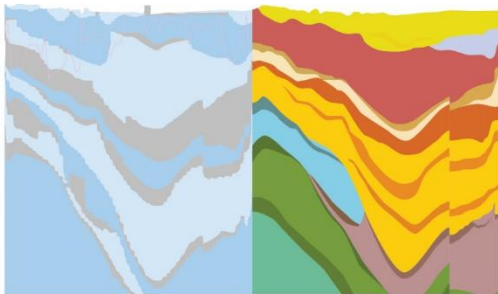


# Analyse winbaarheid - kwaliteit

Deelrapportage 5b van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves



## **Analyse winbaarheid - kwaliteit**

Deelrapportage 5b van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves

### **Auteur(s)**

Jan Gunnink (TNO)

Marielle van Vliet (TNO)

Willem Jan Zaadnoordijk (TNO)

### **Partners**

TNO

Deltares

## Analyse winbaarheid - kwaliteit

Deelrapportage 5b van project 3D-kartering Nationale Grondwater Reserves

<b>Opdrachtgever</b>	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
<b>Contactpersoon</b>	Reinout Ogilvie
<b>Referenties</b>	Kenmerk: 31174433, Referentie: 4500329490
<b>Trefwoorden</b>	NGR, drinkwatervoorziening, lange termijn, grondwater

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	0.1
<b>Datum</b>	25-01-2024
<b>Projectnummer</b>	11207846-003
<b>Document ID</b>	TNO 2024 R10182 11207846-002-BGS-0009
<b>Pagina's</b>	36
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

### Auteur(s)

	Jan Gunnink (TNO)	
	Mariëlle van Vliet (TNO) Willem-Jan Zaadnoordijk (TNO)	

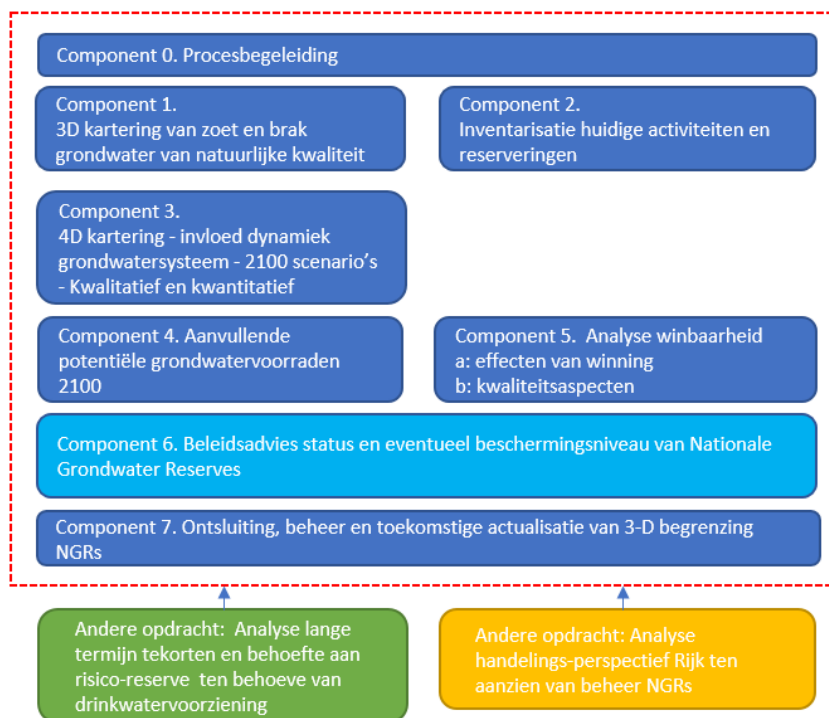
# Inhoud

<b>1</b>	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Het NGR-proces</b>	<b>7</b>
2.1	Aanleiding en context	7
2.2	De relatie tussen de componenten van het NGR-project	7
2.3	Inbreng belanghebbenden bij het NGR-proces	8
2.4	Deze rapportage	9
<b>3</b>	<b>Aanpak</b>	<b>10</b>
3.1	Inleiding	10
3.2	Databronnen	11
3.3	Kwaliteitscontrole en voorbereiding	12
<b>4</b>	<b>Resulterende database</b>	<b>13</b>
4.1	Inleiding	13
4.2	Kaarten en statistieken	13
4.3	Consistentie NGR zoet/brak/zout grens met gemeten chloride	31
<b>5</b>	<b>Discussie</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>33</b>
6.1	Conclusies	33
6.2	Aanbevelingen	33
<b>7</b>	<b>Referenties</b>	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>Ondertekening</b>	<b>35</b>
	<b>Bijlage 1 Begrippenlijst</b>	<b>36</b>

# 1 Samenvatting

In de Beleidsnota Drinkwater (2014) is het concept van Nationale Grondwater Reserves (NGRs) geïntroduceerd met als doel om natuurlijk kapitaal te beschermen ten behoeve van de drinkwatervoorziening in de verre toekomst en in geval van grootschalige en meerjarige crisissituaties. Dit in aanvulling op de Aanvullende Strategische Voorraden (ASVs) waar de provincies verantwoordelijk zijn voor het borgen van de bronnen voor de drinkwatervoorziening op de middellange termijn (2040). Een eerste zeer globale aanzet voor NGR gebieden is opgenomen in de structuurvisie ondergrond (STRONG 2018).

In 2022 heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat opdracht gegeven aan Deltares en TNO om een gedetailleerd 3D-beeld van de NGRs uit te voeren. Het project is opgedeeld in 7 componenten (zie figuur 1.1).



Figuur 1.1. Samenvatting van de verschillende componenten van het project en relatie met andere uitgevoerde studies (groen en geel).

Dit document is een van de twee rapportages van component 5 (Winbaarheid) van het project "3D-kartering Nationale Grondwater Reserves". Deze rapportage beschrijft onderdeel b: kwaliteitsaspecten. Onderdeel a: effecten van winning wordt separaat gerapporteerd.

De bouwstenen uit de componenten 1 tot 5 zijn ondersteunend voor het proces dat moet leiden tot een advies voor begrenzing van NGRs met een voorstel voor een gepast beschermingsregime afgestemd op het doel van de NGR (component 6).

In Component 5 wordt een analyse uitgevoerd naar de winbaarheid van de potentiële NGRs. Het doel hiervan is om tot een nadere afbakening te komen van de potentiële NGRs voor de beleidsdoelen reserve voor calamiteiten en reserve voor structurele drinkwatervoorziening op de lange termijn. Dit rapport belicht de waterkwaliteitsaspecten van de winbaarheid. Het heeft als doel om de natuurlijke kwaliteit van het grondwater te karakteriseren met aspecten die van invloed kunnen zijn op het gebruik ervan. Dit is besproken op een van de NGR-werksessies (op 4 juli 2023). Daarbij werd de hypothese geopperd dat er geen gebieden uitgesloten behoeven worden aan de hand van de grondwaterkwaliteit. Daarnaast kan de grondwaterkwaliteit een aanwijzing geven voor de benodigde zuivering of welke NGRs makkelijker ingezet kunnen worden bij een calamiteit.

Bij deze werksessie is een oproep gedaan om relevante data aan te leveren en naar aanleiding daarvan hebben de waterbedrijven Vitens en Oasen data beschikbaar gesteld. Naast deze waterkwaliteitsgegevens van Vitens en Oasen, zijn data gebruikt van [Grondwatertools.nl](https://www.grondwatertools.nl) (de viewer [Grondwaterkwaliteit-In-Beeld](#)), de DINO-database (Noord-Nederland) en de Basisregistratie Ondergrond.

Hiermee is een grote dataset met veel parameters voorhanden. De algemene eisen, die aan het grondwater voor de Nationale Grondwaterreserves (NGRs) zijn gesteld, verzekeren een basiskwaliteit van het grondwater. Criteria zijn geformuleerd wat betreft het zoutgehalte en de leeftijd van het grondwater. In samenspraak met de stakeholders is gekozen voor de volgende chloride gehalten om het grondwater te karakteriseren:

- < 150 mg/L: zoet
- 150 – 5000 mg/L: brak
- > 5000 mg/L: zout

Verder is een leeftijds criterium gebruikt om uit te sluiten dat in het grondwater verontreinigingen van antropogene oorsprong voorkomen. Hierbij zijn 3 leeftijdsklassen gedefinieerd:

- < 150 jaar,
- 150-250 jaar en
- > 250 jaar.

De grens van 150 jaar is gekozen om daarmee uit te sluiten dat water dat na 1950 is geïnfiltreerd in 2100 (de maximale tijdshorizon waar in dit project mee wordt gerekend) een potentiële NGR bereikt. Hierbij geldt de aanname dat vanaf 1950 de grootschalige landbouw en industrialisatie invloed kan hebben op de grondwaterkwaliteit. Om rekening te houden met de mogelijkheid dat stedelijke gebieden mogelijk een bron van verontreinigingen kunnen zijn vóór 1950 is er tevens een leeftijdsklasse > 250 jaar gebruikt.

Bekende aandachtstoffen in oud grondwater (>150 jaar, zowel zoet als brak) zijn bekeken: arsenen, nikkel, aluminium, lood, boor, sulfaat en ijzer. Op basis van deze parameters kan de hypothese bevestigd worden: de beschikbare grondwaterkwaliteitsinformatie geeft geen aanleiding om nationale grondwaterreserves (NGRs) in te perken wat betreft winbaarheid.

De kwaliteit bepaalt de benodigde zuiveringsinspanning en is zodoende van belang bij het ontwikkelen van een winning om een NGR in te zetten voor calamiteitenonttrekking of structurele winning. In het geval van inzet van een NGR bij calamiteit verdient het de voorkeur om, indien mogelijk, een locatie te kiezen waar de zuiveringsinspanning minimaal wordt ingeschat.



## 2 Het NGR-proces

### 2.1 Aanleiding en context

In de Beleidsnota Drinkwater (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014) is het concept van Nationale Grondwater Reserves (NGRs) geïntroduceerd met als doel om natuurlijk kapitaal te beschermen ten behoeve van de drinkwatervoorziening in de verre toekomst en in geval van grootschalige en meerjarige crisissituaties. Dit in aanvulling op de Aanvullende Strategische Voorraden (ASVs) met als doel om bronnen voor de drinkwatervoorziening op de middellange termijn (2040) te borgen. Provincies zijn verantwoordelijk voor de ASVs.

Een eerste aanzet voor NGR gebieden is opgenomen in de Structuurvisie ondergrond (STRONG 2018). Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) heeft nu behoefte aan een gedetailleerd 3-dimensionaal beeld van de NGRs, en heeft Deltares en TNO opdracht gegeven voor de werkzaamheden die uitgevoerd moeten worden om te komen tot dit 3D beeld. Deltares en TNO werken hierin nauw samen.

Het NGR-project is opgedeeld in 8 componenten (zie figuur 1.1). De verschillende componenten/deelprojecten leveren de bouwstenen om uiteindelijk tot een advies over begrenzing en eventuele bijbehorende bescherming van NGRs te komen.

### 2.2 De relatie tussen de componenten van het NGR-project

In *Component 1* wordt een 3D-kartering uitgevoerd van de grondwatervoorraden in de ondergrond van Nederland die in potentie geschikt zijn als NGR. Daarin wordt onder andere de geologische opbouw, de zoet-brak-zout grensvlakken en de ouderdom van het grondwater bekeken, zonder dat op basis van specifieke criteria al harde keuzes gemaakt worden over de begrenzing. Dat gebeurt in een later stadium. In *component 2* wordt een inventarisatie gemaakt van huidig gebruik en van (mogelijk toekomstig) reserveringen waarmee rekening gehouden moet worden bij de begrenzing van de NGRs en/of de ontwikkeling van eventueel beleid om NGRs te beschermen. Daarbij gaat het bijvoorbeeld om gebieden die in het kader van de energietransitie mogelijkheden bieden om geothermie te ontwikkelen.

Omdat het grondwatersysteem een dynamisch systeem is, kijken we in *component 3* ook naar de invloed van lange termijn ontwikkelingen op het grondwatersysteem (tijdshorizon 2100).

In *component 4* onderzoeken we mogelijke andere grondwatervoorraden zoals kwelwater uit polders of grondwater onder het IJsselmeergebied. Het is van belang om een beeld te hebben van deze alternatieve bronnen, omdat hiermee de mogelijk toekomstige inzet van NGR beperkt kan worden.

In *component 5* wordt een analyse uitgevoerd naar de winbaarheid van de potentiële NGRs.

De verschillende onderdelen van dit project moeten eind 2023/begin 2024 leiden tot een advies voor begrenzing van NGRs en een advies ten aanzien van bescherming van die reserves (*component 6*).

Om rekening te kunnen houden met de verschillende belangen is een brede klankbordgroep in het leven geroepen. *Component 0* gaat over het proces met de klankbordgroep. *Component 7* gaat over de ontsluiting van de data en bestanden via een online viewer. Deze onderdelen lopen parallel met de andere componenten en worden niet afzonderlijke gerapporteerd.

Het NGR 3D-kartering project staat niet op zichzelf. Er zijn weliswaar grote volumes aan grondwater van goede kwaliteit aanwezig in de ondergrond, maar eventueel gebruik van deze voorraden heeft consequenties. Zo kunnen grondwateronttrekkingen bijdragen aan verdroging van natuur en vanuit die optiek wordt bijvoorbeeld in Noord-Brabant ingezet op een reductie van grondwateronttrekking. Inzet van NGRs voor de structurele drinkwatervoorziening op lange termijn ligt hier dus niet voor de hand. Omdat de druk op ons watersysteem toeneemt, zetten partijen als de drinkwaterbedrijven, provincies en het Rijk ook juist in op waterbesparing om de groei in drinkwatervraag te verminderen. Het is duidelijk dat we dus zuinig en slim met NGR voorraden om moeten gaan om onze omgeving niet onnodig te belasten en dit natuurlijk kapitaal ook voor toekomstige generaties beschikbaar te houden. Parallele initiatieven van het Rijk, provincies en/of drinkwaterbedrijven, gericht op bijvoorbeeld waterbesparing, gebruik van andere bronnen en strategische samenwerking geven hier invulling aan en beleid ten aanzien van eventueel toekomstige benutting van NGRs moet in die context beschouwd worden.

## 2.3 Inbreng belanghebbenden bij het NGR-proces

Deltares en TNO voeren de NGR-studie uit in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) en het project wordt begeleid door een Begeleidingsgroep met vertegenwoordigers van IenW, Binnenlandse Zaken, het ministerie van Economische Zaken en Staatstoezicht op de Mijnen (SodM). Gezien de verantwoordelijkheden en belangen van andere partijen is daarnaast een brede klankbordgroep in het leven geroepen. De klankbordgroep bestaat naast bovengenoemde organisaties uit vertegenwoordigers van elke provincie, elk drinkwaterbedrijf, koepelorganisaties zoals VNG, UvW, IPO en Vewin, de bodemenergie en geothermie sector en de Inspectie voor Transport en Leefomgeving.

De rol van de klankbordgroep is tweeledig: Enerzijds om optimaal gebruik te kunnen maken van de kennis die beschikbaar is bij partijen in de klankbordgroep. Hiertoe zijn op gezette momenten werksessies georganiseerd met de klankbordgroep. Daarnaast is het zaak om betrokken partijen zorgvuldig te informeren over het NGR traject en om feedback te vragen op de aanpak en (tussen)resultaten, om zodoende tot breed gedragen resultaten te komen. Hiervoor zijn gedurende de looptijd van het project een aantal klankbordgroepoverleggen georganiseerd. In tabel 1.1 hieronder is een overzicht gegeven van de bijeenkomsten in het eerste en tweede projectjaar.

Om de informatievoorziening tussen partijen te vergemakkelijken is in het project naast de normale communicatiekanalen ook gebruik gemaakt van een online omgeving (sharepoint) om eenvoudig bestanden uit te wisselen en wordt (drie-dimensionale) ruimtelijke informatie via een webviewer beschikbaar gemaakt. Daarnaast draagt het ministerie van IenW vanaf het tweede projectjaar (2023) ter voorbereiding van de uiteindelijke besluitvorming ook zorg voor informatievoorziening op bestuurlijk niveau via het Bestuurlijk Overleg Water.



Tabel 1.1 Overzicht bijeenkomsten Klankbordgroep en Werksessies in 1<sup>e</sup> jaar van het project (periode maart 2022 – Maart 2024)

Maand	Sessie	Doel bijeenkomst
Maart 2022	Klankbordgroep	Startoverleg; bespreken en aanscherpen aanpak
Mei 2022	Werksessie	Component 1: Vaststellen werkwijze 3D kartering, inclusief facultatieve verdiepingsslag voor regiospecifieke zaken / differentiatie
Juni 2022	Werksessie	Component 2: Inventarisatie activiteiten huidig en toekomstig gebruik/ beslag ondergrond
Juni 2022	Klankbordgroep	Stand van zaken componenten 1, 2 en 3
September 2022	Werksessie Noord Werksessie Zuid	Component 1: 3-D Kartering zoet en brak grondwater van natuurlijke kwaliteit - Bespreken conceptresultaten kartering, aanscherpen criteria en verdere aanpak
November 2022	Klankbordgroep	Bespreken resultaten component 1, 2 en aanpak component 3
November 2022	Werksessie	Component 3: Bespreken resultaten en inbreng klankbordgroep
Januari 2023	Klankbordgroep	Bespreken eindresultaten componenten 1, 2 en 3. Vooruitblik naar werkzaamheden in tweede projectjaar0
Maart 2023	Werksessie	Gezamenlijk criteria vaststellen om de analyse winbaarheid uit te kunnen voeren en om tot technische begrenzing van de NGRs te komen, voor de 3 NGR-doelen (Natuurlijk kapitaal, calamiteiten en structurele drinkwaterwinning)
Juni 2023	Klankbordgroep	Bespreken voortgang van componenten 3, 4, 5, 6 en 7.. Speciale aandacht voor eerste resultaten van component 4 (aanvullende voorraden).
Juli 2023	Werksessie	Bespreken aanpak en te gebruiken criteria voor de winbaarheid tav kwantiteit en kwaliteit.
September 2023	Klankbordgroep	Inloop uurtje – vragen over resultaten en status activiteiten
Oktober 2023	Werksessie	Presenteren tussenresultaten van componenten 3,4 en 5. Vertaling analyse winbaarheid naar begrenzing NGRs en verkenning risico's voor NGRs en beleidsopties ter bescherming van NGRs.
November 2023	Werksessie	Bespreken conceptresultaten begrenzing NGRs en botsproeven.
Januari 2024 (in de planning)	Klankbordgroep	Bespreken resultaten uit opgeleverde rapporten voor componenten 3,4 en 5.
Februari 2024 (in de planning)	Werksessie	Bespreken eindresultaten begrenzing NGRs en beschermingsopties.

## 2.4 Deze rapportage

Voorliggende rapportage beschrijft de resultaten van **Component 5b: Kwaliteitsaspecten van winbaarheid** (voor de beleidsdoelen reserve voor calamiteiten en structurele drinkwatervoorziening op de lange termijn).

Hoofdstuk 3 beschrijft de aanpak. De resulterende database wordt gepresenteerd in hoofdstuk 4. Na de discussie in hoofdstuk 5 sluit hoofdstuk 6 het rapport af met conclusies en aanbevelingen.

## 3 Aanpak

### 3.1 Inleiding

De algemene eisen die aan het grondwater voor de Nationale Grondwaterreserves (NGRs) zijn gesteld verzekeren een basiskwaliteit. Hiervoor zijn criteria geformuleerd wat betreft het zoutgehalte van het grondwater en de leeftijd ervan. In samenspraak met de stakeholders is gekozen voor de volgende chloride gehalten om het grondwater te karakteriseren:

- < 150 mg/L: zoet
- 150 – 5000 mg/L: brak
- > 5000 mg/L: zout

In component 1 is het LHM-zoet/zout model gebruikt om de diepteligging van de zoet – brak – zout vlakken te construeren.

Verder is een leeftijdscriterium gebruikt om uit te sluiten dat in het grondwater verontreinigingen van antropogene oorsprong voorkomen. Hierbij zijn 3 leeftijdsklassen gedefinieerd: < 150 jaar, 150-250 jaar en > 250 jaar. De grens van 150 jaar is gekozen om daarmee uit te sluiten dat water dat na 1950 is geïnfilteerd in 2100 (de maximale tijdshorizon waar in dit project mee wordt gerekend) een potentiële NGR bereikt. Hierbij geldt de aanname dat vanaf 1950 de grootschalige landbouw en industrialisatie invloed kan hebben op de grondwaterkwaliteit. Om rekening te houden met de mogelijkheid dat stedelijke gebieden mogelijk een bron van verontreinigingen kunnen zijn vóór 1950 is er tevens een leeftijdsklasse > 250 jaar gebruikt. Er worden dus twee leeftijdscriteria beschouwd, >150 jaar en > 250 jaar.

Door de leeftijdscriteria zijn geen antropogene stoffen aanwezig en door de chloridegrenzen is de zoutconcentratie laag genoeg voor drinkwater (voor het zoete grondwater) of is de inspanning voor zuivering te overzien (voor het brakke grondwater). Bij het kwantitatieve onderzoek van de winbaarheid wordt voor de beleidsdoelen calamiteitenonttrekking of structurele winning ook verzekerd dat het onttrokken water gedurende een minimale leveringsduur aan deze voorwaarden blijft voldoen.

In het voorliggende rapport wordt het kwalitatieve deel van het onderzoek naar de winbaarheid beschreven. De belangrijkste doelstelling is om de natuurlijke kwaliteit van het grondwater te karakteriseren met aspecten die van invloed kunnen zijn op het gebruik ervan. Dit is besproken op de NGR-werksessie op 4 juli 2023. Dit leidde tot de hypothese dat er geen gebieden uitgesloten behoeven te worden als gevolg van grondwaterkwaliteit, maar dat de grondwaterkwaliteit hoogstens een aanwijzing kan geven voor de benodigde zuivering. Tevens kan worden nagegaan of NGRs ingezet kunnen worden bij een calamiteit zonder grote inspanning op het gebied van zuivering. Bovendien was de inschatting dat weinig data beschikbaar zijn op de NGR-dieptes (vaak dieper dan 150 m), waardoor er waarschijnlijk geen goede databasis is om NGRs op basis van waterkwaliteit verder in te perken.

Bij deze werksessie is een oproep gedaan om relevante data aan te leveren en naar aanleiding daarvan hebben de waterbedrijven Vitens en Oasen data beschikbaar gesteld.

## 3.2 Databronnen

Naast de waterkwaliteitsgegevens die door Vitens en Oasen zijn aangeleverd voor het NGR-onderzoek zijn data gebruikt van Grondwatertools.nl (de viewer [Grondwaterkwaliteit In Beeld](#)), de DINO-database (Noord-Nederland<sup>1</sup>) en de Basisregistratie Ondergrond (beschikbare data d.d. 18 sept 2023).

In Grondwatertools is data opgenomen van het Rivierengebied: langs de Maas, Rijn en IJssel, inclusief een kleine strook rondom dit gebied en de provincies Noord-Brabant en Limburg. Data is afkomstig van DINO (DINO-metingen en DINO-analyses), de drinkwaterbedrijven Vitens, Brabant Water, Oasen en Provincies Noord-Holland, Noord-Brabant en Limburg (zie viewer [Grondwaterkwaliteit in Beeld](#)).

tabel 3.1 geeft een overzicht van de omvang van de gegevens in deze databronnen.

Tabel 3.1 Overzicht gebruikte grondwaterkwaliteitsgegevens.

Databron	Aantal filters	Aantal parameters	Aantal meetwaarden
BRO	88689	58	Ca 870.000
DINO	10658	70	Ca 750.000
Grondwatertools	17632	70	Ca 1.8 miljoen
Oasen	302	54	Ca. 17.000
Vitens	7710	64	Ca 1.3 miljoen

Eventueel beschikbare antropogene parameters zoals bestrijdingsmiddelen en opkomende stoffen zijn niet meegenomen, omdat deze stoffen door het gekozen leeftijdsriteria niet in het grondwater van de NGRs aanwezig zullen zijn.

---

<sup>1</sup> De data in de DINO database buiten Noord-Nederland is reeds opgenomen in Grondwaterkwaliteit in Beeld.

### 3.3 Kwaliteitscontrole en voorbereiding

De beschikbare grondwaterkwaliteitsgegevens zijn geschikt gemaakt voor gebruik door de volgende stappen:

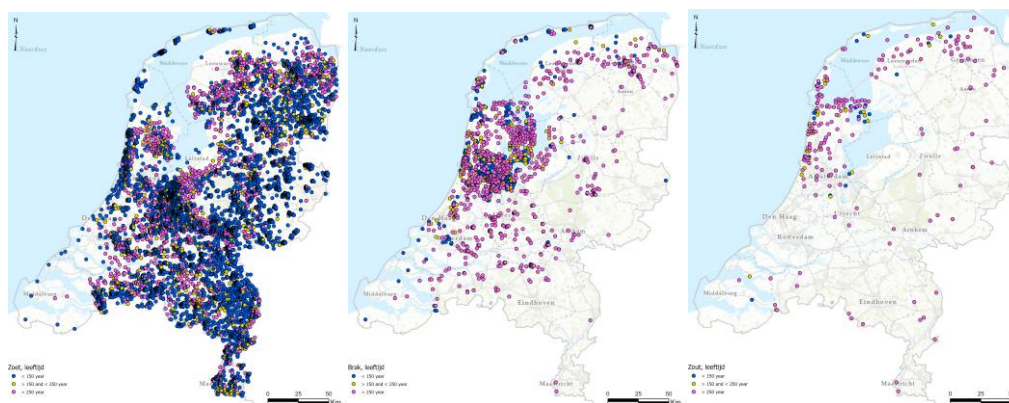
- Kwaliteitscontrole
  - o Aanwezigheid minimale metadata (coördinaten, putcode, filternummer, filterdiepten, bemonsteringsdatum)
  - o Controleren naamgeving stoffen en eenheden
  - o Consistentie:
    - coördinaten, maaiveldhoogte, filterdiepten
    - relatieve hoogtes maaiveld, bovenkant filter, onderkant filter
    - kwaliteitsparameters per monster (Berendrecht en van Vliet, 2020)
      - ionenbalans
      - pH in relatie tot Al
      - pH in relatie tot Zn
      - pH in relatie tot Cd
      - pH in relatie tot Cu
      - pH in relatie tot Ni
      - pH in relatie tot As
      - pH<3,5 of pH>10
      - Fe in relatie tot NO<sub>3</sub> (voor filters <3 meter)
  - o Dubbelingen
- Toevoegen metadata (op filterniveau)
  - o Hydrogeologische eenheid uit REGIS II v2.2.1
  - o Watervoerend pakket uit NHI-LHM
  - o Zoet/brak/zout-klassen uit NGR-component 1:
    - zoet (<150 mg/L)
    - brak (150-5000 mg/L)
    - zout (>5000 mg/L)
  - o Ouderdomsklassen uit NGR-component 1:
    - < 150 jaar
    - 150-250 jaar
    - > 250 jaar
- Samenvoegen in database

Bij samenvoegen van de data, die uit de verschillende datasets afkomstig zijn, is gekozen om ontbrekende parameterwaarden op te vullen vanuit de dubbele monsters. Dubbele monsters zijn analyseresultaten uit hetzelfde filter en op dezelfde datum genomen. Indien na opvullen de dubbele monsters volledig identiek zijn, dan worden de duplicaten verwijderd.

## 4 Resulterende database

### 4.1 Inleiding

fout! verwijzingsbron niet gevonden. geeft het overzicht van de beschikbare meetpunten na het samenvoegen van alle databases. Een meetpunt kan één of meerdere filters op verschillende diepten bevatten.



Figuur 4.1 Ligging beschikbare meetpunten met grondwaterkwaliteitsgegevens (per put kunnen meetpunten op meerdere dieptes aanwezig zijn). De indeling is gebaseerd op de leeftijd van het grondwater (volgens LHM) met een onderverdeling naar Chloride gehalte (volgens LHM-zoet/zout) in zoet (links), brak (midden) en zout (rechts). Groen <150 jaar; geel 150-250 jaar; paars >250 jaar.

Er zijn in totaal 31623 unieke filters in de database waarvan de leeftijd en de zoet-brak-zout klasse kon worden bepaald. In tabel 4.1 wordt het aantal filters per leeftijdsklasse en voor de zoet-brak-zout klassen gegeven. Zoet-brak-zout en leeftijd zijn bepaald met de modellen die in de NGR-studie worden gebruikt. De meeste meetpunten liggen in zoet grondwater en de minste meetpunten in zout grondwater.

Tabel 4.1 Aantallen meetpunten in de resulterende database.

Leeftijd (jaren)	Zoet	Brak	Zout
<150	17308	965	75
150-250	3065	499	123
>250	6870	2189	529

### 4.2 Kaarten en statistieken

Voor een selectie van stoffen zijn kaarten gemaakt en statistieken per combinatie van zoet-brak-zoutklassen en leeftijdsklassen. Indien meerdere metingen in de tijd aanwezig zijn en / of in het watervoerende pakket dan is over de totale beschikbare reeks van waarnemingen een mediaan bepaald. Deze mediaanwaarde geldt voor het gehele bereik van het grondwatervolume dat voldoet aan de gecombineerde criteria leeftijd en zoet-brak-zout pakket. De selectie van stoffen is gebaseerd op Wit e.a. (2020), waarin per pompstation bekende "probleemstoffen" zijn weergegeven. Daarnaast zijn deze stoffen ook genoemd in overleggen met de stakeholders binnen het project. In Tabel 4.2 zijn de geselecteerde stoffen opgesomd. De belangrijkste reden voor de selectie is dat in bestaande drinkwaterputten hogere gehalten voorkomen dan de maximale waarde van het drinkwaterbesluit.

Voor de opzet van de kaarten is gekozen voor het maken van 'signaalkaarten' bestaande uit drie legendaklassen. De hoogste klasse (aangeduid met kleur rood) wordt toegekend aan waarden hoger dan de maximale waarden uit het Drinkwaterbesluit, bijlage A ([wetten.nl - Regeling - Drinkwaterbesluit - BWBR0030111](https://wetten.nl/Regeling-Drinkwaterbesluit-BWBR0030111) ([overheid.nl](https://overheid.nl))) voor de betreffende stoffen uit tabel 4.1.

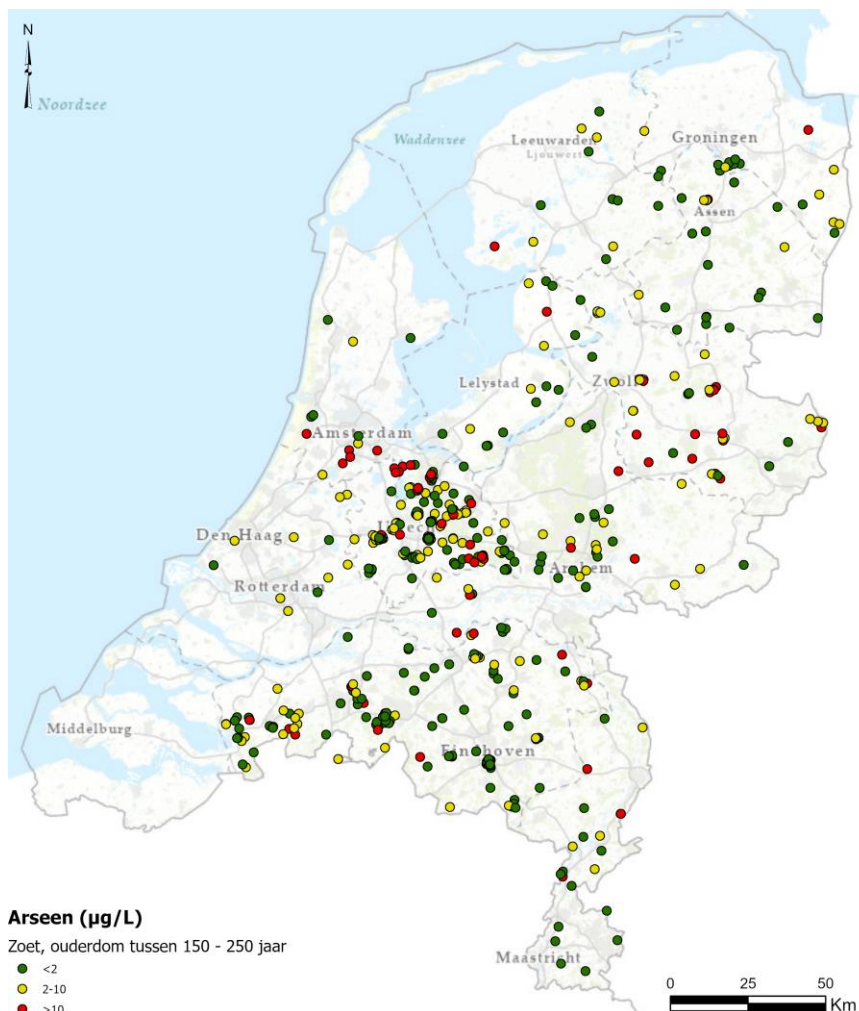
Tabel 4.1 Maximale waarden uit Bijlage A van het Drinkwaterbesluit. ([wetten.nl - Regeling - Drinkwaterbesluit - BWBR0030111](https://wetten.nl/Regeling-Drinkwaterbesluit-BWBR0030111) ([overheid.nl](https://overheid.nl)))

Stof	Maximale waarde Bijlage A Drinkwaterbesluit	eenheid
<b>Arseen</b>	10	µg/L
<b>Nikkel</b>	20	µg/L
<b>Aluminium</b>	0.2	mg/L
<b>Lood</b>	10	µg/L
<b>Boor</b>	0,5	mg/L
<b>Sulfaat</b>	150	mg/L
<b>IJzer</b>	200	µg/L

### Arseen

figuur 4.2 geeft de arseenconcentraties weer in de filters met zoet grondwater en leeftijd tussen 150-250 jaar. Arseenconcentraties boven 10 µg/l komen verspreid over Nederland voor, maar niet of bijna niet in Limburg en Drenthe, Groningen en Friesland. De datadichtheid is echter niet zodanig dat een "harde" conclusie kan worden getrokken over een regionale differentiatie.

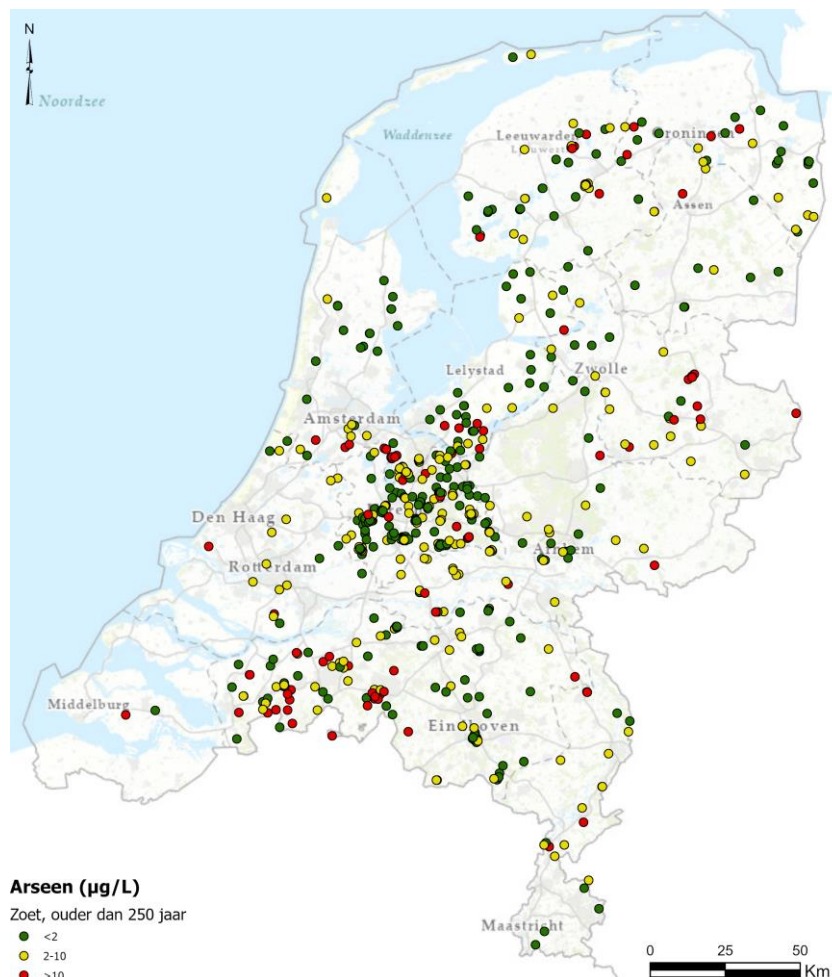




Figuur 4.2 Arseenconcentratie in zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar.

In zoet grondwater met leeftijd >250 jaar (zie figuur 4.3) is het beeld redelijk vergelijkbaar, maar in de noordelijke provincies is de concentratie arseen vaker boven 10  $\mu\text{g/l}$  dan in zoet grondwater van 150-250 jaar.

In brak en zout grondwater ouder dan 150 jaar komen slechts sporadisch arseen analyses voor. Deze bevestigen het beeld van het zoete deel, met concentraties hoger dan 10  $\mu\text{g/L}$  in vergelijkbare gebieden. Er zijn geen kaarten opgenomen van arseen in brak en zout grondwater.



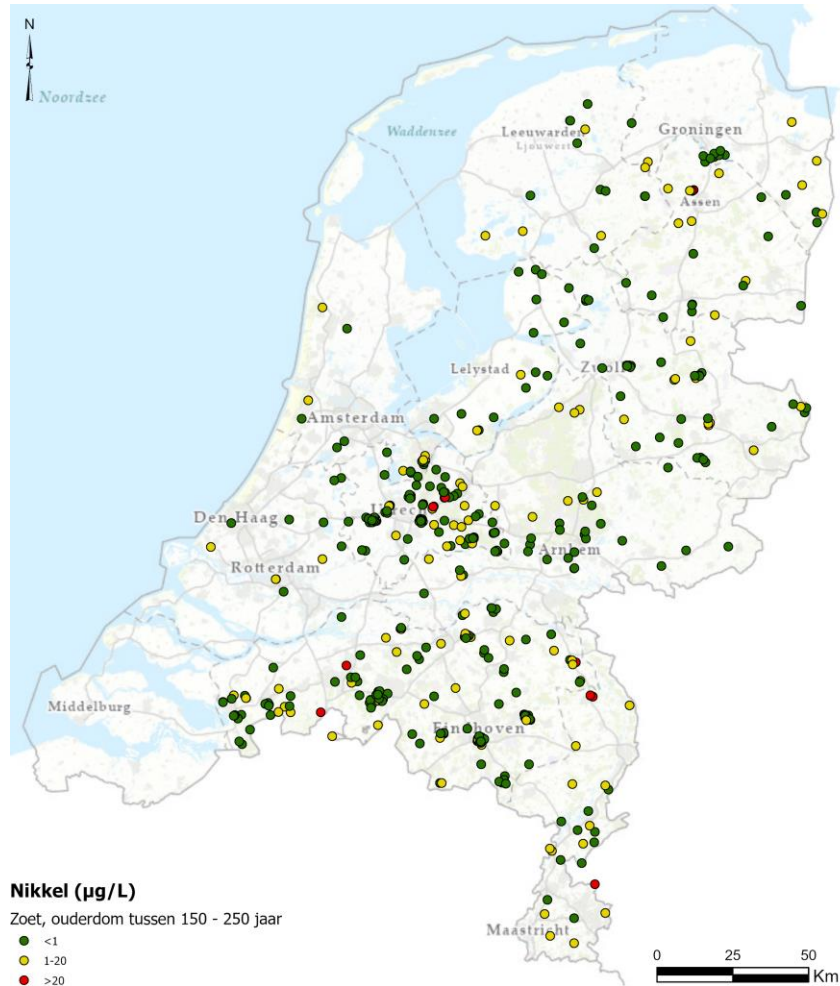
Figuur 4.3 Arseenconcentratie in zoet grondwater met leeftijd >250 jaar.

De bron van arseen in grondwater is (deels) gerelateerd aan het voorkomen van ijzeroer en pyriet in het sediment. Wanneer ijzeroer wordt gereduceerd kan arseen, dat in het ijzeroer is opgenomen tijdens de vorming, weer vrijkomen. Ijzeroer is in het verleden gevormd op locaties in het landschap die relatief reliëfrijk zijn, waardoor er kwel optrad, denk aan bijvoorbeeld stuwwallen of ingesneden rivierdalen. Indien de kwel geconcentreerd voorkwam in bepaalde gebieden kon ijzeroer gevormd worden. Doordat de kwelstromen aan het oppervlak kwamen kon het ijzer en arseen worden geoxideerd en vastgelegd in ijzeroer. Later in de tijd zijn delen van de stuwwallen bedekt door sedimenten en kwamen gereduceerde condities voor. Het ijzeroer raakte in oplossing en arseen kwam vrij. We zien hoge arseenconcentraties in gebieden met zogenoemde “begraven stuwwallen”, bijvoorbeeld ten zuiden van Amsterdam. Ook komen bij (lokale) rivierinsnijdingen die weer zijn bedekt door jongere sedimenten verhoogde concentraties arseen voor, bijvoorbeeld in het IJsseldal en in Noord-Brabant.

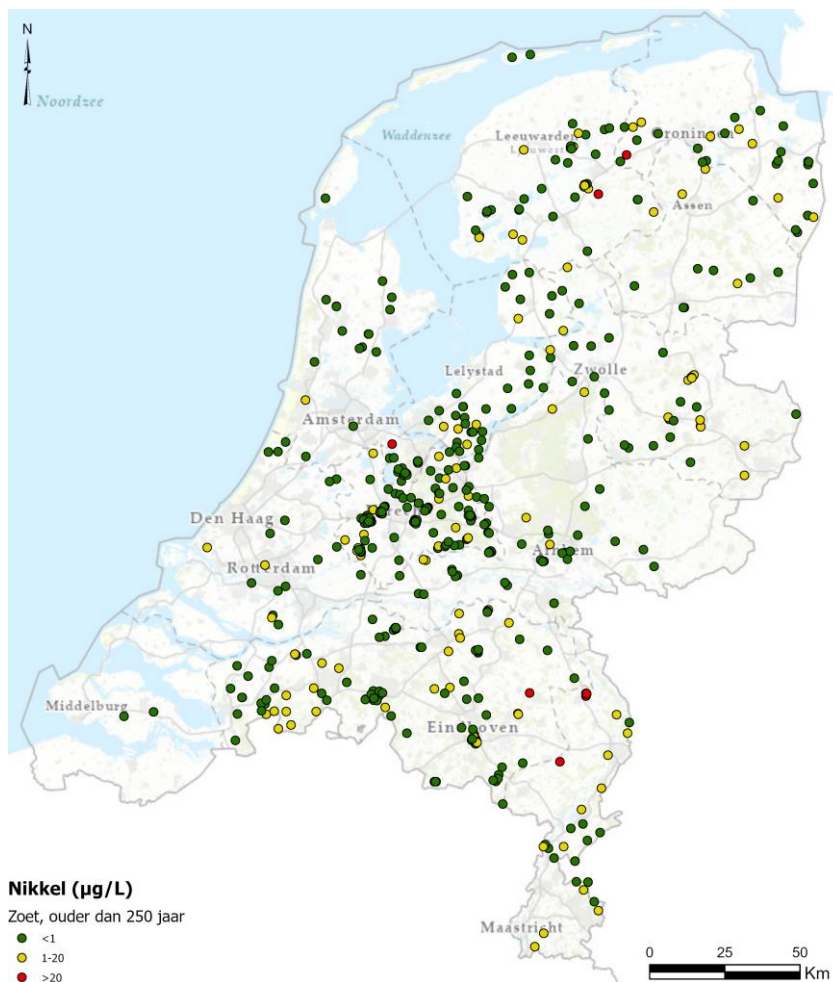
Een ander mechanisme is het oxideren van pyriet. In pyriet wordt arseen samen met ijzer vastgelegd. Indien pyriet oxideert komt het eventueel aanwezige arseen vrij. Arseen in pyriet komt voornamelijk in de kustprovincies voor.

## Nikkel

In zoet grondwater met leeftijden tussen 150-250 jaar (zie figuur 4.4) en ouder dan 250 jaar (zie figuur 4.5) komen slechts in enkele meetpunten concentraties voor boven de maximale waarde van 20 µg/l uit het Drinkwaterbesluit. Het merendeel van de meetpunten heeft concentraties <1 µg/l of tussen 1-20 µg/l. In brak water zijn veel minder metingen beschikbaar en liggen de concentraties altijd onder 20 µg/l. Hiervan zijn geen kaarten opgenomen.



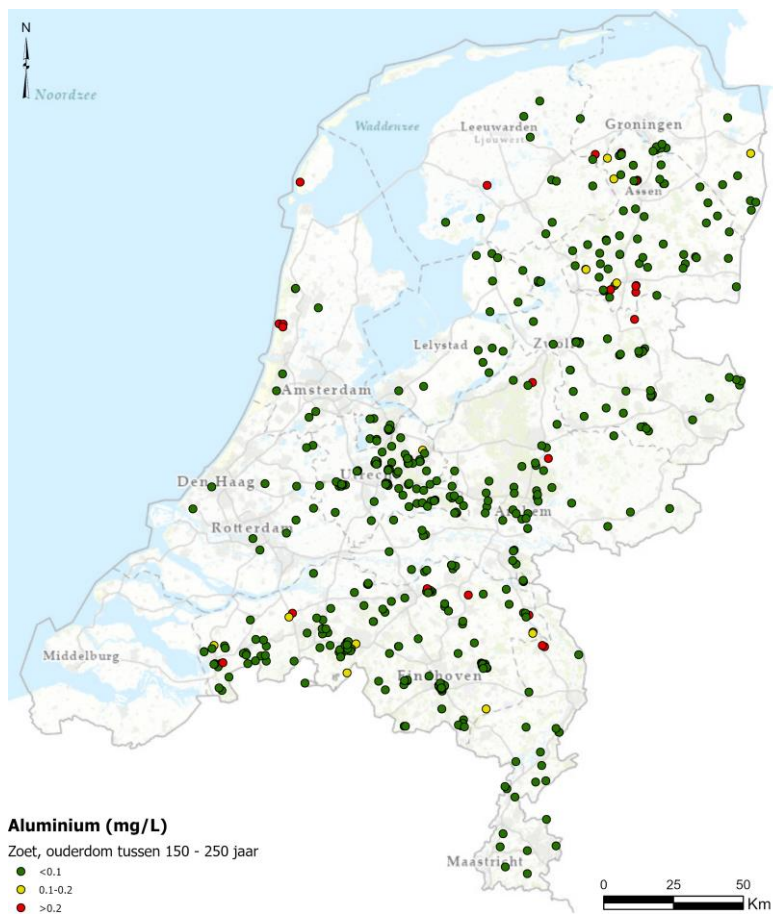
Figuur 4.4 Concentratie van nikkel (µg/l) in zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar.



Figuur 4.5 Concentratie van nikkel ( $\mu\text{g/l}$ ) in zoet grondwater ouder dan 250 jaar.

### Aluminium

De aluminiumconcentratie in zoet grondwater van 150-250 jaar (figuur 4.6) en >250 jaar (figuur 4.7) komt in een kleine selectie van meetpunten boven 0,2 mg/l



Figuur 4.6 Concentratie van aluminium (mg/l) in zoet grondwater tussen 150- 250 jaar.



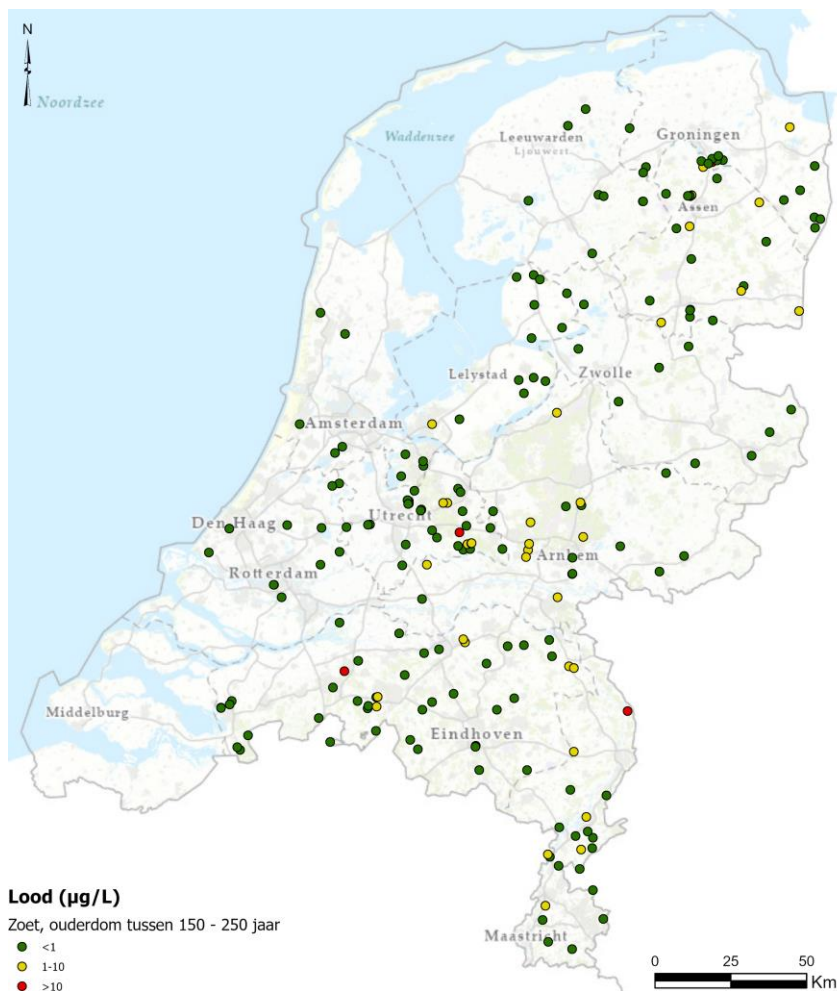


Figuur 4.7 Concentratie van aluminium (mg/l) in zoet grondwater ouder dan 250 jaar.

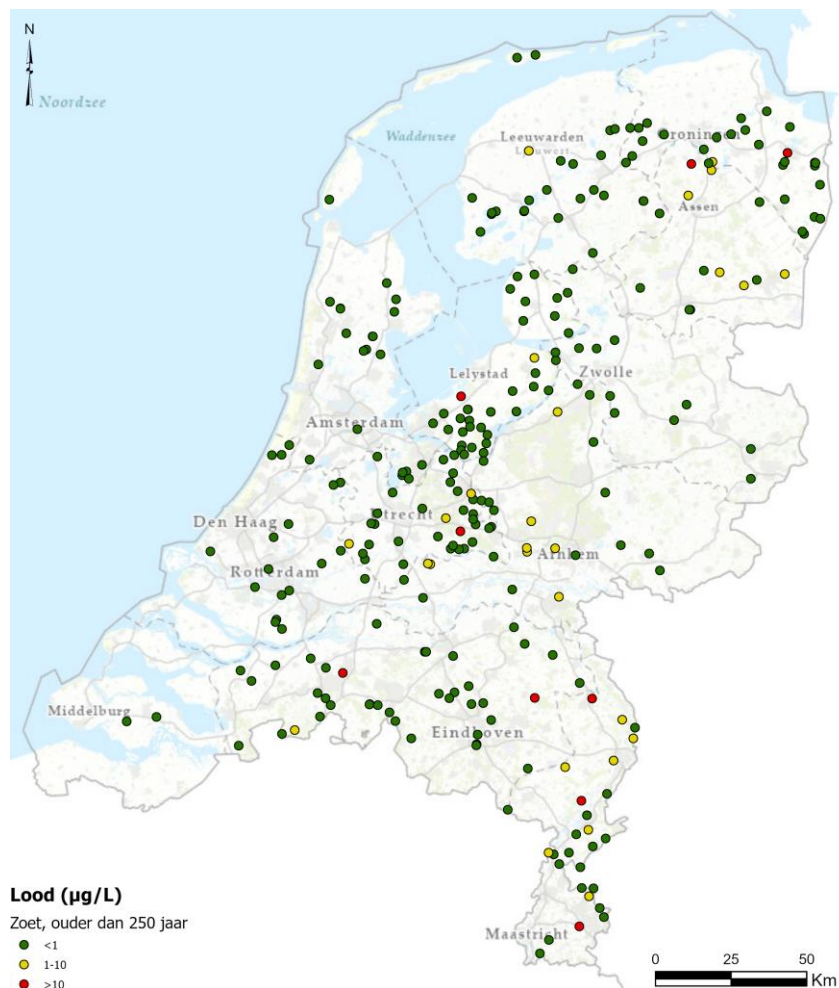
## Lood

Net als bij aluminium liggen bij lood verspreid over Nederland enkele meetpunten met een overschrijding van de hoogste klasse ( $>10 \mu\text{g/l}$ ) in zowel zoet grondwater tussen 150-250 jaar (figuur 4.8) als ouder dan 250 jaar (figuur 4.969). In brak grondwater liggen op twee meetpunten na loodconcentraties overal onder  $10 \mu\text{g/l}$ .





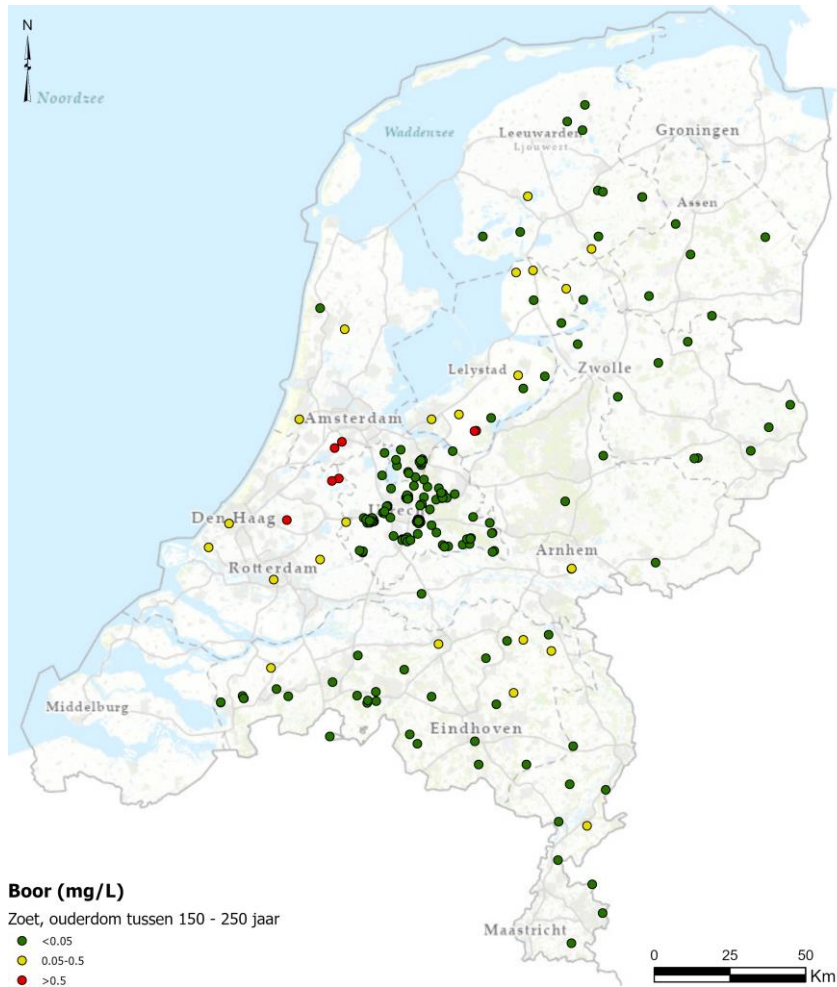
*Figuur 4.8 Concentratie van lood ( $\mu\text{g/l}$ ) in zoet grondwater met leeftijd van 150-250 jaar.*



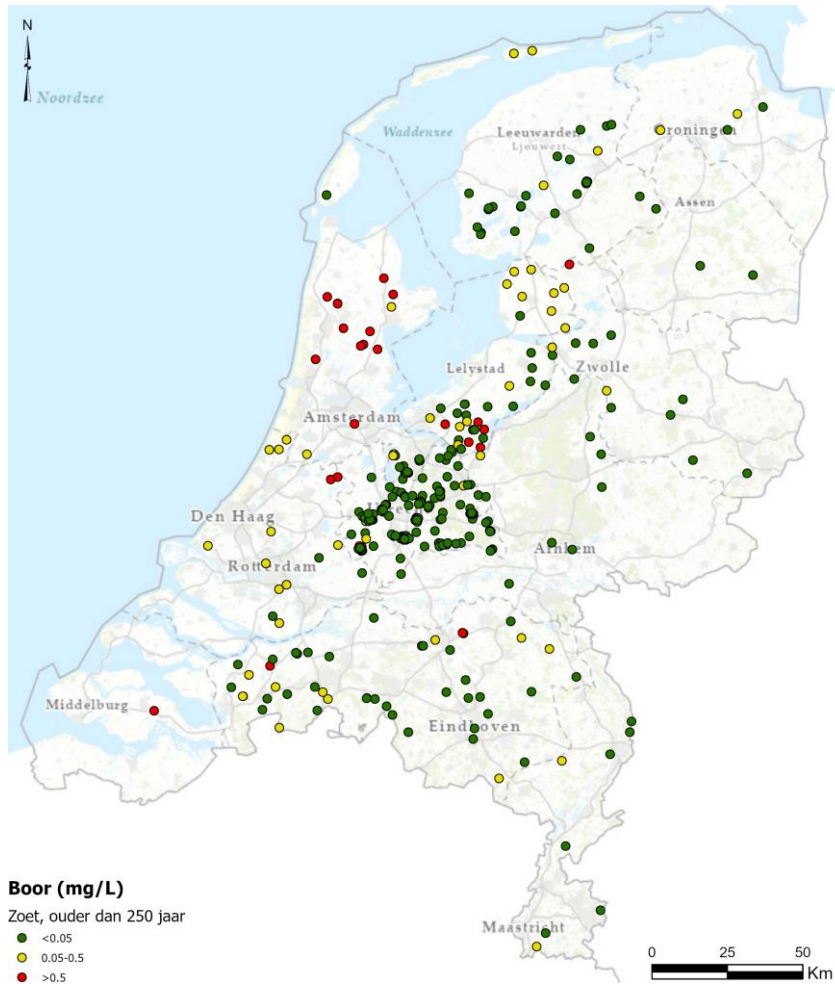
Figuur 4.96 Concentratie van lood in zoet grondwater >250 jaar.

## Boor

In zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar wordt boor enkele keren boven de norm van 0,5 mg/l aangetroffen (figuur 4.100). In zoet grondwater ouder dan 250 jaar zijn meer metingen boven 0,5 mg/l en deze liggen grotendeels in Noord-Holland en de Flevopolder (figuur 4.71). In brak grondwater met leeftijd van 150-250 jaar zijn weinig metingen beschikbaar (zie figuur 4.82) en ligt slechts in één meetpunt de concentratie boven 0,5 mg/l. In brakwater met ouderdom >250 jaar worden verspreid over het gehele gebied waar brak water voorkomt, concentraties boven 0,5 mg/l aangetroffen (figuur 4.93).



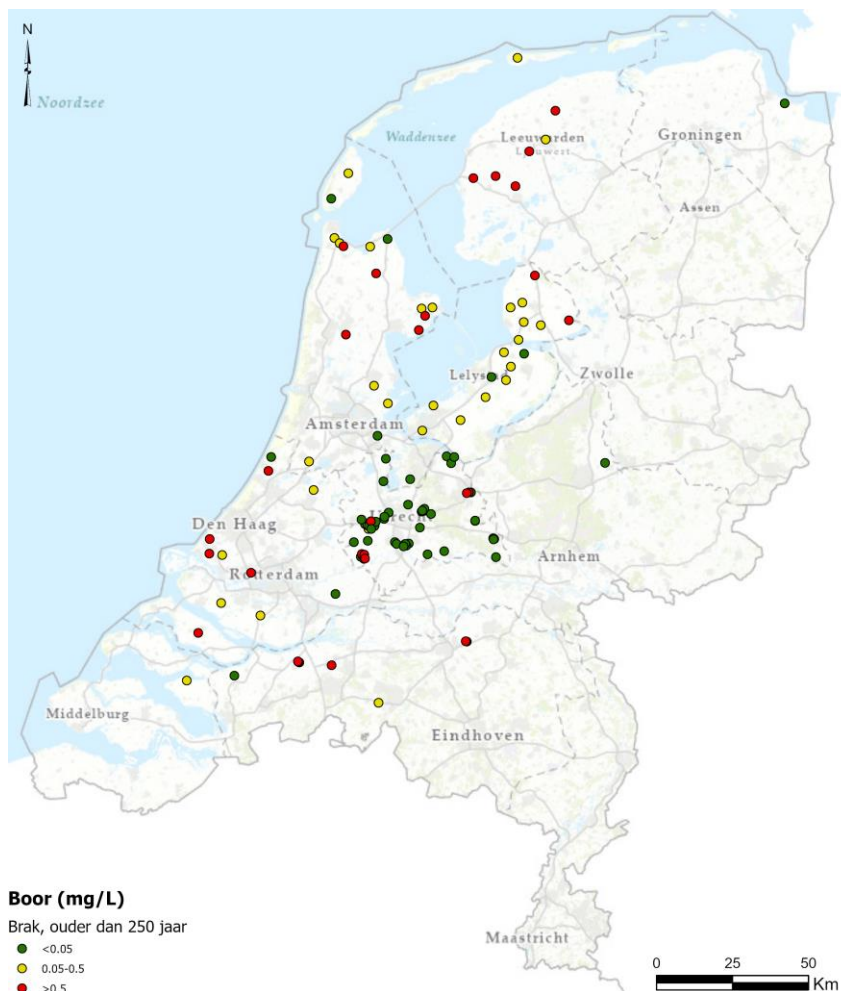
Figur 4.10 Concentratie van boor in zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar.



Figuur 4.71 Concentratie van boor in zoet grondwater ouder dan 250 jaar.



Figuur 4.82 Boorconcentratie in brak grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar.

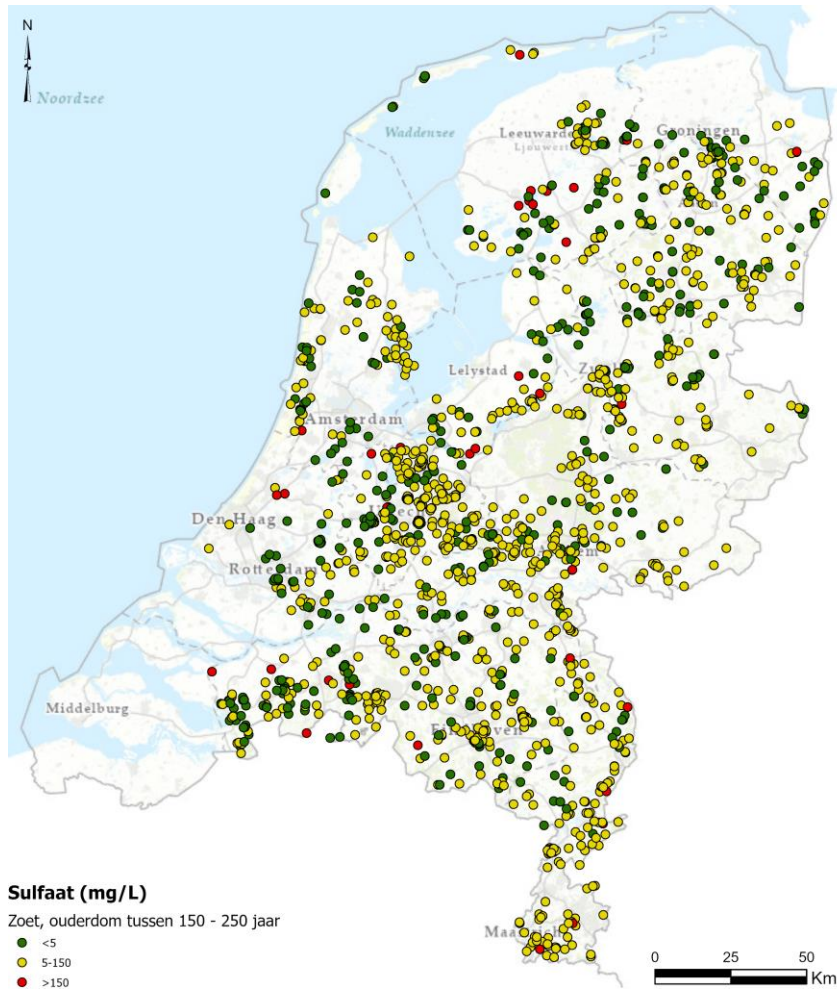


*Figuur 4.93 Boorconcentratie in brak grondwater ouder dan 250 jaar.*

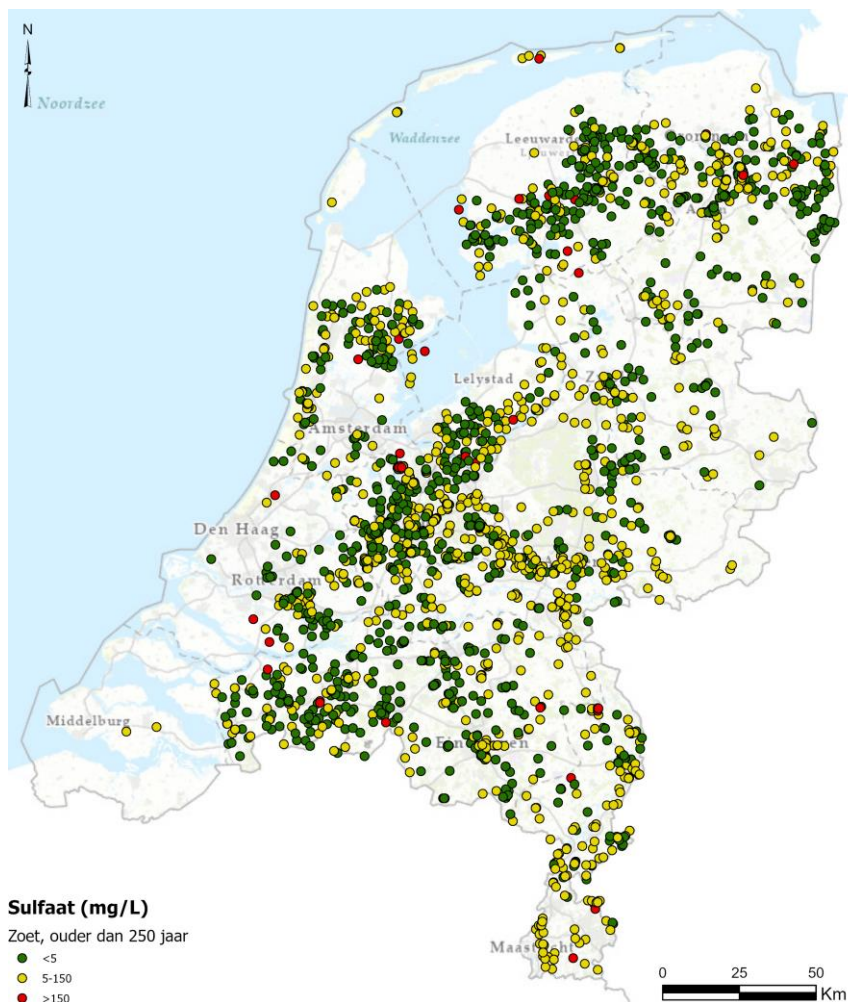
### Sulfaat

De gemiddelde sulfaatconcentratie is in zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar (figuur 4.104) of ouder (figuur 4.115) bijna altijd onder de drinkwaternorm van 150 mg/l. Verspreid over Nederland komen enkele hogere waarden voor.





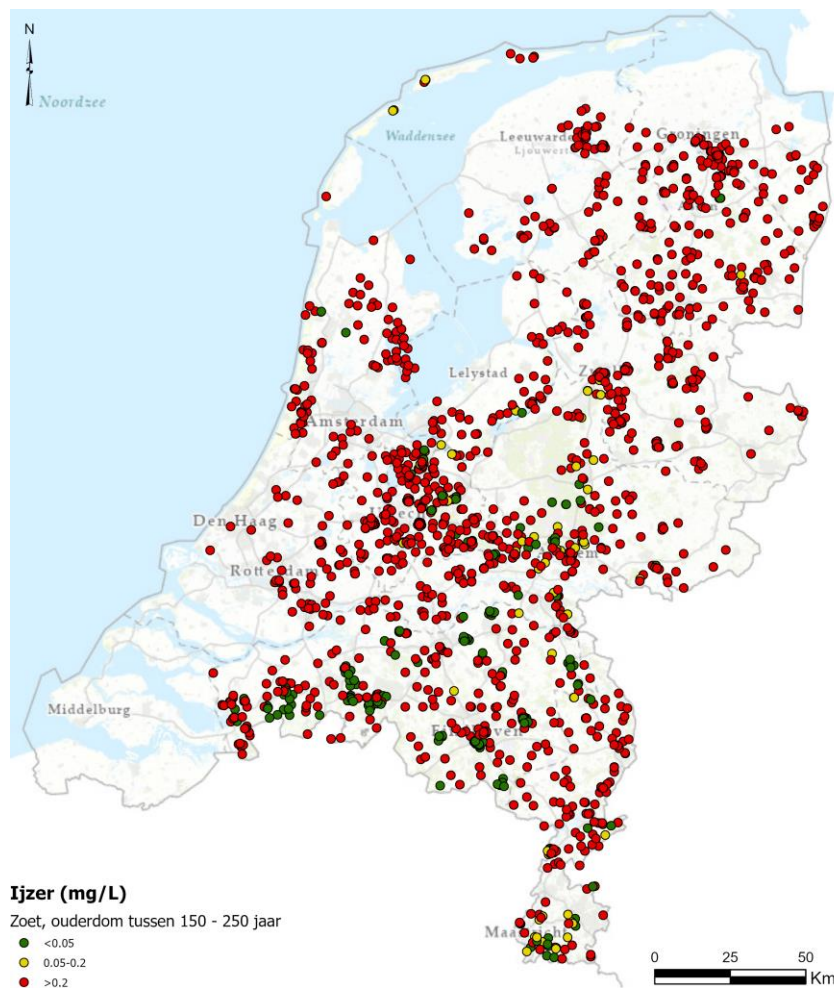
*Figuur 4.104 Concentratie van sulfaat in zoet grondwater met leeftijd tussen 150- 250 jaar.*



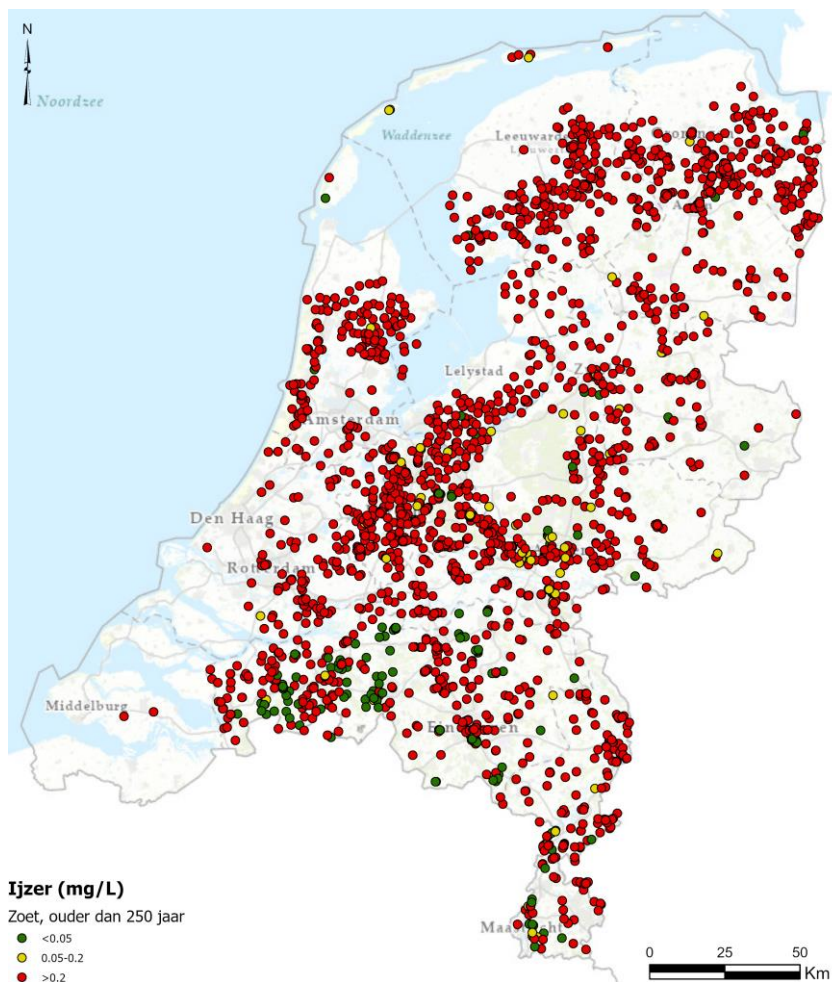
Figuur 4.115 Concentratie van sulfaat in zoet grondwater ouder dan 250 jaar.

## IJzer

Voor de parameter ijzer is bij het opstellen van de 'signaalkaarten' ook gebruik gemaakt van de maximale waarde uit het Drinkwaterbesluit. Voor ijzer is deze waarde 0,2 mg/l. De concentratie van ijzer in grondwater is heel vaak boven deze norm. Dit is zichtbaar in de kaarten van de ijzerconcentratie in het grondwater, zoals in figuur 4.126 en figuur 4.137 met veel rode bolletjes voor meetpunten met ijzerconcentratie >0,2 mg/l. Dit betekent dat bij gebruik van dit grondwater voor drinkwater zuivering nodig is. Bij de (huidige) productie van drinkwater uit grondwater is vrijwel altijd verwijdering van ijzer (en mangaan) nodig (De Jonge e.a., 2018).



Figur 4.126 Concentratie van ijzer in zoet grondwater met leeftijd tussen 150-250 jaar



Figuur 4.137 Concentratie van ijzer in zoet grondwater ouder dan 250 jaar.

In Tabel 4.3 wordt per stof weergegeven het percentage monsters dat de norm van het drinkwaterbesluit overschrijdt, uitgesplitst naar zoet en brak grondwater en naar leeftijd.

Uit de tabel blijkt dat in zoet grondwater met name Arseen en IJzer boven de norm van het drinkwaterbesluit voorkomen. Verder valt op dat in brak grondwater de overschrijdingen van het drinkwaterbesluit vaker voorkomt voor de meeste stoffen. Naast Arseen en IJzer geldt dit ook voor Boor.

Tabel 4.3 Percentage van de analyses dat hoger is dan de norm in het drinkwaterbesluit, uitgesplitst naar zoet en brak grondwater en naar leeftijd. Tussen haakjes is het totaal aantal monsters weergegeven waarop de analyse is gebaseerd. N.B.: Er zijn meer monsters dan locaties, door de aggregatie over tijd.

Stof	Zoet (150-250 jaar / >250 jaar)	Brak (150-250 jaar / >250 jaar)
Arseen	17.3 (4707) / 10.1 (8123)	30.2 (159) / 13.4 (1810)
Nikkel	2.0 (4020) / 2.7 (5721)	0.0 (134) / 0.6 (1266)
Aluminium	4.1 (4008) / 3.2 (6081)	5.4 (147) / 2.1 (766)
Lood	0.9 (1791) / 2.5 (3111)	2.7 (111) / 1.7 (666)
Boor	1.2 (1072) / 3.5 (2372)	9.1 (33) / 20.3 (656)
Sulfaat	3.2 (10156) / 2.4 (18905)	13.4 (644) / 11.9 (4702)
IJzer	79.4 (9744) / 86.1 (19683)	95.1 (612) / 77.2 (4929)

### 4.3 Consistentie NGR zoet/brak/zout grens met gemeten chloride

In de resulterende database zijn ook chloridemetingen opgenomen. De chloridemetingen zijn in deze rapportage niet beschouwd, ze worden in andere onderdelen van het NGR project behandeld, incl. de effecten van bijv. onttrekkingen op het chloridegehalte in de tijd. Wel is een vergelijking gemaakt van de chloridegehalten met de huidige indeling in zoet - brak - zout uit het LHM-zoet/zout zoals gebruikt in component 1 van deze NGR-studie.

Voor iedere leeftijdsklasse (< 150 jaar, 150 – 250 jaar en > 250 jaar) is nagegaan of de chloridegehalten in de database overeenkomen met de indeling in zoet – brak – zout van het LHM. In de onderstaande tabel staan de resultaten weergegeven.

Tabel 4.4 Percentage van de chloridemonsters die consistent zijn met de zoet/brak/zoutklassen.

Leeftijdsklasse	Zoet (<150 mg/L)	Brak (150-5000 mg/L)	Zout (>5000 mg/L)
> 250 jaar	88	78	81
150-250 jaar	93	83	84
< 150 jaar	93	81	86

In het algemeen is de consistentie voor zoet grondwater het hoogst tussen de metingen en het LHM en voor brak grondwater het laagst. Hierbij moet wel bedacht worden dat de klasse grenzen zoet – brak – zout “hard” zijn gedefinieerd, waardoor een gering verschil in het chloridegehalte een sprong in klasse zoet – brak – zout tot gevolg kan hebben. Tevens is de leeftijd / bemonsteringsdatum van de chloride analyses niet beschouwd in de analyse. Het kan daarom mogelijk zijn dat een aantal oude monsters niet meer de huidige situatie (zoals met het LHM berekend) weergeeft. Verder zijn de locaties en dieptes van de analyses niet willekeurig over Nederland verdeeld, maar deels op locaties waar reeds zoet grondwater wordt verwacht. Daarom moet de analyse in tabel 4. niet worden opgevat als een wetenschappelijke onderbouwing van het zoet-brak-zoutmodel maar eerder als indicatief voor de validiteit van het model. Voor een nadere beschouwing van het LHM zoet/zout model wordt verwezen naar deelrapportage 1 (11207846-002-BGS-0004\_v0.2-3D Deelrapportage 1 Kartering van zoet en brak grondwater van natuurlijke kwaliteit)



## 5 Discussie

Aandacht voor de grondwaterkwaliteit is van belang voor de zuivering die benodigd is om het grondwater als drinkwater te kunnen gebruiken. Door de eisen wat betreft leeftijd die aan het grondwater voor nationale grondwaterreserves (NGRs) gesteld zijn, mag worden verwacht dat er geen antropogene stoffen aanwezig zijn die verhinderen dat water gebruikt mag of kan worden voor drinkwater.

Een uitzondering zouden oplosmiddelen zoals Per en Tri kunnen vormen omdat het puur product van deze stoffen zich onafhankelijk van de grondwaterstroming door de ondergrond verplaatst. Deze vluchtige organische chlorideverbindingen (VOCl) zijn zwaarder dan water en hebben daardoor op diverse plaatsen diepe verontreinigingspluimen veroorzaakt. In verband daarmee is extra marge ingebouwd door te eisen dat water uit stedelijk gebied geïnfiltreerd moet zijn na 1850 (in plaats van 1950 dat buiten stedelijk gebied gehanteerd wordt). Mogelijk compenseert dat niet volledig de snelheid waarmee VOCl's naar beneden kunnen zakken door zandige eenheden. In de werksessie van 4 juli 2023 is besloten om daar geen rekening mee te houden, omdat ze makkelijk te zuiveren zijn.

Speciaal bij het beleidsdoel calamiteitwinning is het zinvol om niet veel zuiveringsinspanning nodig te hebben, speciaal met betrekking tot minder flexibele zuiveringsstappen. Zo kan bijvoorbeeld beluchting onmiddellijk ingezet worden, maar moet in langzame zandfilters de biologische activiteit opgebouwd worden.

De analyse van de stoffen die relevant worden geacht in het oude grondwater (geïnfiltreerd voor 1950, of voor stedelijke gebieden voor 1850) laat zien dat slechts beperkt waarden boven de drinkwaternorm worden gevonden. Dit is in overeenstemming met de ervaring van drinkwaterbedrijven. Daar waar uit diep, meestal ouder, grondwater wordt onttrokken is in het algemeen de kwaliteit niet beperkend. Indien zuivering nodig is blijkt deze goed te realiseren.

De indeling van het LHM-zoet/zout in de klassen zoet, brak en zout is voor met name het oude, zoete deel van het grondwater het meest correct. Dit grondwater is de belangrijkste bron voor de NGR, en het is daarom bemoedigend dat deze veelal (in 88 – 93% van de analyses) correct wordt ingeschat wat betreft chloride gehalte.



# 6 Conclusies en aanbevelingen

## 6.1 Conclusies

Een grote dataset met veel parameters is voorhanden. Bekende aandachtstoffen in oud grondwater (>150 jaar) zijn bekeken. De beschikbare grondwaterkwaliteitsinformatie geeft geen aanleiding om NGRs in te perken wat betreft winbaarheid.

De kwaliteit bepaalt de benodigde zuiveringsinspanning en is zodoende van belang bij het ontwikkelen van een winning om een NGR in te zetten voor calamiteitenonttrekking of structurele drinkwaterwinning. In het geval van inzet van een NGR bij calamiteit verdient het de voorkeur om, indien mogelijk, een locatie te kiezen waar de zuiveringsinspanning minimaal wordt ingeschat.

## 6.2 Aanbevelingen

Het is aan te bevelen om de monitoring van het diepe grondwater uit te breiden als het gewenst is om de mogelijke inzet van NGRs voor drinkwatervoorziening te optimaliseren. Zo kan rekening gehouden worden met de benodigde inspanning t.a.v. zuivering.

Tevens is aan te bevelen om de database die in dit onderdeel is opgezet geschikt te maken voor gebruik buiten het huidige NGR-project.

## 7 Referenties

Berendrecht, W.L., M.E. van Vliet (2020) Tools en webapplicatie ten behoeve van grondwaterkwaliteitatlas, TNO rapport, concept.

De Jonge, Martin (Vitens), Frank Schoonenberg (Vitens), Dirk Vries (KWR), Niels Hartog (KWR). IJzer- en mangaanverwijdering bij bereiding van drinkwater uit grondwater: praktijk en modellering, H2O Waternetwerk - vak artikelen, 14 maart 2018.

Bijlage A van het Drinkwaterbesluit: [wetten.nl - Regeling - Drinkwaterbesluit - BWBR0030111 \(overheid.nl\)](https://wetten.nl/Regeling-Drinkwaterbesluit-BWBR0030111-overheid.nl)

Wit. M., J. Claessens, H. Dik, M. van der Aa, 2020. Trendanalyse grondwaterkwaliteit van drinkwaterwinningen (2000 – 2018). RIVM rapport 2020-0044.

# 8 Ondertekening

Tano Kivits MSc  
Tweede lezer

Drs. J.L. Gunnink  
Auteur

Drs. D. Maljers  
Afdelingshoofd Geomodelling

## Bijlage 1 Begrippenlijst

BRO	Basisregistratie Ondergrond ( <a href="https://www.basisregistratieondergrond.nl">https://www.basisregistratieondergrond.nl</a> )
DINO	Databank met informatie van de Nederlandse ondergrond ( <a href="https://www.DINOloket.nl">https://www.DINOloket.nl</a> )
LHM	Landelijk Hydrologisch Model (onderdeel van NHI)
NGR	Nationale Grondwater Reserves; Zoet en brak grondwater van natuurlijke kwaliteit
NHI	Nederlands Hydrologisch Instrumentarium ( <a href="https://www.nhi.nu">https://www.nhi.nu</a> )
REGIS II	Het hydrogeologisch model van Nederland (opgenomen in de BRO)
VOCI	Vluchtige organische gechloreerde koolwaterstoffen zoals TRI en PER