrippenlijst in bijlage 1

Van alle doorgerekende grondwater- en oeverwaterlocaties zijn de technische geschiktheid en de omgevingseffecten in beeld gebracht. De omgevingseffecten zijn bepaald door de hydrologische effecten op thematische toetskaarten te projecteren. In onderstaande paragrafen is de wijze van toetsen kort beschreven en zijn een aantal kaartbeelden opgenomen. Voor een volledig overzicht van alle kaartbeelden verwijzen we naar de presentaties in bijlage 6.

2.1.1 Technische geschiktheid

De technische geschiktheid van de bodem is bepaald op basis van drie aspecten:

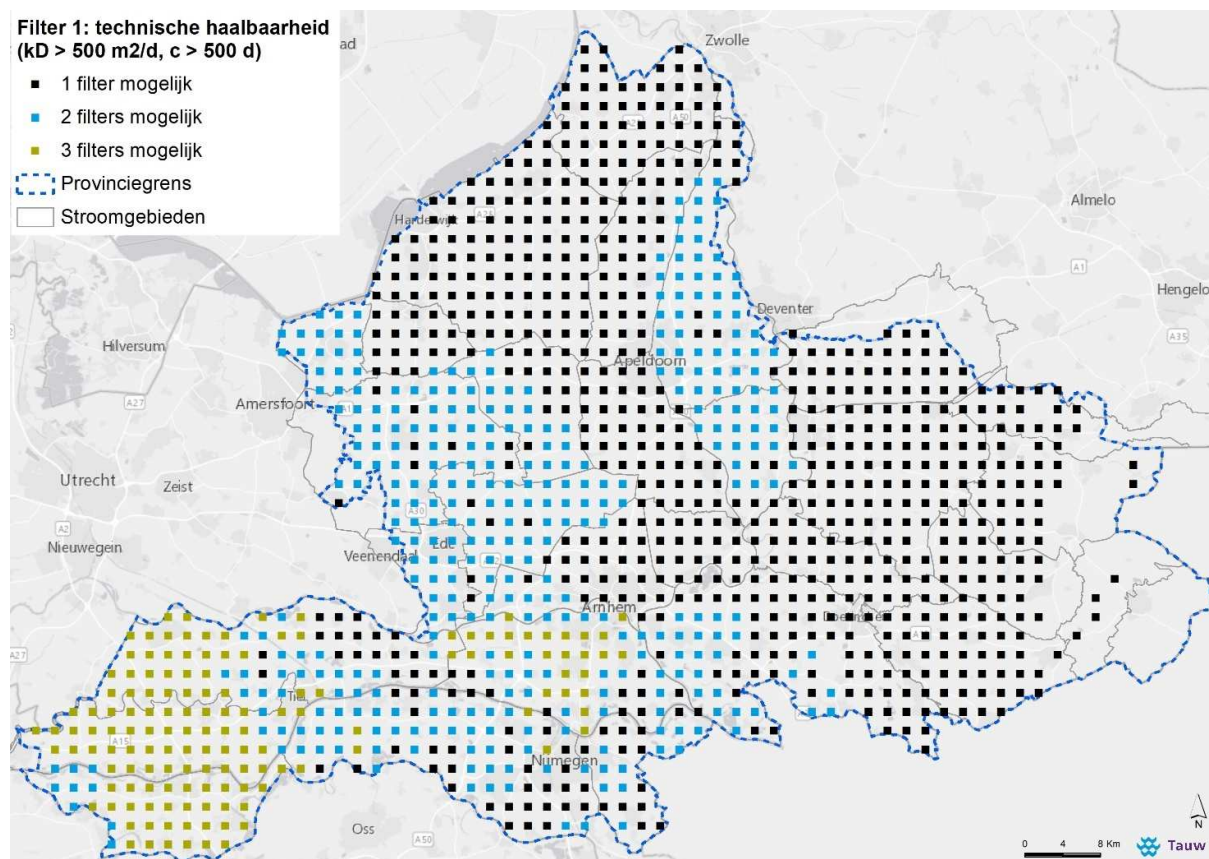
1. Het doorlaatvermogen van de bodem
2. Het risico op upconing van het brak-zout grensvlak⁵
3. Specifiek voor oeverwaterwinningen: percentage oppervlaktewater en verblijftijden

Doorlaatvermogen van de bodem

De modelberekeningen zijn uitgevoerd voor watervoerende lagen met een doorlaatvermogen (kD) groter dan 500 m²/d die worden begrensd door een scheidende laag met een weerstand (c) groter dan 500 dagen. Indien er in het model geen watervoerende lagen worden aangetroffen met een doorlaatvermogen groter dan 500 m²/d zijn er voor het betreffende rasterpunt geen berekeningen uitgevoerd. Indien er meerdere lagen met een kD groter dan 500 m²/d met daartussen een scheidende laag met een hydrologische weerstand (c) groter dan 500 dagen zijn aangetroffen, zijn berekeningen op meerdere dieptes (maximaal 3) uitgevoerd. De wijze waarop de rekendieptes zijn bepaald is nader toegelicht in paragraaf 1.3 van de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4.

In figuur 2.1 is de voor de punten van het wandelend pompstation weergegeven voor hoeveel dieptes pakketten met voldoende doorlaatvermogen met daartussen scheidende lagen met voldoende weerstand zijn gevonden.

⁵ In de uitgangspuntennotitie in bijlage 4 is toegelicht op welke wijze de berekeningen zijn uitgevoerd



Figuur 2.1 Aantal pakketten met voldoende doorlaatvermogen per rasterpunt van het wandelend pompstation
(zwart: 1 filter mogelijk, blauw: 2 filters mogelijk, groen: 3 filters mogelijk)

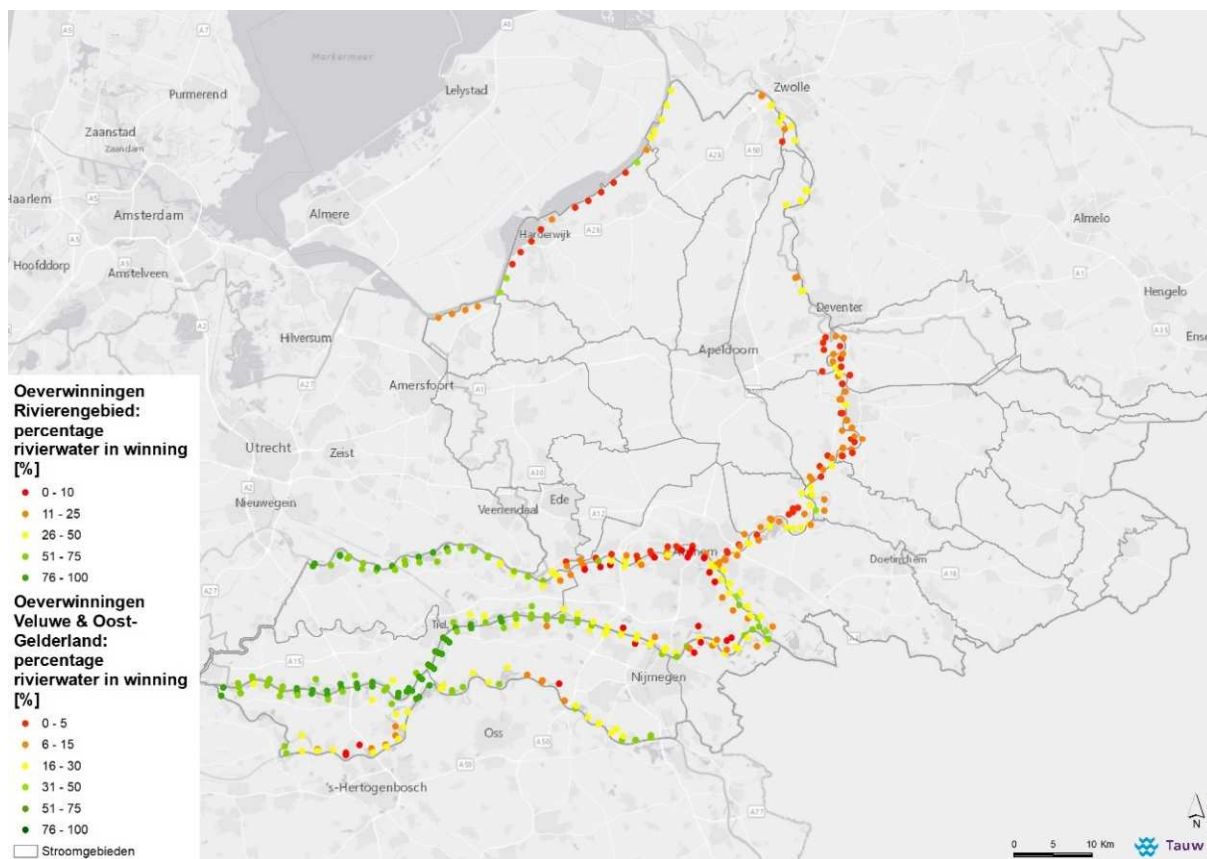
Upconing zoet-zout grensvlak

Onttrekking van grondwater kan leiden tot upconing van het zoet-zout grensvlak. Indien deze upconing zodanig is dat dit leidt tot verzilting van de winning, is een punt niet of minder geschikt voor de winning van zoet grondwater. Door middel van stroombaanberekeningen vanaf het brak-zout grensvlak [6] is vastgesteld of mogelijk een risico op verzilting optreedt. De verkregen kaartbeelden (zie bijlage 6) geven aan dat bij een risico op upconing gekozen moet worden voor een ondiepere filterstelling. Voor punten met meerdere filters geldt dat bepaalde filterdieptes al uitgesloten kunnen worden. Dit is alleen van toepassing in de regio Rivierengebied.

Oeverwaterwinningen

Voor de oeverwaterwinningen zijn de filterdieptes net als voor de grondwaterwinningen geautomatiseerd bepaald. In sommige gevallen resulteert dit in langere filters dan in de praktijk voor een oeverwinning zou worden gekozen.

Om het onderscheid tussen grond- en oeverwaterwinningen helder in beeld te kunnen brengen hebben we voor deze studie afgesproken dat het onttrokken water van oeverwinningen voor tenminste 30 % uit rivierwater moet bestaan voor de regio's Oost-Gelderland en Veluwe en tenminste 50 % voor de regio Rivierengebied. In figuur 2.2 is het percentage rivierwater weergegeven voor de berekende oeverwaterwinningen.



Figuur 2.2 Percentage rivierwater in oeverwaterwinningen, de groene stippen voldoen aan de gestelde criteria van respectievelijk 30 en 50 % rivierwater

2.1.2 Effecten

Voor alle grondwaterpunten en voor de berekende oeverwinningen in het deelgebied Rivierengebied⁶ zijn de volgende effecten in beeld gebracht:

1. Effecten buiten de provinciegrens⁷
2. Effecten op grondwaterafhankelijke⁸ Natura 2000-gebieden
3. Effecten op overige grondwaterafhankelijke⁸ terrestrische natuur (GNN/ NNN)
4. Effecten op grondwaterafhankelijke kapitaalintensieve landbouw
5. Effecten op kwetsbare oppervlaktewateren
6. Beschermbaarheid

⁶ Voor de deelgebieden Veluwe en Oost Gelderland zijn de mogelijkheden voor oeverwinning zodanig beperkt dat de rekenlocaties voor fase 2 en 3 kunnen worden gekozen zonder effectbepaling. In fase 2 en verder worden de effecten van de oeverwinningen in deze deelgebieden wel beschouwd

⁷ Voor alle toets thema's met uitzondering van het thema kwetsbare oppervlaktewateren is de beschikbare informatie op nationaal niveau in beeld gebracht, zodat de effectenbepalingen ook rekening houden met effecten over de provinciegrens. Voor kwetsbare oppervlaktewateren is dit niet gedaan omdat de aangrenzende provincies geen specifieke kwetsbare oppervlaktewateren hebben aangewezen. Informatie over toets thema's in Duitsland is niet beschikbaar, en daarom niet meegenomen. Voor punten die dicht bij de Duitse grens liggen is in beeld gebracht welk percentage van de verlagingscontour buiten de landsgrens ligt. Deze informatie is in fase 5 gebruikt om punten waarvan meer dan 50 % van het effectgebied in Duitsland ligt uit te sluiten uit de potentiële ASV-gebieden.

⁸ Onder grondwaterafhankelijke natuur wordt verstaan natuurgebieden die via het grondwatersysteem een directe relatie hebben met potentiële onttrekkingen

Om onderscheid te kunnen maken in een klein effect en een groot effect, zijn voor de effecten die zijn bepaald op basis van de verlagingscontouren (punt 1 tot en met 4 van bovenstaande opsomming), zowel de effecten binnen de 5 cm verlagingscontour als binnen de 20 cm verlagingscontour bepaald. Vijf cm verlaging is de kleinste betrouwbare verlaging die met de hydrologische modellen kan worden berekend [4]. Twintig cm verlaging is gekozen vanuit de gedachte dat tot 20 cm nog mitigerende maatregelen mogelijk zijn terwijl dit bij een verlaging van meer dan 20 cm moeilijk wordt. Voor de beschermbaarheid is gebruik gemaakt van het intrekgebied (25-jaarszone).

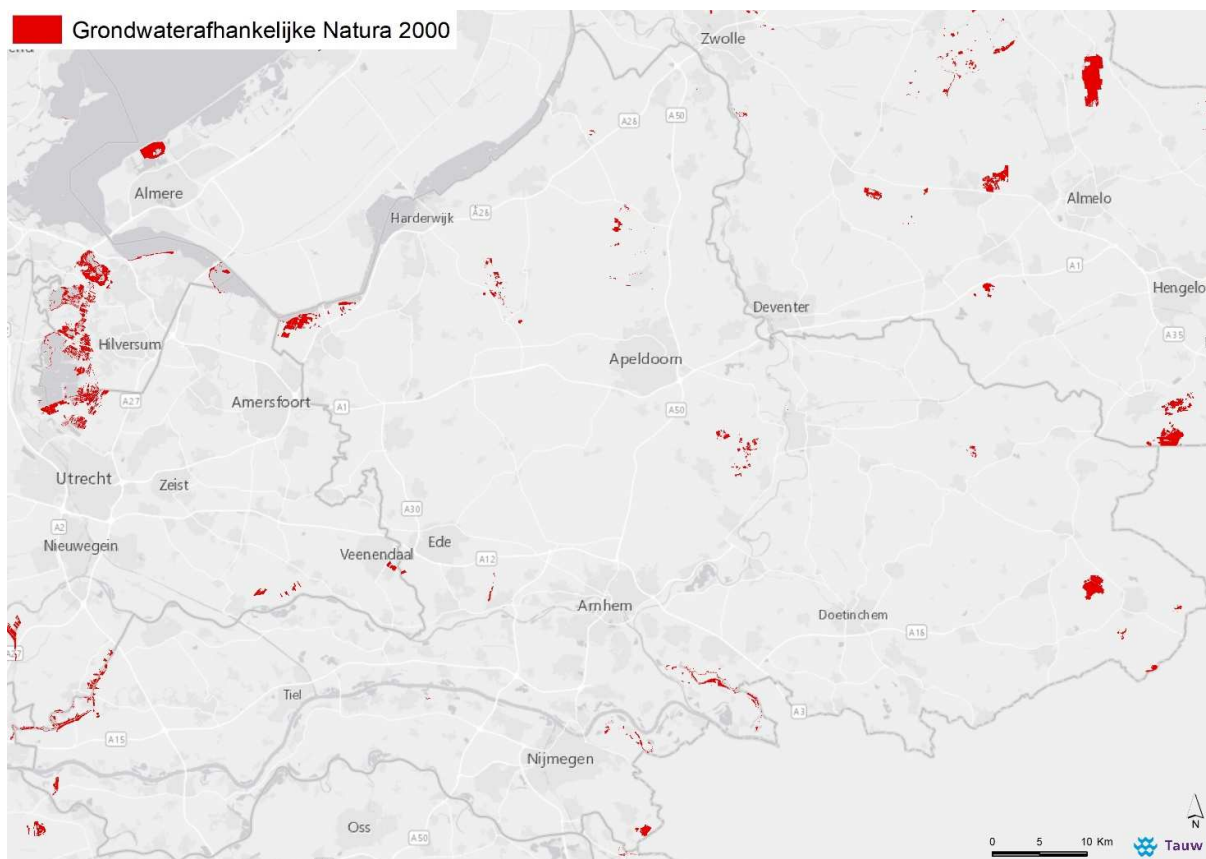
Effecten buiten provinciegrens

Winning van grondwater nabij de provinciegrens kan leiden tot grensoverschrijdende effecten. In deze studie zijn grensoverschrijdende effecten waar mogelijk op dezelfde wijze beoordeeld als de effecten binnen de provinciegrens. Voor de thema's waar informatie buiten de provinciegrens ontbreekt is deze toetsing echter niet mogelijk. Dit geldt voor alle thema's in het grensgebied met Duitsland en voor kwetsbare oppervlaktewateren ook in de grensgebieden met andere provincies.

Er is in beeld gebracht welk percentage van de 5 en 20 cm verlagingscontour van een rekenpunt buiten de provinciegrens ligt, zodat bij het kiezen van rekenlocaties dichtbij de grens kan worden beoordeeld in welke mate effecten mogelijk worden onderschat door het ontbreken van grensoverschrijdende informatie. De kaartbeelden zijn opgenomen in de presentaties in extra kaarten bij de presentaties in bijlage 6.

Effecten op Natura 2000-gebieden

Om het effect op Natura 2000-gebieden te bepalen, is het aantal hectare grondwaterafhankelijke Natura 2000 binnen de 5 en 20 cm verlagingscontouren bepaald (zie sheet 7 van de presentaties in bijlage 6). De uiterwaarden zijn uitgesloten van deze beoordeling omdat niet het grondwater maar de rivierdynamiek de meest bepalende factor is voor de natuurwaarden die daar aanwezig zijn. In figuur 2.3 is de gebruikte toetskaart met Natura 2000-gebieden weergegeven. Effecten op Natura 2000-gebieden in Duitsland zijn niet in beeld gebracht. De ligging van Natura 2000-gebieden in het grensgebied van Duitsland is opgenomen in de presentatie van deelgebied Oost Gelderland (zie sheet 7 van presentatie in bijlage 6).

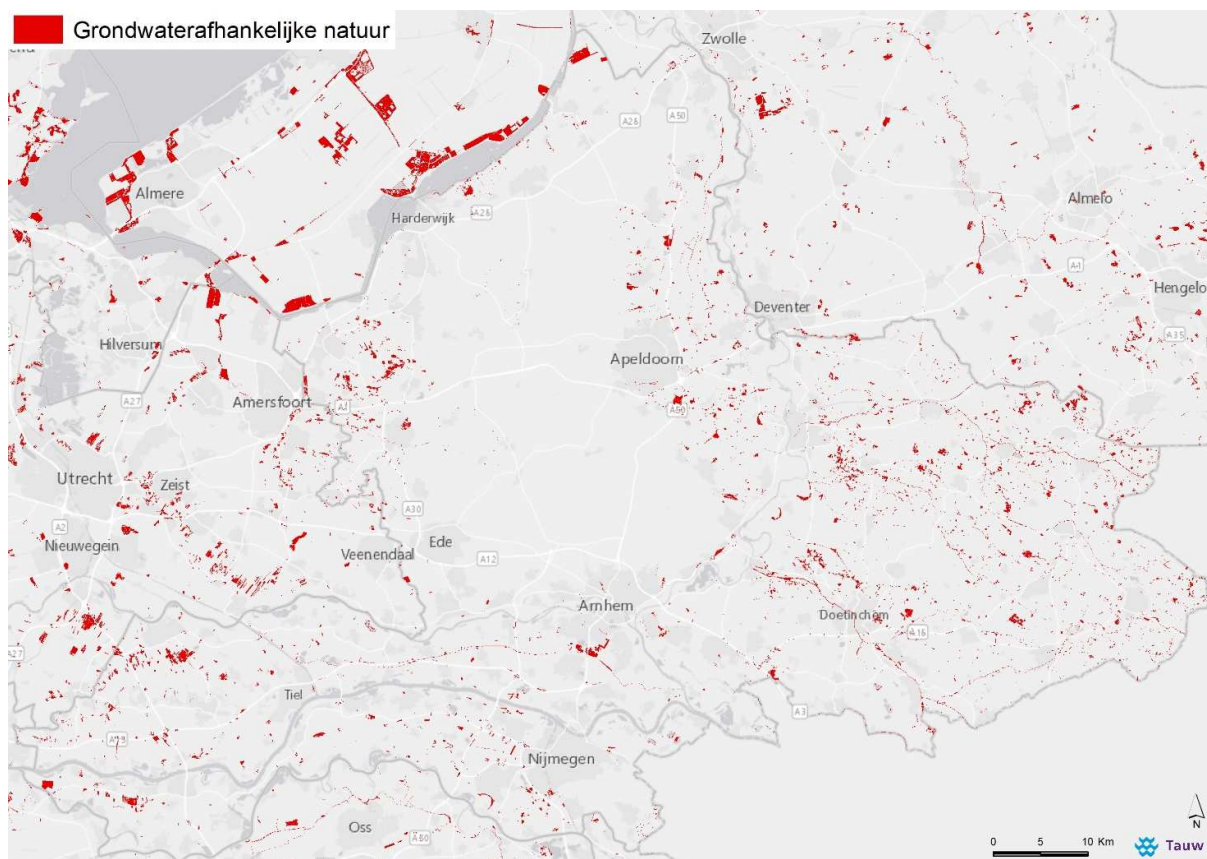


Figuur 2.3 Toetskaart grondwaterafhankelijke Natura 2000-gebieden (rood weergegeven), bron: zie paragraaf 2.1 van technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

Effecten op overige grondwaterafhankelijke, terrestrische natuur

Naast de effecten op Natura 2000-gebieden, zijn ook de effecten op de overige natuurgebieden binnen het GNN (binnen Gelderland) en het NNN (voor aangrenzende Nederlandse provincies) in beeld gebracht. Bij overlap tussen Natura 2000 en NNN is het natuurgebied alleen getoetst als Natura 2000. Dubbele toetsing is op deze manier voorkomen.

Effecten op overige natuur in Duitsland zijn niet in beeld gebracht. Om het effect op natuurgebieden te bepalen, is het aantal hectare grondwaterafhankelijke GNN en/ of NNN binnen de 5 en 20 cm verlagingcontouren bepaald (zie sheet 8 van de presentaties in bijlage 6). In figuur 2.4 is de gebruikte toetskaart met GNN en NNN gebieden weergegeven.



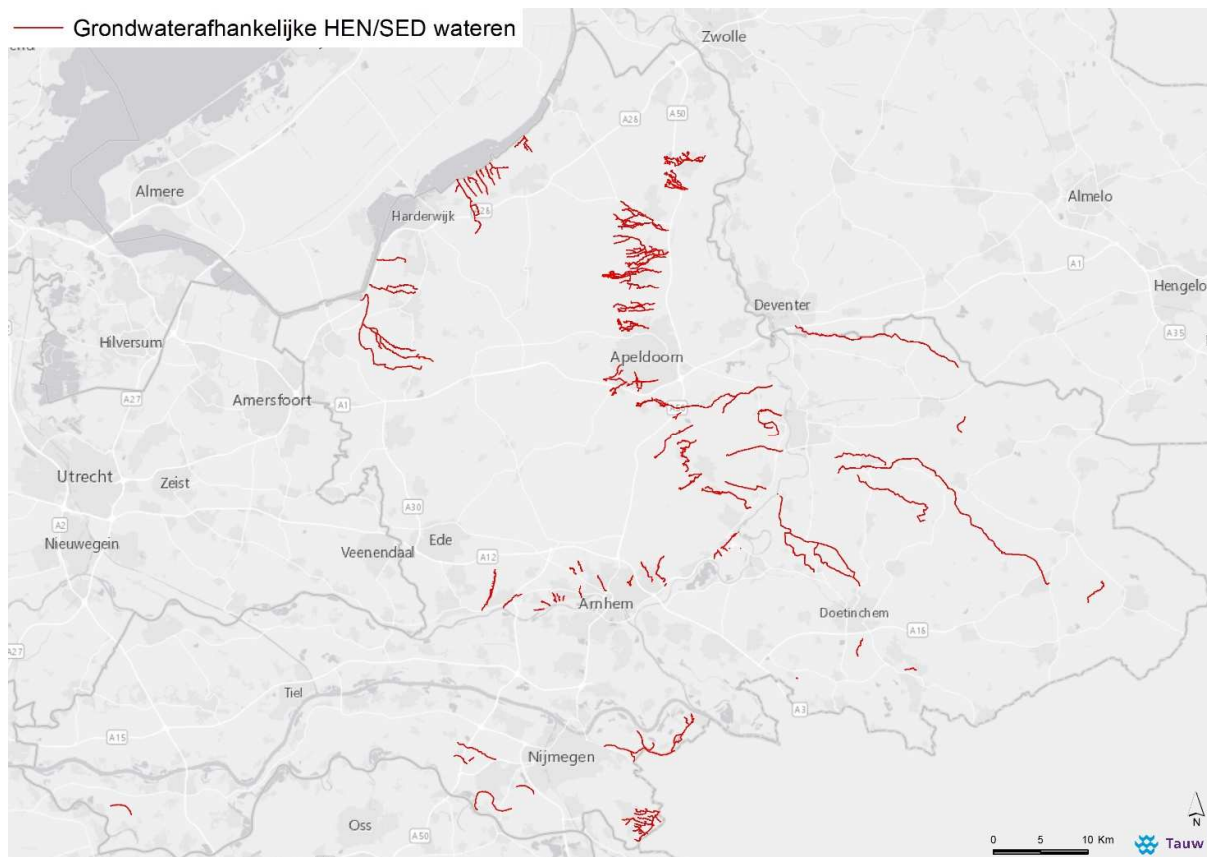
Figuur 2.4 Toetskaart grondwaterafhankelijke GNN en NNN gebieden (rood weergegeven), bron: zie paragraaf 2.1 van technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

Effecten op kwetsbare oppervlaktewateren

De effecten op aquatische natuur zijn in beeld gebracht door het aantal kilometers watergang met een fluxvermindering groter dan 5 % te bepalen voor kwetsbare oppervlaktewateren (zie bijlage 6). Er is gekozen voor 5 % effect omdat gebleken is dat dit het kleinste effect is dat je met de gebruikte modellen kunt bepalen. In Gelderland hebben kwetsbare oppervlaktewateren een specifieke beschermde status in de vorm van HEN- en SED-wateren.

Omdat deze systematiek alleen in Gelderland wordt gebruikt, zijn er voor aquatische natuur geen provinciegrensoverschrijdende effecten berekend. In fase 2 en 3 is geconcludeerd dat de gebruikte wijze van toetsen vooral relevant is voor afvoergevoelige beken, die met name in het Veluwesysteem voorkomen (effect op kleine bronsystemen). Doordat de toetsing in het vervolg van het project beperkt is tot deze afvoergevoelige beken, zijn provinciegrensoverschrijdende effecten op dit thema niet relevant.

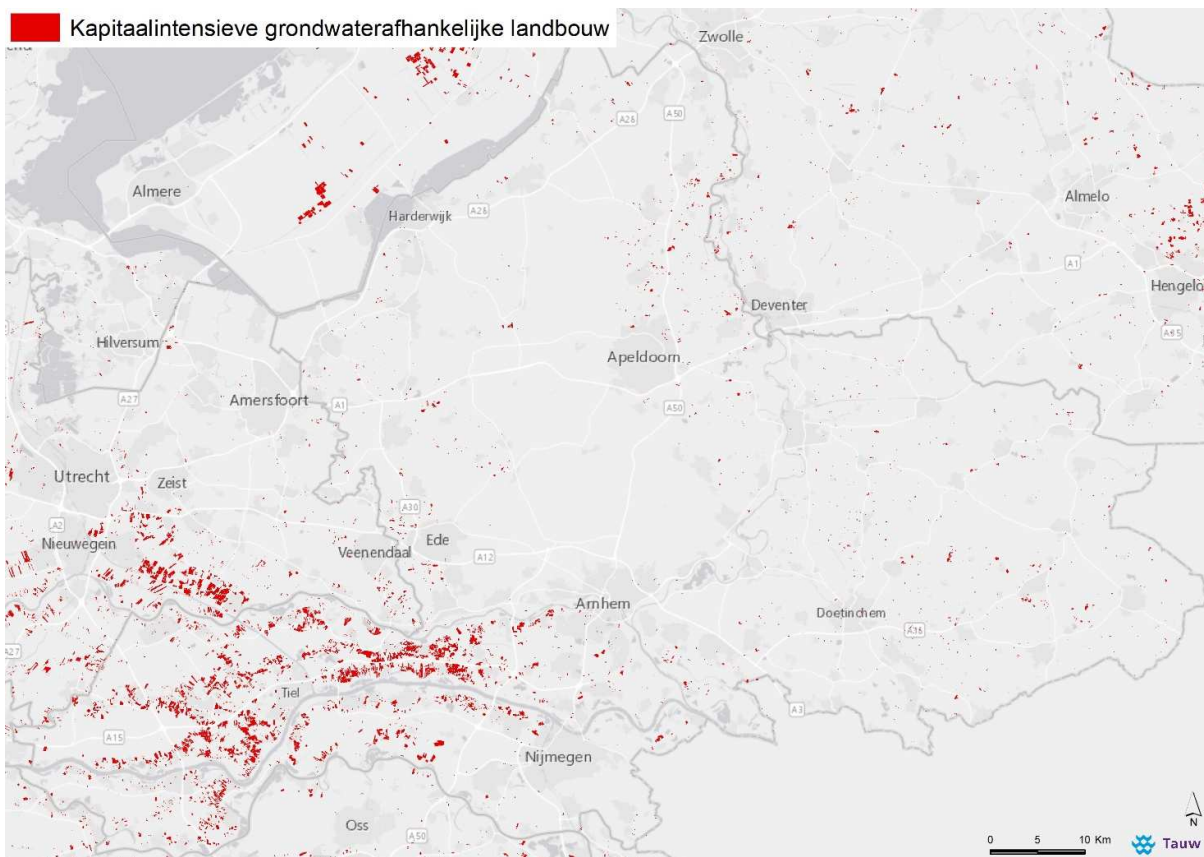
In figuur 2.5 is de ligging van de HEN- en SED-oppervlaktewateren in Gelderland weergegeven.



Figuur 2.5 Toetskaart ligging HEN SED oppervlaktewateren (rood weergegeven), bron: zie paragraaf 2.1 van technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

Effecten op grondwaterafhankelijke kapitaalintensieve landbouw

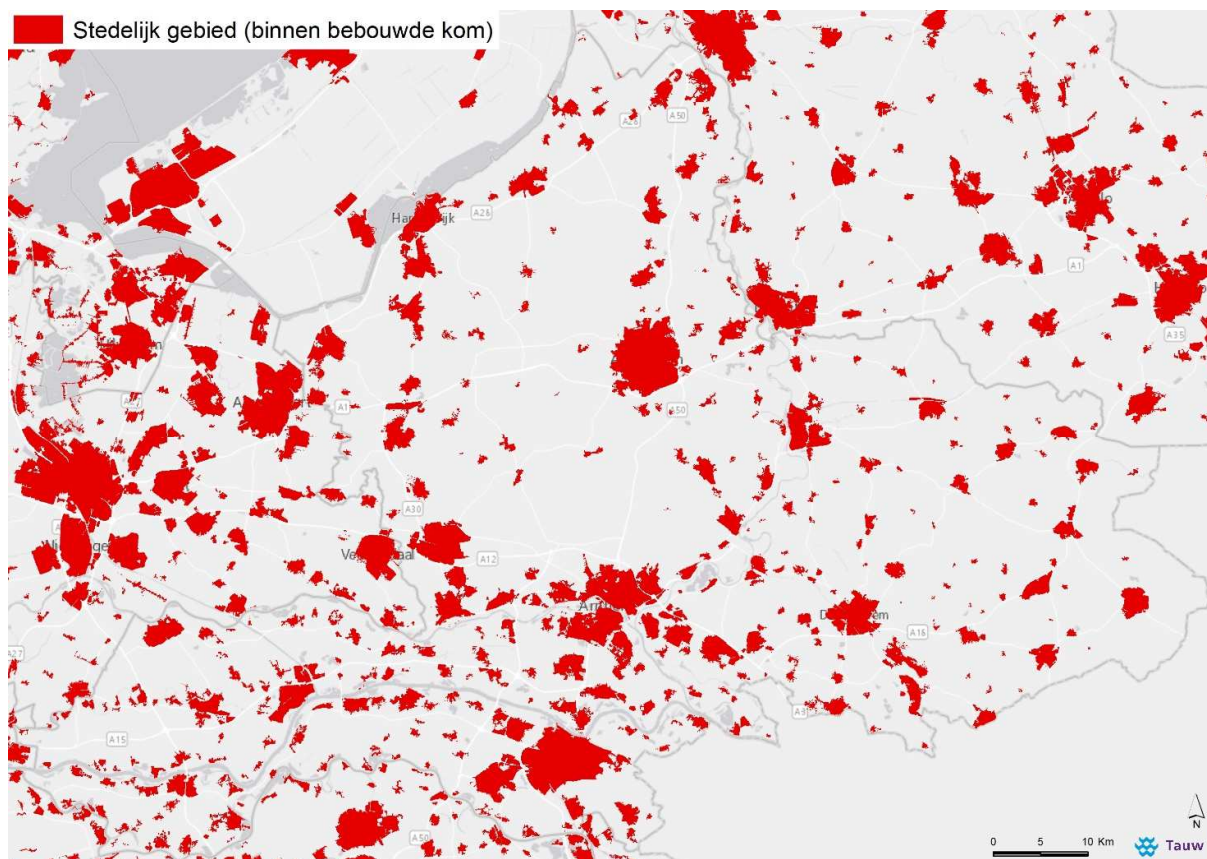
Voor de effecten op landbouw is in deze fase gekozen te toetsen op basis van het effect op kapitaalintensieve landbouw. Hieronder wordt in deze studie verstaan fruitteelt, boomgaarden en boomteelt. Effecten op landbouw in Duitsland zijn niet in beeld gebracht. Om het effect op landbouw te bepalen, is het aantal hectare grondwaterafhankelijke kapitaalintensieve landbouw binnen de 5 en 20 cm verlagingcontouren bepaald (zie sheet 9 van de presentaties in bijlage 6). In figuur 2.6 is de gebruikte toetskaart met geselecteerde landbouwgebieden weergegeven. In paragraaf 2.1 van de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4 is toegelicht hoe deze toetskaart tot stand is gekomen.



Figuur 2.6 Toetskaart grondwaterafhankelijke kapitaalintensieve landbouw (rood weergegeven), bron: zie paragraaf 2.1 van technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

Beschermbaarheid van de winning

Om de beschermbaarheid in beeld te brengen zijn 25-jaarzones berekend met behulp van stroombaanberekeningen. De rekenmethodiek is toegelicht in paragraaf 1.5 van de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4. De beschermbaarheid is vervolgens bepaald als het aantal hectare bebouwd gebied binnen de 25-jaarzone (zie sheet 11 van de presentaties in bijlage 6). In figuur 2.7 is de ligging van het bebouwd gebied weergegeven.



Figuur 2.7 Toetskaart bebouwd gebied, (rood weergegeven), bron: zie paragraaf 2.1 van technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

2.1.3 Ondersteunende kaartbeelden

Naast de technische haalbaarheid en effectbeoordelingen zijn in de studiegroepen een aantal ondersteunende kaartbeelden gepresenteerd (zie extra kaartbeelden bij de presentaties in bijlage 6) ten behoeve van de keuze van representatieve rekenlocaties. Het betreft de volgende kaartbeelden:

- Ligging van peilbesluiten
- Ligging oppervlaktewateren
- Ligging bestaande winningen
- Grondwatertrappen
- Ligging internationale Natura 2000-gebieden

2.2 Selectiemethode representatieve gebieden

Op basis van de geschiktheids- en effectbeoordelingen zijn samen met de studiegroepen representatieve gebieden aangewezen. Hiervoor is per deelgebied een studiegroepoverleg georganiseerd waarin de informatie uit paragraaf 2.1 is gepresenteerd. De studiegroepen hebben vervolgens gezamenlijk op basis van combinatiekaarten (zie kader op pagina 35) bepaald welke effecten kenmerkend zijn voor de regio en welke gebieden hiervoor als representatief kunnen worden beschouwd.

Binnen deze gebieden zijn vervolgens representatieve rekenlocaties gekozen, waarvoor in de volgende fasen effecten in meer detail zijn doorgerekend. Er is gezocht naar 10 rekenlocaties voor deelgebied Rivierengebied, 10 rekenlocaties voor deelgebied Oost Gelderland en 15 rekenlocaties voor deelgebied Veluwe. Daarnaast zijn in deelgebied Rivierengebied 3, in deelgebied Oost Gelderland 2 en in deelgebied Veluwe 1 rekenlocaties voor oeverwaterwinning gekozen.

De representatieve rekenlocaties voldoen aan de volgende criteria:

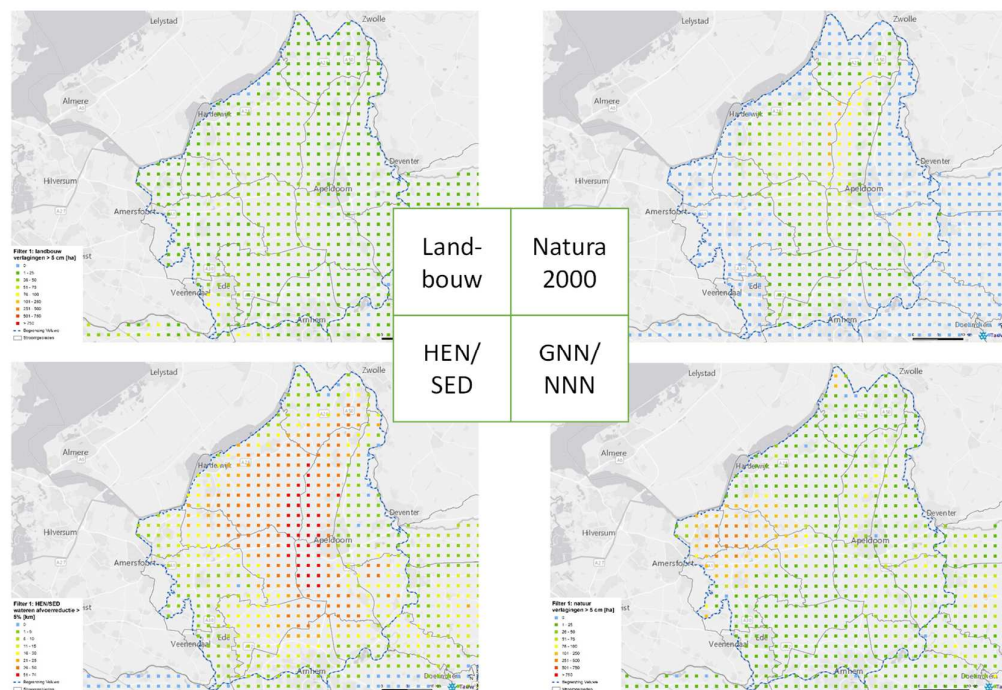
- Winning is technisch haalbaar (voldoende doorlaatvermogen)
- Representatief beeld van de effecten op natuur en landbouw voor de omgeving; representatie betekent hierbij dat niet per sé wordt gekozen voor het beste punt, maar voor een punt dat de effecten in de omgeving goed weerspiegelt
- Goede ruimtelijke spreiding, hetgeen vertaald kan worden naar globaal 1 rekenlocatie per deelstroomgebied. Bij de ruimtelijke spreiding wordt ook rekening gehouden met bestaande winningen omdat hiervoor sowieso berekeningen worden uitgevoerd

Op basis van de informatie uit paragraaf 2.1 is de volgende werkwijze gehanteerd om te komen tot rekenlocaties:

1. Punten met onvoldoende doorlaatvermogen vallen af omdat winning niet technisch haalbaar is, dit is reeds automatisch verwerkt op de kaartbeelden
2. Lagen waar de stroombanen vanaf het zoet-zout grensvlak binnen 30 jaar in de winning komen, zijn niet geschikt voor duurzame winning van zoet grondwater en vallen af. Uitzondering hierop zijn de lagen waar met het aanpassen van de filterstelling binnen de laag wel mogelijkheden ontstaan voor duurzame winning van zoet grondwater
3. In de studiegroepen is beoordeeld welke effecten op natuur en landbouw als representatief kunnen worden gezien. Ten behoeve van deze beoordeling zijn de effectkaarten gecombineerd tot de volgende combinatiekaarten (zie sheets 13 en verder in de presentaties in bijlage 6):
 - a. Effecten natuur en landbouw binnen 5 cm verlagingscontour
 - b. Effecten natuur en landbouw binnen 20 cm verlagingscontour

Samenstelling Combikaarten

Voor de keuze van de rekenlocaties is gebruik gemaakt van combikaarten om in één kaartbeeld meerdere effecten te kunnen presenteren. In de combikaarten zijn per rekenpunt vier effecten weergegeven. Onderstaande figuur geeft ter illustratie weer uit welke effectkaarten de combikaarten zijn samengesteld.



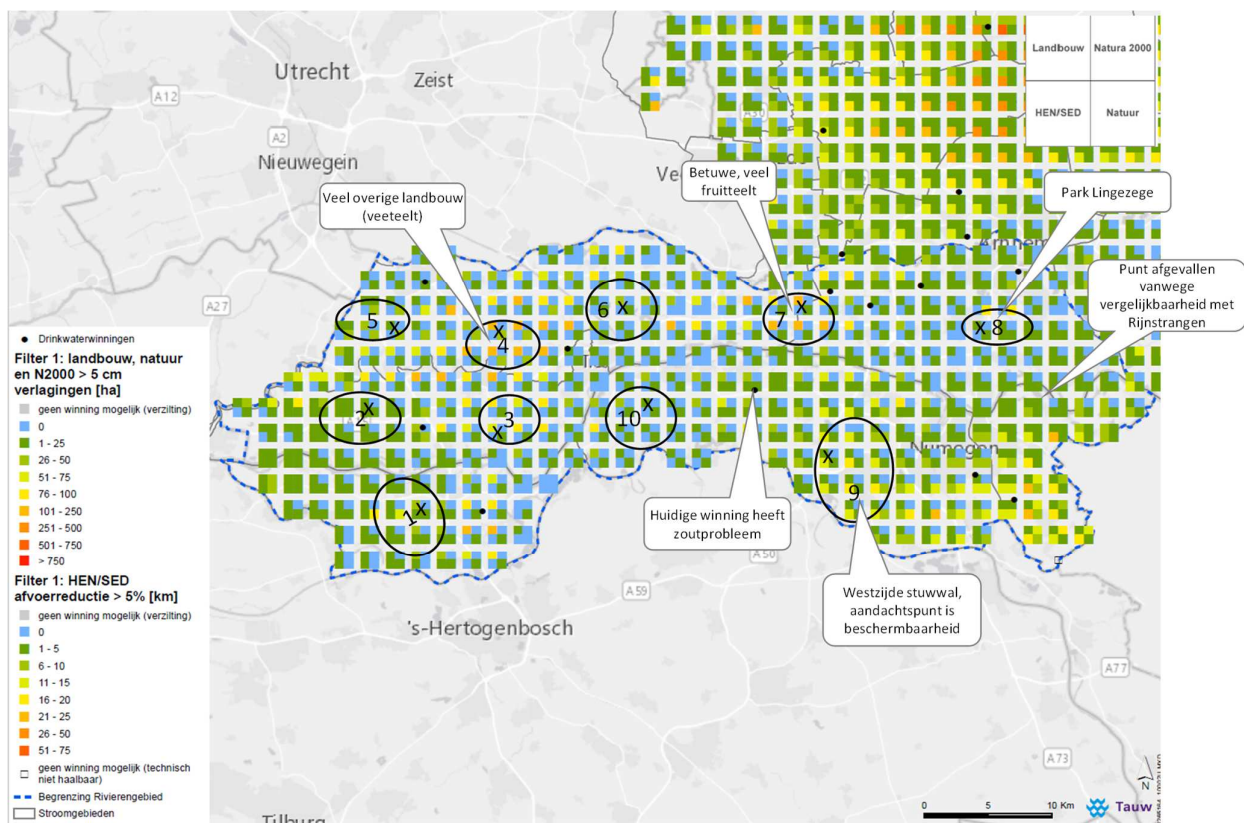
In figuren 2.8, 2.10 en 2.12 zijn de combikaarten gebruikt als achtergrond voor het presenteren van de gekozen rekenlocaties.

2.3 Bevindingen uit studiegroepen

2.3.1 Rivierengebied

Rekenlocaties grondwater

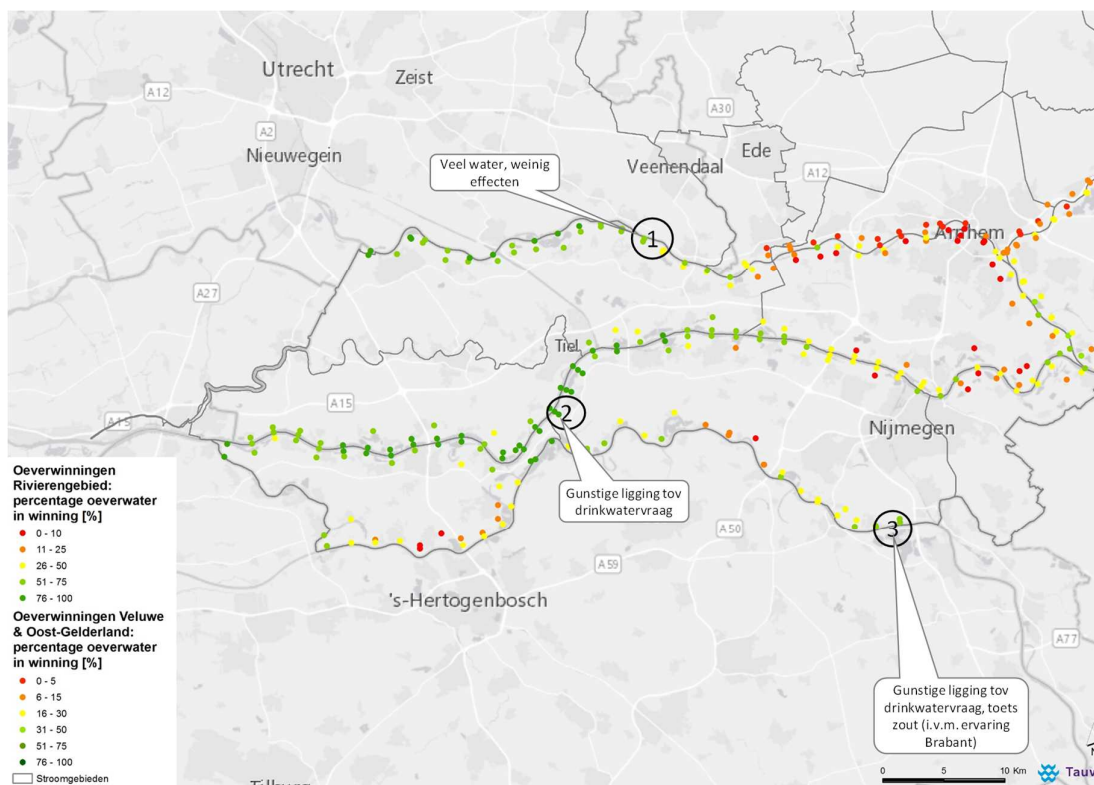
Voor deelgebied Rivierengebied zijn 10 representatieve zones voor grondwaterwinning geselecteerd samen met de studiegroep. Binnen deze zones zijn vervolgens 10 rekenlocaties gekozen. In figuur 2.8 zijn de representatieve zones en gekozen rekenlocaties weergegeven. De onderbouwing van elke gekozen zone is opgenomen in een tabel in bijlage 5.



Figuur 2.8 Tien representatieve zones zoals aangewezen door de studiegroep Rivierengebied, geprojecteerd op de combinatiekaart met effecten binnen 5 cm verlagingcontouren. De X-tekens in de kaart geven de gekozen rekenlocaties weer

Rekenlocaties oeverwater

In deelgebied Rivierengebied zijn drie rekenlocaties voor oeverwaterwinning geselecteerd. Dit deelgebied heeft een grote technische geschiktheid voor oeverwaterwinning (veel rekenpunten met >50 % oeverwater). Naast de technische geschiktheid zijn daarom ook de effecten van de oeverwaterwinning in beeld gebracht op dezelfde manier als dit voor de grondwaterwinning is gedaan (zie ook sheets 22 en verder in de presentatie Rivierengebied in bijlage 6). In figuur 2.9 zijn de gekozen rekenlocaties weergegeven.

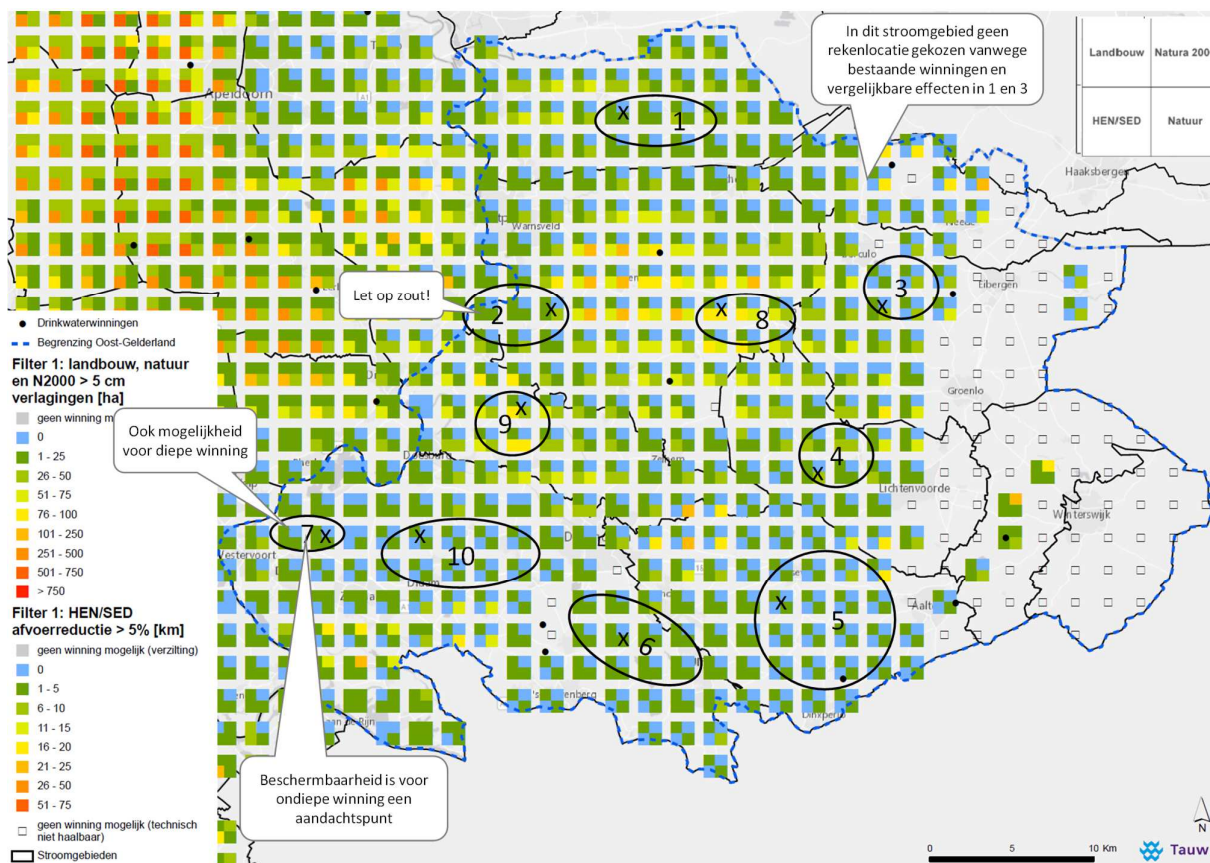


Figuur 2.9 Gekozen rekenlocaties oeverwaterwinning in regio Rivierengebied, geprojecteerd op de kaart met het percentage rivierwater per oeverwinning

2.3.2 Oost Gelderland

Rekenlocaties grondwater

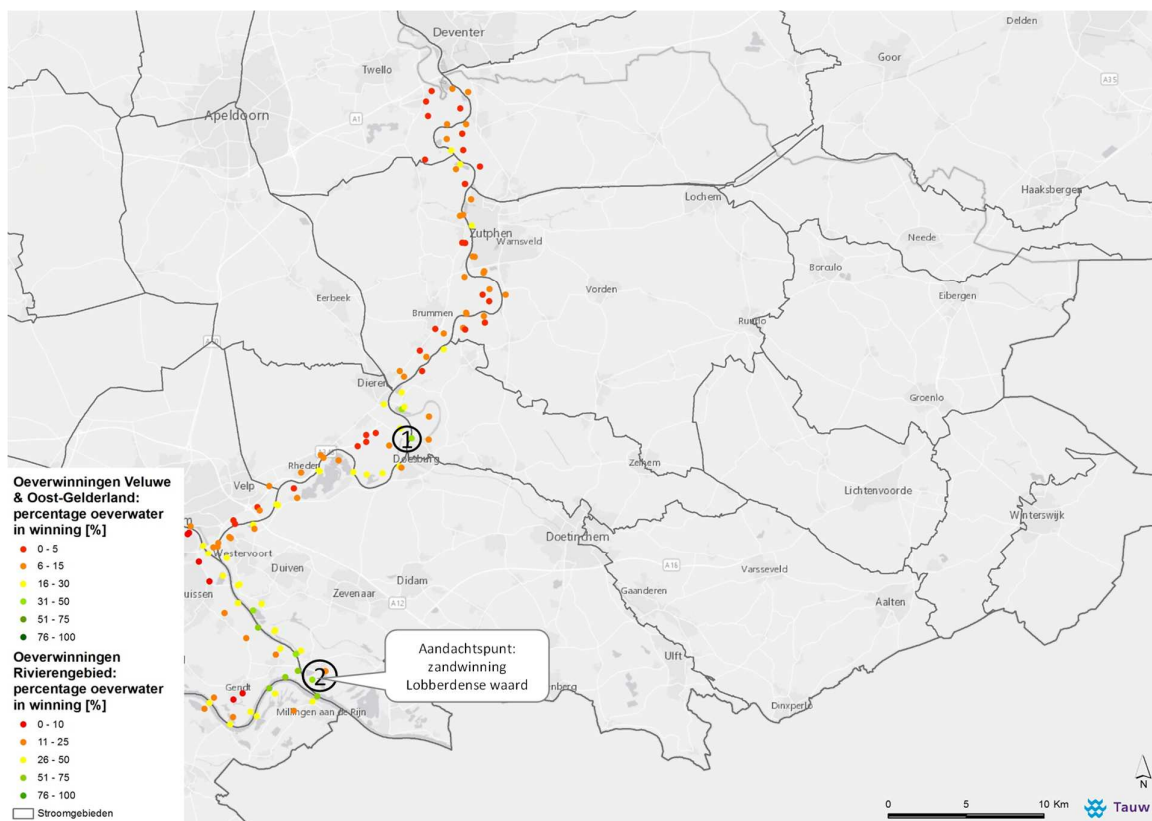
Voor deelgebied Oost Gelderland zijn 10 representatieve zones geselecteerd samen met de studiegroep. Binnen deze zones zijn vervolgens 10 rekenlocaties gekozen. In figuur 2.10 zijn de representatieve zones en gekozen rekenlocaties weergegeven. De onderbouwing van elke gekozen zone is opgenomen in een tabel in bijlage 5.



Figuur 2.10 Tien representatieve zones zoals aangewezen door de studiegroep Oost Gelderland, geprojecteerd op de combinatiekaart met effecten binnen 5 cm verlagingcontouren. De X-tekens in de kaart geven de gekozen rekenlocaties weer

Rekenlocaties oeverwater

In deelgebied Oost Gelderland zijn twee rekenlocaties voor oeverwaterwinning geselecteerd. Uit de berekeningen blijkt dat de technische geschiktheid van dit deelgebied voor oeverwaterwinning beperkt is (percentage rivierwater in de meeste berekeningen <30 %). Er is gekozen voor de rekenlocaties met het hoogste percentage rivierwater. In figuur 2.11 zijn de gekozen rekenlocaties weergegeven.

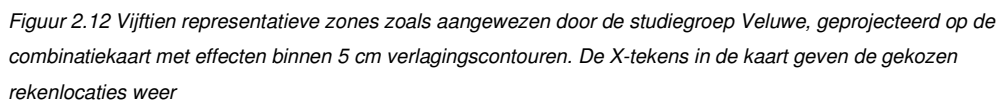


Figuur 2.11 Gekozen rekenlocaties oeverwaterwinning in deelgebied Oost Gelderland, geprojecteerd op de kaart met het percentage rivierwater per oeverwinning

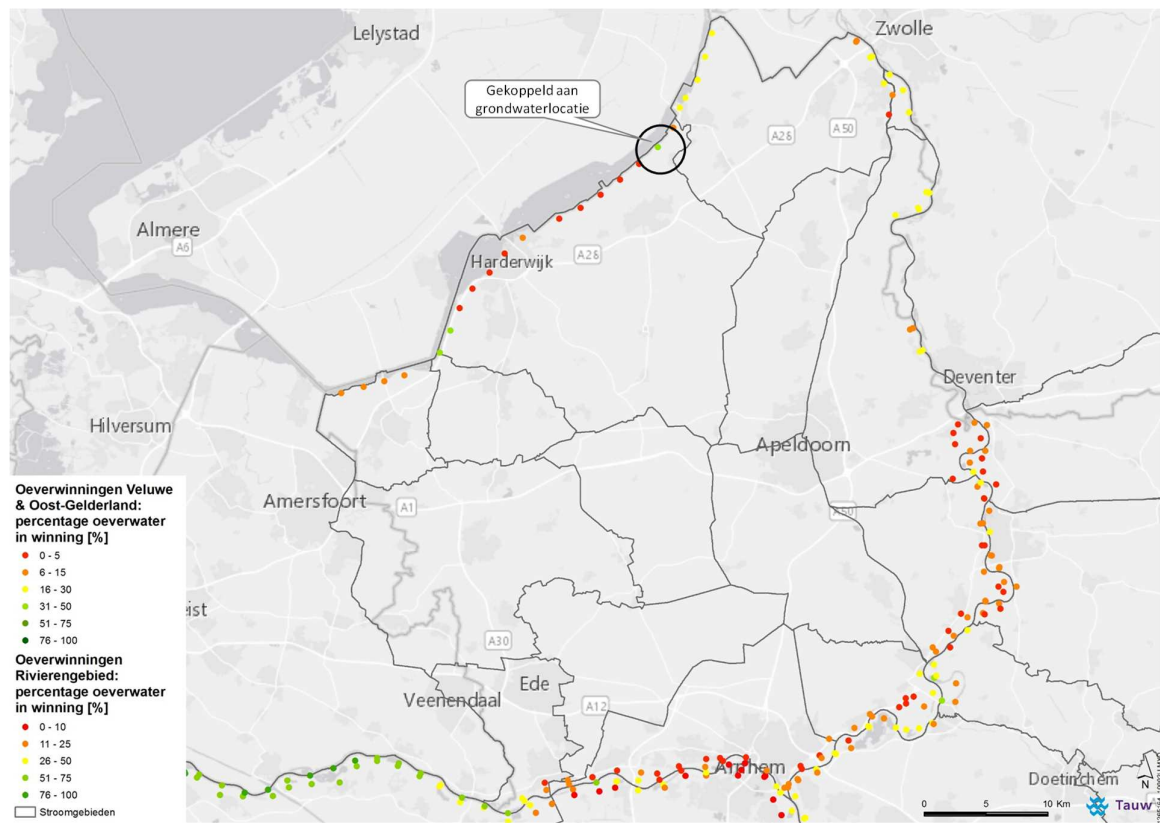
2.3.3 Veluwe

Rekenlocaties grondwater

Voor deelgebied Veluwe zijn 15 representatieve zones voor grondwaterwinning geselecteerd samen met de studiegroep. Binnen deze zones zijn vervolgens 15 rekenlocaties gekozen. In figuur 2.12 zijn de representatieve zones en gekozen rekenlocaties weergegeven. De onderbouwing van elke gekozen zone is opgenomen in een tabel in bijlage 5.



In deelgebied Veluwe is één rekenlocatie voor oeverwaterwinning geselecteerd. Uit de berekeningen blijkt dat de technische geschiktheid van dit deelgebied voor oeverwaterwinning beperkt is (percentage rivierwater in de meeste berekeningen <30 %). Daarom is gekozen voor de rekenlocatie met het hoogste percentage rivierwater. Er zijn geen rekenlocaties gekozen langs de IJssel en de Nederrijn/ Lek omdat de rekenlocaties in respectievelijk deelgebieden Oost Gelderland en Rivierengebied al inzicht geven in de potentie voor oeverwaterwinning. In figuur 2.13 is de gekozen rekenlocatie weergegeven.



Figuur 2.13 Gekozen rekenlocatie oeverwaterwinning in regio Veluwe, geprojecteerd op de kaart met het percentage rivierwater per oeverwinning

3 Resultaten rekenronde 1 (fase 2)

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van fase 2 van de studie naar grondwater- en oeverwaterwinning verwoord. In de tweede fase van het project zijn detailberekeningen uitgevoerd voor de rekenlocaties die in fase 1 zijn gekozen en zijn de effecten van winning op andere functies in beeld gebracht. In bijlage 4 is een technische uitgangspuntennotitie opgenomen waarin de werkwijze en uitgangspunten van de hydrologische berekeningen en GIS-analyses zijn beschreven.

De uitkomsten van de eerste rekenronde dienen als input voor het bepalen van de door te rekenen debieten en dieptes in rekenronde 2 en 3. De keuzes voor combinaties van debieten en dieptes zijn per regio samen met de studiegroepen gemaakt. In bijlage 7 zijn de presentaties voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

3.1 Methode

Per rekenlocatie voor grondwater en oeverwater (zoals gekozen in fase 1) zijn drie berekeningen (in drie rekenrondes) uitgevoerd met verschillende combinaties van dieptes en debieten. In fase 2 is de eerste rekenronde uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn gebruikt om met de studiegroepen de uitgangspunten voor rekenronde 2 en 3 (fase 3) te bepalen.

3.1.1 Hydrologische berekeningen

In de studiegroepoverleggen van fase 1 is gekozen om in alle deelgebieden de eerste rekenronde uit te voeren met ondiepe filters (dit is het eerste mogelijke filter in een laag met voldoende doorlatendheid) en met een debiet dat gelijk is aan het debiet uit fase 1:

- 4 Mm³/jr voor de deelgebieden Rivierengebied en Veluwe
- 3 Mm³/jr voor deelgebied Oost Gelderland
- 8 Mm³/jr voor de oeverwinningen

Tussen fase 1 en 2 is voor het grondwatermodel AMIGO (Oost Gelderland)⁹ een nieuwe versie opgeleverd. In fase 2 is met deze nieuwe versies gerekend. De technische uitgangspunten van de uitgevoerde berekeningen zijn opgenomen in de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4.

3.1.2 Toetsing van effecten

In fase 2 is de toetsing van effecten op gebiedsfuncties verder verfijnd ten opzichte van de toetsing in fase 1. In deze paragraaf beschrijven we welke toetsingen er zijn uitgevoerd. De technische beschrijving van de toetskaarten is opgenomen in de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4.

⁹ In de nieuwe modelversie van AMIGO bleek het IJsselpaai foutief ingevoerd. Naar aanleiding hiervan is beoordeeld welke rekenlocaties in het invloedsgebied van de IJssel lagen en zijn hiervoor herstelberekeningen uitgevoerd, zie ook uitgangspuntennotitie in bijlage 1

Natuur

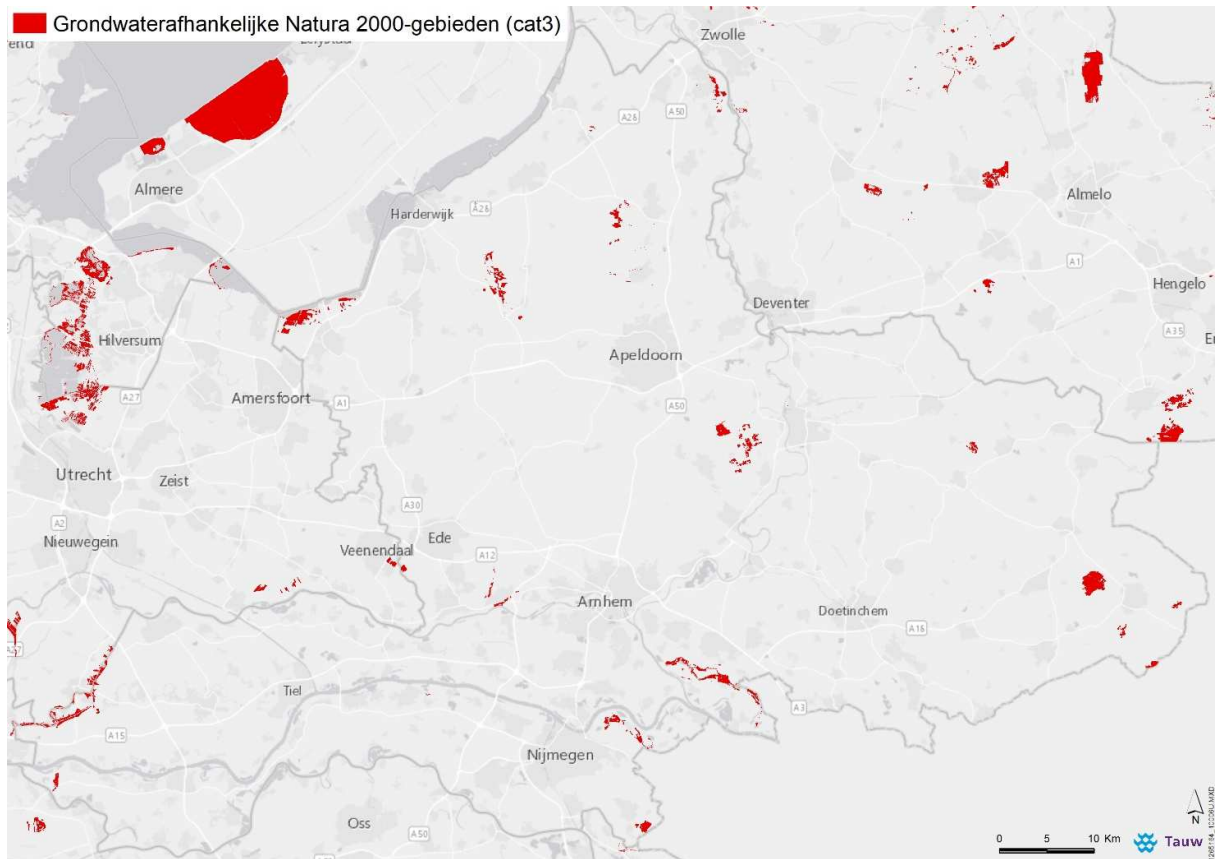
Naast de toetsing aan Natura 2000 en NNN-natuur is in fase 2 en 3 een derde categorie natuur toegevoegd, namelijk de natuurherstelgebieden in natte landnatuur uit de Omgevingsverordening van de provincie Gelderland. Dit zijn gebieden waar de provincie de afgelopen jaren heeft geïnvesteerd, of nog gaat investeren, in herstel van de waterhuishouding.

In de toetskaarten bestaat geen overlap tussen de verschillende categorieën natuur; gebieden met een dubbele status zijn getoetst op basis van de hoogste natuurklasse (van hoog naar laag: Natura 2000, herstelgebieden en NNN; een gebied dat zowel NNN status heeft als een herstelgebied is, wordt dus getoetst als herstelgebied en een herstelgebied dat ook Natura 2000-status heeft, als Natura 2000). Op deze manier wordt dubbeltelling van gebieden voorkomen.

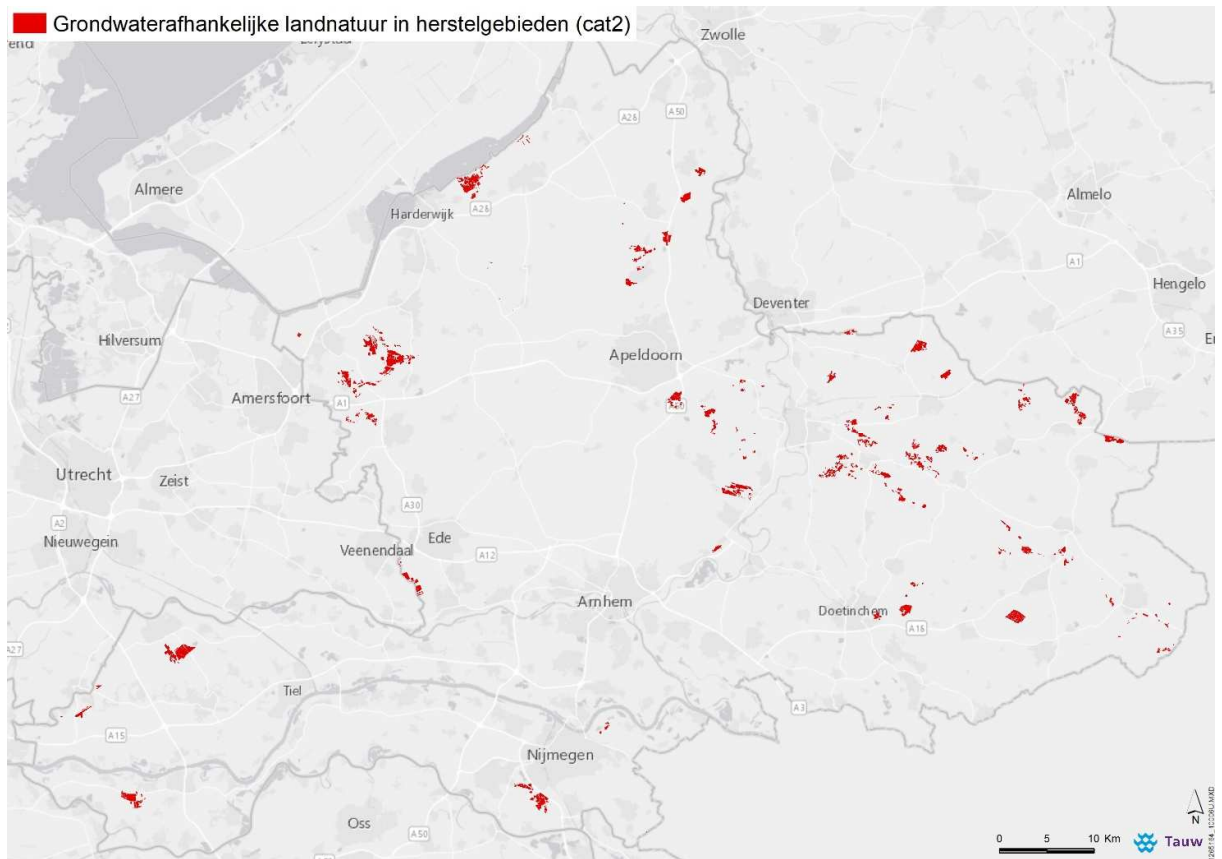
Behalve het aantal hectare natuur binnen de 5 en 20 cm-verlagingscontouren is in deze fase ook het aantal hectare natuur bepaald waarbinnen meer dan 5 % kwelreductie optreedt. Deze toetsing is voor alle drie de natuurthema's uitgevoerd¹⁰.

De toetskaarten voor natuur zijn opgenomen in figuren 3.1, 3.2 en 3.3.

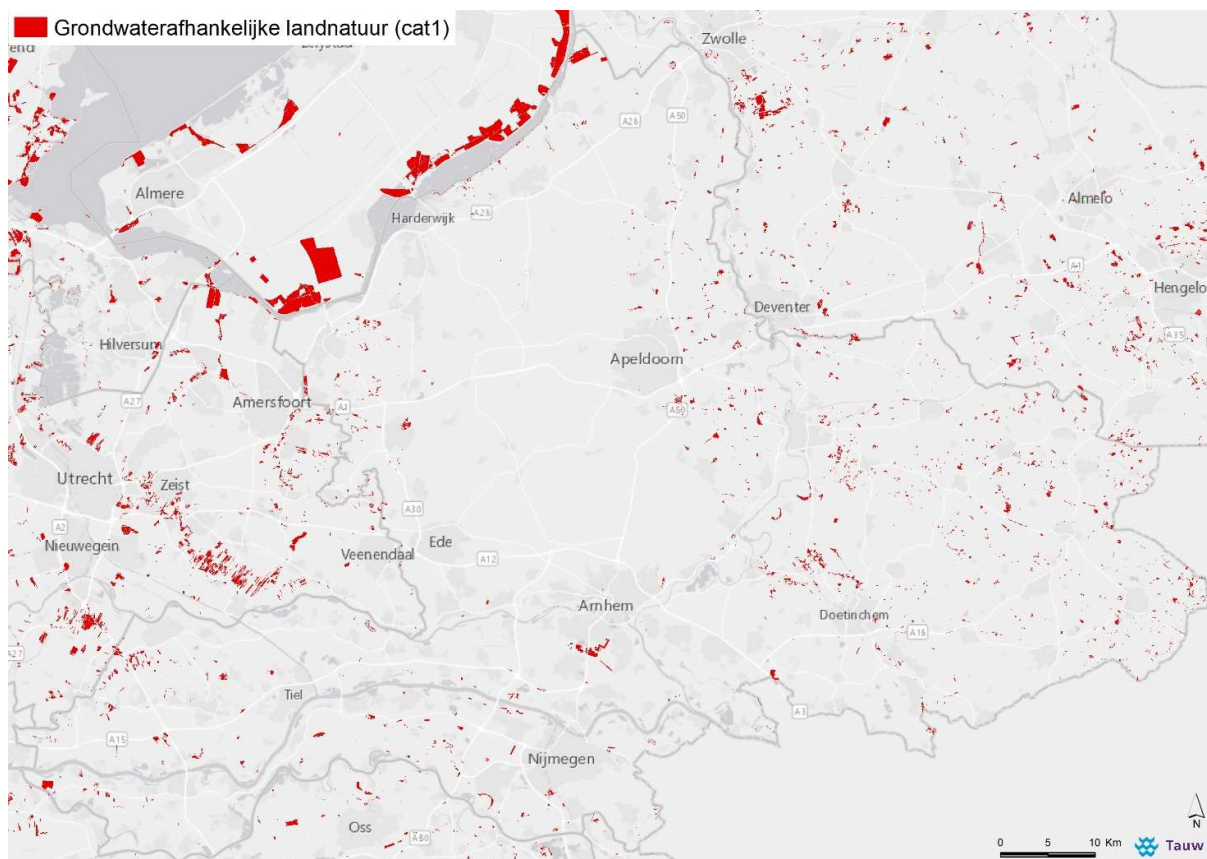
¹⁰ De relevantie van de toetsing op kwelreductie bleek pas nadat de resultaten van de drie rekenrondes bekend waren. Deze toetsing is daarom later toegevoegd en in september 2019 aan de studiegroepen gepresenteerd



Figuur 3.1 Toetskaart Natura 2000-gebieden (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.2 Toetskaart natuur in herstelgebieden (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



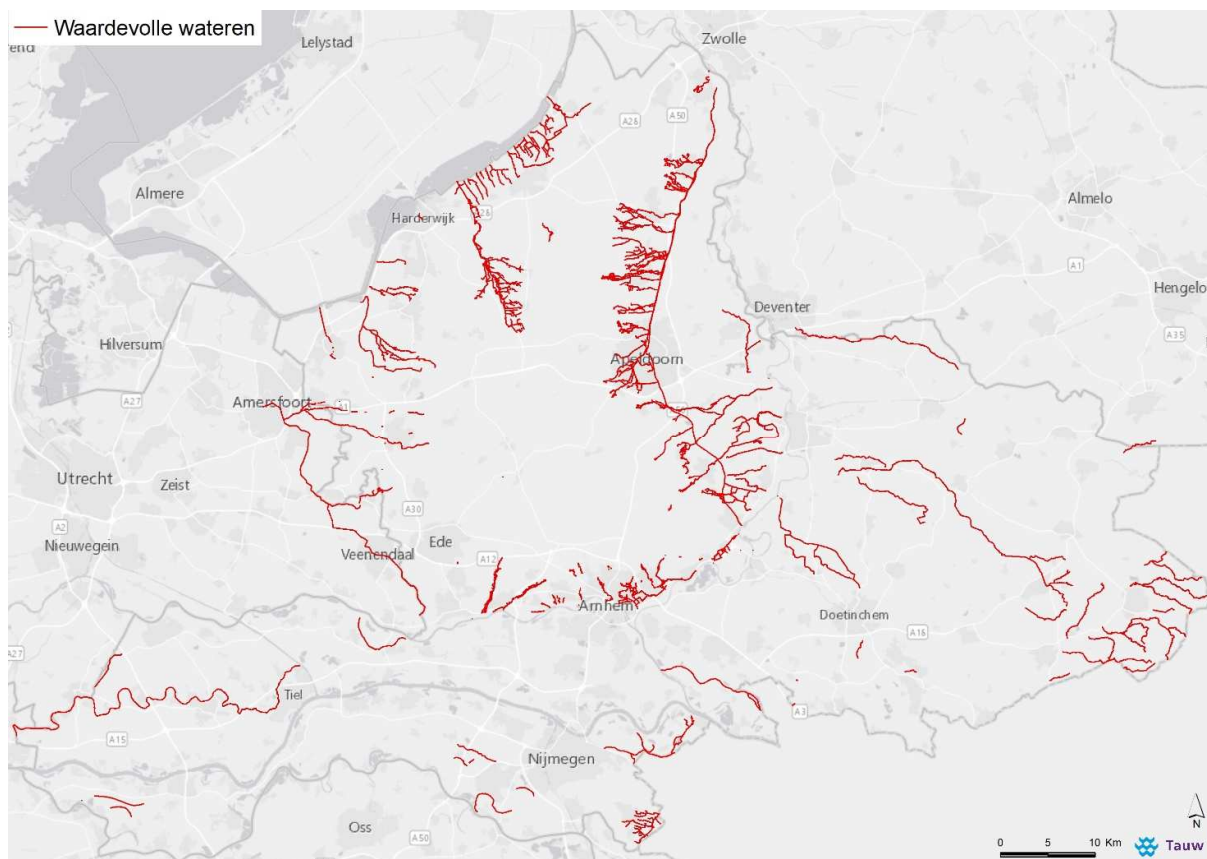
Figuur 3.3 Toetskaart natuur in NNN-gebieden (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

Waardevolle wateren

Aan de toetsing van de fluxverandering in HEN en SED wateren zijn cultuurhistorisch waardevolle wateren toegevoegd. De aangepaste toetskaart is weergegeven in figuur 3.4.

Naar aanleiding van discussies over de toetsing van de fluxverandering in de waardevolle wateren in de studiegroepen, is besloten deze toetsing in het verdere project alleen voor het deelgebied Veluwe mee te nemen. Voor veel wateren in Rivierengebied geldt dat weliswaar een afvoerreductie wordt berekend, maar dat deze wateren in de praktijk niet gevoelig zijn voor een afvoerreductie, omdat ze op peil worden gehouden met oppervlaktewater. Voor de wateren in het Land van Maas en Waal, Groesbeek en Oost Gelderland¹¹ geldt dat de meeste watergangen of in de huidige situatie al droog vallen of minder gevoelig zijn voor lokaal optredende afvoerreductie.

¹¹ Op het plateau in Oost Gelderland komen wel afvoergevoelige watergangen voor, maar in dit gebied is vanuit technisch oogpunt geen water te winnen. Daarmee is het op voorhand al niet meer noodzakelijk om afvoerreductie op deze watergangen in beeld te brengen

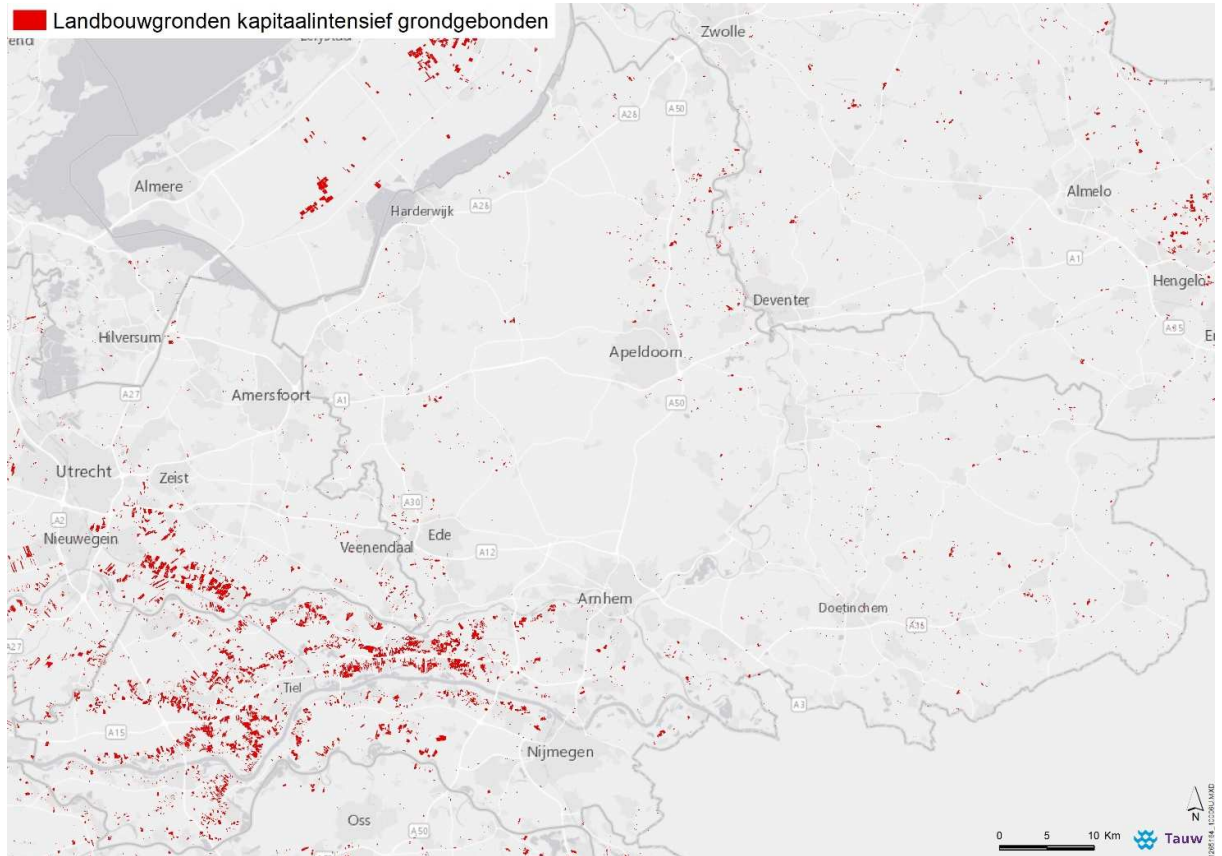


Figuur 3.4 Aangepaste toetskaart waardevolle wateren (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

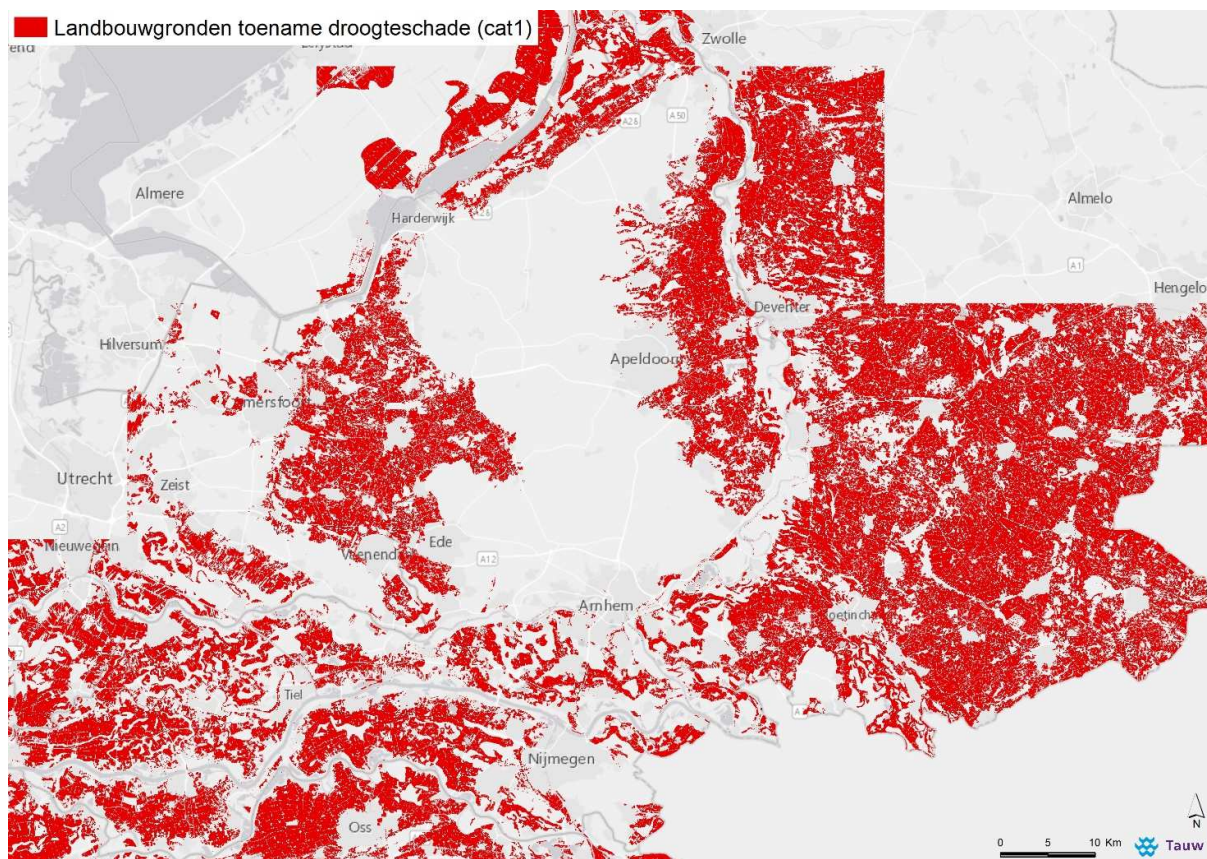
Landbouw

In fase 2 zijn, naast grondwaterafhankelijke kapitaalintensieve landbouw (figuur 3.5), drie toetsingen toegevoegd om de effecten op landbouw te bepalen:

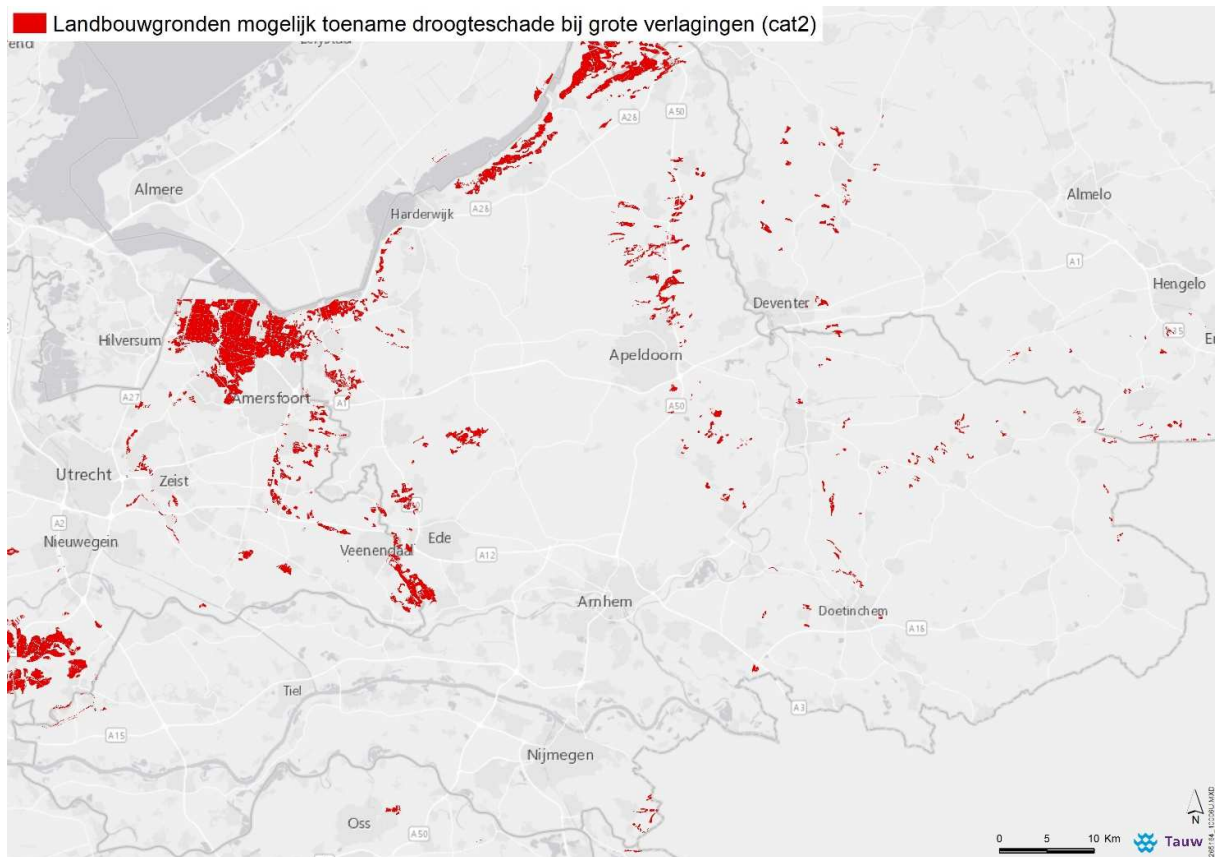
1. Droogtegevoelige landbouwgronden: Op basis van de bodemkaart en de kaart met grondwatertrappen is bepaald welke landbouwgronden in de huidige situatie gevoelig zijn voor droogteschade [5]. De criteria die hiervoor zijn gebruikt zijn beschreven in de technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4. De toetskaart is opgenomen in figuur 3.6
2. Landbouwgronden gevoelig voor grote grondwaterstandsverlagingen: Op een vergelijkbare wijze is bepaald waar landbouwgronden liggen die in de huidige situatie nog niet droogtegevoelig zijn, maar dit bij grote grondwaterstandsverlagingen wel kunnen worden. Deze toetsing wordt uitgevoerd voor de 20 cm verlagingscontour. De toetskaart is opgenomen in figuur 3.7
3. Landbouwgronden gevoelig voor natschade: Op vergelijkbare wijze is bepaald welke landbouwgronden gevoelig zijn voor natschade. Omdat grondwaterstandsverlaging natschade kan beperken wordt, in tegenstelling tot de overige toetsingen, een groter oppervlak binnen de verlagingscontour hier positief bevonden. De Toetskaart is opgenomen in figuur 3.8



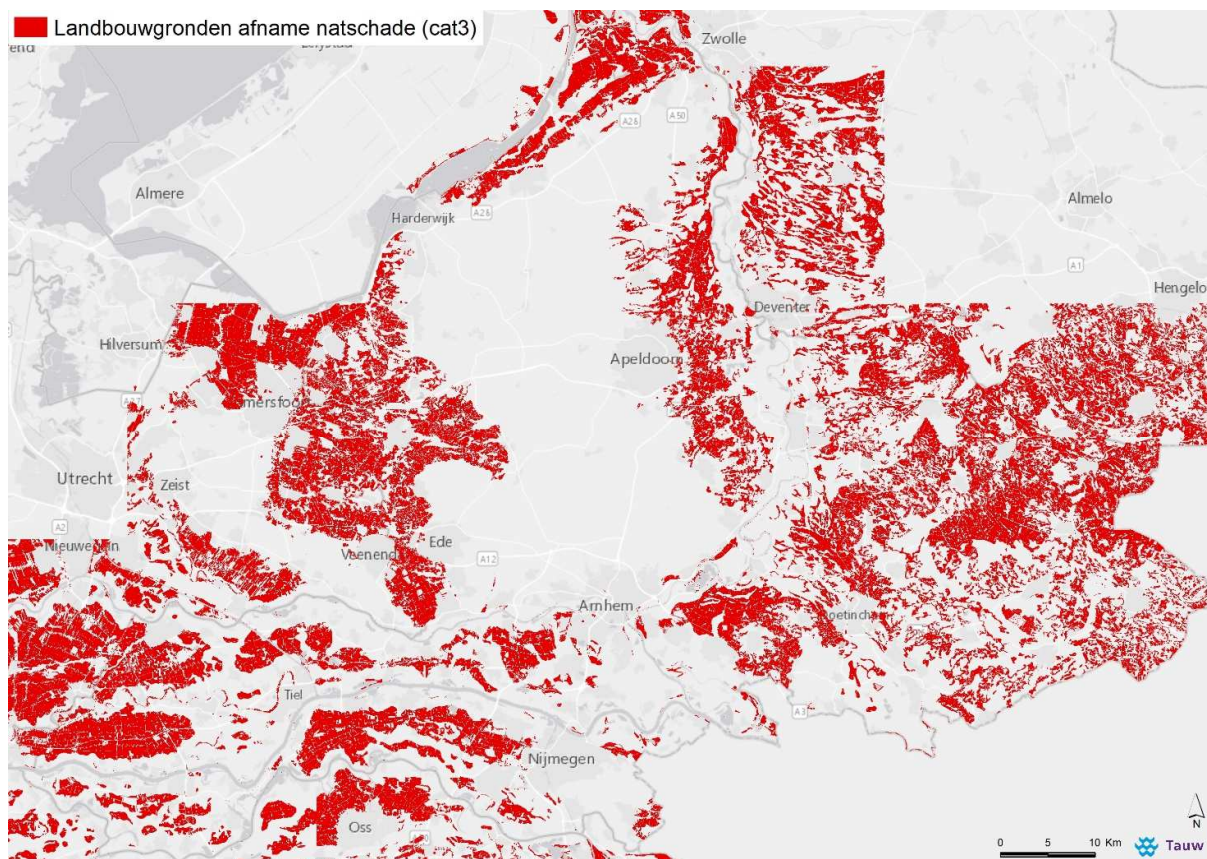
Figuur 3.5 Kapitaalintensieve grondwaterafhankelijke landbouw (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.6 Droogtegevoelige landbouwgronden (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.7 Landbouwgronden gevoelig voor grote grondwaterstandsverlagingen (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

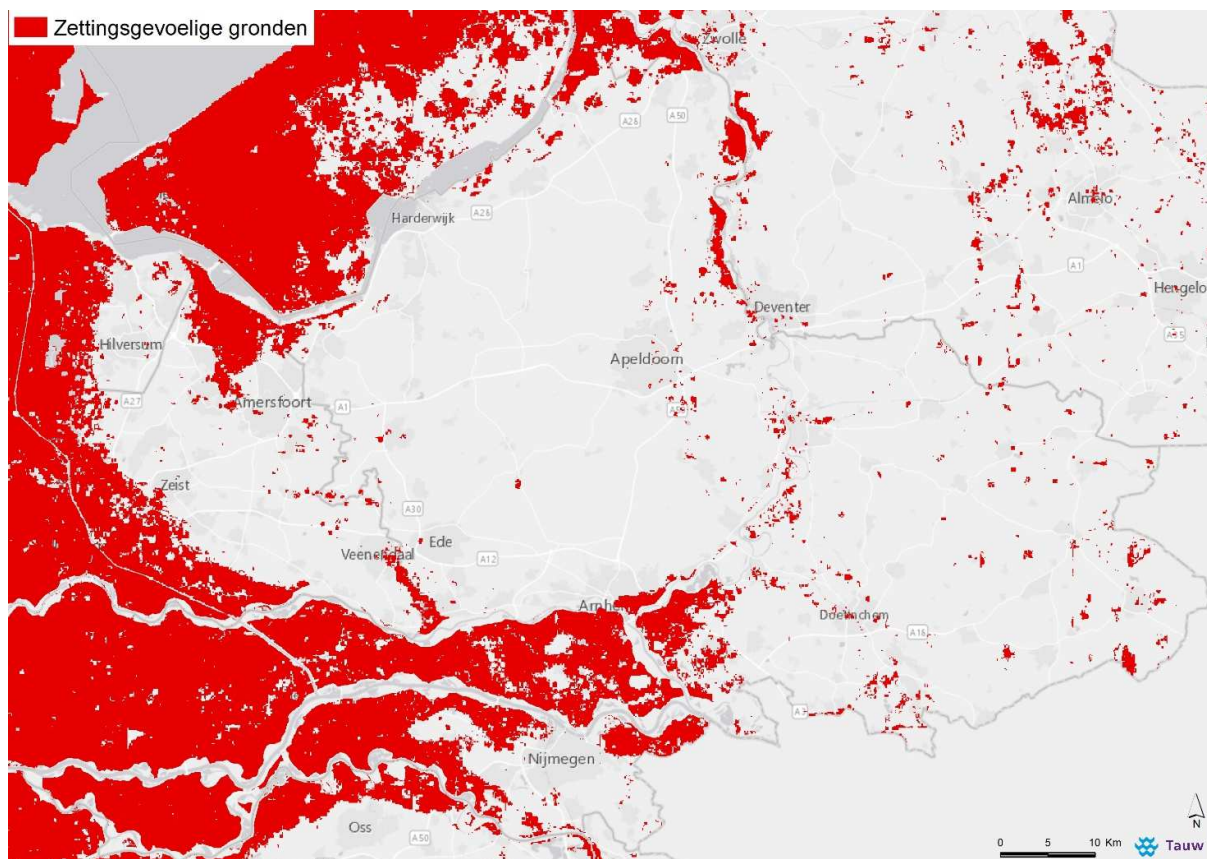


Figuur 3.8 Landbouwgronden gevoelig voor natschade (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

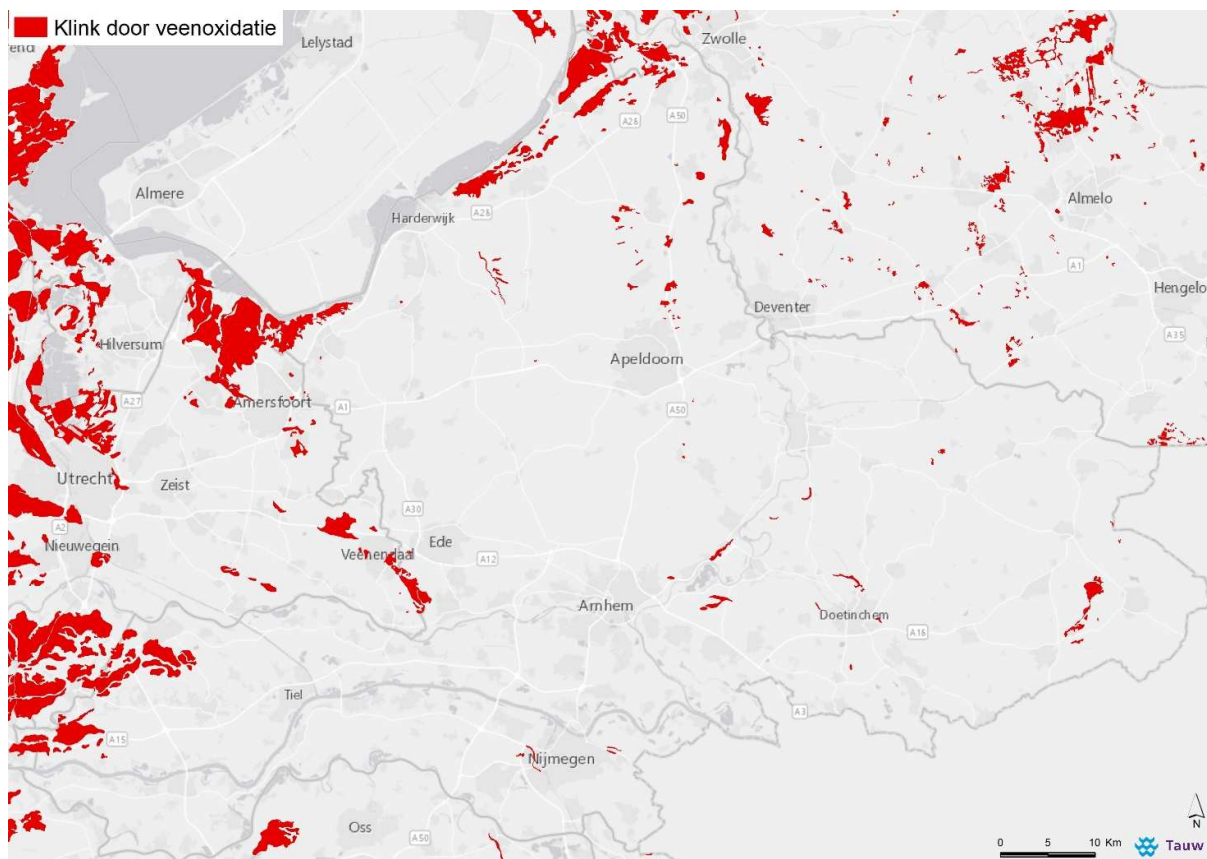
Bodemdaling: zettingen en veenoxidatie

Een nieuwe toetsingscategorie in fase 2 is de toetsing op het risico op bodemdaling. Binnen deze categorie wordt het risico op zettingen en op veenoxidatie getoetst. Voor de toetsing op het risico op zetting is gebruik gemaakt van de kaart met zettingsgevoelige bodemlagen van TNO en Deltares [10]. De toetsing op zettingen wordt uitgevoerd op basis van de verlagingen in modellaag 2, omdat de waterspanning in deze laag bepalend is voor het optreden van zettingen. Voor het toetsen van het risico op veenoxidatie is op basis van de bodemkaart in beeld gebracht waar sprake is van venige en moerige gronden. Een technische beschrijving van de gehanteerde uitgangspunten is opgenomen in bijlage 4.

De toetskaarten voor zetting en veenoxidatie zijn opgenomen in figuur 3.9 en 3.10.



Figuur 3.9 Toetskaart zettingsgevoelige bodemlaag (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

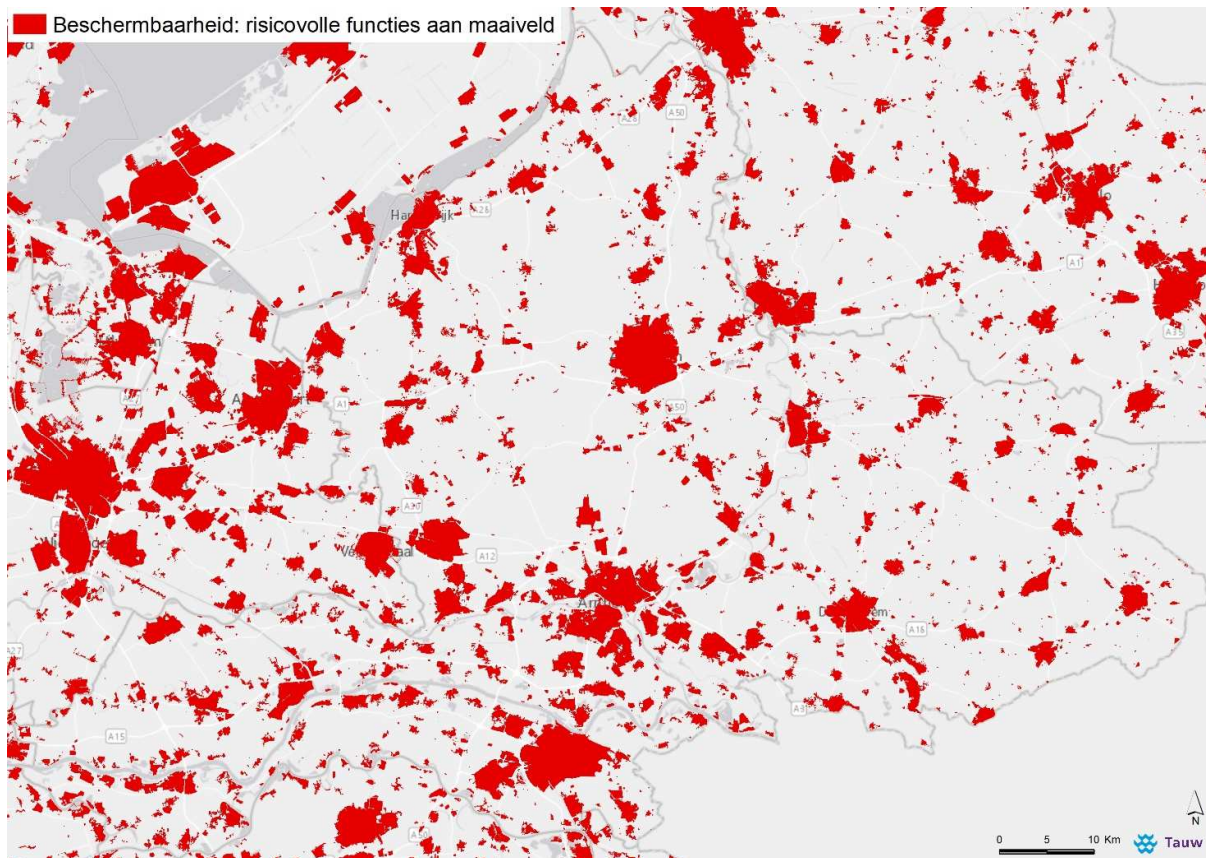


Figuur 3.10 Ligging venige en moerige gronden (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

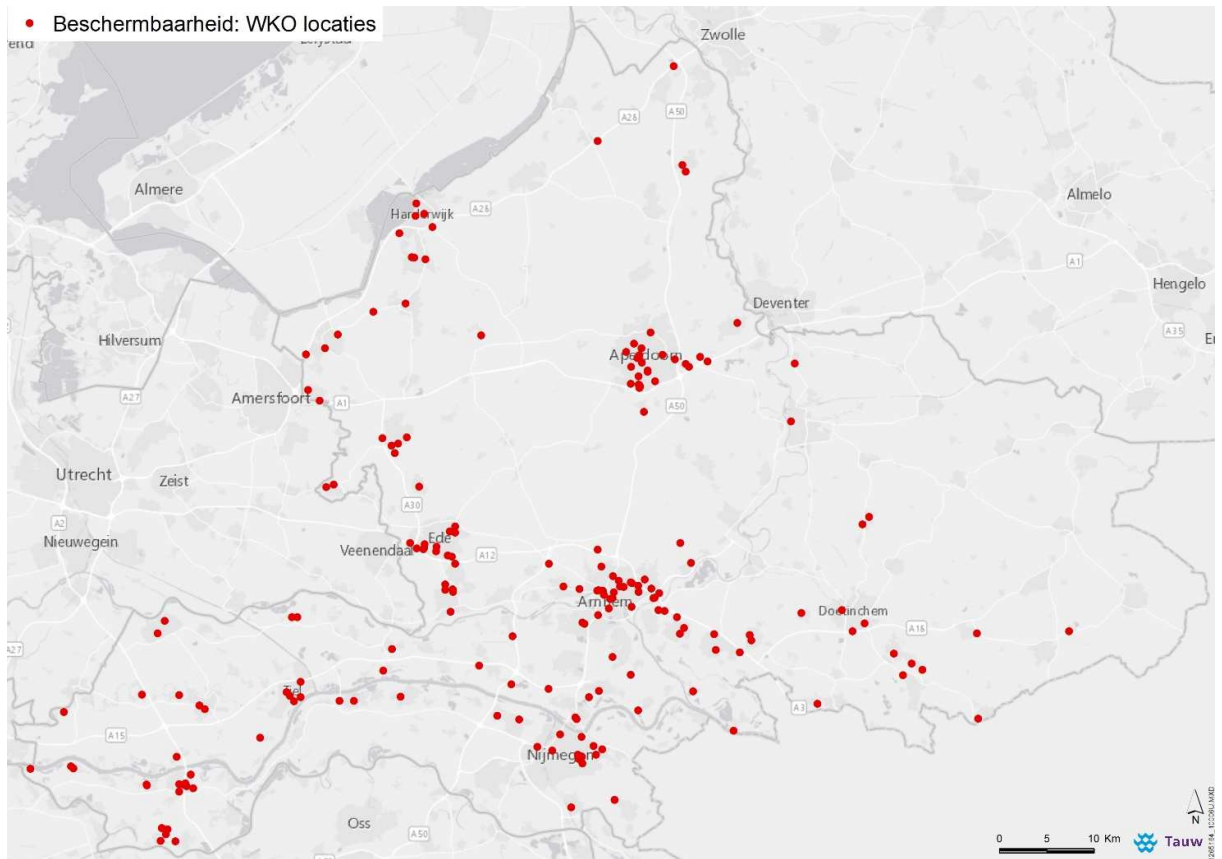
Beschermbaarheid

De toetsing op beschermbaarheid is in fase 2 verder uitgebreid met de volgende categorieën:

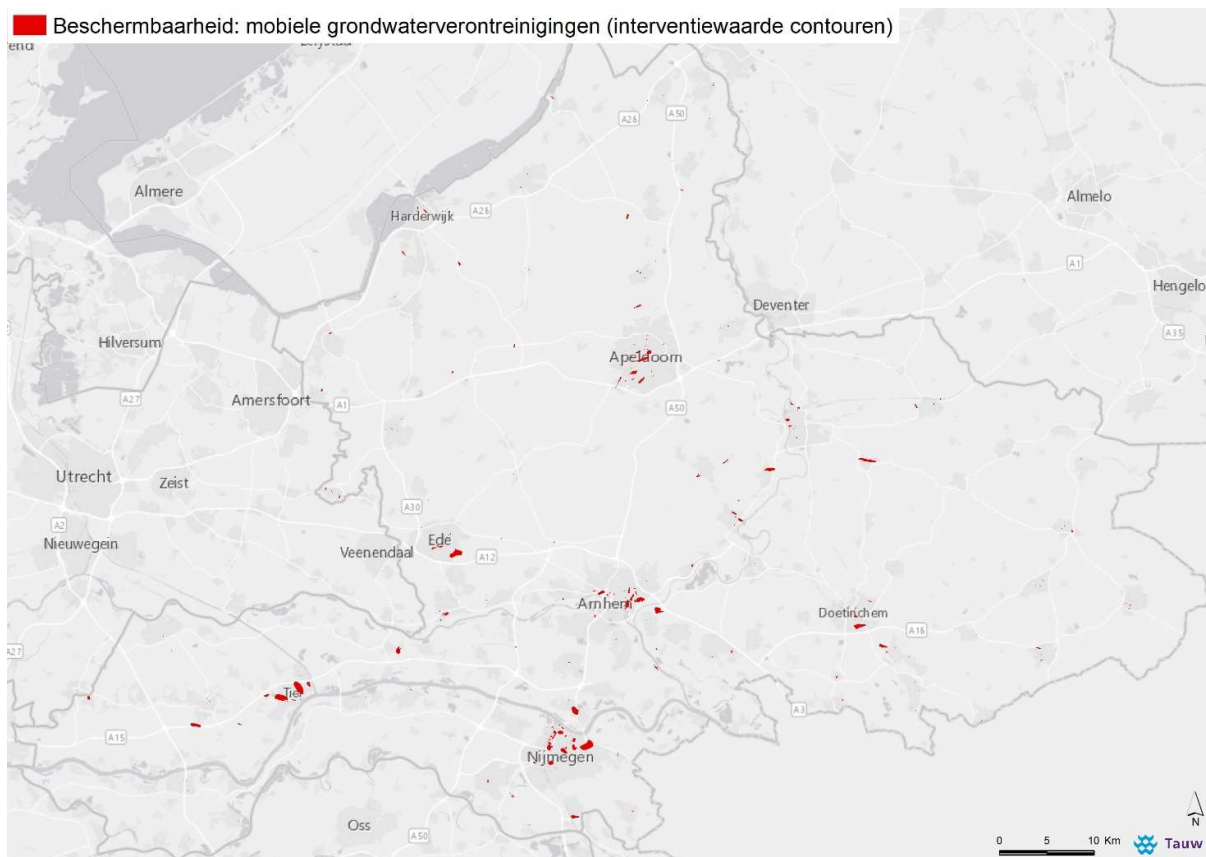
1. Risicovolle functies aan maaiveld: in deze categorie zijn ruimtelijke risicovolle functies opgenomen, zoals stedelijk gebied en bedrijventerreinen, maar ook grote parkeerterreinen of recreatieve functies. De beschermbaarheid is getoetst op de oppervlakte van deze functies binnen de 25-jaarszone. De toetskaart is opgenomen in figuur 3.11
2. WKO-systemen: het aantal door de provincie vergunde open WKO-systemen binnen de boringsvrije zone. De toetskaart is opgenomen in figuur 3.12
3. Grondwaterverontreinigingen: de oppervlakte overschrijding van de interventiewaarde in de 25-jaarszone. De toetskaart is opgenomen in figuur 3.13
4. Stortplaatsen in aantallen binnen de 25-jaarzone, waarbij onderscheid is gemaakt in:
 - Stortplaatsen gesloten voor 1995 (zogenaamde NAVOS stortplaatsen). De toetskaart is opgenomen in figuur 3.14
 - Nog in bedrijf zijnde stortplaatsen of stortplaatsen gesloten na 1995 (zogenaamde Wm stortplaatsen). De toetskaart is opgenomen in figuur 3.15



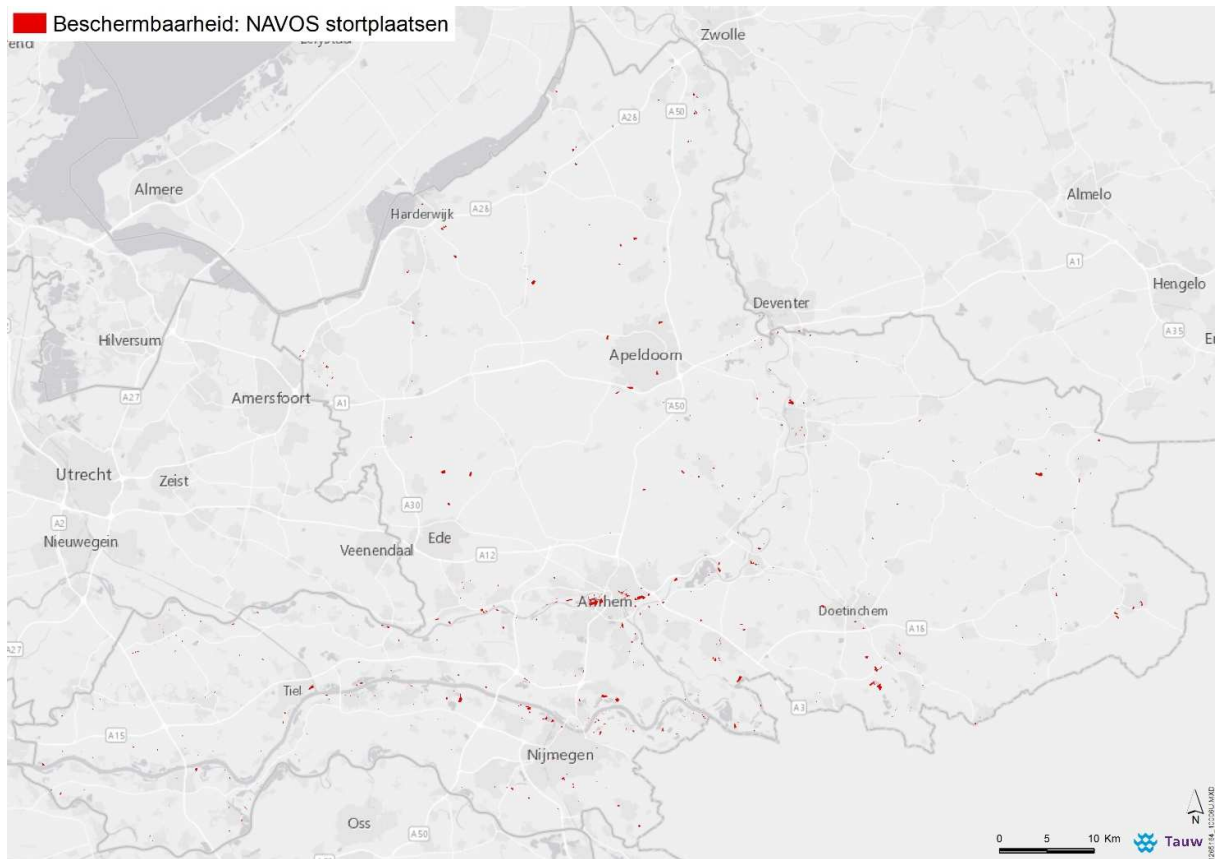
Figuur 3.11 Ligging risicovolle functies (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



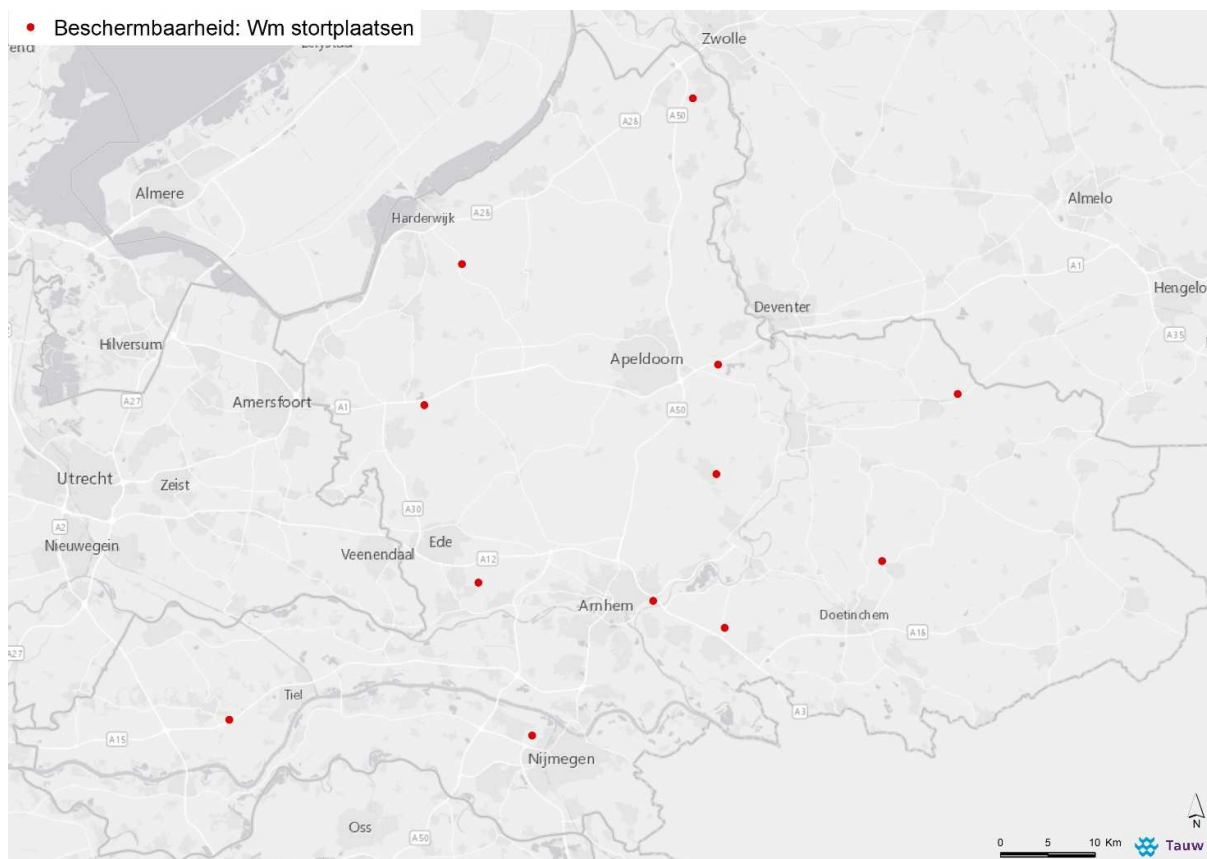
Figuur 3.12 Ligging open bekende WKO-systemen (zwarte stippen), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.13 Ligging interventiewaarde contouren grondwaterverontreinigingen (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.14 Ligging stortplaatsen gesloten voor 1995 (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4



Figuur 3.15 Ligging stortplaatsen gesloten na 1995 of nog in bedrijf (rood weergegeven), bron: zie technische uitgangspuntennotitie in bijlage 4

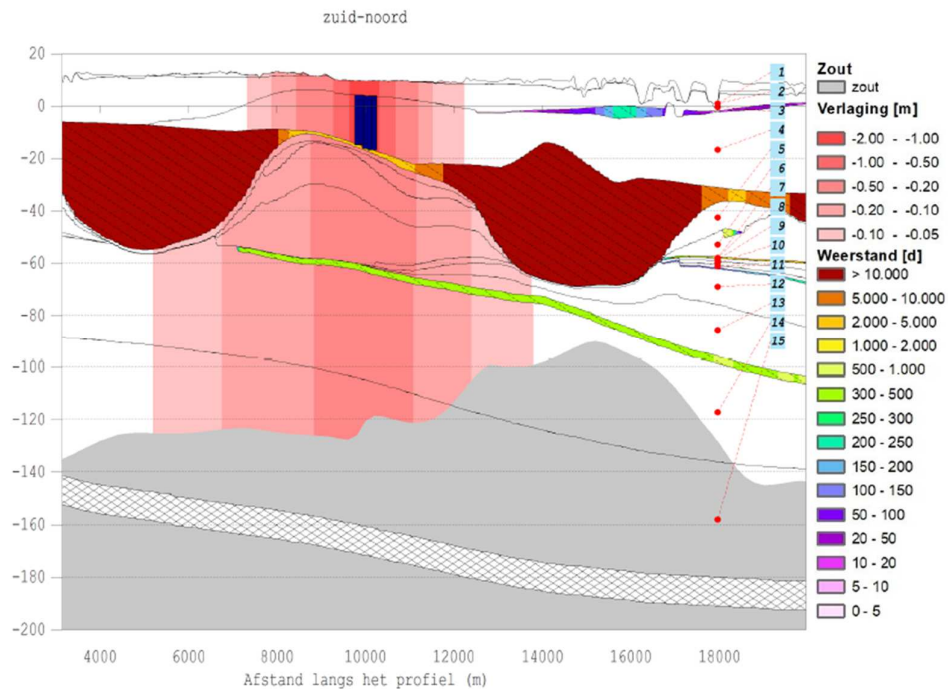
3.2 Resultaten

De resultaten van de hydrologische berekeningen zijn:

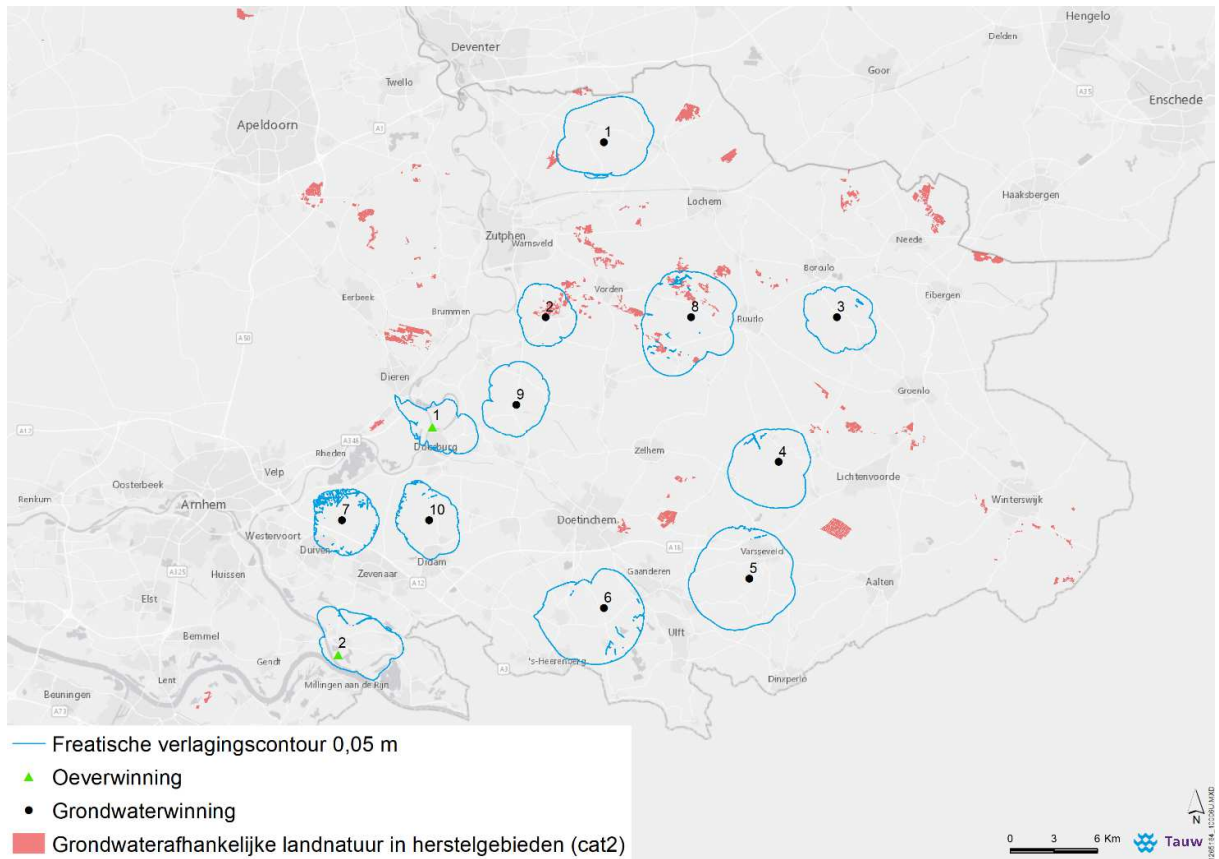
- 5 en 20 cm verlagingcontouren (zowel bovenaanzicht als dwarsdoorsneden)
- Kwelreducties
- Afvoerreducties
- 25 jaarszones vanaf maaiveld of onderkant holocene deklaag
- Boringsvrije zones (25-jaarszone in bebouwd pakket)

Op basis van de dwarsdoorsneden (zie voorbeeld in figuur 3.16) is voor de rekenlocaties in meer detail naar het aantal mogelijke filterstellingen gekeken dan in fase 1 voor het wandelend pompstation. Dit resulteert op sommige locaties in meer mogelijke filterdieptes dan blijkt uit het wandelend pompstation.

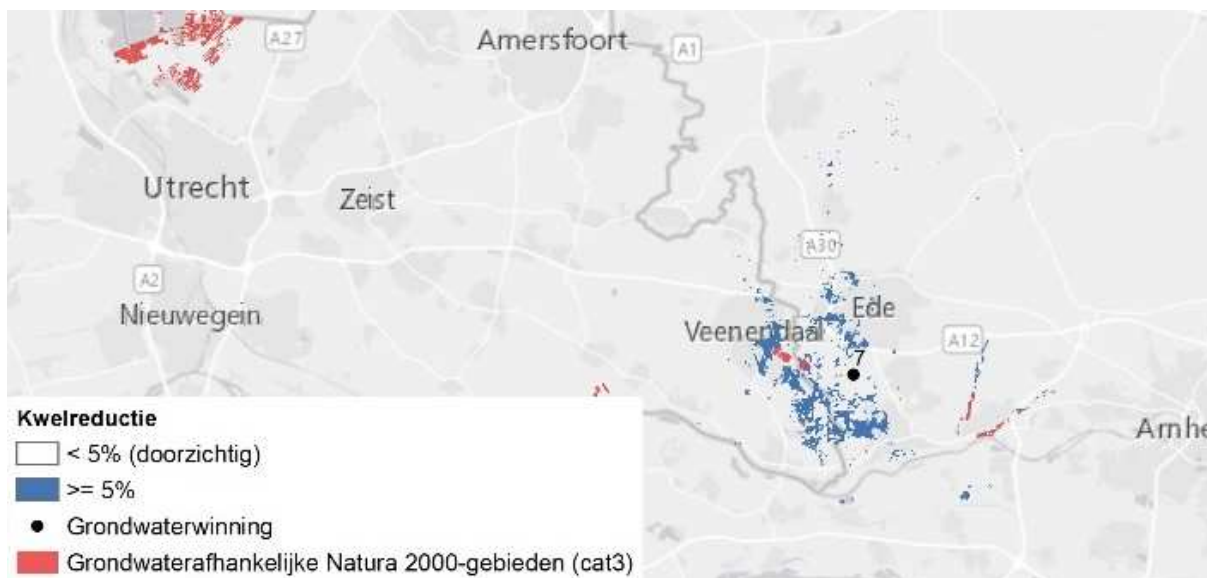
In figuren 3.16 tot en met 3.21 zijn voorbeelden van de hydrologische resultaten weergegeven. Voor een volledig overzicht verwijzen we naar de presentaties van de studiegroepen in bijlage 7 en de factsheets in bijlage 15.



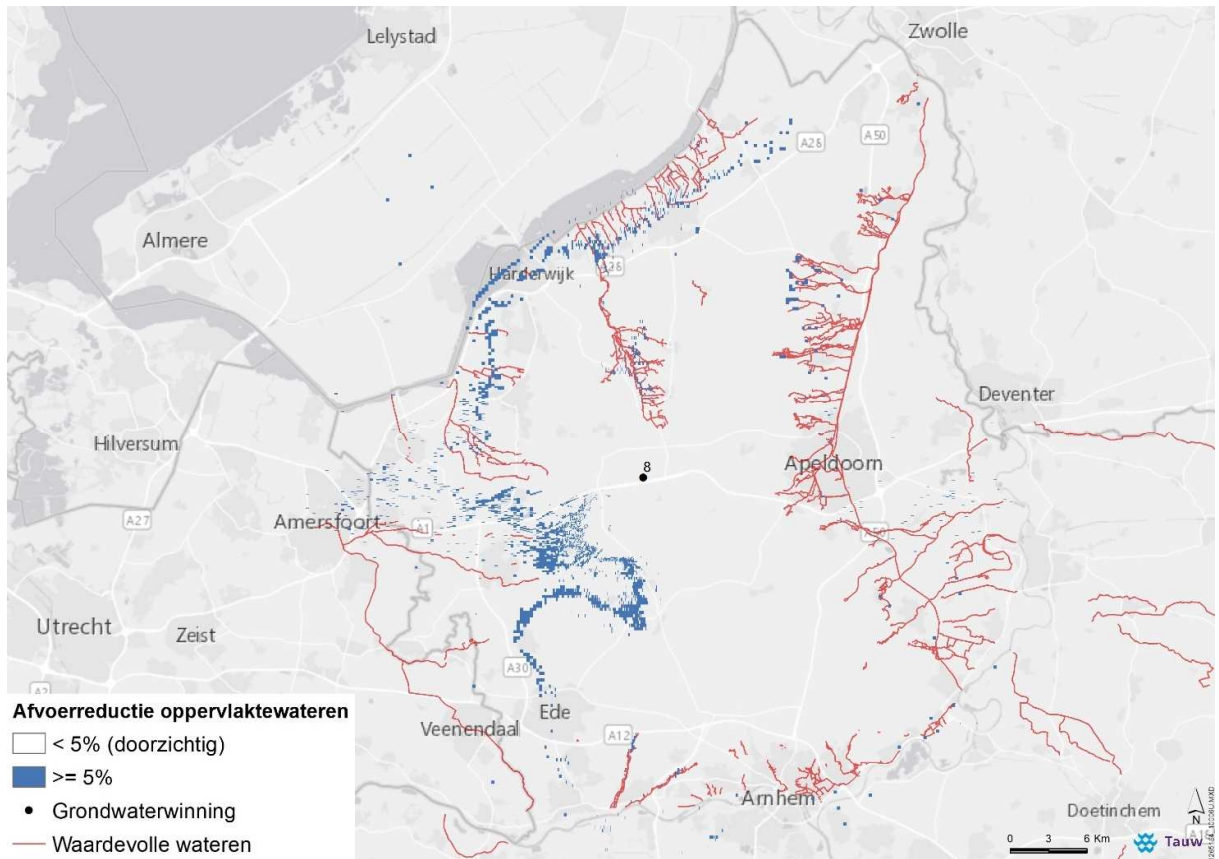
Figuur 3.16 Voorbeeld van zuid-noord dwarsdoorsnede met bodemopbouw, filterstelling (donkerblauw), geohydrologische basis (gearceerd) en zoet/zout grensvlak (grijs). De kleur van de weerstandbiedende lagen geeft weerstand in dagen weer (zie legenda). De rode kleur gradiënt geeft de verlaging in de verschillende pakketten weer, waarbij de buitenzijde van de kleuring gelijk is aan 5 cm verlaging (rekenlocatie 10, deelgebied Oost Gelderland)



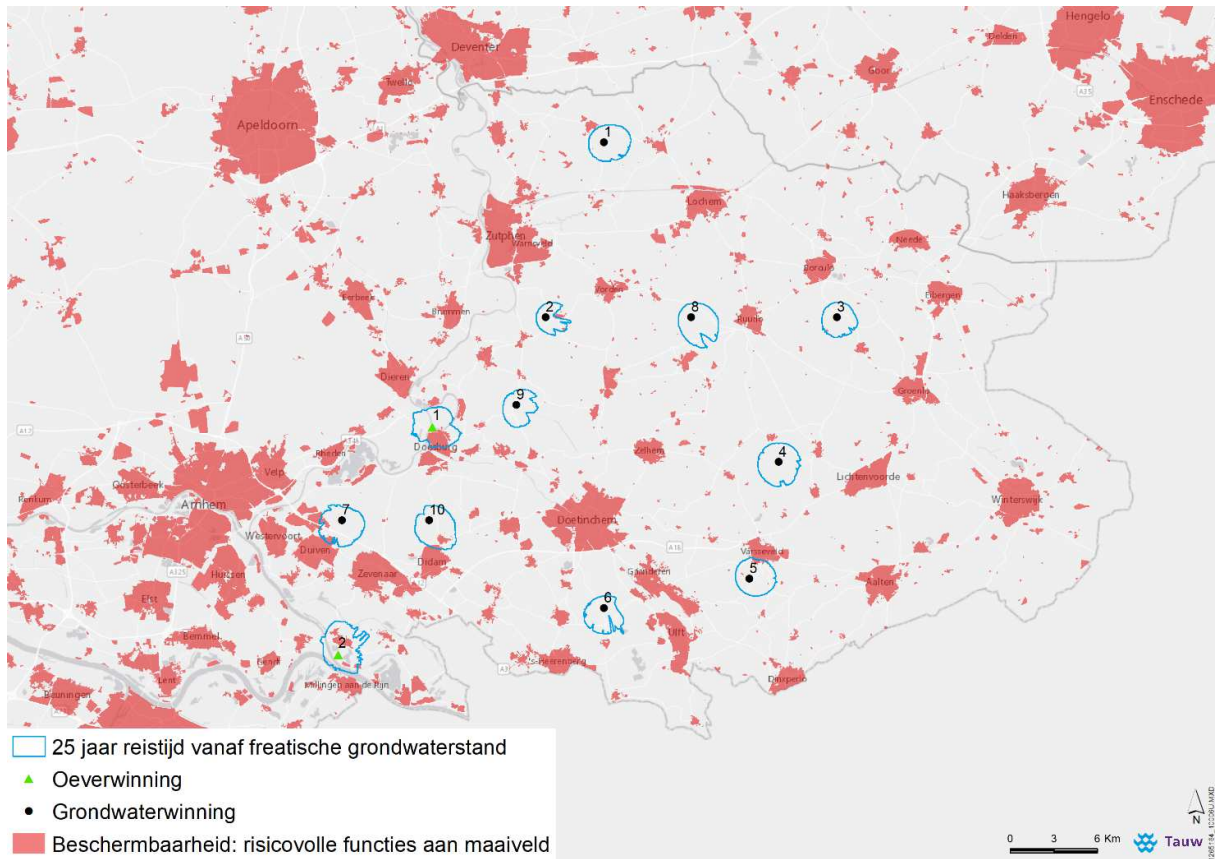
Figuur 3.17 Voorbeeld van 5 cm verlagingscontouren (blauw weergegeven), geprojecteerd op de toetskaart voor natuurherstelgebieden (rood weergegeven). Dit voorbeeld betreft deelgebied Oost Gelderland.



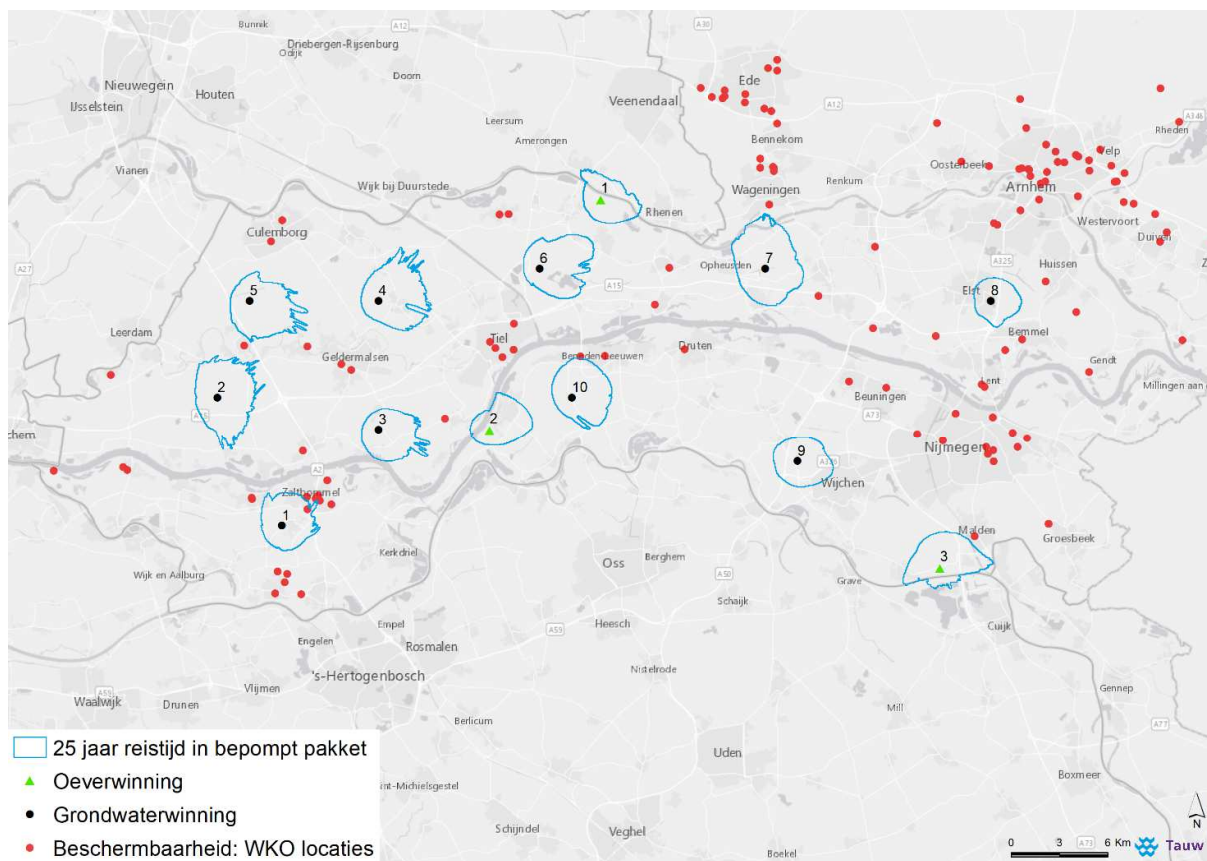
Figuur 3.18 Voorbeeld van berekende kwelreductie (> 5%) (blauw weergegeven), gecombineerd met ligging Natura 2000 (rood weergegeven). Dit voorbeeld betreft de kwelreductie berekend voor rekenlocatie 7 uit deelgebied Veluwe.



Figuur 3.19 Voorbeeld van berekende afvoerreductie (> 5%) (blauw weergegeven) gecombineerd met ligging waardevolle wateren (rood weergegeven). Dit voorbeeld betreft de afvoerreductie berekend voor rekenlocatie 8 uit deelgebied Veluwe



Figuur 3.20 Voorbeeld van de berekende 25-jaarszones (blauw weergegeven) en de toetskaart risicovolle functies (rood weergegeven). Dit voorbeeld betreft deelgebied Oost Gelderland



Figuur 3.21 Voorbeeld van de berekende boringsvrije zones (blauw weergegeven) en de toetskaart WKO (rode stippen). Dit voorbeeld betreft deelgebied Rivierengebied

De berekeningsresultaten zijn voor alle thema's gecombineerd met de toetskaarten. Op basis hiervan zijn per thema de oppervlaktes, lengtes of aantallen binnen het beïnvloede gebied bepaald. De toetsresultaten zijn in tabelvorm weergegeven in bijlage 13.

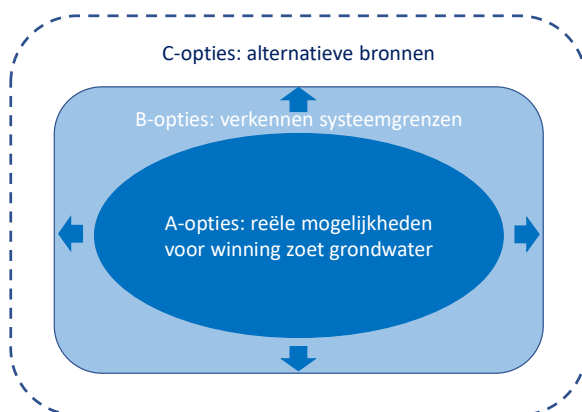
3.3 Bevindingen uit de studiegroepen

De hydrologische resultaten van de eerste rekenronde zijn samen met de toetsresultaten gepresenteerd in de studiegroepen. De presentaties zijn opgenomen in bijlage 7.

In de studiegroepen zijn op basis van de resultaten van deze eerste rekenronde, de dieptes en debieten voor de volgende rekenrondes bepaald. Omdat de studie primair gericht is op het vinden van reële mogelijkheden voor het winnen van zoet grondwater, is in de meeste gevallen gekozen voor combinaties van diepte en debiet waarmee reële mogelijkheden van zoete grondwaterwinning worden verkend (zogenaamde A-opties).

Daarnaast is gezocht naar combinaties van diepte en debiet waarmee de grenzen van het systeem worden verkend (bijvoorbeeld door een hoog debiet in een ondiep filter te kiezen of een diepte waar mogelijk verzilting kan optreden). Deze combinaties noemen we B-opties. Tenslotte is in een aantal gevallen gekozen voor het doorrekenen van alternatieve bronnen (C-opties). Dit zijn de oeverwinningen en winningen in het zoute pakket.

De verdeling in A-, B- en C-opties is weergegeven in figuur 3.21.



Figuur 3.22 Schematische weergave A-, B- en C-opties

3.3.1 Rivierengebied

In de studiegroep Rivierengebied is op basis van de resultaten van rekenronde 1 gekozen om in rekenronde 2 voor alle locatie één pakket dieper met hetzelfde debiet ($4 \text{ Mm}^3/\text{jr}$) door te rekenen. In rekenronde 3 is voor de meeste locaties gekozen om het debiet te verhogen ten opzichte van rekenronde 2 ($8 \text{ Mm}^3/\text{jr}$). In twee gevallen (GW1 en GW9) is bewust gekozen voor een filterstelling in het brakke systeem, om inzicht te krijgen in de effecten van een niet-zoete winning. De resultaten hiervan zijn interessant voor de parallel uitgevoerde studie naar andere bronnen van drinkwaterwinning.

Voor de oeverwinningen is de filterstelling niet gevarieerd, omdat een oeverwinning per definitie ondiep plaatsvindt. In rekenronde 2 is een lager debiet doorgerekend dan in rekenronde 1 ($6 \text{ Mm}^3/\text{jr}$) en in rekenronde 3 een hoger debiet ($12 \text{ Mm}^3/\text{jr}$).

In tabel 3.1 zijn de gekozen combinaties van dieptes en debieten weergegeven. In bijlage 5 zijn de corresponderende modellagen opgenomen.

Tabel 3.1 Gekozen combinaties van diepte en debieten voor de rekenronde van deelgebied Rivierengebied

MORIA		Rekenronde 1				Rekenronde 2			Rekenronde 3		
Type	Nr	Aantal mogelijke filters	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie
Gw	1	3	1	4	A	2	4	A	3	4	C
Gw	2	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	3	3	1	4	A	2	4	A	3	8	C
Gw	4	2	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	5	5	1	4	A	2	4	A	3	8	B
Gw	6	2	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	7	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	8	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	9	2	1	4	A	1	8	B	2	8	C
Gw	10	2	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Oever	1	1	1	8	C	1	6	C	1	12	C
Oever	2	1	1	8	C	1	6	C	1	12	C
Oever	3	1	1	8	C	1	6	C	1	12	C

3.3.2 Oost Gelderland

In de studiegroep Oost-Gelderland is de keuze in dieptes beperkt; alleen voor locaties GW7 en GW10 zijn twee windieptes mogelijk. Voor deze locaties is in rekenronde 2 gekozen voor een diep filter met eenzelfde debiet (3 Mm³/jr) en voor rekenronde 3 voor een diep filter met een hoger debiet (5 Mm³/jr). Voor de overige filters is in rekenronde 2 gekozen voor een lager debiet dan in rekenronde 1 (2 Mm³/jr) en in rekenronde 3 voor een hoger debiet (4 Mm³/jr).

Voor de oeverwinningen is de filterstelling niet gevarieerd, omdat een oeverwinning per definitie ondiep plaatsvindt. In rekenronde 2 is een lager debiet doorgerekend dan in rekenronde 1 (4 Mm³/jaar) en in rekenronde 3 een hoger debiet (12 Mm³/jaar).

In tabel 3.2 zijn de gekozen combinaties van dieptes en debieten weergegeven. In bijlage 5 zijn de corresponderende modellagen opgenomen.

Tabel 3.2 Gekozen combinaties van diepte en debieten voor de rekenronde van deelgebied Oost Gelderland

AMIGO		Rekenronde 1				Rekenronde 2			Rekenronde 3		
Type	Nr	Aantal mogelijke filters	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie
Gw	1	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	2	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	3	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	4	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	5	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	6	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	7	2	1	3	A	2	3	A	2	5	B
Gw	8	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	9	1	1	3	A	1	2	A	1	4	B
Gw	10	2	1	3	A	2	3	A	2	5	B
Oever	1	1	1	8	C	1	4	C	1	12	C
Oever	2	1	1	8	C	1	4	C	1	12	C

3.3.3 Veluwe

De strategie in keuze van dieptes en debieten verliep voor deelgebied Veluwe iets anders dan voor de overige deelgebieden. In dit deelgebied is veel minder sprake van een homogene bodemopbouw en er zijn meerdere keuzes te maken voor windieptes. Gekozen is om te beoordelen welke rekenlocaties onderling vergelijkbaar zijn. Vervolgens zijn voor vergelijkbare rekenlocaties verschillende debiet-diepte combinaties doorgerekend.

Voor de oeverwinning is de filterstelling niet gevarieerd, omdat een oeverwinning per definitie ondiep plaatsvindt. In rekenronde 2 is een lager debiet doorgerekend dan in rekenronde 1 (6 Mm³/jr) en in rekenronde 3 een hoger debiet (12 Mm³/jr).

In tabel 3.3 zijn de gekozen combinaties van dieptes en debieten weergegeven. In bijlage 5 zijn de corresponderende modellagen opgenomen.

Tabel 3.3 Gekozen combinaties van diepte en debieten voor de rekenronde van deelgebied Veluwe

AZURE		Rekenronde 1				Rekenronde 2			Rekenronde 3		
Type	Nr	Aantal mogelijke filters	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie	Filter	Debiet (Mm ³ /jr)	Optie
Gw	1	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	2	3	1	4	A	2	8	B	3	4	A
Gw	3	2	1	4	A	1	2	A	2	4	A
Gw	4	2	1	4	A	1	2	A	1	8	B
Gw	5	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	6	2	1	4	A	1	8	B	2	4	A
Gw	7	2	1	4	A	1	2	A	2	4	A
Gw	8	2	1	4	A	1	2	A	2	4	A
Gw	9	3	1	4	A	2	4	A	3	4	A
Gw	10	2	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	11	2	1	4	A	1	2	A	1	8	A
Gw	12	3	1	4	A	2	4	A	3	4	B
Gw	13	3	1	4	A	2	4	A	2	8	B
Gw	14	2	1	4	A	1	2	A	1	8	A
Gw	15	2	1	4	A	1	8	B	2	4	B
Oever	1	1	1	8	C	1	6	C	1	12	C

4 Resultaten rekenronde 2 en 3 (fase 3)

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van fase 3 van de studie naar grondwater- en oeverwaterwinning verwoord. In de derde fase van het project zijn alle rekenlocaties tweemaal doorgerekend met de combinaties van diepten en debieten zoals bepaald in fase 2 en zijn de effecten van winning op andere functies in beeld gebracht. De resultaten van de drie rekenrondes zijn overzichtelijk gepresenteerd in zogenaamde taartpuntkaarten. In bijlage 4 is een technische uitgangspuntennotitie opgenomen waarin de werkwijze en uitgangspunten van de hydrologische berekeningen en GIS-analyses zijn beschreven.

De resultaten van de rekenrondes zijn per regio gepresenteerd in de studiegroepen. In bijlage 8 zijn de presentaties voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

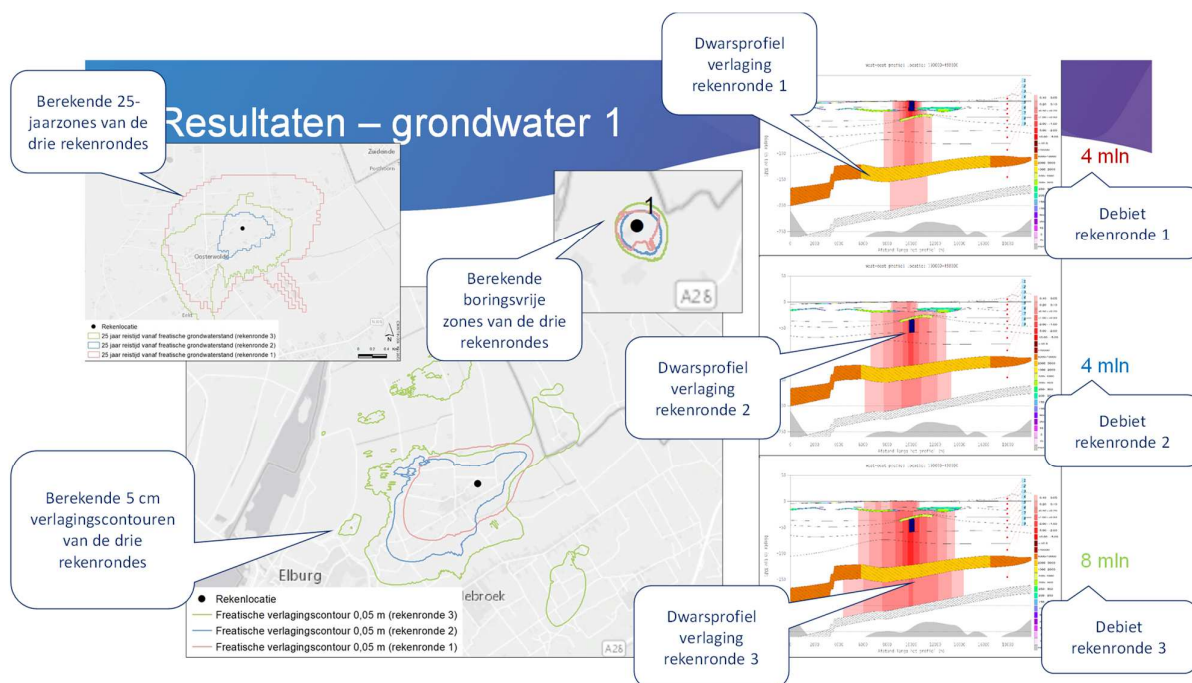
4.1 Methode

In fase 3 zijn de combinaties van diepte en debiet zoals bepaald in de studiegroepen doorgerekend. De wijze van berekenen en toetsen is gelijk aan de werkwijze uit rekenronde 1 (fase 2).

4.2 Resultaten

4.2.1 Hydrologische resultaten

De resultaten van de drie rekenrondes zijn gecombineerd op kaart weergegeven en gepresenteerd aan de studiegroepen (zie presentaties in bijlage 8 en factsheets in bijlage 15). In figuur 4.1 is de wijze van presentatie weergegeven (voorbeeld van rekenlocatie 9 uit deelgebied Veluwe). Aan de rechterzijde zijn de dwarsprofielen met filterdieptes en verlagingen per rekenronde weergegeven. De grote figuur onderaan geeft de 5 cm verlagingscontouren van de drie rekenrondes weer, de figuur linksboven de 25-jaarszone en de figuur rechtsboven de boringsvrije zone.



Figuur 4.1 Voorbeeld van presentatie hydrologische uitkomsten; midden onder de 5 cm verlagingcontouren van de drie rekenrondes, linksboven de berekende 25-jaarzones van de drie rekenrondes, rechtsboven berekende boringsvrije zones van de drie rekenrondes en aan de rechterzijde de filterstellingen in dwarsprofielen en debieten per rekenronde. Voor meer gedetailleerde figuren zie presentaties in bijlage 8 en factsheets in bijlage 15. Dit voorbeeld betreft grondwaterlocatie 9, deelgebied Veluwe

4.2.2 Toetsingsresultaten

De rekenresultaten van fase 3 zijn op dezelfde wijze en aan dezelfde toetskaarten getoetst als de resultaten van fase 2. Voor een uitgebreide beschrijving hiervan verwijzen we naar paragraaf 3.1.2. Voor de presentatie van de toetsingsresultaten is in fase 3 gebruik gemaakt van taartpuntdiagrammen. In de taartpuntdiagrammen zijn de resultaten van de acht meest onderscheidende toetsingsthema's weergegeven¹². Een totaaloverzicht van alle toetsingen is in tabelvorm opgenomen in bijlage 13:

1. Natura 2000
2. Kwelreductie in Natura 2000
3. Natuur in herstelgebieden
4. Kwelreductie bij natuur in herstelgebieden
5. Waardevolle wateren
6. Kapitaalintensieve landbouw
7. Droogtegevoelige landbouwgronden
8. Zettingsgevoelige bodemlagen

¹² De definitieve thema's in de taartpuntkaarten wijken af van de thema's zoals opgenomen in de presentaties van fase 3 aan de studiegroepen (bijlage 8). De toetsing op kwelreductie die op basis van de resultaten later is uitgevoerd, is als thema aan de taartpuntkaarten toegevoegd

In de taartpunctdiagrammen laten we de relatieve toetsing zien. Dit doen we aan de hand van een percentielklasseindeling.

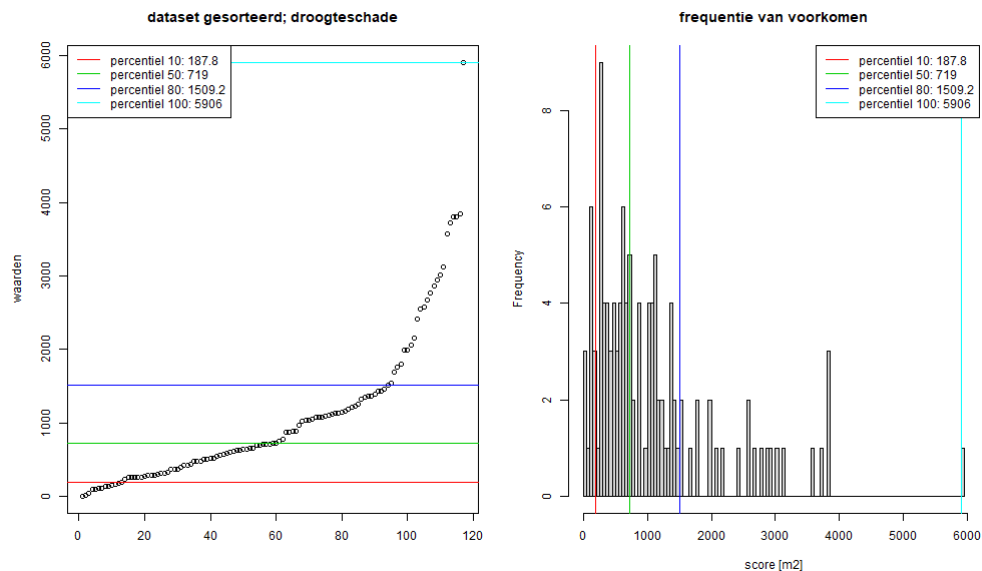
- Een lege taartpunt betekent dat de score 0 is
- Is de taartpunt tot de eerste percentiellijn gevuld dan hoort de score bij de laagste 10 % van de scores op dit thema
- De tweede percentielklasse staat voor de scores tussen 10-50 %
- De derde percentielklasse representeert de scores tussen 50-80 %
- De vierde percentielklasse staat voor de 20 % hoogste scores (80-100 %)

De percentielklassenindeling is bepaald op basis van de dataset per thema voor de hele provincie, waarbij de nul-scores niet zijn meegenomen¹³. Omdat de klasseindeling per thema is bepaald, zijn de scores tussen de thema's onderling niet één op één vergelijkbaar; de tweede percentielklasse van het thema droogtegevoelige landbouwgronden vertegenwoordigd bijvoorbeeld een veel grotere oppervlakte dan de tweede percentielklasse van het thema natuur in herstelgebieden. Hiervoor is gekozen omdat bij het hanteren van één klasse-indeling voor alle thema's, voor sommige thema's geen ruimtelijk onderscheid meer zichtbaar is.

De absolute begrenzingen van de percentielklassen zijn per thema weergegeven in de tabellen in bijlage 13. Een uitgebreide beschrijving van de wijze waarop de percentielklassen zijn bepaald is opgenomen in de technische uitgangspunten notities in bijlage 4.

In figuur 4.2 is ter illustratie de verdeling van de dataset voor droogtegevoelige landbouwgronden over de gekozen percentielklassen weergegeven.

¹³ De nulscores zijn buiten de dataset gehouden, omdat in sommige gevallen meer dan 10 % van de data een nulscore heeft. Om het onderscheid tussen nulscores en lage scores in de taartpunctdiagrammen goed zichtbaar te maken, is ervoor gekozen de taartpunten bij een nulscore helemaal leeg te laten en in de percentielen de resultaten van alle uitkomsten met een waarde te laten zien



Figuur 4.2 Verdeling dataset droogtegevoelige landbouwgronden over gekozen percentielklassen; de rode lijn geeft het 10^e percentiel (P10) weer, de groene lijn het 50^e percentiel (P50), de blauwe lijn het 80^e percentiel (P80) en de lichtblauwe lijn het 100^e percentiel (P100= maximale waarde)

Omdat de dataset van de hele provincie is gebruikt, kunnen scores voor bijvoorbeeld Natura 2000 in deelgebied Rivierengebied wel één op één worden vergeleken met de scores voor Natura 2000 in deelgebied Veluwe en Oost Gelderland. Uitzondering hierop is de toetsing op waardevolle wateren. Hiervan is al eerder geconcludeerd dat de wijze van toetsen vooral relevant is voor deelgebied Veluwe (zie ook paragraaf 3.1.2), om deze reden zijn de percentielklasse gebaseerd op de dataset voor dit deelgebied. In de overige deelgebieden is deze taartpunt wit gekleurd.

In de kaarten is per rekenronde tevens weergegeven met welk filter en welk debiet is gerekend (zie figuur 4.3).



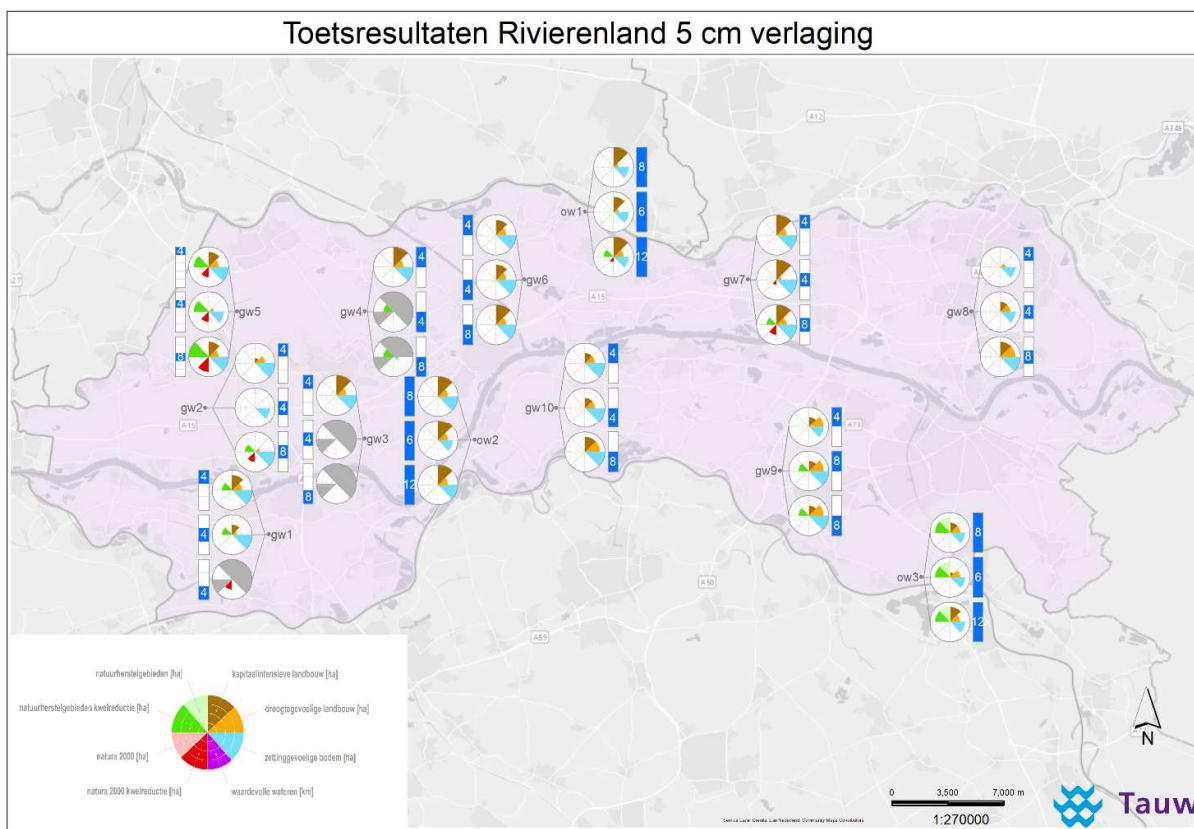
Figuur 4.3 Wijze van weergave rekendiepte en debiet

Wanneer er sprake is van een nulscore kan dit twee redenen hebben:

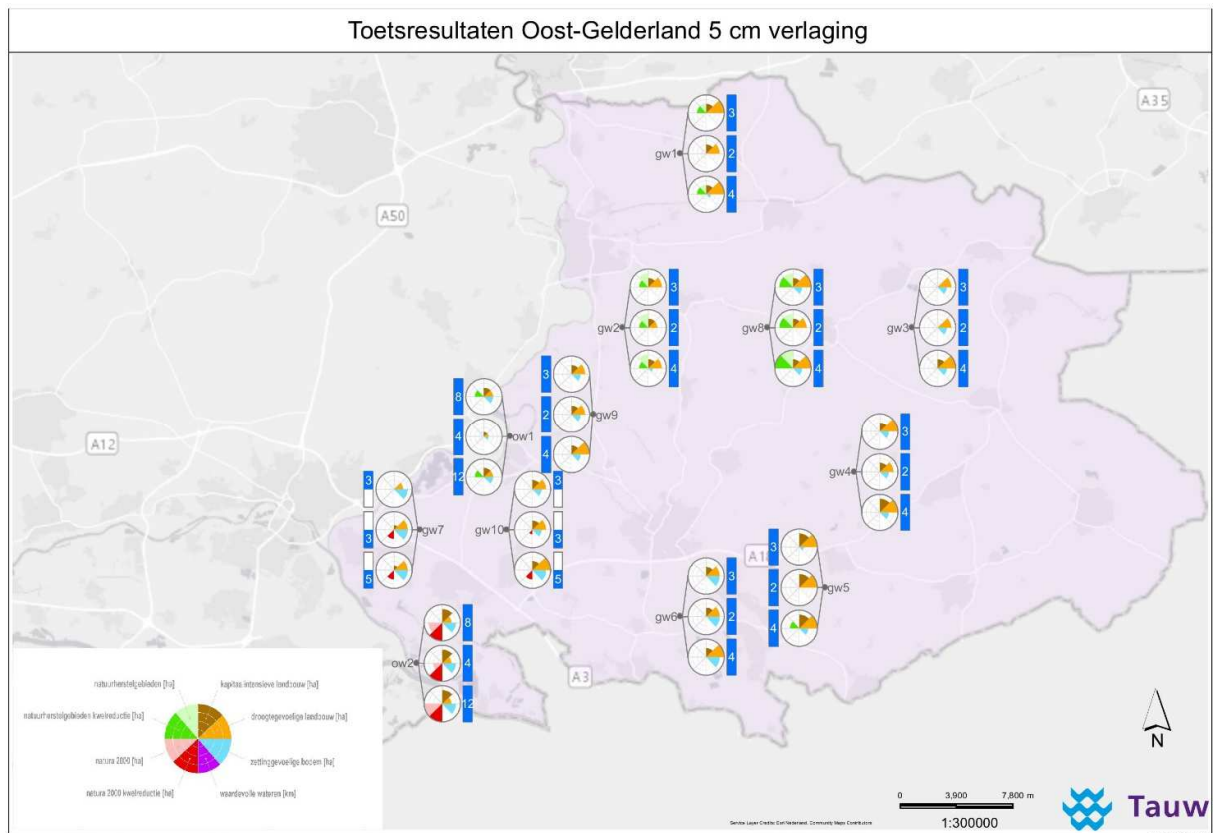
1. De betreffende gevoelige functie komt niet voor binnen het beïnvloede gebied
2. Er is geen sprake van een verlagingcontour aan maaiveld

In het eerste geval is de taartpunt zoals eerder beschreven leeg gelaten. In het tweede geval is de taartpunt grijs ingekleurd.

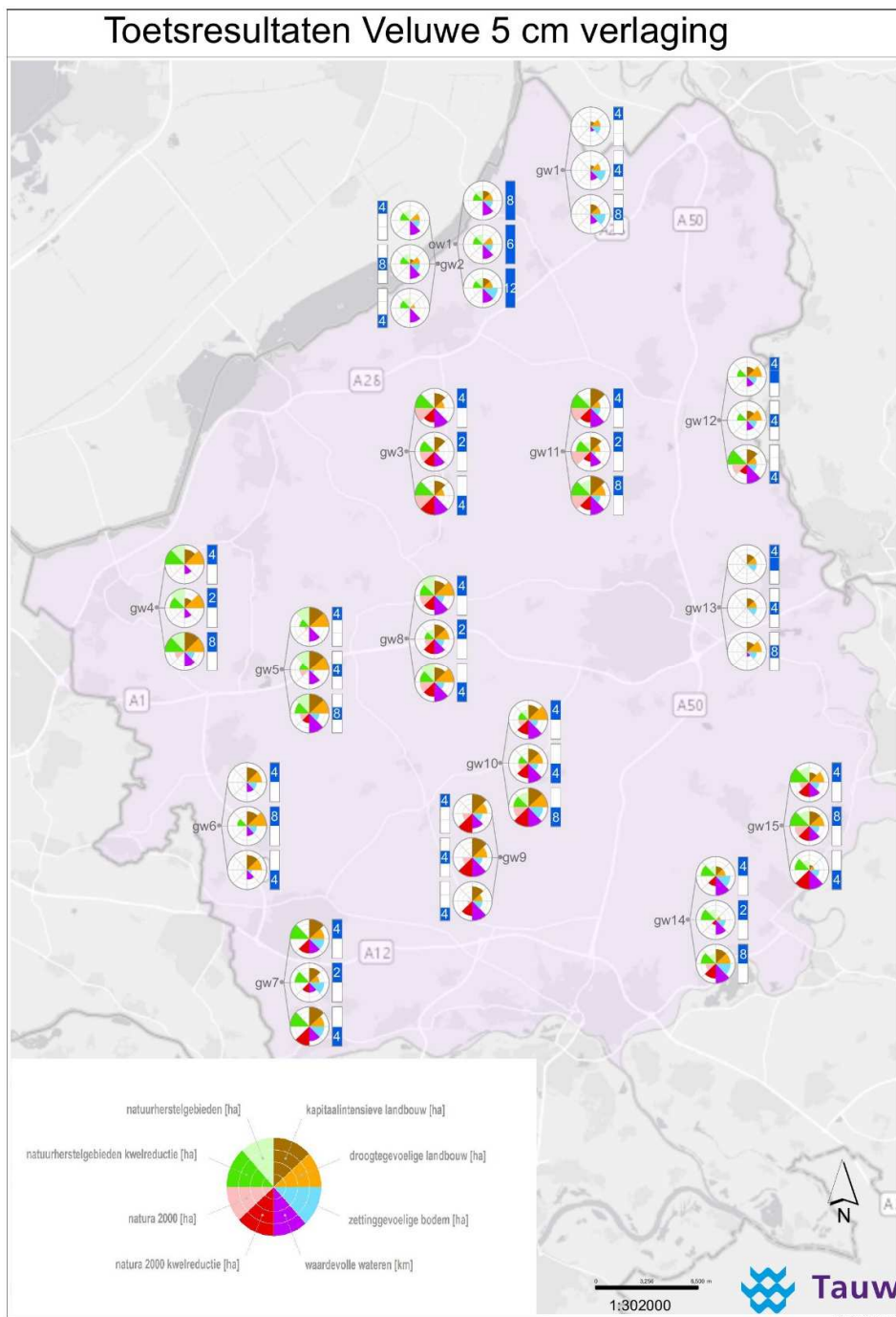
In figuur 4.4, 4.5 en 4.6 zijn de taartpuntenkaarten met de toetsingen van de 5 cm verlaging contour voor respectievelijk de deelgebieden Rivierengebied, Oost Gelderland en Veluwe opgenomen (zie ook bijlage 14).



Figuur 4.4 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 5 cm verlaging contour in taartpunt diagrammen voor deelgebied Rivierengebied. De vlakjes voor waardevolle wateren zijn in deze kaart wit ingekleurd, omdat dit thema alleen voor deelgebied Veluwe is meegenomen in de toetsing. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore. Grijs ingekleurde vlakjes betekenen dat er voor het betreffende thema sprake is van een nulscore omdat er geen 5 cm-verlagingscontour aan maaiveld is berekend

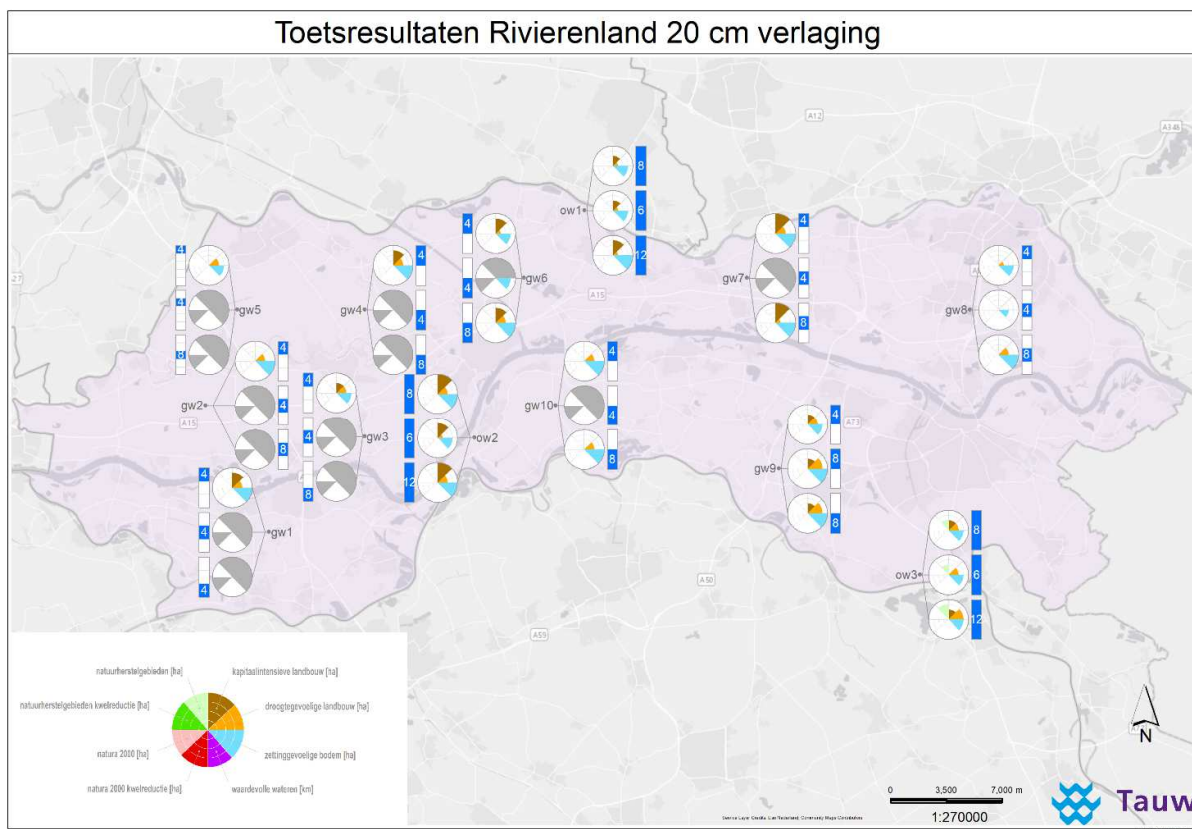


Figuur 4.5 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 5 cm verlagingcontour in taartpunt diagrammen voor deelgebied Oost Gelderland. De vlakjes voor waardevolle wateren zijn in deze kaart wit ingekleurd, omdat dit thema alleen voor deelgebied Veluwe is meegenomen in de toetsing. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore

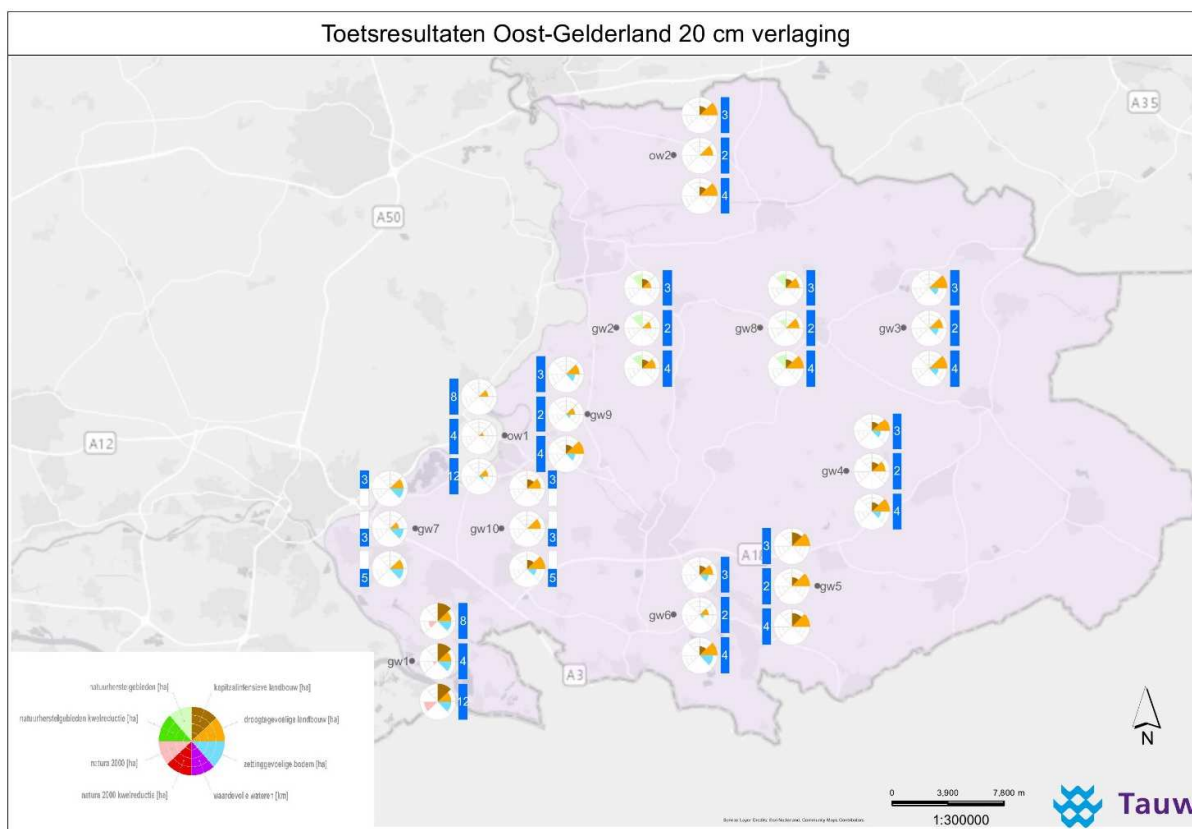


Figuur 4.6 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 5 cm verlagingcontour in taartpunt diagrammen voor deelgebied Veluwe. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore

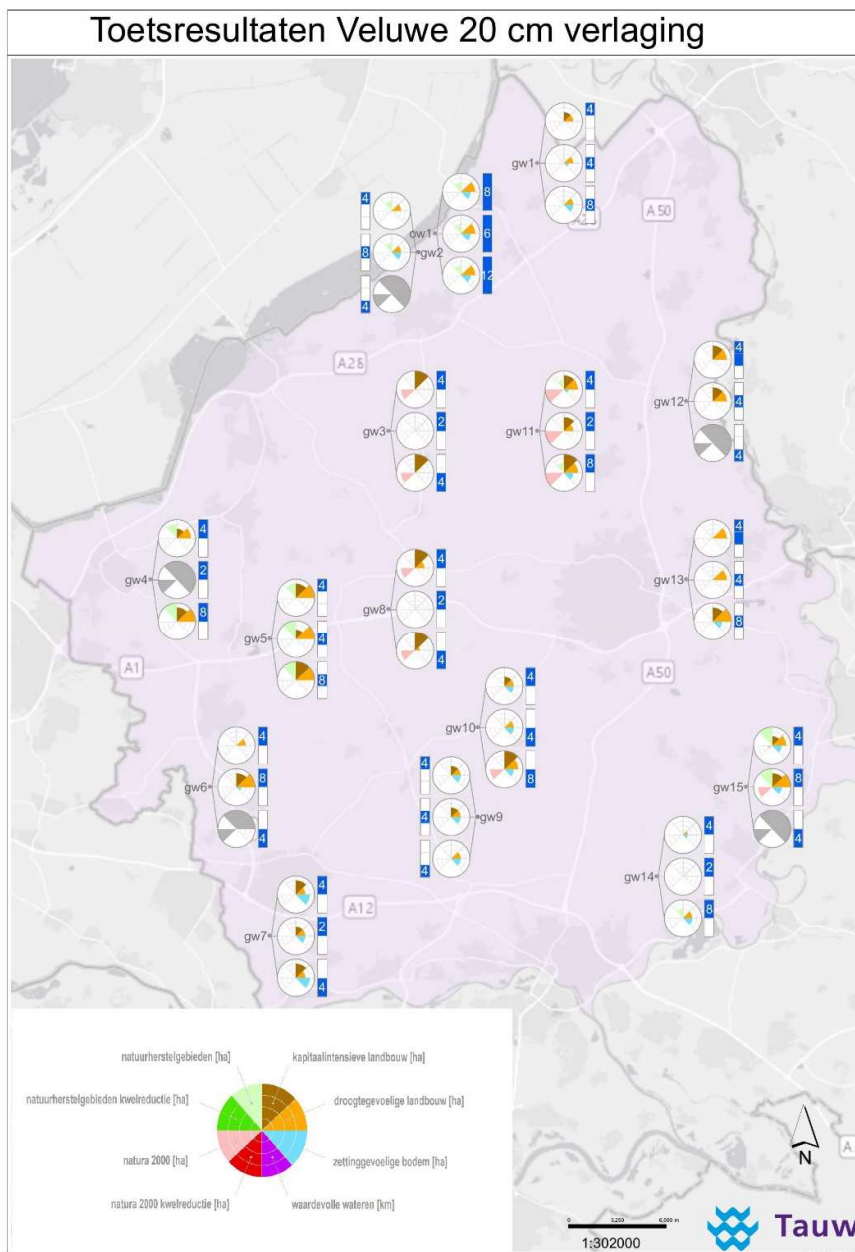
Van de 8 thema's die in de taartdiagrammen worden weergegeven worden er 5 getoetst op basis van de verlagingscontouren. Voor deze thema's zijn ook de scores voor de 20 cm verlagingscontour op kaart weergegeven (figuur 4.7, 4.8 en 4.9). Op basis van de dataset met scores binnen de 20 cm verlagingscontour zijn opnieuw percentielklassen bepaald. De thema's die niet op basis van de verlagingscontouren worden gescoord (waardevolle wateren (km >5 % fluxverandering) en kwelreductie in Natura 2000 en natuur in herstelgebieden (aantal ha met kwelreductie >5 %)), zijn in de 20 cm kaarten wit ingevuld.



Figuur 4.7 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 20 cm verlagingscontour in taartpunt diagrammen voor deelgebied Rivierengebied. De vlakken voor kwelreductie en waardevolle wateren zijn in deze kaart wit ingekleurd, omdat deze thema's niet op verlaging worden gescoord. De scores voor deze thema's zijn weergegeven in de 5 cm-kaarten en er is gekozen om deze niet in de 20 cm-kaarten te herhalen. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore. Grijs ingekleurde vlakjes betekenen dat er voor het betreffende thema sprake is van een nulscore omdat er geen 20 cm-verlagingscontour aan maaiveld is berekend



Figuur 4.8 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 20 cm verlagingcontour in taartpuntdiagrammen voor deelgebied Oost Gelderland. De vlakken voor kwelreductie en waardevolle wateren zijn in deze kaart wit ingekleurd, omdat deze thema's niet op verlaging worden gescoord. De scores voor deze thema's zijn weergegeven in de 5 cm-kaarten en er is gekozen om deze niet in de 20 cm-kaarten te herhalen. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore



Figuur 4.9 Toetsingsresultaten rekenronde 1, 2 en 3 voor de 20 cm verlagingcontour in taartpuntiagrammen voor deelgebied Veluwe. De vlakken voor kwelreductie en waardevolle wateren zijn in deze kaart wit ingekleurd, omdat deze thema's niet op verlaging worden gescoord. De scores voor deze thema's zijn weergegeven in de 5 cm-kaarten en er is gekozen om deze niet in de 20 cm-kaarten te herhalen. Vlakjes die niet ingekleurd zijn betekenen dat er sprake is van een nulscore. Grijs ingekleurde vlakjes betekenen dat er voor het betreffende thema sprake is van een nulscore omdat er geen 20 cm-verlagingcontour aan maaiveld is berekend

4.3 Bevindingen uit de studiegroepen

De hydrologische resultaten en de taartpuntdiagrammen zijn in de studiegroepen gepresenteerd en besproken. In deze paragraaf zijn per deelgebied de reacties uit de studiegroepen opgenomen.

4.3.1 Rivierengebied

In tabel 4.1 zijn de opmerkingen en aandachtspunten zoals meegegeven door de studiegroep weergegeven. De opmerkingen uit de studiegroepen zijn gebruikt voor de duiding en vertaling van de resultaten in hoofdstuk 7.

Tabel 4.1 Opmerkingen en aandachtspunten uit de studiegroep Rivierengebied naar aanleiding van de presentatie van de resultaten van rekenrondes 1, 2 en 3

Deelgebied	Locatie of thema	Opmerking/ aanvulling (vanuit expertise of vanuit studiegroep)
Rivieren- gebied	GW1	Rekenronde 3 is als brakke/zoute winning doorgerekend. Modelmatig is gerekend met een heel lang filter, waardoor de berekende boringsvrije zone niet klopt.
	GW3	Rekenronde 3 is als brakke/zoute winning doorgerekend. Modelmatig is gerekend met een heel lang filter, waardoor de berekende boringsvrije zone niet klopt.
	GW9	Rekenronde 3 is als brakke/zoute winning doorgerekend. Modelmatig is gerekend met een heel lang filter, waardoor de berekende boringsvrije zone niet klopt.
	OW3	Verrassend dat de effecten optreden aan de oostzijde van het kanaal. De bodemweerstand van het kanaal is voor de uitstraling van effecten de bepalende factor. Bij eventuele toekomstige detailberekeningen zal de wisselwerking met het kanaal een belangrijk aandachtspunt zijn.
	Verziltting	Uit een aantal berekeningen volgt dat de winning mogelijk kan verziltten. Praktijkervaringen komen hiermee overeen en daarom wordt het risico op verziltting gebaseerd op de berekeningen.
	Zetting	Het zettingsrisico is nu in beeld gebracht voor zettingsgevoelige bodems, terwijl het bij zetting juist gaat om zettingen onder de huidige GLG. De kans op zettingsrisico's bij kleine verlagingen wordt niet zo groot geacht, omdat de huidige dynamiek van de grondwaterstanden al groot is en zetting in de holocene deklaag al is opgetreden. Het risico op zetting wordt daarom groter geacht bij grotere verlagingen en daarom wordt aangegeven om voor de zettingsrisico's vooral te kijken naar de zettingsgevoelige bodems bij een verlaging groter dan 20 cm. Bovendien zijn in het gebied de zettingsrisico's bij een verlaging van 5 cm niet zo onderscheidend, terwijl dit bij 20 cm wel het geval is. Deze input vanuit de studiegroepen is meegenomen in de data-analyse zoals beschreven in hoofdstuk 7.

4.3.2 Oost Gelderland

In tabel 4.2 zijn de opmerkingen en aandachtspunten zoals meegegeven door de studiegroep weergegeven. De opmerkingen uit de studiegroepen zijn gebruikt voor de duiding en vertaling van de resultaten in hoofdstuk 7.

Tabel 4.2 Opmerkingen en aandachtspunten uit de studiegroep Oost Gelderland naar aanleiding van de presentatie van de resultaten van rekenrondes 1, 2 en 3

Deelgebied	Locatie of thema	Opmerking/ aanvulling (vanuit expertise of vanuit studiegroep)
Oost Gelderland	Verzilting	Uit de dwarsprofielen en berekeningen blijkt dat er mogelijk sprake is van veel winningen die kunnen verzilten. Er is een sterk vermoeden dat het brak-zout grensvlak niet klopt en daarom zijn de dwarsprofielen bekeken van de bestaande winningen. De bestaande winningen hebben namelijk geen verziltingsprobleem. Uit de dwarsprofielen van een aantal winningen blijkt dat deze met verziltingsproblemen te maken zouden moeten hebben (Eibergen, Haarlo, Hettenheuvel, Noordijkerveld, Dinxperlo). De beoordeling op verziltingsrisico's zal daarom niet worden gebaseerd op berekeningen.
	GW2	Deze winning ligt dicht bij Steenderen en de IJssel. Uit geo-electrische metingen is gebleken dat hier het zoute grondwater vrij ondiep zit. Er is kans op verzilting van de winning.
	GW5	Deze rekenlocatie ligt dicht bij een voormalige winlocatie Varsseveld van Vitens. De reden voor sluiting van deze winning was dat deze winning minder rendabel was vanwege de grootte.
	GW9	Ook deze winning ligt dicht bij Steenderen, maar verder van de IJssel. Op basis van de dwarsprofielen lijkt het zout-grensvlak hier dieper te liggen dan op locatie GW2. De kans op verzilting van deze winning is kleiner dan op locatie GW2, maar is wel aanwezig.
	Kapitaal-intensieve landbouw	Voor de beïnvloeding van kapitaalintensieve landbouw is gekeken naar grondwaterafhankelijkheid vanuit het bodem- en watersysteem. Er is echter niet vanuit de teelt meegewogen of deze daadwerkelijk grondwaterafhankelijk is. Immers, voor veel kapitaalintensieve landbouw loont het investeren in irrigatiesystemen of in niet grondgebondenteelten (in potten). Observaties in het gebied laten zien dat deze teelten in de praktijk steeds minder grondwaterafhankelijk zijn. Dit betekent mogelijk een overschatting van het gepresenteerde effect.
	GW10	De diepe winning wordt als een interessante locatie gezien voor een toekomstige winning
	OW1	Uit berekeningen volgt dat het effect kan reiken tot in Dieren. De kans is groot dat dit veroorzaakt wordt door een modelartefact en dat het effect niet daadwerkelijk tot zover reikt.
	OW2	Op deze locatie is sprake van een effect op N2000. Er zijn twijfels of de geselecteerde grondwaterafhankelijke natuur hier wel last heeft van een

Deelgebied	Locatie of thema	Opmerking/ aanvulling (vanuit expertise of vanuit studiegroep)
	Zetting	effect, omdat het gebied sterk beïnvloed wordt door de oppervlaktewaterpeilen (peilhandhaving). Het zettingsrisico is nu in beeld gebracht voor zettingsgevoelige bodems, terwijl het bij zetting juist gaat om zettingen onder de huidige GLG. Veel zettingsgevoelige bodems in Oost Gelderland hebben in de huidige situatie (na de droge zomers van 2018 en 2019) al te maken met een GLG onder de onderzijde van de zettingsgevoelige laag. Het risico op zetting in dit deel van Gelderland wordt daarom wellicht overschat. Daarnaast moet bij een definitieve beoordeling van het risico op zettingen niet alleen de aanwezigheid van zettingsgevoelige gronden, maar ook de aanwezigheid van zettingsgevoelige objecten worden meegenomen.
	Oeverwinningen	Voor de oeverwinningen geldt dat de beoordeling op risicovolle functies aan maaiveld vanuit winperspectief minder van belang is, omdat deze winningen voorzien worden van een zware zuivering. Dit kan worden meegenomen in het te ontwikkelen beschermingsbeleid.

4.3.3 Veluwe

In tabel 4.3 zijn de opmerkingen en aandachtspunten zoals meegegeven door de studiegroep weergegeven. De opmerkingen uit de studiegroepen zijn gebruikt voor de duiding en vertaling van de resultaten in hoofdstuk 7.

Tabel 4.3 Opmerkingen en aandachtspunten uit de studiegroep Veluwe naar aanleiding van de presentatie van de resultaten van rekenrondes 1, 2 en 3

Deelgebied	Locatie of thema	Opmerking/aanvulling (vanuit expertise of vanuit studiegroep)
Veluwe	GW2	Uit de berekeningen volgt dat het effect van een ondiepe winning ook merkbaar is aan de overzijde van het Veluwerandmeer (in Flevoland). Dit wordt niet plausibel geacht. Een belangrijke factor is de weerstand van de bodem van het Veluwerandmeer.
	GW3	In de dwarsprofielen is te zien dat de winning onder een kleischot is gepositioneerd. Dit kleischot ligt in de onverzadigde zone en zorgt voor een schijnspiegelsysteem erboven. In het grondwatermodel wordt verondersteld dat de onverzadigde zone wel verzadigd is ('confined') om modelinstabiliteit te voorkomen. Hierdoor kan onterecht horizontale stroming plaatsvinden en dat is te zien aan het berekende effect: het effect 'krult' rondom het kleischot, terwijl dit effect eigenlijk alleen verticaal langs het kleischot kan optreden. Dit houdt in dat het effect op het Hierdense Beek stroomgebied wordt overschat.
	GW6	Uit het kwaliteitsmeetnet van Vitens blijkt dat in de omgeving van winning Veenendaal de chloride gehalten in het diepe pakket kunnen oplopen.
	GW8	Voor deze winlocatie treedt hetzelfde fenomeen op als bij GW3. Het effect op het Hierdense Beek stroomgebied wordt overschat.

Deelgebied	Locatie of thema	Opmerking/aanvulling (vanuit expertise of vanuit studiegroep)
	GW10	Voor deze winlocatie treedt hetzelfde fenomeen op als bij GW3. Het effect op het Hierdense Beek stroomgebied wordt overschat.
	GW11	Voor deze winlocatie treedt hetzelfde fenomeen op als bij GW3. Het effect op het Hierdense Beek stroomgebied wordt overschat.
	GW12	Op basis van ervaringen in het pakket Salland-Diep kan de diepe winning als risico op verzilting worden aangemerkt.
	OW1	Uit de berekeningen volgt dat het effect ook merkbaar is aan de overzijde van het Veluwerandmeer (in Flevoland). Dit wordt niet plausibel geacht. Een belangrijke factor is de weerstand van de bodem van het Veluwerandmeer.
	Veluwesysteem	het Veluwesysteem is een traag reagerend systeem en door de stationaire benadering zien we dat de effecten 'aan de randen' van het systeem gaan hangen. In de werkelijkheid duurt het, voor winningen gepositioneerd op de stuwwal, tientallen jaren voordat de omvang van het effect van de winning daadwerkelijk zover reikt. De natuurlijke langjarige fluctuatie van het Veluwesysteem is groter dan de berekende 5 cm contour. Een beoordeling op de 20 cm verlagingscontour ligt daarom voor de hand en ingeschat wordt dat het onderscheidend vermogen tussen de rekenlocaties dan groter is en daarmee beter kan worden beoordeeld.
	Kwelsystemen	De kwelsystemen rondom de Veluwe zijn in deze studie onderbelicht gebleven, maar zijn wel van belang bij de uiteindelijke keuze. Een belangrijk voorbeeld is het kwelsysteem in het Binnenveld (gelegen in de Gelderse Vallei bij Veenendaal). Aan deze input vanuit de studiegroepen is gehoor gegeven door de toetsing op kwelreductie toe te voegen.

5 Bestaande winningen

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de berekeningen voor de bestaande winningen verwoord. Voor de bestaande winningen is berekend wat de effecten zijn van het vergroten van de winning met 30 % ten opzichte van de bestaande vergunde capaciteit. In bijlage 4 is een technische uitgangspuntennotitie opgenomen waarin de werkwijze en uitgangspunten van de hydrologische berekeningen en GIS-analyses zijn beschreven.

De resultaten van de berekeningen voor de bestaande winningen gepresenteerd in de studiegroepen. In bijlage 9 zijn de presentaties voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

5.1 Methode

Naast de representatieve rekenlocaties, is in dit project ook onderzocht wat het effect is van het vergroten van de capaciteit van bestaande winningen. Dit betreft 12 locaties in het Rivierengebied (locatie Nieuwe Markt in Nijmegen is niet meegenomen omdat deze op korte termijn wordt gesloten), 17 locaties op de Veluwe en 12 locaties in Oost Gelderland (locatie De Pol die in de huidige situatie niet in bedrijf is, is in de huidige studie wel meegenomen).

De debieten van de bestaande winningen zijn met 30 % verhoogd ten opzichte van het vergunde debiet (dus niet ten opzichte van de actuele onttrekking). De extra watervraag van 45 Mm³/jr is daarmee naar verhouding verdeeld over alle bestaande locaties. De berekeningen geven alléén de effecten van extra grondwateronttrekking weer. Ze geven geen inzicht in of oordeel over de effecten van bestaande winningen.

In tabel 5.1 zijn de vergunde debieten en de verhoogde debieten per locatie en de totalen per deelgebied weergegeven.

Tabel 5.1 Vergunde en doorgerekende debieten bestaande locaties

Deelgebied	Afkorting	Naam	Vergund debiet (Mm ³ /jr)	Doorgerekend debiet (Mm ³ /jr)	Extra debiet (Mm ³ /jr)
Rivierengebied		Totaal	61,1	79,5	18,4
	CUL	Culemborg	2,0	2,6	0,6
	DRU	Druten	3,6	4,7	1,1
	HEM	Hemmen	6,0	7,8	1,8
	HEU1	Heumensoord	6,0	7,8	1,8
	HEU2	Heumensoord	4,0	5,2	1,2
	FIK	Fikkersdries	12,0	15,6	3,6
	KAV	Zoelen/Kerk-Avezaath	5,0	6,5	1,5
	KOL	Mr. Kolff	6,0	7,8	1,8
	MUN	Muntberg	1,0	1,3	0,3



Deelgebied	Afkorting	Naam	Vergund debiet (Mm ³ /jr)	Doorgerekend debiet (Mm ³ /jr)	Extra debiet (Mm ³ /jr)
Oost Gelderland	SIJ	Ir. H. Sijmons	5,5	7,2	1,7
	VEL	Velddriel	4,0	5,2	1,2
	ZET	Zetten	6,0	7,8	1,8
		Totaal	26,8	34,7	7,9
	AAL	Aalten	1,0	1,3	0,3
	COR	Corle	2,8	3,6	0,8
	DIN	Dinxperlo	2,0	2,6	0,6
	EIB	Eibergen ¹⁴	1,7	2,2	0,5
	HAL	Haarlo ¹⁴	1,1	1,4	0,3
	HEE	Dr. J.H. van Heek ¹⁵	2,8	3,6	0,8
Veluwe	HEK	't Klooster	5,4	7,0	1,6
	HET	Hettenheuvel ¹⁵	1,0	1,3	0,3
	LOC	Lochem	3,0	3,9	0,9
	NOO	Noordijkerveld	1,0	1,3	0,3
	POL	De Pol	2,0	2,6	0,6
	VOR	Vorden	3,0	3,9	0,9
		Totaal	71,9	93,6	21,7
	AME	Amersfoortseweg	7,0	9,1	2,1
	BOE	De Boele	5,0	6,5	1,5
	CAB	La Cabine	10,0	13,0	3,0
	EDE	Edese Bos	3,5	4,6	1,1
	EER	Eerbeek	1,8	2,3	0,5
	ELL	Ellecom	6,0	7,8	1,8
	EPE	Epe ¹⁶	6,0	7,8	1,8
	HAE	De Haere	3,0	3,9	0,9
	HAR	Harderwijk	5,0	6,5	1,5
	HOE	Hoenderlo	2,0	2,6	0,6
	HOL	Holk ¹⁷	5,0	6,5	1,5
	PIN	Pinkenberg	2,0	2,6	0,6
	PTT	Putten	3,5	4,6	1,1

¹⁴ Winningen Haarlo en Eibergen hebben een gecombineerde vergunning, de gebruikte debieten zijn hieraan ontleend

¹⁵ Winningen Dr. J.H. van Heek en Hettenheuvel hebben een gecombineerde vergunning, de gebruikte debieten zijn hieraan ontleend

¹⁶ In de vergunning van de winning Epe is een infiltratievoorziening opgenomen, de winning mag maximaal 2,1 Mm³/jr meer onttrekken dan er wordt geïnfilteerd. In de berekeningen is geen rekening gehouden met de infiltratievoorziening, in feite is de doorgerekende situatie vergelijkbaar met de situatie voor aanpassing van de vergunning in 2013. Dit geeft dus een worst case situatie weer

¹⁷ De winning Holk heeft een vergund debiet van 10 Mm³/jr, maar in een bestuurlijke afspraak met de provincie Flevoland is vastgelegd dat hier niet meer dan 5 Mm³/jr wordt onttrokken. In dit project is de bestuurlijke afspraak als uitgangspunt genomen

Deelgebied	Afkorting	Naam	Vergund debiet (Mm ³ /jr)	Doorgerekend debiet (Mm ³ /jr)	Extra debiet (Mm ³ /jr)
	OOS	Oosterbeek	2,0	2,6	0,6
	SCH	Schalterberg	4,5	5,9	1,4
	TWE	Twello	2,0	2,6	0,6
	WAG	Wageningenseberg	3,6	4,7	1,1

De uitgevoerde berekeningen zijn beschreven in de uitgangspuntennotitie in bijlage 4.

Om inzicht te krijgen in de effecten van het vergroten van de bestaande winningen zijn de resultaten van de berekeningen getoetst. Hierbij is dezelfde werkwijze aangehouden als bij de representatieve rekenlocaties (zie hoofdstuk 3.1). De resultaten van de toetsing zijn in één sessie aan de drie studiegroepen gepresenteerd. In deze sessie hebben de studiegroepen aangegeven het wenselijk te vinden om niet alleen inzicht te hebben in de resultaten van een windebiet van 130 %, maar ook in het effectgebied bij een vergroting van de winning met 30 %. In paragraaf 5.2 zijn de resultaten van deze laatste berekeningen opgenomen, omdat deze berekeningen ook beter aansluiten op de gebruikte toetsmethode.

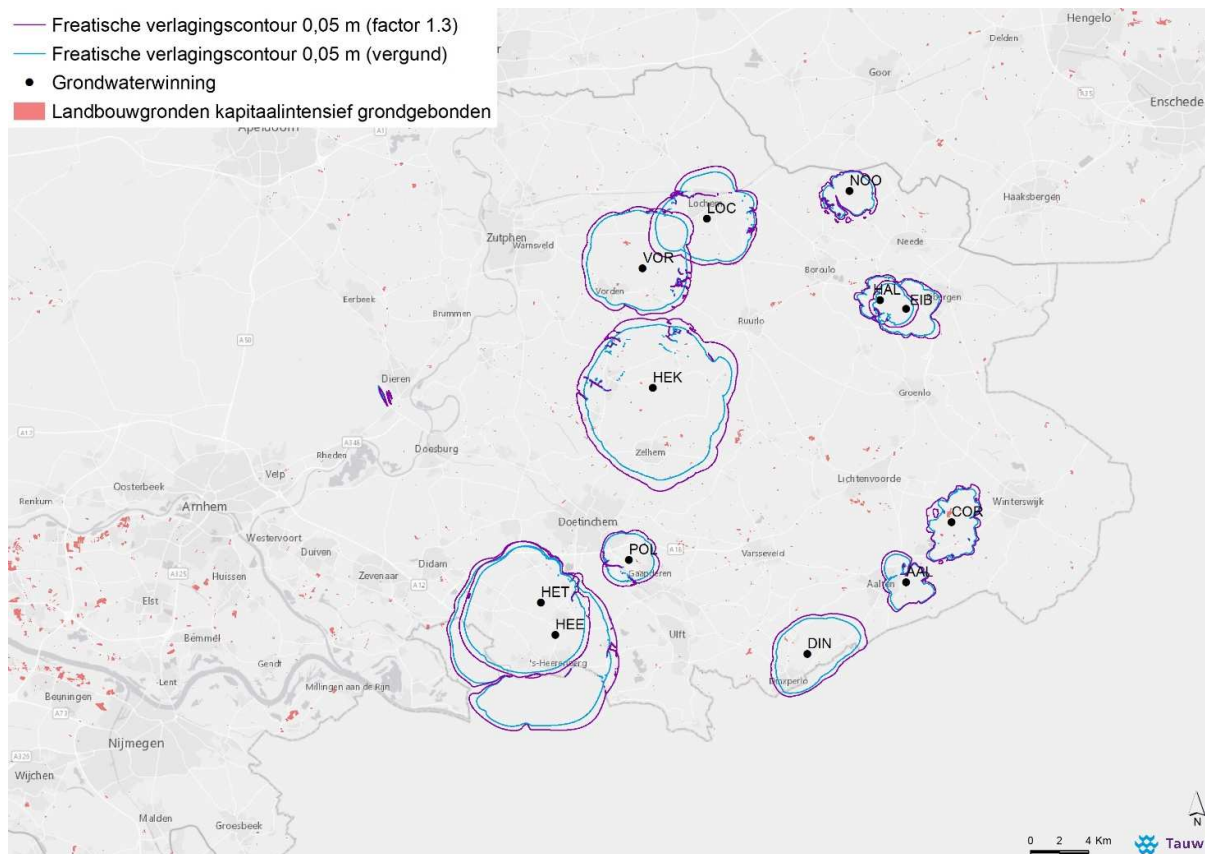
5.2 Resultaten

Individuele locaties

Het vergroten van de bestaande winningen heeft twee belangrijke effecten: de verlagingskegel wordt dieper en het effectgebied wordt groter. In eerste instantie is het effect van de extra winning op de verlagingskegel bepaald. De resultaten van deze berekeningen zijn op 7 mei gepresenteerd aan de drie studiegroepen gezamenlijk. De presentatie van deze bijeenkomst is opgenomen in bijlage 9.

Naar aanleiding van de presentatie van de eerste resultaten, is besloten ook het extra effectgebied in beeld te brengen. De resultaten van deze berekeningen bestaan uit de 5 en 20 cm-verlagingscontouren, de beschermingszones en de boringsvrije zones voor 100 % van het vergunde debiet en voor 130 % van het vergunde debiet. Het verschil tussen de uitkomsten van de twee sommen is gebruikt om het effect van 30 % extra winning te bepalen. In figuur 5.1 is een voorbeeld gegeven van de presentatie van de resultaten van de berekeningen.

In de factsheets in bijlage 15 zijn de toetsingsresultaten weergegeven op basis van het 100 % vergunde debiet, het 130 % doorgerekende debiet en het verschil hier tussen (= het effect van 30 % extra winnen). De getoetste resultaten zijn op kaart weergegeven in de presentaties van september 2019 in bijlage 9.



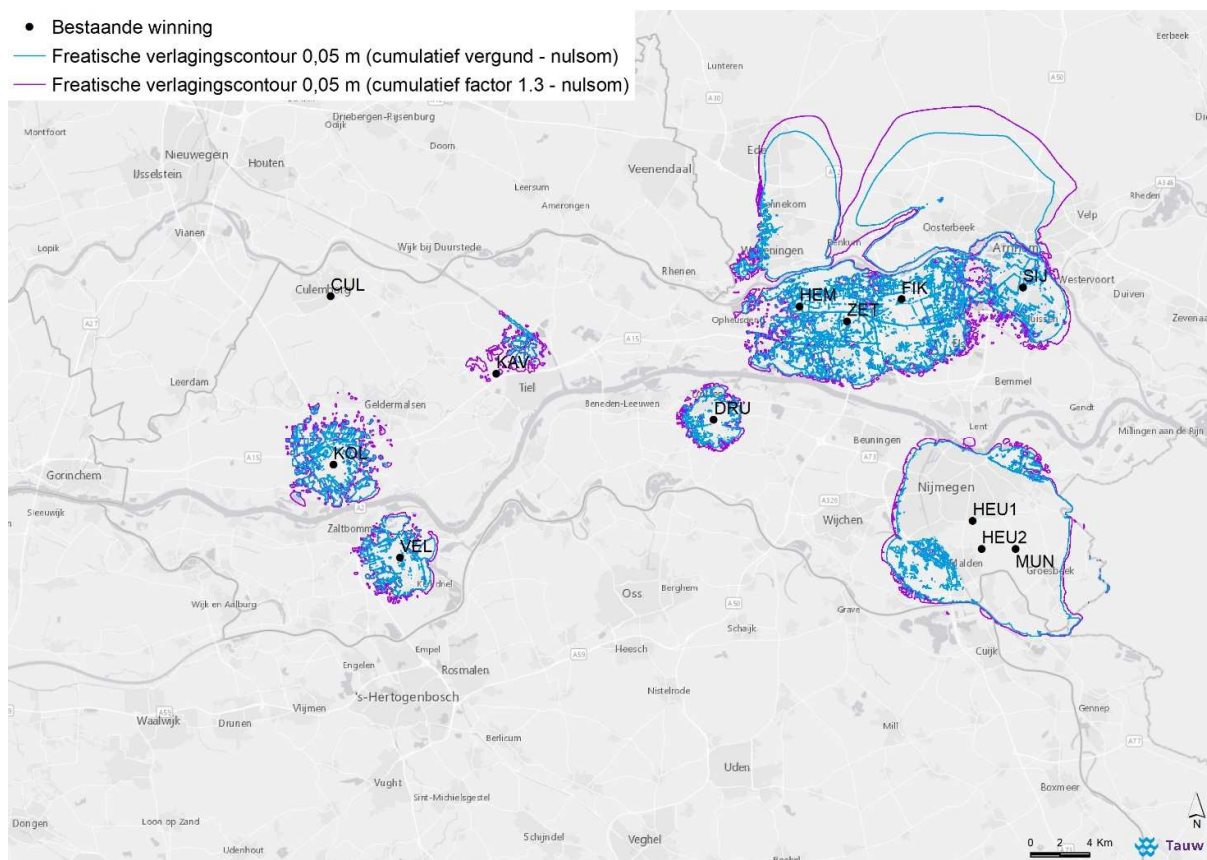
Figuur 5.1 Voorbeeld van presentatie resultaten bestaande winningen voor deelgebied Oost Gelderland op de Toetskaart kapitaalintensieve landbouw (rood weergegeven), de contouren van het vergunde debiet zijn weergegeven in blauw en de contouren van het vergunde debiet plus 30 % in paars

Totaal effect (cumulatief effect)

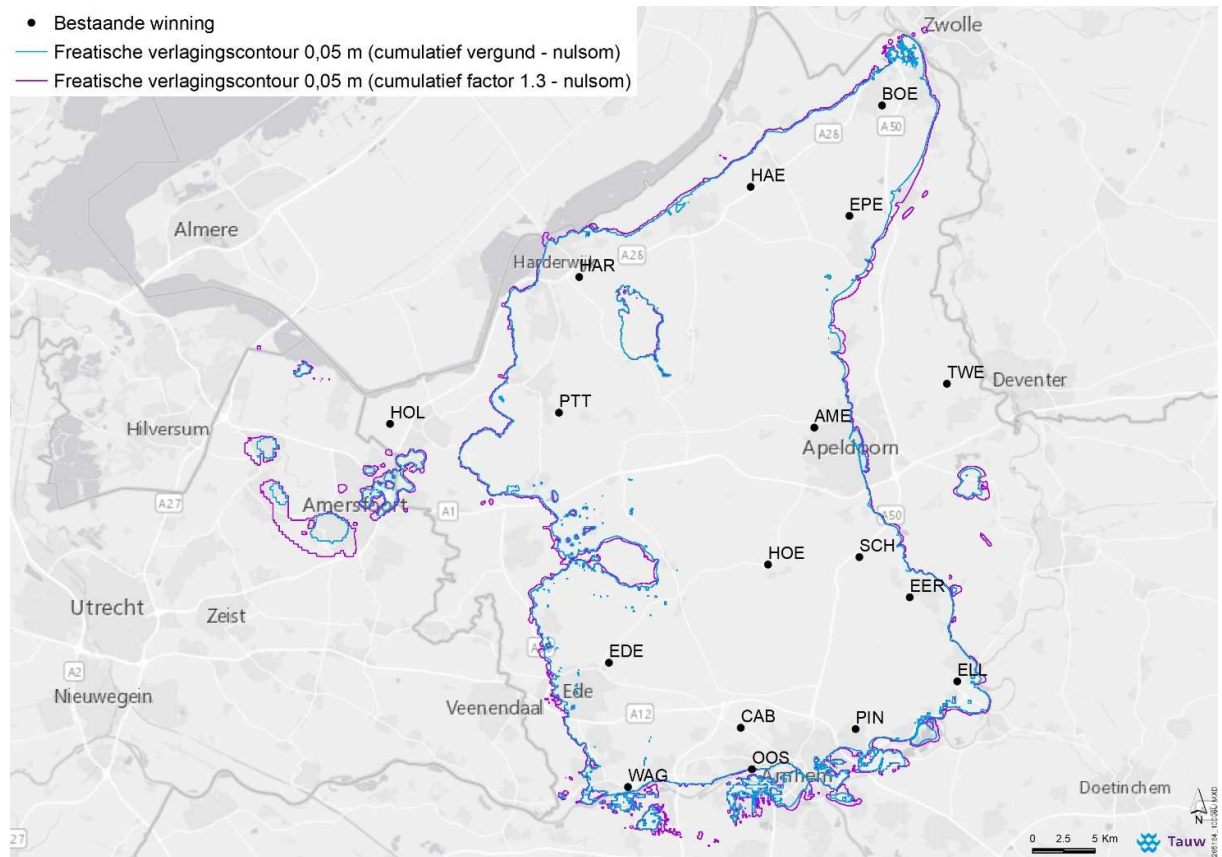
Om inzicht te krijgen in het totaal effect van het verhogen van de debieten van alle bestaande winningen gelijktijdig zijn de effecten (verlagingen) bij elkaar opgeteld. Het cumulatieve effectgebied kan zowel groter als kleiner zijn dan som van de effectgebieden van de individuele winningen. Er is sprake van een groter cumulatief effectgebied wanneer de verlagingcontouren dichtbij elkaar liggen en elkaar beïnvloeden (bijvoorbeeld de winningen VOR en HEK in figuur 5.1). Het totale effectgebied is lager wanneer de verlagingcontouren overlappen en er dus in de sombepaling sprake is van dubbeltelling (bijvoorbeeld de winningen HET en HEE in figuur 5.1). De resulterende cumulatieve 5 cm-verlagingcontouren zijn voor de deelgebieden Rivierengebied, Veluwe en Oost Gelderland weergegeven in respectievelijk figuur 5.2, 5.3 en 5.4.

In deelgebied Rivierengebied is sprake van cumulatieve effecten bij de winningen ten zuiden van de stuwwallen Wageningen en Rhenen (Fikkersdries, Hemmen, Zetten, Ir. H. Sijmons) en op de stuwwal bij Nijmegen (Heumensoord, Muntberg). In deelgebied Veluwe ontstaat één grote verlagingcontour wanneer de effecten van de individuele locaties worden opgeteld.

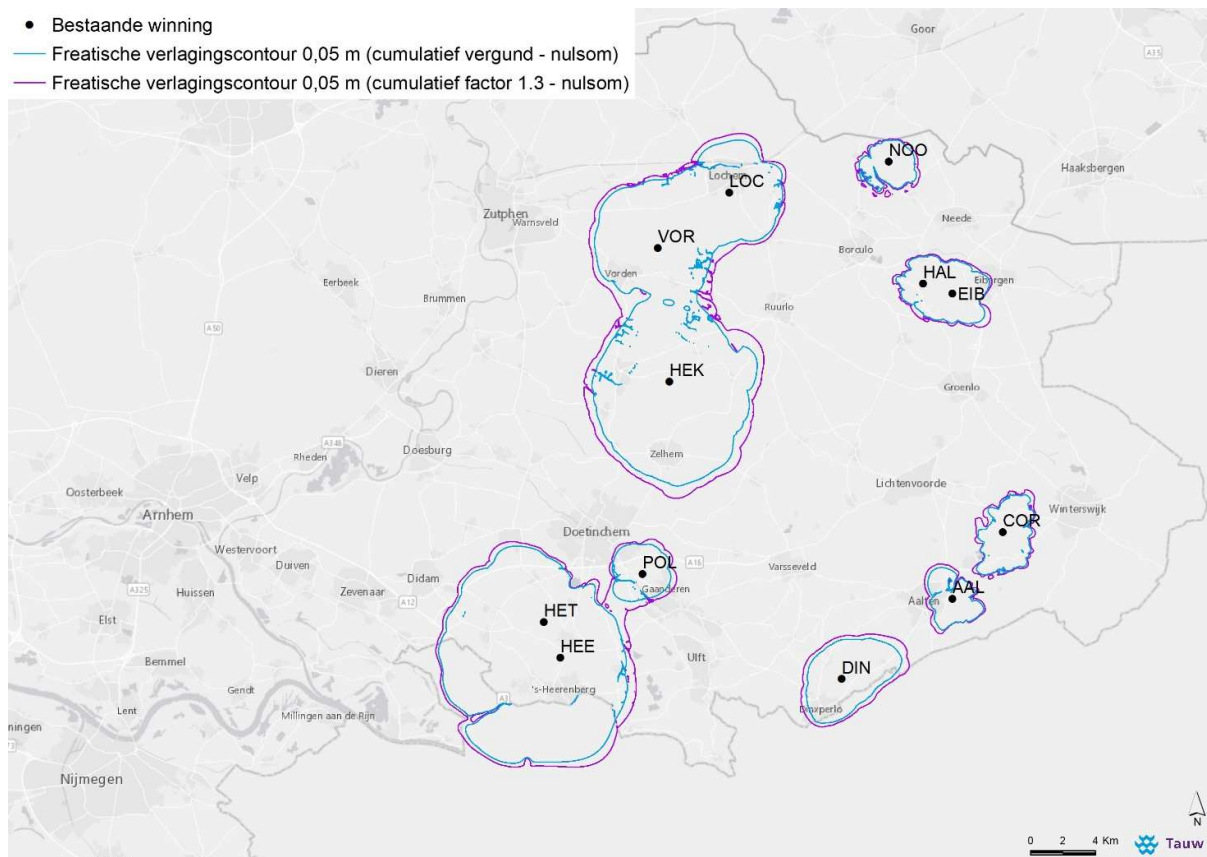
In deelgebied Oost Gelderland is sprake van cumulatieve effecten bij de winningen Vorden, Lochem en Het Klooster, bij de winningen Eibergen en Haarlo en bij Hettenheuvel, Dr. J.H. van Heek en De Pol.



Figuur 5.2 Cumulatieve 5 cm-verlagingscontouren Rivierengebied, de contouren van het vergunde debiet zijn weergegeven in blauw en de contouren van het vergunde debiet plus 30 % in paars



Figuur 5.3 Cumulatieve 5 cm-verlagingscontouren Veluwe, de contouren van het vergunde debiet zijn weergegeven in blauw en de contouren van het vergunde debiet plus 30 % in paars



Figuur 5.4 Cumulatieve 5 cm-verlagingscontouren Oost Gelderland, de contouren van het vergunde debiet zijn weergegeven in blauw en de contouren van het vergunde debiet plus 30 % in paars

5.3 Presentatie studiegroepen

De resultaten van de bestaande winningen zijn in de studiegroep bijeenkomsten van september gepresenteerd. In de studiegroepen is per locatie besproken of er actuele afspraken of ontwikkelingen zijn, die de mogelijkheden voor uitbreiding van de winning beperken. Deze informatie is gebruikt voor het beoordelen van de uitbreiding van de bestaande winningen, dat is opgenomen in bijlage 16.

6 Mogelijkheden voor mitigatie van effecten (fase 4)

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van fase 4 van de studie naar grondwater- en oeverwaterwinning verwoord. In de vierde fase van het project zijn de mogelijkheden voor mitigatie van de effecten van winning bepaald. Deze fase is parallel aan fase 2 en 3 uitgevoerd.

Eerst is een overzicht van alle mogelijkheden van mitigatie in de provincie gemaakt. Op basis van dit overzicht is zijn, in overleg met de studiegroepen, per regio twee mitigatieopties geselecteerd die zijn doorgerekend. De resultaten hiervan zijn wederom gepresenteerd aan de studiegroepen. In bijlage 4 is een technische uitgangspuntennotitie opgenomen waarin de werkwijze en uitgangspunten van de hydrologische berekeningen en GIS-analyses zijn beschreven. In bijlage 7 en 8 zijn de presentaties voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

6.1 Proces

De mogelijkheden voor mitigatie van effecten zijn bepaald in de volgende processtappen:

- *Werk sessie overzicht mitigatiemaatregelen:* Op 25 februari 2019 is een werksessie georganiseerd met het projectteam van de provincie en de hydrologen uit de studiegroepen (waterschappen en Vitens). In deze werksessie is een overzicht met mogelijke mitigatiemaatregelen besproken en is bepaald welke maatregelen in welke gebieden kansrijk zijn. Op basis van hiervan is een overzicht gemaakt van mogelijke mitigatiemaatregelen per rekenlocatie. Het overzicht is opgenomen in bijlage 12
- *Presentatie mogelijkheden in studiegroepen:* In de studiegroep bijeenkomsten van fase 2 zijn de mogelijkheden voor het betreffende deelgebied gepresenteerd en is een keuze gemaakt voor twee maatregelen om door te rekenen (zie presentaties in bijlage 7)
- *Bepalen effectiviteit maatregelen met behulp van berekeningen:* De gekozen maatregelen (2 per deelgebied) zijn doorgerekend en vergeleken met de berekeningen zonder mitigatiemaatregel. Op basis hiervan is de effectiviteit van de berekeningen ingeschat
- *Presentatie resultaten berekeningen in studiegroepen:* De resultaten van de berekeningen zijn gepresenteerd in de studiegroepen van fase 3 (zie presentaties in bijlage 8)

6.2 Mitigatiemogelijkheden

Een volledig overzicht met mitigatiemogelijkheden is opgenomen in bijlage 12. Hier geven we een samenvatting van de beschouwde mogelijkheden die als kansrijk zijn beoordeeld.

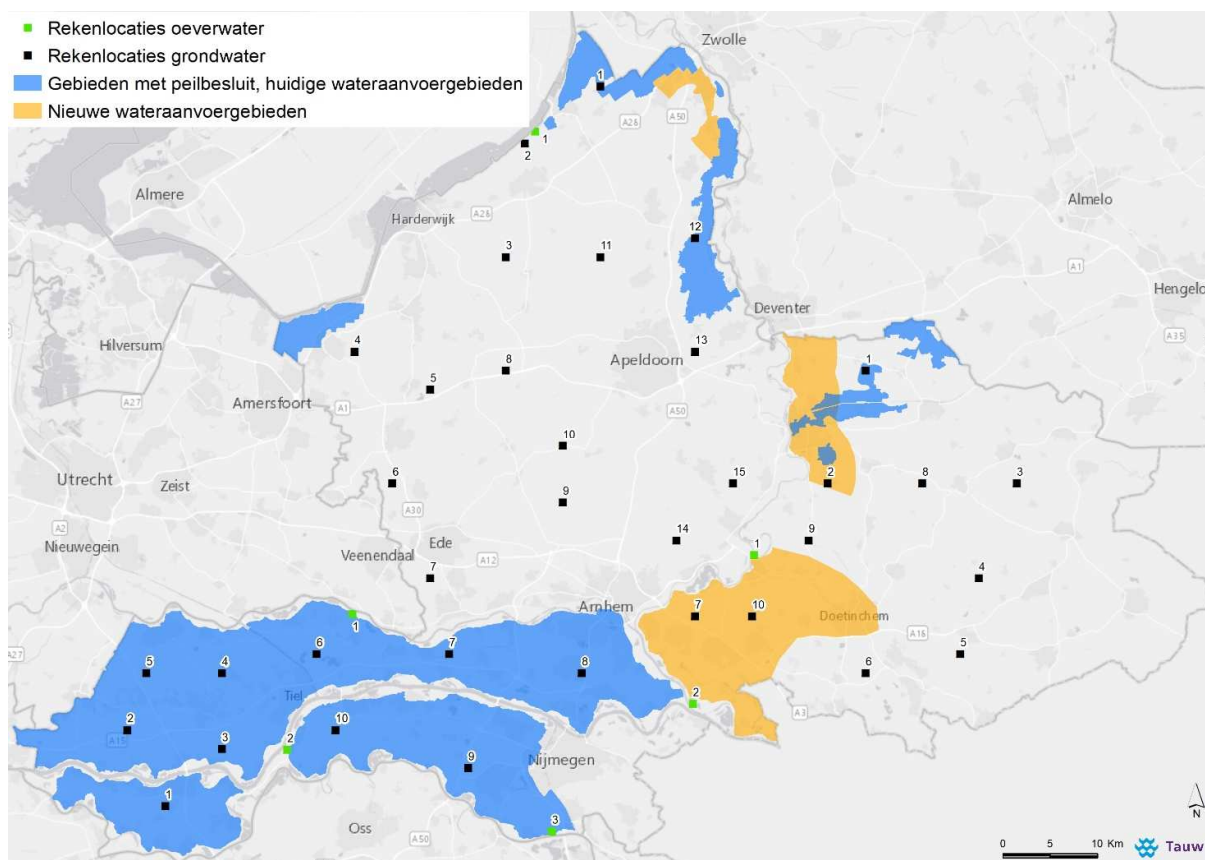
Aanvoer oppervlaktewater uit rivieren en kanalen

Aanvoer van oppervlaktewater uit rivieren en kanalen is een mitigatiemogelijkheid in de nabijheid van rivieren en kanalen. Aandachtspunt bij deze mitigatiemogelijkheid is de kwaliteit van het oppervlaktewater. In nieuwe wateraanvoergebieden, kan de inbreng van rivierwater leiden tot een verslechtering van de waterkwaliteit en is daarom voorzuivering noodzakelijk (vanuit KRW).

Bestaande wateraanvoergebieden zijn al beïnvloed door rivierwater en daardoor minder gevoelig voor verslechtering van de waterkwaliteit.

Om deze reden is onderscheid gemaakt in bestaande wateraanvoergebieden en gebieden met kansen voor de realisatie van wateraanvoer. In figuur 6.1 is weergegeven waar mitigatie op basis van aanvoer van oppervlaktewater uit rivieren en kanalen kansrijk is.

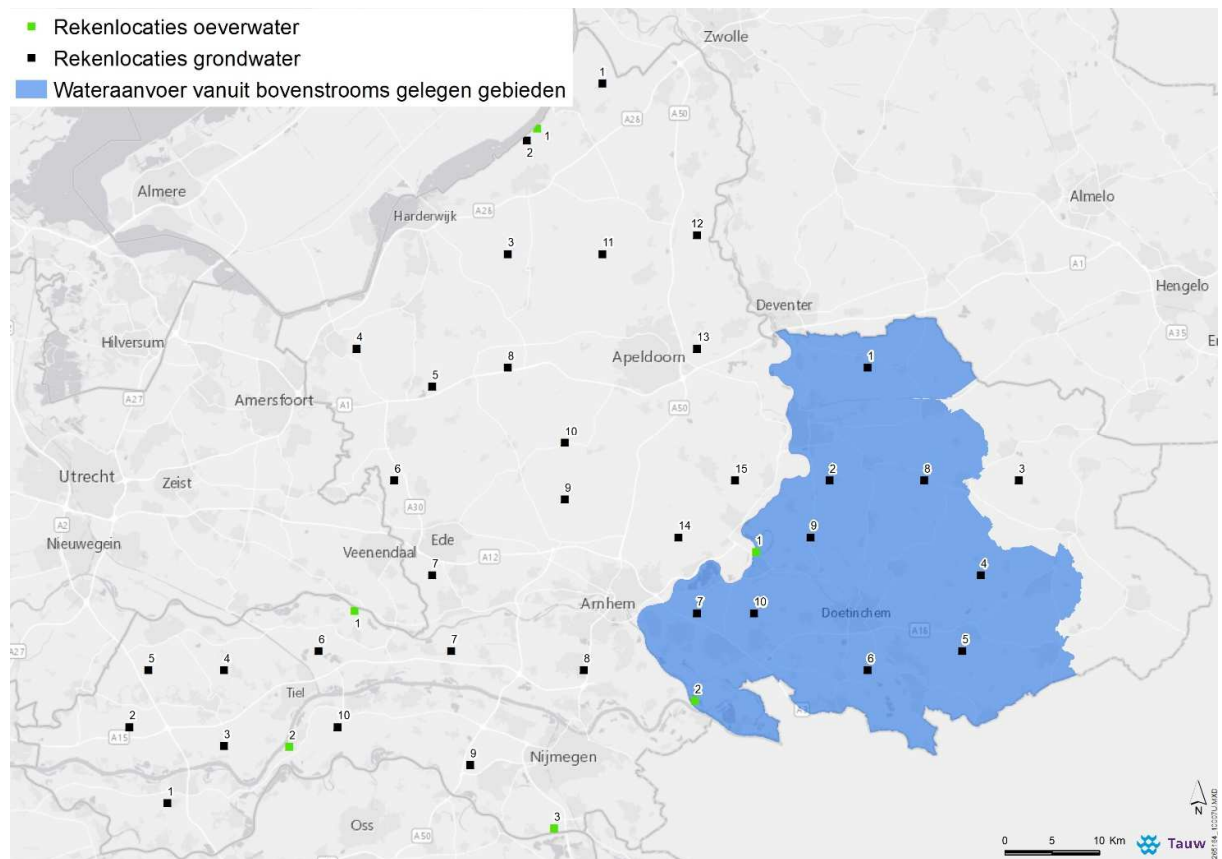
Als gevolg van klimaatverandering nemen de zomerafvoeren in de Maas waarschijnlijk af, waardoor de beschikbaarheid van water voor mitigatie ook afneemt.



Figuur 6.1 Potentiële gebieden wateraanvoer uit rivieren en kanalen, bestaande wateraanvoergebieden zijn blauw weergegeven, gebieden waar mogelijkheden zijn om wateraanvoer te realiseren zijn oranje weergegeven

Aanvoer oppervlaktewater uit bovenstrooms gelegen gebieden

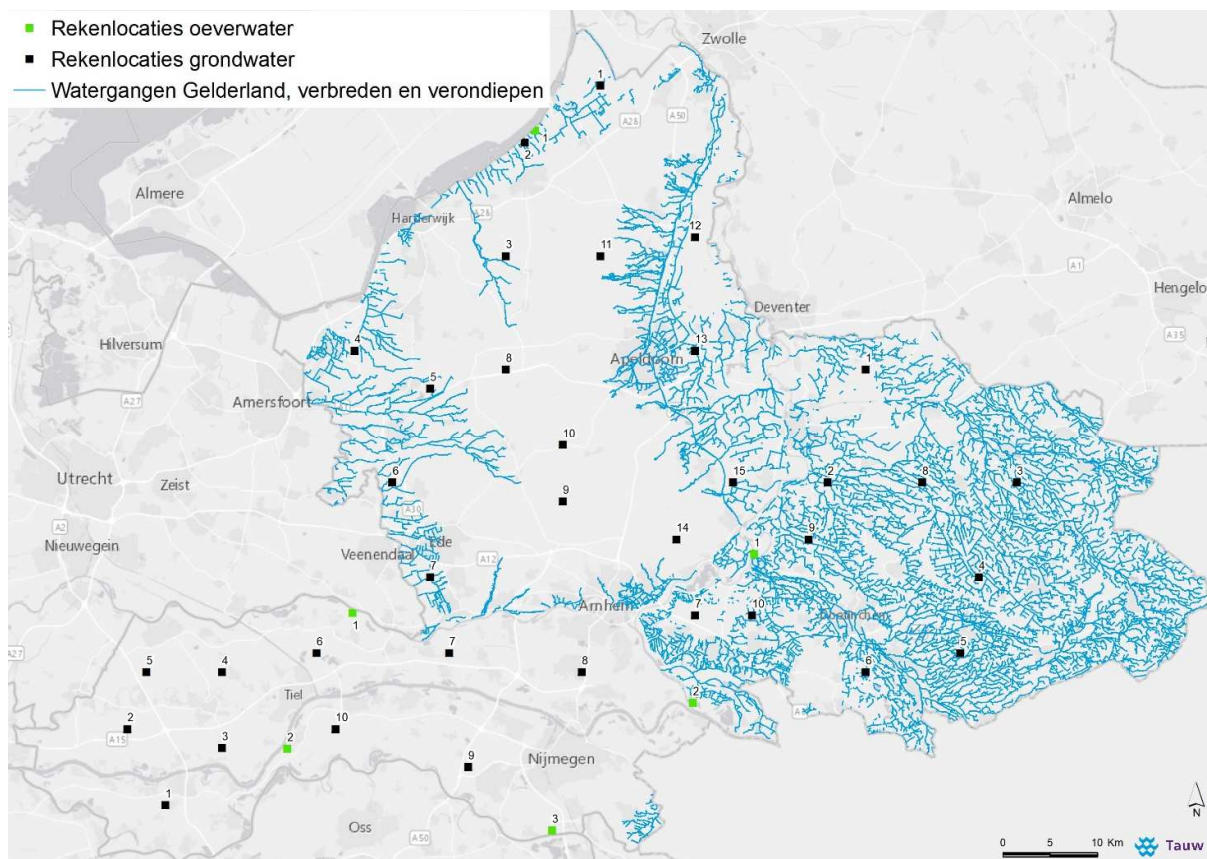
Naast rivieren en kanalen kunnen bovenstrooms gelegen gebieden van lokale watersystemen een bron van water voor mitigerende maatregelen zijn. Aandachtspunt daarbij is de zomerafvoer, die naar verwachting als gevolg van klimaatverandering in de toekomst verder afneemt. In figuur 6.2 is weergegeven waar aanvoer van oppervlaktewater uit bovenstrooms gelegen gebieden een mogelijkheid is.



Figuur 6.2 Potentiële gebieden wateraanvoer bovenstrooms (blauw weergegeven)

Verondiepen en verbreden watergangen (drainagebasis verhogen)

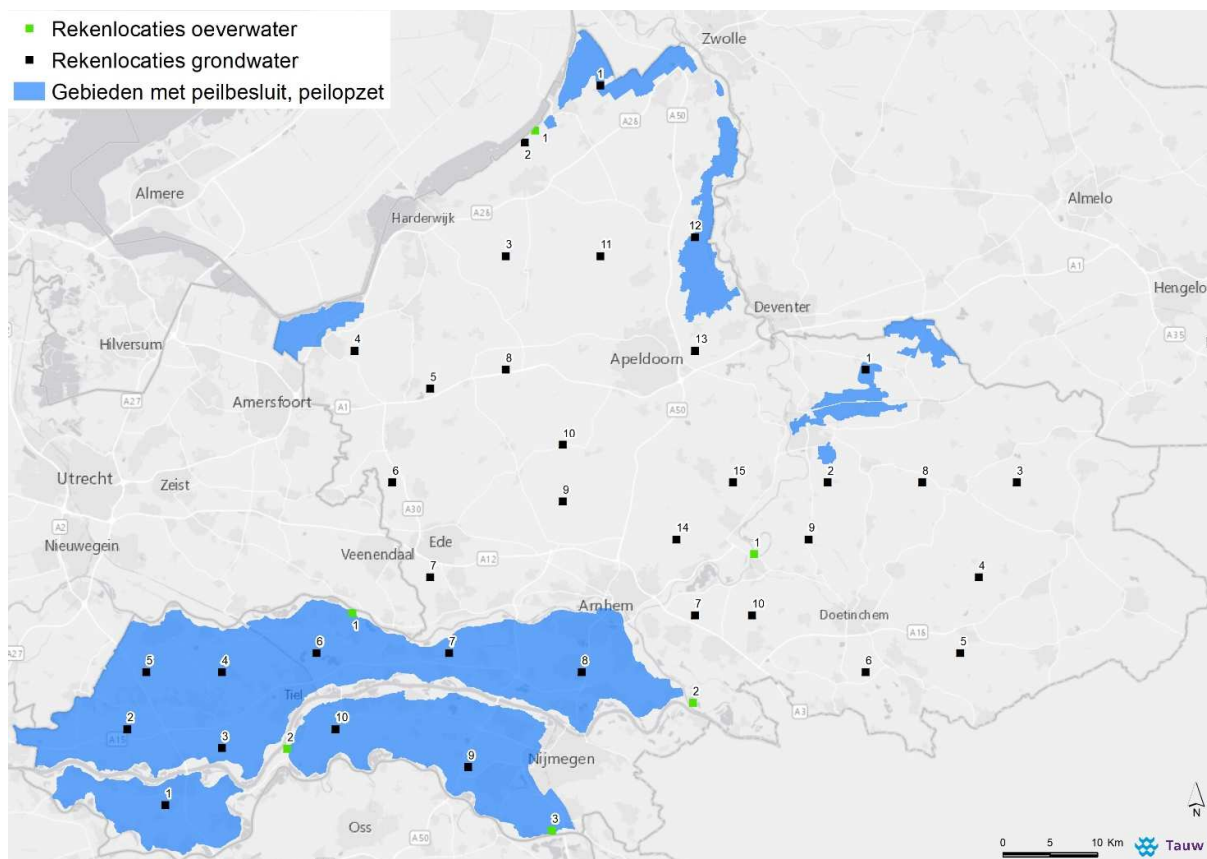
Door watergangen te verondiepen wordt de drainagebasis verhoogd. Hierdoor wordt water langer in het gebied vastgehouden. Aandachtspunt is dat er voldoende afvoercapaciteit blijft. Om deze reden gaat verondiepen samen met verbreden of bergen. Met het oog op klimaatverandering is verondiepen van watergangen een no regret maatregel. Deze maatregel is kansrijk in gebieden met veel vrij afwaterende waterlopen (figuur 6.3).



Figuur 6.3 Ligging watergangen waar verbreden en verondiepen in potentie mogelijk is (blauw weergegeven)

Vasthouden oppervlaktewater gericht op grondwaterstanden (peilopzet)

Het doel van peilopzet als mitigerende maatregel is het actief aanvullen van het grondwater door het hanteren van een hoger peil. Oppervlaktewater wordt hierdoor langer in het gebied vastgehouden. Peilopzet is mogelijk in gebieden met (bestaande) wateraanvoer en een voldoende intensief slotenstelsel (figuur 6.4). Als gevolg van peilopzet neemt de wateraanvoerbehoefte toe en speelt de beschikbaarheid van water ook een rol. Hierbij zijn afnemende zomerafvoeren als gevolg van klimaatverandering een aandachtspunt.

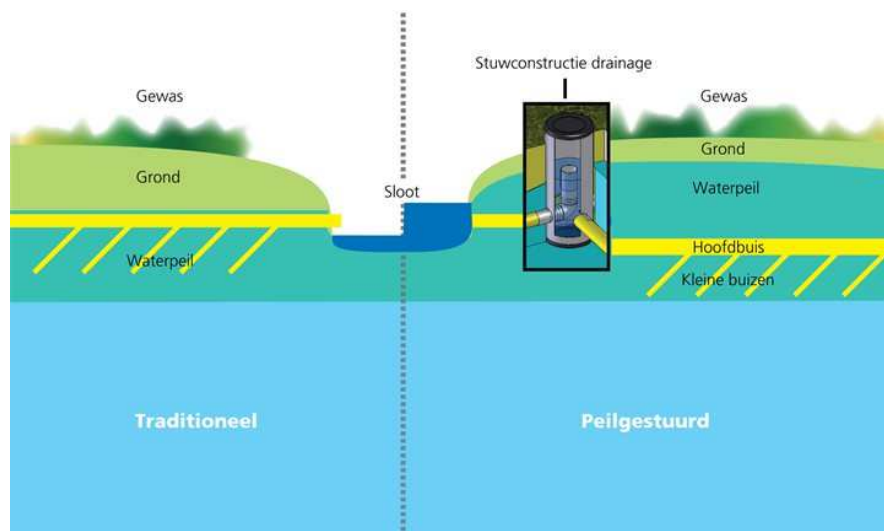


Figuur 6.4 Potentiële gebieden peilopzet (blauw weergegeven)

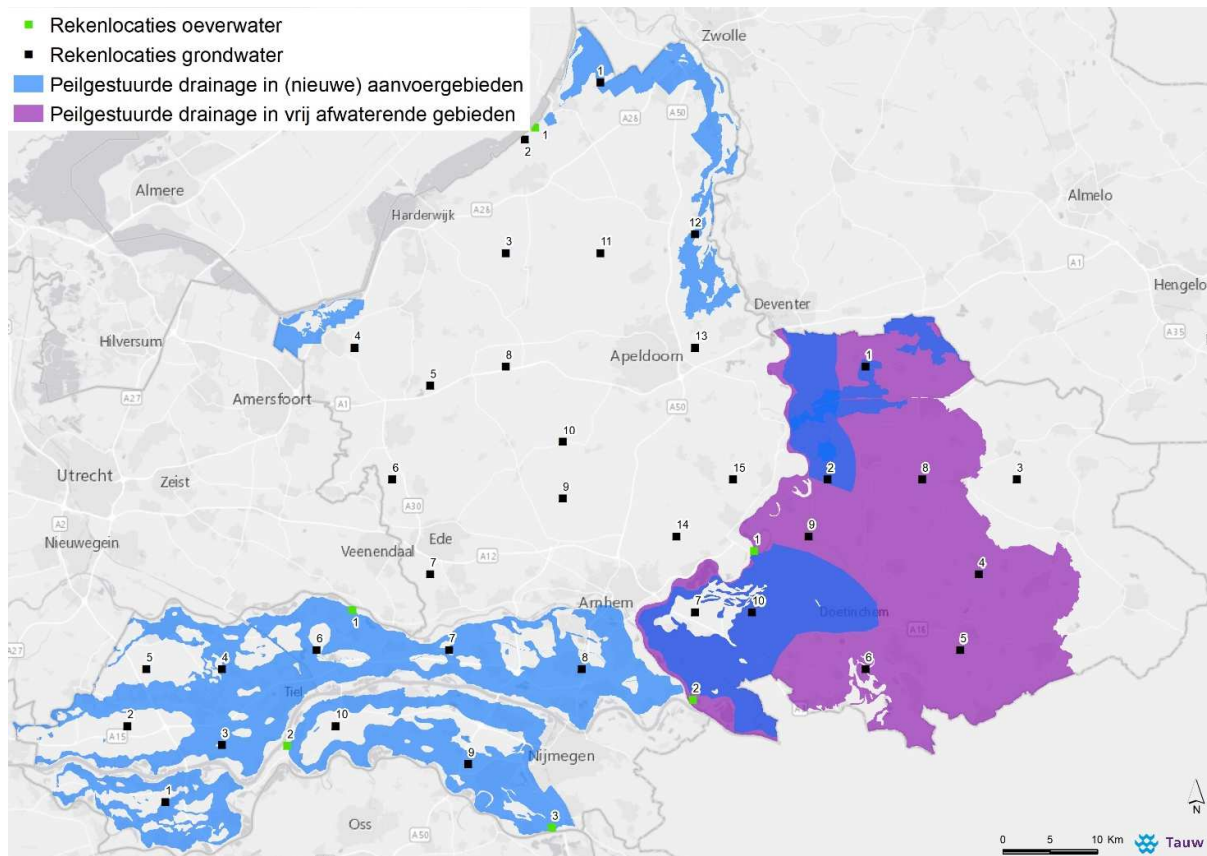
Peilgestuurde drainage gericht op actief infiltreren van water

Peilgestuurde drainage kan worden gebruikt om de effecten op landbouwgebieden te mitigeren. Door gebruik te maken van een dicht drainagenetwerk is minder sprake van opbolling en kan hierdoor ook een hoger peil worden gehanteerd (zie ook schematisatie in figuur 6.5). Daarnaast kan met peilgestuurde drainage actief worden gestuurd op infiltratie van water.

Peilgestuurde drainage is mogelijk in wateraanvoergebieden en in vrij afwaterende gebieden. Voorwaarde daarbij is dat er geen sprake is van zware kleigronden, omdat infiltratie dan niet mogelijk is (figuur 6.6). Als gevolg van actief infiltreren van water neemt de wateraanvoerbehoefte toe en speelt de beschikbaarheid van water ook een rol. Hierbij zijn afnemende zomerafvoeren als gevolg van klimaatverandering een aandachtspunt.



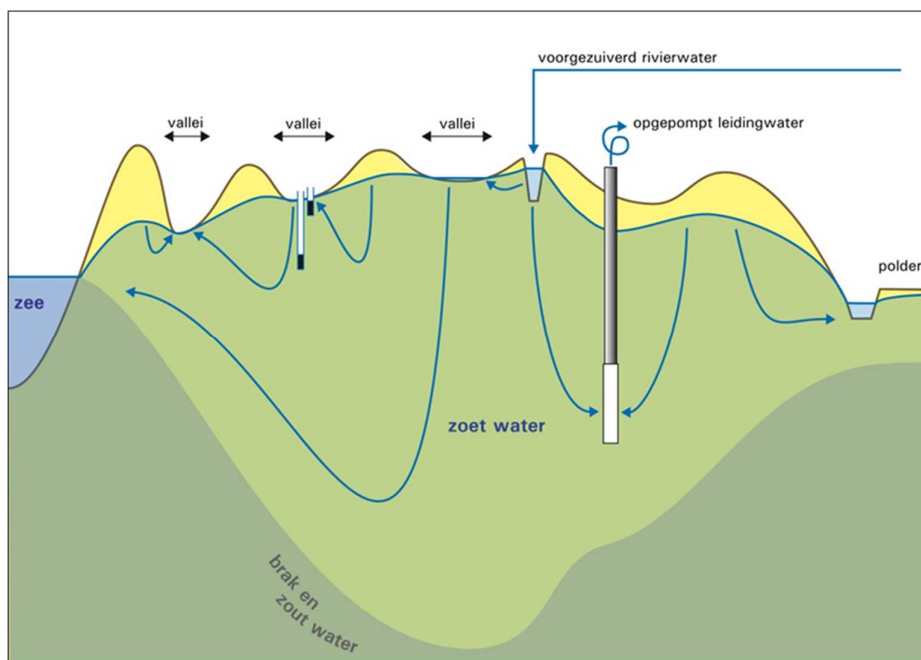
Figuur 6.5 Schematisatie van principe peilgestuurde drainage



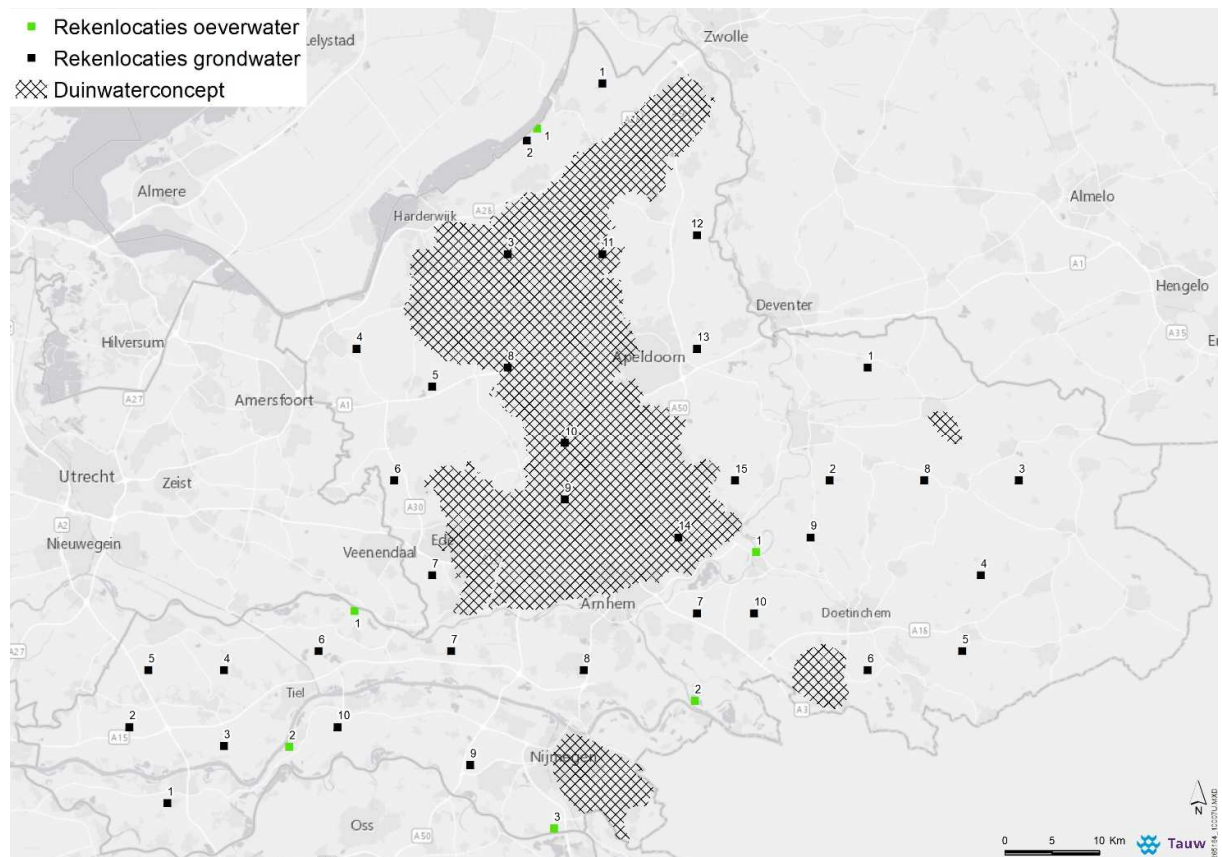
Figuur 6.6 Potentiële gebieden peilgestuurde drainage; in blauw zijn de (potentiële) wateraanvoergebieden weergegeven en in paars de vrij afwaterende gebieden

Duinwaterconcept

Het duinwaterconcept is gebaseerd op het infiltreren en weer onttrekken van water. Bekendste voorbeeld van dit concept zijn de waterleidingduinen bij Amsterdam (zie schematisatie in figuur 6.7). Dit concept is mogelijk in hooggelegen gebieden op de Veluwe en in Oost Gelderland op de Lochemse Berg en Montferland en in het Rivierengebied de stuwwal bij Nijmegen (figuur 6.8).



Figuur 6.7 Schematisatie van het duinwaterconcept



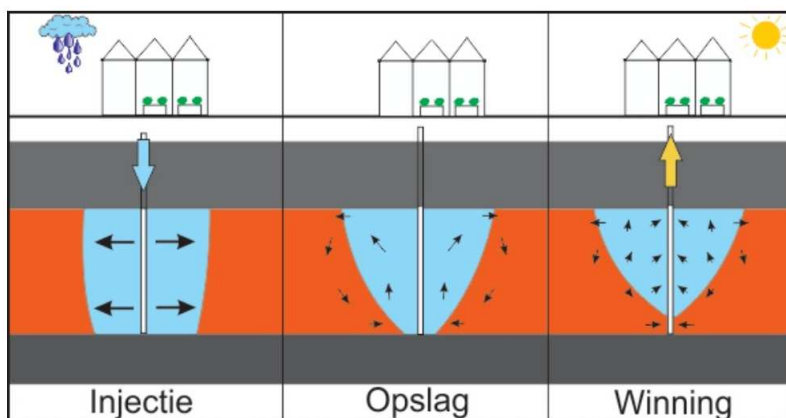
Figuur 6.8 Potentiële gebieden duinwaterconcept (grijs gearceerd)

ASR (Aquifer Storage and Recovery)

Het ASR-concept is gebaseerd op tijdelijke opslag van water in diepere (brakke) pakketten. Gedurende het natte seizoen (winter) wordt ondiep meer water onttrokken dan nodig. Het overschot aan water wordt in een dieper pakket opgeslagen en in het droge seizoen hier weer uit gewonnen (zie schematisatie in figuur 6.9). Indien het watersysteem zich snel genoeg kan herstellen (wateraanvoergebieden), wordt hiermee de droogteschade van een ondiepe winning beperkt.

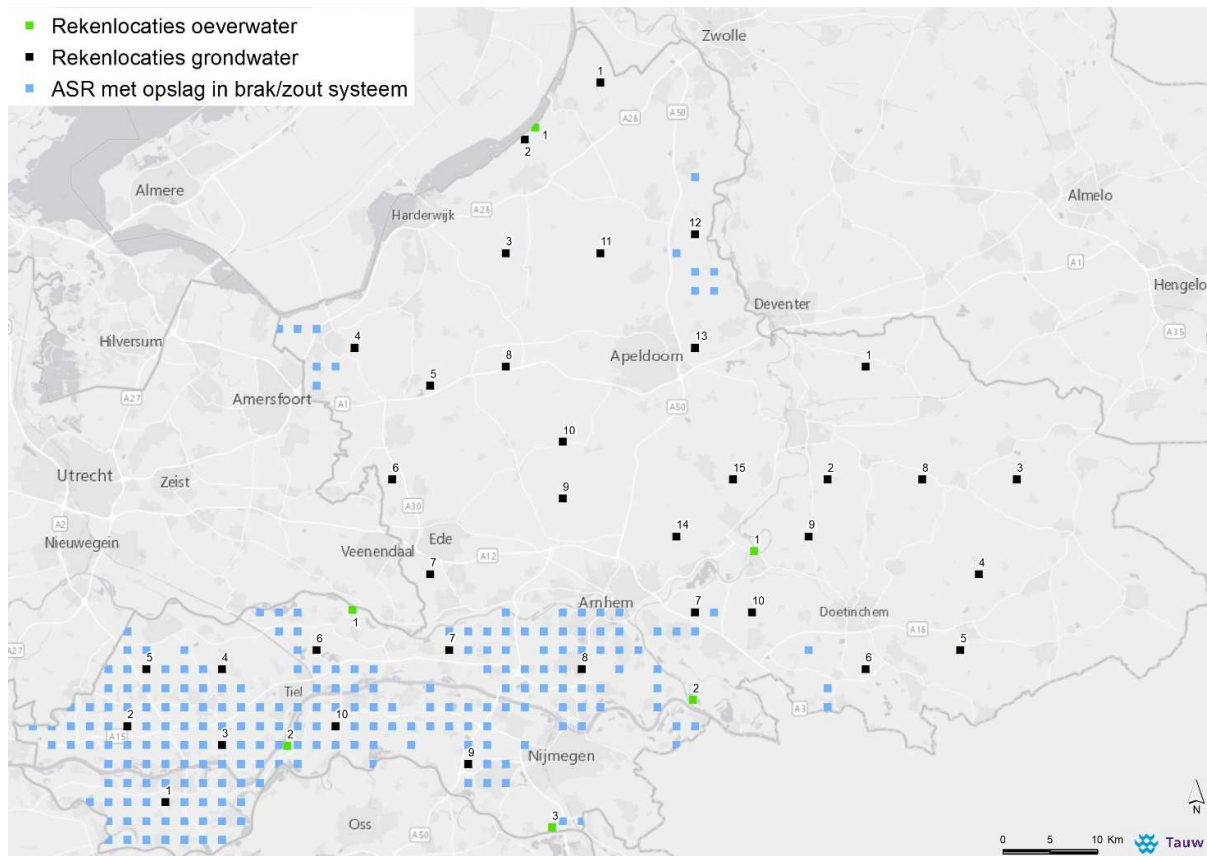
Het overtollige zoete water wordt bij voorkeur opgeslagen in brakke of zoute pakketten. Omdat zoet water lichter is dan zout water, ontstaat op deze manier een 'zoetwaterbel' die kan worden teruggewonnen. In het begin is er wel verlies van zoet water, omdat eerst zout water weggedrongen moet worden en er tijdens dat proces menging van zoet en zout optreedt.

Dit systeem is in principe overal toepasbaar waar sprake is van meer dan één pakket met voldoende doorlaatvermogen (figuur 6.10).



Opslag en terugwinning van hemelwater door tuinders. Om het zoete water terug te winnen wordt gebruikt gemaakt van een multiput, een put met meerdere winfilters (bron: KWR)

Figuur 6.9 Schematisatie van werking ASR-systeem

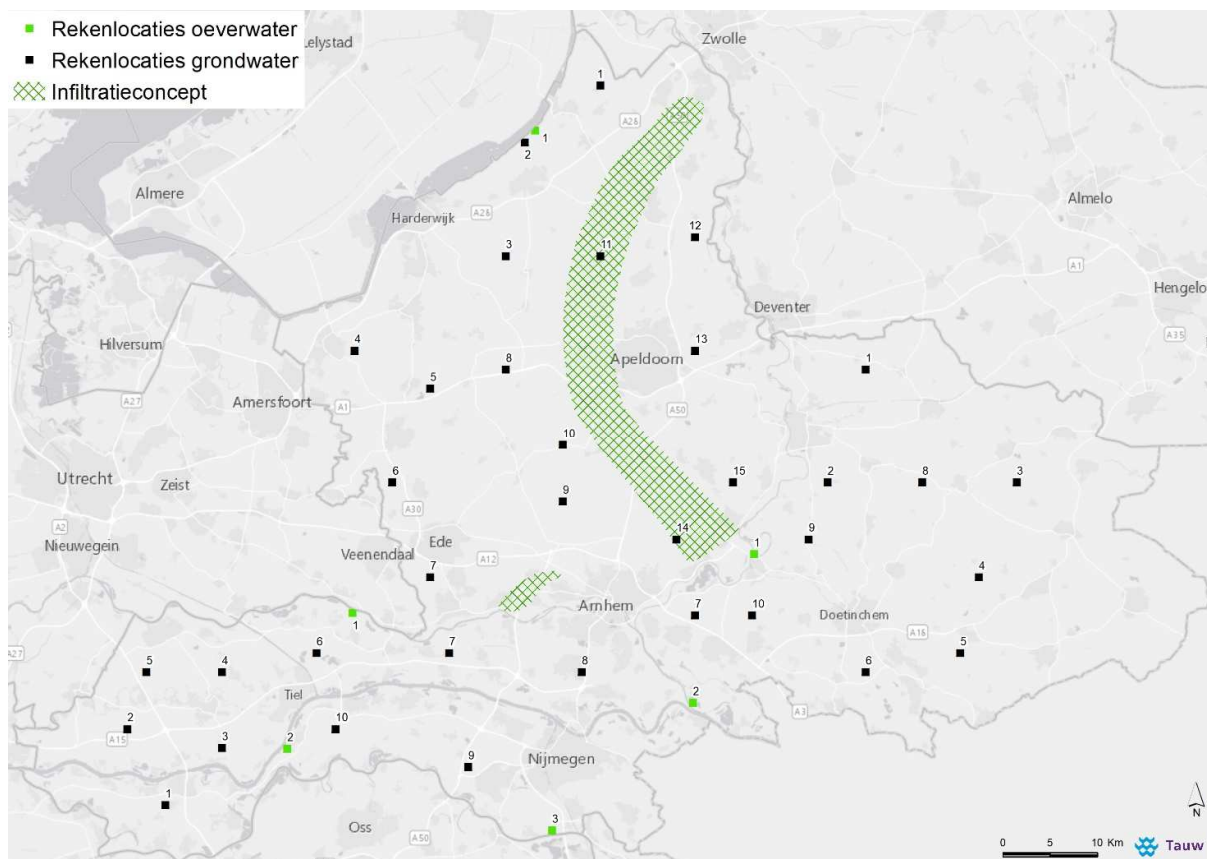


Figuur 6.10 Potentiële gebieden ASR

Infiltratieconcept

Het infiltratieconcept is gebaseerd op de infiltratie van gebiedseigen water om de effecten van een winning te compenseren. In Gelderland wordt deze vorm van mitigatie toegepast bij de winning Epe. Dit concept kan worden toegepast in hooggelegen gebieden met een bron van gebiedseigen water in de nabijheid (figuur 6.11).

De afvoer van een aantal sprengbeken zal mogelijk als gevolg van klimaatverandering toenemen (als gevolg van hogere grondwaterstanden op de Veluwe), waardoor de waterbeschikbaarheid ook zal toenemen. De haalbaarheid van dit concept neemt dan toe.

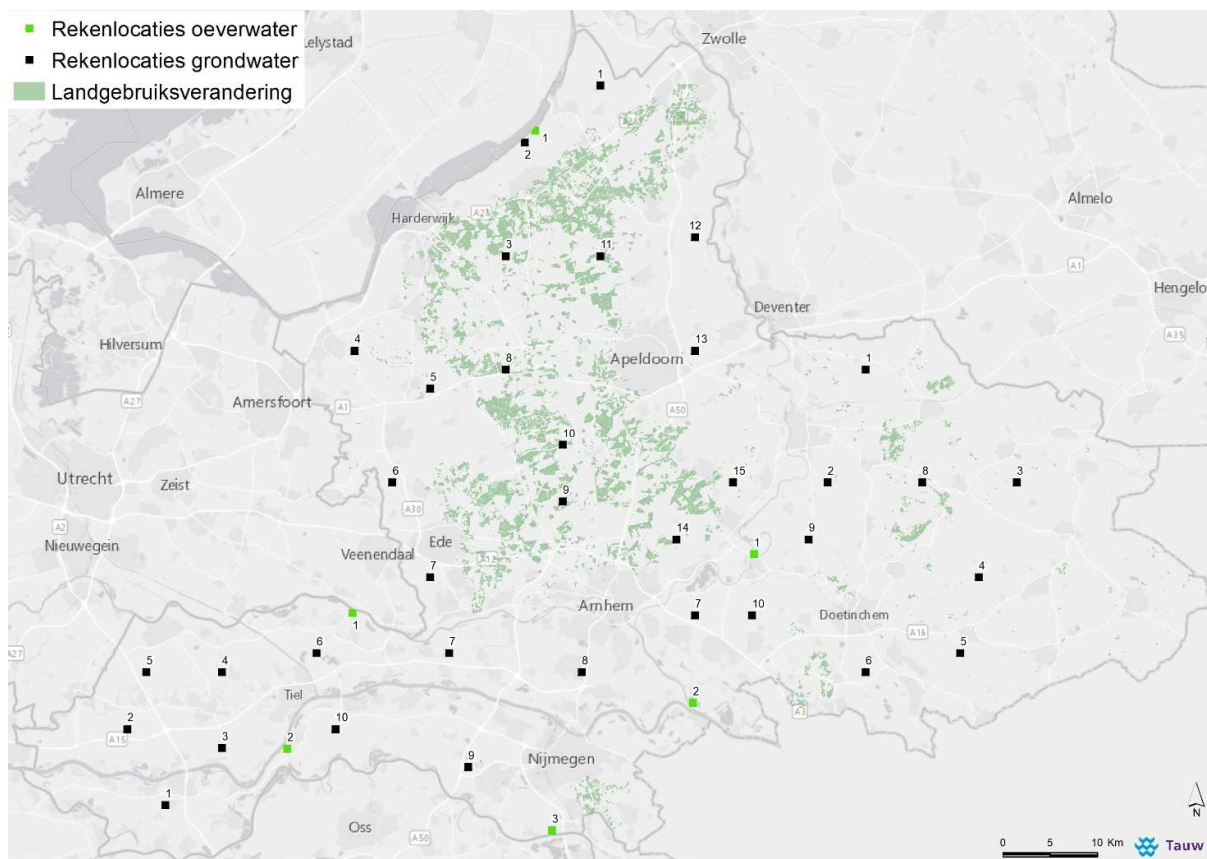


Figuur 6.11 Potentiële gebieden infiltratieconcept (groen gearceerd zijn herkomstgebieden waar water vandaan komt)

Landgebruiksverandering

Het veranderen van landgebruik van naaldbos naar loofbos of heide vergroot de grondwateraanvulling met respectievelijk 50 tot 150 mm/jaar of 165 tot 265 mm/jaar (minder interceptie en evapotranspiratie). Om een effect te bereiken moet deze maatregel binnen een grote oppervlakte worden uitgevoerd (>10.000 ha), zie ook <http://www.projectbingo.eu/research-sites/veluwe>.

Binnen Gelderland zijn deze gebieden vooral aanwezig op de Veluwe, maar ook in de overige delen van Gelderland komen geconcentreerde gebieden voor met naaldbossen (figuur 6.12).



Figuur 6.12 Potentiële gebieden landgebruiksverandering (groen weergegeven)

T-winning

Een T-winning is een alternerende winning, waarbij in het natte seizoen meer wordt onttrokken in de ene bron en in het droge seizoen meer in de andere bron. Op deze manier kan in het natte seizoen een bijdrage worden geleverd aan het verminderen van natschade voor de landbouw of grondwateroverlast in stedelijk gebied. Voor de winning in het droge seizoen wordt een locatie in een minder droogtegevoelig gebied gekozen. Een alternerende winning is wellicht mogelijk waar locaties met natschade/ wateroverlast zich in de nabijheid van weinig droogtegevoelige gronden bevinden zoals langs de flanken van de Veluwe (grondwateroverlast door kwel in het voorjaar ter plaatse van de lage delen en minder droogtegevoeligheid op de hoge delen) en langs de IJssel (dichtbij de IJssel minder droogtegevoelig en meer landinwaarts risico op natschade. Vooruit lopend op de berekeningsresultaten in paragraaf 6.3 is deze vorm van mitigatie niet zinvol als geen snel systeemherstel optreedt van de droogtegevoelige winlocatie.

Tabel 6.1 Mitigatiemaatregelen en vertaling naar rekenlocaties

	Maatregel	Rivierengebied	Oost Gelderland	Veluwe
1	Aanvoer oppervlaktewater uit rivieren en kanalen	GW1-GW10	GW1, GW2, GW7, GW10	GW1, GW12
2	Aanvoer oppervlaktewater uit bovenstrooms gelegen gebieden		GW1, GW2, GW4-GW10	
3	Verondiepen en verbreden watergangen		GW1-GW10	GW1-GW7, GW12, GW13, GW15
4	Vasthouden oppervlaktewater gericht op grondwaterstanden (peilopzet)	GW1-GW10	GW1	GW1, GW12
5	Peilgestuurde drainage gericht op actief infiltreren van water	GW3, GW4, GW6-GW9	GW1, GW2, GW4-GW6, GW8-GW10	GW1, GW12
6	Duinwaterconcept	Stuwwal bij Nijmegen	Lochemse berg, Montferland	Veluwe: GW3, GW8-GW11, GW14
7	ASR (Aquifer Storage and Recovery)	GW1-GW10		GW12, GW13
8	Infiltratieconcept			Oostelijke flank Veluwe GW11, GW14, Wageningse berg
9	Landgebruiksverandering			Op de Veluwe: GW3, GW8-GW11, GW14
10	T-winning			

6.3 Berekeningen mitigatie

In de studiegroepen is per regio een keuze gemaakt voor het doorrekenen van twee mitigatiemaatregelen. De wijze waarop de berekeningen zijn uitgevoerd is beschreven in de uitgangspuntennotitie in bijlage 4. De uitkomsten van de berekeningen zijn opgenomen in bijlage 12. In deze paragraaf presenteren we de keuzes die door de studiegroepen zijn gemaakt en de uitkomsten van de mitigatieberekeningen.

6.3.1 Rivierengebied

Discussie in studiegroep

In het rivierengebied spelen landbouweffecten een grote rol; er zijn veel droogtegevoelige gronden en er is relatief veel kapitaalintensieve landbouw. De studiegroep vindt het dan ook belangrijk dat er een landbouw-gerichte mitigatiemaatregel wordt doorgerekend. Hiervoor is gekozen voor peilgestuurde drainage. In de berekeningen is tevens bepaald of het effect verder kan worden vergroot door deze maatregel te combineren met peilopzet.

Daarnaast kiest de studiegroep ervoor een ASR-systeem door te rekenen, omdat de pakketopbouw in het rivierengebied zich hier bij uitstek voor leent; er is sprake van verschillende pakketten onder goed afsluitende lagen. Daarnaast is het diepste pakket op een aantal locaties brak/zout.

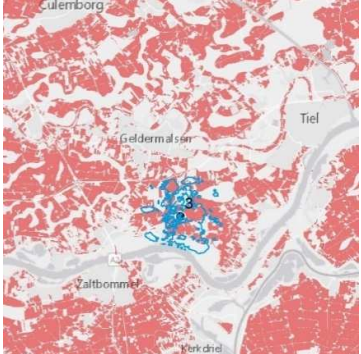
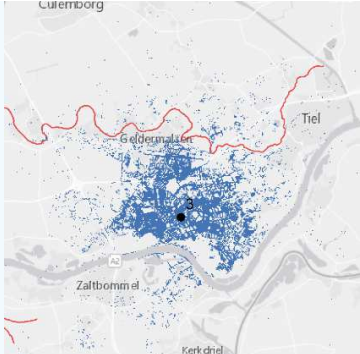
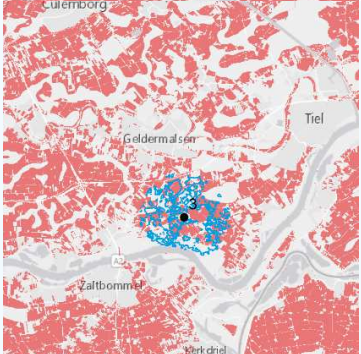
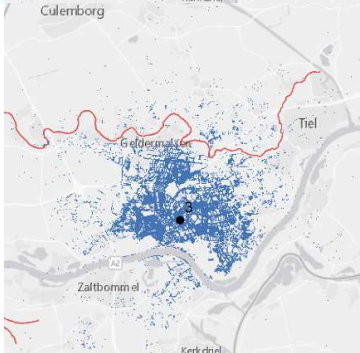
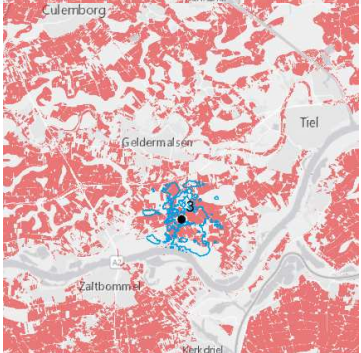
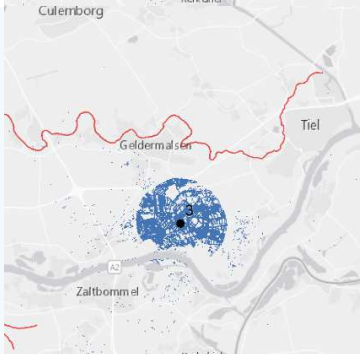
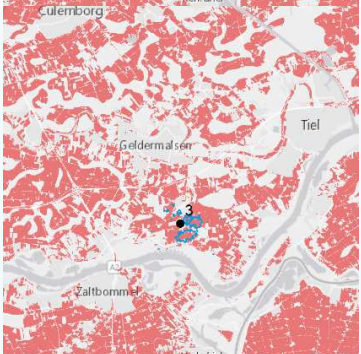
Peilgestuurde drainage (in combinatie met peilopzet)

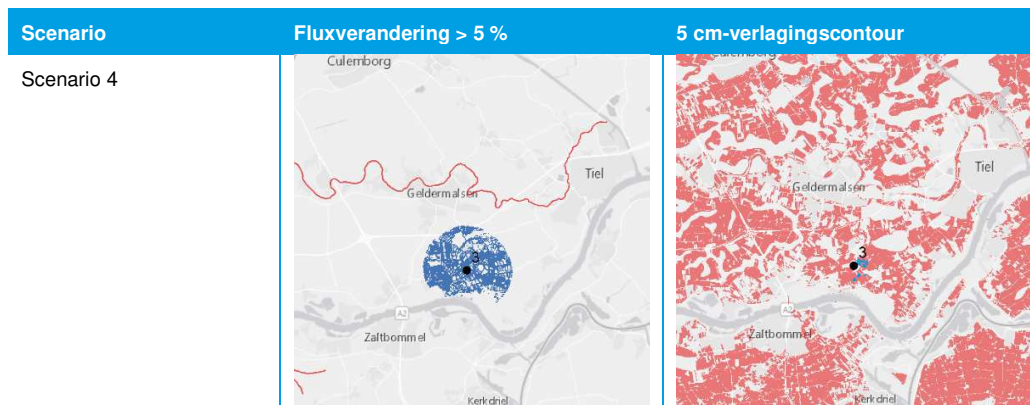
De peilgestuurde drainage is doorgerekend voor locatie GW3. Deze locatie bevindt zich in landbouwgebied met droogtegevoelige gronden en er is geen sprake van zware komklei. Infiltratie is hierdoor op deze locatie haalbaar. Er zijn vier scenario's doorgerekend:

1. Peilgestuurde drainage binnen de 5 cm-verlagingscontour (1.878 ha) zonder peilverhoging
2. Peilgestuurde drainage binnen de 20 cm-verlagingscontour (270 ha) zonder peilverhoging
3. Peilgestuurde drainage binnen de 5 cm-verlagingscontour met een peilverhoging van 10 cm
4. Peilgestuurde drainage binnen de 5 cm-verlagingscontour met een peilverhoging van 20 cm

In tabel 6.2 zijn de fluxveranderingen en de 5 cm-verlagingscontouren van de vier scenario's weergegeven. Ter vergelijking is tevens de 5 cm-verlagingscontour van de berekening zonder mitigatie weergegeven. Uit de figuren in de tabel blijkt dat peilgestuurde drainage zonder peilopzet (scenario 1 en 2) nauwelijks leidt tot mitigatie van de 5 cm-verlagingscontour. Wanneer peilgestuurde drainage wordt gecombineerd met een peilopzet van 10 cm wordt de 5 cm-verlagingscontour grotendeels gemitigeerd. Bij een peilopzet van 20 cm is er zelfs vrijwel geen sprake meer van een 5 cm-verlagingscontour. Hiermee wordt het effect van de winning overgecompenseerd.

Tabel 6.2 Resultaten doorgerekende scenario's peilgestuurde drainage

Scenario	Fluxverandering > 5 %	5 cm-verlagingscontour
Geen mitigatie	Niet beschikbaar voor referentiesituatie	
Scenario 1		
Scenario 2		
Scenario 3		



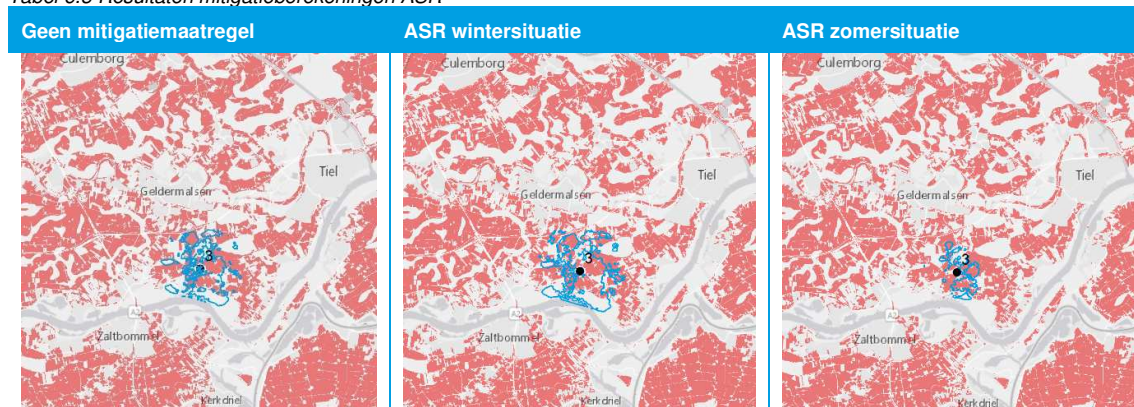
ASR

Het ASR-systeem is doorgerekend voor rekenlocatie 3. Deze locatie is geschikt omdat er op diepte sprake is van een goed afgesloten, brak pakket met voldoende doorlaatvermogen. Daarnaast is sprake van mogelijke natschade in het winterseizoen en mogelijke droogteschade in het zomerseizoen. Doordat het ASR-systeem in de winterperiode meer ondiep onttrekt kan het bijdragen aan het beperken van de natschade. Door in het zomerseizoen minder te onttrekken wordt de toename van de droogteschade beperkt¹⁸.

De berekeningen voor het ASR-systeem zijn stationair uitgevoerd voor de zomer en de wintersituatie. Het jaardebiet van de totale winning is 4 Mm³. Hiervan wordt 3 Mm³ in de winter ondiep gewonnen en 1 Mm³ in de zomer. Het winteroverschot (1 Mm³) wordt in het brakke pakket geïnfiltreerd en in de zomer weer onttrokken.

In tabel 6.3 zijn de 5 cm-verlagingscontouren van de berekeningen zonder mitigatiemaatregel, de ASR wintersituatie en de ASR zomersituatie weergegeven.

Tabel 6.3 Resultaten mitigatieberekeningen ASR



¹⁸ Voorwaarde hiervoor is dat voldoende systeemherstel optreedt (hiervan is sprake in wateraanvoergebieden). Omdat gekozen is voor stationaire berekeningen geven deze geen inzicht in het systeemherstel

6.3.2 Oost Gelderland

Discussie in studiegroep

Oost Gelderland is een droogtegevoelig gebied. De verwachting is dat deze problematiek als gevolg van klimaatverandering in de toekomst toe gaat nemen. Om deze reden is het wenselijk om water zo lang mogelijk in het gebied vast te houden. Dit kan middels het verondiepen en verbreden van watergangen.

Daarnaast is er de wens om de mogelijkheden voor een T-winning te onderzoeken waarbij de zone langs de IJssel wordt gezien als minder droogtegevoelige zone waar in de zomer meer gewonnen kan worden en de natschade gevoelige landbouwgronden als winterbron.

Verondiepen en verbreden watergangen (drainagebasis verhogen)

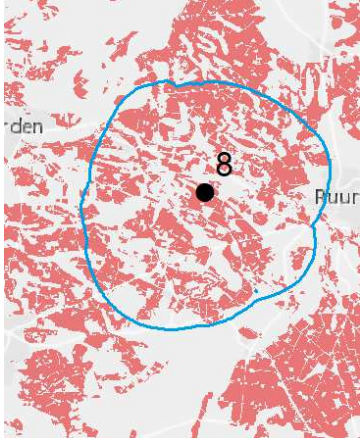
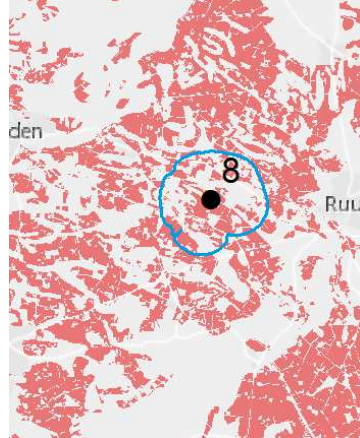
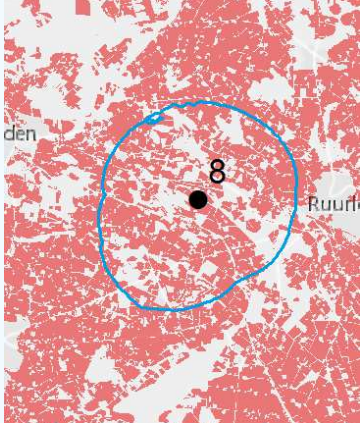
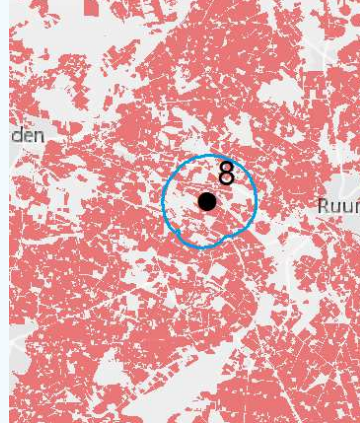
Deze maatregel is doorgerekend in relatie tot het mitigeren van de effecten op natuur in de landgoederenzone (rekenlocatie 8). Er is gerekend met een verhoging van de drainagebasis (bodemhoogte of peil watergangen) van 30 cm. Deze maatregel is toegepast in de zone met een berekende fluxverandering >5 % (8.556 ha).

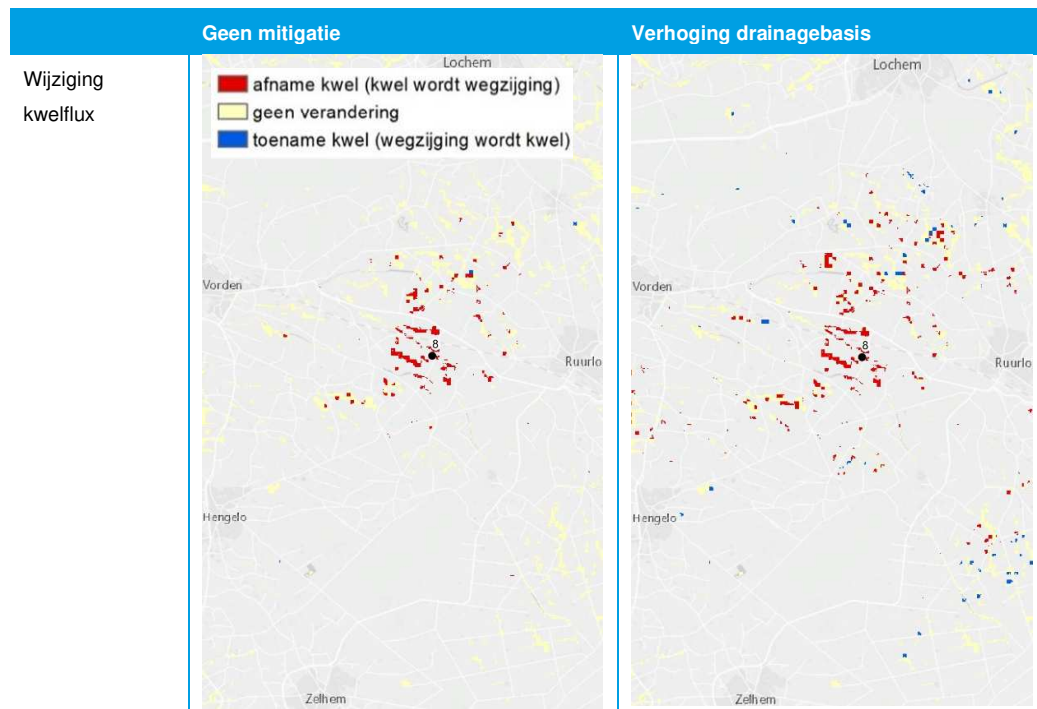
De berekening is instationair uitgevoerd om inzicht te krijgen in de zomer en de wintersituatie. Omdat we specifiek geïnteresseerd zijn in de effecten op natuur, is naast de grondwaterstandsverlaging ook het effect op de kwelflux onderzocht. In tabel 6.4 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven.

Uit de berekeningen blijkt dat de maatregel leidt tot een sterke reductie van de 5 cm-verlagingscontouren ten opzichte van de situatie zonder mitigatie. Dit geldt zowel in de winter- als in de zomersituatie. Dit resulteert ook in een positief beeld voor alle toetsingen op effecten die veroorzaakt worden door de verlaging van de grondwaterstanden.

Het effect van de winning op de kwelflux wordt niet gemitigeerd en neemt zelfs toe als gevolg van de mitigatiemaatregel. De oorzaak hiervan is dat in de berekeningen geen onderscheid te maken is in kwelstromen op landbodem en kwelstromen in watergangen. De extra afname van kwel als gevolg van het verhogen van de drainagebasis is het gevolg van watergangen die minder sterk draineren.

Tabel 6.4 Resultaten berekening verhogen drainagebasis

	Geen mitigatie	Verhoging drainagebasis
Wintersituatie: 5 cm-verlagings contour		
Zomersituatie: 5 cm-verlagings contour		



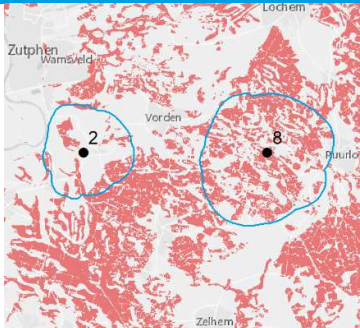
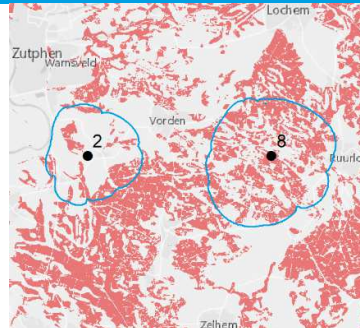
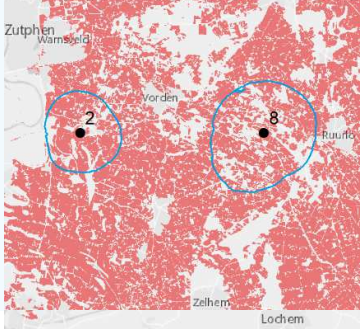
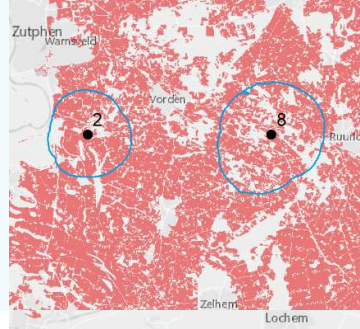
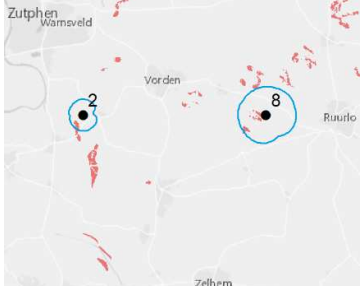
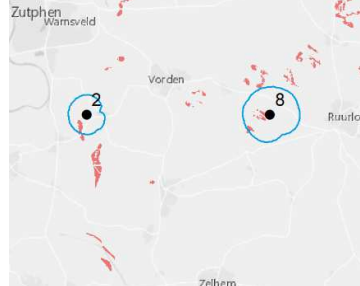
T-winning

De alternerende winning is doorgerekend voor rekenlocaties 8 (winterwinning) en 2 (zomerwinning). Het totale debiet van de twee winningen is 6 Mm³/jr. Ter plaatse van rekenlocatie 8 wordt in het winterhalfjaar 2 Mm³ onttrokken en in het zomerhalfjaar 1 Mm³. Ter plaatse van rekenlocatie 2 wordt in het winterhalfjaar 1 Mm³ onttrokken en in het zomerhalfjaar 2 Mm³.

Het effect van de T-winning is tijdafhankelijk (instationair) doorgerekend. In tabel 6.5 zijn de resultaten van de berekeningen zonder mitigerende maatregel (beide winningen 3 Mm³/jr) en met alternerende winning weergegeven.

Uit de vergelijking van de 5 en 20 cm-verlagingscontouren blijkt dat de T-winning nauwelijks effect heeft ten opzichte van de situatie met twee niet gekoppelde winningen. Er treedt onvoldoende systeemherstel op, om in de zomer profijt te hebben van het lagere debiet bij rekenlocatie 8.

Tabel 6.5 Resultaten T-winning (plaatjes links en rechts verschillen nauwelijks omdat T-winning nauwelijks effect heeft op het optreden van verlaging)

	Geen mitigatie	T-winning
Wintersituatie: 5 cm-verlagings contour		
Zomersituatie: 5 cm-verlagings contour		
Zomersituatie: 20 cm- verlagings contour		

6.3.3 Veluwe

Discussie in studiegroep

In de studiegroep Veluwe wordt het duinwaterconcept als kansrijke maatregel gezien. Vanuit de landbouw wordt daarbij de vraag gesteld of kan worden onderzocht of overcompensatie mogelijk is, zodat de maatregel tevens bijdraagt aan het verminderen van bestaande droogteschade in de landbouw. Hiermee wordt dit in feite een wateraanvoermaatregel (duinwaterconcept gaat uit van een gesloten systeem waarbij al het geïnfiltreerde water weer wordt onttrokken).

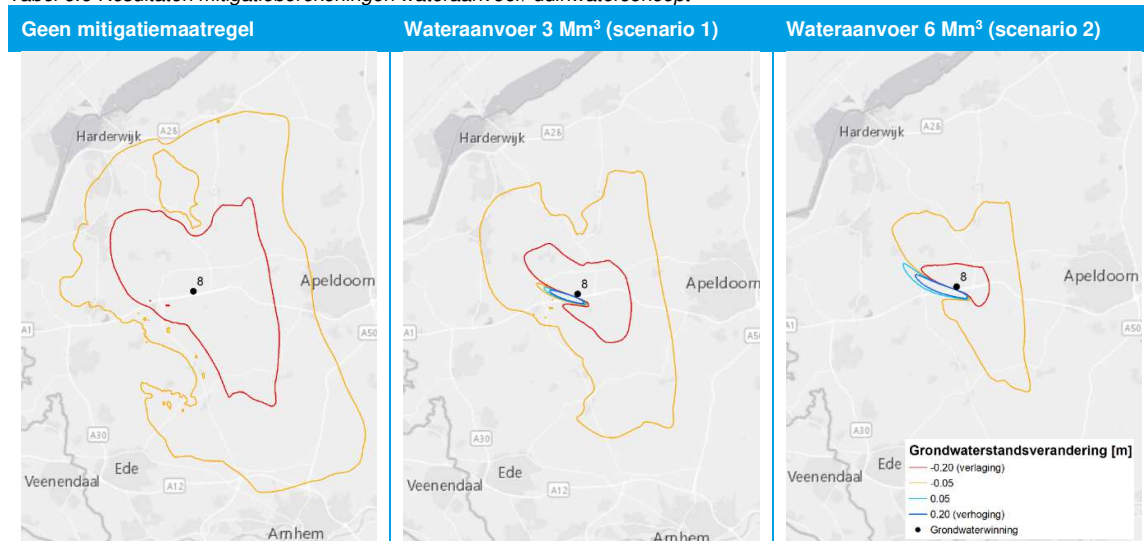
De tweede mitigatiemaatregel die wordt doorgerekend voor deelgebied Veluwe is een T-winning. Doel is om de alternerende winning te gebruiken om grondwateroverlast als gevolg van kwel aan de voet van de Veluwe tegen te gaan.

Wateraanvoer/ duinwaterconcept

Deze mitigatiemaatregel is doorgerekend voor rekenlocatie 8. Het aangevoerde water wordt stroomafwaarts van de winning geïnfiltreerd met behulp van een infiltratievijver. Voor de omvang hiervan is gekeken naar de omvang van de infiltratievoorziening bij winning Epe. Er zijn twee scenario's doorgerekend:

1. Onttrekking 4 Mm³/jr en infiltratie 3 Mm³/jr (overcompensatie van de halve winning)
2. Onttrekking 4 Mm³/jr en infiltratie 6 Mm³/jr (overcompensatie van de hele winning)

De berekeningen zijn stationair uitgevoerd. In tabel 6.6 zijn de resultaten van de berekeningen weergegeven. De infiltratie van water leidt tot een grote afname van de verlagingscontouren (zowel 5 als 20 cm). Alleen direct stroomafwaarts van de infiltratievoorziening nemen de grondwaterstanden toe. Hieruit blijkt dat een groot deel van het geïnfiltreerde water weer wordt opgepompt. Ondanks de overcompensatie is er toch nog sprake van een verlaging, omdat de aanvulling niet op exact dezelfde plek plaatsvindt als waar het water wordt opgepompt. Daarnaast vult het infiltratiesysteem ook de dikke onverzadigde zone op. De effecten van de winning worden deels gemitigeerd, maar de maatregel draagt nauwelijks bij aan het beperken van bestaande droogteschade.

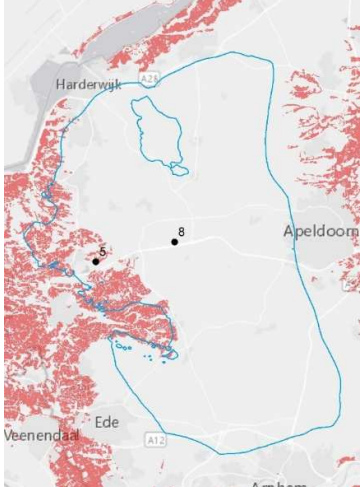
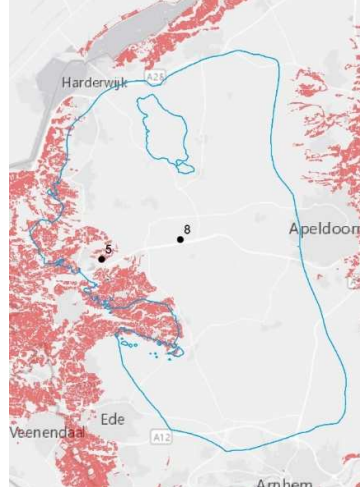
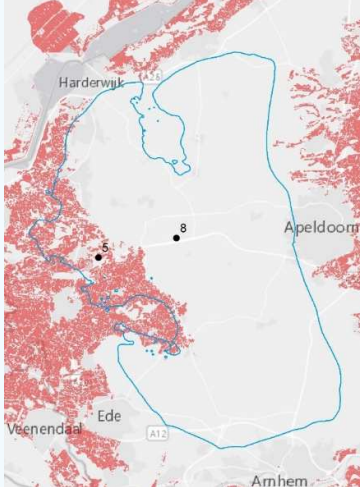
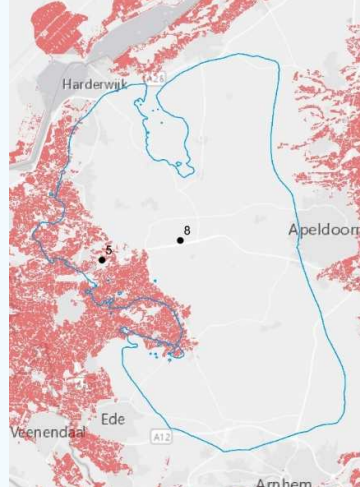
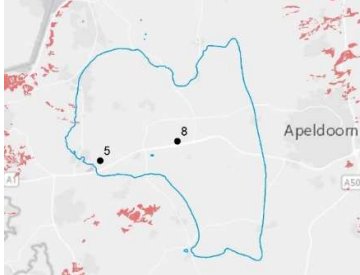
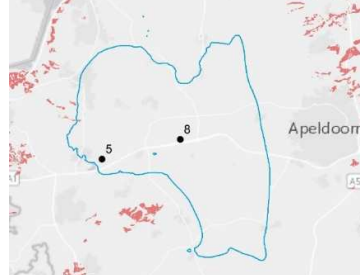
Tabel 6.6 Resultaten mitigatieberekeningen wateraanvoer/ duinwaterconcept


T-winning

De alternerende winning is doorgerekend voor rekenlocaties 5 (winterwinning) en 8 (zomerwinning). Het totale debiet van de twee winningen is 8 Mm³/jr. Ter plaatse van rekenlocatie 5 wordt in het winterhalfjaar 3 Mm³ onttrokken en in het zomerhalfjaar 1 Mm³. Ter plaatse van rekenlocatie 8 wordt in het winterhalfjaar 1 Mm³ onttrokken en in het zomerhalfjaar 3 Mm³.

Het effect van de T-winning is instationair doorgerekend. Het Azure-model is hiervoor een aantal keren herstart, na 30 à 40 jaar worden de verlagingscontouren stabiel. In tabel 6.7 zijn de resultaten van de berekeningen zonder mitigerende maatregel (beide winningen 4 Mm³/jr) en met alternerende winning weergegeven. Uit de vergelijking van de 5 en 20 cm-verlagingscontouren blijkt dat de T-winning nauwelijks effect heeft ten opzichte van de situatie met twee niet gekoppelde winningen (de verlagingscontouren in tabel 6.7 zijn voor de situatie zonder mitigatie vrijwel gelijk aan de situatie met T-winning). Er treedt onvoldoende systeemherstel op, om in de zomer profijt te hebben van het lagere debiet bij rekenlocatie 8.

Tabel 6.7 Resultaten T-winning (plaatjes links en rechts verschillen nauwelijks omdat T-winning nauwelijks effect heeft op het optreden van verlagings)

	Geen mitigatie	T-winning
Wintersituatie: 5 cm-verlagings contour		
Zomersituatie: 5 cm-verlagings contour		
Zomersituatie: 20 cm-verlagings contour		

6.3.4 Conclusies mitigatieberekeningen

De resultaten van de uitgevoerde mitigatieberekeningen zijn in tabel 6.8 samengevat.

Tabel 6.8 Samenvatting resultaten mitigatieberekeningen

Deelgebied	Doorgerekende maatregel	Mitigerende werking
Rivierengebied	Peilgestuurde drainage binnen 5 of 20 cm verlagingscontour zonder peilopzet	-
	Peilgestuurde drainage met 10 cm peilopzet	++
	Peilgestuurde drainage met 20 cm peilopzet	++ (overcompensatie)
	ASR	+
Oost Gelderland	Verondiepen watergangen	+ (effect op kwel wordt niet gecompenseerd)
	T-winning	--
Veluwe	Wateraanvoer 75 % winning	+
	Wateraanvoer 150 % winning	++
	T-winning	--

De uitkomsten van de berekeningen leiden op hoofdlijnen tot de volgende conclusies:

- Maatregelen die gebaseerd zijn op seizoensgebonden winning (ASR, T-winning), zijn alleen kansrijk in systemen met snel systeemherstel. Uit de berekeningen blijkt dat op de Veluwe en in de regio Oost Gelderland het grondwatersysteem te traag reageert om dit soort maatregelen succesvol in te zetten. In de regio Rivierengebied is dit niet tijdsafhankelijk doorgerekend. De verwachting is dat het in dit gebied wel zou kunnen werken
- In gebieden waar voldoende wateraanvoer is, zijn per definitie mogelijkheden voor effectieve mitigatie (peilopzet, infiltratie). Bij het realiseren van extra wateraanvoergebieden, en daarmee introductie van niet-gebiedseigen water, is de waterkwaliteit een aandachtspunt. Daarnaast kan watervoorziening als gevolg van klimaatverandering in de toekomst leiden tot beperkingen in de beschikbaarheid van water in (extreem) droge periodes
- In gebieden met vrij afwaterende watergangen (Oost Gelderland, Veluwe) kunnen de effecten van grondwaterwinning worden gemitigeerd door de afvoer te verminderen en/of te vertragen. Hiermee wordt het water langer in het gebied vastgehouden. Deze maatregel is ook geschikt om effecten van klimaatverandering te compenseren en kan gezien worden als autonome ontwikkeling

7 Data-analyse en synthese (fase 5)

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van fase 5 van de studie naar grondwater- en oeverwaterwinning verwoord. In de vijfde fase van het project is op basis van de resultaten uit fasen 1 tot en met 4 een methode ontwikkeld om de effectscores te rangschikken. Met behulp van deze methode zijn potentiële ASV-gebieden aangewezen voor zoet grondwater, oeverwater en brak grondwater en is voor de bestaande winningen beoordeeld waar reële mogelijkheden voor uitbreiding bestaan.

De methode van data-analyse is voorgelegd aan de studiegroepen. In bijlage 10 is de presentatie voor de studiegroepen opgenomen, waarin ook alle hiervoor gebruikte kaartbeelden zijn terug te vinden.

7.1 Rangschikking resultaten

De regionale studies grondwater hebben als doel feitelijke gegevens over de effecten van grondwateronttrekking op het grondwatersysteem en daarvan afhankelijke functies te bepalen. Tot en met hoofdstuk 6 zijn de data uit deze studie zo feitelijk mogelijk gepresenteerd, zonder hieraan een waardeoordeel mee te geven. Om van de omvangrijke dataset te komen tot bouwstenen voor het plan MER, is een interpretatie van de data nodig.

Als eerste stap in de data-analyse is een rangschikking toegekend aan de uitkomsten van de berekeningen. Deze rangschikking is gebaseerd op de percentielklassen zoals gebruikt bij de taartpuntkaarten (zie paragraaf 4.2.2). Per thema is vervolgens bepaald welke rangschikking een bepaalde percentielklasse meekrijgt. Hierbij is in lijn met de beleidsthema's en in samenspraak met de studiegroepen (bijlage 9), gekozen om de zwaarste weging mee te geven aan het thema Natura 2000. Ook de thema's natuurherstelgebieden en waardevolle wateren hebben een zwaardere weging meegekregen dan de overige thema's. Hiermee wordt invulling gegeven aan de

De rangschikking bestaat uit vier niveaus:

- Een hoge rangschikking
- Een gemiddelde rangschikking
- Een lage rangschikking
- Een rangschikking die niet waarschijnlijk is voor een planvariant MER

Hoe dit voor de verschillende thema's uitwerkt is verbeeld in figuur 7.1.

	Natura2000	Natuurherstel- gebieden en waardevolle wateren	Overige thema's
0			
P0-P10			
P10-P50			
P50-P80			
P80-P100			

Geen effect

Hoge rangschikking

Gemiddelde rangschikking

Lage rangschikking

Niet waarschijnlijk voor planvariant MER

Figuur 7.1 Rangschikking per thema

De rangschikking 'niet waarschijnlijk voor planvariant MER' is alleen toegekend bij effecten op het thema Natura 2000 voor de twee hoogste percentielklassen. De percentielklasse P10-P50 valt voor het thema Natura 2000 in de lage rangschikking. Een effect in de laagste percentielklasse leidt voor Natura 2000 tot een gemiddelde rangschikking.

Voor de thema's natuur in herstelgebieden en waardevolle wateren leiden de twee hoogste percentielklassen tot een lage rangschikking. De percentielklasse P10-P50 leidt tot een gemiddelde rangschikking en bij geen of een klein effect (P0-P10) is sprake van een hoge rangschikking.

Voor alle overige thema's krijgen de scores tot het 50^e percentiel een hoge rangschikking. De percentielklasse P50-P80 heeft een gemiddelde rangschikking en de hoogste percentielklasse een lage rangschikking.

7.2 Vertaling naar invalshoeken

Vervolgens is de rangschikking per thema gecombineerd tot een rangschikking voor vier invalshoeken (landbouw, natuur, bodemdaling en beschermbaarheid) en een overall rangschikking.

Om tot de rangschikking per invalshoek te komen, is in overleg met de studiegroepen per invalshoek bepaald welke deelthema's het meest relevant en onderscheidend zijn (bijlage 9). Deze deelthema's vormen samen het 'recept' van een invalshoek. De volgende recepten zijn gehanteerd:

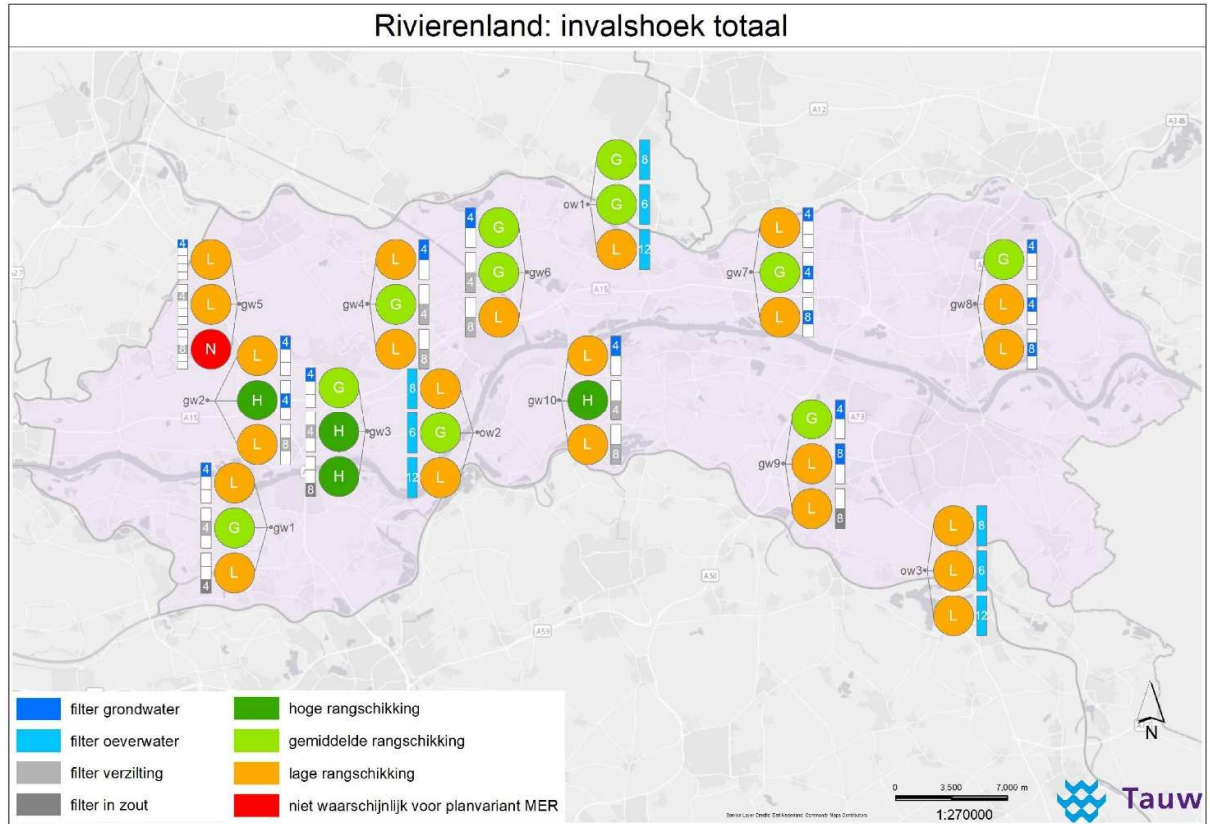
- Invalshoek 'Landbouw'¹⁹
 - Droogtegevoelige landbouwgronden (5 en 20 cm)
 - Landbouwgronden gevoelig voor grote verlagingen (20 cm)
- Invalshoek 'Natuur'
 - Natura 2000 (5 en 20 cm, kwelreductie)
 - Natuurherstelgebieden (5 en 20 cm, kwelreductie)
 - Overige NNN (5 en 20 cm, kwelreductie)
 - Waardevolle wateren (alleen voor deelgebied Veluwe)

¹⁹ Op basis van discussie in de studiegroepen over de mate waarin kapitaalintensieve teelten in de praktijk echt grondwaterafhankelijk zijn (zie ook paragraaf 4.3), is besloten het toetsingsthema kapitaalintensieve landbouw niet mee te nemen in het recept voor de invalshoek landbouw

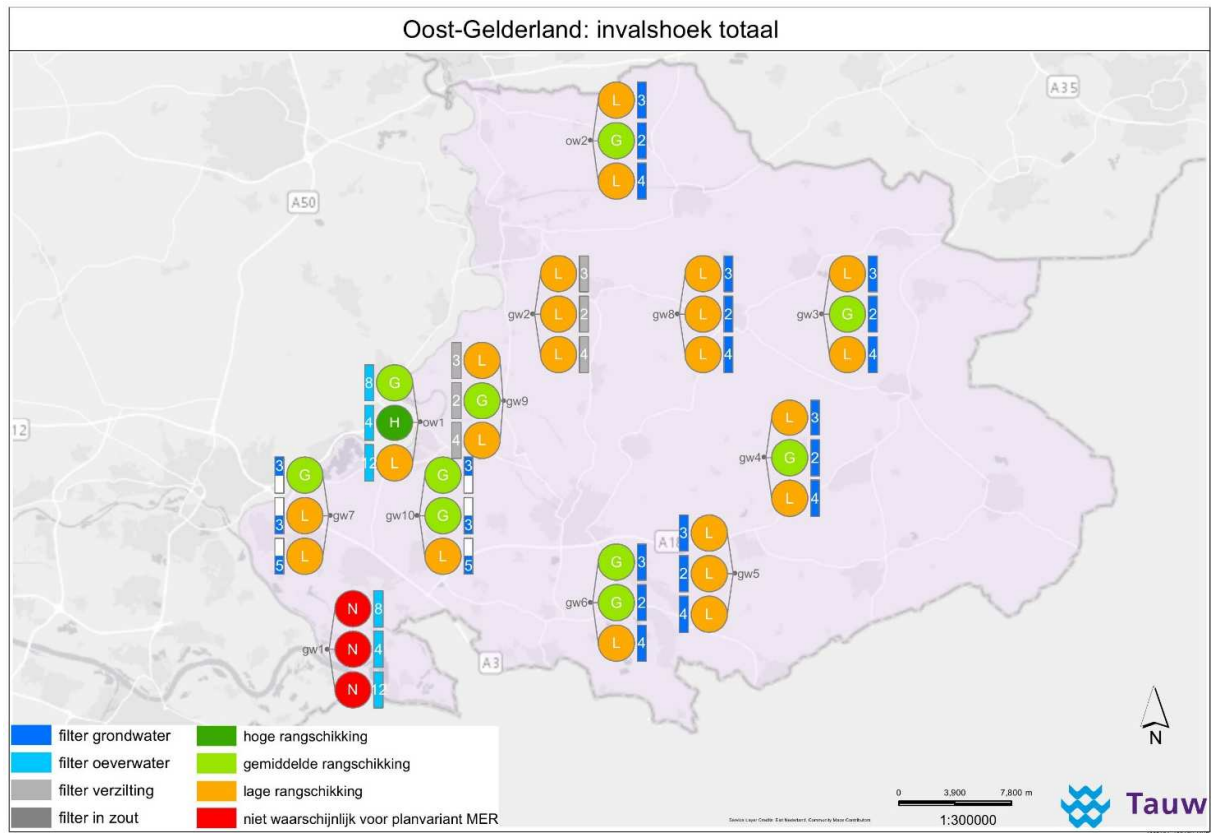
- Invalshoek 'Bodemdaling'²⁰
 - Zettingsgevoelige bodemlagen (20 cm)
 - Veenoxidatie (20 cm)
- Invalshoek 'Beschermbaarheid'
 - Risicovolle functies (25 jaarszone)
- Overall rangschikking
 - Invalshoek landbouw
 - Invalshoek natuur
 - Invalshoek bodemdaling

De rangschikking van een invalshoek wordt bepaald door de laagste rangschikking (=grootste effect) van de deelthema's uit het recept (worst case toetsing). De rangschikking per invalshoek is voor de rekenlocaties weergegeven op stoplichtkaarten. In figuur 7.2-7.4 zijn de stoplichtkaarten met de overall rangschikking weergegeven. Een volledig overzicht van alle invalshoekkaarten is opgenomen in bijlage 17.

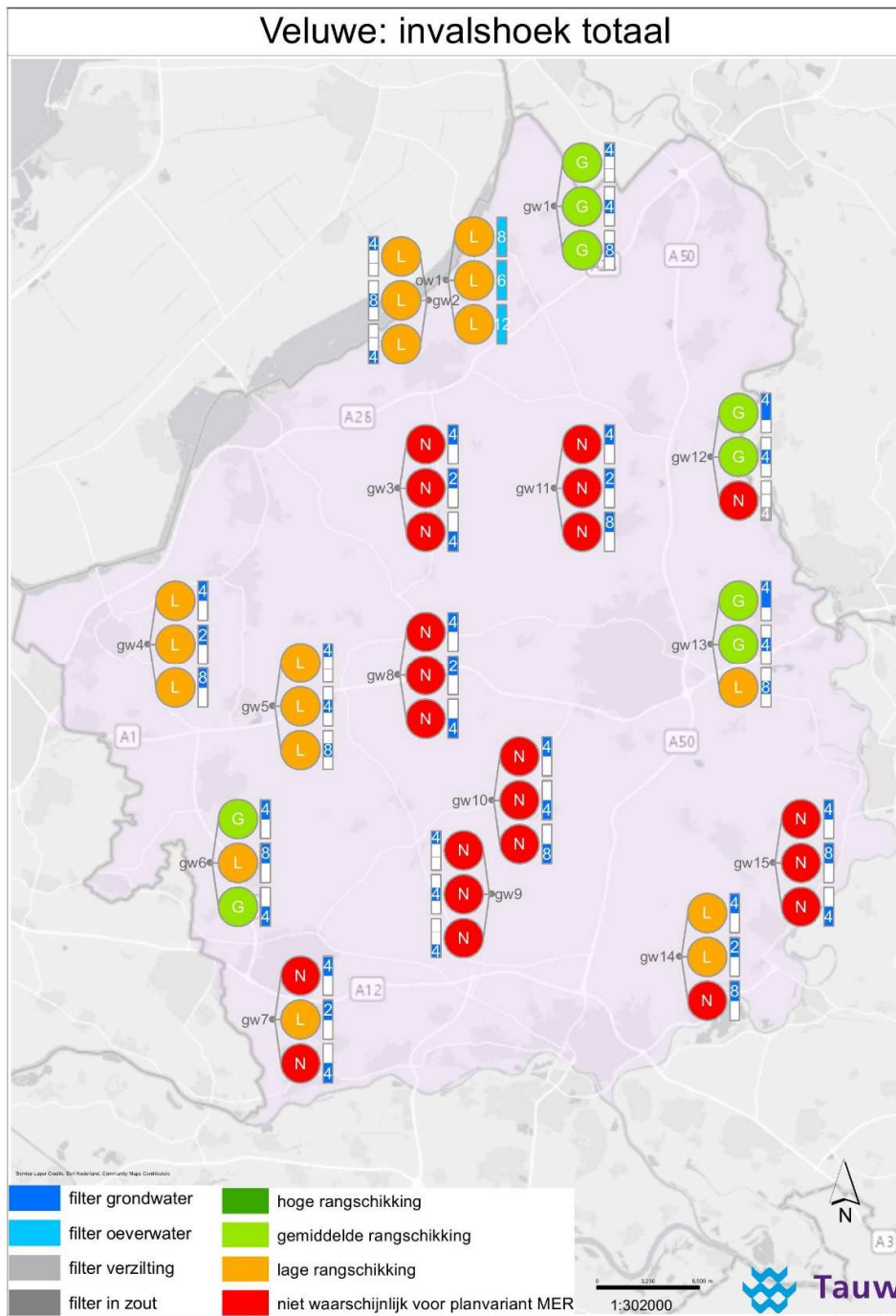
²⁰ Op basis van de discussie in de studiegroepen geeft de toetsing op de 20cm verlagingscontour een reëler beeld van het risico op bodemdaling dan de toetsing op de 5 cm verlagingscontour (zie ook paragraaf 4.3). Om deze reden zijn in het recept voor de invalshoek bodemdaling gebaseerd op de 20 cm verlagingscontouren



Figuur 7.2 Stoplichtkaart Rivierengebied – invalshoek overall. De kleur van de bolletjes geeft de overall rangschikking per rekenronde weer. De filterdiepten en debieten per rekenronde zijn op dezelfde wijze als in de taartpuntkaarten (zie ook figuur 4.3)



Figuur 7.3 Stoplichtkaart Oost Gelderland – invalshoek overall. De kleur van de bolletjes geeft de overall rangschikking per rekenronde weer. De filterdiepten en debieten per rekenronde zijn op dezelfde wijze als in de taartpuntkaarten (zie ook figuur 4.3)

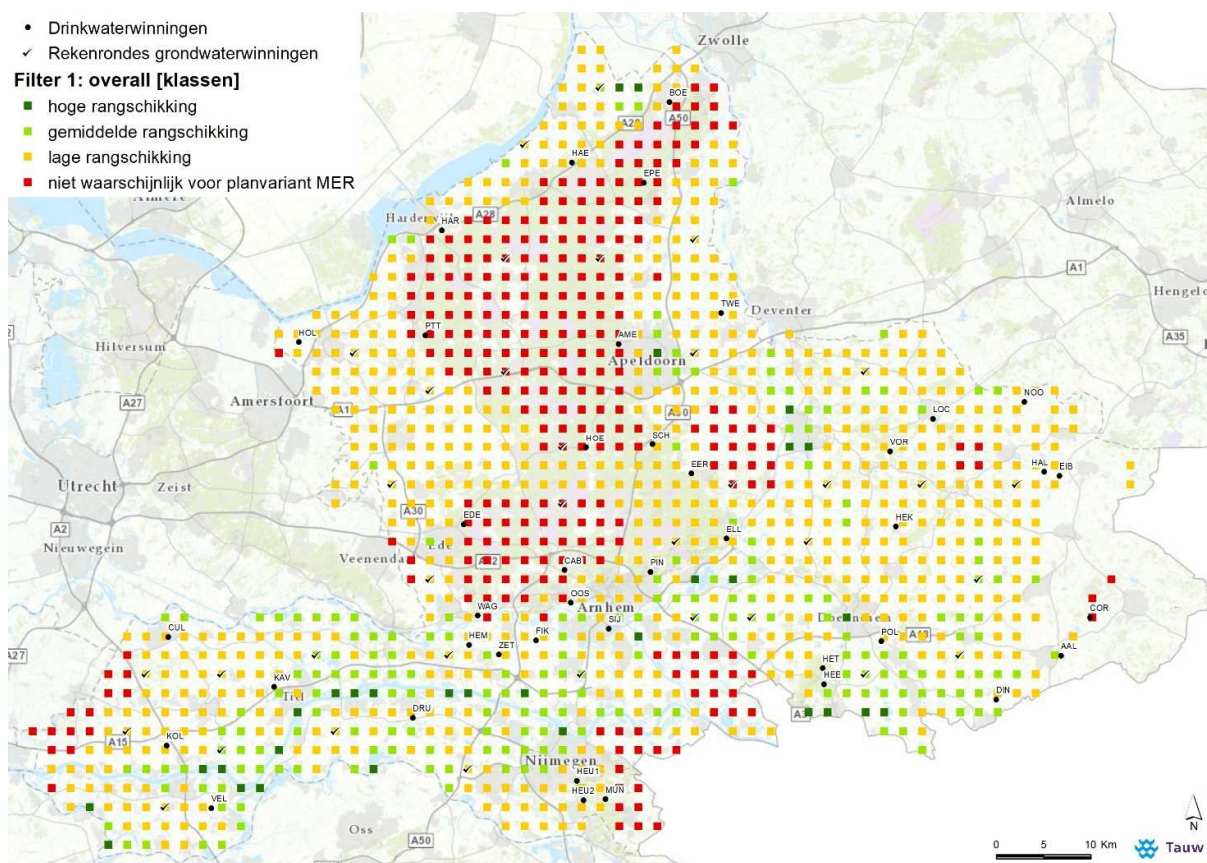


Figuur 7.4 Stoplichtkaart Veluwe – invalshoek overall. De kleur van de bolletjes geeft de overall rangschikking per rekenronde weer. De filterdiepten en debieten per rekenronde zijn op dezelfde wijze als in de taartpuntkaarten (zie ook figuur 4.3)

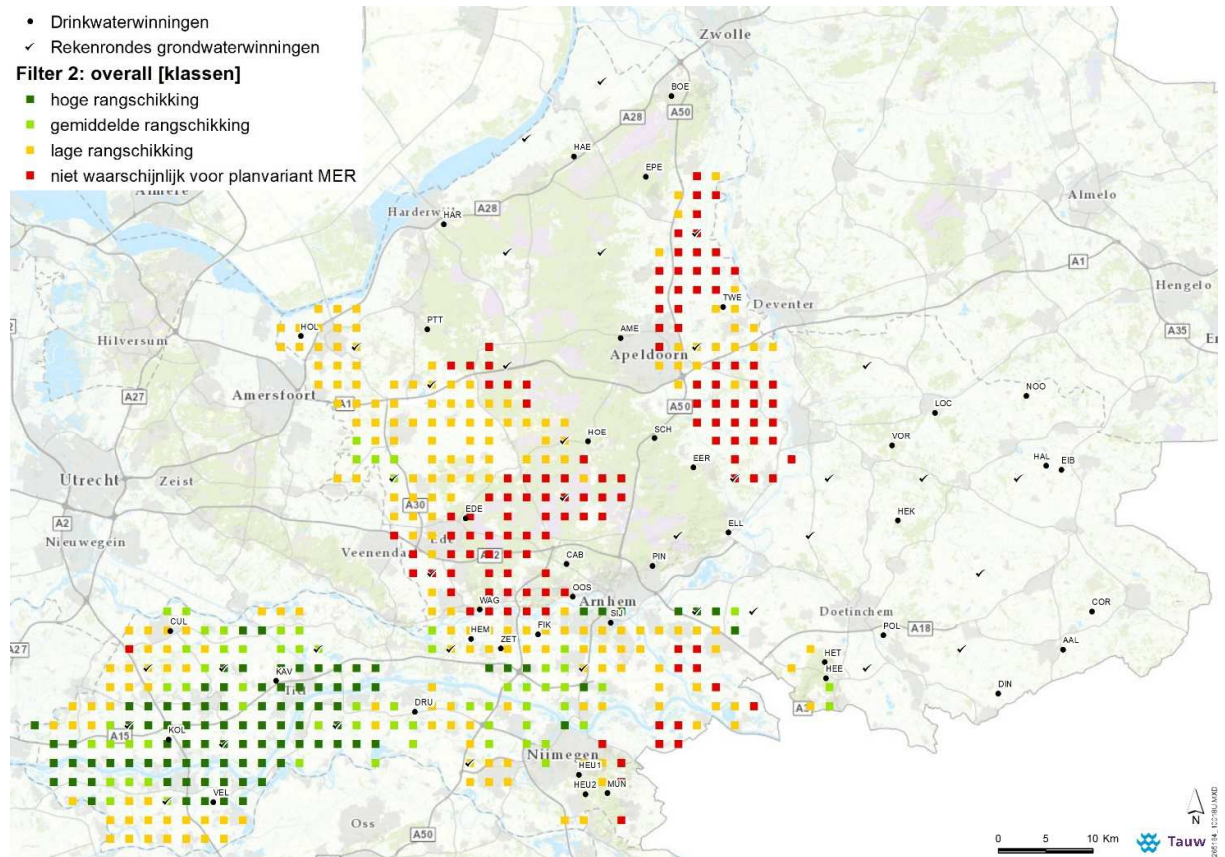
7.3 Hertoetsing resultaten fase 1

Voor het aanwijzen van ASV-gebieden, is het wenselijk om de puntinformatie van de rekenlocaties te vertalen naar gebiedsdekkende informatie. Hiervoor hebben we gebruik gemaakt van de resultaten van het wandelend pompstation uit fase 1.

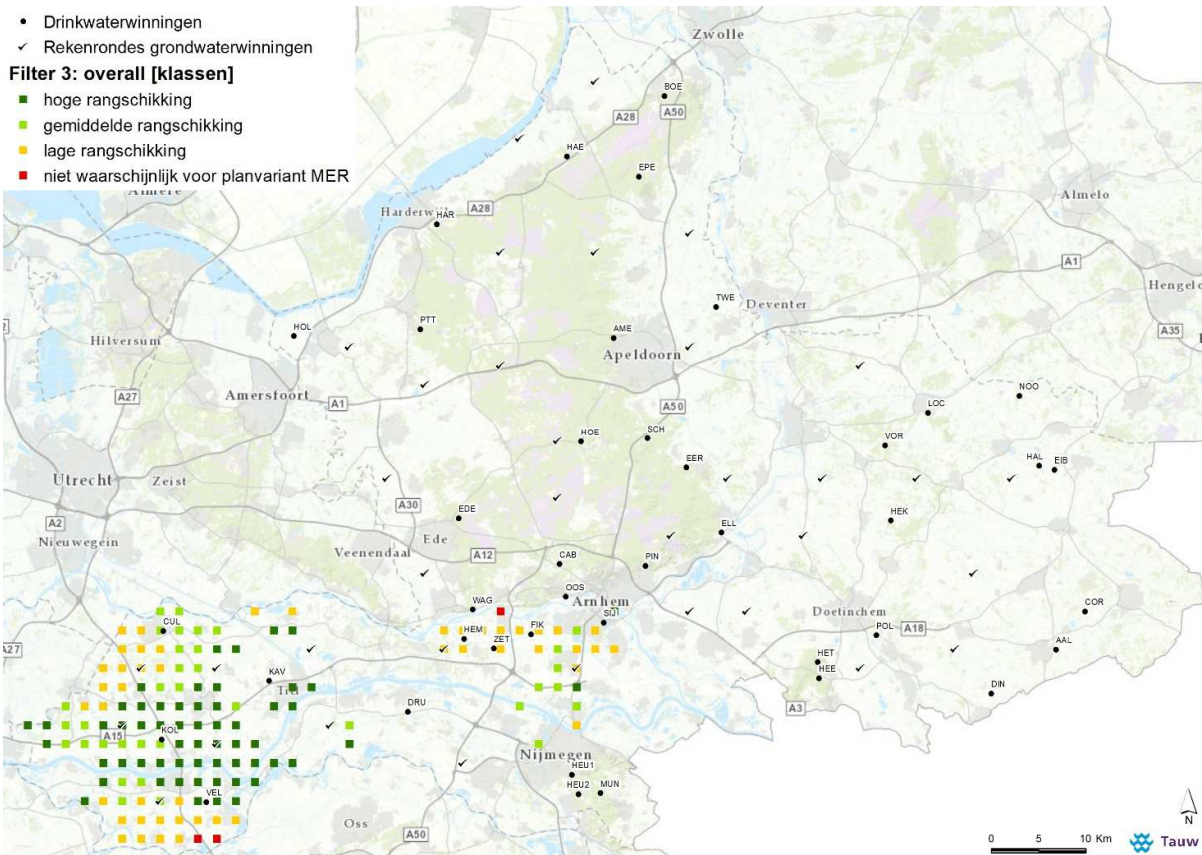
De resultaten van fase 1 zijn opnieuw getoetst aan de toetskaarten uit fase 2. Vervolgens zijn op basis van de uitkomsten van de berekeningen van het wandelend pompstation percentielklassen bepaald en zijn de uitkomsten gerangschikt met behulp van de systematiek beschreven in paragraaf 7.1. Het resultaat zijn themakaarten waarop voor alle punten van het wandelend pompstation de rangschikking is weergegeven. Deze kaarten zijn opgenomen in bijlage 17. Vervolgens zijn de recepten van de invalshoeken toegepast op de data van het wandelend pompstation. In figuur 7.5, 7.6 en 7.7 zijn de kaarten met de overall toetsing weergegeven voor respectievelijk filter 1, 2 en 3 van het wandelend pompstation.



Figuur 7.5 Resultaten filter 1 wandelend pompstation – invalshoek overall. De kleur van de punten geeft de overall rangschikking voor het rasterpunt weer, bij het standaard debiet uit het wandelend pompstation (4 Mm³/jr voor Rivierengebied en Veluwe en 3 Mm³/jr voor Oost Gelderland)



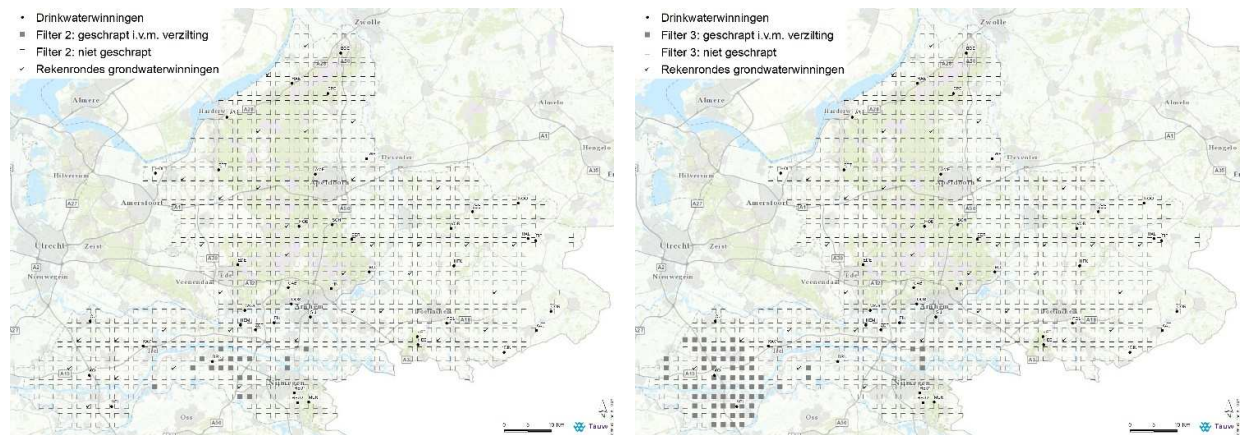
Figuur 7.6 Resultaten filter 2 wandelend pompstation – invalshoek overall. De kleur van de punten geeft de overall rangschikking voor het rasterpunt weer, bij het standaard debiet uit het wandelend pompstation ($4 \text{ Mm}^3/\text{jr}$ voor Rivierengebied en Veluwe en $3 \text{ Mm}^3/\text{jr}$ voor Oost Gelderland)



Figuur 7.7 Resultaten filter 3 wandelend pompstation – invalshoek overall. De kleur van de punten geeft de overall rangschikking voor het rasterpunt weer, bij het standaard debiet uit het wandelend pompstation ($4 \text{ Mm}^3/\text{jr}$ voor Rivierengebied en Veluwe en $3 \text{ Mm}^3/\text{jr}$ voor Oost Gelderland)

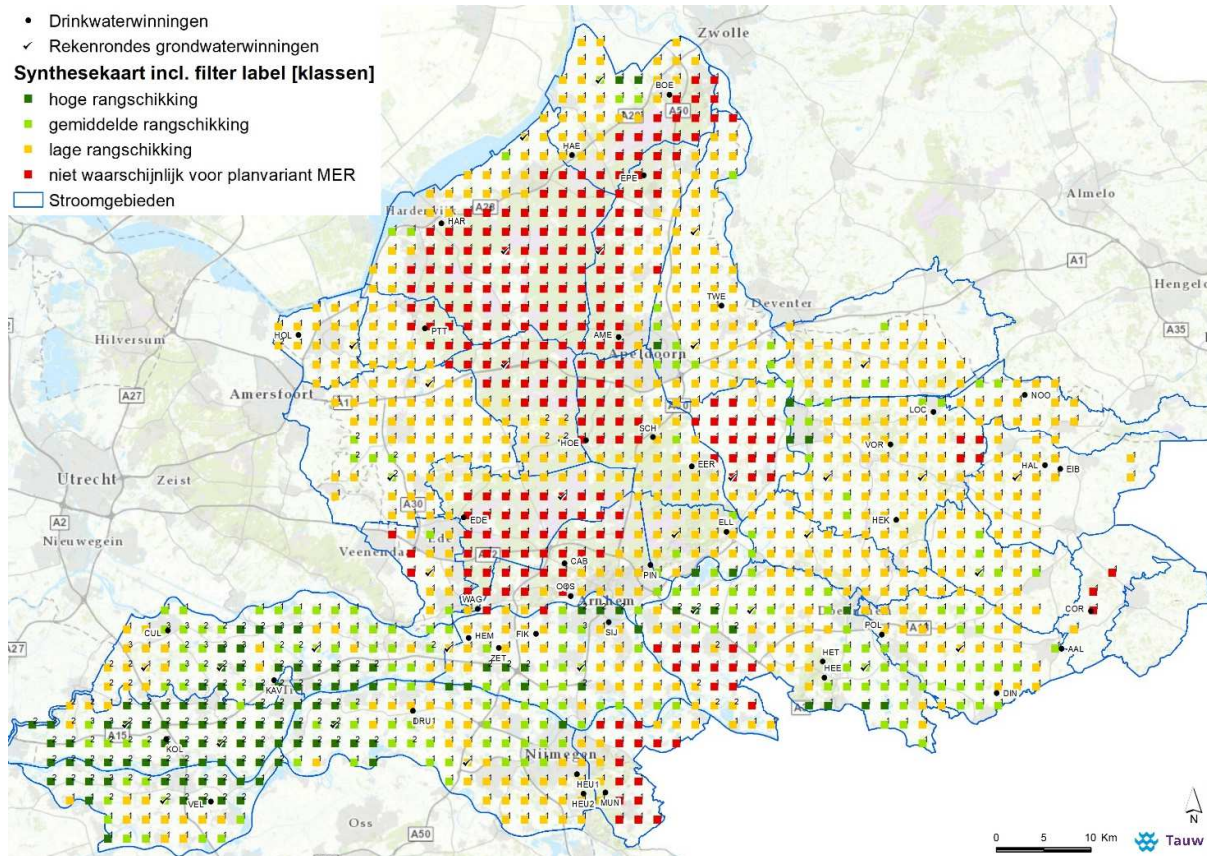
7.4 Opstellen basis syntheseskaart

De overall-toetsing van de wandelend pompstation data is gebruikt om te komen tot een basis syntheseskaart. Voor de basis syntheseskaart zijn eerst de filters die in een brak/zout pakket staan uit de dataset verwijderd. In figuur 7.8 zijn de filters waarvoor dit geldt weergegeven.



Figuur 7.8 Verwijderde filters op basis van brakwater. Links filter 2, rechts filter 3

Vervolgens is per locatie het filter met de beste rangschikking gezocht. Op de synthesekaart is de rangschikking van dit filter en het filternummer weergegeven. Wanneer op één locatie meerdere filters een gelijke rangschikking hebben, is op de synthesekaart het bovenste filter weergegeven. De basis synthesekaart is opgenomen in figuur 7.9.



Figuur 7.9 Basis synthesekaart. De kleur van de punten geeft de beste overall rangschikking per rasterpunt weer, het cijfer bij het punt geeft aan bij welke filterdiepte deze score hoort. In de kaart zijn ook de representatieve rekenlocaties van de oeverwinningen weergegeven (vinkjes)

7.5 Vertaling naar polygonen

De basis synthesekaart vormde de input voor een expertsessie met hydrologen van de waterschappen, Vitens en provincie. Doel van de expertsessie was op basis van de synthesekaart gebieden te definiëren en hieraan debieten toe te kennen. De presentatie van de expertsessie is opgenomen in bijlage 10.

In de expertsessie is de volgende werkwijze besproken:

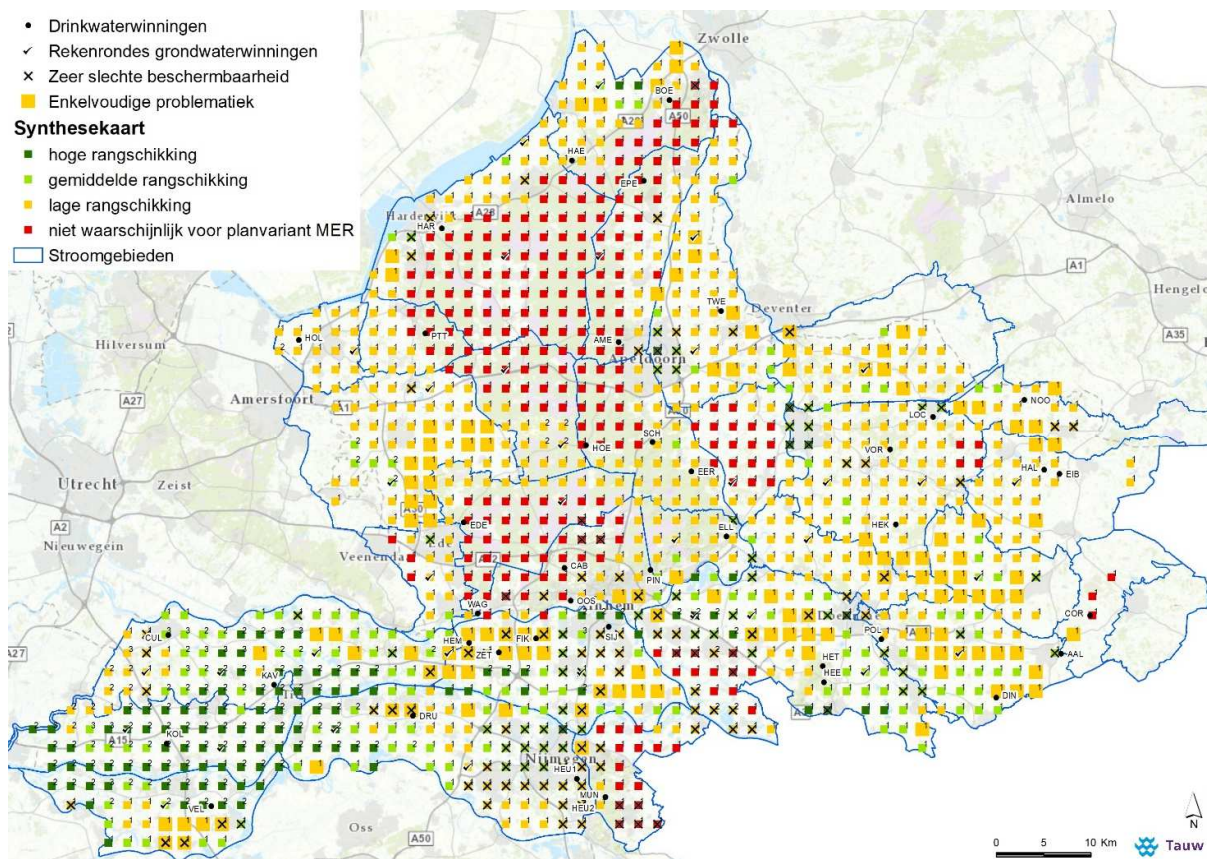
- Hoge en gemiddelde rangschikking (groene gebieden) zijn potentiële ASV-gebieden
- Bij een lage rangschikking wordt een extra toets gedaan of de lage rangschikking geldt voor één of voor meerdere thema's. Punten met enkelvoudige problematiek zijn hierbij uitgelicht, met als achterliggende gedachte dat enkelvoudige problematiek mogelijk met mitigatie op te lossen is, terwijl dit bij meervoudige problematiek niet meer mogelijk is. Enkelvoudige problematiek wil zeggen dat er alleen een lage rangschikking is op één van de volgende onderdelen:
 - Invalshoek landbouw

- Invalshoek bodemdaling
- Thema NNN aantal ha binnen 5 en 20 cm verlagingscontour. Voor natuur is dus niet gekozen voor de hele invalshoek, maar voor een deelthema hieruit. Reden hiervoor is de ervaring van de expertgroep dat effecten op herstelgebieden en Natura 2000 in de praktijk niet geaccepteerd worden. Effecten op kwelreductie in NNN gebieden is niet meegenomen omdat deze effecten nauwelijks te mitigeren zijn

Punten met een lage rangschikking op basis van enkelvoudige problematiek die maximaal 1 rasterpunt van een punt met hoge of gemiddelde rangschikking af liggen zijn meegenomen in de potentiële ASV-gebieden

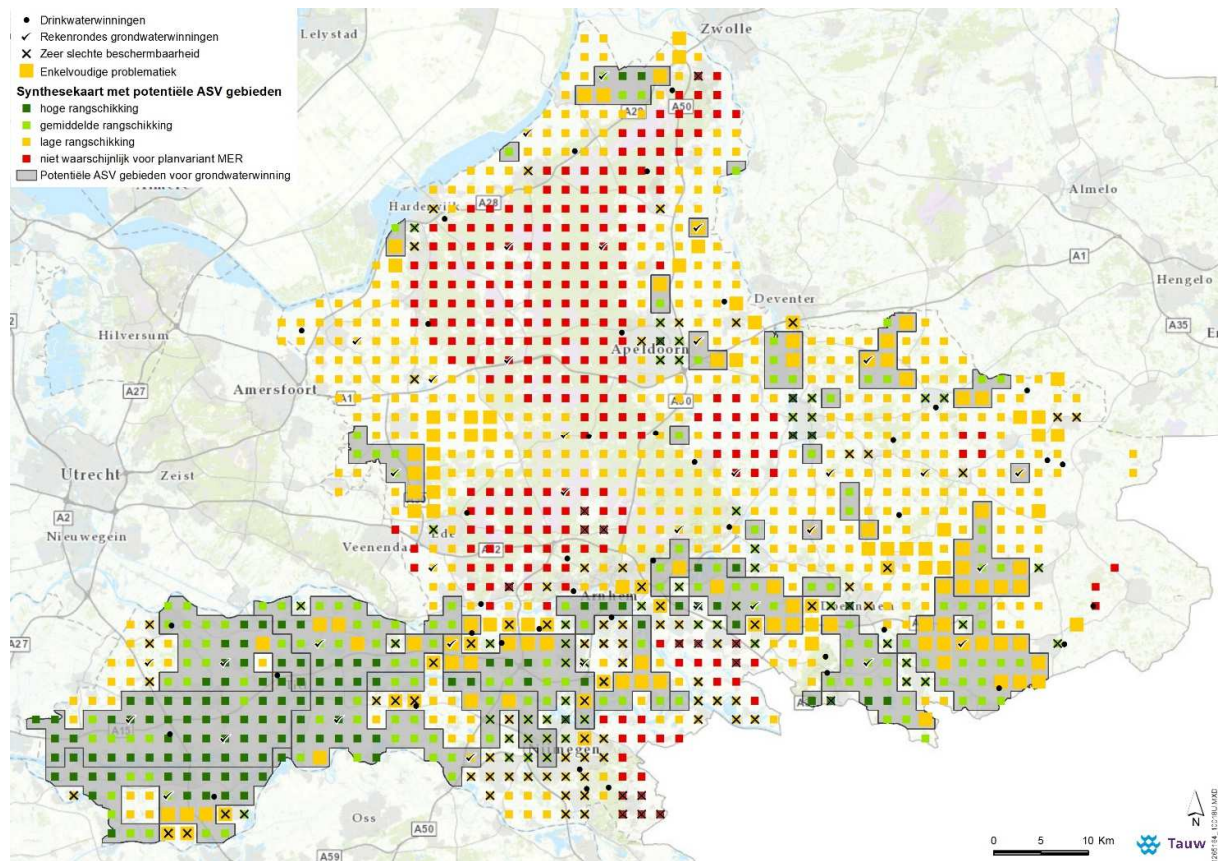
- Rasterpunten met lage rangschikking op beschermbaarheid vallen af, tenzij er sprake is van een dieper filter een betere beschermbaarheid en een effectscore zoals hierboven beschreven
- Rasterpunten waarvan meer dan 50 % van de verlagingscontour in Duitsland ligt worden niet meegenomen
- Bij de begrenzing van de gebieden is rekening gehouden met de begrenzing van de deelstroomgebieden. Waar het gaat om harde systeemgrenzen (bijvoorbeeld de grote rivieren), zijn deze grenzen strikt gehanteerd. Bij minder harde systeemgrenzen is dit minder strikt gedaan

Deze afspraken hebben geleid tot een gedetailleerde syntheseskaart zoals weergegeven in figuur 7.10.

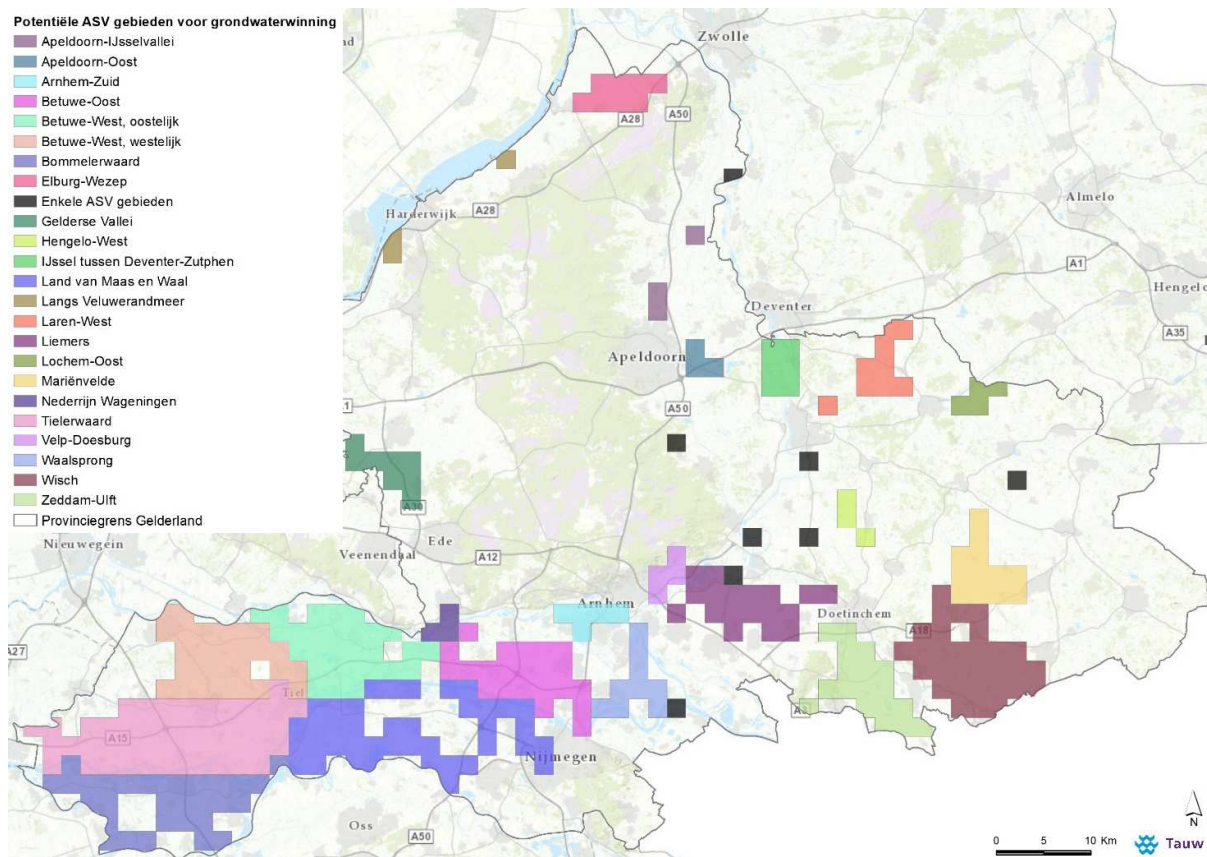


Figuur 7.10 Gedetailleerde synthesekaart. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek en locaties die zeer slecht scoren op beschermbaarheid zijn met een kruisje doorgestreept. In de kaart zijn ook de locaties van de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)

De kaart uit figuur 7.10 is als basis gebruikt om gebieden te selecteren. Het resultaat hiervan is in figuur 7.11 en 7.12 weergegeven.



Figuur 7.11 Synthesekaart met daarop de begrenzing van potentiële ASV-gebieden. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek en locaties die zeer slecht scoren op beschermbaarheid zijn met een kruisje doorgestreept. In de kaart zijn ook de bestaande drinkwaterwinningen (punten) en de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)



Figuur 7.12 Potentiële ASV-gebieden

7.6 Beschrijving gebieden en toekennen debieten

In bijlage 18 zijn debieten gekoppeld aan de gebieden uit figuur 7.12. Daarnaast zijn de kenmerken van de gebieden beschreven, zoals die zijn opgehaald uit de studiegroepen (bijlage 11).

Voor het bepalen van de debieten per gebied is de volgende werkwijze gehanteerd:

- Een gebied met een hoge of gemiddelde rangschikking (donkergroen en groen) staat voor het debiet van het wandelend pompstation (4 of 3 Mm³/jr) maal het aantal winningen dat in het gebied mogelijk is (dit is gebaseerd op het aantal rekenlocaties in het gebied, omdat gebleken is dat Rivierenland en Oost-Gelderland geen sprake is van cumulatie van effecten tussen de rekenlocaties)
- Bij een gebied met enkelvoudige lage rangschikking zijn de uitkomsten van de rekenlocaties gebruikt om een keuze in het debiet te maken, waarbij het uitgangspunt is dat dit debiet zal leiden tot minimaal een gemiddelde rangschikking
- Bij grote gebieden is soms het aantal mogelijke winningen aangepast op basis van expert judgement (afstand tussen mogelijke winlocaties leidt niet tot cumulatieve effecten)

- Wanneer er mogelijkheden zijn voor filters op meerdere dieptes is het debiet aangepast op basis van de uitkomsten van de rekenlocaties

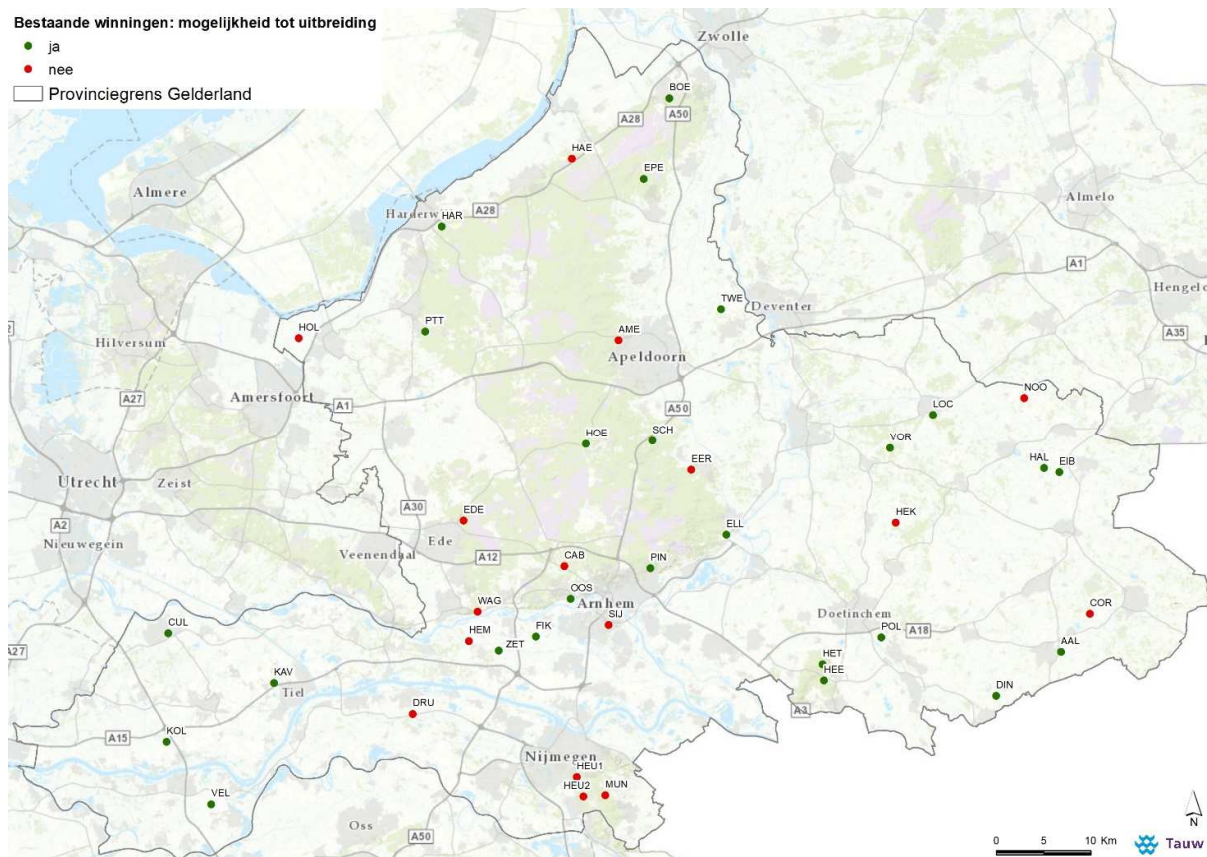
Omdat het toekennen van debieten deels op basis van expert judgement is gedaan, is in een aantal gevallen een debietrange aangehouden. Het totale debiet van alle potentiële ASV-gebieden is 72 à 93 Mm³/jr.

7.7 Bestaande winningen

Het doel van de synthese voor de bestaande winningen is te komen tot een beoordeling of uitbreiding ter plaatse van de winning haalbaar is en of dit gaat om de doorgerekende 30 % ten opzichte van het vergunde debiet, of dat een grotere uitbreiding mogelijk is. Hiervoor hebben we de volgende werkwijze gehanteerd:

- Bij de presentatie van de resultaten van de bestaande winningen is in de studiegroepen opgehaald bij welke locaties sprake is van actuele knelpunten die uitbreiding van de winning in de weg staan (bestuurlijke afspraken, verzilting, beperking van mitigatiemogelijkheden, et cetera)
- Voor de winningen waar geen actuele knelpunten spelen is op basis van de syntheseskaart beoordeeld of deze in gebieden met een hoge, gemiddelde of lage rangschikking liggen, of in gebieden die niet waarschijnlijk zijn voor een planvariant MER:
 - Voor winningen die in gebieden met hoge of gemiddelde rangschikking liggen is uitbreiding van de winning als reëel beoordeeld, waarbij het uitbreidingsdebiet hoger kan zijn dan de doorgerekende 30 % (deze winningen maken immers deel uit van een potentieel ASV-gebied, waarbij gekozen kan worden voor een nieuwe winlocatie of voor een uitbreiding van de bestaande winlocatie)
 - Voor winningen die in gebieden met een lage rangschikking liggen is bepaald of er sprake is van enkelvoudige of meervoudige problematiek. Vervolgens is in de expertsessie besproken voor welke winningen uitbreiding reëel is, waarbij ook specifiek is gekeken naar de effecten van 30 % uitbreiding
 - Voor winningen die in gebieden liggen die niet waarschijnlijk zijn voor een planvariant MER is naar de absolute effecten op Natura 2000 gekeken zoals die uit de berekeningen voor de bestaande winningen volgen. Op basis hiervan is een oordeel geveld over de mogelijkheden voor uitbreiding

Het beschikbare debiet, berekend als de som van 30 % extra winning op alle groene locaties bedraagt 27 Mm³/jr. De resultaten van deze beoordeling zijn opgenomen in bijlage 18. In figuur 7.13 is het oordeel op kaart weergegeven.



Figuur 7.13 Beoordeling mogelijkheden uitbreiding bestaande winningen. Met groen zijn de winningen weergegeven waar reële mogelijkheden voor uitbreiding zijn, voor de winningen die rood zijn weergegeven geldt dat dit niet het geval is

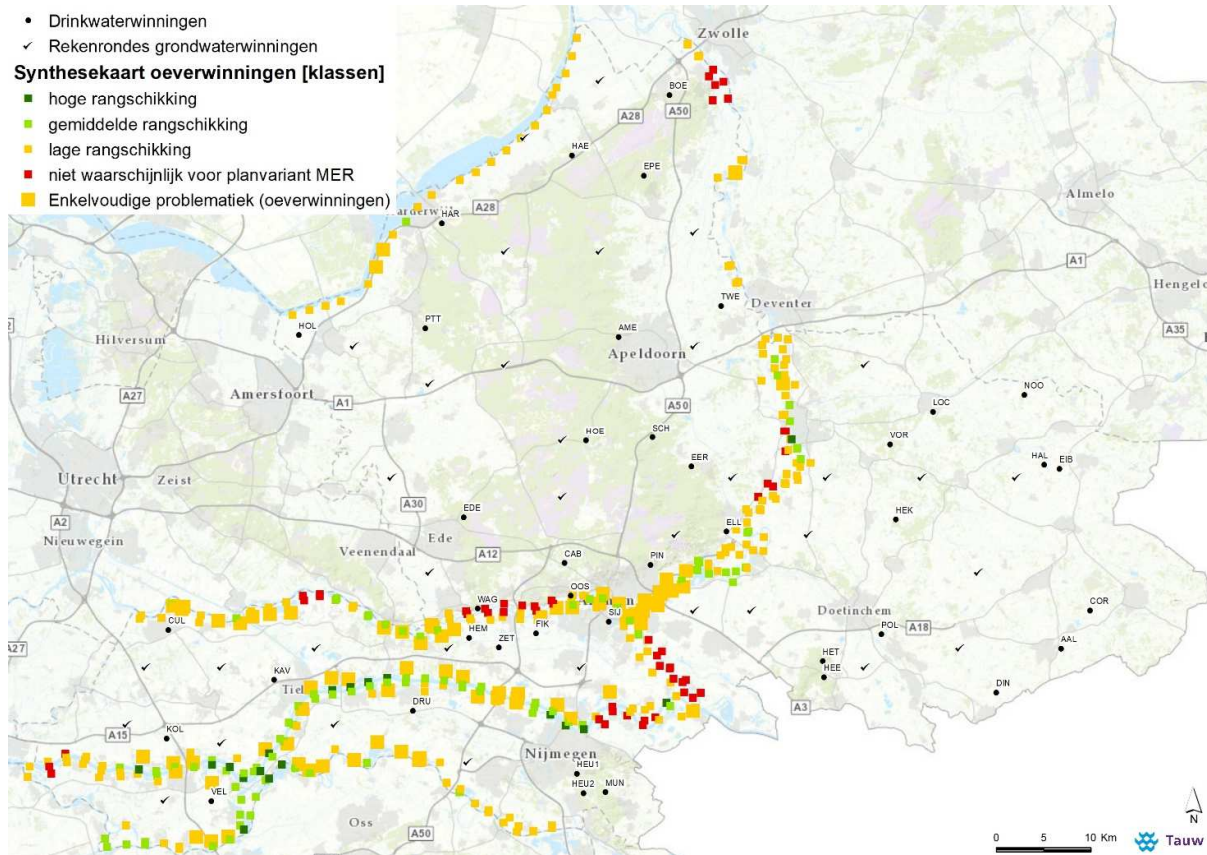
7.8 Andere bronnen

Naast zoete grondwaterwinningen is in deze studie ook gekeken naar twee andere bronnen voor de bereiding van drinkwater, namelijk oeverwater en brakwater. De uitkomsten van de berekeningen voor de andere bronnen zijn, net als de resultaten van de grondwaterwinningen vertaald naar potentiële gebieden met debieten die als bouwstenen voor een alternatief in het planMER kunnen worden gebruikt.

7.8.1 Oeverwinningen

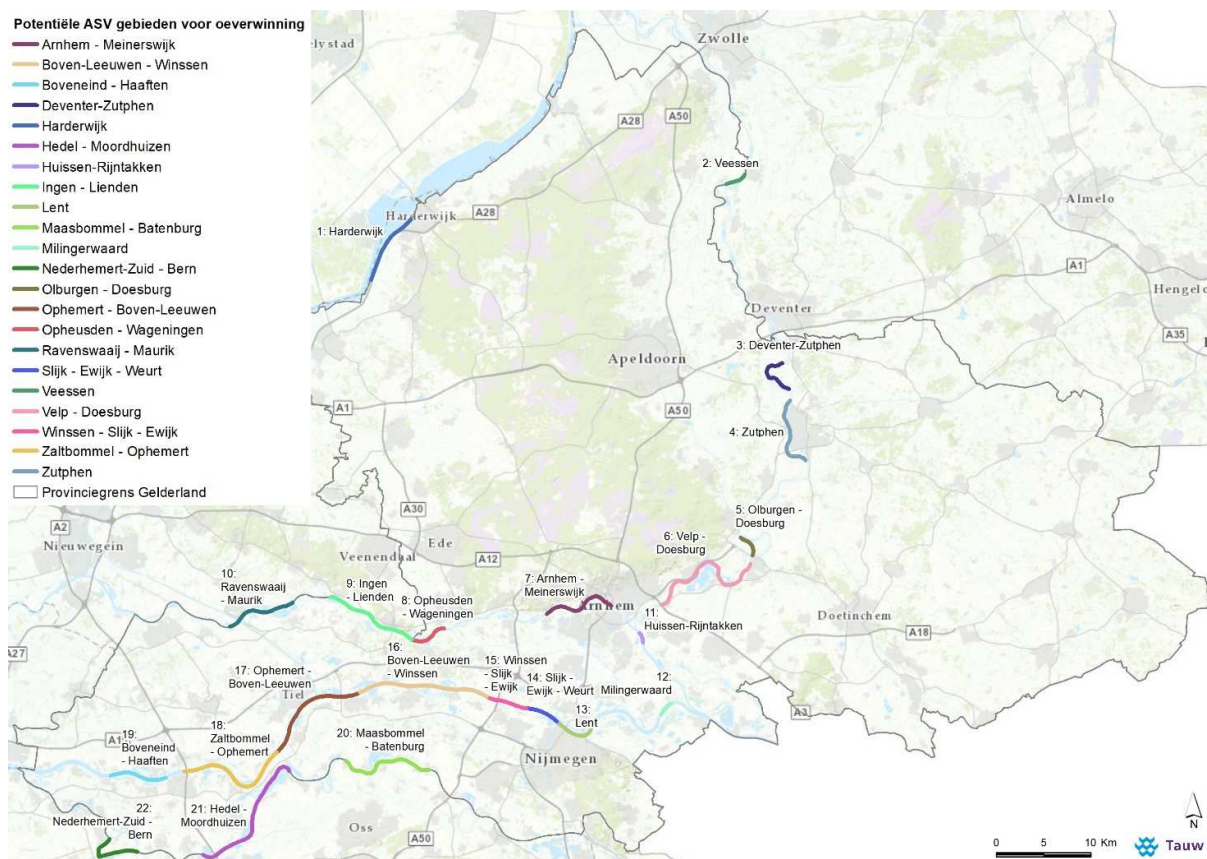
De syntheseskaart voor de oeverwinningen is gebaseerd op de resultaten van het wandelend pompstation voor de oeverwinningen uit fase 1. Analoog met de methode die voor de grondwaterwinningen is gebruikt, is in de syntheseskaart de overall rangschikking per rasterpunt weergegeven, gebaseerd op de percentielklassen van de grondwaterwinningen. Beschermbaarheid speelt bij de oeverwinningen een minder grote rol, omdat een oeverwaterwinning sowieso al vraagt om een intensieve zuivering.

Van rasterpunten met een lage rangschikking is bepaald of hier sprake is van enkelvoudige problematiek. Dit heeft geleid tot de synthesekaart in figuur 7.14.



Figuur 7.14 Synthesekaart oeverwinningen. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek. In de kaart zijn ook de representatieve rekenlocaties van de oeverwinningen weergegeven (vinkjes)

Op basis van de synthesekaart zijn riviertrajecten aangewezen die geschikt zijn als bouwstenen voor een MER-alternatief. Hierbij zijn de rasterpunten met een hoge of gemiddelde rangschikking en de rasterpunten met een enkelvoudige lage rangschikking meegenomen. In figuur 7.15 zijn de geselecteerde riviertrajecten weergegeven.



Figuur 7.15 Riviertrajecten geschikt als ASV voor oeverwinningen

In bijlage 18 zijn de beschrijvingen van de trajecten en de motivatie van de debieten weergegeven. Hierbij is in grote lijnen dezelfde werkwijze gehanteerd als bij het toekennen van de debieten aan de grondwatergebieden, met daaraan toegevoegd het percentage rivierwater wat wordt onttrokken (zodat een vergelijking met de grondwaterwinningen van het wandelend pompstation filter 1 gemaakt kan worden). Het totale debiet van alle potentiële ASV-oeverwatertrajecten is 125 à 181 Mm³/jr.

We merken op dat het toepassen van de systematiek zoals ontwikkeld voor de grondwaterwinningen op de resultaten van de oeverwinningen niet volledig juist is. We maken de volgende kanttekeningen bij de uitkomsten:

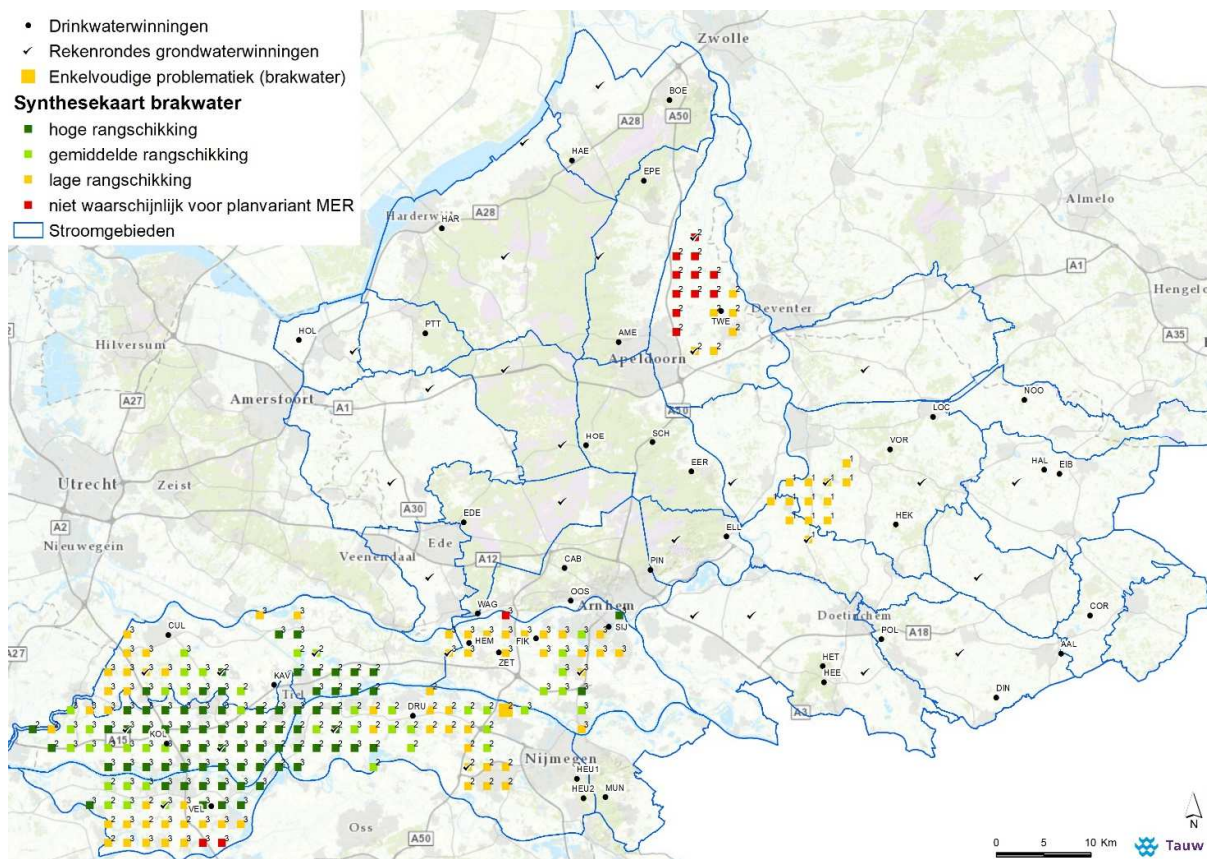
- In het wandelend pompstation voor de oeverwinningen zijn automatisch filterstellingen bepaald, deze zijn in sommige gevallen veel langer dan voor de hand ligt bij de realisatie van een oeverwinning. Het aandeel grondwater in de winning, en hierdoor ook de effecten op functies, worden daarmee mogelijk overschat. Dit is deels ondervangen door ook de percentages rivierwater mee te nemen bij de debietbepaling

- De locaties van het wandelend pompstation voor de oeverwinningen zijn deels gekozen in de uiterwaarden. Realisatie van een winning in de uiterwaarden is niet overal zonder meer mogelijk, bij realisatie op grotere afstand van de rivier wordt het aandeel rivierwater in de winning kleiner en daarmee de effecten op functies groter
- Hoe groter het aandeel rivierwater in de winning, hoe hoger de zuiveringskosten. Vanuit de drinkwaterwinbedrijven gezien is een winning met een laag aandeel oeverwater dus juist gunstig. Omdat we in deze studie oeverwater als andere bron naast de grondwaterwinningen willen neerzetten, is hier juist een motivatie op het debiet uitgevoerd waarbij uitgegaan wordt van minimaal 30 % (Veluwe en Oost Gelderland) of minimaal 50 % (Rivierengebied) aandeel rivierwater
- In deze studie is niet gekeken van de verblijftijden van het rivierwater voordat het in de winning komt. Vanuit drinkwaterbedrijven is een minimale verblijftijd wenselijk, om de gevoeligheid van de winning voor calamiteiten in het oppervlaktewater te beperken

7.8.2 Brakwaterwinningen

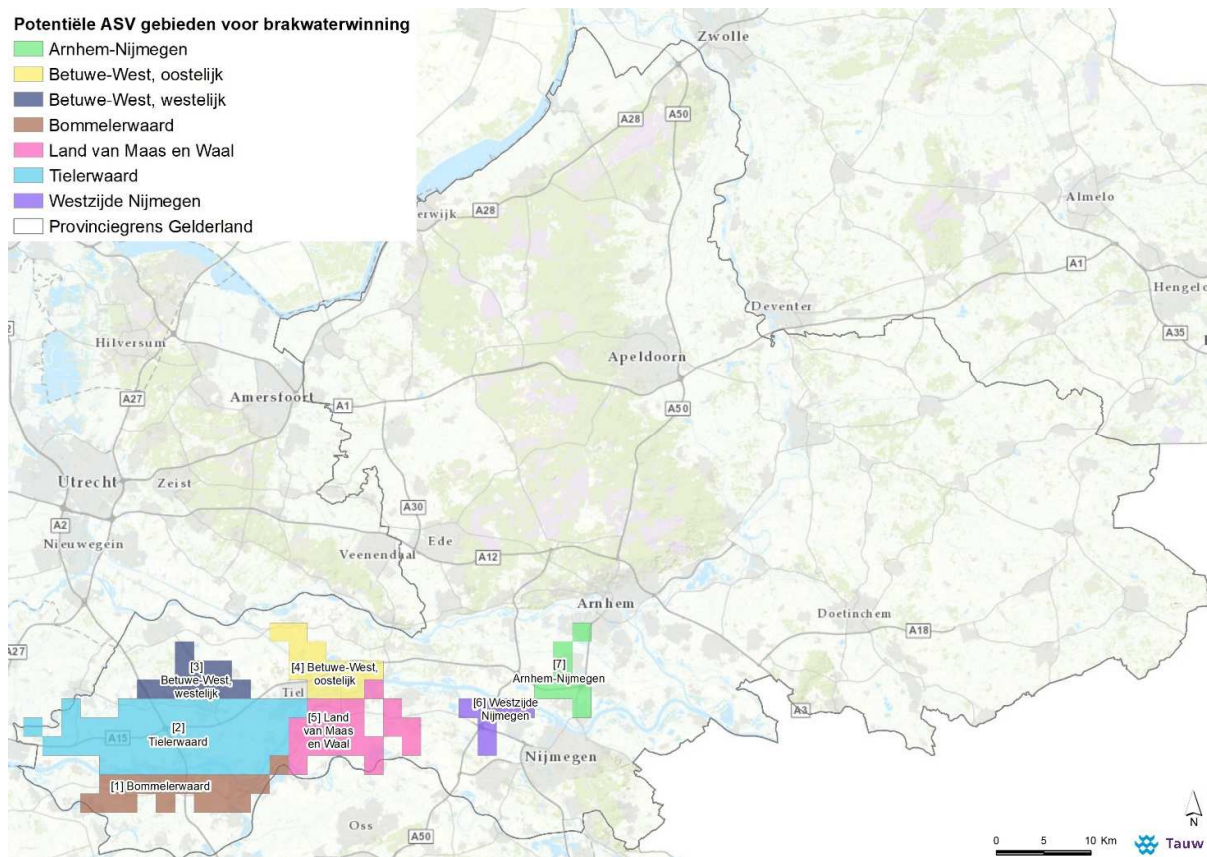
Naast de zoete grondwaterwinningen en de oeverwinningen zijn ook de mogelijkheden voor het winnen van brakwater bepaald. Het is namelijk mogelijk om uit brakwater drinkwater te bereiden (zie ook studie alternatieve bronnen). Hiervoor is in alle berekeningen van het wandelend pompstation en de rekenlocaties is het risico op verzilting bepaald. Op basis van de uitkomsten van deze berekeningen is bepaald waar sprake is van brakwaterwinningen en waar het risico op verzilting groot is. Op basis van expert judgement en bevindingen uit de studiegroepen hieraan nog enkele locaties toegevoegd.

Voor deze punten is een syntheseskaart gemaakt. Voor rasterpunten met een lage rangschikking is bepaald of er sprake is van enkelvoudige problematiek. Er is geen rekening gehouden met beschermbaarheid, omdat een brakwaterwinning sowieso om een intensieve zuivering vraagt. Op de kaart is voor rasterpunten met meerdere mogelijke filters, het diepste filter weergegeven omdat bij een brakwaterwinning bij voorkeur zo diep mogelijk onttrokken zal worden (figuur 7.16).



Figuur 7.16 Synthesekaart brakwaterwinningen. De vergrote oranje vakjes geven aan waar sprake is van enkelvoudige problematiek (komt 1 keer voor). In de kaart zijn ook de bestaande drinkwaterwinningen (punten) en de representatieve rekenlocaties weergegeven (vinkjes)

Op basis van de synthesekaart zijn gebieden aangewezen die geschikt zijn als bouwstenen voor een MER-alternatief brakwater. Hierbij zijn de rasterpunten met een hoge of gemiddelde rangschikking meegenomen. In de synthesekaart van de brakwaterwinningen is vrijwel nergens sprake van enkelvoudige lage rangschikking. In figuur 7.17 zijn de geselecteerde gebieden weergegeven.



Figuur 7.17 Potentiële ASV-gebieden brakwaterwinning

In bijlage 18 zijn de beschrijvingen van de gebieden en de motivatie van de debieten weergegeven. Hierbij is dezelfde werkwijze gehanteerd als bij het toekennen van de debieten aan de grondwatergebieden, met uitzondering van de beoordeling op beschermbaarheid. Het totale debiet van alle potentiële ASV-brakwatergebieden is 40 à 48 Mm³/jr.

7.9 Cumulatie van effecten

Het resultaat van deze studie zijn bouwstenen voor planMER-alternatieven voor zoet grondwater, oeverwater, brak grondwater en bestaande winningen. De bouwstenen zijn steeds per onderdeel bepaald. Hierbij is geen rekening gehouden met cumulatie van effecten tussen de verschillende onderdelen.

Indien bij het samenstellen van alternatieven voor het planMER of bij de uiteindelijke aanwijzing van ASV-gebieden gekozen wordt voor een combinatie van onderdelen (bijvoorbeeld deels uitbreiding bestaande winningen en deels aanwijzen van gebieden voor zoet grondwater) dan is hierbij aandacht nodig voor cumulatie van effecten.



Tauw

Kenmerk

R001-1265164MNU-V02-mfv-NL

Bijlage 1

Begrippenlijst



Tauw

Kenmerk

R001-1265164MNU-V02-mfv-NL

Bijlage 2

Literatuurlijst



Tauw

Kenmerk

R001-1265164MNU-V02-mfv-NL

Bijlage 3

Deelnemers studiegroepen



Bijlage 4 Technische uitgangspunten

- a. Uitgangspuntennotitie fase 1
- b. Uitgangspuntennotitie fase 2 en 3 (incl. bestaande winningen)
- c. Uitgangspuntennotitie fase 4



Bijlage 5

Motivatie representatieve rekenlocaties en modellagen rekenrondes

- a. Motivatie representatieve rekenlocaties
- b. Modellagen rekenrondes



Bijlage 6

Presentaties studiegroepen - Startoverleg, resultaten fase 1 - oktober 2018

In deze bijlage zijn de presentaties opgenomen zoals deze in oktober 2018 aan de studiegroepen zijn gepresenteerd. Naar aanleiding van de studiegroepen en voortschrijdende inzichten zijn resultaten soms in een latere fase aangepast. Hierdoor kunnen de presentaties verouderde resultaten bevatten.

- a. Rivierengebied
- b. Oost Gelderland
- c. Veluwe



Bijlage 7

Presentaties studiegroepen - Resultaten fase 2 en groslijst fase 4 - maart 2019

In deze bijlage zijn de presentaties opgenomen zoals deze in maart 2019 aan de studiegroepen zijn gepresenteerd. Naar aanleiding van de studiegroepen en voortschrijdende inzichten zijn resultaten soms in een latere fase aangepast. Hierdoor kunnen de presentaties verouderde resultaten bevatten.

- a. Rivierengebied
- b. Oost Gelderland
- c. Veluwe



Bijlage 8

Presentaties studiegroepen - Resultaten fase 3 en resultaten fase 4 - juni 2019

In deze bijlage zijn de presentaties opgenomen zoals deze in juni 2019 aan de studiegroepen zijn gepresenteerd. Naar aanleiding van de studiegroepen en voortschrijdende inzichten zijn resultaten soms in een latere fase aangepast. Hierdoor kunnen de presentaties verouderde resultaten bevatten.

- a. Rivierengebied
- b. Oost Gelderland
- c. Veluwe

Bijlage 9 Presentaties studiegroepen - Resultaten bestaande winningen en data-interpretatie – mei en september 2019

In deze bijlage zijn de presentaties opgenomen zoals deze in mei en september 2019 aan de studiegroepen zijn gepresenteerd. Naar aanleiding van de studiegroepen en voortschrijdende inzichten zijn resultaten soms in een latere fase aangepast. Hierdoor kunnen de presentaties verouderde resultaten bevatten.

- a. Eerste presentatie resultaten bestaande winningen (mei 2019)
- b. Presentatie studiegroep Rivierengebied (september 2019)
- c. Presentatie studiegroep Oost Gelderland (september 2019)
- d. Presentatie studiegroep Veluwe (september 2019)



Bijlage 10 Presentatie expertsessie data- interpretatie - oktober 2019

In deze bijlage is de presentatie opgenomen zoals deze in oktober 2019 tijdens de expertsessie is gebruikt. Naar aanleiding van de expertsessie en voortschrijdende inzichten zijn resultaten soms in een latere fase aangepast. Hierdoor kan de presentatie verouderde resultaten bevatten.



Tauw

Kenmerk

R001-1265164MNU-V02-mfv-NL

Bijlage 11

**Presentatie studiegroepen – Synthese -
november 2019**



Bijlage 12 Overzicht mitigatiemogelijkheden

- a. Groslijst mitigatiemogelijkheden
- b. Rekenresultaten mitigatieberekeningen



Bijlage 13 Tabellen toetsresultaten

- a. Rekenlocaties
- b. Wandelend pompstation grondwaterwinningen
- c. Wandelend pompstation oeverwinningen
- d. Bestaande winningen



Bijlage 14 Taartpuntkaarten

- a. Rivierengebied
- b. Oost Gelderland
- c. Veluwe



Bijlage 15 Factsheets

- a. Rekenlocaties
- b. Bestaande winningen



Tauw

Kenmerk

R001-1265164MNU-V02-mfv-NL

Bijlage 16 Hydrologisch oordeel



Bijlage 17 Kaarten data-analyse

- a. Stoplichtkaarten
- b. Themakaarten resultaten wandelend pompstation
- c. Invalshoekkaarten resultaten wandelend pompstation
- d. Synthesekaarten



Bijlage 18 Potentiële ASV-gebieden

- a. Motivatie ASV-gebieden
- b. Kaarten ASV-gebieden