

**Een aanzet voor de
begrenzing van Nationale
Grondwater Reserves**



Een aanzet voor de begrenzing van Nationale Grondwater Reserves

dr. Hans Peter Broers (Deltares/TNO)
drs. Roelof Stuurman (Deltares)
dr. Wim J. de Lange (Deltares)

met medewerking van Gu Oude Essink, Marta Faneca Sanchez,
Bas van der Grift, Jarno Verkaik e.a.

1209468-011

Titel

Een aanzet voor de begrenzing van Nationale Grondwater Reserves

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Ministerie van Infrastructuur & Milieu	1209468-011	1209468-011-BGS-0001	29

Trefwoorden

Grondwaterbeheer, grondwaterbescherming, Structuurvisie Ondergrond (STRONG), nationale veiligheid, drinkwatervoorziening

Samenvatting

Beleidskader

Het ministerie streeft ernaar om de doelen qua drinkwaterbeleid zoals verwoord in de Beleidsnota Drinkwater op een goede manier in te brengen in de Structuurvisie Ondergrond (STRONG). Onlangs is aangegeven dat de drinkwatervoorziening een activiteit is van nationaal belang en als zodanig in het STRONG proces een plaats moet krijgen. Winning van grondwater voor de drinkwaterproductie is immers één van de activiteiten in de ondergrond die zou moeten worden afgewogen tegen andere activiteiten zoals opslag van water, warmte en stoffen in de ondergrond, de winning van water voor andere doeleinden zoals beregening van gewassen en de winning van fossiele brandstoffen. Om de drinkwaterfunctie goed in te brengen in het STRONG proces is in 2014 een ruimtelijke inventarisatie uitgevoerd van 4 typen informatie:

1. De ligging van grondwaterbeschermingsgebieden, waaronder de bestuurlijk vastgelegde 25 en 100 jaar zones.
2. De ligging van door de provincies als kaderstellende partij aangewezen voorraden grondwater met één of andere vorm van bescherming, waaronder bijvoorbeeld boringsvrije zones, en milieubeschermingsgebieden.
3. De ligging van grondwatervoorraden die kansrijk zijn om aan een verdere groei in drinkwaterbehoefte te voorzien op een termijn van ca. 25 jaar.
4. De ligging van gebieden met dieper grondwater van hoge kwaliteit die mogelijk in aanmerking komen als kandidaat Nationale Grondwater reserve met als doel de nationale veiligheid te waarborgen op de zeer lange termijn.

De ruimtelijke inventarisatie van de in de punten 1 tot en met 3 genoemde gebieden is uitgevoerd door het RIVM en wordt in het voorjaar van 2015 apart gerapporteerd. In de RIVM studie wordt nagegaan waar gebieden liggen die mogelijk in aanmerking komen als "Strategische watervoorraden", met als specifiek doel het borgen van voldoende drinkwaterproductiecapaciteit voor de komende 25 jaar. In het voorliggende rapport is de ruimtelijke inventarisatie van punt 4, de kandidaat Nationale Grondwater reserves, uitgewerkt, parallel uitgevoerd aan de RIVM studie. Het is de bedoeling om beide resultaten van deze landelijke inventarisaties in te brengen in het STRONG proces en zorgvuldig te bespreken met regionale overheden en betrokken partijen. Binnen STRONG zullen dan beslissingen worden genomen of Bovenregionale Strategische Watervoorraden en/of Nationale Grondwater Reserves daadwerkelijk bestuurlijk zullen worden aangewezen.

Titel

Een aanzet voor de begrenzing van Nationale Grondwater Reserves

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Ministerie van Infrastructuur & Milieu	1209468-011	1209468-011-BGS-0001	29

Kandidaat Nationale Grondwater Reserves

In de Beleidsnota Drinkwater wordt aangegeven dat het *“naar aanleiding van toenemende bedreiging en de mogelijke gevolgen van extreme (crisis)scenario's voor de openbare drinkwatervoorziening nodig is om op nationale schaal grondwatervoorraden te identificeren en te beschermen die onder al deze omstandigheden onaangetast blijven”*. De onderhavige studie draagt hieraan bij door een eerste aanzet te geven van gebieden die zouden kunnen worden aangewezen als “Nationale Grondwater Reserve”. Nationale Grondwater Reserves hebben als doel om de nationale veiligheid te borgen in geval van grootschalige crisissituaties en maatschappelijke ontwrichting, zoals kernrampen, grootschalige overstromingen, zeer langdurige droogtes en/of microbiële besmettingen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen calamiteiten waar drinkwaterbedrijven al reserves voor hebben en extreme crisisscenario's in de zin van rampen die de draagkracht van afzonderlijke drinkwaterbedrijven te boven gaan. Het onderliggende idee is dat bij dergelijke grootschalige crisisscenario's een beroep kan worden gedaan op reserves van grondwater, waarvan de kwaliteit niet door menselijk ingrijpen is beïnvloed en die van nature zodanig beschermd zijn dat ze op de lange termijn een veilige bron van drinkwater vertegenwoordigen. Er is daarmee de noodzaak om zeker te stellen dat: 1) deze NGR's veilig blijven in de toekomst en 2) inzetbaar zijn gedurende de periode dat de ramp normaal functioneren van de drinkwatervoorziening blokkeert. Daarnaast is het vanuit duurzaamheidsoverwegingen wenselijk om zuinig om te gaan met voorraden, en deze veilig te stellen voor de lange termijn om hoge waterstress op nationaal niveau te kunnen ondervangen. De Nationale Grondwater Reserves zijn dus ook bedoeld als reserve voor onvoorziene ontwikkelingen op de lange termijn.

In dit rapport zijn de volgende kandidaat Nationale Grondwater Reserves geïdentificeerd:

- I. De diepere delen van de Roerdal Slenk in Brabant en Limburg.
- II. Het diepere zoete grondwater onder de Veluwe met uitlopers onder Flevoland.
- III. Het diepere zoete grondwater onder de Utrechtse Heuvelrug met uitlopers naar het westen.
- IV. Het diepere zoete grondwater in het zuidwesten van Friesland en onder het Gaasterland.

Daarnaast is aangegeven dat een grote potentiële reserve zich bevindt onder het IJsselmeergebied, die mogelijk al in de komende 25 jaar zou kunnen worden benut, en daarmee niet zozeer als kandidaat NGR in beeld is, maar als toekomstige “Strategische Grondwatervoorraad” zou kunnen worden aangemerkt, passend in de hierboven beschreven derde categorie voor inbreng in het STRONG proces.

Titel

Een aanzet voor de begrenzing van Nationale Grondwater Reserves

OpdrachtgeverMinisterie van Infrastructuur &
Milieu**Project**

1209468-011

Kenmerk

1209468-011-BGS-0001

Pagina's

29

Nadere karakterisatie en uitwerking nodig

De in dit rapport beschreven kandidaat NGR's herbergen een groot volume aan water, in de orde grootte van enkele miljarden m³, dat voor crisisscenario's beschikbaar is. De geïdentificeerde kandidaat NGR's vormen een eerste aanzet op basis van een beperkt budget. Van bepaalde delen van de kandidaat NGR's kunnen wij op dit moment nog niet aangeven wat de winbaarheid is van het zoete water, van andere delen kennen we de leeftijden van het water nog niet goed. Aanbevolen wordt daarom om de kandidaat NGR's in de toekomst gericht nader te karakteriseren, deels op basis van bestaande en mogelijk nieuwe (meet)gegevens en deels via modelonderzoek. Zo is het aanbevolen om een scenariostudie uit te voeren waarbij de inzet van de onttrekkingen bij een ramp uit de kandidaat NGR's wordt gesimuleerd en wordt nagegaan in hoeverre het optrekken van zout water of het naar beneden trekken van antropogeen beïnvloed water de operationele looptijd van een rampen- of crisiswinning kan beperken.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
def. V01	Nov. 2015	Hans Peter Broers		Remco van Ek	ia.	Hilde Passier	ia.
		Roelof Stuurman					
		Wim J. de Lange	Wdl				

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding: de Beleidsnota Drinkwater en STRONG	1
1.2 Definities van watervoorraden	3
1.3 Opzet van deze studie	3
2 Methoden en criteria	4
2.1 Inleiding	4
2.2 Criteria voor afbakening	5
2.3 De zoet-zout verdeling over Nederland (criterium 1)	7
2.4 Potentiële doordringing van menselijke verontreinigingen (criterium 2)	8
2.5 200 jaar robuust zoet water (criterium 3)	9
2.6 Robuust na start winning (criterium 4)	10
2.7 Begrenzing van brak water dat mogelijk als reserve kan worden benut	11
3 Kaart met begrenzing kandidaat Nationale Grondwater Reserves	12
4 Beschrijving van de onderscheiden kandidaat Nationale Grondwater Reserves	14
4.1 Kandidaat NGR Roerdal Slenk	14
4.2 Kandidaat NGR Veluwe e.o.	16
4.3 Kandidaat NGR Utrecht e.o.	17
4.4 Kandidaat NGR ZW Friesland	17
4.5 Brakke reserve Zeeland onder Boomse Klei	18
4.6 Brakke reserve Noord-Holland	20
4.7 Potentiële reserve onder het IJsselmeer	22
5 Conclusies en aanbevelingen	24
5.1 Drinkwater en STRONG	24
5.2 Kandidaat Nationale Grondwater Reserves	24
5.3 Aandachtpunten voor de beleidsvertaling	25
5.4 Aanbevelingen voor technisch-inhoudelijke uitwerking	27
6 Literatuur	28

1 Inleiding

1.1 Aanleiding: de Beleidsnota Drinkwater en STRONG

In de Beleidsnota Drinkwater (Schoon drinkwater voor nu en later, Ministerie van I&M 2014) zijn doelen gesteld ten aanzien van het vergroten van de weerbaarheid van de vitale drinkwaterinfrastructuur. Eén van de subdoelen die daarbij gesteld is, is het “aanwijken en beschermen van nationale grondwaterreserves ten behoeve van nationale veiligheid”.

In het kader van het KPP Kennisinvesteringsprogramma “Waterkwaliteit zoet / KRW” is aan Deltares gevraagd om technisch-inhoudelijke informatie aan te leveren over potentiële voorraden zoet grondwater van hoge kwaliteit in Nederland die nu en in de toekomst geschikt zijn om in geval van extreme crisisscenario's de drinkwaterproductie langdurig te waarborgen en die een voor de lange termijn mogelijk te verwachten situatie van hoge waterstress in Noordwest Europa kunnen opvangen. Deze informatie kan vervolgens door I&M worden gebruikt voor de inhoud van meer beleidsgerichte documenten zoals de nadere uitwerking van de Beleidsnota Drinkwater, de Beleidsvisie grondwater en de Structuurvisie Ondergrond (STRONG), waaronder ook de aanstaande PAnMER STRONG. Deze Deltares studie maakt deel uit van een breder onderzoek naar de behoefte en beschikbaarheid van voorraden voor enerzijds de drinkwatervoorziening tot 2040 en anderzijds het in beeld brengen van zoekgebieden voor voorraden hoge kwaliteit grondwater, die ingezet kunnen worden in geval van extreme crisisscenario's of in gevallen van hoge waterstress op de zeer lange termijn¹.

Het ministerie streeft ernaar om de doelen qua drinkwaterbeleid zoals verwoord in de Beleidsnota Drinkwater op een goede manier in te brengen in de Structuurvisie Ondergrond (STRONG). Onlangs is aangegeven dat de drinkwatervoorziening een activiteit is van nationaal belang en als zodanig in het STRONG proces een plaats moet krijgen. Winning van grondwater voor de drinkwaterproductie is immers één van de activiteiten in de ondergrond die zou moeten worden afgewogen tegen andere activiteiten zoals opslag van water, warmte en stoffen in de ondergrond, de winning van water voor andere doeleinden zoals beregening van gewassen en de winning van fossiele brandstoffen (Figuur 1.1).

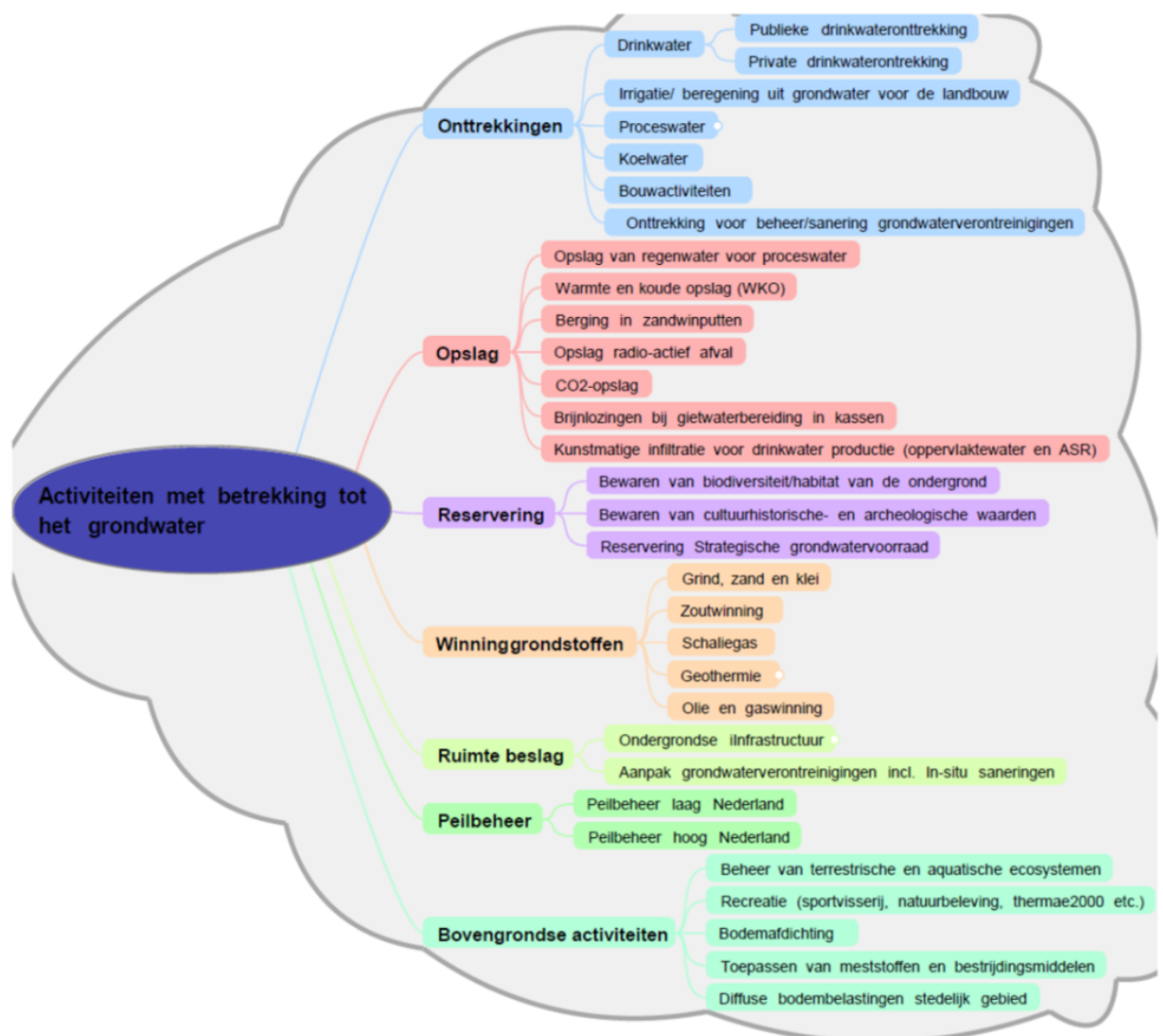
Om de drinkwaterfunctie goed in te brengen in het STRONG proces is in 2014 een ruimtelijke inventarisatie uitgevoerd van 4 typen informatie:

1. Ligging van grondwaterbeschermingsgebieden, waaronder de bestuurlijk vastgelegde 25 en 100 jaar zones.
2. De ligging van door de provincies als kaderstellende partij aangewezen voorraden grondwater met één of andere vorm van bescherming, waaronder bijvoorbeeld boringsvrije zones, en milieubeschermingsgebieden.
3. De ligging van grondwatervoorraden die kansrijk zijn om aan een verdere groei in drinkwaterbehoefte te voorzien op een termijn van ca. 25 jaar
4. De ligging van gebieden met dieper grondwater van hoge kwaliteit die mogelijk in aanmerking als kandidaat Nationale Grondwater reserve met als doel de nationale veiligheid te waarborgen op de zeer lange termijn.

¹ Volgens de recente Horizonscan van het PBL i.s.m. het CPB zal 40% van de hele wereld in 2050 kampen met een watertekort. Nederland wordt daarbij bijna helemaal gerekend tot de gebieden met de hoogste waterstress (bron: Welvaart en Leefomgeving – Horizonscan. PBL i.s.m. CPB: Bilthoven)

De ruimtelijke inventarisatie van de in de punten 1 tot en met 3 genoemde gebieden is uitgevoerd door het RIVM en is apart gerapporteerd (Van der Aa et al. 2014)². De ruimtelijke inventarisatie van punt 4, de kandidaat Nationale Grondwater reserves, is uitgewerkt in het voorliggende rapport.

De ruimtelijke inventarisaties zijn bedoeld als op landelijke schaal gepresenteerde basisinformatie voor het planproces in STRONG en dienen als ondersteunende informatie in verdergaand overleg tussen de landelijke overheid en de bij het grondwaterbeheer betrokken partijen op regionale en lokale schaal, zoals provincies, waterleidingbedrijven, waterschappen etc.



Figuur 1.1: Overzicht van activiteiten in de ondergrond waarvoor afwegingen noodzakelijk zijn, die deels worden geadresseerd in de Structuurvisie Ondergrond (naar Broers & Lijzen 2013)³

² Van der Aa et al. (2014) Grondwatervoorraden voor drinkwater. Tussenrapportage 28 oktober 2014.

³ Broers & Lijzen (2013). Afwegingen bij het gebruik van grondwater en ondergrond. Deltares rapport 1207762-0162013

1.2 Definities van watervoorraden

Het begrip “strategische watervoorraden” wordt door verschillende partijen verschillende gebruikt. In het voorliggende rapport staan de zogenaamde Nationale Grondwater Reserves centraal, in feite een specifieke vorm van een strategische grondwatervoorraad met een speciaal doel. Om begripsverwarring te voorkomen hanteren we in dit rapport de volgende definities, zoveel mogelijk aansluitend bij de terminologie uit de Beleidsnota Drinkwater.

Bestaande strategische watervoorraad

Enkele provincies gebruiken de term strategische grondwatervoorraad in het provinciale beleid. In verschillende provincies wordt de term op verschillende wijze gebruikt, maar in het algemeen wordt de term benut om concrete toekomstige locaties aan te wijzen die in de toekomst kunnen worden gebruikt voor vervanging of uitbreiding van huidige winlocaties. Soms gaat het daarbij om grotere aaneengesloten gebieden (bijvoorbeeld in de provincie Utrecht) soms om specifieke winlocaties. Een inventarisatie van deze gebieden is te vinden in een recente tussenrapportage van de RIVM studie (van der Aa et al. 2014).

Aanvullende strategische watervoorraad

In de RIVM studie wordt nagegaan waar gebieden liggen die mogelijk in aanmerking komen als aanvullende strategische watervoorraden, met als specifieke doel het borgen van voldoende drinkwaterproductiecapaciteit voor de komende 25 jaar. Het gaat nadrukkelijk om een verkenning om na te gaan of het nodig is om aanvullende voorraden aan te wijzen bovenop de door de provincies nu al aangewezen gebieden. In de RIVM studie worden kansrijke gebieden geïnventariseerd die bedoeld zijn om te bespreken met regionale overheden en betrokken partijen. Ook is een verkenning uitgevoerd van de toekomstige behoefte aan drinkwater voor de komende 25 jaar om na te gaan of uitbreiding van wincapaciteit mogelijkerwijs aan de orde is.

Kandidaat Nationale grondwater reserves (NGR)

Nationale Grondwater Reserves hebben een ander doel namelijk het borgen van de nationale veiligheid in geval van grootschalige crisissituaties en maatschappelijke ontwrichting, zoals kernrampen, grootschalige overstromingen, zeer langdurige droogtes en/of microbiële besmettingen. Idee is dat bij dergelijke grootschalige crisisscenario's een beroep kan worden gedaan op reserves van grondwater met hoge ouderdom die zodanig beschermd zijn dat ze op de lange termijn een veilige bron van drinkwater vertegenwoordigen. Nationale Grondwater Reserves zouden duurzaam veilig moeten worden gesteld voor de verre toekomst om in perioden van grote watertekorten beschikbaar te blijven als veilige bron voor de drinkwatervoorziening voor komende generaties onder alle omstandigheden.

1.3 Opzet van deze studie

De voorliggende rapportage presenteert de totstandkoming van ruimtelijke afgrenzing van de kandidaat Nationale Grondwater Reserves. De studie is parallel uitgevoerd aan het genoemde RIVM onderzoek dat zich richt op de drinkwatervoorziening voor de komende 25 jaar. De onderzoeken zijn complementair en worden apart gerapporteerd. De twee studies zijn begeleid door een klankbordgroep met daarin vertegenwoordigers van provincies, waterschappen, waterleidingbedrijven en het ministerie van I&M. Het is de bedoeling om de resultaten van deze landelijke inventarisaties in te brengen in het STRONG proces en zorgvuldig te bespreken met regionale overheden en betrokken partijen. Binnen STRONG zullen dan beslissingen worden genomen of Bovenregionale Strategische Watervoorraden en/of Nationale Grondwater Reserves daadwerkelijk bestuurlijk zullen worden aangewezen.

2 Methoden en criteria

2.1 Inleiding

Het project richt zich op het maken van kaarten van historisch robuust gebleken voorraden van hoge kwaliteit grondwater, die ingezet kunnen worden in geval van een potentiële maatschappelijke ontwrichting en als zodanig als een strategische nationale grondwaterreserve kunnen worden aangemerkt. In de beleidsnota Drinkwater wordt aangegeven dat het *“naar aanleiding van toenemende bedreiging en de mogelijke gevolgen van extreme (crisis)scenario's voor de openbare drinkwatervoorziening nodig is om op nationale schaal grondwatervoorraden te identificeren en te beschermen die onder al deze omstandigheden onaangetast blijven”*. Daarnaast is het vanuit duurzaamheidsoverwegingen wenselijk om zuinig om te gaan met voorraden en deze veilig te stellen voor de lange termijn om hoge waterstress op nationaal niveau te kunnen ondervangen.

Nationale Grondwater Reserves (NGR's) dienen om in dergelijke extreme situaties de drinkwatervoorziening langdurig te waarborgen en vormen daarmee een factor in de nationale veiligheid zoals dijken dat tegen overstroming doen. Er is daarmee de noodzaak om zeker te weten dat

- 1) de NGR's veilig blijven in de toekomst;
- 2) inzetbaar zijn gedurende de periode dat de ramp normaal functioneren van de drinkwatervoorziening blokkeert.

In dit project is dit ingevuld door grondwatervoorraden in kaart te brengen die onder het huidige stromingsregime voor zeker nog 140 jaar (200 jaar vanaf de start van de intensieve landbouw) gevrijwaard blijven van menselijke invloed.

De kaarten van die grondwatervoorraden zijn gemaakt op basis van expert kennis van het Nederlandse grondwatersysteem en gebruik makend van bestaande informatie, waaronder het NHI (Nederlands Hydrologisch Instrumentarium) en bestaande informatie over de kwaliteit en leeftijd van het grondwater, voor zover beschikbaar. De 2D kaarten en dwarsdoorsneden die zijn geleverd geven samen een 3D een beeld van de plaats en omvang van robuuste zoetwatervoorraden. Daarbij is, voor zover mogelijk, aangegeven wat het totale volume is en uitgaande van een ingeschatte waterbalans welke mogelijke bedreigingen van deze voorraden bestaan. Dit geeft informatie over de kwetsbaarheid van de Nederlandse ondergrond en het hydrologische systeem, die in een later stadium in het STRONG proces kan worden gebruikt voor afwegingen met betrekking tot verschillende gebruiksvormen.

Om de locatie van de voorraden in beeld te brengen is gebruik gemaakt van

- bestaand materiaal zoals de in de jaren '90 uitgevoerde landelijke hydrologische systeemanalyses;
- kaarten en profielen van de leeftijd van grondwater (zoals een studie van Nolte uit 1996);
- recente kennis die is opgedaan in gebiedsspecifieke studies voor bijvoorbeeld waterleidingmaatschappijen;
- Deltares/TNO database met chloridegegevens.

Niet alle benodigde informatie voor de kaarten lag 'op de plank'. Met eenvoudige middelen waaronder eerder uitgevoerde berekeningen met NHI en/of regionale modellen is de kwetsbaarheid van de grondwatervoorraad geschetst voor artificiële veranderingen in de beïnvloedingsruimte, bijvoorbeeld door onttrekkingen, infiltratie van nutriënt rijk water, etc. De termijn waarbinnen de grondwatervoorraad onder de huidige omstandigheden betrouwbaar blijft, is geschat op basis van expertkennis.

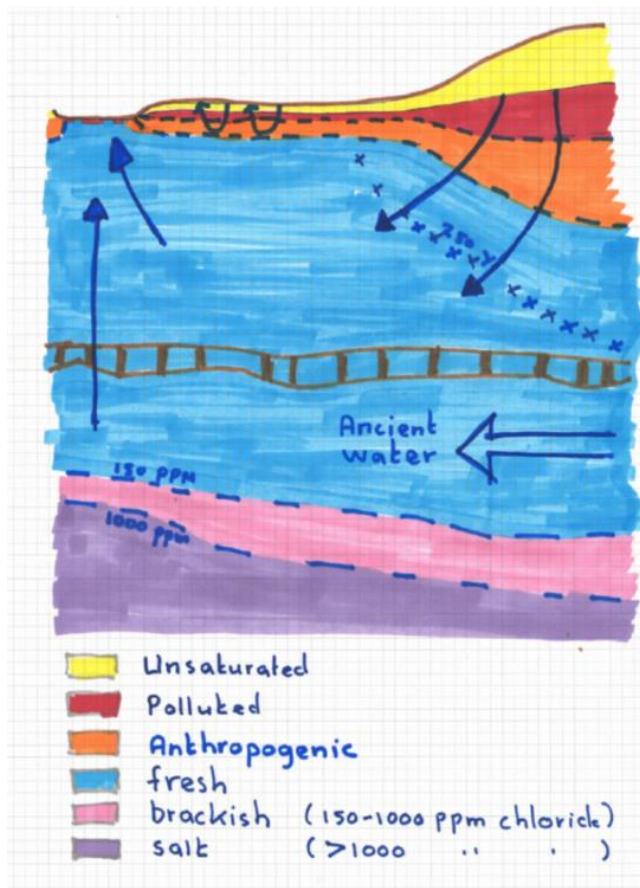
De kaarten en profielen geven samen een incomplete 3D presentatie van geschikte zoetwatervoorraden op een schaal 1:1.000.000. Incomplete houdt in dat bijvoorbeeld op een specifieke x,y locatie de precieze dikte van de voorraad niet kan worden uitgelezen. Voor de profielen is gebruik gemaakt van de in DinoLoket beschikbare hydrogeologische profielen, waarin de zoetwatervoorraad is aangeven.

Naast de globale positie van de genoemde zoete grondwaterreserves is voor zover mogelijk ook een aanduiding gegeven van de ligging van voorraden brak water die in de verdere toekomst mogelijk voorziening bij rampen zouden kunnen worden benut en die zouden kunnen worden aangewezen als nationale reserve.

2.2 Criteria voor afbakening

Bij de afbakening van de robuuste zoete grondwatervoorraden wordt zoveel mogelijk uitgegaan van de volgende criteria:

1. Het water heeft een hoge kwaliteit die wijst op vorming zonder menselijke beïnvloeding in een periode waarin nog uitsluitend grondwateraanvulling vanuit een natuurlijke bodem en vegetatie plaatsvond.
2. Het water heeft een zodanig leeftijd dat van "oerwater" kan worden gesproken. Een hoge leeftijd is een indicatie van een robuuste grondwatervoorraad omdat het water lang op deze plaats heeft kunnen verblijven dan wel niet wordt aangevuld en daarmee nauwelijks wordt verplaatst of wordt onttrokken en dan ook goed wordt beschermd door bijvoorbeeld bovenliggende kleilagen of een stagnerend stromingsveld.
3. De locatie en diepte van de watervoorraad is zodanig dat er in de huidige stromingssituatie binnen 140 jaar in de toekomst geen verslechtering van de kwaliteit op kan treden zonder opzet door menselijke beïnvloeding in die voorraad.
4. De locatie en diepte van de watervoorraad is zodanig dat deze robuust zijn dus beschikbaar zullen blijven in de toekomst tot op het moment van gebruik. Op het moment van gebruik zal waarschijnlijk "mining" van de voorraad optreden: de kwaliteit van het water zal achteruit gaan doordat het wordt vervangen door nieuw (mogelijk menselijk beïnvloed of zout) grondwater.



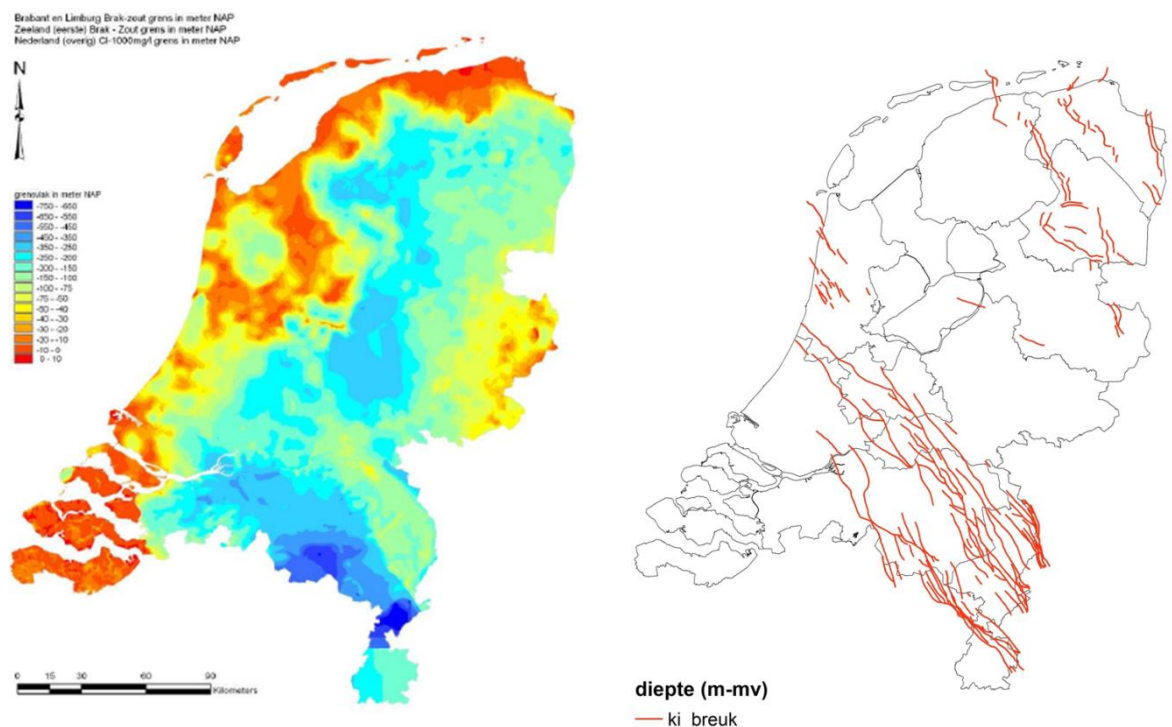
Figuur 2.1 Conceptuele werkwijze voor NGR afbakening: het gaat om voorraden oud, zoet grondwater die niet binnen 200 jaar worden aangevuld, bijvoorbeeld omdat ze onder een beschermende kleilaag zijn gelegen en in een periode lang geleden zijn aangevuld in een ander stromingsveld

Onder criterium 4 wordt “*mining*” in deze studie gedefinieerd als het uitputten van een bepaalde kwaliteit grondwater die niet door water met een vergelijkbare kwaliteit wordt vervangen. Dit is in overeenstemming met de gedachtegang in de Beleidsnota Drinkwater en sluit ook aan bij recente internationale wetenschappelijke inzichten waarbij mining niet louter als kwantiteitsprobleem wordt opgevat (zie bijv. Schilling et al. 2015). Mining treedt dus op als water met een lage chlorideconcentratie en leeftijd van bijvoorbeeld 2000 jaar wordt onttrokken en de aquifer wordt aangevuld met een andere kwaliteit en leeftijd van het water, bijvoorbeeld uit een bovenliggende pakket met jonger en mogelijk antropogeen beïnvloed water. Deze definitie is anders dan de strikt geohydrologische term mining, waarmee een situatie wordt aangeduid waarbij doorgaande stijghoogtedaling optreedt terwijl onttrekkingsdebieten constant blijven. In dat geval wordt de beschikbare hoeveelheid winbaar grondwater kleiner, en dat is in Nederland slechts bij hoge uitzondering het geval.

In de volgende paragrafen wordt kort toegelicht hoe de uiteindelijke begrenzing van de kandidaat Nationale Grondwater Reserves tot stand is gekomen. Daarbij wordt aangegeven hoe de hierboven genoemde criteria zijn gebruikt.

2.3 De zoet-zout verdeling over Nederland (criterium 1)

De kaart met de verdeling van diepte van de grens tussen zoet en zout grondwater over Nederland is gebruikt als basis voor het identificeren van gebieden waar tot op grote diepte zoet grondwater voorkomt. Het is bekend dat in het zoete grondwater op grotere diepten dan ca. 50 m vaak lage chlorideconcentraties voorkomen omdat het water in een periode zonder chlorideverontreiniging is geïnfilterd. Vooral zoet water met een leeftijd van meer dan 1000 jaar heeft in het algemeen een zeer laag chloridegehalte (<20 mg/l of < 10 mg/l).

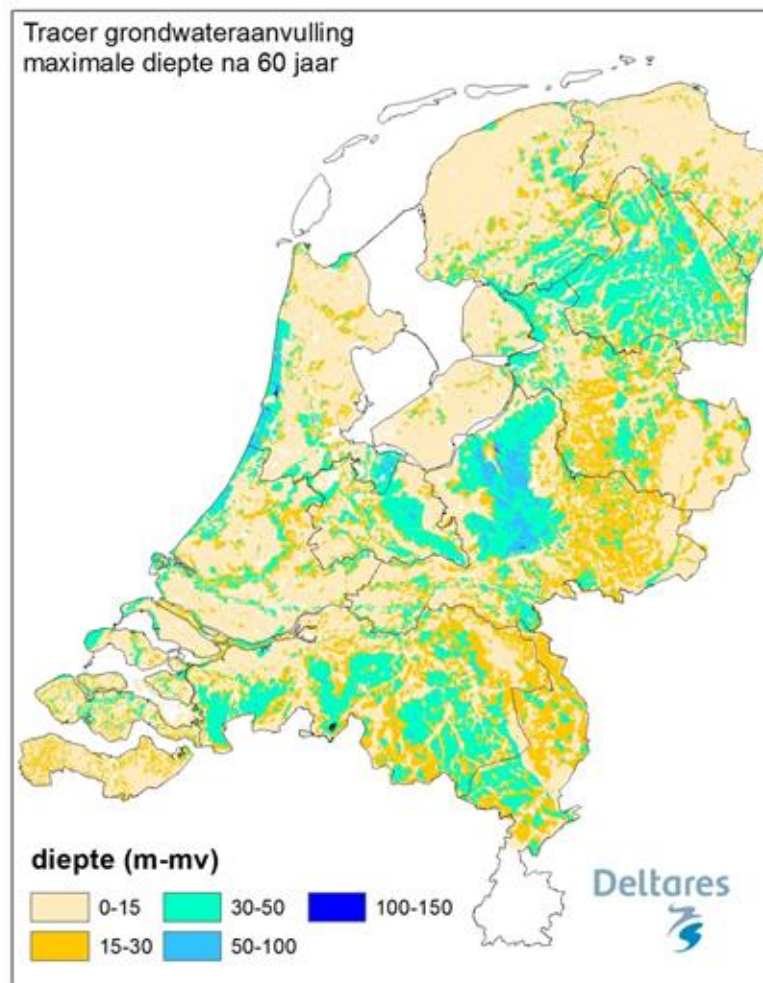


Figuur 2.1: Diepte van het grensvlak tussen water met een chlorideconcentratie hoger en lager dan 1000 mg/l. Diep zoet grondwater komt vooral voor in de Roerdaalslenk, onder de Veluwe en in zuidwest Friesland (Bron Stuurman et al. 2006). De meest recente versie van de breukenkaart is gebruikt om het zoete water in de Roerdal Slenk te begrenzen (afbeelding rechts)

Afbakening op landelijke schaal van gebieden met een chlorideconcentratie van minder dan 150 mg/l bleek moeilijk. Het onderscheid tussen water met een concentratie onder en boven de 150 mg/l grens is niet te maken met geo-electrische metingen, die een belangrijke pijler zijn onder de zoet-zout kaart. Daarom is toevlucht genomen tot de grens van 1000 mg/l chloride die wel verantwoord is te maken. Zoekgebieden voor watervoorraden van hoge kwaliteit bevinden zich dan ook in de blauwe gebieden in Figuur 2.2. Ondiep grondwater in deze gebieden kan echter van beduidend mindere kwaliteit zijn door de indringing van verontreinigingen, waaronder meststoffen, stedelijke verontreinigingen etc. Daarom is ook nagegaan tot welke diepte deze verontreinigingen potentieel kunnen zijn doorgedrongen.

2.4 Potentiële doordringing van menselijke verontreinigingen (criterium 2)

Figuur 2.3 geeft aan tot hoe diep een verontreiniging vanaf maaiveld kan zijn gekomen in de afgelopen 60 jaar bij grondwateraanvulling vanuit landbouw, bos en stedelijke gebieden. Op basis van het stromingsveld van het NHI-Modflow, het grondwatermodel van het Nationale Hydrologisch Instrumentarium, is een transportberekening uitgevoerd met MT3D op landelijke schaal waarbij een tracer is toegevoegd aan infiltrerend water⁴.



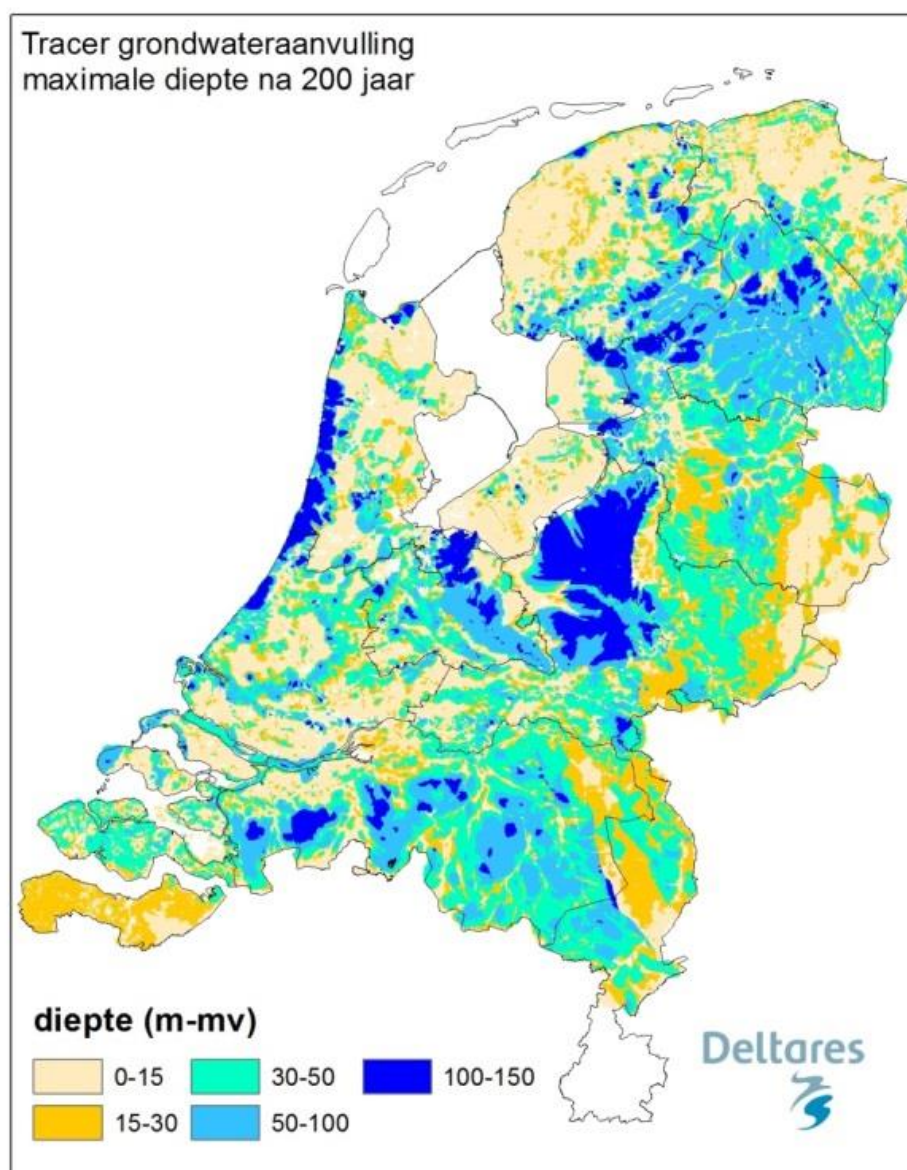
Figuur 2.3: Potentiële doordringingsdiepte van verontreinigingen vanaf maaiveld op basis van 60 jaar infiltratie vanuit bos-, landbouw- en stedelijke gebieden. De grens van 60 jaar komt in 2014 ongeveer overeen met de start van de intensieve landbouw.

Uit de kaart blijkt dat potentieel in een deel van het zoete grondwater uit Figuur 2.2 verontreinigingen aanwezig zijn, met name in de infiltratiegebieden die in Figuur 2.3 in de kleuren groen en blauw zijn weergegeven. Deze infiltratiegebieden, of voedingsgebieden zijn op de uiteindelijke kaart met begrenzing van de NGR ook aangegeven, omdat ze iets van de kwetsbaarheid van de reserves laten zien. Over het dieptebereik dat in Figuur 2.3 is weergegeven is dus niet zozeer sprake van “oerwater” dat beschermd zou moeten worden, maar juist van recent geïnfiltreerd, mogelijk antropogeen beïnvloed water.

⁴ NHI versie 2.2 uit 2010 omdat deze eerder al voor parallel berekenen van transportprocessen geschikt is gemaakt waardoor dit soort berekeningen kunnen worden gemaakt. IN NHI 2.2. was Zuid-Limburg nog niet vertegenwoordigd.

2.5 200 jaar robuust zoet water (criterium 3)

Met behulp van het NHI-Modflow en een MT3D berekening is speciaal voor deze studie een kaart vervaardigd met de diepte waarop water na maximaal 200 jaar infiltratie terecht zou kunnen komen. Voor nieuwe verontreinigingen (emerging pollutants) geeft de kaart de maximale verbreidingsdiepte na 200 jaar aan. Als ervan uitgegaan dat antropogene beïnvloeding van het grondwater rond 1950 is geïntensiveerd, dan komt deze grens overeen met de diepte waarop bestaande antropogene beïnvloeding van het grondwater kan worden verwacht over ca. 140 jaar. De kaart is dus bedoeld om gebieden en grondwater uit te sluiten waar in de komende 140 tot 200 jaar via natuurlijke grondwaterstroming verontreinigingen terecht zouden kunnen zijn gekomen.



Figuur 2.4: Potentiele doordringingsdiepte van verontreinigingen vanaf maaiveld op basis van 200 jaar infiltratie vanuit bos-, landbouw- en stedelijke gebieden in de huidige, onveranderde stromingssituatie. Als we aannemen dat antropogene beïnvloeding van het grondwater rond 1950 is geïntensiveerd, dan komt deze grens overeen met de diepte waarop antropogene beïnvloeding van het grondwater kan worden verwacht over ca. 140 jaar.

Uit Figuur 2.4 blijkt dat water van minder dan 200 jaar oud vooral op grotere diepte kan komen onder de Veluwe, de Utrechts Heuvelrug en onder een aantal infiltratiegebieden in westelijk Noord-Brabant, Overijssel en Drenthe, alsmede in de duinstrook. In die gebieden kan water dat op dit moment infiltreert in 200 jaar de 100 m dieptegrens passeren. Het zijn de gebieden waar weinig sloten en drainagemiddelen aanwezig zijn die water al ondiep afvoeren en waar zich ondieper dan 100 m geen dikke kleilagen bevinden die de verticale stroming hinderen en water ondiep laten afbuigen naar ontwateringsmiddelen.

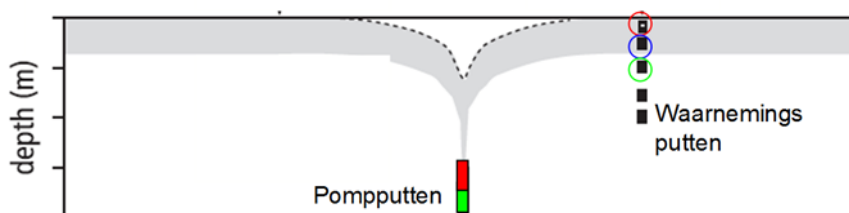
Voor de oostelijke en zuidelijke zandgebieden geldt dat op de meeste plaatsen aanvulling met in de laatste 200 jaar geïnfilterd water plaatsvindt tot een diepte van minimaal 30 tot maximaal 100 m diepte. Alleen in de eerdere genoemde gebieden waar water dieper dan 100 m infiltreert in 200 jaar is sprake van een grotere kwetsbaarheid van het grondwater voor nieuwe verontreinigingen, waarmee in de afkadering van de kandidaat Nationale Grondwater Reserve (NGR) rekening is gehouden.

De “200 jaar kaart” is met name gebruikt om in de dwarsdoorsneden de *bovengrens* van de kandidaat NGR aan te geven. Water dat binnen 200 jaar kan worden vervangen wordt op die manier niet tot de NGR gerekend. Opvallend is daarbij dat deze bovengrens in bijvoorbeeld het gebied van de Roerdalslenk (Midden en ZO Brabant) hoger ligt dan onder de Veluwe. Het water in de Roerdalslenk is door het voorkomen van kleilagen uit o.a. de Waalre Formatie beter beschermd tegen verontreinigingen van boven af.

2.6 Robuust na start winning (criterium 4)

Hoe robuust een kandidaat Nationale Grondwater Reserve zal zijn na start van een winning is kwalitatief geschat op basis van bestaande modelberekeningen en bestaande systeemkennis. Mogelijke bedreigingen zijn het optrekken van zout water (upconing) of lateraal aantrekken van zout water (Figuur 2.2), het aantrekken van verontreinigingen van boven af (Figuren 2.3 en 2.4) en het optreden van structurele sterke daling van de stijghoogte in geval van onvoldoende aanvulling (mining in strikte zin). In de praktijk zijn dus vooral de criteria 1 t/m 3 worden gebruikt voor de begrenzing van de reserves en wordt criterium 4 achteraf gebruikt om eventueel gebieden alsnog uit te sluiten als de hydrogeologische situatie daar aanleiding toe geeft.

Juist in de directe omgeving van pompputten kan optrekken van zout water uit diepere ondergrond (mining) als het aantrekken van jong, verontreinigd grondwater van bovenaf in verstrekte mate optreden. De kaarten van de Figuren 2.3 en 2.4 geven een indicatie van de diepte van jong, eventueel antropogeen beïnvloed water na 60, respectievelijk 200 jaar aan. In de directe omgeving van een pompput kan, als er geen beschermende kleilagen aanwezig zijn, dit water versneld naar de pompput worden getrokken. Het is één van de redenen waarom juist in pompputten vaak het eerste verontreinigingen met bestrijdingsmiddelen worden aangetoond (Figuur 2.5). Uitsluiten van de 200 jaarszone uit Figuur 2.4 garandeert dus niet dat er niet binnen 10 jaar na start onttrekking een verontreiniging kan worden aangetrokken. Iets soortgelijks geldt voor het optrekken van zout water uit de ondergrond.



Figuur 2.5 .Het versneld aantrekken van jong, mogelijk verontreinigd water (grijs water) bij een productieput. Naar Broers et al. 2012.

2.7 Begrenzing van brak water dat mogelijk als reserve kan worden benut

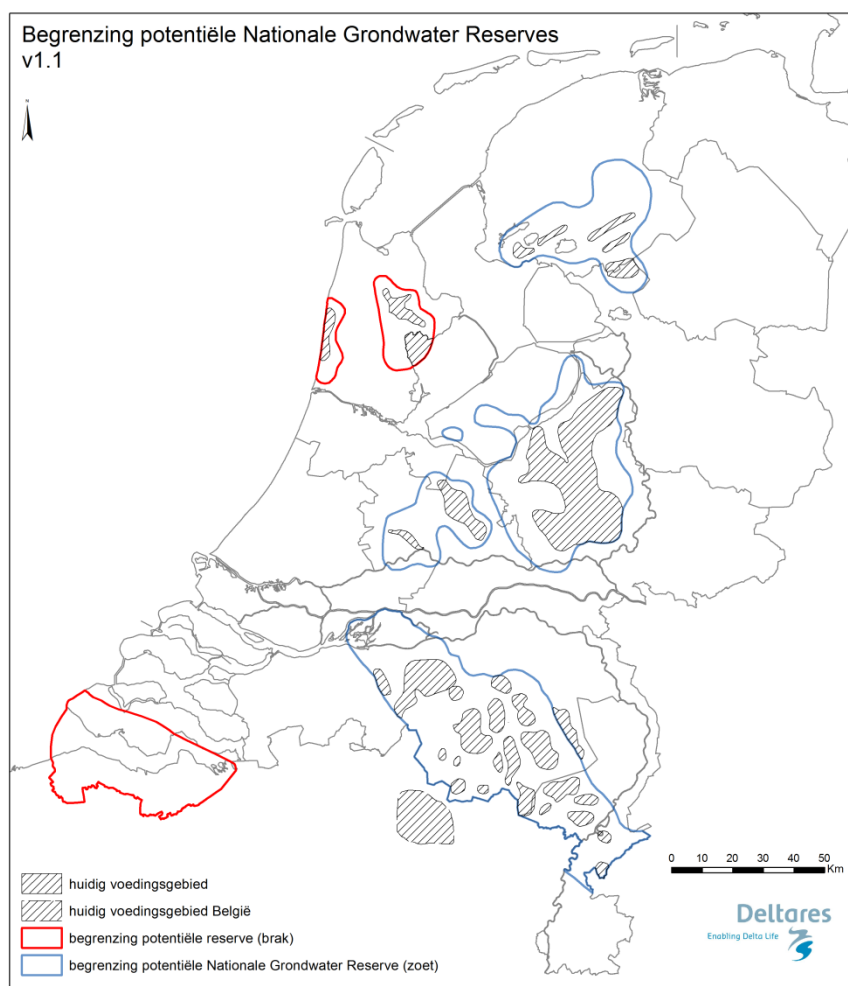
Naast de globale positie van de genoemde zoete grondwaterreserves hebben we geprobeerd ook een aanduiding te geven van de ligging van voorraden brak water die in de verdere toekomst mogelijk als voorziening bij rampen zouden kunnen worden benut, en waarvan kan worden overwogen ze aan te wijzen als nationale reserve of als regionale strategische voorraad. Het idee was dat met name water met een chlorideconcentratie tussen de 150 en 1000 mg/l geschikt kan zijn om via omgekeerde osmose om te vormen tot drinkwater. Een hogere chlorideconcentratie kan worden overwogen, maar is op dit moment nog niet als potentiële bron in het vizier.

Om deze brakke voorraden te begrenzen is een verschilkaart gemaakt van de diepte van het 150 mg/l en het 1000 mg/l grensvlak. Bij die analyse bleek dat het onderscheid 150 mg/l en 1000 mg/l in landelijke dataset eigenlijk niet voldoende verantwoord te maken is, doordat beide grensvlakken met onzekerheid gepaard gaan. Beide grensvlakken zijn gemaakt door interpolatie van gegevens uit verschillende bronnen, waaronder geo-electrische metingen, chloridemetingen in waarnemingsfilters en boorgatmetingen. Om de brakke voorraden beter te begrenzen is meer werk nodig, waarbij onder andere het voorkomen van inversies van brak en zoet water in de ondergrond zou moeten worden betrokken. Op basis van de huidige analyses zijn het licht brakke en zoete water in de “zoetwaterbel van Hoorn” als mogelijke voorraad in beeld gebracht, alsmede het diepere zoete grondwater in de hellende aquifer onder de Boomse Klei in Zeeuws Vlaanderen (zie Figuur 3.1).

3 Kaart met begrenzing kandidaat Nationale Grondwater Reserves

In Figuur 3.1 is het resultaat van de analyse samengebracht. De kandidaat Nationale Grondwater Reserves (NGR) bevinden zich in:

- I. De diepere delen van de Roerdal Slenk in Brabant en Limburg.
- II. Het diepere zoete grondwater onder de Veluwe met uitlopers onder Flevoland.
- III. Het diepere zoete grondwater onder de Utrechtse Heuvelrug met uitlopers naar het westen.
- IV. Het diepere zoete grondwater in het zuidwesten van Friesland en onder het Gaasterland.



Figuur 3.1: Begrenzing van de kandidaat Nationale Grondwater Reserves (blauwe omlijning), van de mogelijke brakke reserves (rode omlijning) en van de huidige voedingsgebieden van die bij deze reserves en voorraden horen.

Deze kandidaat NGR verschillen onderling aanzienlijk wat betreft leeftijdsopbouw, waterkwaliteit en water betreft de kwetsbaarheid in relatie tot verontreinigingen “van boven” en het optrekken van zout water uit de diepere ondergrond. De kandidaat NGR's worden in hoofdstuk 4 besproken, waarbij voor zover mogelijk is aangegeven wat het totale volume is en uitgaande van een ingeschatte waterbalans welke mogelijke bedreigingen van deze voorraden bestaan, zodat er informatie beschikbaar komt over de kwetsbaarheid van de Nederlandse ondergrond en het hydrologische systeem.

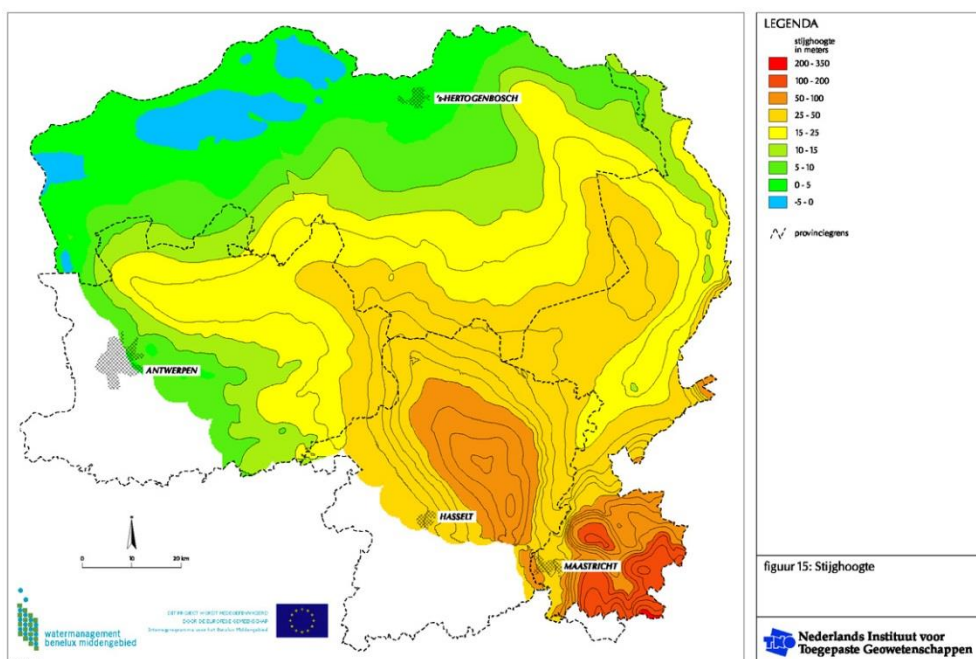
In grote lijnen wordt de kandidaat NGR I Roerdal Slenk aan de bovenzijde beschermd door dikke slecht doorlatende lagen waarbij het water in de kandidaat NGR is geïnfiltreerd in een ver verleden (2.000 tot meer dan 30.000 jaar geleden) onder een ander stromingsregime. Deels geldt dit ook voor het water in kandidaat NGR II Veluwe, met name voor de uitlopers onder Flevoland. De kandidaat NGR's II, III en IV hebben aan de bovenzijde minder dikke slecht doorlatende lagen en zijn van bovenaf dus wat minder goed beschermd. De laag zoet grondwater is in deze gebieden wel relatief dik.

Behalve de zoete kandidaat NGR's is in dit rapport ook geprobeerd de brakke watervoorraden in beeld te brengen. Op basis van de beschikbare informatie (zie paragraaf 2.7) zijn op dit moment de zoetwaterbel van Hoorn en omgeving en het diepere zoete grondwater in de hellende aquifer onder de Boomse Klei in Zeeuws Vlaanderen als mogelijke voorraadlocatie aangeduid. Daarnaast beschrijven we een potentiële reserve onder het IJsselmeergebied die ons in ziens nadere studie verdient.

4 Beschrijving van de onderscheiden kandidaat Nationale Grondwater Reserves

4.1 Kandidaat NGR Roerdal Slenk

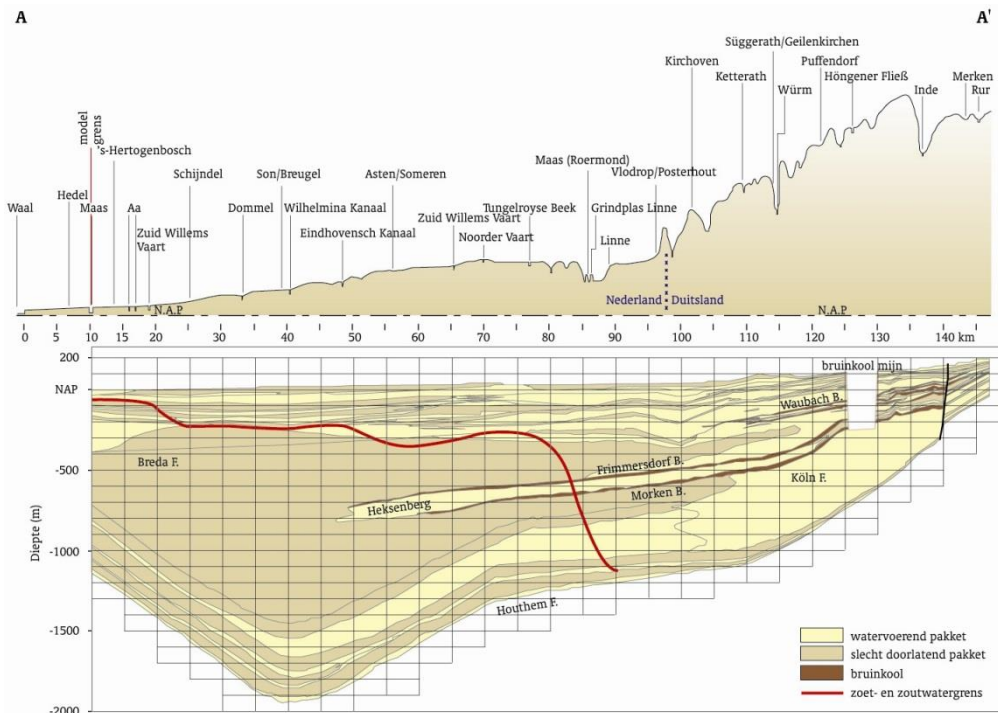
In de Limburgse en Noord-Brabantse Roerdalslenk bevindt zich rond Den Bosch het oudste grondwater van Nederland. Het grondwater heeft hier op verschillende plaatsen geen of zeer lage C14 activiteit. Dit wijst op leeftijden tussen de 3.000 en 15.000 jaar, waarbij in het Noordwesten van de Slenk zelfs mogelijk water van 30.000 jaar oud voorkomt.



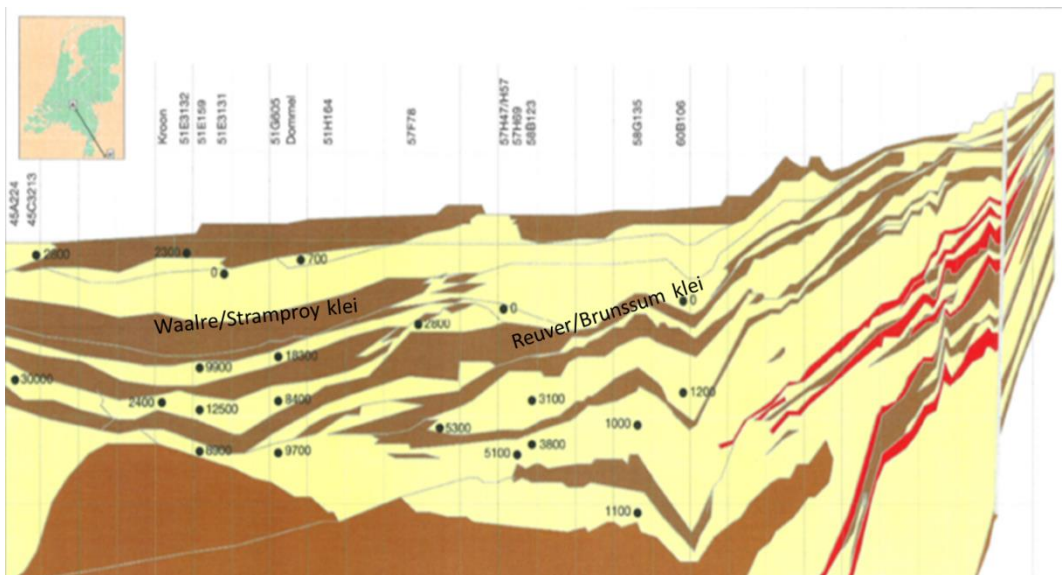
Figuur 4.1: Isohypsenspatroon van het grondwater in Vlaanderen, Limburg en Noord-Brabant.

Dit grondwater is hoogstwaarschijnlijk geïnfiltreerd op het Kempisch Plateau in België, en noordwaarts de Roerdalslenk binnen gestroomd. Daarnaast lijkt een tweede landsgrens overschrijdende component vanuit Duitsland aanwezig te zijn. Dit water infiltreerde lang geleden in het relatief hoog gelegen Duitse deel van de Roerdalslenk. Als gevolg van de jarenlange bruinkoolwinning in, en rond dit gebied, is ons deze stromingscomponent ontvallen. Het diepe grondwater lijkt nu zelfs vanuit Nederland weer naar Duitsland terug te stromen (Stuurman et al. 2008). Een derde infiltratie zone voor het diepe grondwater bevindt rond de waterscheiding van de Maas en de Brabantse beken, rond de dekzandruggen bij Weert. Hier gaan op grote diepte de terrestrische (zeer) grofzandige Kiezeloooliet Formatie over in mariene grofzandige en schelpenrijke Formatie van Oosterhout.

De combinatie van de oorspronkelijke stromingscomponent vanuit Duitsland, en de aanwezigheid van grotendeels terrestrische afzettingen verklaart dat ten zuiden van Roermond tot op meer dan 500 meter zoet grondwater voorkomt. Een andere plaats waar het water tot grote diepte is verzoet is het gebied ten zuiden van Eindhoven (zie Figuur 2.2). Dit water heeft zijn herkomst waarschijnlijk in het bovengenoemde Kempisch Plateau in Vlaanderen.



Figuur 4.2: Ondergrondopbouw en zoet-zout grensvlak in de Roerdal Slenk tussen Keulen en Den Bosch



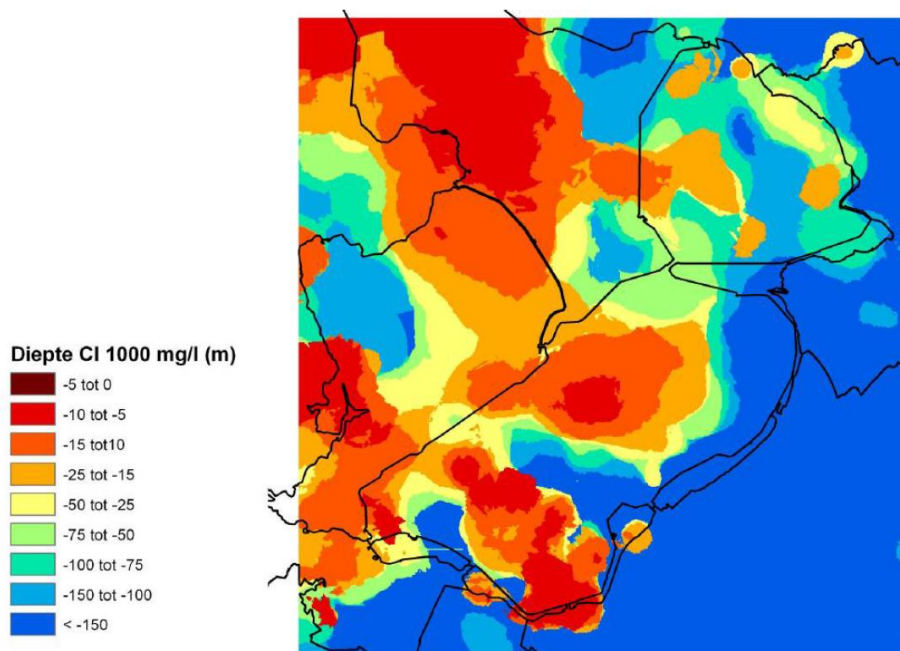
Figuur 4.3: De ouderdom van het grondwater in de Roerdal Slenk, op basis van C14 bepalingen (in jaren) met aanduiding van de belangrijkste beschermende kleilagen (Nolte 1996).

Deze niet-beïnvloede watervoorraden worden aan de bovenkant beschermd door zeer slecht doorlatende kleilagen (Brunssum kleien, Waalre/Stramproy kleilagen). Zie ook Figuur 4.9 waarin de kandidaat NGR is de diepte is begrensd.

Ook in westelijk Noord-Brabant bevindt zich oud grondwater, dat daar wordt beschermd door de zogenaamde Kallo kleilaag, tegenwoordig Laag van Wouw genoemd. De voorraden in westelijk Brabant zijn in dit rapport niet specifiek onderscheiden als NGR, maar zouden daarvoor eventueel in aanmerking kunnen komen.

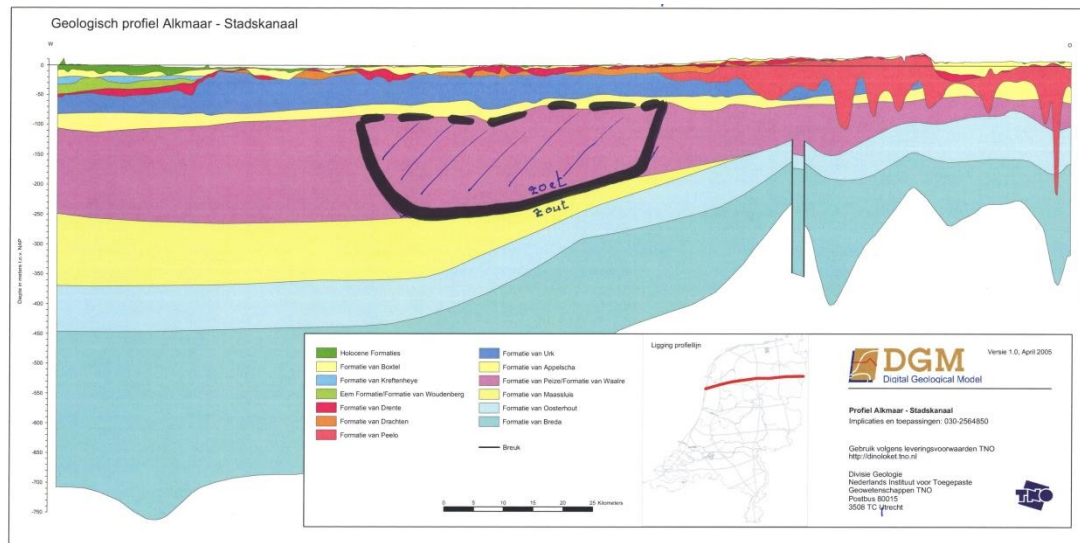
4.2 Kandidaat NGR Veluwe e.o.

De stuwwallen van de Veluwe vormen één van de belangrijkste infiltratiegebieden in Nederland. De onderliggende mariene afzettingen zijn als gevolg van deze infiltratie grotendeels verzoet. Op grote diepte schrijdt deze verzoeting nog steeds heel langzaam voort. Het geïnfiltreerde regenwater kwelt in de Eem-, IJssel- en Rijn valleien rond de Veluwe, maar ook aan de noordkant, waarbij een deel van dit water voorheen tot ver noordwaarts onder Zuiderzee stroomde, en nu o.a. wordt gebruikt voor de drinkwatervoorziening in de Flevopolders. Dit water heeft een leeftijd van duizenden jaren.



Figuur 4.4: Diepte van het grensvlak 1000 mg/l in en rond het IJsselmeergebied (Oude Essink e.a., 2008)

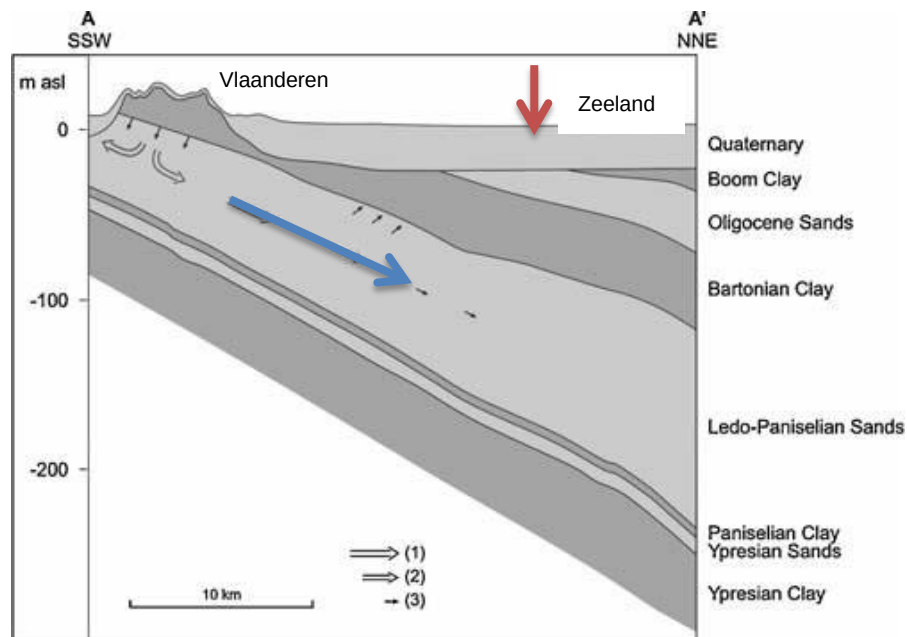
In figuur 4.5 is deze grondwatervoorraad in de diepte begrensd. De bovenzijde is het 200 jaar reistijdvlak, zoals weergegeven in Figuur 2.4, de onderzijde het zoet-brak grensvlak uit Figuur 2.2. Deze grondwatervoorraad wordt niet beschermd door zeer slecht doorlatende kleilagen. Wel is een groot oppervlak van de infiltratiegebieden gekenmerkt door een natuurlijke begroeiing.



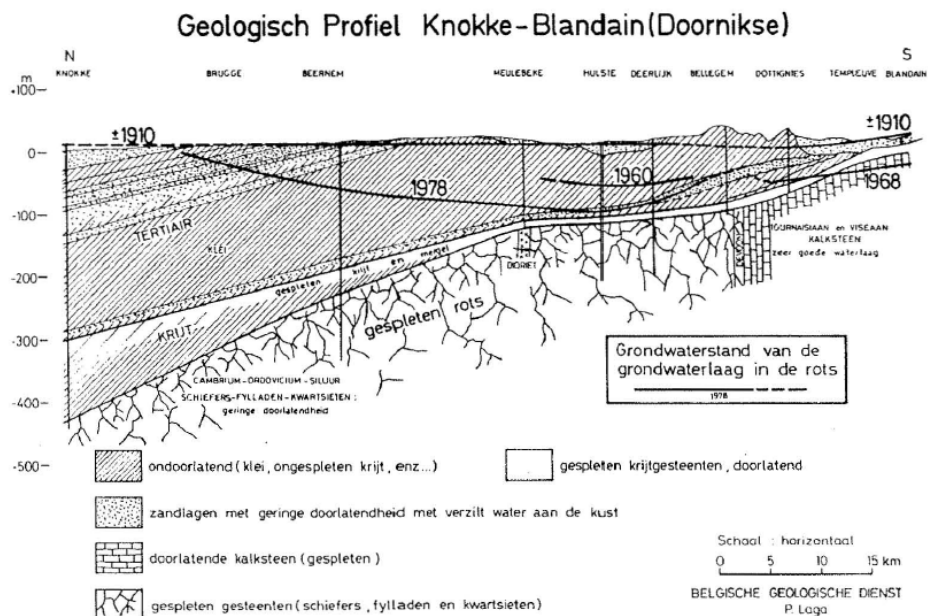
Figuur 4.6: De begrenzing van de NGR in Zuidwest Friesland. De bovengrens wordt gevormd door de 200 jaar grens uit Figuur 2.4, de ondergrens door het 1000 mg/l chloride vlak (Figuur 2.2).

4.5 Brakke reserve Zeeland onder Boomse Klei

Onder Zeeuws-Vlaanderen en Walcheren wordt zoet tot brak grondwater aangetroffen in de aquifer onder de Boomse klei (F. van Rupel). Met name in oostelijk Zeeuws-Vlaanderen bevindt zich daar nog zoet water (Goes en Vernes, 2010). Dit water is duizenden jaren geleden geïnfiltreerd in het relatief hoog gelegen zandgebied van Vlaanderen. De aquifer wordt zowel aan de bovenzijde, als de onderzijde begrensd door zo goed als ondoorlatende Tertiaire kleilagen. Daarom was (en is) deze aquifer beschermd voor verzilting van bovenaf tijdens de Holocene verzilting van Zeeland. Daarnaast is deze grondwatervoorraad ook beschermd tegen de enorme stijghoogte dalingen als gevolg van (industriële) grondwateronttrekkingen in de Vlaamse sokkel (kalklagen aan de top van het harde gesteente). Op verschillende plaatsen wordt dit grondwater onttrokken voor industrieel (o.a. Vlissingen) of agrarisch gebruik. De precieze omvang van de reserve en de kwaliteit van het water is niet goed bekend, doordat het aantal boringen en peilbuizen die deze aquifer bereiken ten noorden van Zeeuws-Vlaanderen beperkt is (Goes en Vernes, 2010). Het is de vraag hoe voeding van dit grondwaterlichaam zich verhoudt tot de historische situatie voorafgaand aan grondwateronttrekkingen in Vlaanderen. Met andere woorden: wordt dit grondwaterlichaam nog gevoed?

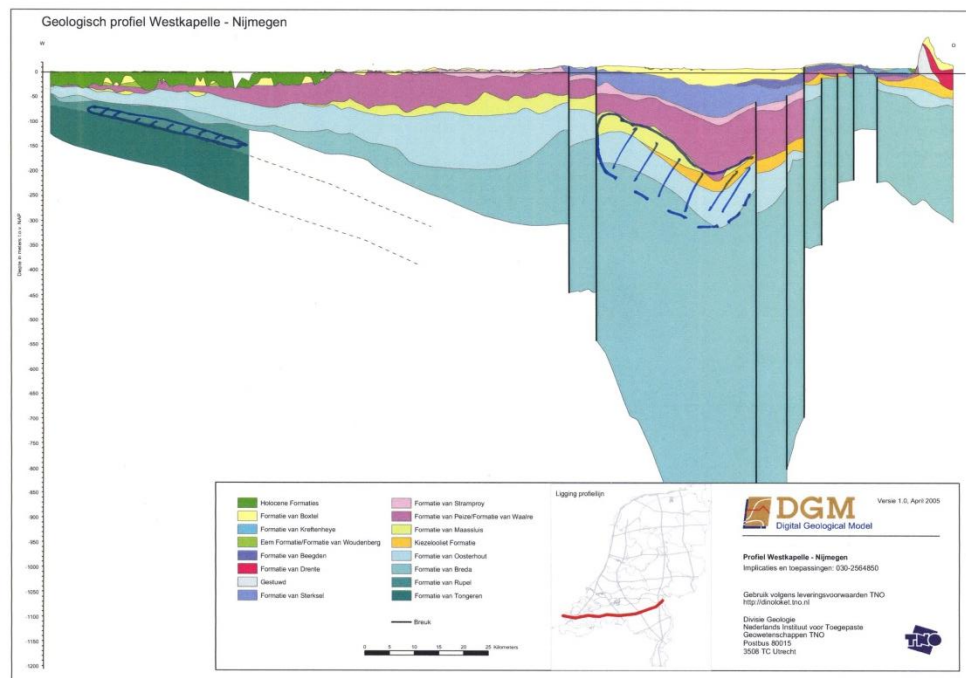


Figuur 4.7: Een ondergrond schematisatie, ongeveer loodrecht op de grens van Zeeuws-Vlaanderen met Vlaanderen. In de omgeving van Gent infiltreert regenwater, dat zeker in het verleden afstroomde in noordelijke richting.



Figuur 3.1: Een geologisch noord-zuid profiel over het poldergebied tussen de Franse- en Nederlandse grens

Figuur 4.8: Noord-Zuid profiel met ligging van Vlaamse Sokkel (kalksteen) en de stijghoogte daling door industriële grondwateronttrekking.

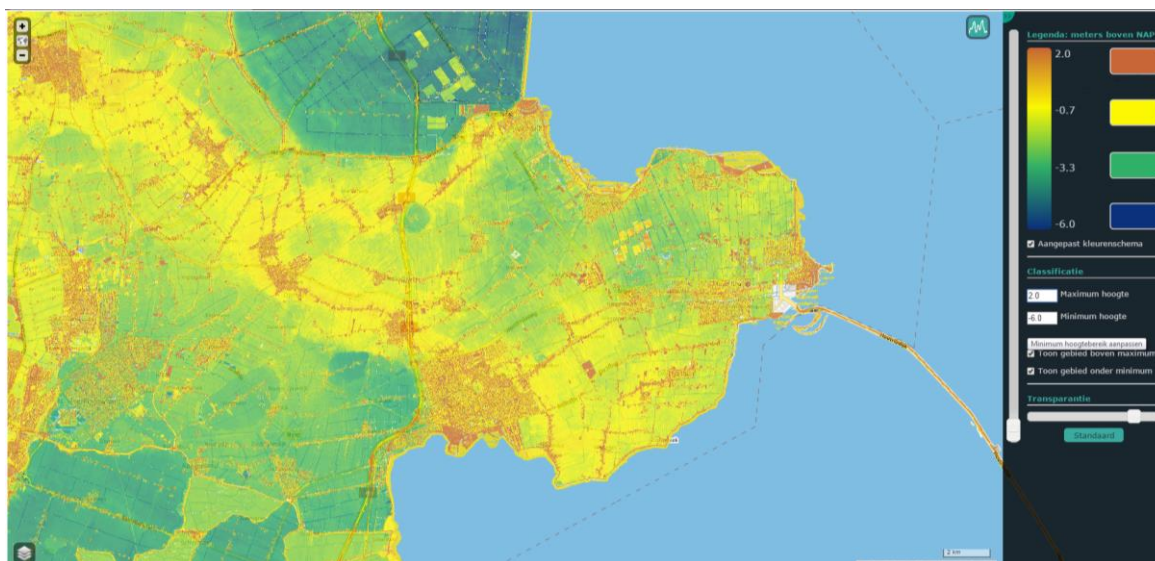


Figuur 4.9: Begrenzing van kandidaat NGR lin de Roerdal Slenk (oostelijke deel dwarsdoorsnede) en de brakke reserve onder Zeeuws-Vlaanderen en Walcheren (westelijk deel dwarsdoorsnede). De bovengrens wordt gevormd door de 200 jaar grens uit Figuur 2.4.

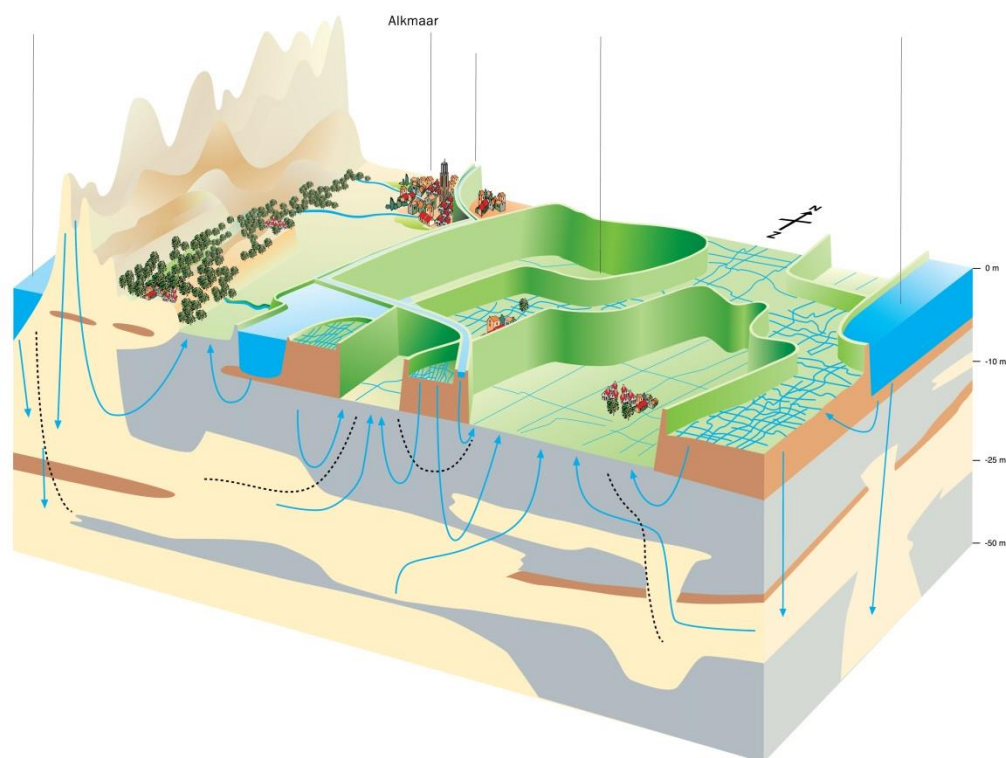
4.6 Brakke reserve Noord-Holland

Ten noorden en noordwesten van Hoorn bevindt zich een (ijzer- en methaanrijk) zoet tot brak grondwaterlichaam, de zogenaamde “Zoetwaterbel van Hoorn”. Er hebben al verschillende studies naar het ontstaan, de begrenzing en de gebruiksmogelijkheden van deze grondwatervoorraad plaats gevonden. Deze grondwatervoorraad is waarschijnlijk ontstaan omdat plaatselijk een relatief brede kreekrug aanwezig is waar regenwater, of mogelijk water vanuit (hoog-)veenkussens infiltreerde en/of nog infiltreert. De aanleg van droogmakerijen, en vooral de Wieringermeer, heeft invloed op de begrenzing van dit lichaam. De infiltratie in dit gebied is versterkt door de relatief nieuwe, lage omliggende gebieden. Het ondiepe grondwaterlichaam wordt buiten de kreekrug grotendeels beschermd door de Holocene deklaag.

Een tweede brakke reserve ligt rond de duinen tussen Castricum en Bergen. Het zoete duinwater stroomt grotendeels richting de droogmakerijen, en vormt hier een duinwaterbel die geleidelijk van zoet naar brak water overgaat. Een deel van het duinwater stroomt ook zeewaarts af, waar het in een zone van enkele honderden meters onder de zeebodem opstijgt. Het is niet bekend hoe groot deze voorraad langs de gehele Nederlandse zeekust bedraagt, en of deze wellicht in de toekomst te gebruiken is.



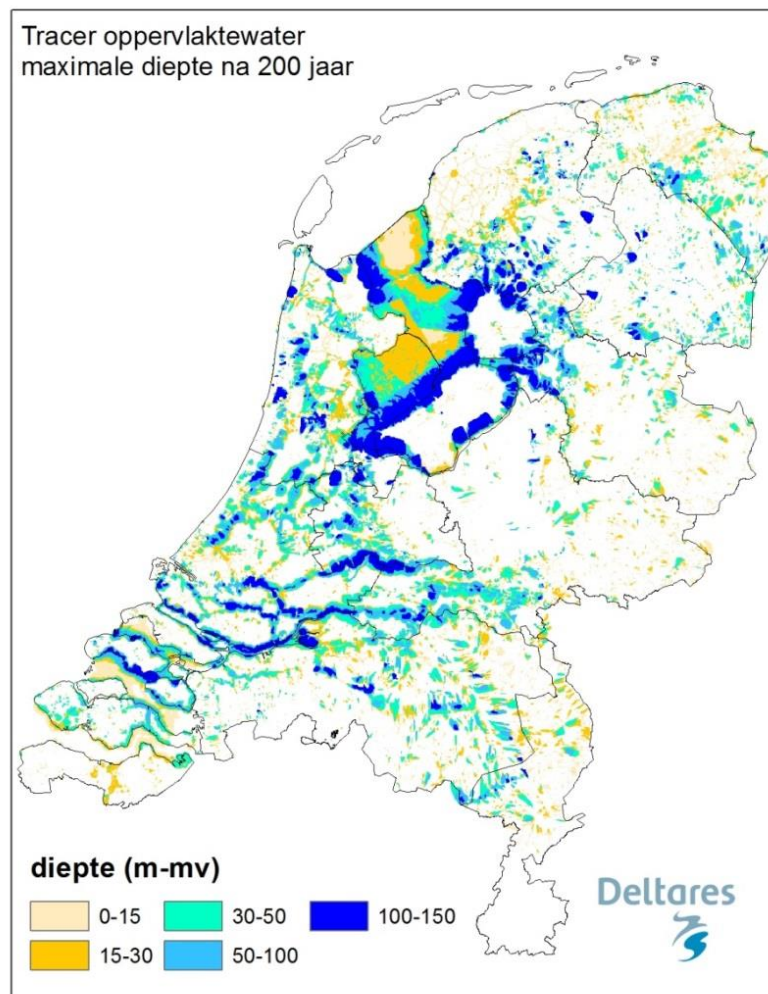
Figuur 4.10: Ligging van de brede, relatief hoog gelegen, kreekrug tussen Hoorn en Schagen. Rond deze kreekrug ligt een zoet-brak grondwaterlichaam.



Figuur 4.11: De grondwatersituatie in Noord-Holland in de omgeving tussen Castricum en Bergen.

4.7 Potentiële reserve onder het IJsselmeer

Bij het vervaardigen van de 200 jaar kaart (Figuur 2.4) is ook een indicatieve berekening gemaakt van de mate waarin oppervlaktewater in het Nederlandse grondwater infiltreert over een periode van 200 jaar (Figuur 4.12). Duidelijk is dat infiltratie vanuit oppervlaktewater een belangrijke voedingsbron is van grondwater, bijvoorbeeld in het rivierengebied, waar van die voeding ook gebruik gemaakt wordt in oevergrondwaterwinningen.



Figuur 4.12: Potentiële doordringingsdiepte van verontreinigingen vanuit infiltrerend oppervlaktewater op basis van 200 jaar infiltratie vanuit meren en rivieren in de huidige, onveranderde stromingssituatie. Als we aannemen dat antropogene beïnvloeding van het grond- en oppervlaktewater rond 1950 is geïntensiveerd, dan komt deze grens overeen met de diepte waarop antropogene beïnvloeding van het grondwater kan worden verwacht over ca. 140 jaar. Deze figuur geeft voor het IJsselmeergebied een eerste indicatie, maar is nog niet gebaseerd op de jongste NHI berekeningen waarin het IJsselmeergebied op een betere manier is geparametriseerd.

Figuur 4.12 geeft een indicatie dat ook in het IJsselmeergebied, en met name juist NW van Flevoland infiltratie tot grote diepte plaats kan vinden van zoet IJsselmeerwater. Hoewel de ondergrond van het IJsselmeer zelf veel brak water bevat zal op termijn een verdringing van dat brakke water door zoet water plaats vinden. In dit rapport identificeren wij dat zich hier een potentiële strategische watervoorraad bevindt die voor de NGR mogelijk van groot belang kan zijn. Analooq aan oevergrondwaterwinning zou *grondwaterwinning* onder het IJsselmeergebied gebruik kunnen maken van de grote buffer van zoet water uit het IJsselmeergebied, terwijl gebruik gemaakt wordt van het zuiverend en filterend vermogen van de ondergrond. Potentieel wordt ook het kwelbezwaar in de droogmakerijen daarmee verminderd. Mogelijk is het nodig om hier nieuwe concepten van gecombineerde brak- en zoetwaterwinning toe te passen (Zoethouderconcept e.d.) om met voldoende rendement te winnen. De mogelijkheden hiertoe zouden nader kunnen worden onderzocht, o.a. gebruik makend van nieuwe scenarioberekeningen met het geactualiseerde NHI model van het IJsselmeergebied.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Drinkwater en STRONG

Het ministerie streeft ernaar om de doelen qua drinkwaterbeleid zoals verwoord in de Beleidsnota Drinkwater op een goede manier in te brengen in de Structuurvisie Ondergrond (STRONG). Onlangs is aangegeven dat de drinkwatervoorziening een activiteit is van nationaal belang en als zodanig in het STRONG proces een plaats moet krijgen. Winning van grondwater voor de drinkwaterproductie is immers één van de activiteiten in de ondergrond die zou moeten worden afgewogen tegen andere activiteiten zoals opslag van water, warmte en stoffen in de ondergrond, de winning van water voor andere doeleinden zoals beregening van gewassen en de winning van fossiele brandstoffen. Om de drinkwaterfunctie goed in te brengen in het STRONG proces is in 2014 een ruimtelijke inventarisatie uitgevoerd van 4 typen informatie:

1. Ligging van grondwaterbeschermingsgebieden, waaronder de bestuurlijk vastgelegde 25 en 100 jaar zones.
2. De ligging van door de provincies als kaderstellende partij aangewezen voorraden grondwater met één of andere vorm van bescherming, waaronder bijvoorbeeld boringsvrije zones, en milieubeschermingsgebieden.
3. De ligging van grondwatervoorraden die kansrijk zijn om aan een verdere groei in drinkwaterbehoefte te voorzien op een termijn van ca. 25 jaar.
4. De ligging van gebieden met dieper grondwater van hoge kwaliteit die mogelijk in aanmerking als kandidaat Nationale Grondwater reserve met als doel de nationale veiligheid te waarborgen op de zeer lange termijn.

De ruimtelijke inventarisatie van de in de punten 1 tot en met 3 genoemde gebieden is uitgevoerd door het RIVM en wordt apart gerapporteerd (Van der Aa et al. 2014). In de RIVM studie is nagegaan waar gebieden zijn aan te wijzen die mogelijk in aanmerking komen als strategische watervoorraden, met als specifieke doel het borgen van voldoende drinkwaterproductiecapaciteit voor de komende 25 jaar. In de RIVM studie zijn kansrijke gebieden geïnventariseerd die bedoeld zijn om te bespreken met regionale overheden en betrokken partijen. Ook is een verkenning uitgevoerd van de toekomstige behoefte aan drinkwater voor de komende 25 jaar om na te gaan of uitbreiding van wincapaciteit mogelijk is aan de orde is.

De ruimtelijke inventarisatie van punt 4, de kandidaat Nationale Grondwater reserves, is uitgewerkt in het voorliggende rapport. De studie is parallel uitgevoerd aan het genoemde RIVM onderzoek. Het is de bedoeling om beide resultaten van deze landelijke inventarisaties in te brengen in het STRONG proces en zorgvuldig te bespreken met regionale overheden en betrokken partijen. Binnen STRONG zullen dan beslissingen worden genomen of Strategische Watervoorraden en/of Nationale Grondwater Reserves daadwerkelijk bestuurlijk zullen worden aangewezen.

5.2 Kandidaat Nationale Grondwater Reserves

In de Beleidsnota Drinkwater wordt aangegeven dat het *“naar aanleiding van toenemende bedreiging en de mogelijke gevolgen van extreme (crisis)scenario's voor de openbare drinkwatervoorziening nodig is om op nationale schaal grondwatervoorraden te identificeren en te beschermen die onder al deze omstandigheden onaangetaast blijven”*. De onderhavige studie draagt hieraan bij door een eerste aanzet te geven van gebieden die zouden kunnen worden aangewezen als “Nationale Grondwater Reserve”. Nationale Grondwater Reserves hebben als doel om de nationale veiligheid te borgen in geval van grootschalige crisissituaties en maatschappelijke ontwrichting, zoals kernrampen, grootschalige overstromingen, zeer langdurige droogtes en/of microbiële besmettingen. Idee is dat bij dergelijke grootschalige

crisisscenario's een beroep kan worden gedaan op reserves van grondwater met hoge ouderdom die zodanig beschermd zijn dat ze op de lange termijn een veilige bron van drinkwater vertegenwoordigen. Daarnaast is het vanuit duurzaamheidsoverwegingen wenselijk om zuinig om te gaan met voorraden en deze veilig te stellen voor de lange termijn om hoge waterstress op nationaal niveau te kunnen ondervangen.

Nationale Grondwater Reserves (NGR's) dienen om in zo'n extreme situatie de drinkwatervoorziening langdurig te waarborgen en vormen daarmee een factor in de nationale veiligheid zoals dijken dat tegen overstroming doen. Er is daarmee de noodzaak om zeker te weten dat 1) deze NGR's veilig blijven in de toekomst en 2) inzetbaar zijn gedurende de periode dat de ramp normaal functioneren van de drinkwatervoorziening blokkeert. In dit rapport zijn de volgende kandidaat Nationale Grondwater Reserves geïdentificeerd:

- I. De diepere delen van de Roerdal Slenk in Brabant en Limburg.
- II. Het diepere zoete grondwater onder de Veluwe met uitlopers onder Flevoland.
- III. Het diepere zoete grondwater onder de Utrechtse Heuvelrug met uitlopers naar het westen.
- IV. Het diepere zoete grondwater in het zuidwesten van Friesland en onder het Gaasterland.

Daarnaast is aangegeven dat er zich een grote potentiële reserve bevindt onder het IJsselmeergebied, die mogelijk al in de komende 25 jaar zou kunnen worden benut, en daarmee niet zozeer als kandidaat NGR in beeld is, maar als toekomstige "Strategische Grondwatervoorraad" zou kunnen worden aangemerkt, passend in de derde categorie voor inbreng in het STRONG proces (zie paragraaf 5.1).

5.3 Aandachtpunten voor de beleidsvertaling

Om na te gaan waar zich water bevindt dat veilig blijft in geval van een langdurige ramp is gebruik gemaakt van bestaande gegevens over voorkomen van zoet water en de leeftijd en kwaliteit van dat water. De analyse is ondersteund met modelberekeningen waarin is nagegaan hoe diep water in een tijdsbestek 200 jaar in de ondergrond kan doordringen. De met dat model berekende verblijftijden geven dus een indicatie voor het veilig blijven van het afgebakende deel van het grondwater in de nabije toekomst op basis van de huidige situatie van onttrekkingen, waterbeheer en klimaat. Zo gauw in een calamiteuze situatie water gaat worden onttrokken uit de NGR's zal de stromingssituatie wijzigen en daarmee de werkelijke verblijftijd van het water (zie paragraaf 2.6). Indien geen beschermende kleilagen aanwezig zijn kan bij onttrekking uit de hier afgebakende "60 jaar verblijftijdzone van Figuur 2.3" al heel snel water worden aangetrokken dat beduidend jonger is, met name in situaties waarin geen beschermende kleilagen aanwezig zijn. Mogelijk stromen de eerste waterdeeltjes water in de directe omgeving van de onttrekkingsputten zelfs 100 x sneller toe dan hier berekend. Dit betekent een reductie van de duur van de veiligheid in geval van calamiteuze onttrekkingen met een factor 100. Ruw geschat levert een zone met 60 jaar verblijftijd dan slechts minder dan 1 jaar veilige calamiteuze onttrekking, een zone met 200 jaar verblijftijd een 2 jaar veilige calamiteuze onttrekking. Omdat NGR's bedoeld zijn voor langdurige crisisscenario's (kortdurende kunnen snel worden opgelost) is in deze studie uitgegaan van minimaal 200 jaar, maar heeft ouder water met een leeftijd van duizenden jaren de voorkeur.

Een hoge leeftijd van grondwater duidt op een tot nu toe goede bescherming tegen menselijke beïnvloeding. Oud grondwater bevindt zich dus op een veilige plek waar het grondwater zonder menselijk ingrijpen ter plaatse niet op korte termijn zal veranderen van kwaliteit. Deze reserves met oud water zijn dus veilig voor gebruik in calamiteuze situaties en daarmee waardevol vanuit het oogpunt van nationale veiligheid. Menselijk gebruik doet deze voorraad afnemen en er is in feite sprake van mining doordat het water wordt vervangen door jonger en mogelijk menselijk beïnvloed water (zie ook Broers & Griffioen 2012⁵). Daarom wordt aanbevolen om dergelijke reserves met oud grondwater in het kader van STRONG een aparte positie te geven en bijvoorbeeld uitsluitend te benutten voor hoogwaardige toepassingen zoals de drinkwatervoorziening. Overigens geeft de Beleidsnota Drinkwater in paragraaf 8.6 zelf al aan dat een restrictief beleid nodig is ten aanzien van onder meer perforatie en/of onttrekkingen, zodat ook toekomstige generaties de beschikking houden over diepe voorraden.

In de huidige stromingssituatie wordt veel water onttrokken of stroomt ondiep af naar intensieve drainagestelsels. Daardoor vindt aanzienlijk minder aanvulling van de diepere aquifers plaats dan in het verleden. Met de toenemende waterbehoefte van land- en tuinbouw en de andere vormen van gebruik van de diepere ondergrond lijkt ook een toename van gebruik van het oude grondwater op te treden. Beleidsmatig zouden daarom maatregelen zoals een verdringingsreeks voor gebruik van oud water kunnen overwogen, of een speciale status in beschermingsbeleid zodat de reserves duurzaam kunnen worden benut.

Relevant is om ook na te gaan hoe het staat met veiligheid van de oude reserves over een periode van 100 jaar in de toekomst, waarbij klimaatverandering, een toename van onttrekkingen, de grotere benutting van de ondiepe en diepe ondergrond voor bijvoorbeeld Warmte-Koude Opslag (WKO), geothermie, en winning van fossiele brandstoffen tot veranderingen in stromingspatronen en verontreinigingspatronen kunnen leiden. Deels zou dat kunnen worden uitgezocht met scenarioberekeningen met bijvoorbeeld NHI, deels ook door te inventariseren welke bedreigingen gepaard gaan met oude, verlaten putten voor winning van fossiele brandstoffen en met nieuwe en toekomstige installaties.

Uit de kaart van Figuur 3.1 blijkt dat de kandidaat Nationale Grondwater Reserves in ruimtelijke zin niet evenredig over Nederland zijn verdeeld. Om deze reserves inzetbaar te maken bij extreme crisisscenario's, in de zin van rampen die de draagkracht van afzonderlijke drinkwaterbedrijven te boven gaan, is het nodig om in één of andere vorm een koppeling te bewerkstelligen van leidingnetwerken van de verschillende waterleidingmaatschappijen.

De in hoofdstuk 3 en 4 beschreven NGR's herbergen een groot volume aan water dat voor crisisscenario's beschikbaar is. In de Slenk (NGR I) en onder de Veluwe en Utrechtse Heuvelrug (NGR II en III) bevindt zich beide volgens ruwe schatting circa 1 miljard m³ water, in Friesland (NGR IV) is dat een orde grootte minder, maar de potentiële reserve onder het IJsselmeer is zelfs nog een orde van grootte groter. Natuurlijk is de techniek waarmee onttrokken wordt maatgevend voor de productie en is nadere uitwerking daarvan noodzakelijk.

⁵ Broers, H.P. and J. Griffioen (2012). *Grondwaterstress – Wat nu? En Hoe dan?* **Bodem** (4):14-16

De in dit rapport geïdentificeerde kandidaat NGR's vormen een eerste aanzet op basis van een beperkt budget. Van bepaalde delen van de kandidaat NGR's kunnen wij op dit moment nog niet aangeven wat de winbaarheid is van het zoete water (bijvoorbeeld diep in de Roerdalslenk), van andere delen kennen we de leeftijden van het water nog niet goed. Aanbevolen wordt daarom om de kandidaat NGR's in de toekomst gericht nader te karakteriseren, deels op basis van bestaande en mogelijk nieuwe (meet)gegevens en deels via modelonderzoek.

5.4 Aanbevelingen voor technisch-inhoudelijke uitwerking

Het wordt aanbevolen om nog een aanvullende inspanning te doen alvorens kandidaat NGR's in het STRONG proces worden aangemerkt als NGR. Een aantal aspecten verdient daarbij nog nadere aandacht:

- In principe kan het precieze volume van de afgebakende kandidaat NGR preciezer worden gekwantificeerd en is het mogelijk om de aanvulling van de NGR vanuit infiltratie en boven- en onderliggende aquifers te kwantificeren met het bestaande modelinstrumentarium.
- Nog niet alle hier beschreven kandidaat NGR's zijn afdoende gekarakteriseerd op basis van winbaarheid (doorlaatvermogen), waterkwaliteit, voorkomen van gasen in het grondwater (methaan) en/of leeftijdsopbouw. Dit kan alsnog geschieden, deels door gegevens uit databases nader te bewerken, deels door het gebruik van bestaande grondwatermodellen zoals NHI en deels door aanvullend (veld)onderzoek.
- Het is bijvoorbeeld aan te bevelen om modelberekeningen van de 200 jaar verblijftijd te confronteren met daadwerkelijk gemeten leeftijden van grondwater om op die manier de begrenzing van de kandidaat NGR's nog aan te scherpen
- Aanbevolen wordt ook de verblijftijdsberekeningen nogmaals uit te voeren met de nieuwste versie van het NHI. Dat levert voor een aantal gebieden, met name rond het IJsselmeer, een verbetering op van de afbakening. Op die manier kan ook beter in beeld worden gebracht of de potentiële grote reserve onder het IJsselmeergebied in de toekomst kan worden benut voor de drinkwatervoorziening.
- Met het model is nu de situatie doorgerekend voor de huidige stromingssituatie. In de komende 100 jaar zal deze stromingssituatie wijzigen. Hiervoor zou een aantal scenario's kunnen worden opgesteld om de robuustheid van de afbakening te toetsen. Ook kunnen daarbij de effecten van een aantal maatregelen op de instandhouding van de kandidaat NGR's worden gesimuleerd, alsook de effecten maatregelen die tot doel hebben om meer water vast te houden, te bergen en de grondwateraanvulling te vergroten.
- Tenslotte is het aanbevolen om een scenariostudie uit te voeren waarbij de inzet van de onttrekkingen bij een ramp uit de kandidaat NGR's wordt gesimuleerd en wordt nagegaan in hoeverre het optrekken van zout water of het naar beneden trekken van antropogeen beïnvloed water de operationele looptijd van een rampen- of crisiswinning kan beperken.

6 Literatuur

- Broers, H.P. and J. Griffioen (2012). *Grondwaterstress – Wat nu? En Hoe dan? Bodem* (4):14-16
- Broers H.P., R. Heerdink, A. Visser and A. Marsman (2012). *Aquatempo: grondwaterdatering voor waterwinningen*. TNO rapport 2012-R10374.
- Broers & Lijzen (2013). *Afwegingen bij het gebruik van grondwater en ondergrond*. Deltares rapport 1207762-0162013
- Goes, B.J.M en R. W. Vernes (2010). *REGIS Zeeland. Deelrapport C: Zoet, brak en zout grondwater*. TNO rapport 034-UT-2010-01833/A.
- Grift et al., 2012. *3D-landelijke modellering van grondwaterkwaliteit met NHI 2.2*. H2O 18: 38-41
- Ministerie Infrastructuur en Milieu (2014). *Beleidsnota Drinkwater. Schoon drinkwater voor nu en later*
- Nolte A. (1996) *Hydrogeochemie van de Centrale en Roerdal Slenk en het optreden van diepe kwel*. TNO rapport GG-R90-96 B.
- Oude Essink G., Ch. Klepper, P. de Louw & E. van Baaren (2008) *Zoet en zout Grondwater in de Provincie Flevoland. Stromingen (vakblad Nederlandse Hydrologische Vereniging) 14 (2008) nummer 3*.
- Provincie Zeeland (2010). *Ontwerp-planherziening omgevingsplan Zeeland. Europese Kaderrichtlijn Water. Hoofdrapport, Milieudoelstellingen water 2010-2015*
- Schilling, K.E., R.R. Anderson, D.W. Peate, J.A. Dorale and W.C. Alexander Jr. (2015). *Mining unique soft old water within the Manson Impact Structure, Iowa, USA*. *Hydrogeology Journal* 23:95-103
- Stuurman R.J. (2004). *Een verkenning naar de interactie tussen diep, paleogeen grondwater en ondiep grondwater in de provincie Noord-Brabant*. TNO-rapport NITG 04-222-B0909
- Stuurman et al., 2008. *TNO-rapport 2008-U-R0074/B Toekomst van de Nederlandse grondwatervoorraad in relatie tot klimaatverandering*.
- Tangena B.H.(2014) *Behoeftedekking Nederlandse drinkwatervoorziening 2015-2040 : Rapport t.b.v. Verkenning grondwatervoorraden voor drinkwater*. RIVM Rapport 2014-0006
- Van der Aa et al. (2014) *Grondwatervoorraden voor drinkwater. Tussenrapportage 28 oktober 2014*.