

RAPPORT

Fosfaatoverschrijding Duin Rijn-West

in KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West

Klant: Provincie Zuid-Holland en Noord-Holland

Referentie: BI9728-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001

Status: Definitief/1

Datum: 8 september 2023



P
Fosfor
(30.974)

HASKONINGDHV

Laan 1914 no.35
3818 EX Amersfoort
Netherlands
Water & Maritime

+31 88 348 20 00 **T**
+31 33 463 36 52 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Fosfaatoverschrijding Duin Rijn-West

Sub titel: in KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West

Referentie: BI9728-RHD-XX-ZZ-RP-Z-0001

Uw kenmerk: PNR20035715

Status: Definitief/1

Datum: 8 september 2023

Projectnaam: Fosfaatoverschrijding Duin Rijn-West

Projectnummer: BI9728

Auteur(s): , en

Opgesteld door: , en

Gecontroleerd door:

Datum: 8 september 2023

Goedgekeurd door:

Datum: 8 september 2023

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veeleenvoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Inleiding | 4 |
| 1.1 | Aanleiding | 4 |
| 1.2 | Doelstelling | 4 |
| 1.3 | Leeswijzer | 4 |
| 1.4 | Werkwijze Geohydrologische Analyse | 4 |
| 2 | De theorie: Fosfaat en P-totaal | 5 |
| 3 | Metingen KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West | 7 |
| 3.1 | KRW-meetnet | 7 |
| 3.2 | KRW-drempelwaarde | 7 |
| 3.3 | Gebruikte meetdata en verwerking data | 8 |
| 3.4 | Overschrijding van de KRW-norm | 9 |
| 3.5 | Ruimtelijk beeld | 10 |
| 4 | Beschikbare systeemkennis duinengebied | 13 |
| 5 | Deelgebied Heemskerk - Castricum | 16 |
| 5.1 | Beschrijving van het gebied | 16 |
| 5.2 | Gemeten fosfaatconcentraties en trends | 18 |
| 5.3 | Geohydrologische systeembeschrijving | 21 |
| 5.4 | Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering | 27 |
| 5.5 | Resumé | 28 |
| 6 | Deelgebied Hillegom – Lisse | 29 |
| 6.1 | Beschrijving van het gebied | 29 |
| 6.2 | Gemeten fosfaatconcentraties en trends | 32 |
| 6.3 | Geohydrologische systeembeschrijving | 35 |
| 6.4 | Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering | 40 |
| 6.5 | Resumé | 41 |
| 7 | Deelgebied Den Haag | 42 |
| 7.1 | Beschrijving van het gebied | 42 |
| 7.2 | Gemeten fosfaatconcentraties en trends | 44 |
| 7.3 | Geohydrologische systeembeschrijving | 47 |
| 7.4 | Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering | 50 |
| 7.5 | Resumé | 50 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 8 | Passend onderzoek: risico's voor mens en ecologie | 51 |
| 8.1 | Relatie met toetsingssystematiek voor de KRW | 52 |
| 8.2 | Significant milieurisico (risico's voor oppervlaktewater en natuur) | 53 |
| 8.3 | Overige KRW eisen chemische toestand | 55 |
| 8.4 | Stijgende trends drinkwaterwinningen | 58 |
| 8.5 | Geschiktheid voor menselijke consumptie | 59 |
| 8.6 | Resumé | 62 |
| 9 | Conclusies en handelingsperspectief voor vervolg | 63 |
| 9.1 | Conclusies over herkomst van fosfaat in het grondwater | 63 |
| 9.2 | Aanbevelingen voor maatregelen en handelingsperspectief | 63 |
| 9.3 | Aanbevelingen voor invloed op oppervlaktewaterlichamen | 64 |
| 9.4 | Aanbevelingen voor monitoring | 64 |

Bijlagen

| | |
|-----------|--|
| Bijlage 1 | Coördinaten van filters in KRW-meetnet Duin Rijn-West (NLGW0016) |
|-----------|--|

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de laatste KRW-toetsing van 2021 heeft grondwaterlichaam Duin Rijn-West de status ontoereikend gekregen voor de chemische toestand. Belasting vanuit de bloembollenteelt wordt genoemd in het KRW factsheet als mogelijke reden voor de overschrijding. Maar fosfaat kan ook een natuurlijke oorzaak hebben als het vanuit de diepte wordt aangevoerd als zoute kwel. Het is nodig om meer zekerheid te hebben over de achterliggende oorzaak van de fosfaatoverschrijding, zodat ook meer gericht maatregelen genomen kunnen worden. De provincie Zuid-Holland heeft mede namens de provincie Noord-Holland gevraagd aan Royal HaskoningDHV om een onderzoek uit te voeren naar de herkomst- en risico's van fosfaatoverschrijding in grondwaterlichaam Duin Rijn-West.

1.2 Doelstelling

Doelstellingen van dit onderzoek zijn:

- In beeld brengen van de mate waarin fosfaat (overmatig) voorkomt op basis van de monitoringsresultaten;
- De herkomst en oorzaak duiden van de gemonitorde fosfaatoverschrijding;
- De (potentiële) risico's voor de gebruiksfuncties van het grondwater in beeld brengen.

1.3 Leeswijzer

We beginnen ons rapport met een korte uitleg van de definities van fosfaat en P-totaal en het gedrag van fosfaat in het grondwater en de bodem (hoofdstuk 2). Vervolgens geven we een beeld van de resultaten van het KRW-meetnet (hoofdstuk 3) door de jaren heen. Hieruit komen drie deelgebieden die nader aandacht vragen. We geven eerst een overzicht van wat er al bekend is over deze deelgebieden uit eerdere literatuur (hoofdstuk 4). Deze deelgebieden worden nader beschreven wat betreft geohydrologie, geochemie en de aanwezigheid van fosfaat in het grondwater per deelgebied (hoofdstuk 5 tot en met 7). In hoofdstuk 8 gaan we nader in op de risico's voor de mens (drinkwater) en de ecologie (oppervlaktewater en natte natuurgebieden). We sluiten dit rapport af met de conclusies en aanbevelingen voor mogelijke maatregelen (hoofdstuk 9).

1.4 Werkwijze Geohydrologische Analyse

De getoonde figuren met isohypsen en stromingsrichtingen in de hoofdstukken 5, 6 en 7 in dit rapport zijn gebaseerd uit een combinatie van gemeten en berekende grondwaterstanden uit de website [Grondwatertools](#). Voor de ligging van de kwel en infiltratiegebieden is gebruik gemaakt van berekeningen uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) via de website [Nederlands Hydrologisch Instrumentarium \(nhi.nu\)](#). Er is gekozen voor de bovenste modellaag van het LHM omdat zo het beste patronen in kwel en infiltratiegebieden zichtbaar gemaakt kunnen worden. We hebben de resultaten bewerkt door grilligheden in isohypsenpatroon en kwel/infiltratiegebieden weg te laten. Zo kan beter de hoofdlijn van de werking van het systeem begrepen worden.

2 De theorie: Fosfaat en P-totaal

Fosfaat en nitraat zijn de twee belangrijkste stoffen van invloed op de vermessing van het milieu. In tegenstelling tot nitraat en andere negatief geladen elementen is fosfaat minder mobiel, maar bindt zich sterk aan de bodem. Dit kan aan organische deeltjes, ijzer, aluminium en ook calcium. De afzettingen in de duinen bevatten veel kalk en zo kan meer fosfaat worden gebonden. Echter, bij sterk met fosfaatverzadigde bodems kan fosfaat uitspoelen naar grond- en oppervlaktewater. Daarnaast kan fosfaat in de bodem mobieler worden onder gereduceerde omstandigheden; dat wil zeggen in omstandigheden met sterke waterverzadiging, bijvoorbeeld door kwel, intensieve neerslag of het opzetten van waterpeilen in het kader van vernatting of waterberging.

Fosfor of fosfaat?

Fosfor is de naam van het chemische element P. Fosfor komt in de natuur het meest voor in de vorm van fosfaatverbindingen. Dit zijn verbindingen van fosfor met zuurstof (bijvoorbeeld H_2PO_4 of P_2O_5). Fosfaat is de naam van een veelvoorkomende verbinding met fosfor: Welke van de termen gebruikt wordt, hangt af van de context. In dit rapport wordt zowel gerapporteerd in hoeveelheden fosfor als in hoeveelheden fosfaat, afhankelijk van de context. Voor de KRW wordt gerapporteerd in gemeten concentraties P-totaal. Een massa fosfor is om te rekenen naar een massa fosfaat door te vermenigvuldigen met 2,29.

In het grondwater wordt het totaal opgelost fosfaat (P-totaal) gemeten en ortho-fosfaat. Het verschil is dat bij totaal-fosfaat ook de opgeloste fosfaten worden meegenomen die zijn gebonden aan opgeloste organische deeltjes. Het meeste fosfaat zit gebonden aan vast organisch materiaal en metalen; deze vorm van fosfaat wordt meegenomen in grondanalyses, die buiten dit rapport vallen. Door afbraak (mineralisatie) van veenlagen kan dit fosfaat weer vrijkomen. Voor het grondwater geldt een KRW-drempelwaarde van 2,0 mg/l totaal-fosfor. Er zijn geen normen voor ortho-fosfaat.



Figuur 2-1: De verdeling van fosfaat (P)

Belang van fosfor (Bron: Alterra, 2008)

Dieren en planten kunnen niet zonder fosfor. Fosfor komt voor in het celmateriaal van alle levende wezens en is nodig voor de energieoverdracht tussen levende cellen, groei, ontwikkeling en reproductie. Fosfor is dus een van de belangrijkste voedingsstoffen voor al het leven op aarde. In levende cellen komen minerale fosforvormen en organische fosforvormen voor als suikers, vetachtige stoffen, reservestoffen, enzymen, eiwitten en DNA. Verder is fosfor een essentieel onderdeel van botweefsel en tandweefsel. Een goede fosforvoorziening is dus van groot belang voor het goed functioneren van plant en dier.

3 Metingen KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West

3.1 KRW-meetnet

Deze analyse richt zich op het KRW-grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016). Het grondwaterlichaam bevindt zich in een strook langs de Zuid-Hollandse en Noord-Hollandse kust. Het wordt hoofdzakelijk gevormd door zandige Holocene duinafzettingen.

De grondwaterkwaliteit van dit grondwaterlichaam wordt in beeld gebracht met metingen uit het KRW-meetnet. Het KRW-meetnet is in 2006 samengesteld op basis van de toen bestaande grondwaterlichamen. Het meetnet is verdeeld in meetpunten op ongeveer 10 meter en 25 meter onder de grondwaterspiegel. Dit worden respectievelijk de ondiepe en diepe meetpunten genoemd. Volgens de aanwijzingen uit het draaiboek zijn de meetpunten geselecteerd uit het Landelijk Meetnet Grondwaterkwaliteit (LMG) en de Provinciale Meetnetten Grondwaterkwaliteit (PMG). Daarnaast moeten de meetpunten binnen het grondwaterlichaam evenredig worden verdeeld naar het werkelijk voorkomende oppervlak in landgebruik, bodemtype en hydrologie.

De opzet van het meetnet wordt periodiek gecontroleerd en geactualiseerd. De laatste keer is dit gedaan in maart 2020 (Royal HaskoningDHV, 2021). Voor grondwaterlichaam NLGW0016 zijn er meer ondiepe (46) dan diepe meetpunten (24). In totaal zijn er 70 filters opgenomen in het KRW-meetnet (Tabel 3-1).

Tabel 3-1 Aantal filters in het KRW-meetnet voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016)

| Provincie | Ondiep | Diep | Totaal |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Provincie Noord-Holland | 32 | 12 | 44 |
| Provincie Zuid-Holland | 14 | 12 | 26 |
| Totaal | 46 | 24 | 70 |

De kenmerken van de 70 KRW-meetpunten in grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016) zijn opgenomen in bijlage 1.

3.2 KRW-drempelwaarde

In 2008 heeft het RIVM een voorstel gedaan om drempelwaardes vast te stellen voor chloride, nikkel, arseen, cadmium en lood en voor de nutriënten (voedingsstoffen) stikstof en fosfaat. Voor nutriënten hangt de hoogte van de drempelwaarde af van de normen voor ecosystemen in water en op land die mede gevoed worden door grondwater. De mate van deze afhankelijkheid was niet voor heel Nederland bekend en daarom was een behoudende benadering gekozen. De drempelwaarden zijn afgestemd op de achtergrondniveaus in het grondwater. Drempelwaarden zijn in de gekozen procedure nooit strenger dan achtergrondniveaus. De achtergrondniveaus voor fosfaat waren het hoogst door marien beïnvloed grondwater. Grondwater onder duinen en dekzanden neemt een middenpositie en op zandgrond is het achtergrondniveau fosfaat het laagst. Voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West werd de drempelwaarde vastgesteld op 4,01 mg P/l (RIVM, 2008).

Het RIVM heeft de achtergrondniveaus in 2011 opnieuw vastgesteld met een nieuwe methode. Dit heeft geleid tot andere drempelwaarden. Voor het bepalen van de achtergrondconcentratie voor de afleiding van drempelwaarden werd aanbevolen om alle goede beschikbare meetgegevens te gebruiken, de achtergrondconcentratie te berekenen voor enerzijds de zoete en anderzijds de brak/zoute grondwaterlichamen en afhankelijk van de modaliteit van de gegevens een nadere selectie te maken.

Er is gekozen voor de meest soepele afleiding van de drempelwaarde: een scheiding tussen zoet en zout grondwater bij 300 mg/l chloride en de P95 percentiel voor de achtergrondconcentraties fosfaat. Dit heeft geleid tot een drempelwaarde van 2,0 mg P/l voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West (RIVM, 2011). Andere keuzes zouden tot een aanzienlijk strengere drempelwaarde hebben geleid tot een minimumwaarde van 0,1 mg P/l.

Resumé: Fosfaatmetingen in het KRW-meetnet worden getoetst aan de KRW-drempelwaarde van 2,0 mg P/l in grondwaterlichaam Duin Rijn-West.

3.3 Gebruikte meetdata en verwerking data

Door de provincies Noord-Holland en Zuid-Holland zijn drie spreadsheets aangeleverd met meetdata van de grondwaterkwaliteit. Deze drie bestanden zijn door ons samengevoegd in één bestand voor verdere verwerking.

Tabel 3-2 Aangeleverde databestanden

| Naam bestand | Provincie | Meetjaren |
|---|-------------------------------|--|
| Gegevens NH-ZH perceel 1.xlsx | Noord-Holland en Zuid-Holland | 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2010, 2011, 2012, 2015, 2016 en 2018 |
| 2021 KRW-PMG percelen 1235 provincie Zuid-Holland_aanRHDHV_DEF.xlsx | Zuid-Holland | 2021 |
| Perceel 1.xlsx | Noord-Holland | 2021 |

In de periode 2000 tot en met 2021 zijn er voor 13 jaren meetresultaten beschikbaar. Voor de KRW-meetrondes 2004, 2010, 2012, 2015, 2016, 2018 en 2021 zijn de meeste resultaten beschikbaar, namelijk meer dan 40 metingen in het grondwaterlichaam Duin-Rijn-West (Tabel 3-2). De meetjaren 2015 en 2016 kunnen met elkaar gecombineerd worden: provincie Noord-Holland heeft alleen metingen in 2016 uitgevoerd; provincie Zuid-Holland alleen in 2015. Gecombineerd geeft dit een beeld van de situatie 2015/2016.

De diepteligging van de filters en de x y-coördinaten zijn ontleend aan het "*bestand meetlocatiebestand_WKP_koppeling_meetgegevens_20181207-corr20210519_aanvulling_provincies.xlsx*" aangeleverd door het IHW.

Tabel 3-3 Aantal beschikbare meetresultaten voor P-totaal per jaar voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016)

| Jaar | Ondiep | Diep | Totaal |
|------|--------|------|--------|
| 2000 | 19 | 20 | 39 |
| 2001 | 14 | | 14 |
| 2002 | 13 | | 13 |
| 2003 | 13 | | 13 |
| 2004 | 34 | 23 | 57 |
| 2005 | 3 | | 3 |
| 2007 | 4 | | 4 |
| 2010 | 48 | 28 | 76 |
| 2011 | 8 | 1 | 9 |
| 2012 | 56 | 28 | 84 |
| 2015 | 27 | 18 | 45 |
| 2016 | 38 | 12 | 50 |
| 2018 | 59 | 26 | 85 |
| 2021 | 58 | 26 | 84 |

3.4 Overschrijding van de KRW-norm

De toetsing voor de KRW wordt gedaan aan de hand van het aandeel metingen dat zich boven de drempelwaarde bevindt. Voor P-totaal in grondwaterlichaam Duin Rijn-West is de KRW-drempelwaarde (2,0 mg/l P). Als 20% van alle metingen een meetwaarde hebben hoger dan de drempelwaarde, dan is het grondwaterlichaam in slechte toestand (Landelijke Werkgroep Grondwater, 2019). Bij de KRW-toetsing wordt geen onderscheid gemaakt in diepteligging van het filter (ondiep of diep).

De resultaten van de KRW-toetsing zijn moeilijk te reconstrueren omdat het KRW-meetnet per meetronde er op onderdelen verschillend uit kan zien. Bijvoorbeeld omdat een meetpunt verdwenen is en in de tussentijd vervangen is door een nieuw meetpunt.

Voor onze analyse zijn we uitgegaan van de 70 huidige KRW-meetpunten vermeld in bijlage 1. Voor eerdere meetjaren hebben we beoordeeld in hoeveel van de meetpunten de drempelwaarde wordt overschreden. Dit maakt een redelijke vergelijking tussen jaren met een verschillend aantal meetpunten mogelijk. Voor de zeven jaren met de meeste meetdata is de mate van overschrijding van de drempelwaarde weergegeven (Tabel 3-4).

In de jaren 2010 en 2015/2016 was het aantal punten met een overschrijding van de drempelwaarde lager dan 20% en dus was het grondwaterlichaam in goede toestand voor de KRW. Voor de andere meetjaren was het overschrijdingspercentage hoger dan 20%. Als er alleen gebruik zou worden gemaakt van de ondiepe meetpunten, dan zou de 20% grens niet overschreden worden. In het diepe grondwater vindt dus meer overschrijding plaats van de drempelwaarde van fosfaat.

Tabel 3-4 Mate van overschrijding van de drempelwaarde voor P-totaal grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016) voor zeven meetjaren voor KRW-meetnet (70 potentiële meetlocaties)

| | Totaal aantal metingen | Overschrijding drempelwaarde (%) | | |
|-----------|------------------------|----------------------------------|-------------|--------|
| | | Ondiep (10 m) | Diep (25 m) | Totaal |
| 2004 | 32 | 29% | 18% | 25% |
| 2010 | 56 | 12% | 18% | 14% |
| 2012 | 66 | 19% | 33% | 24% |
| 2015/2016 | 73 | 12% | 29% | 18% |
| 2018 | 68 | 18% | 30% | 22% |
| 2021 | 70 | 20% | 29% | 23% |

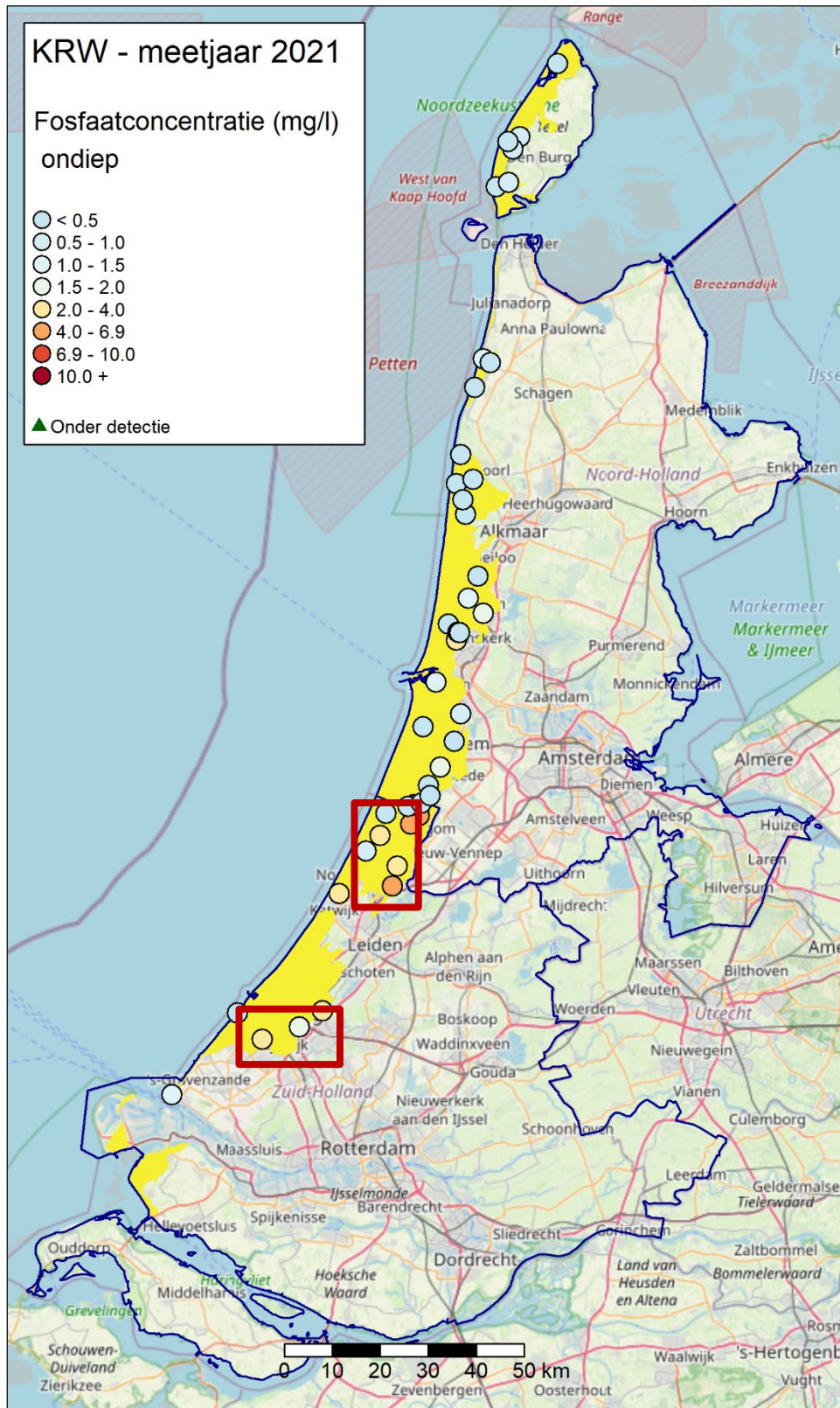
Dezelfde analyse is uitgevoerd voor een groter meetnet (Tabel 3-5). Dan zijn maximaal 131 filterlocaties beschikbaar in het WKP (bestand: "meetlocatiebestand_WKP_koppeling_meetgegevens_20181207-corr20210519_aanvulling_provincies.xlsx"). Dan blijkt dat in alle zes beschouwde meetrondes de KRW-drempelwaarde wordt overschreden. Dit is niet alleen het geval voor het diepe niveau, maar ook voor het ondiepe filterniveau. Uitbreiding van het meetnet geeft dus meer overschrijdingen.

Tabel 3-5 Mate van overschrijding van de drempelwaarde voor P-totaal grondwaterlichaam Duin Rijn-West (NLGW0016) voor zeven meetjaren voor 131 meetlocaties

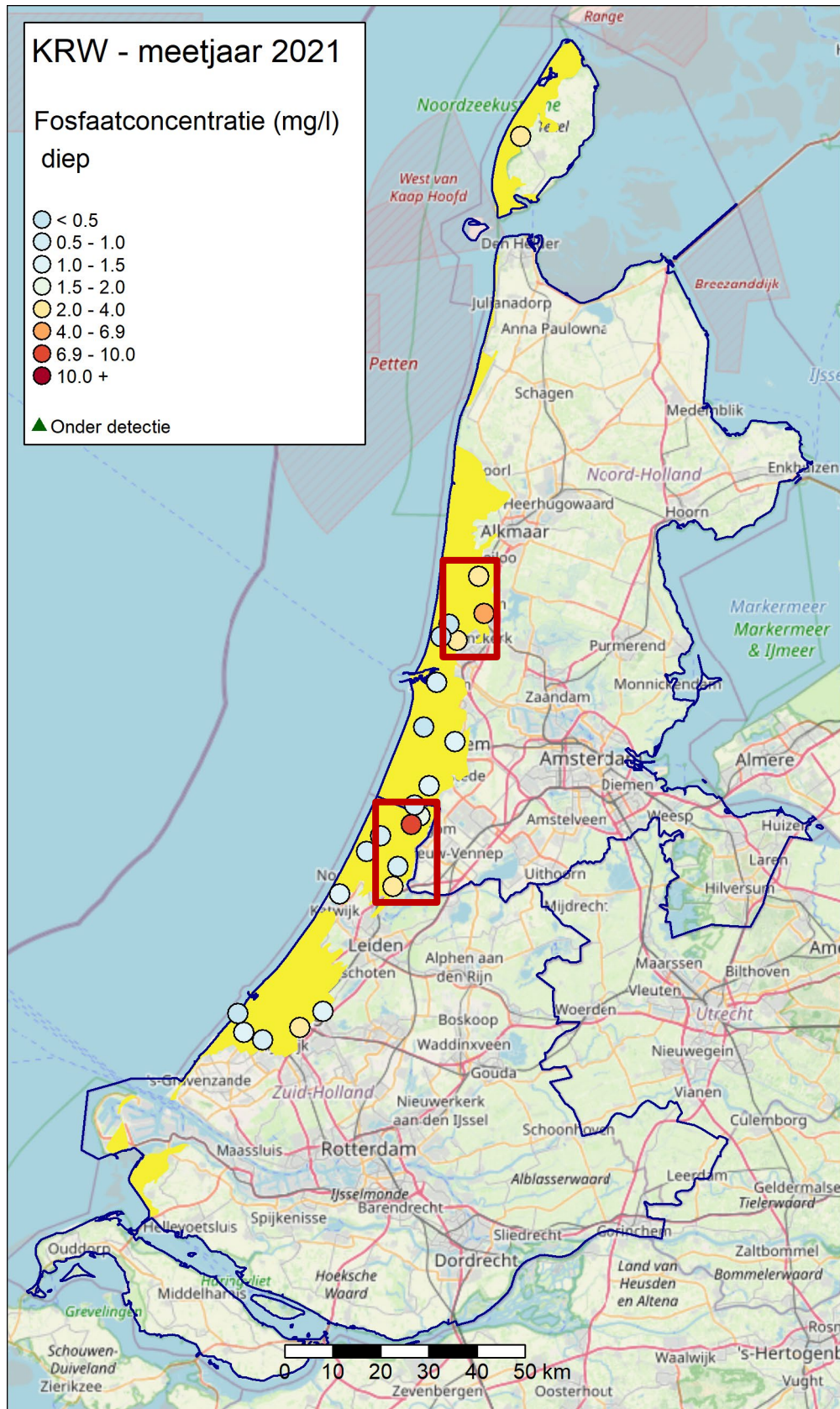
| Jaar | Totaal aantal metingen | Overschrijding drempelwaarde (%) | | |
|------------|------------------------|----------------------------------|------|--------|
| | | Ondiep | Diep | Totaal |
| 2004 | 57 | 38% | 30% | 35% |
| 2010 | 76 | 29% | 29% | 29% |
| 2012 | 84 | 29% | 32% | 30% |
| 2015/ 2016 | 95 | 20% | 33% | 24% |
| 2018 | 85 | 27% | 31% | 28% |
| 2021 | 84 | 29% | 31% | 30% |

3.5 Ruimtelijk beeld

De gemeten concentraties P-totaal voor het jaar 2021 zijn op kaart gezet onderverdeeld voor het ondiepe en diepe meetinterval (Figuur 3-1 en Figuur 3-2). De blauwe bolletjes zijn metingen onder de KRW-drempelwaarde. De bolletjes in geel, oranje en rood zijn waarden hoger dan de drempelwaarde. Overschrijding vindt geconcentreerd plaats in drie deelgebieden die nader besproken worden in de hoofdstukken 5 tot en met 7. Het gaat in totaal om 19 locaties (peilbuizen) waarvan er in 11 peilbuizen de norm voor fosfaat wordt overschreden.



Figuur 3-1 Gemeten concentraties P-totaal in 2021 in het ondiepe filter (met in rood clusters van peilbuizen met concentraties hoger dan de drempelwaarde)



Figuur 3-2 Gemeten concentraties P-totaal in 2021 in het diepe filter (met in rood clusters van peilbuizen met concentraties hoger dan de drempelwaarde)

4 Beschikbare systeemkennis duinengebied

Dit hoofdstuk geeft een samenvatting van beschikbare systeemkennis over het duinengebied en de fosfaatproblematiek. Er zijn geen eerdere rapportages gevonden die ingaan op de fosfaatproblematiek aan de rand van het duinengebied in Noord- en Zuid-Holland. Dit werd bevestigd door de provincies Noord- en Zuid-Holland; dergelijke rapportages zijn niet beschikbaar in de provinciale archieven.

Regionale systeembeschrijving Noord-Holland en waterkwaliteit

Water en Natuur (2020a) geeft een ecologische systeemanalyse van de wateren in beheer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. In dit rapport wordt ook ingegaan op de werking van het regionale grondwatersysteem op basis van eerdere modelberekeningen naar kwel en infiltratie. Het rapport richt zich op de waterkwaliteit, waarbij de belasting van fosfaat een belangrijke rol speelt. De fosfaatgehalten zijn 5 tot 10 maal te hoog voor een helder, plantenrijk watersysteem. Dit wordt veroorzaakt door landbouwkundig gebruik en het peilbeheer, maar ook de mariene oorsprong speelt een rol. Hoge sulfaatgehalten zorgen voor een geringe binding van fosfaat aan ijzer in de bodem en leiden tot versnelde afbraak van organisch materiaal (veen). In de duinwateren spelen deze processen niet, maar daar zijn sommige meren sterk overbemest door vogelkolonies. De hoogste sulfaatgehalten komen voor buiten ons interessegebied, met name in de Wieringermeerpolder en Texel.

Waterkwaliteit van het duinsysteem

(Water en natuur, 2020b) geeft een ecohydrologische systeembeschrijving van het Noord-Hollandse duingebied. Het is een technisch wetenschappelijk rapport met een accent op het ecologisch functioneren van de KRW-oppervlaktewaterlichamen in de duinen. Met een detailanalyse van de ecologische sleutelfactoren (ESF's) en inventarisatie van Natura 2000- en PAS-documenten zijn de knelpunten in beeld gebracht. Van nature zijn duinmeren arm aan stikstof- en fosfaatverbindingen. De bemestingsdruk door vogels, zoals ganzen, maar vooral aalscholvers is een risico voor de oppervlaktewaterkwaliteit in de duinvalleien. Dit probleem speelt vooral op Texel (tot meer dan 7 mg/l fosfaat-totaal) en in veel mindere mate in het Zwanenwater. In het Vogelwater ten noordwesten van Castricum zijn de fosfaatconcentraties laag (zomergemiddelde van 0,02 mg/l fosfaat-totaal).

De beschikbare systeemanalyse voor de duinen ten westen van Lisse-Hillegom (Unie van Bosgroepen, 2012) gaat niet in op de waterkwaliteit. Het rapport behandelt wel de bodemkwaliteit zoals de zuurgraad en de relatie met de vegetatie. Dit rapport beschrijft de condities die noodzakelijk zijn voor duurzaam behoud, herstel en ontwikkeling van natte duinvalleien en met name de gewenste grondwaterstanden. Hiervoor is een tijdreeksanalyse uitgevoerd.

Natuur in de duingebieden

Het duingebied in Noord en Zuid-Holland heeft de Natura2000 status en is verdeeld in verschillende Natura2000 gebieden. De voor deze studie meest relevante gebieden zijn:

- Het Noord-Hollands Duinreservaat (5242 ha) ter hoogte van Castricum;
- Kennemerland-Zuid (8171 ha) ter hoogte van Lisse-Hillegom;
- Solleveld & Kapittelduinen (827 ha) ter hoogte van Den Haag.

Voor elk N2000 gebied is een beheerplan ((Noord-Holland, 2017a en b en Sweco, 2018) gemaakt dat beschrijft wat er moet gebeuren om, in samenhang met het huidig gebruik, de natuurdoelen uit het aanwijzingsbesluit te realiseren. Deze natuurdoelen hebben een sterke relatie met de bodem- en grondwaterkwaliteit en de grondwaterstanden.

Geochemie van het duinengebied en de relatie met fosfaat

In kalkrijke duinen is ontkalking een sturend proces (Noord-Holland, 2017a). De duinen bij Castricum en Hillegom-Lisse zijn overwegend kalkrijk (Noord-Holland, 2017a en b). Kalk zorgt voor een buffering van de pH-waarden in de bodem. Regen lost de kalk op en vervoert deze naar diepere bodemlagen. Omdat op termijn de buffer opraakt, treedt een natuurlijke ontkalking en verzuring op. Sterkere verzuring gaat gepaard met de vorming van een humuslaag in de bodem. Hierdoor verandert de mineralenhuishouding van de bodem en komen grotere hoeveelheden fosfaat beschikbaar. De hoeveelheid kalk in de bodem vertoont in de regel een gradiënt van de zeereep (veel kalk) naar de binnenduinrand (minder kalk of zelfs geheel ontkalkt), waarbij de diepte tot waar de ontkalking heeft plaatsgevonden toeneemt.

De situatie bij Solleveld bij Den Haag is anders. Hier ligt een ontkalkte strandwal aan de oppervlakte. Alleen in een smalle strook aan de zeezijde en in het zuidwesten liggen kalkrijke jonge duinen, gevormd tussen de jaren 850 en 1000 (Sweco, 2018).

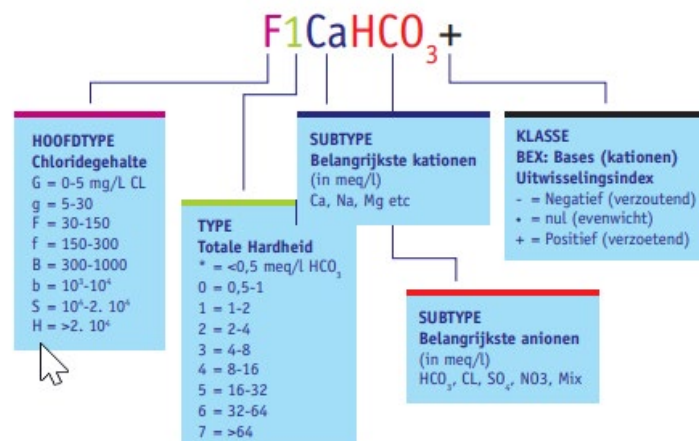
Pieter Stuyfzand heeft 40 jaar lang gewerkt bij Kiwa/KWR, TU Delft en VU aan studies in het Hollandse duingebied gericht op kunstmatige infiltratie, duinhydrologie en grondwaterkwaliteit. Bekend is de classificatie die hij heeft ontwikkeld (1986) voor de typering van het grondwater rekening houdend met geochemische processen in de ondergrond. Zo kan beoordeeld worden of er sprake is van menselijke beïnvloeding en verzoeting of verzouting. Deze classificatie wordt ook in dit rapport toegepast.

Stuyfzandtypering

Stuyfzand (1986) heeft een methode ontwikkeld om te duiden wat het karakter van het water is. Aan de hand van een codering wordt weergegeven wat het type grondwater is. Het grondwatertype wordt beschreven aan de hand van vijf hoofdtypen:

1. Het chloridegehalte, van zoet naar zout;
2. De hardheid van het water van heel zacht water (0) tot hard (2) extreem hard water (klasse 4 en hoger). De hardheid wordt bepaald door de hoeveelheid Ca en Mg ionen in het grondwater;
3. Het belangrijkste kation. Dit hoeft niet het ion te zijn dat het meeste voorkomt (uitgedrukt in meq/l). Er wordt naar drie 'families' van kationen gekeken (Ca/Mg, Al/Fe/H en Na/K/NH₄). Eerst wordt de sterkste familie vastgesteld, vervolgens het sterkste lid van de familie en na een eventuele voorselectie het sterkste paar binnen de familie;
4. Het belangrijkste anion; Dit hoeft niet het ion te zijn dat het meeste voorkomt (uitgedrukt in meq/l). Er wordt naar vier 'families' van kationen gekeken (HCO₃, Cl, SO₄/NO₃ of een mix type). Eerst wordt de sterkste familie vastgesteld, vervolgens het sterkste lid van de familie en na een eventuele voorselectie het sterkste paar binnen de familie;
5. Een karakteristiek van zoet/zoutwater intrusie. Aan de hand van de verhouding tussen Na, K, Mg en Cl concentraties wordt bepaald of het systeem verzoutend, neutraal of verzoetend is.

Dit geeft samen een code van vijf karakters. Niet alle theoretisch mogelijke combinaties komen in de praktijk voor.



5 Deelgebied Heemskerk - Castricum

5.1 Beschrijving van het gebied

Het meest noordelijke deelgebied ligt in de omgeving van Heemskerk - Castricum. In het westen ligt het duingebied waar PWN-oppervlaktewater infiltrteert en weer als grondwater wint. In de binnenduinrand aan de westzijde van Castricum en Heemskerk ligt een smalle strook bollenvelden, met daartussen ook andere teelten (groente, graan, mais, gras). Aan de oostzijde van Castricum en Heemskerk ligt een open poldergebied met overwegend grasteelt. Kenmerkende foto's van peilbuislocaties zijn hieronder opgenomen (Figuur 5-1 en Figuur 5-2). De ligging van de peilbuizen is opgenomen in Figuur 5-3.

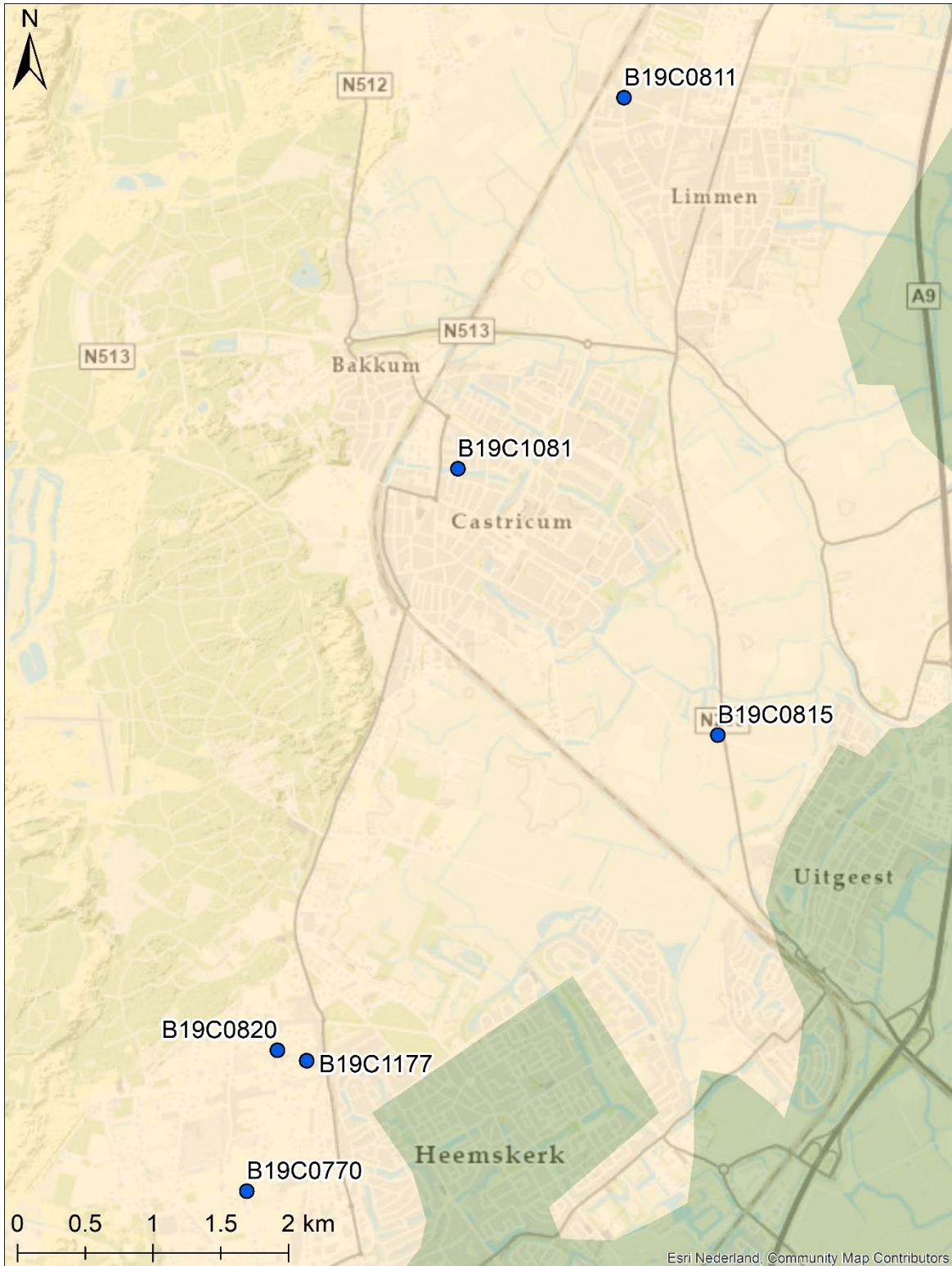


Figuur 5-1 Bollenveld ten westen van Heemskerk ter hoogte van peilbuis B19C0770 (Bron: Google Streetview)



Figuur 5-2 Poldergebied tussen Castricum en Uitgeest ter hoogte van peilbuis B19C0815. Peilbuis is net zichtbaar boven fietser en verkeersbord (Bron: Google Streetview)

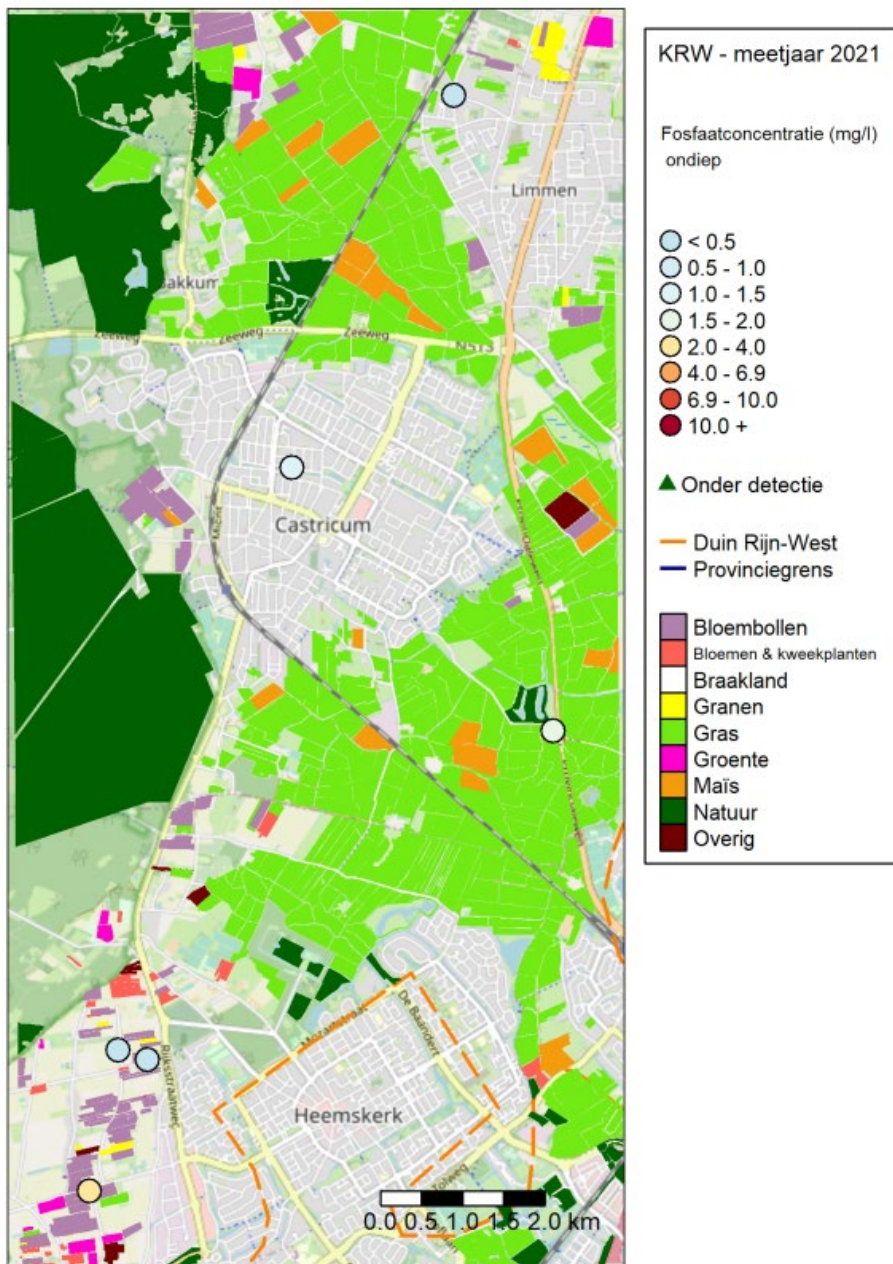
In het provinciale waterplan van Noord-Holland (2022) wordt aandacht gegeven aan de binnenduinrand: “Voor de komende KRW-periode ligt de uitdaging vooral in de binnenduinrand. Het grondwater dat niet meer wordt opgepompt stroomt naar de duinrand en kan worden benut voor ontwikkeling van bijzondere kwelmilieus zoals duinrellen met fonteinkruiden en percelen met blauwgraslanden. Door het water vast te houden ontstaat er ook een ‘klimaatbuffer’ tegen droge periodes.”



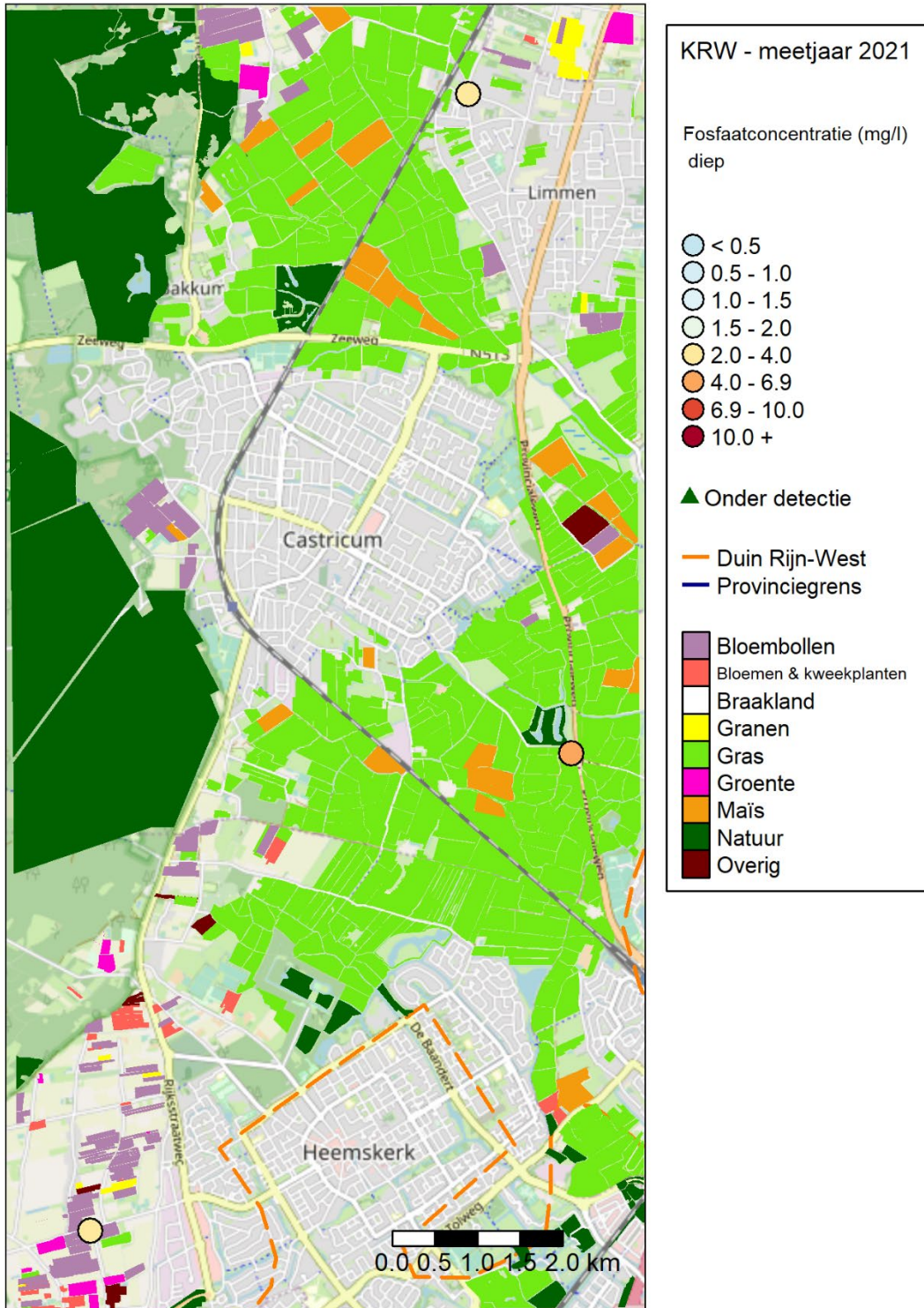
Figuur 5-3 Ligging en naamgeving van peilbuizen in deelgebied Heemskerk - Castricum

5.2 Gemeten fosfaatconcentraties en trends

Dit deelgebied is uitgekozen omdat er in het deelgebied rond Castricum drie peilbuizen zijn waar in 2021 de gemeten fosfaatconcentraties in het diepe grondwater hoger waren dan de drempelwaarde (Figuur 5-5). In het ondiepe grondwater speelt dit minder; er is één peilbuis waar de P-totaal concentraties boven de KRW-drempelwaarde voorkomen (Figuur 5-4). Op deze kaarten is het landgebruik van 2021 weergegeven. Het landgebruik verandert per jaar, maar het getoonde beeld op de kaarten is in grote lijnen in overeenstemming met het beeld van voorgaande jaren. De kenmerken van de peilbuisfilters zoals coördinaten en diepteligging zijn opgenomen in Tabel 5-1 en details over de waterkwaliteit zijn opgenomen in Tabel 5-2.



Figuur 5-4 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het ondiepe grondwater in het gebied Castricum – Heemskerk met op de achtergrond het landgebruik van 2021. Het meetpunt zuidoost van Castricum, B19C0815 filter 1, is niet in 2021 gemeten en geeft de concentratie van 2018 weer



Figuur 5-5 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het diepe grondwater in het gebied Castricum – Heemskerk met op de achtergrond het landgebruik van 2021

Het hoger gelegen duinengebied gaat over in een laaggelegen gebied met overwegend grasteelt. Tegen de duinen aan liggen enkele bollenvelden, maar bollengebruik is veel minder dominant in vergelijking met het deelgebied Lisse-Hillegom (zie volgende hoofdstuk). Het gebied tussen de binnenduinrand en het Noord-Hollands Kanaal bestaat uit polders (Grontmij, 2012). De polders ten noorden van Bergen bestaan uit klei en zijn vooral in gebruik voor veehouderij en recreatie. De polders ten noorden van Castricum, ter hoogte van Egmond zijn zandig en grotendeels in gebruik voor bollenteelt.

Tabel 5-1 Kenmerken van de peilbuizen in deelgebied Heemskerk – Castricum (voor ligging zie Figuur 5-3)

| Naam | X (m) | Y (m) | Diepteligging van filter (meter t.o.v. maaiveld) | | Toetsdiepte KRW | KRW-meetpunt in 2021 |
|--------------|--------|--------|--|-----------|-----------------|----------------------|
| | | | Bovenkant | Onderkant | | |
| B19C0770_001 | 104548 | 502217 | -1.65 | -3.65 | ondiep | Ja |
| B19C0770_004 | 104548 | 502217 | -26.1 | -27.1 | diep | Ja |
| B19C0811_001 | 107332 | 510289 | -8 | -10 | ondiep | Ja |
| B19C0811_002 | 107332 | 510289 | -21 | -23 | diep | Ja |
| B19C0815_001 | 108024 | 505584 | -7.5 | -9.50 | ondiep | Nee |
| B19C0815_003 | 108024 | 505584 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B19C0820_001 | 104773 | 503257 | -3 | -4 | ondiep | Ja |
| B19C1081_001 | 106105 | 507550 | -0.27 | -1.88 | ondiep | Ja |
| B19C1177_001 | 104990 | 503181 | -1.5 | -3.5 | ondiep | Ja |

Tabel 5-2 Gemeten concentraties chloride, fosfaat, Stuyfzandtypering voor waterkwaliteit 2021 en visuele trend voor gemeten fosfaatconcentraties

| Naam | Chloride concentratie (mg/l) | Fosfaat-totaal concentratie (mg P/l) | Trend fosfaat (visueel) | Stuyfzandtypering (zie hoofdstuk 4 voor uitleg) |
|---------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| B19C0770_001 | 49 | 2,50 | Geen | F2CaHCO3+ |
| B19C0770_004 | 38 | 3,31 | Geen | F2CaHCO3+ |
| B19C0811_001 | 59 | 0,20 | - | F2CaHCO3+ |
| B19C0811_002 | 40 | 3,26 | Geen | F2MgHCO3+ |
| B19C0815_001* | 380 | 1,50 | - | b3FeCl0 |
| B19C0815_003 | 329 | 5,73 | Geen | b0NaHCO3+ |
| B19C0820_001 | 26 | 0,17 | - | g2CaHCO3+ |
| B19C1081_001 | 37 | 1,17 | - | F3CaHCO3+ |
| B19C1177_001 | 404 | 0,13 | - | b3CaCl- |

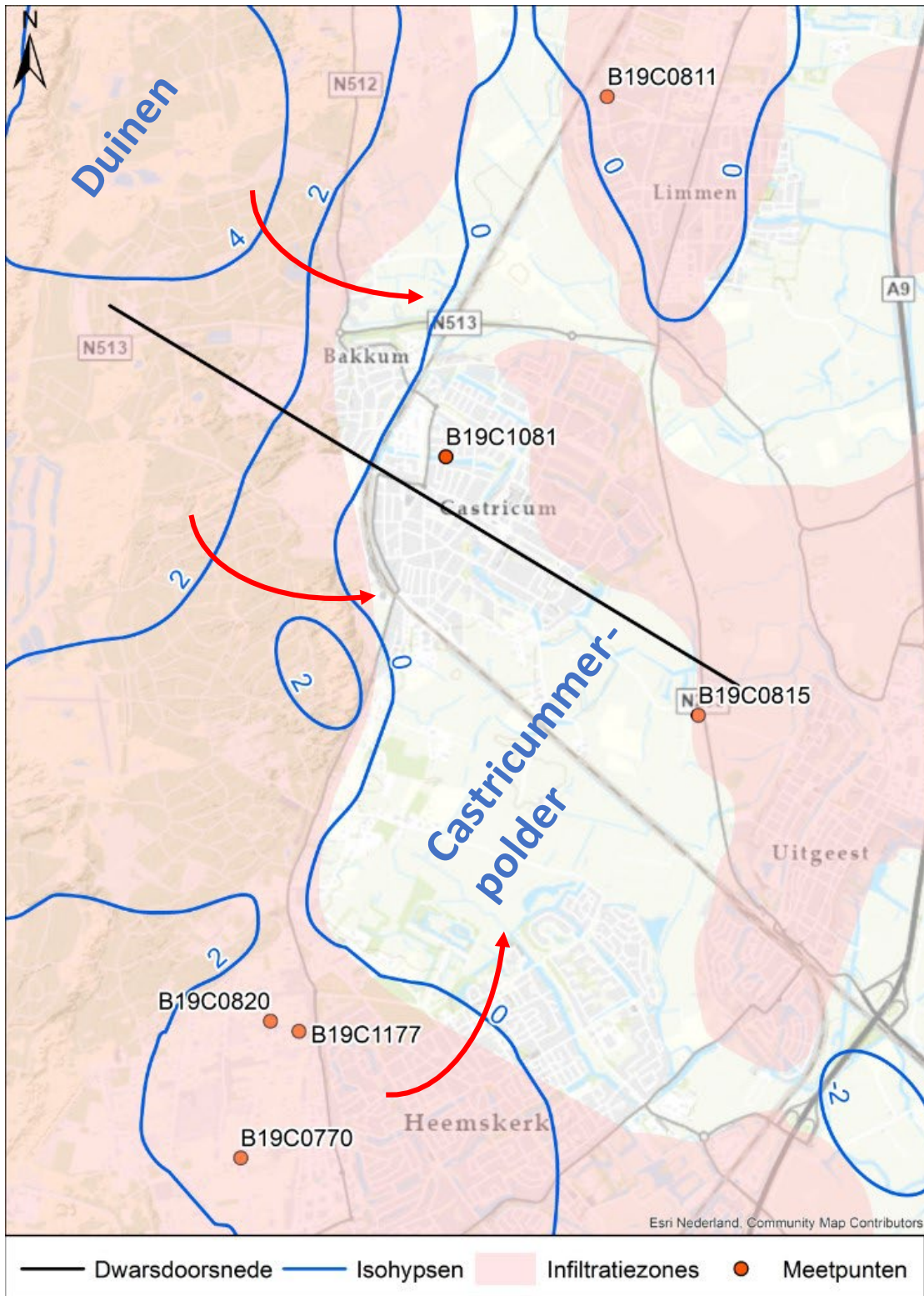
* Meting in 2018, niet gemeten in 2021

Met de officiële KRW-methodiek voor het bepalen van trends komt er geen trend naar voren. Er zijn te weinig metingen beschikbaar of de metingen zijn onevenredig verdeeld over de tijd. Daarom is er een visuele inspectie uitgevoerd op beschikbare trendgrafieken voor de locaties waar fosfaatconcentraties boven de drempelwaarde voorkomen. In geen van de vier beschouwde filters is een duidelijke trend te zien. Er zijn meestal vijf meetresultaten beschikbaar en de meetwaarden schommelen rond dezelfde waarde.

5.3 Geohydrologische systeembeschrijving

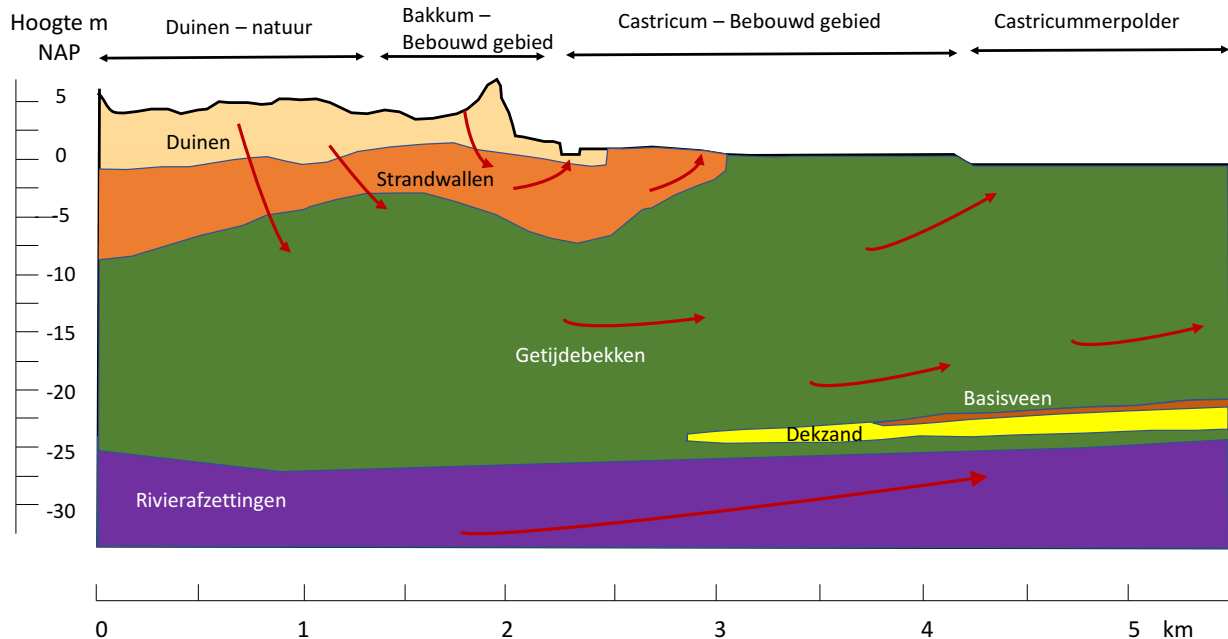
De werking van het geohydrologisch systeem is op kaart gepresenteerd in Figuur 5-6.

Grondwater infiltreert in het duingebied en stroomt in oostelijke richting naar de laag gelegen polders en deels in westelijke richting naar zee.



Figuur 5-6 Werking van het geohydrologisch systeem in deelgebied Heemskerk – Castricum. De rode pijlen geven de richting van de grondwaterstroming weer van de infiltratiegebieden naar de kwelzones. De zwarte lijn is het dwarsprofiel figuur 5-7

De werking van het geohydrologisch systeem kan nog beter begrepen worden vanuit de opbouw van de ondergrond. De werking van het geohydrologisch systeem is geschematiseerd in Figuur 5-7. De informatie over grondwaterstroming in Figuur 5-6 is hierin gecombineerd met informatie over de geohydrologische laagopbouw ontleend aan GeoTOP / DinoLoket.



Figuur 5-7 Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost in de omgeving van Castricum

In de figuur zijn de volgende lagen te zien:

- De duinen in het westen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Schoorl). Dit zijn fijnzandige afzettingen afgezet door de wind;
- Strandwal afzettingen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Zandvoort) met fijne tot grove zanden afgezet door de zee;
- Een getijdebekken (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Wormer). Deze afzettingen zijn door de zee afgezet en bestaan uit grijze fijne zanden met silt en klei. Deze laag is daarom minder goed doorlatend dan de bovenliggende zandlagen;
- Dekzand (Formatie van Boxtel) dat na de ijstijden is afgezet. Deze afzettingen zijn fijn tot grofzandig. In het oostelijk gelegen deel komt een laag basisveen voor; de laag is dun maar wel zeer compact en daarom zeer slecht doorlatend;
- Rivierafzettingen (Formatie van Kreftenheije) met grove zanden afgezet door de rivieren.

De geologische opbouw rond Castricum is sterk beïnvloed door het oer-IJ. Rond het jaar 0 stroomde hier de noordelijke tak van de Rijn de Noordzee in (zie kader). Deze voorloper van het IJ-meer was een getijdensysteem dat bij Castricum uitmondde in de Noordzee en waar het zeewater met iedere eb en vloed in- en uitstroomde. De oorspronkelijke delta werd opgevuld met veen. Vanaf de 17^e eeuw werden de meeste veenmeren ingepolderd en veen verdween steeds meer door ontginning en ontwatering. Na 1800 ontstond een hoog, gesloten duinfront langs de kust door aanplant van helmgras en windschermen om het zand aan de voeten van de duinen in te vangen. Op geologische tijdschaal is in dit gebied dus nog veel interactie geweest tussen de zee en het achterliggende landschap. Wad afzettingen uit deze tijd bevatten daarom nog zout water en zijn van invloed op de grondwaterkwaliteit.

De rol van het oer-IJ in het landschap

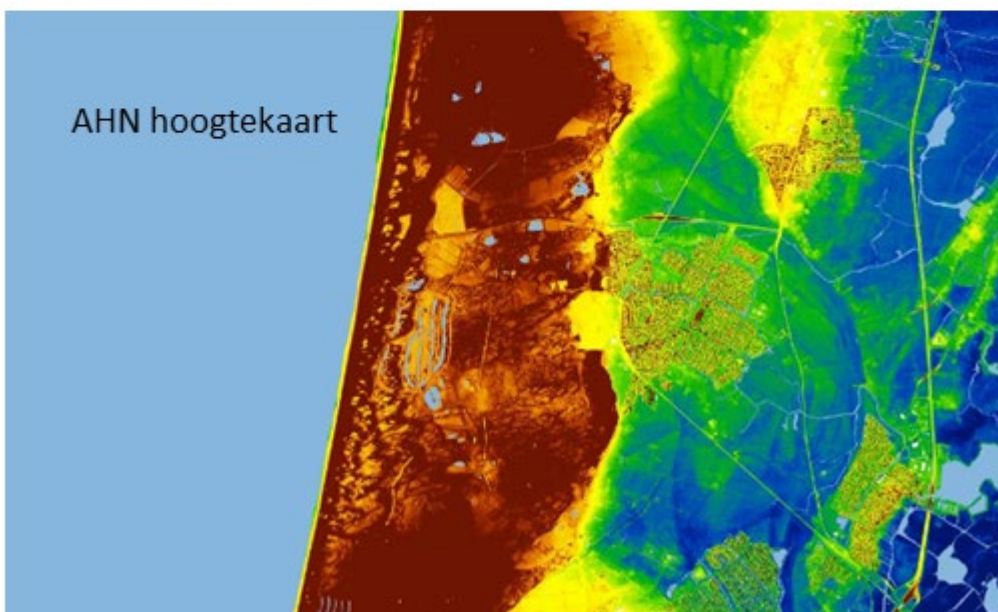
Castricum (rode rechthoek) ligt in het gebied waar de Oer-IJ in het verleden stroomde. De oude delta is nog steeds te herkennen in de lagere maaiveldligging.



Monding van de Rijn lag tot 250 voor Chr. Bij Castricum



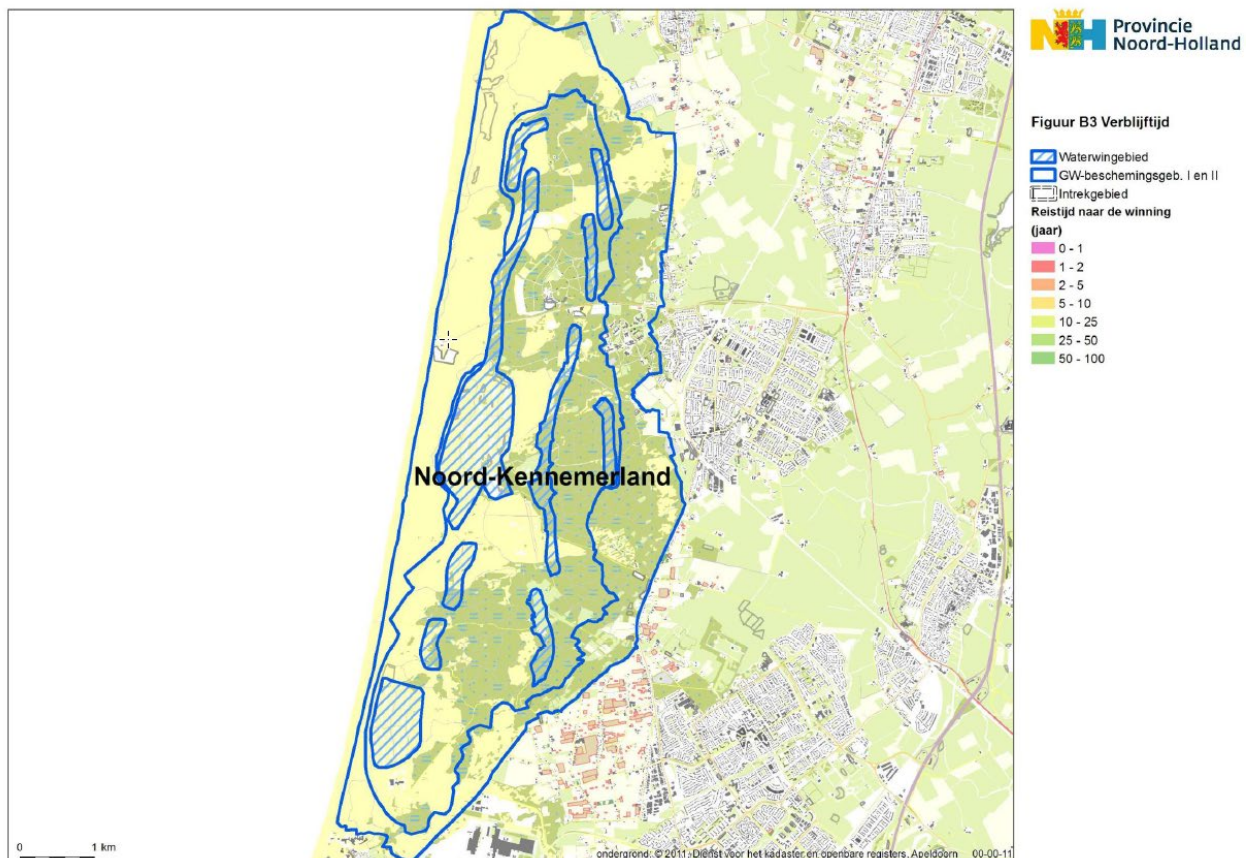
Hierna verzandde de kust. Door vernatting vond veenvorming plaats. De voormalige geul werd opgevuld met klei en weinig materiaal.



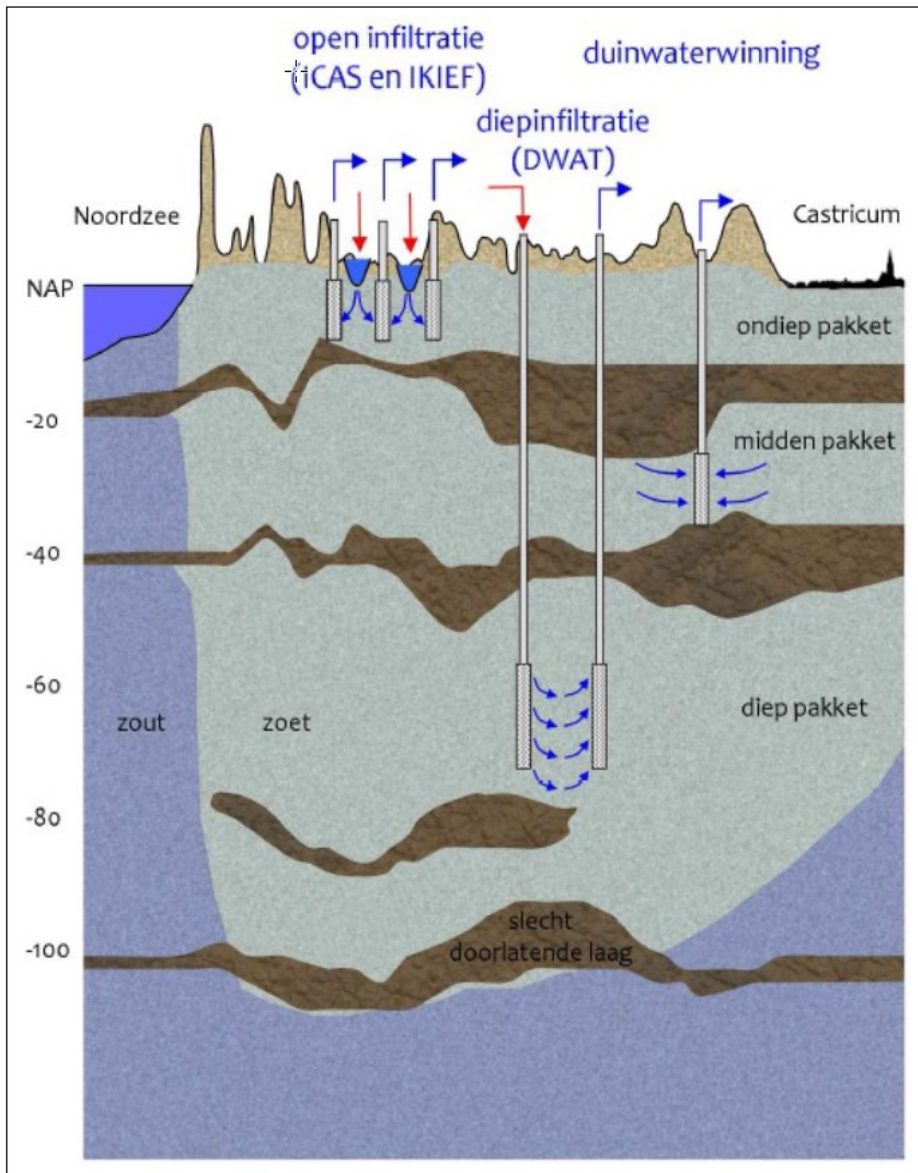
De grondwaterstroming is met rode pijlen ingetekend in de figuur.

Het infiltratiegebied ligt ten westen van Castricum in het duingebied. De duinen liggen hier relatief hoog zodat water kan infiltreren naar de ondergrond. Infiltratie van ingebracht rivierwater door het waterbedrijf PWN vergroot deze infiltratie. Deze winning is gestart in 1920. Tot 1957 bestond al het opgepompte water uit natuurlijk aanwezig duinwater. Om de negatieve effecten van de winning van duinwater te verminderen is in 1957 het infiltratiegebied Castricum (ICAS) in gebruik genomen. Daar werd Rijnwater geïnfilteerd, dat werd ingenomen in Nieuwegein. Om aan de stijgende vraag te kunnen voldoen, is in 1975 infiltratiegebied Kieftenvlak (IKIEF) in gebruik genomen. In de jaren '80 is in Andijk de drinkwaterfabriek en het innamepunt voor infiltratiewater in gebruik genomen (Grontmij, 2014b). In 1990 is de diepinfiltratie in de duinen van Castricum (DWAT) gestart (Figuur 5-9).

Er wordt zo veel water in de duinen geïnfilteerd dat het gehele jaar door sprake is van een kwelflux vanuit de duinen (en in mindere mate uit de strandwallen). Hierdoor is in de maanden april tot juli en augustus nog in een groot deel van het gebied sprake van een wateroverschot (Grontmij, 2012). Het infiltrerende water zorgt voor een zoetwaterbel onder het duingebied, zie Figuur 5-9. Het geïnfilteerde grondwater in de duinen wordt in minder dan 25 jaar tijd weer onttrokken door de grondwaterputten (Figuur 5-8).



Figuur 5-8 Grondwaterbeschermingsgebied Noord-Kennemerland en reistijd naar de onttrekkingsputten (Grontmij, 2014)



Figuur 5-9 Schematische geohydrologische dwarsdoorsnede van de infiltratie en waterwinning met open infiltratie, diepte-infiltratie en de duinwaterwinning (bron: PWN)

Binnenduinrand

De overgang van infiltratie naar kwelstroming vindt plaats langs de binnenduinrand. De sloot langs de spoorlijn Zaandam – Den Helder en andere watergangen binnen het dorp vangen het opkwellende water af. Voor de gemeenten Bergen, Castricum en Heiloo is een regionaal waterplan gemaakt met een visie op het gewenste watersysteem (Grontmij, 2012). Dit rapport meldt over de invloed van de bollenteelt in de binnenduinrand: “de belasting van zowel grond- als oppervlaktewater met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen is hoog. Hierdoor kunnen de potenties van het schone drangwater uit de duinen niet of nauwelijks ten goede komen aan de flora en fauna. Ook de aanvoer van boezemwater zorgt ervoor dat het water uit het duingebied al direct aan het begin van het systeem met gebiedsvreemd water wordt belast.” Het bijbehorende kaartje in het Grontmij rapport (2012) met metingen van de waterkwaliteit is echter zo klein dat wij hier geen conclusies uit kunnen trekken.

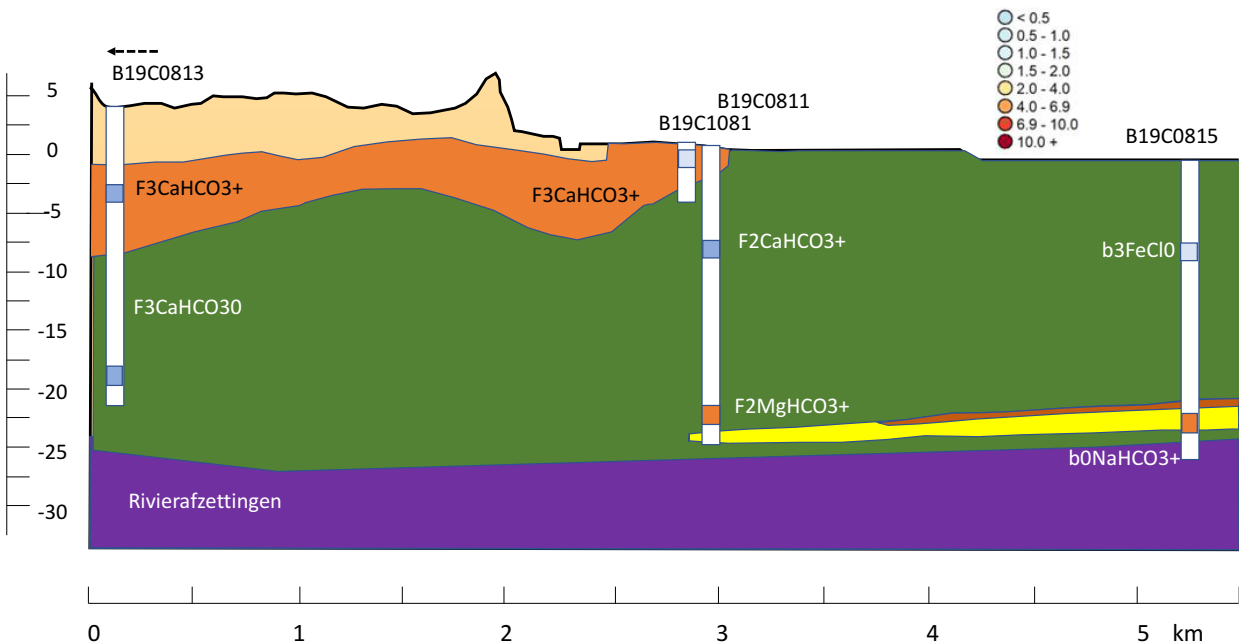
Poldergebieden

Grondwater stroomt in oostelijke richting naar de laag gelegen polders. Ten oosten van Castricum liggen de Groot Limmer Polder, de Castricumerpolder en polder De Zien. Hier worden maatregelen genomen om wateroverlast te voorkomen. Stuwen worden vervangen, geautomatiseerd en van afstand bediend. Dit maakt het gemakkelijker om bij extreme wateroverlast gecontroleerd, snel en precies het water af te laten stromen (Website, Hollands Noorderkwartier). Het streefpeil in de Castricumerpolder is (bijna overall vrijwel) gelijk voor zomer en winterpeil en verschilt per peilvak van NAP -1,35 meter tot NAP -0,70 meter (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2015).

5.4 Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering

Het eerder getoonde geohydrologische profiel in Figuur 5-7 is gebruikt als basis om inzicht te geven in de geochemie. Er zijn drie peilbuizen gekozen. Twee peilbuizen liggen op het profiel, peilbuis B19C0813 ligt iets zuidelijker en is gekozen als een typerende peilbuis voor het duinengebied.

Het type grondwater is geclassificeerd met de Stuyfzandtypering (zie kader in hoofdstuk 4). Het ondiepe grondwater in Castricum is van hetzelfde type als het hoger gelegen duingebied (Figuur 6-10). Het is zoetwater en kalkrijk (Ca en HCO_3 zijn dominant). Het water is hard door de aanwezigheid van veel kalk (Ca). En het grondwater is overwegend verzoetend van aard ten gevolge van eeuwenlange infiltratie van regenwater in de duinen en de extra infiltratie van zoet voorgezuiverd rivierwater in de afgelopen decennia. Peilbuis B19C0815 staat in de Castricumerpolder en heeft een ander type grondwater (b0NaHCO⁺ in het diepe filter en b3FeClO in het ondiepe filter). Grondwater in deze polder is brak, waarschijnlijk ten gevolge van de recente opening tussen dit gebied en de Noordzee (zie kader OerIJ). Het diepe filter staat onder het basisveen dat fungeert als een hydrologische barrière tussen het ondiepe en diepe grondwater. Dit verklaart ook het verschil in grondwatertype. Dichter in de buurt van de zee bij de duinen is het grondwatersysteem verzoet door de grote mate van infiltratie van regenwater en geïnfiltreerd oppervlaktewater.



Figuur 5-10 Gemeten concentratie P-totaal (mg/l P) in 2021 en typering van het grondwater volgens de Stuyfzand classificatie

De peilbuis in het duingebied (B19C0813) en de peilbuizen aan de rand van het duingebied (B19C0811 en B19C1081) hebben relatief lage P-totaal concentraties in het ondiepe grondwater. De P-totaal concentraties in het diepe grondwater zijn verhoogd bij de peilbuizen in Castricum en de Castricumerpolder. Het watertype wijst op ouder verzoetingswater; het is goed mogelijk dat het fosfaat nog aanwezig is uit de eerdere mariene afzettingen.

5.5 Resumé

Verhoogde fosfaatconcentraties komen in het deelgebied Heemskerk – Castricum alleen voor in het diepe grondwater (met uitzondering van één ondiep meetpunt). De aanwezigheid van verhoogde fosfaatconcentraties heeft waarschijnlijk te maken met de mariene oorsprong van eerder geïnfiltreerd water. Dit is geconcludeerd uit een duidelijk andere samenstelling van de grondwaterkwaliteit, alhoewel het grondwater soms wel zoet is. Dieper onder de polder onder het basisveen wordt het grondwater zout en heeft een duidelijk andere samenstelling. Infiltratie van fosfaat vanuit de bovenliggende lagen ligt minder voor de hand omdat de fosfaatconcentraties hier lager zijn. Water op 25 meter diepte in de regio Castricum is waarschijnlijk niet meer of nauwelijks beïnvloed door infiltrerend water vanuit de duinen, zeker wanneer het basisveen voorkomt. De beschikbare dataset is beperkt. Met meer metingen kan deze hypothese versterkt worden.

6 Deelgebied Hillegom – Lisse

6.1 Beschrijving van het gebied

Het centraal gelegen interessegebied ligt in de omgeving van Hillegom – Lisse. In het westen ligt het duingebied waar Waternet oppervlaktewater infiltreert en weer als grondwater wint. Dit gebied is ingericht als natuur- en recreatiegebied. De binnenduinrand is afgegraven zodat men dicht genoeg bij het grondwater kwam en kon profiteren van het niet-ontkalkte diepgelegen duinzand. Dit zijn ideale omstandigheden voor de bollenteelt die hier al geïntroduceerd is in de 16^e eeuw. De bolgewassen groeien goed op de kalkrijke, geëgaliseerde bodem van de strandwallen. Ten noordwesten van Lisse ligt sinds 1949 de Keukenhof en langs de spoorlijn Haarlem – Leiden ligt een natuurgebied, landgoed Wassergeest, met natte graslanden.

Kenmerkende foto's van peilbuislocaties zijn hieronder opgenomen (Figuur 6-1, Figuur 6-2 en Figuur 6-3). De ligging van de peilbuizen is opgenomen in Figuur 6-4. Het gebied tegen de duinen (Figuur 6-3) aan bevat weinig oppervlaktewater, de grondwaterstand staat hier dieper. In de richting van Hillegom komt de grondwaterstand dichterbij maaiveld en hier komt meer oppervlaktewater voor (Figuur 6-1 en Figuur 6-2).



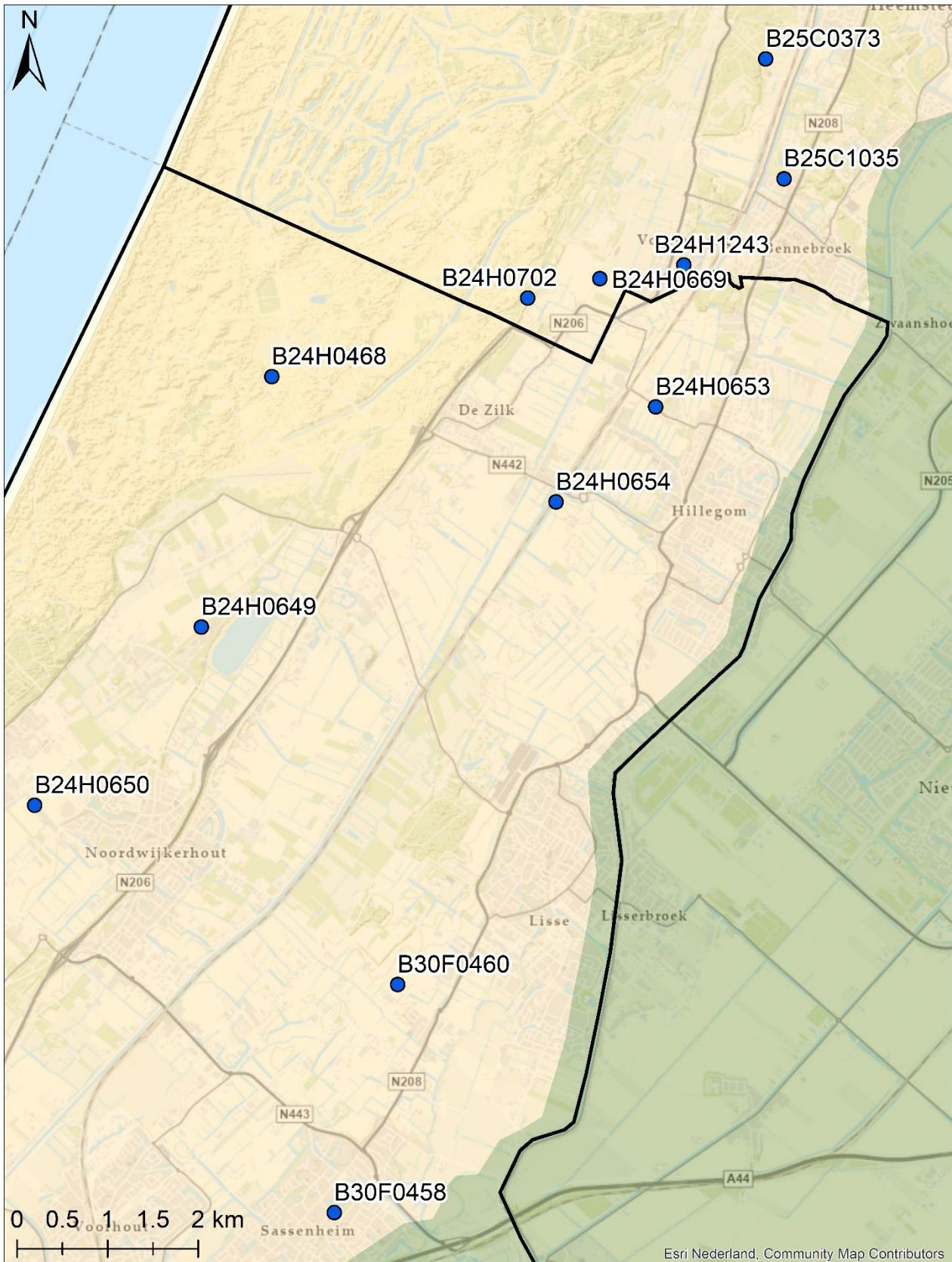
Figuur 6-1 Bollenveld ten westen van Hillegom met uitzicht op peilbuis B24H0654 (Bron: Google Streetview)



Figuur 6-2 Bollenveld ten westen van Hillegom ter hoogte van peilbuis B24H0653 (Bron: Google Streetview)



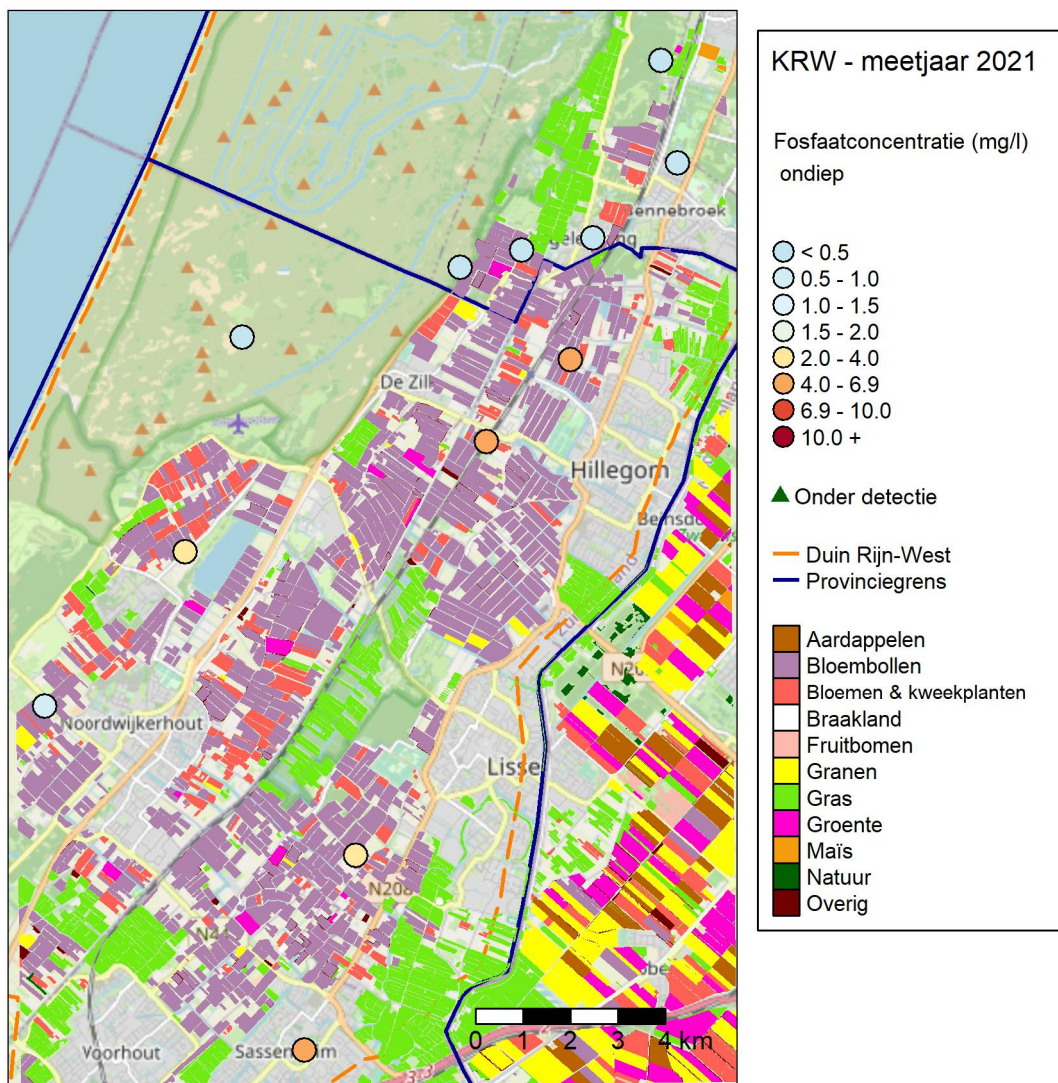
Figuur 6-3 Bollenveld ten westen van Hillegom ter hoogte van peilbuis B24H0669 (Bron: Google Streetview)



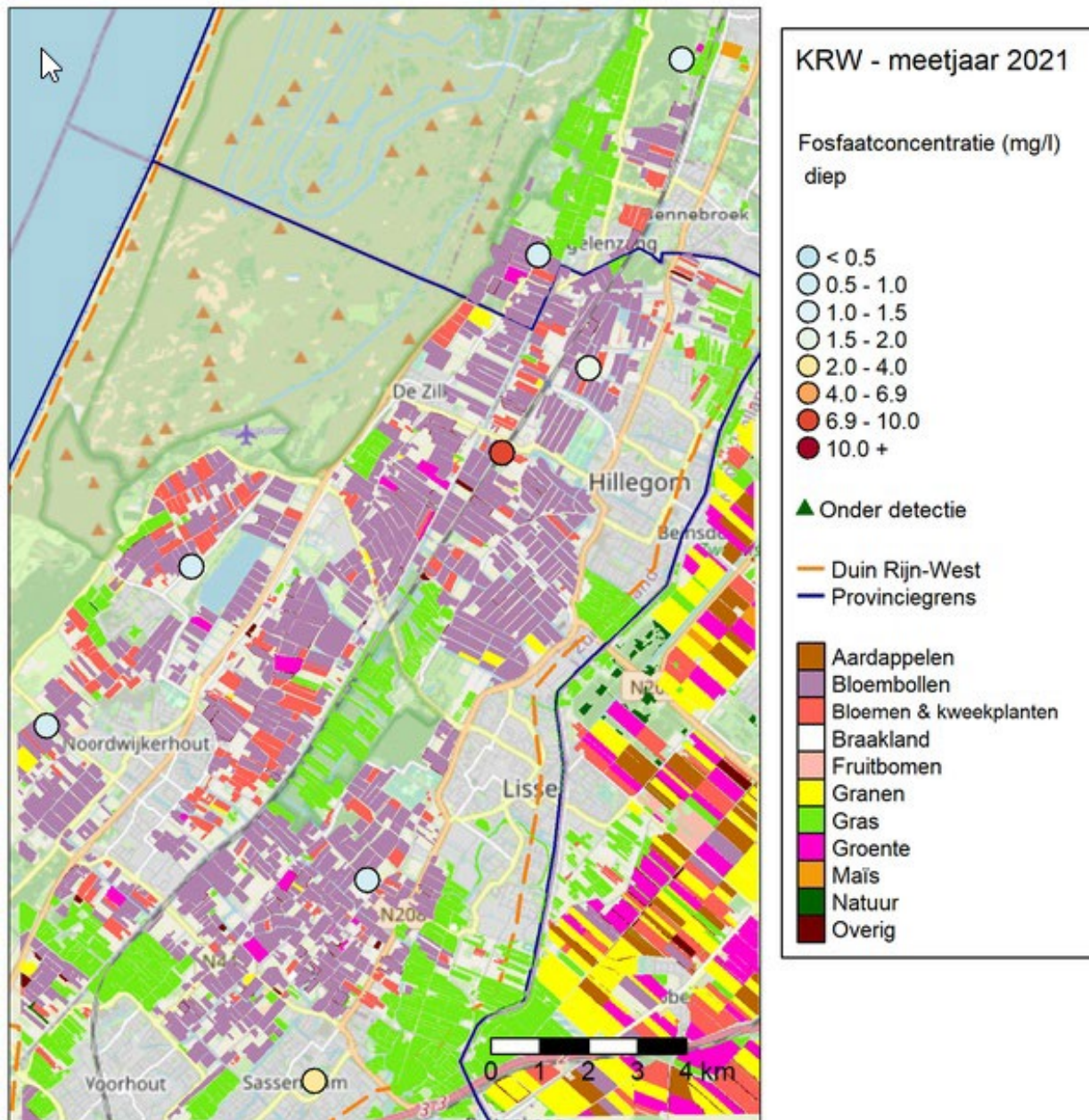
Figuur 6-4 Ligging en naamgeving van peilbuizen in deelgebied Hillegom - Lisse (zwarte lijn is de provinciegrens)

6.2 Gemeten fosfaatconcentraties en trends

Dit deelgebied is uitgekozen omdat in het deelgebied rond Hillegom en Lisse er diverse peilbuizen zijn waar in 2021 de gemeten fosfaatconcentraties in het ondiepe en diepe grondwater hoger waren dan de drempelwaarde (Figuur 6-5 en Figuur 6-6). Er komen ook locaties voor waar de fosfaatconcentraties lager zijn dan de drempelwaarde; deze liggen in de duinen of tegen de duinen aan. Op de kaarten is het landgebruik van 2021 weergegeven. Het gebied tussen de duinen tot aan de Haarlemmermeerpolder bestaat overwegend uit bloembollenteelt. In de polder is het meest sprake van akkerbouw. Het landgebruik verandert per jaar, maar het getoonde beeld op de kaarten is in grote lijnen in overeenstemming met het beeld van voorgaande jaren. De kenmerken van de peilbuisfilters zoals coördinaten en diepteligging zijn opgenomen in Tabel 6-1 en details over de waterkwaliteit zijn opgenomen in Tabel 6-2.



Figuur 6-5 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het ondiepe grondwater in het deelgebied Hillegom - Lisse



Figuur 6-6 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het diepe grondwater in het deelgebied Hillegom - Lisse

Er zijn meer metingen beschikbaar van het ondiepe KRW-niveau (circa 10 meter diep) dan van het diepe KRW-niveau (25 meter diep). Van de 12 beschikbare ondiepe metingen in 2012 waren vijf metingen hoger dan de fosfor-totaal drempelwaarde van 2,0 mg/l. De zeven metingen met waarden lager dan de drempelwaarde liggen vooral in het dungebied (Figuur 6-5). In het diepe grondwater zijn twee van de acht metingen hoger dan de drempelwaarde (Figuur 6-6), waaronder de hoogst gemeten meetwaarde van 7,15 mg/l fosfor-totaal in peilbuis B24H0654. Het ondiepe filter van deze peilbuis heeft ook een hoge fosfaatconcentratie (6,50 mg/l P). De foto (Figuur 6-1) geeft een indruk van dit gebied: een bollenveld grenzend aan een vrij brede waterloop en de spoorlijn.

Voor de getoonde meetpunten zijn slechts twee metingen in de tijd beschikbaar, de gepresenteerde waarde in 2021 en de meetronde van 2018. Van eerdere meetjaren zijn geen resultaten beschikbaar van deze peilbuizen. Er kan daarom geen trend worden afgeleid.

Tabel 6-1 Kenmerken van de peilbuizen in deelgebied Hillegom - Lisse (voor ligging zie Figuur 6-4)

| Naam | X (m) | Y (m) | Diepteligging van filter (meter t.o.v. maaiveld) | | Toetsdiepte KRW | KRW-meetpunt in 2021 |
|--------------|--------|--------|--|-----------|-----------------|----------------------|
| | | | Bovenkant | Onderkant | | |
| B24H0468_001 | 95310 | 480305 | -5.55 | -7.55 | ondiep | Ja |
| B24H0468_003 | 95310 | 480305 | -19.8 | -21.8 | ondiep | Ja |
| B24H0649_001 | 94530 | 477540 | -1 | -3 | ondiep | Nee |
| B24H0649_002 | 94530 | 477540 | -8 | -10 | ondiep | Ja |
| B24H0649_004 | 94530 | 477540 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B24H0650_001 | 92690 | 475570 | -0.5 | -2.5 | ondiep | Nee |
| B24H0650_002 | 92690 | 475570 | -7 | -9 | ondiep | Ja |
| B24H0650_004 | 92690 | 475570 | -22 | -24 | diep | Ja |
| B24H0653_001 | 99550 | 479970 | -0.5 | -2.5 | ondiep | Nee |
| B24H0653_002 | 99550 | 479970 | -7.7 | -9.7 | ondiep | Ja |
| B24H0653_004 | 99550 | 479970 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B24H0654_001 | 98450 | 478920 | -0.5 | -2.5 | ondiep | Nee |
| B24H0654_002 | 98450 | 478920 | -7 | -9 | ondiep | Ja |
| B24H0654_004 | 98450 | 478920 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B24H0669_002 | 98934 | 481388 | -8.05 | -10.05 | ondiep | Ja |
| B24H0669_004 | 98934 | 481388 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B24H0702_001 | 98137 | 481172 | -8.5 | -9.5 | ondiep | Ja |
| B24H0702_001 | 98137 | 481172 | -8.5 | -9.5 | ondiep | Ja |
| B24H1243_001 | 99863 | 481538 | -3 | -5 | ondiep | Ja |
| B25C0373_001 | 100768 | 483815 | -8 | -10 | ondiep | Ja |
| B25C0373_003 | 100768 | 483815 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B25C1035_001 | 100969 | 482491 | -3 | -5 | ondiep | Ja |
| B30F0458_001 | 96000 | 471070 | -1.5 | -3.5 | ondiep | Nee |
| B30F0458_002 | 96000 | 471070 | -4.3 | -6.3 | ondiep | Ja |
| B30F0458_004 | 96000 | 471070 | -23 | -25 | diep | Ja |
| B30F0460_001 | 96700 | 473590 | -1 | -3 | ondiep | Nee |
| B30F0460_002 | 96700 | 473590 | -8 | -10 | ondiep | Ja |
| B30F0460_004 | 96700 | 473590 | -23 | -25 | diep | Ja |

Tabel 6-2 Gemeten concentraties chloride, fosfaat, Stuyfzandtypering voor waterkwaliteit 2021 en visuele trend voor gemeten fosfaatconcentraties in deelgebied Hillegom – Lisse

| Naam | Chloride concentratie (mg/l) | Fosfaat-totaal concentratie (mg P/l) | Trend fosfaat (visueel) | Stuyfzandtypering (zie hoofdstuk 4 voor uitleg) |
|--------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| B24H0468_001 | 18 | 0,18 | | g2CaHCO3+ |
| B24H0468_003 | 34 | 0,41 | | F2CaHCO30 |
| B24H0649_001 | 72 | 2,28 | | F2CaHCO3+ |
| B24H0649_002 | 57 | 3,42 | 2 metingen | F3CaHCO3+ |
| B24H0649_004 | 39 | 0,70 | | F2CaHCO30 |
| B24H0650_001 | 168 | 4,58 | | f3CaHCO30 |
| B24H0650_002 | 40 | 0,85 | | F2CaHCO3+ |
| B24H0650_004 | 36 | 0,68 | | F1CaHCO3+ |
| B24H0653_001 | 271 | 3,85 | | f2NaMix0 |
| B24H0653_002 | 199 | 5,20 | 2 metingen | f3CaHCO30 |
| B24H0653_004 | 134 | 1,97 | 2 metingen | F3CaHCO30 |
| B24H0654_001 | 45 | 1,81 | | F3CaHCO3+ |
| B24H0654_002 | 44 | 6,50 | 2 metingen | F3CaHCO3+ |
| B24H0654_004 | 47 | 7,15 | 2 metingen | F3CaHCO3+ |
| B24H0669_002 | 81 | 0,40 | | F2CaHCO3+ |
| B24H0669_004 | 31 | 0,80 | | F1CaHCO3+ |
| B24H0702_001 | 22 | 0,18 | | g2CaHCO30 |
| B24H0702_001 | 22 | 0,13 | | g2CaHCO30 |
| B24H1243_001 | 53 | 0,09 | | F2CaHCO30 |
| B25C0373_001 | 39 | 0,09 | | F2CaHCO3+ |
| B25C0373_003 | 62 | 1,40 | | F2CaHCO3+ |
| B25C1035_001 | 30 | 0,41 | | g3CaHCO30 |
| B30F0458_001 | 94 | 3,57 | | F2CaHCO3+ |
| B30F0458_002 | 208 | 4,68 | 2 metingen | f3CaHCO3+ |
| B30F0458_004 | 158 | 3,30 | | f3MgHCO3+ |
| B30F0460_001 | 150 | 3,25 | | f2CaHCO30 |
| B30F0460_002 | 53 | 3,60 | 2 metingen | F3CaHCO3+ |
| B30F0460_004 | 18 | 0,18 | 2 metingen | g2CaHCO3+ |

6.3 Geohydrologische systeembeschrijving

De werking van het geohydrologisch systeem is op kaart gepresenteerd in Figuur 5-6.

Grondwater infiltreert in het hoger gelegen duinengebied en stroomt richting het oosten naar de binnenduinrand en deels naar het westen richting zee.

Duinen

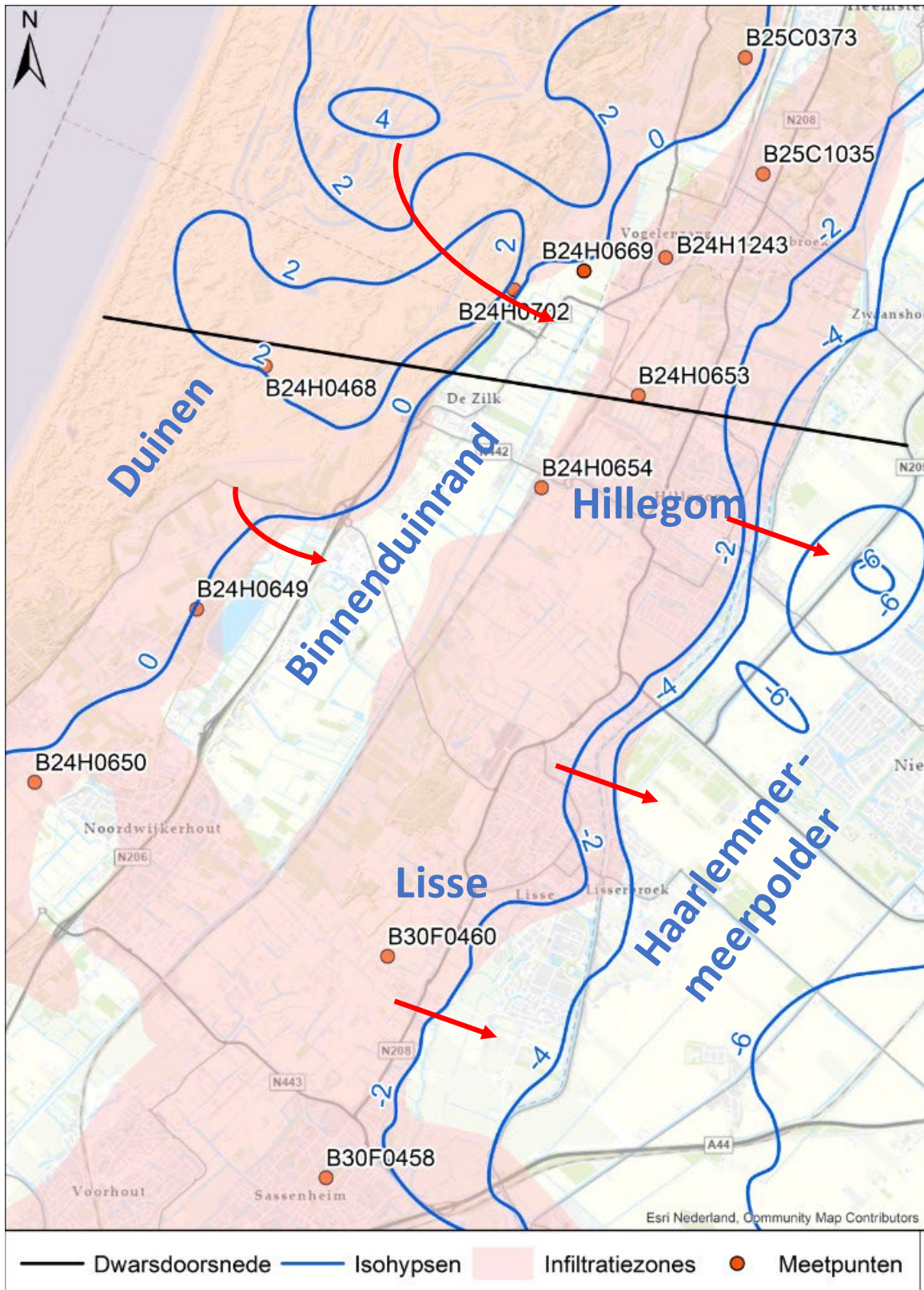
In het noordelijk duingebied, net boven de provinciegrens ligt het Amsterdams Waterleidingduinengebied. Grondwaterwinning is hier gestart in 1853 en ten behoeve van de waterwinning zijn diepe kanalen gegraven. Om de sterke afname van beschikbaar zoet duinwater tegen te gaan, is vanaf 1958 begonnen met infiltratie van voorgezuiverd oppervlaktewater via infiltratiepanden (Grontmij, 2014a). Circa 70 miljoen m³ water wordt jaarlijks door Waternet ingenomen uit het Lekkanaal bij Nieuwegein en na voorzuivering in de duinen geïnfilteerd en vervolgens weer onttrokken uit de ondergrond.

Binnenduinrand

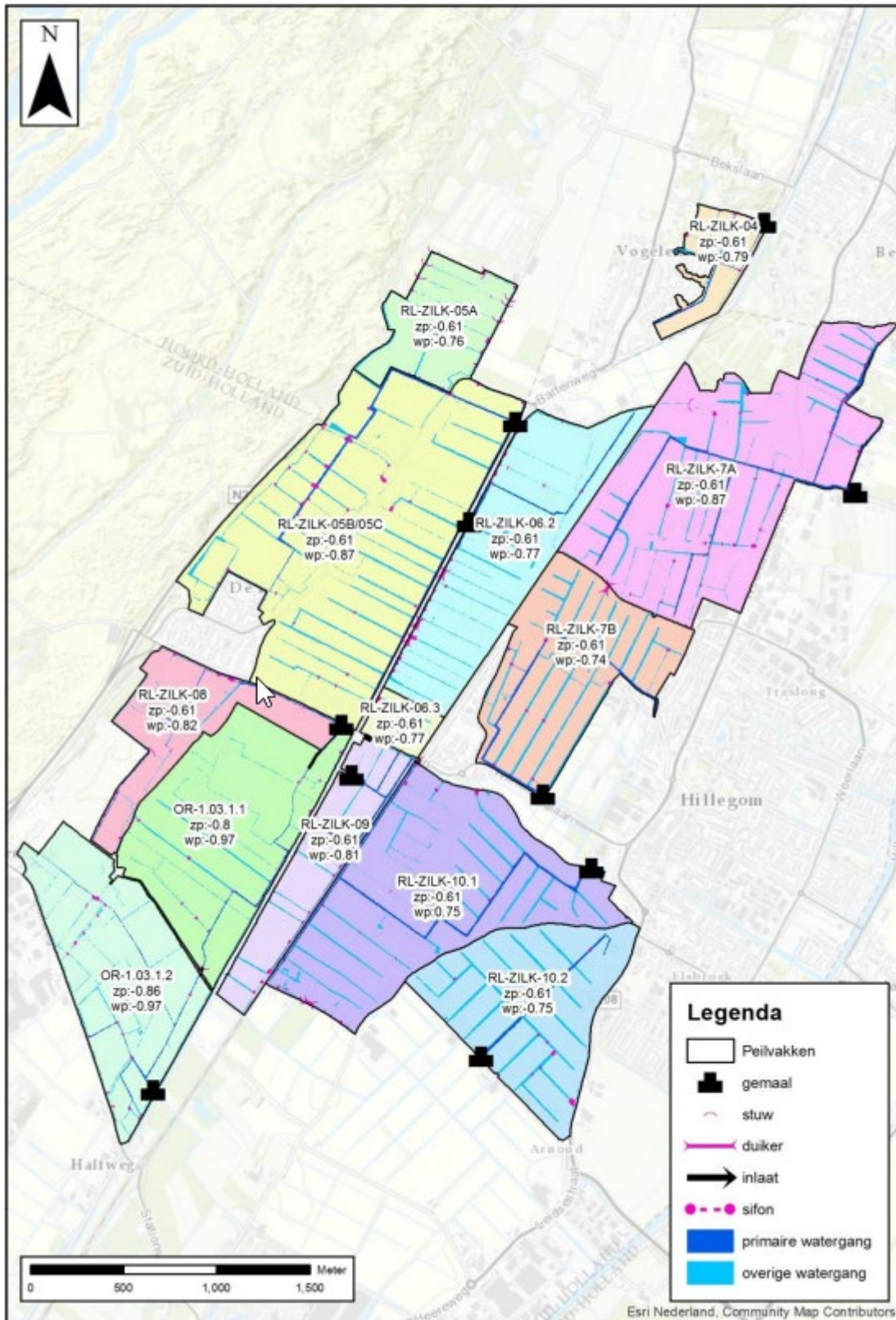
Langs de binnenduinrand wordt lokaal kwelwater vanuit de duinen afgevangen en afgevoerd (Figuur 6-7). Er is hier een scherpe gradiënt in maaiveldligging van de duinen naar het vlak gemaakte bollengebied. De grondwaterstroming is met rode pijlen ingetekend in de figuur. Op de foto's (Figuur 6-1 en Figuur 6-2) zijn waterlopen te zien die aan de rand van dit gebied liggen. Deze kwelzone is ongeveer begrensd tot de spoorlijn Leiden – Schiphol. Aan de oostelijke zijde van dit gebied zal het grondwater infiltreren naar diepere lagen. De binnenduinrand en het bebouwde gebied van Lisse en Hillegom liggen vlak op ongeveer dezelfde maaiveldhoogte en in dit gebied wordt een vrijwel gelijk peil gehanteerd (Figuur 6-8). Opzetten van het waterpeil in de poldergebieden maakt het fosfaat meer mobiel en zorgt daarom voor snellere uitspoeling naar het oppervlaktewater. Aan de westrand van de dorpen vindt infiltratie van grondwater plaats dat richting de laag gelegen droogmakerij Haarlemmermeerpolder stroomt.

Poldergebied

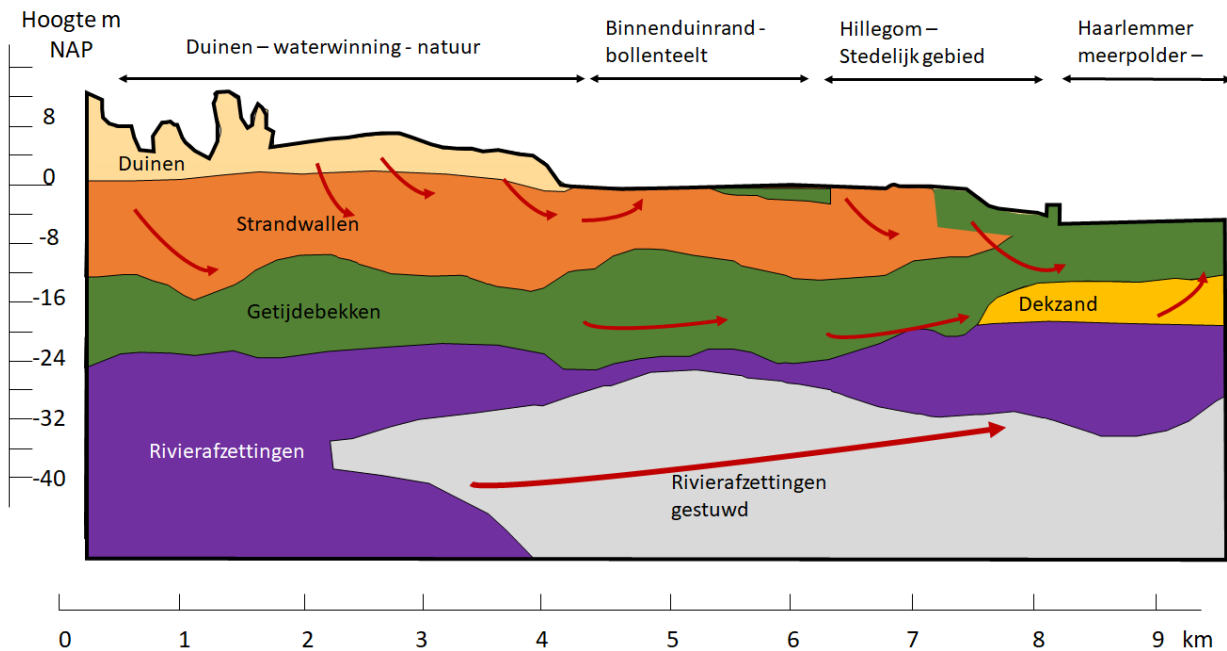
In de poldergebieden komt kwelwater naar boven, onder andere uit het duinengebied. Dit water wordt uitgeslagen op de boezemwateren om het oppervlaktewater niveau zo kunstmatig op een laag peil te houden. Dit peil is vastgelegd in peilbesluiten. Rijnland heeft een watergebiedsplan gemaakt voor de Zilkerpolder en peilvakken De Zilk (geen KRW-waterlichaam). Hierin zijn voor twee peilvakken nieuwe waterpeilen vastgesteld, maar deze verschillen weinig van het oude regime. De waterpeilen verschillen per peilvak, maar voor de meeste peilvakken wordt een winterpeil van NAP -0,61 meter gehanteerd en een zomerpeil van ongeveer NAP -0,80 meter (Rijnland, 2020). Voor peilvakken De Zilk worden ook maatregelen genomen om de werking van het watersysteem te verbeteren, zoals het vergroten of toevoegen van duikers, de afvoer te verbeteren en watergangen te vergroten (Rijnland, 2020). De uitvoering stond volgens de website van Rijnland gepland voor 2021, maar onduidelijk is of de maatregelen al zijn uitgevoerd.



Figuur 6-7 Werking van het geohydrologisch systeem in deelgebied Hillegom - Lisse. De rode pijlen geven de richting van de grondwaterstroming weer van de infiltratiegebieden naar de kwelzones. De zwarte lijn is het dwarsprofiel figuur 6-9



Figuur 6-8 Zomerpeil (zp) en winterpeil (wp) in de Zilkerpolder en peilvakken De Zilk (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2020b)



Figuur 6-9 Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost in de omgeving van Hillegom

De werking van het geohydrologisch systeem kan nog beter begrepen worden vanuit de opbouw van de ondergrond. De werking van het geohydrologisch systeem is geschematiseerd in Figuur 6-9. De informatie over grondwaterstroming in Figuur 6-7 is hierin gecombineerd met informatie over de geohydrologische laagopbouw ontleend aan GeoTOP/ DinoLoket.

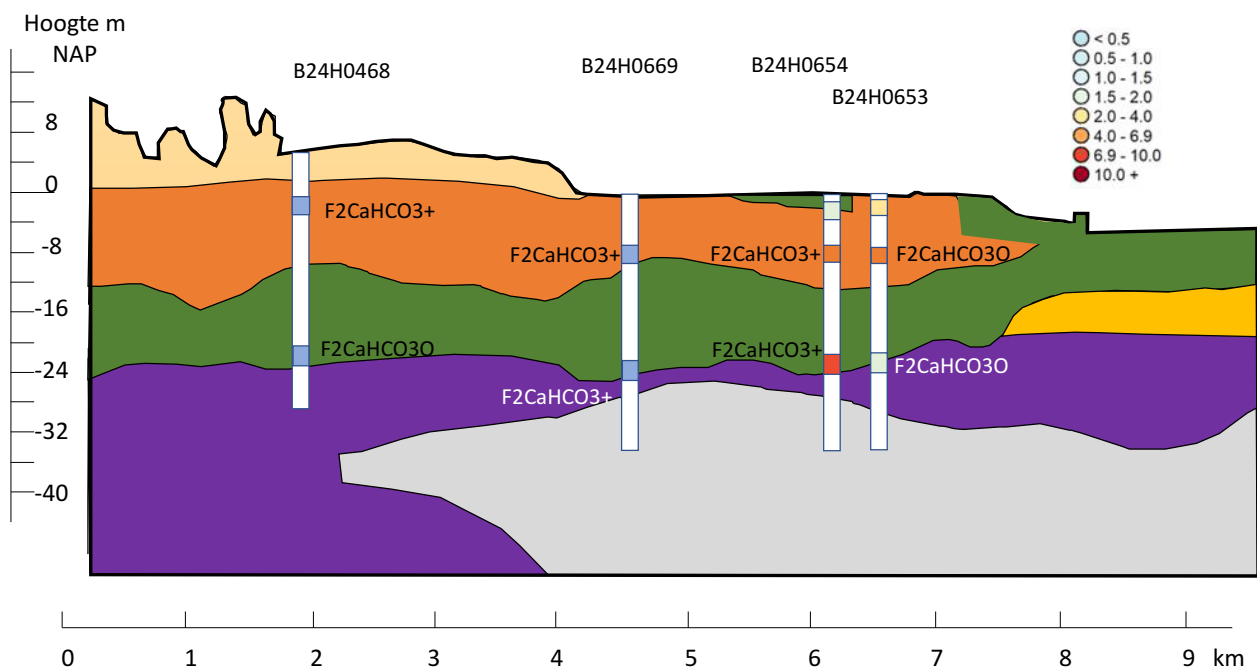
In de figuur zijn de volgende lagen te zien:

- De duinen in het westen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Schoorl). Dit zijn fijnzandige afzettingen afgezet door de wind;
- Strandwal afzettingen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Zandvoort) met fijne tot grove zanden afgezet door de zee;
- Een getijdebekken (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Wormer). Deze afzettingen zijn door de zee afgezet en bestaan uit grijze fijne zanden met silt en klei. Deze laag is daarom minder goed doorlatend dan de bovenliggende zandlagen;
- Dekzand (Formatie van Boxtel) dat na de ijstijden is afgezet. Deze afzettingen zijn fijn tot grofzandig;
- Rivierafzettingen (Formaties van Urk en Kreftenheije) met grove zanden afgezet door de rivieren. In oostelijke richting zijn deze lagen gestuwd door het landijs in de ijstijd. De zone waar deze bodemlagen zijn opgestuwd loopt door in oostelijke richting. Bij de Utrechtse Heuvelrug komt deze laag boven maaiveld uit.

6.4 Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering

Het eerder getoonde geohydrologische profiel is gebruikt als basis om inzicht te geven in de geochemie. Er zijn vier peilbuizen gekozen; deze peilbuizen liggen niet precies op het profiel, maar wel in de buurt.

Het type grondwater is geclassificeerd met de Stuyfzandtypering (zie kader in hoofdstuk 4). Het grondwater is overwegend van hetzelfde type (Figuur 6-10). Het is zoetwater en kalkrijk (Ca en HCO₃ zijn dominant). Het water is hard door de aanwezigheid van veel kalk (Ca). En het grondwater is overwegend verzoetend van aard ten gevolge van eeuwenlange infiltratie van regenwater in de duinen en de extra infiltratie van zoet rivierwater in de afgelopen decennia.



Figuur 6-10 Gemeten concentratie P-totaal in 2021 en typering van het grondwater volgens de Stuyfzand classificatie

De peilbuis in het duingebied (B24H0468) en de peilbuis aan de rand van het duingebied (B24H0669) hebben relatief lage P-totaal concentraties zowel in het ondiepe als diepe grondwater. De concentraties liggen tussen de 0,18 en 0,80 mg/l P. De peilbuizen B24H0654 en B24H0653 liggen in het bollengebied. Naast de filters op ongeveer 10 meter diepte (ondiep) en 25 meter diepte (diep) zijn ook metingen beschikbaar van filters die vlak onder maaiveld staan. In deze twee peilbuizen zijn de P-totaal concentraties op het ondiepe niveau ruim hoger dan de drempelwaarde. De gemeten concentratie P-totaal in de twee meest ondiepe filters zijn lager dan op het ondiepe niveau. Dit kan wijzen op een verbetering van de grondwaterkwaliteit door minder mestgift in de afgelopen jaren, maar het kan ook toeval zijn. De spreiding in meetresultaten van grondwatermonsters vlak onder maaiveld is veel groter dan bij diep grondwater waar het water meer gemengd is. De hoogste P-totaal concentratie werd gemeten in het diepe filter van peilbuis B24H0654 (7,15 mg/l P).

6.5 Resumé

Het grondwater in het duingebied en direct aan de rand van de duinen bevat weinig fosfaat. Dit gebied wordt beïnvloed door infiltratie van water in de duinen dat weinig fosfaat bevat (regenwater en aangevoerd gezuiverd rivierwater). Verhoogde fosfaatconcentraties komen voor in het deelgebied Hillegom – Lisse in zowel het ondiepe en diepe grondwater op enige afstand van het duingebied. In dit gebied vindt veel bloemen en bloembollenteelt plaats. Het is zeer waarschijnlijk dat de toevoer van fosfaat afkomstig is van meststoffen die in dit gebied worden gebruikt.

7 Deelgebied Den Haag

7.1 Beschrijving van het gebied

Het zuidelijk gelegen interessegebied verschilt sterk van de twee eerder beschreven deelgebieden. Het betreft de stedelijke omgeving van Den Haag en omliggende kernen zoals Leidschendam, Voorburg en Rijswijk. Het meeste oppervlak bestaat uit woningen en daarnaast zijn er parken, industriegebieden en infrastructuur zoals (snel)wegen en spoorwegen.

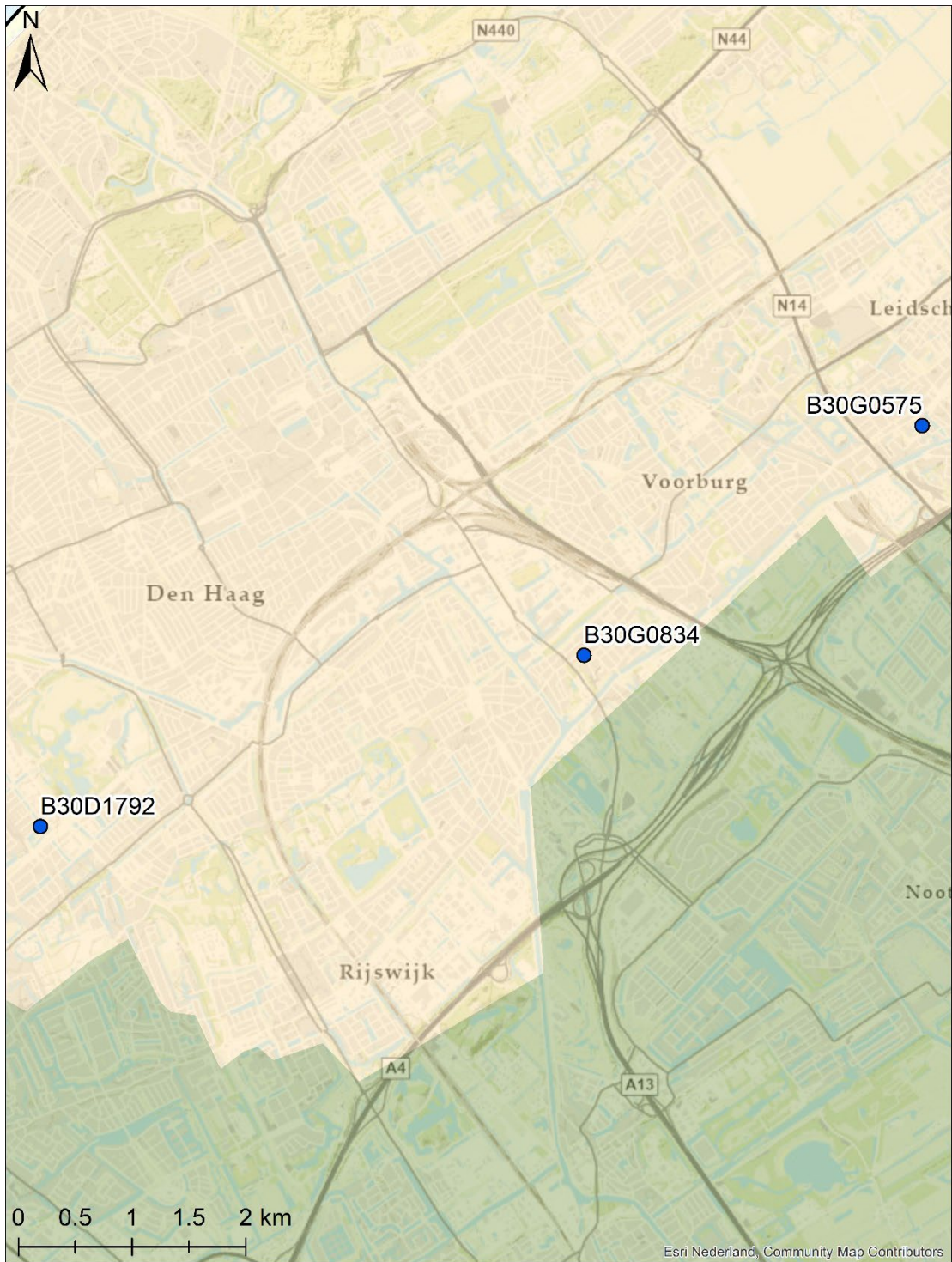
Kenmerkende foto's van peilbuislocaties zijn hieronder opgenomen (Figuur 7-1 en Figuur 7-2). De peilbuizen staan in gebied met laagbouw en openbaar groen, wat kenmerkend is voor Den Haag. De ligging van de peilbuizen is opgenomen in Figuur 7-3.



Figuur 7-1 Stedelijke omgeving Den Haag ter hoogte van peilbuis B30G0834 (Bron: Google Streetview)



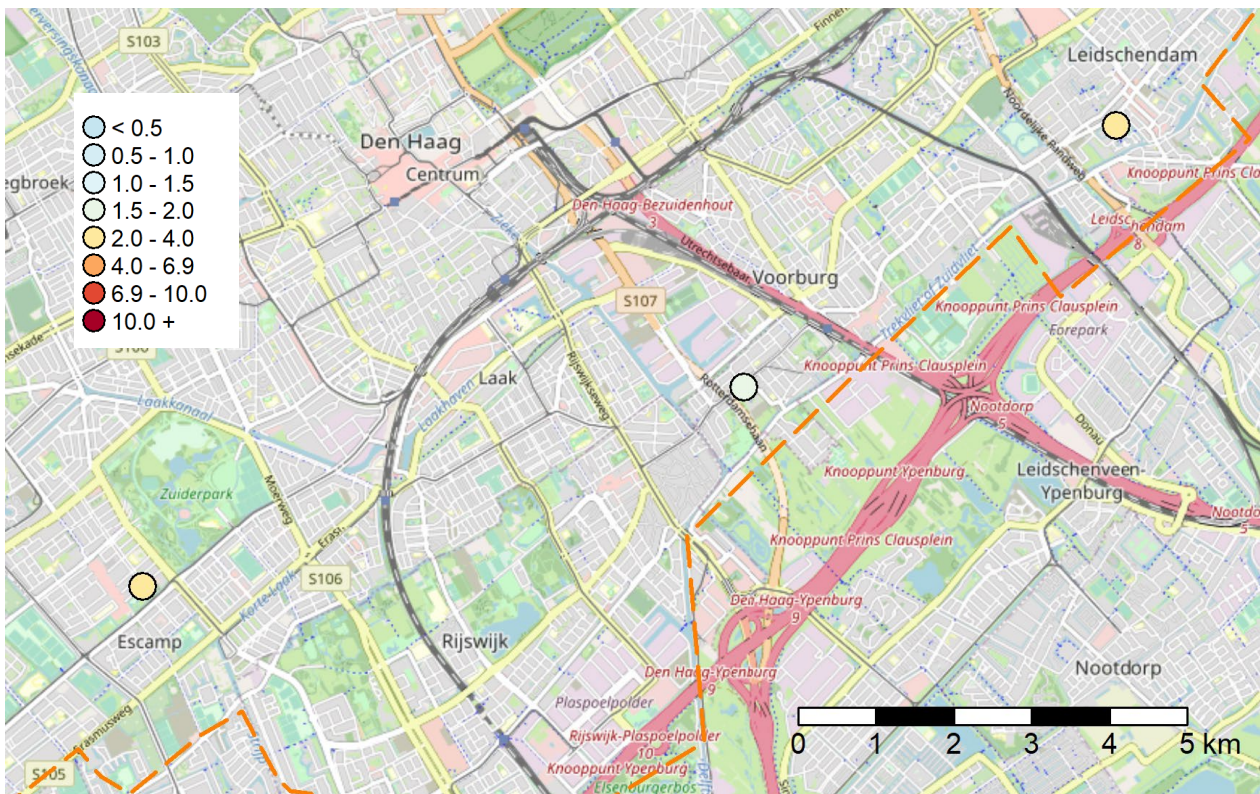
Figuur 7-2 Stedelijke omgeving Den Haag bij peilbuis B30D1792, links van lantaarnpaal (Bron: Google Streetview)



Figuur 7-3 Ligging en naamgeving van peilbuizen in deelgebied Den Haag

7.2 Gemeten fosfaatconcentraties en trends

Dit deelgebied is uitgekozen omdat in het deelgebied Den Haag in alle de drie beschikbare peilbuizen de fosfaatconcentraties hoger waren dan de drempelwaarde (Figuur 7-4 en Figuur 7-5). In het ondiepe grondwater wordt de drempelwaarde voor P-totaal overschreden in twee meetpunten: bij Leidschendam en bij het Zuiderpark (Figuur 7-4). In het diepe grondwater is het beeld precies omgekeerd, alleen in het meest centrale meetpunt bij Voorburg wordt de drempelwaarde overschreden en bij de andere twee meetpunten niet. De kenmerken van de peilbuisfilters zoals coördinaten en diepteligging zijn opgenomen in Tabel 7-1 en details over de waterkwaliteit zijn opgenomen in Tabel 7-2.



Figuur 7-4 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het ondiepe grondwater in het deelgebied Den Haag



Figuur 7-5 Gemeten P-totaal concentraties in 2021 in het diepe grondwater in het deelgebied Den Haag

Tabel 7-1 Kenmerken van de peilbuizen in deelgebied Den Haag (voor ligging zie Figuur 7-3)

| Naam | X (m) | Y (m) | Diepteligging van filter (meter t.o.v. maaiveld) | | Toetsdiepte KRW | KRW-meetpunt in 2021 |
|--------------|-------|--------|--|-----------|-----------------|----------------------|
| | | | Bovenkant | Onderkant | | |
| B30D1792_001 | 79088 | 451684 | 0.297 | 0.297 | | Nee |
| B30D1792_002 | 79088 | 451684 | 0.297 | 0.297 | ondiep | Ja |
| B30D1792_004 | 79088 | 451684 | 0.297 | 0.297 | diep | Ja |
| B30G0575_001 | 86844 | 455210 | -4.55 | -5.55 | ondiep | Ja |
| B30G0575_003 | 86844 | 455210 | -22 | -24 | diep | Ja |
| B30G0834_001 | 83870 | 453190 | -1.5 | -3.5 | ondiep | Nee |
| B30G0834_002 | 83870 | 453190 | -7 | -9 | ondiep | Ja |
| B30G0834_004 | 83870 | 453190 | -23 | -25 | diep | Ja |

Tabel 7-2 Gemeten concentraties chloride, fosfaat, Stuyfzandtypering voor grondwaterkwaliteit 2021 en visuele trend voor gemeten fosfaatconcentraties in deelgebied Den Haag

| Naam | Chloride concentratie (mg/l) | Fosfaat-totaal concentratie (mg P/l) | Trend fosfaat (visueel) | Stuyfzandtypering (zie hoofdstuk 4 voor uitleg) |
|--------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---|
| B30D1792_001 | 70 | 1,93 | | F3CaHCO3+ |
| B30D1792_002 | 99 | 2,50 | 2 metingen | F2CaHCO3+ |
| B30D1792_004 | 40 | 0,78 | 2 metingen | F2CaHCO3+ |
| B30G0575_001 | 224 | 3,30 | Stijgend | f3CaHCO30 |
| B30G0575_003 | 78 | 1,45 | Stijgend | F2CaHCO3+ |
| B30G0834_001 | 47 | 7,26 | | F1CaHCO3+ |
| B30G0834_002 | 183 | 1,72 | 2 metingen | f2CaMix0 |
| B30G0834_004 | 192 | 2,20 | 2 metingen | f2CaHCO30 |

Er zijn in totaal acht filters beschikbaar in het deelgebied Den Haag, waarvan er zes deel uitmaken van het KRW-meetnet. In alle filters zijn de fosfor-totaal concentraties verhoogd. De laagste meetwaarde is 0,78 mg/l P en in de overige zeven filters is de fosfor-totaal concentratie groter dan 1,0 mg P/l. De hoogste gemeten concentratie is 7,26 mg P/l in filter B30G0834_001. Dit is een ondiep filter dat enkele meters onder maaiveld staat en geen deel uitmaakt van het KRW-meetnet. Deze meting laat zien dat het ondiepe grondwater plaatselijk sterk beïnvloed is met fosfaat. De foto (Figuur 7-1) geeft een indruk van dit gebied: een woonwijk met een parkeerterrein en een smalle groenstrook.

Alleen voor peilbuis B30D1792 kan wat over de trend gezegd worden. Opvallend is dat zowel in het ondiepe en diepe filter in de meetronde van 2018 en 2021 een aanzienlijk hogere concentratie fosfor-totaal is gemeten. Op basis van een visuele inspectie is dit een stijgende trend genoemd, maar om dit statistisch te kunnen aantonen is langer meten nodig.

7.3 Geohydrologische systeembeschrijving

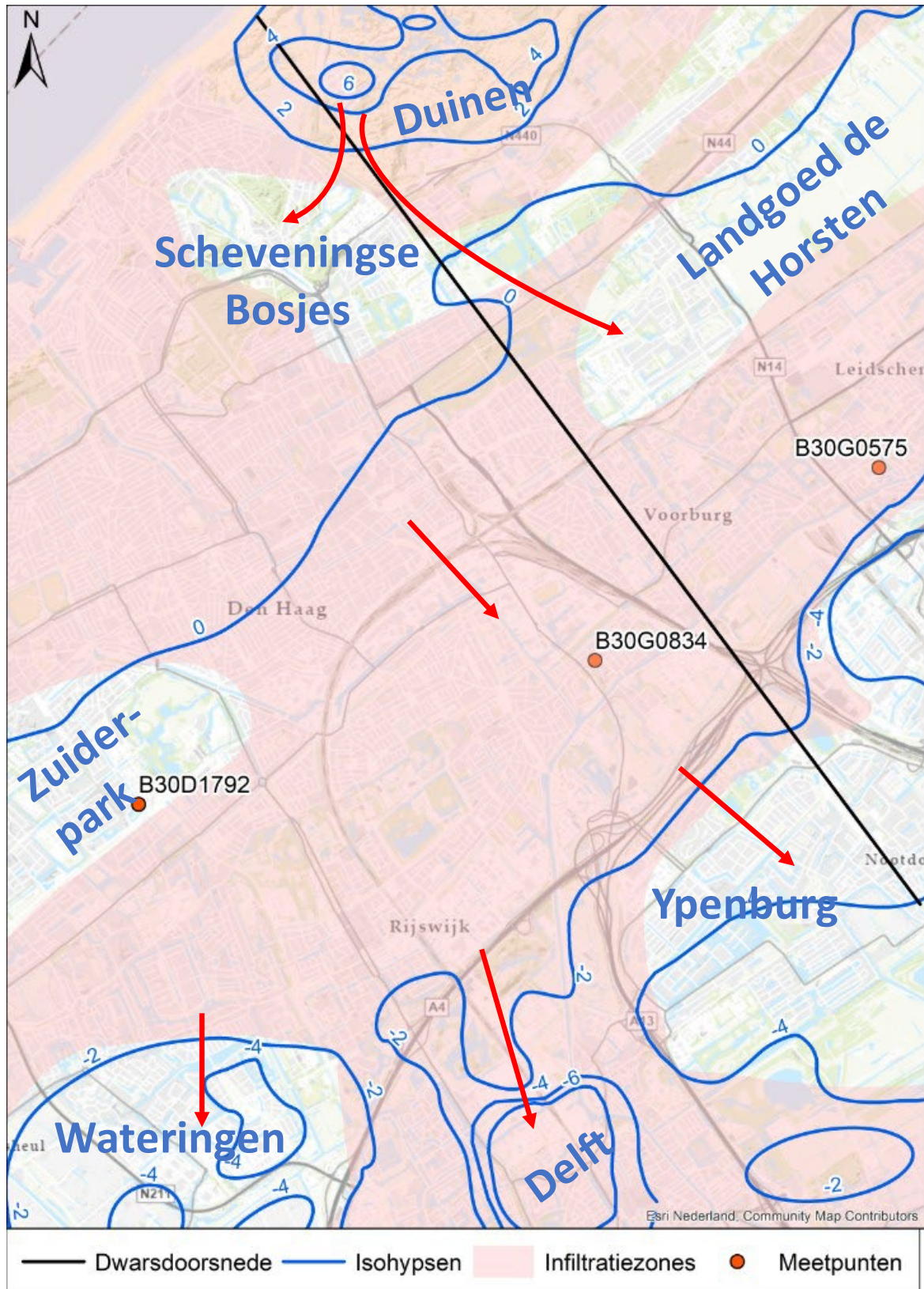
De werking van het geohydrologisch systeem is op kaart gepresenteerd in Figuur 7-6.

De duinen liggen relatief hoog en hier kan water infiltreren naar de ondergrond. Infiltratie van ingebracht rivierwater door waterbedrijf Dunea in waterwingebieden Meijendel en Solleveld vergroot deze infiltratie. Dunea wint grondwater ten noorden (Meijendel en Berkeheide) en zuiden (Solleveld) van Den Haag uit het duingebied. Het duingebied Solleveld van Dunea wordt sinds 1887 gebruikt voor de bereiding van drinkwater (Dunea, 2012). De huidige bron van infiltratiewater is de Afgedamde Maas bij Brakel. Na voorzuivering met onder andere defosfatering wordt het water in de infiltratieplassen in het duingebied geïnfiltreerd (Sweco, 2018). Op een diepte tussen de 10 en 20 meter wordt het water weer onttrokken aan de ondergrond.

Grondwater infiltreert in het hoger gelegen duingebied en stroomt naar de binnenduinrand (Figuur 7-6). In het duingebied en in de binnenduinrand ligt het grondwater diep onder het maaiveld. In deze gebieden kunnen in maanden tijd grote schommelingen in de grondwaterstand optreden. In het stedelijk boezem- en poldergebied reageert de grondwaterstand sneller op neerslag, namelijk binnen enkele dagen. De grondwaterstand wordt hier beïnvloed door watergangen, drainage en ondergrondse constructies.

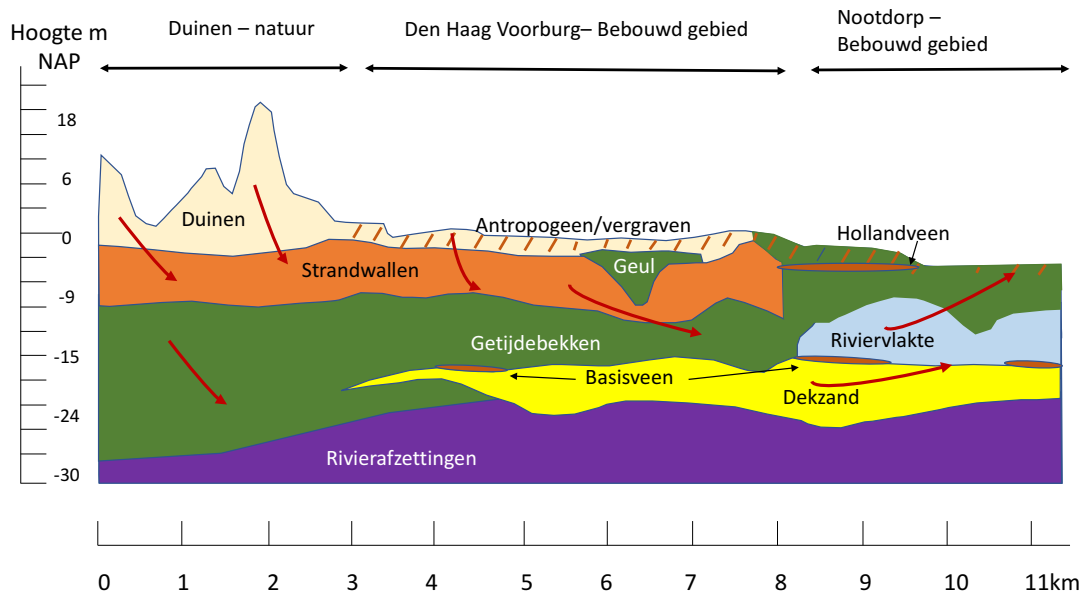
Grondwater komt aan de oppervlakte in de laagste delen van de stad. Dit zijn de groene gebieden zoals het Zuiderpark, de Scheveningse bosjes, de Haagse bosjes en het Koninklijk landgoed De Horsten. Het centrum van Den Haag, Voorburg, Leidschendam en Rijswijk zijn infiltratiegebieden. Grondwater dat hier infiltreert komt weer aan het oppervlak in lageregebieden. Dit zijn van oudsher lagere en nattere gebieden die pas later bebouwd zijn, zoals de wijken Wateringen en Ypenburg.

Grondwater stroomt in oostelijke richting. In het onderliggende watervoerende pakket stroomt het grondwater als gevolg van de grondwateronttrekking Delft-Noord richting Delft. De winning wordt sinds 2017 geleidelijk afgebouwd. De aantrekkende werking van de grondwaterwinning zal daarom steeds minder groot worden.



Figuur 7-6 Werking van het geohydrologisch systeem in deelgebied Den Haag. De rode pijlen geven de richting van de grondwaterstroming weer van de infiltratiegebieden naar de kwelzones. De zwarte lijn is het dwarsprofiel figuur 7-7

De werking van het geohydrologisch systeem kan nog beter begrepen worden vanuit de opbouw van de ondergrond. De werking van het geohydrologisch systeem is geschematiseerd in Figuur 7-7. De informatie over grondwaterstroming in Figuur 7-6 is hierin gecombineerd met informatie over de geohydrologische laagopbouw ontleend aan GeoTOP/ DinoLoket.



Figuur 7-7 Schematisch geohydrologisch dwarsprofiel van west naar oost over Den Haag – Voorburg en Nootdorp

In de figuur zijn de volgende lagen te zien:

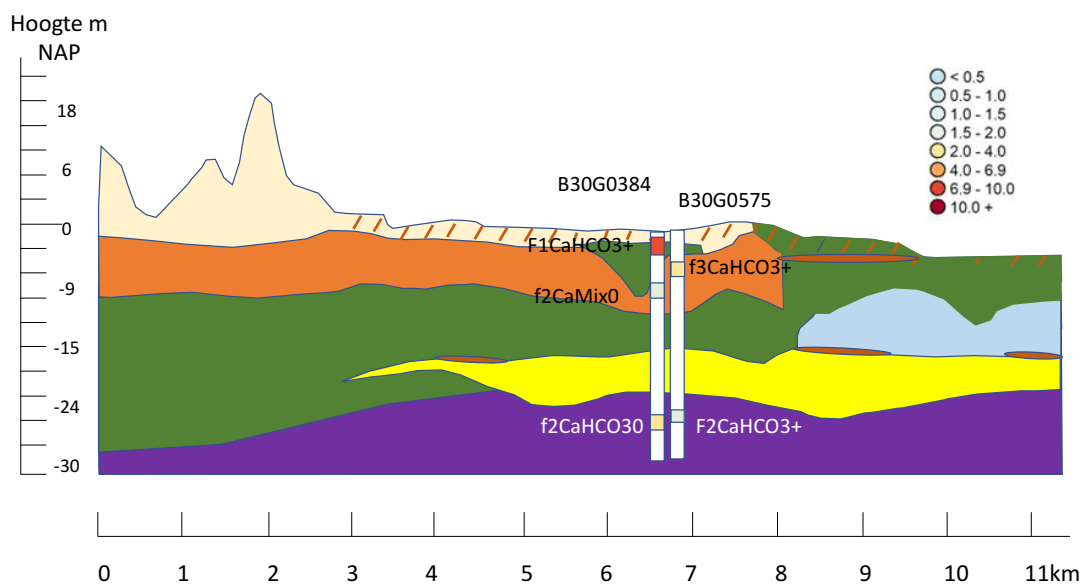
- De duinen in het westen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Schoorl). Dit zijn fijnzandige afzettingen afgezet door de wind. Den Haag is gebouwd op deze afzettingen. De bovenste bodemlaag is sterk vergraven;
- Strandwal afzettingen (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Zandvoort) met fijne tot grove zanden afgezet door de zee;
- Een getijdebekken en voormalige zeegel (Formatie van Naaldwijk en laagpakket van Wormer). Deze afzettingen zijn door de zee afgezet en bestaan uit grijze fijne zanden met silt en klei. Deze laag is daarom minder goed doorlatend dan de bovenliggende zandlagen;
- Afzettingen van het Rijn-Maar riviersysteem (Formatie van Echteld). Deze afzettingen zijn afgezet in de overgang van rivier naar zeesysteem in een zout tot brak milieu. Deze afzettingen kunnen zeer verschillend van aard zijn; van fijn tot grof zand, afgewisseld met humeuze klei en veenlagen;
- Dekzand (Formatie van Boxtel) dat na de ijstijden is afgezet. Deze afzettingen zijn fijn tot grofzandig;
- Rivierafzettingen (Formaties van Kreftenheije) met grove zanden afgezet door de rivieren.

De richting van de grondwaterstroming is met rode pijlen ingetekend in de figuur.

7.4 Grondwaterkwaliteit en grondwatertypering

Het eerder getoonde geohydrologische profiel in Figuur 7-7 is gebruikt als basis om inzicht te geven in de geochemie. Er zijn twee peilbuizen gekozen, die op ongeveer op dezelfde hoogte in het geohydrologisch profiel liggen. Daarom zijn deze twee peilbuizen naast elkaar ingetekend.

Het type grondwater is geclassificeerd met de Stuyfzandtypering (zie kader in hoofdstuk 4). In tegenstelling tot de andere twee deelgebieden komt hier niet een duidelijk beeld uit naar voren. Chlorideconcentraties verschillen per locatie en diepte en er is ook niet een eenduidig patroon in verzoeting te zien.



Figuur 7-8 Gemeten concentratie P-totaal (mg P/l) in 2021 en typering van het grondwater volgens de Stuyfzand classificatie

7.5 Resumé

Verhoogde fosfaatconcentraties komen in het deelgebied Den Haag zowel in het ondiepe als diepe grondwater voor. Verhoogde fosfaatconcentraties komen ook voor op enkele meters onder maaiveld. Het grondwater in deze regio wordt al decennialang beïnvloed door de stedelijke omgeving. Het is daarom zeer waarschijnlijk dat de verhoogde fosfaatconcentraties afkomstig zijn vanuit stedelijke bronnen zoals lekkende riolen, honden- en vogelpoep, bemesting in tuinen en parken. Fosfaat in diepere filters heeft mogelijk een mariene oorsprong.

8 Passend onderzoek: risico's voor mens en ecologie

Het grondwaterlichaam Duin Rijn-West is in ontoereikende toestand vanwege overschrijding van de KRW-drempelwaarde voor fosfaat. In de voorgaande hoofdstukken zijn drie deelgebieden aangewezen waar fosfaat in hogere concentraties boven de KRW-drempelwaarde voorkomt. De redenen voor deze overschrijding verschillen per deelgebied. In Heemskerk-Castricum is dit waarschijnlijk marien beïnvloed grondwater, in Hillegom-Lisse de invloed van de bollenteelt en in Den Haag de invloed van stedelijke vervuiliingsbronnen.

Een grondwaterlichaam kan alsnog in goede toestand worden verklaard via Artikel 2.14 onder b (omgevingswaarden goede chemische toestand grondwaterlichaam) van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) en de Grondwaterrichtlijn. Hiervoor is passend onderzoek nodig. Op grond van artikel 2.14 onder b Bkl kunnen Gedeputeerde Staten op grond van een passend onderzoek in overeenstemming met bijlage III bij de grondwaterrichtlijn bevestigen dat wordt voldaan aan de voorwaarden, bedoeld in artikel 4, tweede lid, aanhef en onder c, en vijfde lid, van die richtlijn.

De Grondwaterrichtlijn (Artikel 4, lid2, aanhef en onder c) zegt samengevat dat een grondwaterlichaam alsnog in goede toestand is, mits:

1. Er geen sprake is van een significant milieurisico (zie § 8.2);
2. Er ook is voldaan aan de andere eisen uit de KRW voor een goede chemische toestand (zie § 8.3);
3. Er geen sprake is van stijgende trends in drinkwaterwinningen (zie § 8.4);
4. De geschiktheid voor menselijke consumptie niet is aangetast (zie § 8.5).

Dit is een samengevatte versie, de letterlijke tekst is in onderstaand kader opgenomen.

Uit Artikel 4 Grondwaterrichtlijn

Procedure voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwater

Lid 2. Een grondwaterlichaam of een groep grondwaterlichamen wordt geacht in een goede chemische grondwatertoestand te verkeren indien:

- c) de waarde voor een grondwaterkwaliteitsnorm of de drempelwaarde in één of meer monitoringpunten overschreden wordt, maar door een passend onderzoek overeenkomstig bijlage III wordt bevestigd dat:
 - i) op basis van de in bijlage III, punt 3, bedoelde beoordeling de concentraties verontreinigende stoffen die de grondwaterkwaliteitsnormen of de drempelwaarden overschrijden, rekening houdend, waar van toepassing, met de omvang van het betrokken grondwaterlichaam, niet worden beschouwd als een **significant milieurisico**;
 - ii) is voldaan aan de andere in tabel 2.3.2. van bijlage V bij Richtlijn 2000/60/EG genoemde **voorwaarden voor een goede chemische toestand** van grondwater, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn;
 - iii) voor overeenkomstig artikel 7, lid 1, van Richtlijn 2000/60/EG aangewezen grondwaterlichamen is **voldaan aan de voorschriften van artikel 7, lid 3**, van die richtlijn, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn;
 - iv) de **geschiktheid voor lijk** van het grondwaterlichaam of van één van de lichamen in de groep grondwaterlichamen niet significant door verontreiniging is aangetast.

De volgende stap is het nemen van maatregelen rond de aandachtsgebieden met hoge fosfaatconcentraties volgens artikel lid 5 van de Grondwatterrichtlijn (zie onderstaand kader).

**Uit Artikel 4 Grondwatterrichtlijn
Procedure voor de beoordeling van de chemische toestand van grondwater**

Lid 5. Indien de toestand van een grondwaterlichaam overeenkomstig lid 2, punt c), als goed wordt aangemerkt, nemen de lidstaten overeenkomstig artikel 11 van Richtlijn 2000/60/EG de maatregelen die nodig kunnen zijn voor de bescherming van de aquatische ecosystemen, terrestrische ecosystemen en van gebruik van grondwater door de mens dat afhangt van het gedeelte van het grondwaterlichaam dat wordt vertegenwoordigd door het monitoringpunt of de monitoringpunten waarin de waarde voor een grondwaterkwaliteitsnorm of de drempelwaarde is overschreden.

8.1 Relatie met toetsingsystematiek voor de KRW

De toestand van het grondwater wordt voor de KRW beoordeeld aan de hand van zes testen. Drie testen hebben een algemeen karakter en worden uitgevoerd op het niveau van het gehele grondwaterlichaam:

1. Een waterbalanstest;
2. De beoordeling van de chemische toestand (+ trendanalyse);
3. Een test op intrusies van zout water.

Drie testen worden uitgevoerd voor locaties met een grondwaterafhankelijk functie binnen het grondwater lichaam:

4. Een test voor van grondwater afhankelijke oppervlaktewateren;
5. Een test voor van grondwater afhankelijke terrestrische ecosystemen;
6. Een test voor winningen voor menselijke consumptie ('drinkwatertest').

Voorliggende rapportage gaat over de uitkomst van deelttest nummer 2: het gehele grondwaterlichaam is in slechte toestand. Het passend onderzoek richt zich op de risico's op de omgeving, maar moet niet verward worden met de deelttesten nummer 5 en 6. Deze deelttesten stellen respectievelijk het oppervlaktewater en de drinkwaterwinning centraal. In deze deelttesten wordt beoordeeld of er kwaliteitsproblemen zijn per oppervlaktewaterlichaam of grondwaterwinning. En vervolgens wordt beoordeeld of dit veroorzaakt wordt door het grondwater.

In deze passende analyse werkt de analyse de andere kant op. Uitgangspunt is dat het gehele grondwaterlichaam Duin Rijn-West in slechte toestand is. Met dit uitgangspunt beoordelen we of er risico's zijn voor milieu (oppervlaktewater en/of natuur), menselijke consumptie en drinkwater.

8.2 Significant milieurisico (risico's voor oppervlaktewater en natuur)

Verhoogde fosfaatconcentraties kunnen een risico zijn voor het waterleven. In deze paragraaf wordt nader ingegaan op dit milieurisico.

Significant milieurisico in Artikel 4 lid 2.c.i van de grondwaterrichtlijn

op basis van de in bijlage III, punt 3, bedoelde beoordeling worden de concentraties verontreinigende stoffen die de grondwaterkwaliteitsnormen of de drempelwaarden overschrijden, rekening houdend, waar van toepassing, met de omvang van het betrokken grondwaterlichaam, niet beschouwd als een **significant milieurisico**;

Het grondwater vanuit het grondwaterlichaam Duin-Rijn-West stroomt deels in westelijke richting naar zee. Het overige (grootste) deel stroomt in oostelijke richting en komt naar boven in de laaggelegen polders. De kwaliteit van dit opkwellende water heeft daarmee invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit en het grondwater in de wortelzone. Daarnaast kan water lokaal infiltreren (binnen percelen) en via de ondergrond afstromen naar het oppervlaktewater.

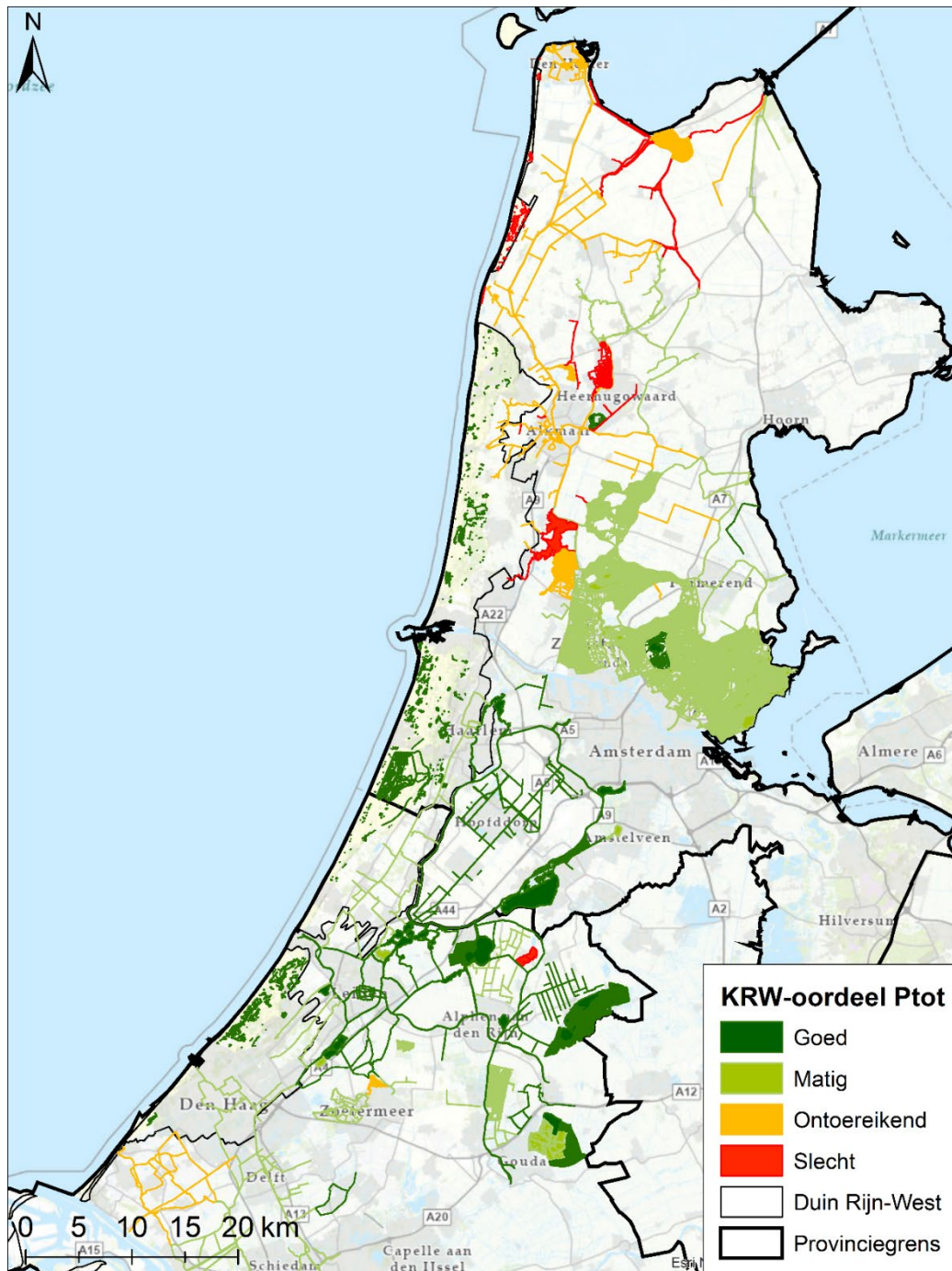
Voor de KRW zijn oppervlaktewaterlichamen onderverdeeld in de status natuurlijk water en kunstmatig/sterk veranderd. De KRW heeft voor natuurlijke waterlichamen als doel dat een goede toestand (zowel ecologisch als chemisch) moet worden gehaald (GET). Voor de kunstmatig of sterk veranderde oppervlaktewaterlichamen moet een goed ecologisch potentieel (GEP) en een goede chemische toestand worden bereikt. In Zuid-Holland en Noord-Holland zijn alle wateren kunstmatig en daarvoor geldt het GEP. Elk type waterlichaam kent een eigen doelstelling. De metingen van fosfor-totaal in het oppervlaktewater worden gebruikt voor de beoordeling van de ecologische toestand van het oppervlaktewater. Naast metingen van fosfor-totaal worden ook biologische kwaliteitselementen (zoals planten en vissen) en metingen van andere stoffen beschouwd (zoals stikstof, zuurstof, chloride).

De toestand van de meeste wateren wordt beoordeeld als matig, ontoereikend of slecht. Vermesting is hiervoor de belangrijkste oorzaak. Te hoge fosfor concentraties in het oppervlaktewater zijn vaak één van de belangrijke achterliggende redenen. Als alleen naar fosfor wordt gekeken dan is de toestand vaak matig, ontoereikend of zelfs slecht (Figuur 8-1). De waterschappen hebben op hun eigen manier hun doelen afgeleid, waarbij rekening mag worden gehouden met de achtergrondbelasting. In de praktijk pakt dit verschillend uit per waterschap. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft daarbij de doelen strenger gedefinieerd dan bijvoorbeeld Hoogheemraadschap van Rijnland (HHR). Een concentratie van hoger dan 1 mg/l P heeft daarom een verschillende consequentie per waterschap. Dit is ook de reden dat Figuur 8-1 roder kleurt in Noord-Holland dan in Zuid-Holland. Hoogheemraadschap van Rijnland zal hun analyse nog aanpassen wat tot een ander kaartbeeld zal leiden.

De drempelwaarde voor grondwater (2 mg P/l) is hoger dan de GEP-normen voor het oppervlaktewater. Een fosfaatgehalte van circa 1 mg P/l wijst op een zeer voedselrijk systeem (Water en natuur 2020b). Fosfaat in het grondwater komt uiteindelijk in het oppervlaktewater terecht. De termijn waar dit op gebeurt is lang. Grondwater stroomt langzaam en veel van het grondwater zal kilometers verder weg via diepe stroombanen uiteindelijk in de diepe polders van West-Nederland uitkomen. Bovendien beweegt fosfaat zich trager dan het grondwater zelf (zie hoofdstuk 2). Op korte termijn (bijvoorbeeld de einddatum van de KRW in 2027) is er weinig beïnvloeding te verwachten. Maar op de langere termijn, in decennia en zelfs nog langer is wel invloed te verwachten. Met deze erfenis krijgen we dus nog te maken met een lange nalevering van fosfaat. Hoe dit risico over 100 jaar wordt ervaren is moeilijk te zeggen, wellicht hebben we dan al te maken met wereldwijde fosfaattekorten als bron voor kunstmest. Maar vanuit het voorzorgsbeginsel zien we de extra toevoer van fosfaat naar oppervlaktewater en natuurgebieden als ongewenst. Er worden geen Natura-2000 gebieden beïnvloed, omdat deze allemaal verder weg liggen of stroomopwaarts van de grondwaterstroming in de duinen zijn gelegen.

Maar er zijn wel natte natuurgebieden met een minder hoge status (geen N-2000 gebied die op termijn beïnvloed kunnen worden.

Beïnvloeding van oppervlaktewater met grondwater met P-totaal concentraties van meer dan 2 mg/l is een risico voor het waterleven. Daarom is er onvoldoende grond om het grondwaterlichaam alsnog in goede toestand te verklaren. Hiervoor is nader onderzoek nodig waarop we ingaan in paragraaf 9.3 van dit rapport.



Figuur 8-1 KRW oordeel voor de oppervlaktewaterlichamen gebaseerd op de gemiddelde fosfaatconcentratie in de zomer voor de jaren 2020, 2021 en 2022. Voor een goed regionaal beeld zijn ook oppervlaktewaterlichamen buiten het grondwaterlichaam Duin Rijn-West weergegeven

8.3 Overige KRW eisen chemische toestand

Afgezien van de overschrijding fosfaat moet het grondwaterlichaam Duin Rijn-West voldoen aan de overig gestelde eisen uit de KRW. Het gaat om de eisen die gesteld zijn in tabel 2.3.2 van Bijlage V van de KRW.

Voorwaarden voor een goede chemische toestand van grondwater in Artikel 4 lid 2.c.i i van de grondwaterrichtlijn

Er is voldaan aan de andere in tabel 2.3.2. van bijlage V bij Richtlijn 2000/60/EG genoemde voorwaarden voor een goede chemische toestand van grondwater, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn.

Tabel 2.3.2 uit Bijlage V van de KRW is hieronder overgenomen.

| Element | Goede toestand |
|----------------|--|
| Algemeen | <p>De chemische samenstelling van het grondwaterlichaam is zodanig dat de concentraties van verontreinigende stoffen:</p> <ul style="list-style-type: none"> — als hierna vermeld geen effecten van zout of andere intrusies vertonen; — de uit hoofde van andere communautaire wetgeving toepasselijke kwaliteitsnormen niet overschrijden, in overeenstemming met artikel 17; — niet zodanig zijn dat de ingevolge artikel 4 voor bijbehorende oppervlaktewateren aangegeven milieudoelstellingen niet worden bereikt, een significante vermindering van de ecologische of chemische kwaliteit van die waterlichamen optreedt of significante schade wordt toegebracht aan terrestrische ecosystemen die rechtstreeks afhankelijk zijn van het grondwaterlichaam. |
| Geleidbaarheid | <p>Veranderingen in de geleidbaarheid wijzen niet op intrusies van zout of andere stoffen in het grondwaterlichaam.</p> |

Figuur 8-2 Definitie van goede toestand van het grondwater in Bijlage V van de KRW (tabel 2.3.2)

De beoordeling van deze criteria is uitgevoerd ten behoeve van het stroomgebiedsbeheerplan voor de periode 2022 – 2027 (I&W, 2022a). De achterliggende deelttoetsen zijn gerapporteerd in het KRW factsheet (I&W, 2022b).

Tabel 8-1 Controle op voorwaarden voor goede grondwatertoestand in Duin Rijn-West

| Voorwaarde | Oordeel |
|---|--|
| Effecten van zout en andere intrusies | Goede toestand. SGBP vermeldt geen knelpunten. |
| Overschrijding overige kwaliteitsnormen | Deze voorwaarde verwijst naar artikel 17 van de KRW: Strategieën ter voorkoming en beheersing van grondwaterverontreiniging. Er zijn volgens het SGBP geen knelpunten met andere KRW relevante stoffen. De drempelwaarden voor andere stoffen dan fosfor-totaal en de normen voor nitraat en bestrijdingsmiddelen worden in minder dan 20% van de meetpunten overschreden. Er zijn ook geen andere kwaliteitsproblemen bekend die een conflict kunnen vormen met communautaire wetgeving. |
| Geen knelpunten met doelstellingen voor oppervlaktewater en terrestrische ecosystemen | Voor terrestrische ecosystemen is de toestand ontoereikend (Tabel 8-1) volgens eerdere rapportages. Het natuurgebied 'Solleveld & Kapittelduinen' voldoet niet aan de kwantiteitseisen, maar dat is niet relevant in het kader van deze beoordeling. Voornes Duin voldoet niet aan de kwaliteitseisen, maar het factsheet (I&W, 20022b) vermeldt niet de achterliggende reden. Voornes Duin ligt ten zuiden van de Maasvlakte in Rotterdam en heeft in 2021 geen KRW-metpunt in het grondwater (Figuur 3-1 en Figuur 3-2). Maar in eerdere jaren werd fosfaat-totaal wel aangetroffen in concentraties hoger dan 2 mg/l. Het betreft een ondiep meetpunt. Maar één meetpunt is weinig representatief om wat te zeggen over de toestand van dit N2000-gebied. |
| Veranderingen in geleidbaarheid | In het SGBP zijn geen veranderingen in geleidbaarheid gerapporteerd. |

Tabel 8-2 Uitkomst regionale testen voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West (rood is ontoereikend; groen is goed).

| Oppervlaktewater | | | | Terrestrische ecosystemen | | | | Drinkwater | | | |
|------------------|------|------|------|---------------------------|------|------|------|------------|------|------|------|
| 2009 | 2015 | 2021 | 2027 | 2009 | 2015 | 2021 | 2027 | 2009 | 2015 | 2021 | 2027 |
| | | | | | | | | | | | |

Voornes Duin

Voor het N2000 gebied Voornes Duin hebben we nader literatuur onderzoek gedaan naar het voorkomen van fosfaat in het grondwater en de invloed hiervan op de N2000 doelstellingen.

In eerder onderzoek zijn bodemonsters genomen van het ondiepe poriewater in de wortelzone. In het ontwerp beheerplan Voornes Duin (Royal Haskoning, 2012) is geconcludeerd dat de voedingstoestand van bodem en vegetatie en zuurgraad goed is. De gehalten beschikbaar fosfaat zijn op veel plekken zeer laag. Lage fosfaatwaarden zijn belangrijk voor het goed functioneren van het habitatype H2130C Grijs duin (heischraal). Deze conclusie werd bevestigd met de nulmeting (Royal HaskoningDHV, 2018). Zo is de Olsen-P waarde (beschikbare anorganische fosfaat) en totaal-P hoeveelheid laag. Wel werd opgemerkt dat de hoeveelheid totaal-P in het poriewater relatief hoog is, maar de duinvegetaties zijn niet afhankelijk van dit water. De conclusie over de lage voedingstoestand is overgenomen in de natuurdoelanalyse (Arcadis, Royal HaskoningDHV, Sweco, 2022) met de kanttekening dat op een deel van de locaties plagwerkzaamheden zijn uitgevoerd tijdens duinherstelprojecten, wat betekent dat de voedingsrijkere toplaag op deze locaties verwijderd is.

Alleen in de vochtige duinvalleien open water (habitatype H2190A) is een gemiddelde Olsen-P waarde gevonden van licht boven de 500 $\mu\text{mol/L}$ (circa 1,55 mg/L), maar deze waarden zijn niet buitensporig hoog (Royal HaskoningDHV, 2018).

Het poriewater (circa 1 meter diep), maar vooral het grondwater op grotere diepte heeft verhoogde fosfaatconcentraties.

In de factsheet voor Voornes Duin (I&W, 2022b) is gesteld dat het Voornes duin een onvoldoende grondwaterkwaliteit heeft waardoor het realiseren van de KRW-doelen verhinderd wordt. De slechte waterkwaliteit van het Breede Water en Quackjeswater worden genoemd als reden. Echter de waterkwaliteit van deze wateren wordt vooral beïnvloed door de aalscholverkolonie (Arcadis, Royal HaskoningDHV, Sweco, 2022). Invloed van grondwater lijkt hier niet het probleem te zijn. Omgekeerd kan infiltrerend oppervlaktewater hier wel zorgen voor verhoogde concentraties fosfaat in het grondwater.

In Voornes Duin staat peilbuis B37C0492 uit het Landelijk Meetnet grondwaterkwaliteit van het RIVM met drie filters. Het eerste filter staat op een diepte van 11 tot 12 meter onder maaiveld; het derde filter staat 23 tot 24 meter diep. In 2021 zijn uit deze filters monsters genomen en in beide filters was de fosfaatconcentratie sterk verhoogd, circa 7 mg/l P-totaal. Deze verhoogde concentraties kunnen niet verklaard worden uit de belasting aan maaiveld. Mogelijke bronnen zijn infiltrerend oppervlaktewater of hebben een natuurlijke oorsprong uit mariene afzettingen. We raden aan om deze twee filters in het KRW-meetnet te (blijven) monitoren.

8.4 Stijgende trends drinkwaterwinningen

De derde eis is gerelateerd aan artikel 7, lid 3 van de KRW.

Voorwaarden voor niveau van zuivering van grondwater in Artikel 4 lid 2.c.i iii van de grondwaterrichtlijn overeenkomstig artikel 7, lid 1, van Richtlijn 2000/60/EG aangewezen grondwaterlichamen is voldaan aan de voorschriften van artikel 7, lid 3, van die richtlijn, overeenkomstig punt 4 van bijlage III bij deze richtlijn.

Dit artikel van de KRW gaat in op de kwaliteit van het onttrokken grondwater ten behoeve van de bereiding van drinkwater. Lid 3 stelt:

“De lidstaten dragen zorg voor de nodige bescherming van de aangewezen waterlichamen met de bedoeling de achteruitgang van de kwaliteit daarvan te voorkomen, teneinde het niveau van zuivering dat voor de productie van drinkwater is vereist, te verlagen. De lidstaten kunnen voor die waterlichamen beschermingszones vaststellen”.

Deze regionale deelttest is voor grondwaterlichaam Duin Rijn-West eerder uitgevoerd (Werkgroep Grondwater Rijn-West, 2021). Wanneer er bij de drinkwatertest in een winning sprake is van achteruitgang van de waterkwaliteit als gevolg van een stijgende trend voor een drempelwaardenstof of een stof met een Europese grondwaternorm, dan wordt de winning opgenomen als zwarte stip op de toestandskaart voor grondwater in het SGBP. Wanneer er uitsluitend sprake is van een stijgende trend voor één van de andere getoetste stoffen (signaleringswaarden), wordt de winning met een paarse stip in de vlekkenkaart opgenomen. De conclusie was dat er geen knelpunten zijn voor de drinkwaterwinningen binnen het grondwaterlichaam, de toestand is goed.

Voor alle winningen is getoetst of gemeten concentraties van het onttrokken grondwater de KRW-drempelwaarden of signaalwaarden overschrijdt. Voor de drinkwaterwinningen in Duin-West was dit niet het geval. Dit risico wordt in de toekomst niet groter door de verhoogde fosfaatconcentraties in het grondwater. Grondwater met de verhoogde fosfaatconcentraties in grondwaterlichaam Duin Rijn-West stroomt namelijk van de winningen af.

8.5 Geschiktheid voor menselijke consumptie

De vierde en laatste eis gaat in op de risico's voor menselijke consumptie.

Voorwaarden voor menselijke consumptie van grondwater in Artikel 4 lid 2.c.iv van de grondwaterrichtlijn de geschiktheid voor menselijke consumptie van het grondwaterlichaam of van één van de lichamen in de groep grondwaterlichamen niet significant door verontreiniging is aangetast.

Dit hoofdstuk gaat nader in op de risico's van fosfaat in drinkwater. Grondwater voor de bereiding voor drinkwater kan worden onttrokken door drinkwaterbedrijven of uit kleine inrichtingen voor gebruik in bijvoorbeeld campings of bedrijven die dit gebruiken voor de voedselbereiding. In Duin Rijn-West wordt alleen grondwater onttrokken door drinkwaterbedrijven en niet voor andere toepassingen (Royal HaskoningDHV, 2021). Dit hoofdstuk gaat nader in op de risico's van fosfaat in het drinkwater.

Risico's van fosfaat voor de mens

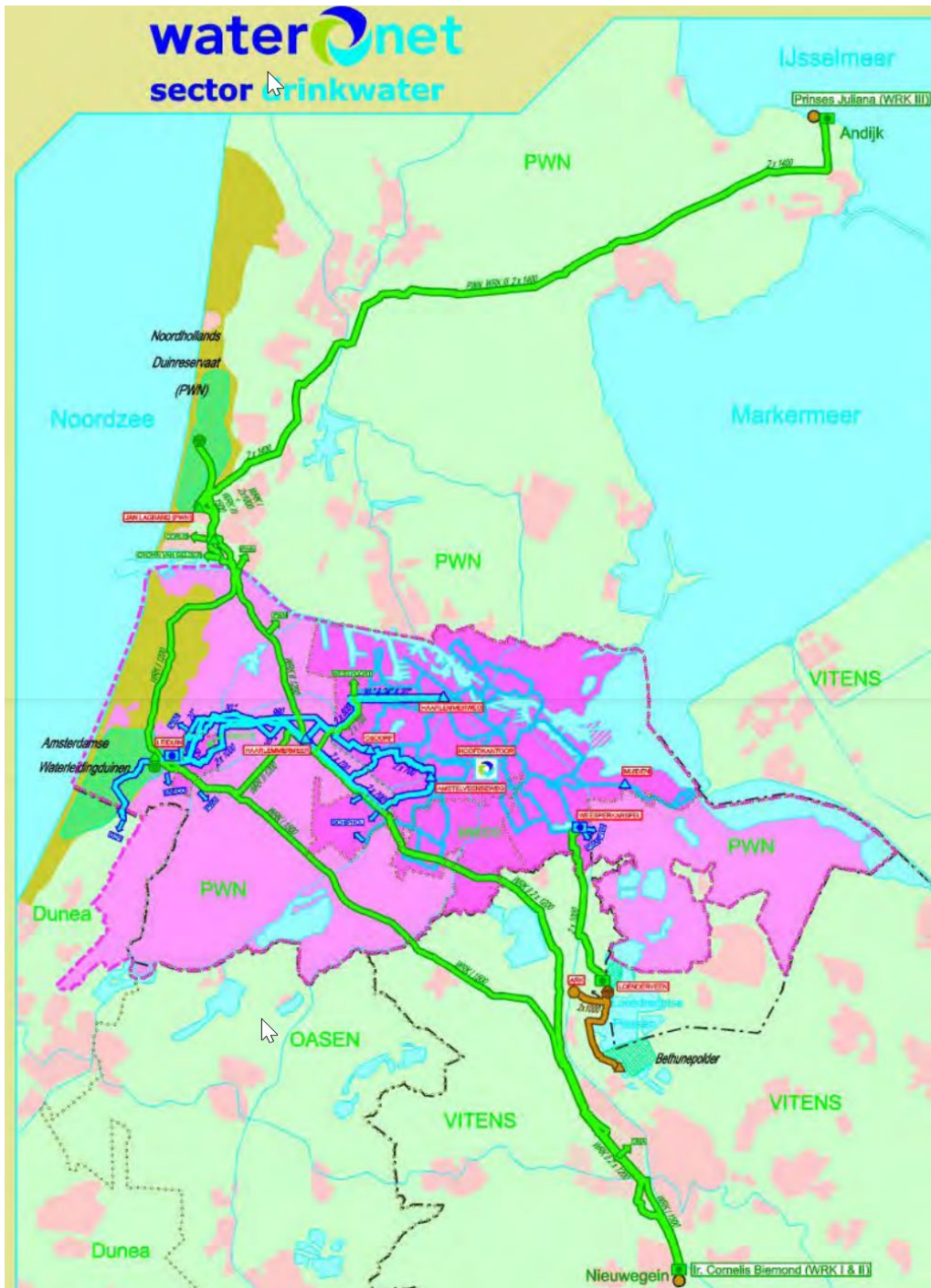
Fosfaat vormt in Nederland geen gevaar voor de volksgezondheid en is als zodanig niet relevant voor drinkwater. Voor fosfaat bestaan daarom geen normen in het Drinkwaterbesluit voor het onttrokken grondwater. De bron van het drinkwater in West-Nederland komt uit geïnfiltreerd oppervlaktewater. Het te infiltreren water moet voldoen aan eisen in het Infiltratiebesluit. De norm voor fosfaat voor het te infiltreren oppervlaktewater bedraagt 0,4 mg/l P. De concentraties van het aangevoerde water zijn veel lager: gemiddeld 0,01 mg/l fosfaat-totaal in het infiltratiewater voor de infiltratiegebieden Castricum en Kieftenvlak (Water en Natuur, 2020b).

Te veel of te weinig fosfaat in het onttrokken grondwater?

Voor waterbedrijven is een teveel aan fosfaat in het onttrokken grondwater niet een probleem; integendeel een tekort kan zelfs een groter probleem zijn. Drinkwaterbedrijven gebruiken vaak biologische nitrificatie om ammonium uit het water te verwijderen. In Duitsland en bij het Amsterdamse drinkwaterbedrijf Waternet werd eerder al ontdekt dat een tekort aan fosfaat in het te behandelen oppervlaktewater (vooral tijdens koude winters) een probleem kan vormen voor de nitrificatie (bron Oasen). Ook voor de bacteriën die tijdens het nitrificatieproces actief zijn vormt fosfaat een onmisbare voedingsstof. De oplossing is om tijdens de zuivering een beetje extra fosfaat toe te voegen aan het water

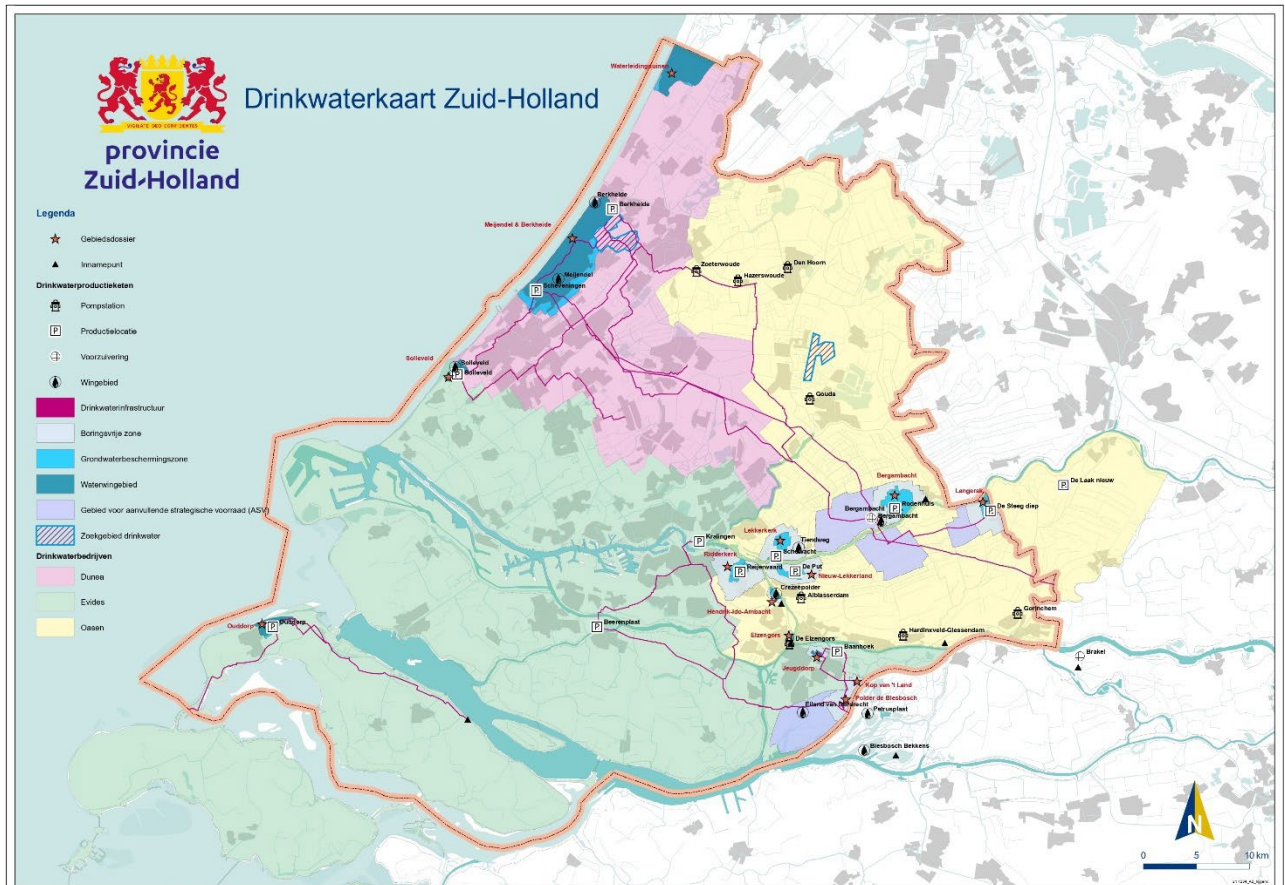
Locaties van drinkwaterwinningen in Zuid-Holland en Noord-Holland

In Noord-Holland wordt water gewonnen in het Gooi, de Amsterdamse Waterleidingduinen en in het Noord-Hollands Duinreservaat door drie bedrijven: PWN, Waternet en Vitens. De winningen in het Gooi van Vitens en PWN liggen ver van de duingebieden vandaan. Oppervlaktewater wordt door PWN ingenomen bij Andijk uit het IJsselmeer getransporteerd naar de duinen. Oppervlaktewater uit het Lekkanaal bij Nieuwegein en het IJsselmeer wordt gebruikt als bron van water voor de Amsterdamse Waterleidingduinen. Waternet gebruikt het water om drinkwater te leveren aan Amsterdam en gemeentes in de buurt.



Figuur 8-3 Drinkwaterinfrastructuur provincie Noord-Holland (bron: Waternet)

In Zuid-Holland wordt drinkwater geproduceerd uit oppervlaktewater en (oever)grondwater. In figuur 8-4 zijn de verzorgingsgebieden en de hoofdinfrastructuur van de drinkwatervoorziening weergegeven. Dunea en Evides maken voornamelijk gebruik van Maaswater als bron. Oasen maakt gebruik van (oever)grondwater als bron. Daarnaast heeft Dunea een noodinnamepunt langs de Lek (Bergambacht).



Figuur 8-4 Drinkwaterinfrastructuur provincie Zuid-Holland.

Risico's voor drinkwater

Er zijn geen risico's voor de drinkwaterwinning in Noord-Holland en Zuid-Holland. Voor de productie van drinkwater wordt gebruik gemaakt van voorgezuiverd oppervlaktewater dat weinig fosfaat bevat. De verhoogde fosfaatconcentraties in het grondwater in de drie beschouwde deelgebieden hebben hier geen invloed op. En het grondwater met verhoogde fosfaatconcentraties is geen bron voor de duinwatergrondwaterwinningen. Dit grondwater stroomt in oostelijke richting naar de polders.

8.6 Resumé

In deze paragraaf zijn vier voorwaarden beoordeeld voor nader onderzoek. Resterend risico is dat op langere termijn er kans is op negatieve invloed op het ontvangende oppervlaktewaterstelsel.

Tabel 8-3 Samenvatting van de onderzochte risico's in het nader onderzoek

| Voorwaarde | Oordeel | Toelichting |
|--|---------|--|
| Geen sprake is van een significant milieurisico. | | Invloed op oppervlaktewater moet nader onderzocht worden. Zie aanbevelingen in hoofdstuk 9 |
| Voldaan aan de andere eisen uit de KRW voor een goede chemische toestand | | Fosfaatconcentraties onder Voornes Duin zijn verhoogd, maar dit geeft geen problemen voor functioneren van dit natuurgebied. Bodemgehalten zijn namelijk laag en er is geen negatieve invloed op N2000 habitats. |
| Geen stijgende trends in drinkwaterwinningen. | | Er is geen sprake van stijgende trends. |
| Geschiktheid voor menselijke consumptie niet is aangetast. | | Er zijn geen waterwinningen die worden beïnvloed. |

9 Conclusies en handelingsperspectief voor vervolg

9.1 Conclusies over herkomst van fosfaat in het grondwater

Het grondwaterlichaam Duin-Rijn-West is in slechte toestand, omdat in meer dan 20% van de meetpunten de drempelwaarde van 2 mg/l voor fosfor-totaal wordt overschreden. Dit is het geval in de laatste meetronde van 2021, maar geldt ook voor eerdere meetjaren.

Overschrijding van de drempelwaarde gebeurt op meerdere locaties, maar concentreert zich vooral rond drie locaties:

- Het gebied rond Castricum. In dit deelgebied komt vooral in het diepere grondwater P-totaal voor in hogere concentraties. Waarschijnlijk heeft dit fosfaat een natuurlijke oorsprong en is het fosfaat afkomstig uit oude mariene afzettingen. De invloed van de landbouw, met overwegend grasteelt en beperkt bollenteelt lijkt hier een minder grote invloed hebben;
- Het gebied rond Lisse en Hillegom. In dit deelgebied liggen relatief de meeste punten waar de drempelwaarde voor P-totaal wordt overschreden. De overschrijding van de drempelwaarde vindt plaats op meerdere dieptes, van vlak onder maaiveld tot op 25 meter diepte. Deze overschrijdingen worden veroorzaakt door invloed vanuit de bollenteelt;
- Het gebied rond Den Haag. Dit is een sterk verstedelijkt gebied. Overschrijding van de fosfaatconcentraties heeft hier waarschijnlijk geen landbouwkundige oorsprong. In stedelijk gebied kan de grondwaterkwaliteit worden beïnvloed als rioolwater door lekke buizen naar het grondwater kan lekken. Ook andere bronnen zoals bemesting van tuinen, parken en sportvelden, honden en vogelpoep, infiltrerend oppervlaktewater, historische bronnen (zoals huishoudelijk afvalwater) kunnen van invloed zijn.

Het N-2000 gebied Voornes Duin wordt volgens het factsheet (I&W, 2022b) gehinderd in het realiseren van de KRW-doelen door een slechte grondwaterkwaliteit. Maar uit achterliggende literatuur blijkt dat de ondiepe bodemkwaliteit goed is en de doelstellingen voor N2000 habitats niet worden verhinderd.

Fosfaat heeft geen risico's op de drinkwatervoorziening, de innamegebieden zoals het IJsselmeer en de grote rivieren liggen ver weg. De waterwingebieden in de duinen liggen stroomopwaarts van de stromingsrichting van het grondwater en worden zo niet beïnvloed. Hoge fosfaatconcentraties hebben wel invloed op de ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater en natuurgebieden. Daarom is er geen reden om het grondwaterlichaam alsnog in goede toestand te verklaren.

9.2 Aanbevelingen voor maatregelen en handelingsperspectief

Aangezien het grondwaterlichaam in slechte toestand is moeten maatregelen gedefinieerd worden om de grondwaterkwaliteit te verbeteren. Aangezien de problematiek van de drie deelgebieden zeer verschillend is vergt dit ook een eigen aanpak per gebied.

De landbouw is de voornaamste menselijke bron van verontreiniging van fosfaat in het grondwater, maar ook het oppervlaktewater. In het SGBP worden maatregelen gedefinieerd om de mestdruk te verminderen, zowel door aanscherping van landelijk beleid als door gebiedsgerichte maatregelen te nemen. Zowel oppervlaktewaterlichamen als grondwaterlichamen profiteren van deze maatregelen. Voor de drie deelgebieden bevelen we de volgende aanpak aan:

- Voor het gebied rond Castricum zien we nu geen extra maatregelen. Het beeld is dat het ondiep grondwater relatief weinig belast is met fosfaat. Het aantal beschikbare metingen is beperkt en deze conclusie kan beter onderbouwd worden met aanvullende metingen van het ondiepe grondwater;

- Voor het gebied rond Lisse en Hillegom een gebiedsgerichte aanpak om de mestdruk te verminderen. De kalkrijke bodem zorgt ervoor dat fosfaat opgeslagen in de bodem weinig beschikbaar is voor de gewasgroei. Met gerichte bemestingsadviezen kan de fosfaat beschikbaarheid worden vergroot waardoor minder mestgift nodig is. Dit kan door het evenwicht tussen stikstof en fosfaat op elkaar af te stemmen, extra te bemesten met zwavel (S) en door de aanwezige sporenelementen goed te monitoren en de mestgift daaropaf te stemmen. Door CLM (2020) wordt gewezen op de kansen voor de toepassing van organische-stofrijke, fosfaatarme mestproducten. In de kapitaalintensieve bollenteelt is dit financieel beter mogelijk in vergelijking met de akkerbouw. Gemeente Lisse (2020) heeft al de doelstelling een 100% emissie loze en residuvrije teelt te halen voor een betere bodemkwaliteit en grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit. Hiervoor participeert de gemeente in de initiatieven die voortkomen uit de Intergemeentelijke Structuurvisie Greenport;
- Voor het gebied rond Den Haag raden we aan om nader te kijken naar mogelijke vervuillingsbronnen, zoals lekkende riolering. De gemeente Den Haag kan bij haar lopende vervangingsopgave van riolen (Gemeente Den Haag, 2021) meer rekening houden met mogelijke risico's van lekkend rioolwater naar het grondwater.

9.3 Aanbevelingen voor invloed op oppervlaktewaterlichamen

We bevelen aan om de risico's van grondwater op oppervlaktewaterlichamen beter in kaart te brengen met de volgende stappen:

- Het maken van een overzicht welke oppervlaktewaterlichamen significant afhankelijk zijn van grondwater;
- Van deze grondwaterafhankelijke oppervlaktewaterlichamen in beeld brengen welke in slechte toestand zijn mede door fosfaat;
- Van deze oppervlaktewaterlichamen kwantitatief bepalen wat de invloed is van grondwater in de totale belasting (uitspoeling, afspoeling en diepe kwel), bovenstroomse aanvoer van oppervlaktewater en andere menselijke bronnen zoals overstorten en RWZI's. Eerdere bronnenanalyses kunnen hiervoor gebruikt worden;
- Het maken van een risicoanalyse wat de extra bijdrage is van toestroming van fosfaat vanuit Duin Rijn-West naar deze oppervlaktewaterlichamen. Houd in deze analyse rekening met het tijdsaspect, de nalevering van fosfaat vindt traag plaats.

Bovengenoemde stappen kunnen gezien worden als een degelijke uitwerking van de regionale deeltst interactie grondwater – oppervlaktewater.

Indien het onderzoek uitwijst dat er geen significante invloed is vanuit grondwater op oppervlaktewaterlichamen, dan kan het gehele grondwaterlichaam alsnog als 'toereikend' worden getypeerd. Het voorliggende rapport en de nog uit te voeren studie dienen dan daarvoor als onderbouwing. Indien er wel een significante invloed wordt geconstateerd, dan dienen er aanvullende maatregelen te worden getroffen.

9.4 Aanbevelingen voor monitoring

Voor monitoring zijn de aanbevelingen:

- Voor het gebied rond Castricum is de hypothese dat de verhoogde fosfaatconcentraties vooral afkomstig zijn uit diepere mariene afzettingen. Er zijn weinig ondiepe meetpunten. Met een (eenmalige) bemonstering kan deze hypothese beter onderbouwd worden;
- Peilbuis B37C0492 (LMG meetpunt van RIVM) maakte tot 2018 deel uit van het KRW meetnet. We raden aan om filter 1 en 3 te blijven meten ten behoeve van de KRW monitoring.

Literatuur

(Alterra, 2008). 30 Vragen en antwoorden over fosfaat in relatie tot landbouw en milieu

(Arcadis, Royal HaskoningDHV, Sweco, 2022). Natuurdoelanalyse Natura 2000 Voornes Duin. 14 maart 2022

(CLM, 2020). Naar een gesloten fosfaatkringloop in Zuid-Holland. CLM-1032. Augustus 2020

(Dunea, 2012). Waterwinning in de duinen. Holland's Duinen nr.60, november 2012

(Gemeente Den Haag). Wateragenda Den Haag 2016-2020

(Gemeente Den Haag, 2021). Integraal Gemeentelijk Rioleringsplan 2021-2025. Voor een leefbare en water robuuste stad. Februari 2021

(Gemeente Lisse, 2021). Omgevingsvisie Lisse 2040. 25 november 2021

(Grontmij, 2012). Water boven water. Regionaal Waterplan Bergen, Castricum en Heiloo. 20 augustus 2012

(Grontmij, 2014a). Gebiedsdossiers drinkwaterwinningen Noord-Holland. Amsterdamse Waterleiding-duinen (AWD), 10 januari 2014

(Grontmij, 2014b). Gebiedsdossiers drinkwaterwinningen Noord-Holland. Noord-Hollands Duinreservaat (NHD), 28 april 2014

(Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, 2015). Toelichting op peilbesluit Midden – Kennemerland. April 2015

(Hoogheemraadschap van Rijnland, 2018). VV-besluit. Ontwerp Peilbesluit polders Hillegom. 6 maart 2018

(Hoogheemraadschap van Rijnland, 2020a). Projectplan Peilvakken De Zilk. Projectplan op basis van artikel 5.4 van de Waterwet

(Hoogheemraadschap van Rijnland, 2020b). Toelichting op het peilbesluit Peilvakken De Zilk (RL-ZILK) Zilkerpolder (OR-1.03) Onderdeel van watergebiedsplan Kust. CORSA nummer: 18.104330. 5 mei 2020

(I&W, 2022a). Stroomgebiedbeheerplannen Rijn, Maas, Schelde en Eems 2022 – 2027. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Maart 2022

(I&W, 2022b). Factsheet grondwaterlichaam Duin Rijn-West behorende bij het Stroomgebiedbeheerplan Rijn 2022 – 2027. Versie 5.0. 6 april 2022

(KWR, 2019). Ontkalking en verzuring van de Nederlandse kustduinen: status quo, toekomst en maatregelen. Mei 2019

(Landelijke Werkgroep Grondwater, 2019) Protocol toestand-en-trendbeoordeling grondwaterlichamen KRW herzien september 2019

- (Overheid.nl) Infiltratiebesluit bodembescherming. Geraadpleegd op 29-03-2023. Geldend van 22-12-2009 t/m heden
- (Overheid.nl) Drinkwaterbesluit. Geraadpleegd op 29-03-2023. Geldend van 21-12-2022 t/m heden
- (Provincie Noord-Holland, 2017). Natura 2000 beheerplan Noord-Hollands Duinreservaat 2018-2024. Oktober 2017
- (Provincie Noord-Holland, 2018). Natura 2000 beheerplan Kennemerland-Zuid 2018-2024. Oktober 2018
- (Provincie Noord-Holland, 2022a). Regionaal Waterprogramma Noord-Holland 2022 – 2027. 31 januari 2022
- (Provincie Zuid-Holland, 2022b). Regionaal waterprogramma Zuid-Holland 2022-2027. 9 maart 2022
- (RIVM, 2006). Drempelwaarden in grondwater: voor welke stoffen? RIVM-rapport 607300001/2006
- (RIVM, 2008). Advies voor drempelwaarden, RIVM Rapport 607300005/2008
- (RIVM, 2011). Methodiekontwikkeling Drempelwaarden Grondwater, Achtergrondconcentraties en Attenuatie- en Verdunningsfactoren RIVM Rapport 607402003/2011
- (Royal Haskoning, 2012). Ontwerpbeheerplan Voornes Duin. 1 maart 2012
- (Royal HaskoningDHV, 2017). 088 Kennemerland-Zuid PAS-Gebiedsanalyse, Update AERIUS Monitor 2016L. 20 juni 2017
- (Royal HaskoningDHV, 2018). Pilot monitoring grondwaterkwaliteit in relatie tot grondwaterafhankelijke habitattypen in Voornes Duin en Westduinen Goeree. 21 september 2018
- (Royal HaskoningDHV, 2021). Controle KRW grondwatermeetnet 2020/2021. 1 april 2021
- (Stowa). Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen met Nederlandse voorbeelden van toepassingen.
- (Stuyfzand, 1986). Een nieuwe hydrochemische classificatie van watertypen, met Nederlandse voorbeelden van toepassing. H20 1986, nr. 23
- (Sweco, 2018). Beheerplan bijzondere natuurwaarden Solleveld en Kapittelduinen, beheerplan_natura2000_solleveld_en_kapittelduinen. 3 juli 2018
- (Unie van Bosgroepen, 2012). Hydro-ecologische systeemanalyse van enkele duinvalleien in de duinen van Noordwijk. Maart 2012
- (Water en Natuur, 2020a). Doelen op maat 4.1 - Systeemanalyses (hoofdrapport). AWN 1308-4-1. 11 augustus 2020
- (Water en Natuur, 2020b). Doelen op maat 4.10 - Systeemanalyses Duingebieden, rapportnummer AWN 1308-4-10. 11 augustus 2020

Geraadpleegde websites:

<https://hulpbijgrondwaterdenhaag.nl/meer-weten-over-grondwater-in-den-haag>

<https://nhi.nu/>

https://royalhaskoningdhv.shinyapps.io/Trendanalyse_Grondwaterkwaliteit/

<https://www.ahn.nl/>

<https://www.delft.nl/milieu/bodem/grondwater-oppompen-delft-noord>

<https://www.dinoloket.nl/>

<https://www.grondwatertools.nl/>

<https://leidraadlc.noord-holland.nl/initiatief-inspiratie-project/oer-ij/>

<https://www.oerij.eu/professionals/ontstaan-en-bewoningsgeschiedenis/voorhistorische-periode/de-landschapsgeschiedenis-van-het-oer-ij/>

<https://www.topotijdreis.nl>

<https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/>

Bijlage 1 Coördinaten van filters in KRW-meetnet Duin Rijn-West (NLGW0016)

| Filter | Provincie | X-coördinaat (RD) | Y-coördinaat (RD) |
|--------------|---------------|-------------------|-------------------|
| B09B0038_001 | Noord-Holland | 113163 | 565613 |
| B09B0038_003 | Noord-Holland | 113163 | 565613 |
| B09B0041_001 | Noord-Holland | 112267 | 564041 |
| B09B0046_001 | Noord-Holland | 117931 | 574708 |
| B09B0052_001 | Noord-Holland | 111648 | 565036 |
| B09D0391_001 | Noord-Holland | 110103 | 559360 |
| B09D0434_001 | Noord-Holland | 111691 | 559901 |
| B14A0014_001 | Noord-Holland | 108329 | 537726 |
| B14C0041_001 | Noord-Holland | 105348 | 525690 |
| B14C0054_001 | Noord-Holland | 107153 | 534208 |
| B14C0088_001 | Noord-Holland | 109214 | 537288 |
| B19A0324_001 | Noord-Holland | 104780 | 522045 |
| B19A0325_001 | Noord-Holland | 106893 | 522596 |
| B19A0354_001 | Noord-Holland | 105835 | 518166 |
| B19A0356_001 | Noord-Holland | 105569 | 519994 |
| B19A0358_001 | Noord-Holland | 105420 | 516051 |
| B19C0770_001 | Noord-Holland | 104548 | 502217 |
| B19C0770_004 | Noord-Holland | 104548 | 502217 |
| B19C0810_001 | Noord-Holland | 105919 | 510433 |
| B19C0810_003 | Noord-Holland | 105919 | 510433 |
| B19C0811_001 | Noord-Holland | 107332 | 510289 |
| B19C0811_002 | Noord-Holland | 107332 | 510289 |
| B19C0813_001 | Noord-Holland | 103529 | 504274 |
| B19C0813_003 | Noord-Holland | 103529 | 504274 |
| B19C0814_003 | Noord-Holland | 102484 | 502704 |
| B19C0815_003 | Noord-Holland | 108024 | 505584 |
| B19C0820_001 | Noord-Holland | 104773 | 503257 |
| B19C1081_001 | Noord-Holland | 106105 | 507550 |
| B19C1177_001 | Noord-Holland | 104990 | 503181 |
| B24H0669_002 | Noord-Holland | 98934 | 481388 |
| B24H0669_004 | Noord-Holland | 98934 | 481388 |
| B24H0702_001 | Noord-Holland | 98137 | 481172 |
| B24H1243_001 | Noord-Holland | 99863 | 481538 |
| B25A1122_001 | Noord-Holland | 104163 | 489400 |
| B25A1122_003 | Noord-Holland | 104163 | 489400 |
| B25A1123_001 | Noord-Holland | 101863 | 496950 |
| B25A1123_003 | Noord-Holland | 101863 | 496950 |
| B25A1362_001 | Noord-Holland | 100164 | 491288 |
| B25A1362_003 | Noord-Holland | 100164 | 491288 |
| B25A1575_001 | Noord-Holland | 104992 | 492877 |
| B25C0373_001 | Noord-Holland | 100768 | 483815 |
| B25C0373_003 | Noord-Holland | 100768 | 483815 |
| B25C1035_001 | Noord-Holland | 100969 | 482491 |
| B25C1166-001 | Noord-Holland | 102294 | 486151 |
| B24H0468_001 | Zuid-Holland | 95310 | 480305 |
| B24H0468_003 | Zuid-Holland | 95310 | 480305 |
| B24H0649_002 | Zuid-Holland | 94530 | 477540 |
| B24H0649_004 | Zuid-Holland | 94530 | 477540 |
| B24H0650_002 | Zuid-Holland | 92690 | 475570 |
| B24H0650_004 | Zuid-Holland | 92690 | 475570 |
| B24H0653_002 | Zuid-Holland | 99550 | 479970 |
| B24H0653_004 | Zuid-Holland | 99550 | 479970 |
| B24H0654_002 | Zuid-Holland | 98450 | 478920 |
| B24H0654_004 | Zuid-Holland | 98450 | 478920 |
| B30D0210_004 | Zuid-Holland | 76640 | 452685 |
| B30D0212_002 | Zuid-Holland | 75950 | 455090 |
| B30D0212_004 | Zuid-Holland | 75950 | 455090 |
| B30D1792_002 | Zuid-Holland | 79088 | 451684 |
| B30D1792_004 | Zuid-Holland | 79088 | 451684 |
| B30E0211_002 | Zuid-Holland | 89210 | 470173 |
| B30E0211_004 | Zuid-Holland | 89210 | 470173 |
| B30F0458_002 | Zuid-Holland | 96000 | 471070 |
| B30F0458_004 | Zuid-Holland | 96000 | 471070 |
| B30F0460_002 | Zuid-Holland | 96700 | 473590 |
| B30F0460_004 | Zuid-Holland | 96700 | 473590 |
| B30G0575_001 | Zuid-Holland | 86844 | 455210 |
| B30G0575_003 | Zuid-Holland | 86844 | 455210 |
| B30G0834_002 | Zuid-Holland | 83870 | 453190 |
| B30G0834_004 | Zuid-Holland | 83870 | 453190 |
| B37A0223_001 | Zuid-Holland | 67344 | 444756 |

In 2021 hoort filter 1 van B19C0815 niet meer bij het KRW-meetnet. Voor de volledigheid is deze wel in de figuren opgenomen in dit rapport met gegevens van 2018. Filter 3 behoort nog wel tot het KRW-meetnet.