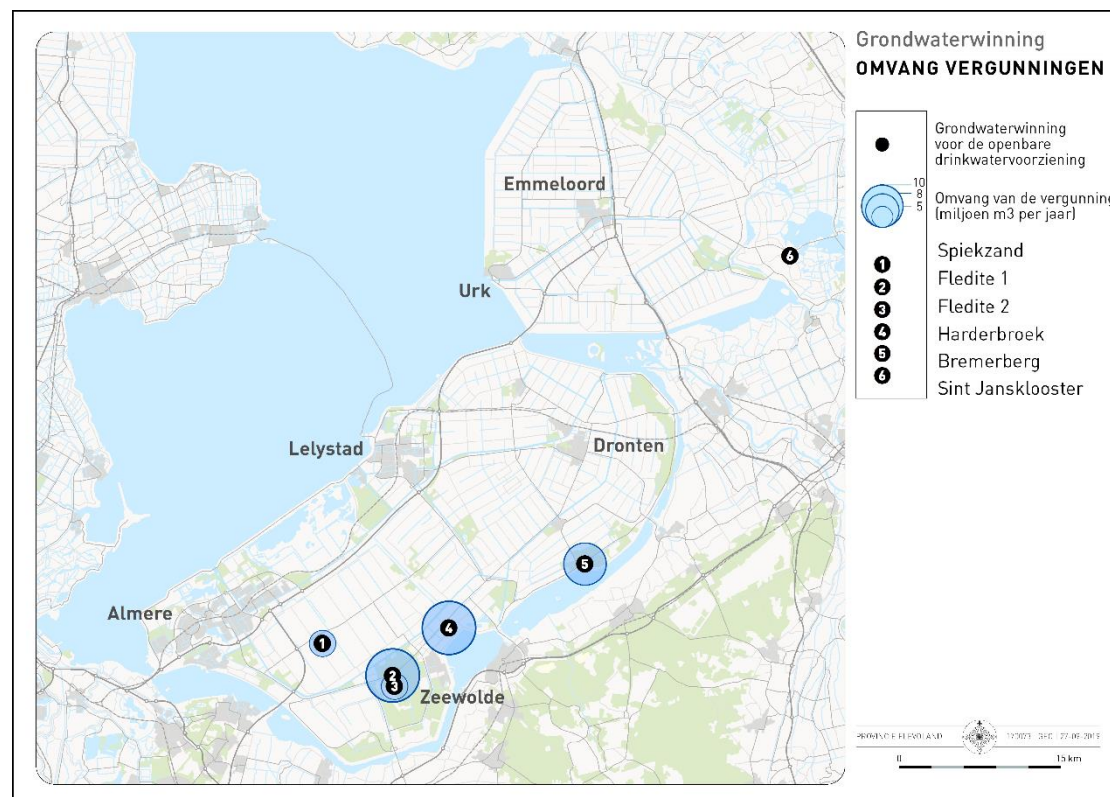


Grenzen in zicht? Grondwaterdilemma's rond de drinkwatervoorziening in Flevoland

Wouter Beekman (Artesia), Robert Bolmer, Martin Griffioen (provincie Flevoland)

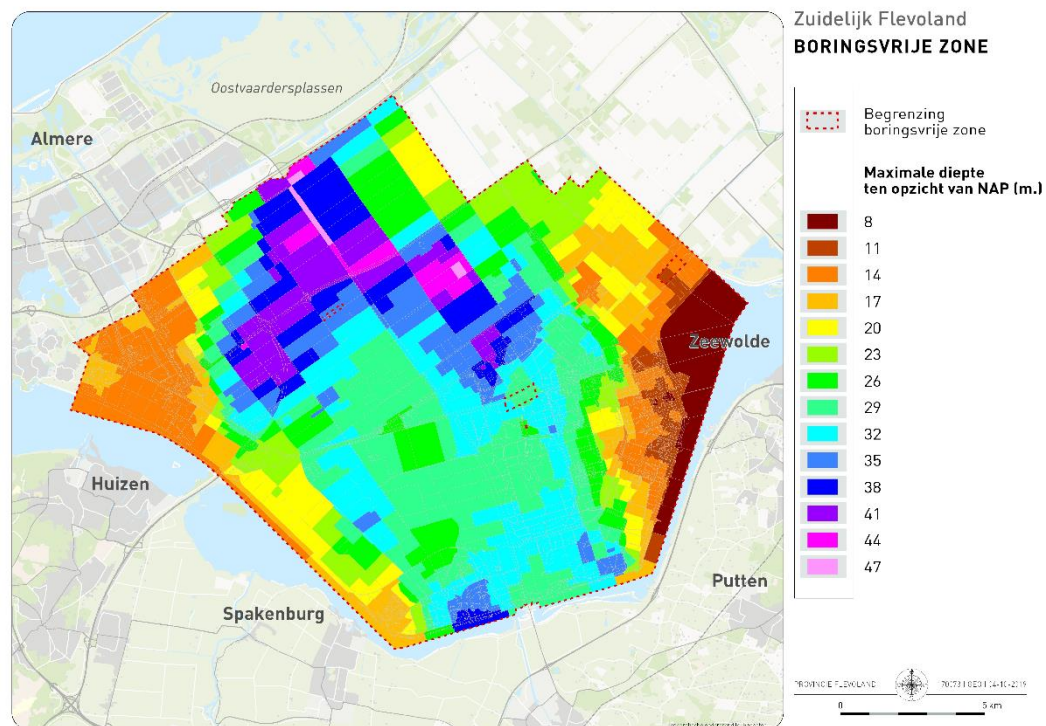
Flevoland beschikt over een unieke grondwatervoorraad van uitzonderlijke kwaliteit. De provincie heeft voor de ontwikkeling van nieuw drinkwaterbeleid nader onderzoek laten verrichten naar de grondwatervoorraad als bron voor de drinkwatervoorziening. Uit het onderzoek blijkt dat de boringsvrije zone in Zuidelijk Flevoland naar verwachting nog enige ruimte biedt voor extra grondwateronttrekking om de groeiende drinkwatervraag op te vangen. De grenzen van een duurzame benutting van het grondwater komen echter in zicht.

In Flevoland wordt van oudsher grondwater gebruikt als bron voor de openbare drinkwatervoorziening. Zuidelijk en Oostelijk Flevoland beschikken over zoet grondwater, dat wordt opgepompt in de boringsvrije zone in Zuidelijk Flevoland en in Bremerberg. Dit zoete grondwater is afkomstig van de Veluwe. In Bremerberg wordt deels oevergrondwater opgepompt; een deel van het water komt vanuit het Veluwemeer. Noordelijk Flevoland (Noordoostpolder) beschikt niet over voldoende zoet grondwater en wordt sinds de aanleg van de polder van drinkwater voorzien vanuit Overijssel, waar het grondwater wordt opgepompt in onder meer Sint Jansklooster (zie afbeelding 1).



Afbeelding 1. Grondwaterwinning voor de openbare drinkwatervoorziening in Flevoland

In Zuidelijk Flevoland is een voorraad grondwater aanwezig van uitzonderlijk goede kwaliteit. De voorraad water wordt bovendien goed beschermd door afsluitende kleipakketten waardoor grondwaterverontreiniging vrijwel uitgesloten is. Deze situatie is uniek in Nederland en in het eerste Grondwaterplan Flevoland (1987) is Zuidelijk Flevoland al gereserveerd voor de openbare drinkwatervoorziening. Ter bescherming van deze situatie is een boringsvrije zone ingesteld, die doorboring van de kleilagen moet voorkomen (zie afbeelding 2). Bij het grondwatergebruik wordt het voorzorgsbeginsel gehanteerd, waarbij overexploitatie wordt voorkomen en de risico's op verontreiniging en thermische beïnvloeding minimaal blijven.



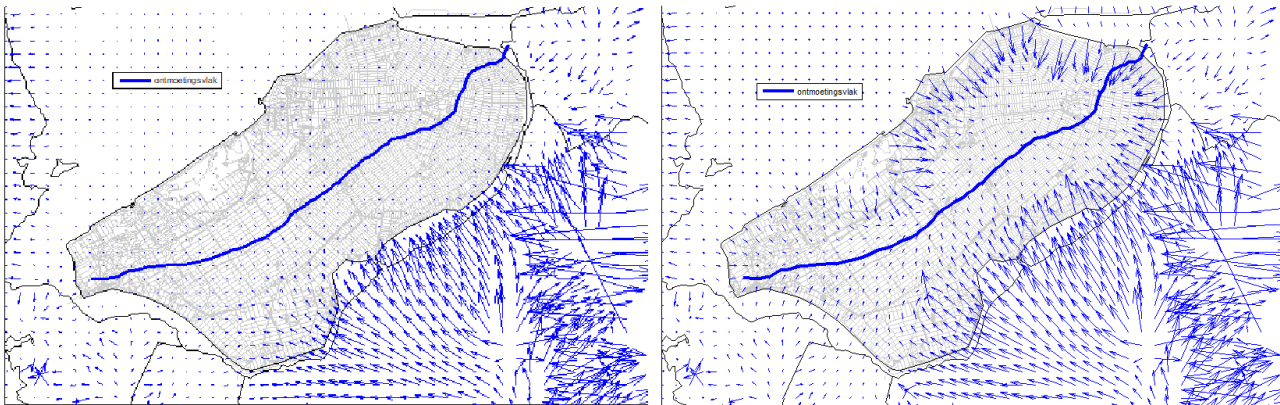
Afbeelding 2. Boringsvrije zone Zuidelijk Flevoland

Uit de voorraad grondwater kan eenvoudig en tegen lage kosten drinkwater worden gemaakt. In Flevoland volstaat een eenvoudige zuivering (alleen beluchting en filtratie) om het water geschikt te maken als drinkwater. Vanuit het gebied worden Zuidelijk en Oostelijk Flevoland van drinkwater voorzien en ook delen van Utrecht en Gelderland. Om verdroging van natuurwaarden tegen te gaan is rond het jaar 2000 het aantal grondwateronttrekkingen op de Veluwe en de Utrechtse Heuvelrug verminderd en wordt daar via een leiding water vanuit Flevoland aangevoerd.

In de loop der jaren is de vergunningsomvang stapsgewijs gegroeid met de bevolkingsgroei tot in totaal 38 miljoen m³ per jaar, waarvan 9 miljoen m³ per jaar bestemd is voor Utrecht en Gelderland. De overige 29 miljoen m³ per jaar is bestemd voor Zuidelijk en Oostelijk Flevoland. De vergunningen zijn steeds 'op de groei' verleend om problemen in de levering van drinkwater voor te zijn. Binnen enkele jaren zal echter het plafond van de huidige onttrekkingsvergunningen worden bereikt. Dat betekent dat er op korte termijn actie nodig is.

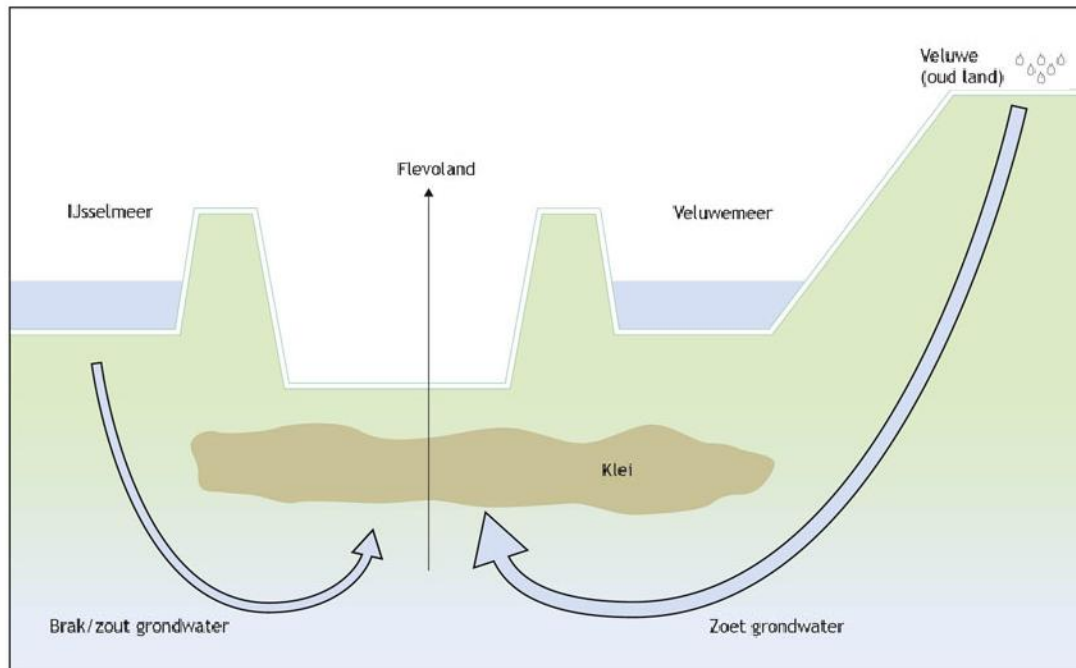
Grondwatersysteem

Sinds hun aanleg vormen de Zuidelijk en Oostelijk Flevoland (de Flevopolders) het laagste deel van het grondwatersysteem van het IJsselmeer. Dit systeem wordt begrensd voor de waterscheiding op de Veluwe, de Utrechtse Heuvelrug en het IJsselmeer zelf. De randmeren zijn bedoeld om de verlaging van de drainagebasis die de inpoldering opleverde voor Utrecht en Gelderland (het 'Oude Land') te mitigeren. Dat is deels gelukt: bij de inpoldering van de Noordoostpolder is er niet aan gedacht, voor Oostelijk Flevoland werkt het principe zoals bedacht, maar voor Zuidelijk Flevoland werkt het door de bijzondere geologische gesteldheid slechts voor een deel. Door de aanwezigheid van een uitgestrekte dikke kleilaag, die vanaf het midden van de polder tot aan de voet van de Veluwe doorloopt, wordt een belangrijke stroom van infiltratiewater uit de Veluwe onder Zuidelijk Flevoland vastgehouden en door de inpoldering extra aangetrokken. Deze mengt ten noordwesten van de snelweg A6 op in het ondiepe grondwater. Onderstaande figuren geven een indruk van de veranderingen die zijn opgetreden in de waterstromen:



Afbeelding 3. Stromingsbeeld diepe grondwater onder de Flevopolders respectievelijk vóór (links) en ná (rechts) aanleg van de polders

Deze stromingsbeelden zeggen ook veel over de verbreiding van de watertypen. De toestroming vanaf de Veluwe vormt een belangrijke voeding van het grondwater in Zuidelijk Flevoland, terwijl in Oostelijk Flevoland de intensiteit vanaf alle randen in dezelfde orde ligt. Omdat het diepere water onder het IJsselmeer brak is, is de gehele noordwestrand van de Flevopolders dat ook. Dat geldt ook voor het diepere water in heel Oostelijk Flevoland, maar sinds de inpoldering verzoet deze polder vanaf de grens met het Oude Land. Alleen Zuidelijk Flevoland had al voor de inpoldering een zoetwatervoorraad van uitstekende kwaliteit onder de Eemklei. Door de grondwaterconnectie met de Veluwe is dit water artesisch (het water komt spontaan naar boven). In de onderstaande figuur is dit schematisch weergegeven:



Afbeelding 4. Schematische weergave van de grondwaterstroming in Flevoland

Grondwaterbeschikbaarheid

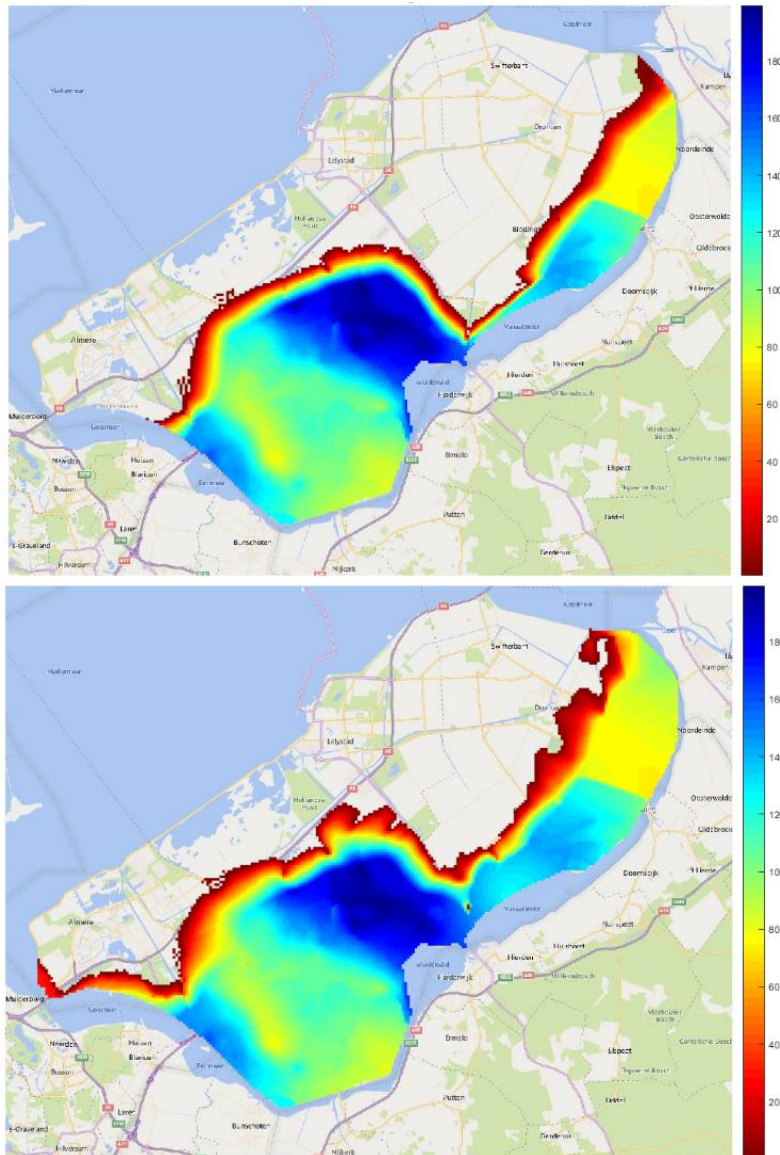
Met deze gegevens als uitgangspunten vraagt de provincie zich af welke hoeveelheid grondwater duurzaam winbaar is voor de openbare drinkwatervoorziening [1]. Enerzijds is de hydrologische situatie hier nog in ontwikkeling en anderzijds zijn de inrichting en de demografie van het gebied nog sterk dynamisch. Deze studie gaat daarom over het hernieuwd aftasten van de ontwikkeling van de grondwaterbeschikbaarheid voor drinkwaterbereiding. Dit na een eerdere studie in 2004 [2]. Die zoetwaterbeschikbaarheid is daarbij gedefinieerd als de hoeveelheid grondwater, die gewonnen kan worden onder de volgende voorwaarden:

- de voorraad zoet grondwater mag niet kleiner worden
- een winlocatie met een minimale omvang van 1 Mm³/jr mag niet verzilten
- de winning mag onder natuurgebieden niet leiden tot een verlaging van de stijghoogte onder de deklaag met meer dan 3 cm

Daarnaast is de kwetsbaarheid van potentiële winlocaties in beeld gebracht om gevoel te krijgen bij de kansrijkheid.

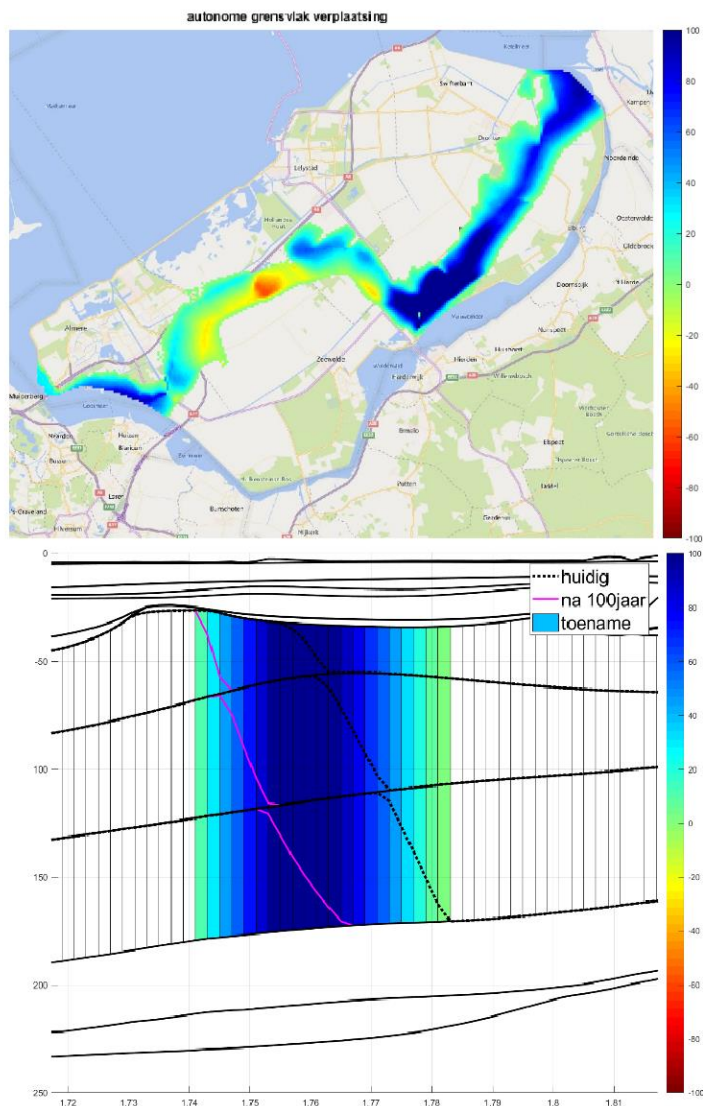
Beïnvloeding verzoeting

Op basis van een veelheid aan meetpunten is waterkwaliteit in het diepe grondwater gekarteerd en vanaf dat punt gemodelleerd voor de toekomstbeelden. Deze modellering gaat uit van grensvlakken en houdt rekening met dichtheidscontrasten tussen zoet en brak grondwater [3]. In afbeelding 5 is de dikte van het zoete grondwater in de exploitatiebare lagen weergegeven voor de huidige situatie en de situatie over 100 jaar, bij onveranderde randvoorwaarden. Uit deze beelden blijkt dat de verdeling in Zuidelijk Flevoland goeddeels stabiel is, terwijl er in Oostelijk Flevoland een aanzienlijke verzoeting zal optreden.



Afbeelding 5. Dikte (m) van de zoetwatervoorraad diep grondwater huidig (boven) en over 100 jaar (onder)

De omvang van de toename wordt in de verschilweergave in afbeelding 6 verder verduidelijkt.



Afbeelding 6. Autonome toename van de zoetwatervoorraad na 100 jaar vanaf nu, ruimtelijk en in dikte (m) (boven) en in dwarsdoorsnede over het grensvlak in Oostelijk Flevoland (onder)

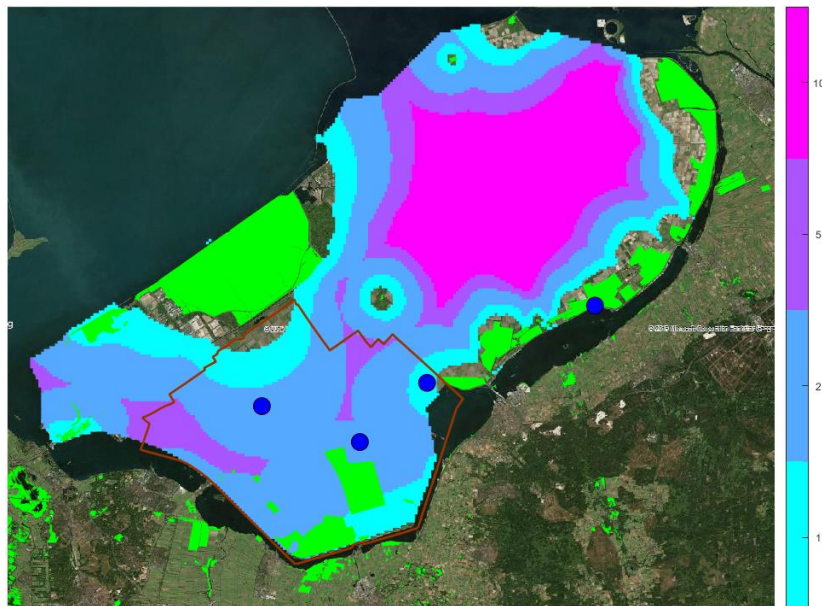
Uit deze figuren blijkt dat er ruimte is voor de winning van zoet grondwater. Hoewel de grootste uitbreidingsmogelijkheden op het eerste gezicht in Oostelijk Flevoland verwacht zouden mogen worden, blijkt dat toch niet zo te zijn. De berekende ruimte is in afbeelding 7 weergegeven. De grotere gespannenheid van het diepe grondwater onder Zuidelijk Flevoland in samenhang met de relatief grote voeding vanuit de Veluwe, maakt een aanzienlijke uitbreiding mogelijk zonder gevaar op verzilting.



Afbeelding 7. Winruimte op basis van het verziltingscriterium bij winning op vergund niveau

Beïnvloeding: stijghoogte en kwel

Het voorkómen van verdroging onder natuurgebieden blijkt in de Flevolandse situatie een knellender criterium te zijn dan het voorkómen van verzilting. De berekende ruimte voor het verdrogingscriterium is weergegeven in afbeelding 8. In dit geval blijkt de winning in Zuidelijk Flevoland zich over een groot gebied te vertalen in stijghoogteverlagingen, onder andere in de natuurgebieden aan de rand van de beschermende Eemkleizone. In Oostelijk Flevoland ligt de meeste ruimte in de brakwaterzone.



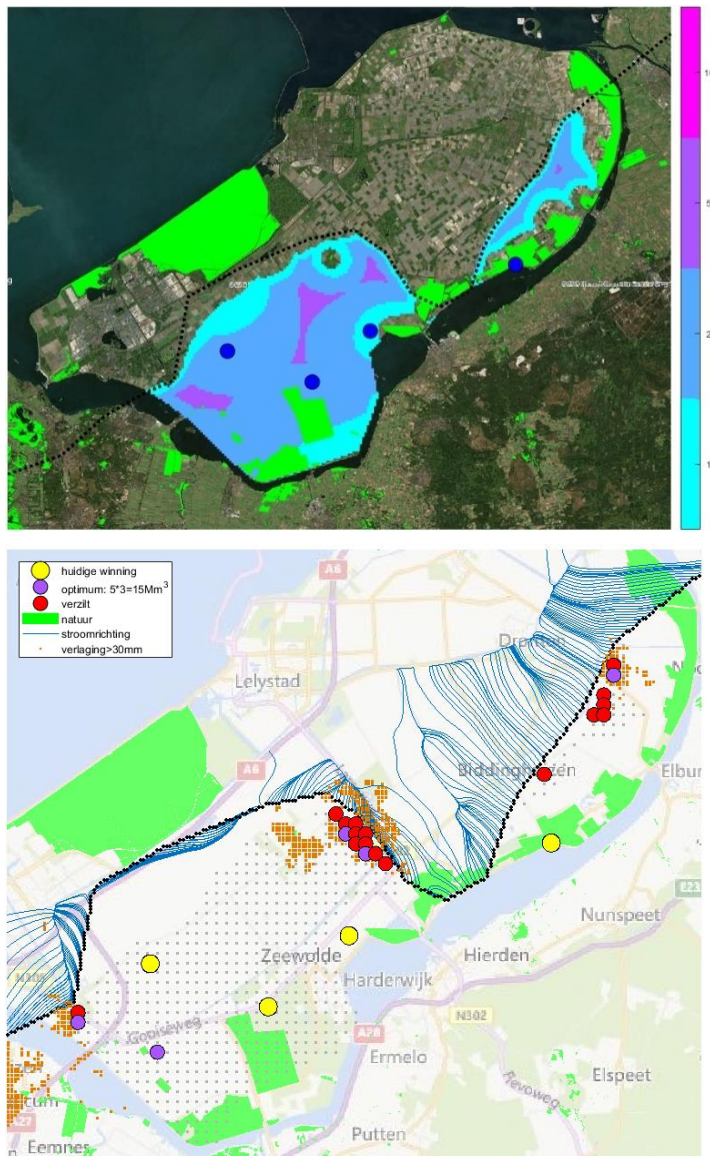
Afbeelding 8. Ruimte voor extra winning, bij een maximale verlaging van 3 cm in kwetsbare natuurgebieden. De kleur geeft de omvang van de winning die geplaatst kan worden. Ter referentie zijn de boringsvrije zone (rode lijn) en de winningen van de openbare drinkwatervoorziening (blauwe stippen) opgenomen. De kwetsbare natuurgebieden zijn met groene vlakken weergegeven

Gevolgen grondwaterwinning buiten Flevoland

Het diepe grondwater onder Zuidelijk Flevoland is onderdeel van het Veluwesysteem. Dit betekent dat de winmogelijkheden in Flevoland samenhangen met de exploitatiegraad van dit systeem op het Oude Land. Onttrekkingen daar gaan ten koste van de duurzaam te winnen hoeveelheid onder Flevoland en manifesteren zich sterker in grondwaterstandsverlagingen. Dit was dan ook de reden om rond 2000 een deel van de winningen van het Oude Land te 'verplaatsen' naar Flevoland. Bij een toenemende druk op de drinkwatervoorziening in Gelderland en Utrecht (door sluiting van kwetsbare winningen, het reduceren van winningen met sterke natuurconflicten en de toename van de vraag naar drinkwater), herleeft de behoefte om de winningen op het Oude Land weer te verhogen. Onttrekkingen uit hetzelfde grondwatersysteem bovenstrooms (in Utrecht en Gelderland) leiden tot een meer dan evenredige vermindering van de beschikbare hoeveelheid zoet grondwater in Flevoland.

Optimalisatie grondwaterwinning

Naast de begrenzing van de ruimte waar extra winningen van een bepaalde omvang kunnen worden bijgeplaatst, is het, om de beleidsgrenzen te verkennen, de vraag hoeveel er maximaal onttrokken zou kunnen worden. Dit vraagstuk kan met behulp van lineaire programmering worden opgelost, zodat het zeker is dat er geen configuratie van winningen bestaat die meer kan onttrekken. Het blijkt dat de ruimte voor extra winningen uiteindelijk vrij beperkt is, zoals weergegeven in afbeelding 9. In totaal kan volgens deze studie circa 15 miljoen m³/jaar extra worden gewonnen, waarbij geen van de beschreven criteria wordt overschreden [1]. Dit terwijl een extra onttrekking van 8 miljoen m³/jr op het Oude Land het verdrogingscriterium van 3 cm overschrijdt. Het grootste deel van de 15 miljoen m³ moet in Zuidelijk Flevoland plaatsvinden. De optimale locaties uit het oogpunt van maximering van de grondwaterwinning, blijken zich aan de randen te bevinden van de geschikte zone. Omdat dit op de rand is van de beschermde kleilagen of zelfs daarbuiten zouden deze hier liever niet geplaatst worden uit oogpunt van robuustheid en kwaliteitszekerheid. Het berekende plafond is een overschatting, te meer omdat de werkelijk te realiseren wincapaciteit altijd weerbarstiger is. Dit vraagt dus nog nadere studie.



Afbeelding 9. Ruimte voor bijplaatsing (boven) en optimale invulling van die ruimte (onder) met winningen (totaal 15 Mm³/jr) die voldoen aan de criteria voor verzilting en verdroging)

Consequenties: grenzen en gevoeligheden

De resultaten van dit onderzoek hebben geleid tot verschillende nieuwe en aangescherpte inzichten, met name met betrekking tot het verdrogingscriterium. Dit criterium wordt cumulatief toegepast. Hoe vaker de cyclus van 'planvorming, toetsing aan stijghoogte-criterium, realisatie plan, nieuwe toetswerkelijkheid' wordt uitgevoerd, hoe groter uiteindelijk de toegestane stijghoogteverlaging zal zijn. Dit was eerder ook wel bekend, maar gezien de toenemende druk op het systeem (vraag naar water) vraagt dit om het instellen van een peildatum.

Duidelijk is geworden dat de grondwaterwinning in Flevoland zijn grenzen gaat bereiken. Dit impliceert dat ook Flevoland zich moet richten op alternatieven op de lange termijn. De boringsvrije zone in Zuidelijk Flevoland biedt naar verwachting nog enige ruimte om de groeiende drinkwatervraag op te vangen. Dit grondwater is van een uitstekende kwaliteit. Een

uitbreiding van de winning brengt wel een deel van de bestaande winning binnen de risicozone voor verzilting. Ook in de oostrand van Oostelijk Flevoland is naar verwachting nog extra oevergrondwater te winnen, al wordt dit minder goed beschermd dan het grondwater in de boringsvrije zone met haar kleilagen. Het grondwater in de oostrand is veel kwetsbaarder voor antropogene verontreinigingen.

De winbare hoeveelheid in Zuidelijk Flevoland kent een bovengrens die wordt beïnvloed door extra winning meer bovenstrooms. Onttrekkingen uit hetzelfde grondwatersysteem bovenstrooms (in Utrecht en Gelderland) leiden tot een meer dan evenredige vermindering van de beschikbare hoeveelheid zoet grondwater in Flevoland.

Een modelstudie levert een indicatief regionaal beeld. Bij nadere interprovinciale afspraken of bij een vergunningsaanvraag moet nader gekeken worden naar zowel de kwetsbaarheid en beschermbaarheid van het grondwater als naar de gevolgen van de onttrekkingen (verzilting, verdroging, landbouwschade en zetting).

Dit is het tweede artikel over de toekomst van de drinkwatervoorziening in Flevoland. Het eerste artikel is hier te lezen: <https://www.h2owaternetwerk.nl/vakartikelen/dorst-in-2100-waterbesparing-en-alternatieven-voor-de-drinkwatervoorziening-op-lange-termijn-in-flevoland>.

Referenties

1. Beekman, W. en Schaars, F.W. (2019). *Duurzaam winbaar zoet grondwater Onder Zuidelijk en Oostelijk Flevoland* [Rapport]. Schoonhoven, Artesia.
2. Beekman, W. et al. (2004). *Winning van zoet grondwater in Zuidelijk en Oostelijk Flevoland* [Rapport]. Schoonhoven, Artesia.
3. Bakker M., et al. (2013). 'Documentation of the Seawater Intrusion (SWI2) Package for MODFLOW: Techniques and Methods'. U.S. *Geological Survey* 6, chap. A46, 99 p. Reston, VA