



Rapport

**Waterbodemkwaliteitskaart PFAS
Waterschappen Hunze en Aa's en
Noorderzijlvest**

projectnummer 0457324.100
definitief revisie 00
7 januari 2020

Rapport

Waterbodempkwaliteitskaart PFAS Waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest
projectnummer 0457324.100
7 januari 2020 revisie 00



Rapport

Waterbodempkwaliteitskaart PFAS Waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest

projectnummer 0457324.100

definitief revisie 00
7 januari 2020

Auteurs

M.A.L. Rutting
E.C.P.R. Rummens

Opdrachtgevers

Waterschap Hunze en Aa's
Aquapark 5
9641 PJ Veendam

Waterschap Noorderzijlvest
Stedumermaar 1
9735 AC GRONINGEN

datum vrijgave
7 januari 2020

definitief revisie 00
definitief

goedkeuring
E.C.P.R. Rummens

A blue ink signature of E.C.P.R. Rummens.

vrijgave
A.J.H. Bakker

A blue ink signature of A.J.H. Bakker.

Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	2
1.1	Aanleiding	2
1.2	Doel	2
1.3	Onderzoeksstrategie en kwaliteit	3
2	Vooronderzoek	4
2.1	Relaties eerder opgestelde waterbodempkwaliteitskaarten	4
2.2	Technisch-inhoudelijke onderbouwing	5
2.3	Leeswijzer	5
3	Verrichte werkzaamheden	6
3.1	Beheergebied	6
3.2	Databewerking	6
3.3	Zonering	6
3.4	Rapportagegrens	7
3.5	Bodemcorrectie	7
3.6	Statistische kengetallen	8
3.7	Achtergrondwaarden PFAS in baggerspecie	8
3.8	Toepassingsnormen PFAS in baggerspecie	9
4	Onderzoeksresultaten	10
4.1	Kaart overzicht deelgebied	10
4.2	Kaart met meetpunten	10
4.3	Achtergrondwaardenkaarten	10
5	Betrouwbaarheid achtergrondwaardenkaart	11
5.1	Ruimtelijke verdeling aantal meetpunten.	11
5.2	Uitbijters	11
5.3	Heterogeniteit	12
5.4	Verschillen tussen eerder waterbodempkwaliteitszones	13

Bijlagen

1. Statistische kentallen
2. Data-analyse
3. Kaartbijlagen

1 Inleiding

In opdracht van de waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest heeft Antea Group een achtergrondwaardenkaart opgesteld voor PFAS (poly- en perfluoralkyl-verbindingen). Onder deze stofgroep vallen onder meer stoffen PFOS, PFOA en GenX.

De waterschappen willen voor deze nieuwe stofgroep een waterbodempkwaliteitskaart opstellen en de achtergrondwaarden voor deze stoffen berekenen. Hiermee sluit deze kaart aan bij de eerder opgestelde waterbodempkwaliteitskaart¹ en kan bespaard worden op kosten en doorlooptijd voor waterbodemonderzoek. In dit rapport beschrijven wij de werkwijze en de resultaten van het opstellen van deze kaart en de achtergrondwaarden. Met het opstellen van deze achtergrondwaardenkaart wordt invulling gegeven aan het lokale bodembeleid zoals beschreven in paragraaf 5 van het geactualiseerde tijdelijke handelingskader PFAS² dat vanaf 29 november 2019 van kracht is. Deze kaart kan dan, in samenhang met de bestaande waterbodempkwaliteitskaart, dienen als een wettig bewijsmiddel voor hergebruik van grond uit projecten binnen het beheergebied van de waterschappen.

1.1 Aanleiding

PFAS-verbindingen (een verzamelnaam voor meerdere poly- en perfluorverbindingen zoals PFOS, PFOA en GenX) zijn zeer wijdverbreid aanwezig in het milieu en veroorzaken in lage concentraties toxische effecten op mens en milieu. Sinds kort wordt PFAS gezien als een bodemverontreiniging. Het ontbreekt echter aan landelijke wetgeving en toetsingskader. In juli van 2019 is door het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een 'Tijdelijk Handelingskader PFAS' uitgebracht waarin kaders zijn aangegeven om hergebruik van grond met PFAS te stimuleren. Op 29 november 2019 is dit beleid geactualiseerd door de komst van tijdelijke, landelijke achtergrondwaarden.

Bij het publiceren van het geactualiseerde handelingskader PFAS is ook onderzoeksrapport van Deltares (Advies voorlopig herverontreinigingsniveau (HVN) PFAS voor waterbodems, projectnr. 11203697-018, d.d. november 2019) meegenomen. Dit rapport biedt handelingsruimte voor de baggerpraktijk.

PFAS kunnen ook zonder duidelijk aanwijsbare bron in enkele µg/kg in de (water)bodem aanwezig zijn³, vanwege de vele toepassingen van PFAS in brandblusschuim en olie- en waterafstotende toepassingen. De tijdelijke landelijke achtergrondwaarden voor PFAS zullen als gevolg van aanvullende onderzoeken in 2020 geëvalueerd en mogelijk aangepast worden.

1.2 Doel

Het doel van deze waterbodempkwaliteitskaart is het vaststellen van de actuele waterbodempkwaliteit en achtergrondwaarden voor PFAS zodat baggeren en grondverzet binnen het beheergebied van de waterschappen kan plaatsvinden zonder dat voor iedere partij een waterbodemonderzoek of partijkeuring noodzakelijk is. De waterbodempkwaliteitskaart dient dan als een wettig bewijsmiddel conform artikel 4.3.5 van de Regeling bodempkwaliteit.

¹ Waterbodempkwaliteitskaart en nota waterbodembeheer. Waterschap Noorderzijlvest en Hunze & Aa's projectnr. 268022 oktober 2014

² Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS houdende grond en baggerspecie

³ Deelrapport C PFAS expertisecentrum, juni 2018

1.3 Onderzoeksstrategie en kwaliteit

Het bepalen van de actuele waterbodempkwaliteit is uitgevoerd overeenkomstig de Richtlijn voor het opstellen van bodempkwaliteitskaarten (VROM, 3 september 2007 met wijzigingsbladen van 1 januari 2013, 2014 en 2016 en 2019), de eisen uit bijlage M van de Regeling bodempkwaliteit en de stappen. Aangezien de verspreiding van PFAS op een andere wijze dan bij reguliere bodemverontreinigingen heeft plaatsgevonden, zijn enkele stappen uit de Richtlijn bodempkwaliteitskaarten op een andere manier uitgevoerd. Een voorbeeld hiervan is de bepaling van de zonering. Dit is gebaseerd op de verspreiding als gevolg van atmosferische depositie en niet op basis van mogelijke verontreinigingsbronnen.

In dit rapport wordt verslag gedaan van de uitgevoerde werkzaamheden en worden de resultaten van het onderzoek beschreven.

2 Vooronderzoek

Voor het opstellen van de waterbodemkwaliteitskaart voor PFAS wordt uitgegaan van de bestaande Richtlijn bodemkwaliteitskaarten van het ministerie van VROM van 3 september 2007 en bijbehorende wijzigingsbladen. Deze richtlijn beschrijft de acht stappen die moeten worden doorlopen om tot een bodemkwaliteitskaart te komen. Het gaat hierbij om de onderstaande stappen:

In **Stap 1** worden de beleidsmatige en technisch-inhoudelijke *keuzes* gemaakt.

In **Stap 2** dient te worden vastgesteld welke *kenmerken* binnen het *beheergebied* naar verwachting een belangrijke rol spelen bij het definiëren van deelgebieden.

In **Stap 3** worden *bodemgegevens* geschikt gemaakt voor verwerking tot een bodemkwaliteitskaart.

In **Stap 4** worden voorlopige *homogene deelgebieden* samengesteld. Dit gebeurt op basis van de kenmerken waarvan in stap 2 werd verwacht dat deze bepalend zijn voor de bodemkwaliteit.

In **Stap 5** wordt op basis van de beschikbare meetresultaten vastgesteld of de *indeling* in deelgebieden van stap 4 juist is, waardoor zones ontstaan. Waar mogelijk worden deelgebieden met een overeenkomstige bodemkwaliteit samengevoegd tot zones.

Indien nodig wordt in **Stap 6** aanvullend bodemonderzoek uitgevoerd.

In **Stap 7** worden de verschillende soorten gegevens, die van elke bodemkwaliteitszone beschikbaar zijn, in samenhang geïnterpreteerd. Op basis hiervan wordt een rapport opgesteld waarin de totstandkoming van de bodemkwaliteitskaart wordt weergegeven en gemotiveerd.

In **Stap 8** wordt, op basis van de bodemkwaliteit in combinatie met de functiekaart, de ontgravingskaart en toepassingseis per bodemkwaliteitszone geformuleerd.

2.1 Relaties eerder opgestelde waterbodemkwaliteitskaarten

Voor het opstellen en berekenen van de waterbodemkwaliteit en achtergrondwaarden is geen gebruik gemaakt van de bodemdata die gebruikt is voor de bestaande waterbodemkwaliteitskaart. Ditzelfde geldt voor de zonering van de bestaande waterbodemkwaliteitskaart. De wijze waarop PFAS zich in het gebied verspreid wijkt hiervan sterk af. Verspreiding van PFAS vindt vooral plaats via atmosferische depositie (droge en natte neerslag van (stof)deeltjes en stoffen uit de atmosfeer) en via (industriële) puntlozingen. Voor het bepalen van meetpunten waar waterbodemonsters zijn genomen, is voor een evenredige verdeling wel gebruik gemaakt van de eerder opgestelde zones.

De methodiek om verontreinigingszones vooraf te definiëren en met statistische kentallen de waterbodemkwaliteit te berekenen is gelijk aan de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten. Het onderzoeksprogramma dat hierop is gebaseerd sluit aan bij kennisdocument PFAS veldwerk en analyse dat is opgesteld door het Expertisecentrum PFAS in juli 2019.

2.2 Technisch-inhoudelijke onderbouwing

De technisch-inhoudelijke onderbouwing gaat in op de eisen waar een waterbodempkwaliteitskaart aan moet voldoen. In de richtlijn zijn de onderwerpen benoemd die essentieel worden geacht om de kwaliteit van het grondverzet te kunnen waarborgen. In de onderbouwing moeten dan ook op zijn minst deze onderwerpen worden behandeld. Voor deze kaart zijn de onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- het (deel van het) beheergebied waarvoor de waterbodempkwaliteitskaart wordt opgesteld. In dit geval betreft dit het beheergebied van de waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest;
- het gebied waarvoor de waterbodempkwaliteitskaart wordt opgesteld beschouwen wij als één homogeen deelgebied, waarbij voor het bepalen van de meetpunten rekening is gehouden met voldoende verspreiding tussen de verschillende watersystemen en eerdere zone-indelingen;
- de diepte en de te onderscheiden dieptetrajecten waarover de waterbodempkwaliteitskaart een uitspraak doet. Hierbij is aangesloten bij de bestaande waterbodempkwaliteitskaart. Het traject omvat enkel de aanwezige sliblaag. Indien de sliblaag niet of beperkt aanwezig was, is ook een klein deel van de vaste bodem meegenomen;
- de stoffen die in de waterbodempkwaliteitskaart worden opgenomen. Deze waterbodempkwaliteitskaart is opgesteld voor PFAS, inclusief GenX. Er is onderscheid gemaakt bij de statistische berekeningen voor de stoffen PFOS, PFOA, GenX en overige PFAS (zoals PFBS, PFDA, PFDoA, PFHpA, PFHxA, PFHxS etc.);
- in de omgeving zijn geen bronlocaties bekend waarbij PFAS op grote schaal is toegepast, derhalve wordt zijn er geen gebieden of zones op voorhand uitgesloten;
- de kwaliteitseisen waaraan een zone moet voldoen. Hierbij wordt aangesloten bij de Richtlijn bodempkwaliteitskaarten voor de werkwijze die ook PCB's geldt. Er dienen in een zone minimaal 30 waarnemingen aanwezig te zijn;
- de statistische kentallen op basis waarvan de zones worden gekarakteriseerd. Voor het bepalen van de achtergrondwaarden is de P95 gehanteerd. Dit komt overeen met de bepaling van de toetsingsnormen uit de eerdere waterbodempkwaliteitskaart;
- Locaties nabij overstorten (250 meter aan weerszijde) en grotere vaarroutes in beheer bij Rijkswaterstaat of provincie zijn uitgesloten;
- in welk kader (generiek of gebiedsspecifiek) de kaart functioneert. De kaart wordt in eerste instantie opgesteld aan de hand van de berekende, achtergrondwaarden. Aansluitend kunnen Waterschappen zelf bepalen of zij een hoger PFAS gehalte willen toestaan.

Bovengenoemde aspecten zijn nader beschreven in hoofdstuk 3.

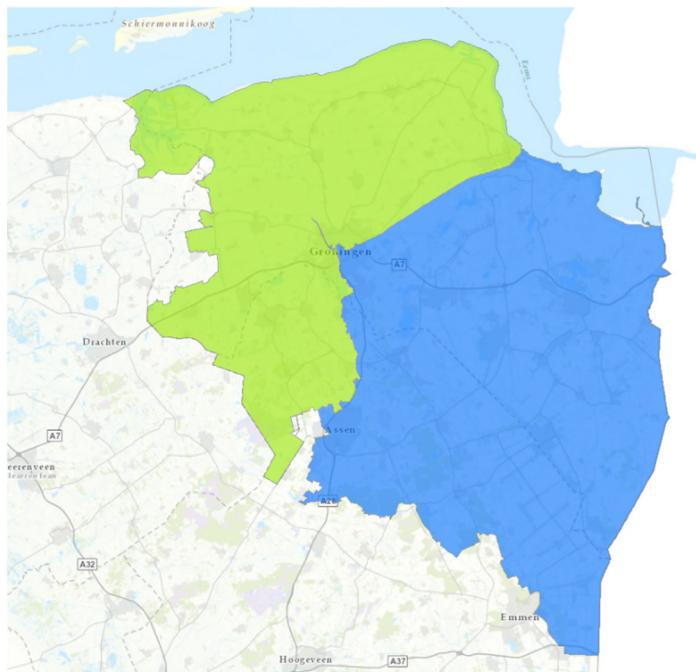
2.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 is beschreven hoe bij het opstellen van de waterbodempkwaliteitskaart met bovengenoemde eisen is omgegaan. Ook zijn hier de achtergrondwaarden van de waterbodempkwaliteitskaart beschreven. De feitelijke kaarten en toetsingen zijn toegelicht in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is beschreven hoe is omgegaan met de vereisten rondom de betrouwbaarheid van de waterbodempkwaliteitskaart.

3 Verrichte werkzaamheden

3.1 Beheergebied

De waterbodempkwaliteitskaart is opgesteld voor de waterlopen die binnen de beheergebieden van de waterschappen Hunze & Aa's en Noorderzijlvest vallen (figuur 1). Voor beide beheergebieden is één gecombineerde kaart gemaakt. Het waterschap Hunze & Aa's werkt in Oost-Groningen en Noordoost-Drenthe. Het waterschap Noorderzijlvest heeft haar werkgebied voor een grootste deel in de provincie Groningen liggen en voor een kleiner deel in de kop van Drenthe en in het Friese deel van het Lauwersmeergebied.



Figuur 1: Beheergebied waterschappen Noorderzijlvest (groen) en Hunze & Aa's (blauw)

3.2 Databewerking

Voor het opstellen van achtergrondwaardenkaart is waterbodemonderzoek uitgevoerd in oktober 2019. Hierbij zijn 50 slibmonsters genomen die evenredig verdeeld zijn over het beheergebied. Dit borgt een goede spreiding van waarnemingen over de verschillende watergangen. De monsternamen zijn uitgevoerd tot een maximale slibdiepte van 1,0 m of tot de vaste waterbodem. De monsters zijn geanalyseerd op PFAS-pakket (Bodem+) en aangevuld met GenX. De meetwaarden van dit onderzoek dienen als basis voor de statistische kentallen en toetsingen om de waterbodempkwaliteit voor PFAS vast te stellen. Voor het samenvoegen van data en de data-analyse is gebruik gemaakt van R (Team, R. C., d.d. 2013, R: A language and environment for statistical computing).

3.3 Zonering

Een waterbodempkwaliteitszone is gedefinieerd als een gebied met een vergelijkbare, gebiedseigen bodempkwaliteit. Voor waterbodems vormt het onderscheid tussen verdachte en

onverdachte watergangen het belangrijkste middel voor de indeling in waterbodempkwaliteitszones. Omdat er geen sprake is van verdachte deelgebieden voor PFAS is ervoor gekozen om uit te gaan van één deelgebied (zone).

Bij het bepalen van de 50 meetpunten is echter wel rekening gehouden met een verdeling over de verschillende zones uit de eerder opgestelde waterbodempkwaliteitskaart. Hierbij was sprake van een mindere waterbodempkwaliteit bij watergangen langs verharde wegen en in de grotere vaarwegen ten opzichte van watergangen in het buitengebied en nabij spoorwegen.

Uit eerder onderzoek naar de aanwezigheid en spreiding van PFAS op landbodems in het beheergebied zijn geen ook hoge concentraties ten opzichte van de Landelijke Achtergrondwaarden aangetroffen in het beheergebied van beiden waterschappen.

De volgende waterlopen zijn uitgesloten van de waterbodempkwaliteitskaart omdat ze in beheer zijn bij Rijkswaterstaat of de provincie: Van Starckenborgh kanaal, Eemskanaal, Reitdiep, Aduarderdiep, Winschoterdiep, Noord-Willemskanaal en het AG-Wildervanckkanaal.

Aangezien onbekend is of riool overstorten ook een bron van PFAS kunnen zijn, zijn watergangen binnen 50 meter van een riooloverstort of rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) niet bemonsterd. Als blijkt dat de waterbodempkwaliteit voor PFAS niet significant hoger is stroomafwaarts van een overstort of RWZI, dan kan ook voor deze watergangen de berekende achtergrondwaarde dienen als uitgangspunt voor toetsing.

3.4 Rapportagegrens

Voor het omgaan met waarden "kleiner dan de rapportagegrens" wordt aangesloten bij de methode zoals beschreven in de Regeling bodempkwaliteit en de Circulaire bodemsanering 2013.

'Wanneer het gehalte van een parameter beneden de voorgeschreven rapportagegrens van de AS3000 of AP04 ligt, mag er voor de betreffende parameter van worden uitgegaan dat wordt voldaan aan de achtergrondwaarde. Indien het laboratorium een waarde '< een verhoogde rapportagegrens' aangeeft, dan dient de desbetreffende verhoogde rapportagegrens te worden vermenigvuldigd met 0,7. De hiermee verkregen rekenwaarde moet vervolgens worden getoetst aan de van toepassing zijnde normwaarden'.

Bij het genereren van de gemiddelden en diverse percentielwaarden zijn voor alle parameters de 'kleiner dan rapportagegrens'-waarden vermenigvuldigd met een factor 0,7. De hierbij verkregen rekenwaarde is vervolgens getoetst aan de normering opgesteld door het RIVM en het Tijdelijk Handelingskader PFAS.

3.5 Bodemcorrectie

In het tijdelijke handelingskader voor PFAS wordt benoemd dat er tot 10% organische stof geen bodemtypecorrectie uitgevoerd hoeft te worden, dit komt overeen met de systematiek die momenteel wordt gebruikt bij het toetsen van Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).

3.6 Statistische kengetallen

De opgeschoonde tabellen met meetwaarden zijn gekoppeld aan de slibmonsters waarna de onderstaande (statistische) kentallen zijn berekend:

- het aantal waarnemingen;
- de gemiddelde gehalten/concentratie per parameter;
- de minimale en maximale gemeten gehalten;
- diverse percentielwaarden (P5, P50, P80, P90, P95). Het vergelijken van percentielwaarden levert informatie op over de betrouwbaarheid van de bodemkwaliteit binnen een zone. Zo geeft bijvoorbeeld de P95 de waarde aan waar 95% van de waarnemingen onder ligt en 5% van de waarnemingen boven ligt;
- boven- en ondergrens van het 80% betrouwbaarheidsinterval rond het gemiddelde;
- heterogeniteitstoets;
- variatiecoëfficiënt.

3.7 Achtergrondwaarden PFAS in baggerspecie

Op basis van de statistische kentallen zijn achtergrondwaarden bepaald voor de waterbodempkwaliteit in het beheergebied. In overleg met de Waterschappen is gekozen om de 95 percentiel (P95) te hanteren als achtergrondwaarde. De P95 geeft een hogere mate van betrouwbaarheid aan en wordt ook gebruikt om achtergrondwaarden statistisch te berekenen. De uitkomsten zijn weergegeven in tabel 3.2.

Tabel 3.1: berekende achtergrondwaarde (P95) PFAS in slib in $\mu\text{g}/\text{kg}$ d.s.

PFOS	PFOA	GenX	Overige PFAS
0,46	0,10	0,07	0,07

 Voldoet aan de achtergrondwaarde uit het tijdelijke handelingskader PFAS (28-11-2019)

Uit de vergelijking van bovenstaande tabel met de door RIVM afgeleide risicogrenzen voor PFAS-verbindingen blijkt dat de berekende achtergrondwaarden voldoen aan Landbouw/natuur. Hiermee blijven deze waarden ruim onder de landelijke vastgestelde achtergrondwaarden.

3.8 Toepassingsnormen PFAS in baggerspecie

In het tijdelijk handelingskader zijn verschillende toepassingsnormeringen voor baggerspecie opgesteld voor PFOS, PFOA, GenX en andere PFAS. Deze toepassingsnormeringen zijn in de onderstaande tabel samengevat.

Tabel 3.2: Toepassingsnormen baggerspecie op landbodem **boven** het grondwaterniveau⁴ volgens het tijdelijke handelingskader PFAS (in µg/kg d.s)

Toepassingssituatie ->	Toepassen		Verspreiden ⁵	GBT	Grondwater- beschermingsgebied
Toepassingsnorm	Landbouw/ natuur	Wonen of Industrie			
PFOS	0,9	3,0	3,0	3,0	Bepalingsgrens =0,1
PFOA	0,8	7,0	7,0	7,0	Bepalingsgrens =0,1
GenX	0,8	3,0	3,0	3,0	Bepalingsgrens =0,1
Overige PFAS	0,8	3,0	3,0	3,0	Bepalingsgrens =0,1

Voldoet aan de achtergrondwaarde

Voldoet **niet** aan de achtergrondwaarde

Met uitzondering van een toepassing van baggerspecie in een grondwaterbeschermingsgebied voor PFOS zijn alle toepassingen toegestaan boven grondwaterniveau.

De berekende achtergrondwaarden van de baggerspecie in het beheergebied voldoen verder aan de eisen die gesteld zijn voor het toepassen van baggerspecie onder het grondwaterniveau en in GBT's onder grondwaterniveau.

Het toepassen van baggerspecie in hetzelfde watersysteem, in ophogingen en bij waterbouwkundige constructies zoals bedoeld in art. 35 onder d van het BBK is ook toegestaan.

⁴ Voor gebieden met een hoge grondwaterstand geldt in plaats van 'bovengrondwaterniveau': tot ten minste 1 meter onder maaiveld.

⁵ Zoals bedoeld in art 35, onder f, BBK

4 Onderzoeksresultaten

Het kaartmateriaal behorend tot dit rapport zijn:

- I. Kaart met overzicht beheergebied
- II. Kaart met ligging meetpunten;
- III. Waterbodempkwaliteitskaart.

4.1 Kaart overzicht deelgebied

In de eerste kaartbijlage is aangegeven op welk gebied de achtergrondwaarde kaart van toepassing is. Hierin is tevens het onderscheid tussen de typen vaarwegen aangegeven.

4.2 Kaart met meetpunten

In deze kaart zijn de meetpunten opgenomen van de uitgevoerde slibmonsters (50 stuks). De boornummers zijn op de kaart weergegeven.

4.3 Achtergrondwaardenkaarten

Voor het bepalen van de achtergrondwaarden van de baggerspecie voor de onderzochte stoffen in de waterbodem is gebruik gemaakt van de P95. Aangezien de berekende achtergrondwaarden ruim onder de landelijke achtergrondwaarden voor PFAS liggen, zijn geen separate kaarten opgesteld voor de individuele stoffen. De kaarten in kaartbijlage II geven hiervan het resultaat weer.

5 Betrouwbaarheid achtergrondwaardenkaart

Om de betrouwbaarheid van een (water)bodemkwaliteitskaart en de achtergrondwaarden te kunnen aantonen, moeten volgens de Richtlijn enkele controles worden uitgevoerd. Deze controles zijn in dit hoofdstuk beschreven.

De richtlijn bodemkwaliteitskaarten stelt als minimale eis dat per te onderscheiden bodemlaag:

- Voor de beheergebied voor alle stoffen ten minste 30 (voor PFAS) waarnemingen beschikbaar zijn;
- De waarnemingen ruimtelijk voldoende verspreid zijn over het deelgebied

Het beleidsmatige uitgangspunt voor het bepalen van het minimaal aantal waarnemingen is dat de kans op het hergebruik van een partij ernstig verontreinigde grond kleiner dient te zijn dan 5%. We noemen dit het 5%-criterium. Het minimumaantal waarnemingen uit de richtlijn bodemkwaliteitskaarten is gebaseerd op de situatie waarbij sprake is van een 'milde' bewijslast. Reeds bij een dergelijk beperkt aantal waarnemingen is er al een grote kans dat een zone waarvoor minder dan 5% -de kwaliteitsklasse industrie overschrijdt ook daadwerkelijk als dusdanig wordt gekwalificeerd.

Uit de statistische kentallen blijkt dat dat voor alle stoffen 50 meetpunten aanwezig zijn. Er zijn derhalve ruim voldoende waarnemingen beschikbaar.

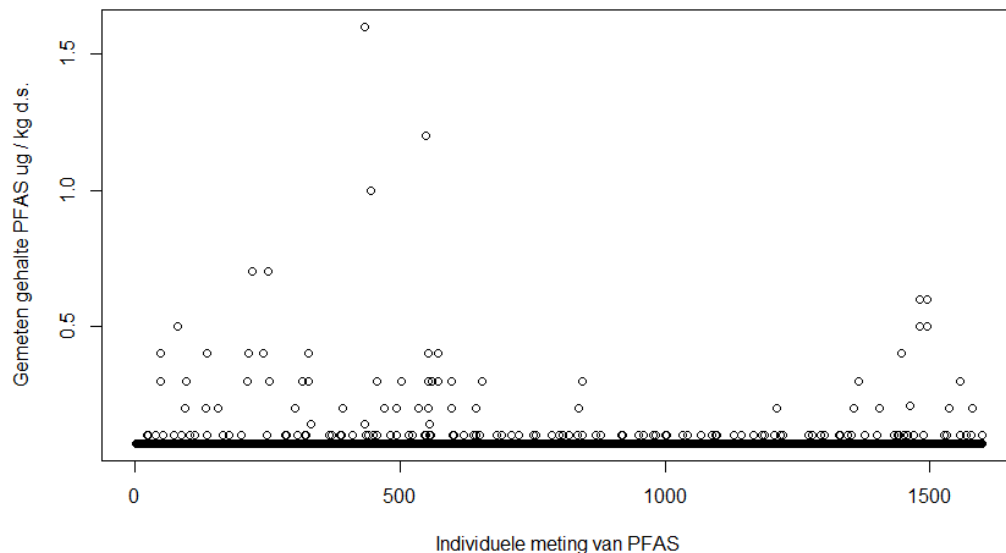
5.1 Ruimtelijke verdeling aantal meetpunten.

Een voorwaarde bij het opstellen van een (water)bodemkwaliteitskaart is dat, voor het verkrijgen van een betrouwbaar beeld van de bodemkwaliteit, de waarnemingen voldoende ruimtelijk verspreid binnen de zone moeten liggen. Om dit te kunnen toetsen schrijft de richtlijn voor dat een zone in 20 gelijke vakken moet worden ingedeeld en dat in ten minste 10 van deze vakken waarnemingen moeten liggen.

Voor de selectie van de meetlocaties is over het beheergebied een raster van 20 gelijke vakken. In elk vlak is minimaal één waarneming gelegen.

5.2 Uitbijters

Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de zonekwaliteit is tevens gekeken naar de gemeten gehalten ten opzichte van elkaar. Wanneer waarden worden aangetroffen die sterk "afwijkend" zijn voor het deelgebied, dient de vraag te worden gesteld of het gehalte een representatief beeld van de achtergrondconcentratie geeft. Derhalve zijn aan gemeten PFAS waarden gevisualiseerd in het onderstaande figuur.



Figuur 2: Scatterplot met meetgegevens per meting. Op de X-as de individuele metingen op een willekeurige volgorde en op de Y-as de gestandaardiseerde meetwaarde voor PFAS.

Uit de scatterplot valt af te lezen dat er geen hele duidelijke uitbijters in de data aanwezig zijn. Er zijn wel drie metingen die boven de maximale waarde voor Landbouw/natuur van 0,8 uitkomen. Dit betreffen drie overige PFAS verdeeld over twee verschillende meetpunten. Hoewel de gehalten opvallend zijn, zijn deze metingen niet als uitbijter uit de dataset verwijderd.

5.3 Heterogeniteit

Een (water)bodemkwaliteitskaart dan wel achtergrondwaardenkaart wordt gebaseerd op de gemiddeld gemeten gehalten binnen de zones. Is binnen een zone echter sprake van sterke heterogeniteit (= mate van spreiding in de gemeten gehalten ten opzichte van de normwaarden) dan kunnen de gemiddelden een vertekend beeld geven van de bodemkwaliteit alsmede van de kwaliteit van vrijkomende partijen grond. In dat geval zou ten onrechte van de achtergrondwaardenkaart gebruik worden gemaakt als bewijsmiddel. Om voor de zones na te kunnen gaan hoe het met de heterogeniteit is gesteld, is gebruik gemaakt van een berekening die is beschreven in het boekje 'Grondverzet met bodemkwaliteitskaarten' van TNO/Deltares (destijds opgesteld in opdracht van Bodem+). Dit in verband met gebrek aan een andere (landelijk) geldende toets. In dit boekje wordt voorgesteld om de heterogeniteit te bepalen door het verschil tussen twee percentielwaarden (de P5 en P95; de kop en de staart van de verdeling) te delen door een referentiewaarde van de normen (maximale waarde 'industrie' minus de achtergrondwaarde):

$$\frac{P95-P5}{\text{industrie} - \text{AW2000}}$$

De uitkomst van deze vergelijking levert een factor op die de mate van heterogeniteit weergeeft:

- bij waarden kleiner dan 0,2: er is sprake van weinig heterogeniteit
- bij waarden tussen 0,2 en 0,5: er is sprake van beperkte heterogeniteit

- bij waarden tussen 0,5 en 0,7: er is sprake van heterogeniteit
- bij waarden groter dan 0,7: er is sprake van sterke heterogeniteit

Het resultaat van deze 'heterogeniteitstoets' maakt deel uit van het overzicht met statistische kentallen in bijlage 1. Op basis van de uitkomsten van deze toets kan worden geconcludeerd dat er sprake weinig sprake is van heterogeniteit. Gezien de geringe heterogeniteit is er geen aanleiding om nieuwe zones te differentiëren, naar aanleiding van de heterogeniteitstoets.

5.4 Verschillen tussen eerder waterbodempkwaliteitszones

De te bemonsteren locaties zijn ruimtelijk verdeeld over de bestaande zones/deelgebieden uit de al bestaande waterbodempkwaliteitskaart. Hierdoor kunnen eventuele verschillen in concentraties aan PFAS eenvoudiger relateren aan het gebruik of locatie. Het gaat hierbij om de onderstaande zones/deelgebieden:

- Onbelaste watergangen buitengebied
- Watergangen binnen bebouwde kom
- Watergangen binnen bedrijfsterrein
- Watergangen binnen glastuinbouwgebied
- Watergangen langs spoorlijn
- Watergangen langs wegen in het buitengebied

Om uit te sluiten dat in een specifiek deelgebied meer PFAS wordt gemeten dan het andere zijn er enkele statistische testen uitgevoerd op de gegevens verzameld tijdens het bodemonderzoek. Hierbij is gebruik gemaakt een Kruskal Wallis Test. Uit de analyseresultaten blijkt dat er geen significante verschillen zijn aangetoond tussen de gemeten gehalten aan PFAS en het verschillende typen watergangen. De uitwerking van deze analyse is opgenomen in bijlage 3.

Bijlage 1 Statistische kengetallen

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone: 1

kwaliteit: Achtergrondwaarde

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond- waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	heterogeniteit
perfluoroctaanzuur (PFOA lin.)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,50	0,08	0,06	1,29	0,08	0,08	0,8	7	7	0,00
perfluoroctaansulfonaat (PFOS lin.)	50	0,07	0,07	0,10	0,20	0,30	0,50	0,11	0,09	1,27	0,11	0,11	0,9	3	3	0,11
perfluoroctaanzuur (PFOA ver.)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	7	7	0,00
perfluoroctaansulfonaat (PFOS ver.)	50	0,07	0,07	0,10	0,20	0,20	0,23	0,10	0	1,90	0,10	0,09	0,9	3	3	0,06
HFPO-DA (GenX)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	7	7	0,00
som PFOA	50	0,04	0,10	0,10	0,10	0,10	0,60	0,10	0	1,34	0,10	0,10	0,8	7	7	0,01
som PFOS	50	0,06	0,10	0,30	0,31	0,46	0,60	0,18	0,13	1,35	0,18	0,18	0,9	3	3	0,19
perfluor-1-decaansulfonaat (lineair)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluor-1-heptaansulfonaat (lineair)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluor-1-hexaansulfonaat (lineair)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorbutaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	1,00	0,09	0,13	0,67	0,09	0,09	0,8	3	3	0,00
perfluordecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluordodecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,12	0,07	0	10,67	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorheptaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorhexaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluornonaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0	16,64	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluoroctaansulfonamide	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0	20,49	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00

Legenda

Kolommen		kwaliteitsklassen	
stof	naam van de stof	Kleur	Ondergrens Bovengrens Omschrijving
n	aantal waarnemingen		- <= AW <u>Achtergrond</u> Waarde ^{(*)2}
P50	50e percentiel		> AW <= Wo <u>Wonen</u> ^{(*)2}
P80	80e percentiel		> Wo <= Ind <u>Industrie</u> ^{(*)2}
P90	90e percentiel		> Ind Niet toepasbaar
P95	95e percentiel		
max.	maximum		
gem.	gemiddelde		
std. dev.	standaarddeviatie		
varco.	variatiecoëfficiënt		
px.80+	bovangrens betrouwbaarheidsinterval van 80% rond het gemiddelde		
px.80-	ondergrens betrouwbaarheidsinterval van 80% rond het gemiddelde		
achtergrondwaarde	achtergrondwaarde ^{(*)2}		
wonen	maximale waarde kwaliteitsklasse wonen ^{(*)2}		
industrie	maximale waarde kwaliteitsklasse industrie ^{(*)2}		
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) ^{(*)3}		
		heterogeniteitsklassen ^{(*)4}	
		Kleur	Ondergrens Bovengrens Omschrijving
			>= 0,00 <= 0,20 weinig heterogeniteit
			> 0,20 <= 0,50 beperkte heterogeniteit
			> 0,50 <= 0,70 heterogeniteit
			> 0,70 - sterke heterogeniteit

Toelichting

Gehalten zijn gerapporteerd in µg/kg

^{*}1. Kwaliteitsoordeel op basis van het gemiddelde gehalte

^{*}2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'

^{*}3. Conform 'Grondverzet met bodemkwaliteitskaarten' (Deltares, 2011)

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone: 1

kwaliteitAchtergrondwaarde

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	heterogeniteit
perfluorooctaansulfonamide	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,07	0,00	20,49	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluoropentaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorotridecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,19	0,07	0,02	4,22	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluortetradecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	15,83	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorundecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
2-(perfluorhexyl)ethaan-1-sulfonzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	1,60	0,10	0,22	0,47	0,11	0,10	0,8	3	3	0,00
perfluorhexadecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorotadecaanzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorooctaansulfonylamide(N-ethyl)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,35	0,08	0	1,85	0,08	0,08	0,8	3	3	0,01
1H,1H,2H,2H-perfluordecaansulfonzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,00	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
1H,1H,2H,2H-perfluordodecaansulfonzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,47	0,08	0	1,39	0,08	0,08	0,8	3	3	0,00
perfluoropentaan-1-sulfonzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
perfluorooctaansulfonylamide(N-methyl)	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,12	0,07	0,01	10,06	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
1H,1H,2H,2H-perfluorhexaansulfonzuur	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,14	0,07	0	7,21	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
bisperfluordecyl fosfaat	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00
N-methyl perfluorooctaansulfonamide	50	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,8	3	3	0,00

Legenda

Kolommen		kwaliteitsklassen			
stof	naam van de stof	Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
n	aantal waarnemingen		-	<= AW	AchtergrondWaarde ^{(*)2}
P50	50e percentiel		> AW	<= Wo	Wonen ^{(*)2}
P80	80e percentiel		> Wo	<= Ind	Industrie ^{(*)2}
P90	90e percentiel		> Ind		Niet toepasbaar
P95	95e percentiel				
max.	maximum				
gem.	gemiddelde				
std. dev.	standaarddeviatie				
varco.	variatioecoëfficiënt				
px.80+	bovengrens betrouwbaarheidsinterval van 80% rond het gemiddelde				
px.80-	ondergrens betrouwbaarheidsinterval van 80% rond het gemiddelde				
achtergrondwaarde	achtergrondwaarde ^{(*)2}				
wonen	maximale waarde kwaliteitsklasse wonen ^{(*)2}				
industrie	maximale waarde kwaliteitsklasse industrie ^{(*)2}				
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) ^{(*)3}				

heterogeniteitsklassen ^{(*)4}			
Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	>= 0,00	<= 0,20	weinig heterogeniteit
	> 0,20	<= 0,50	beperkte heterogeniteit
	> 0,50	<= 0,70	heterogeniteit
	> 0,70	-	sterke heterogeniteit

Toelichting

Gehalten zijn gerapporteerd in µg/kg

**1. Kwaliteitsoordeel op basis van het gemiddelde gehalte*

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Grondverzet met bodemkwaliteitskaarten' (Deltares, 2011)*

Bijlage 2 Data analyse

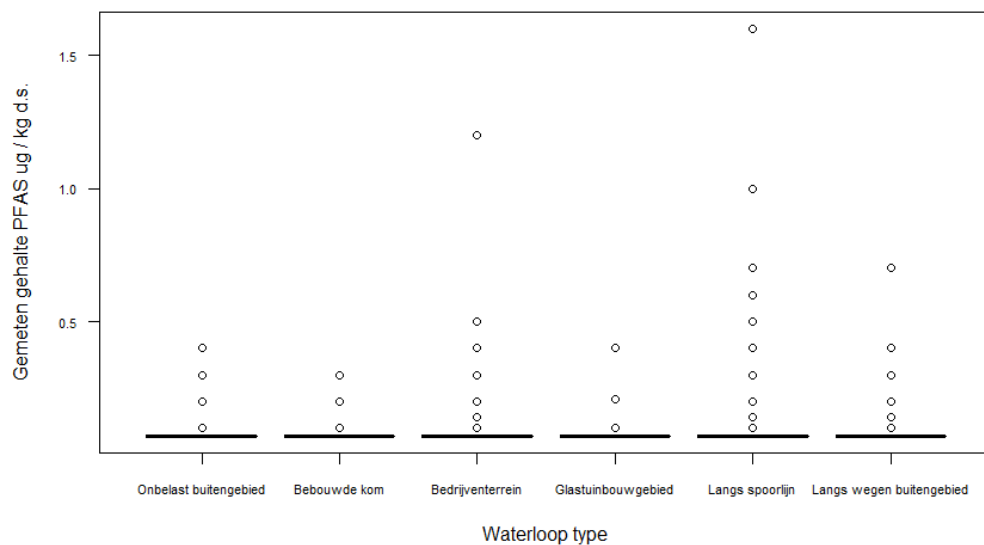
Bijlage 2 Data analyse

De te bemonsteren locaties zijn ruimtelijk verdeeld over de bestaande zones/deelgebieden uit de al bestaande waterbodempkwaliteitskaart. Hierdoor kunnen eventuele verschillen in concentraties aan PFAS eenvoudiger relateren aan het gebruik of locatie. Het gaat hierbij om de onderstaande zones/deelgebieden:

- Onbelaste waterlopen buitengebied
- Waterloop binnen bebouwde kom
- Waterloop binnen bedrijfsterein
- Waterloop binnen glastuinbouwgebied
- Waterloop langs spoorlijn
- Waterloop langs wegen in het buitengebied

Om uit te sluiten dat in een specifiek deelgebied meer PFAS wordt gemeten dan het andere zijn er enkele statistische testen uitgevoerd op de gegevens verzameld tijdens het bodemonderzoek. De hypothese is dan ook dat er geen (significant) verschil aanwezig is in de gemeten gehalten aan PFAS tussen de verschillende waterlopen.

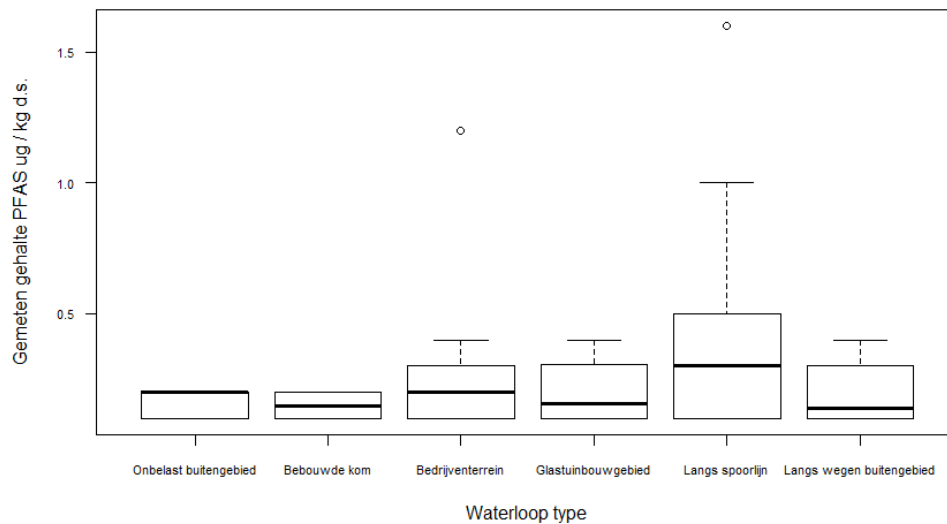
Hierbij is de PFAS data eerst gevisualiseerd per waterloop. Uit boxplot gecreëerd van deze gegevens blijkt dat alle gemeten waarden (groter dan de rapportagegrens) zich buiten de boxplot bevinden als zogenaamde uitbijters. Dit wordt veroorzaakt door de verhouding van het aantal metingen die de rapportagegrens betreffen ten opzichte van alle gemeten waarden groter dan de rapportagegrens. Het aantal metingen boven de rapportagegrens betreft namelijk 56 ten opzichte van 1500 keer de rapportagegrens.



Gezien de disbalans van de rapportagegrenzen is gekozen om de metingen die rapportagegrens betreffen buiten beschouwing te laten. De rapportagegrenzen bezitten ook geen volledige kwantitatieve gegevens en worden in dit geval als missende data beschouwd. Na het verwijderen van de rapportagegrensdata, zijn de metingen opnieuw per watertype gevisualiseerd.

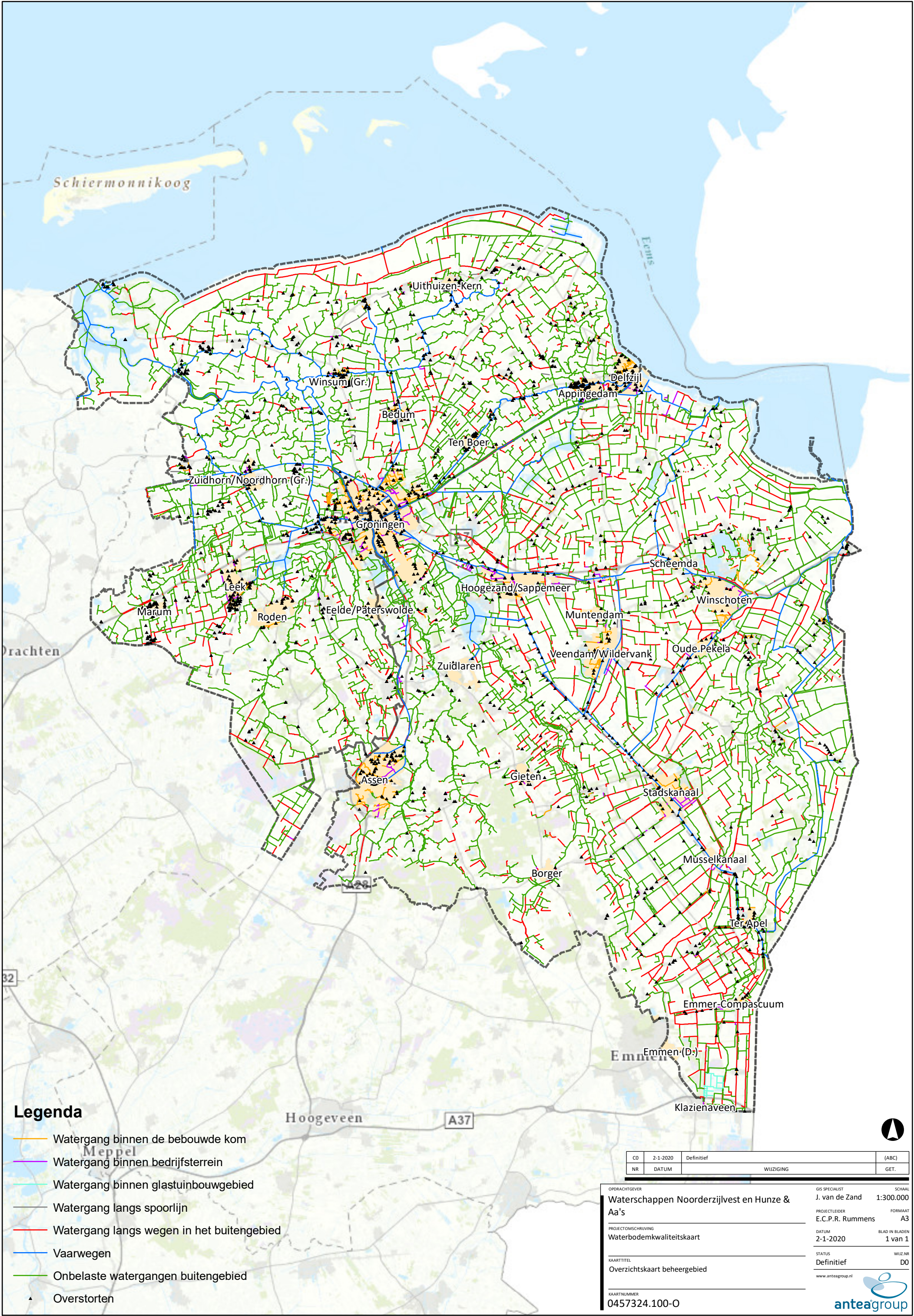
Rapport

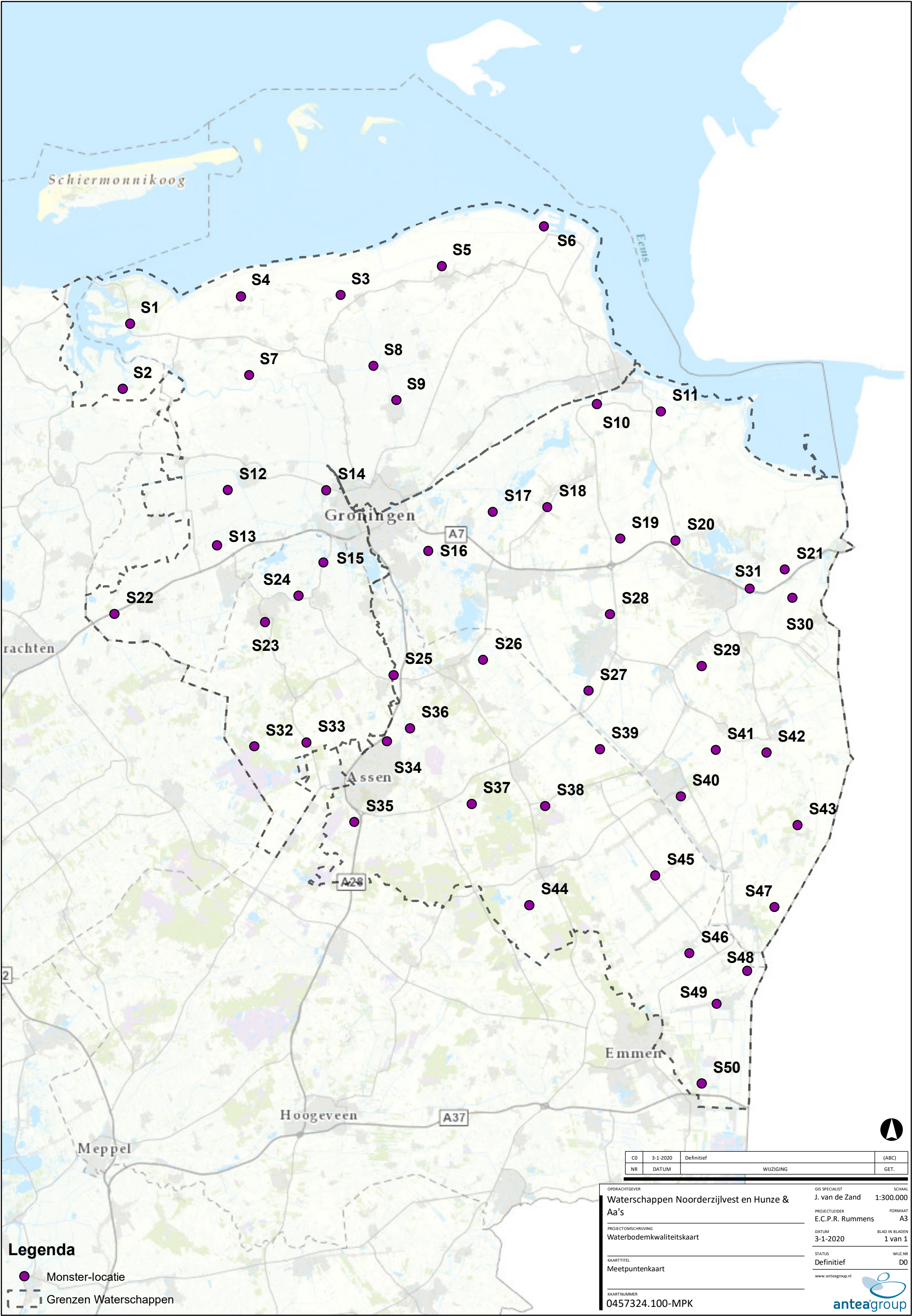
Waterbodemkwaliteitskaart PFAS Waterschappen Hunze en Aa's en Noorderzijlvest
projectnummer 0457324.100
30 december 2019 revisie 00



Hierbij zijn de boxplots wel duidelijk zichtbaar. Er zijn in het figuur geen significante verschillen zichtbaar in meetwaardes tussen de verschillende groepen. Derhalve is gebruik van een Kruskal Wallis Test om eventueel significante verschillen aan tonen. Uit de analyseresultaten blijkt dat er geen significante ($p > 0,05$) verschillen zijn aangetoond tussen de gemeten gehalten aan PFAS per bodemtype.

Bijlage 3 Kaartbijlagen





Legenda

- Monster-locatie
- - - Grenzen Waterschappen

CO	3-1-2020	Definitief	(ABC)
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
Waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's

PROJECTOMSCHRIJVING
Waterbodempuntenkaart

KAARTTITEL
Meetpuntenkaart

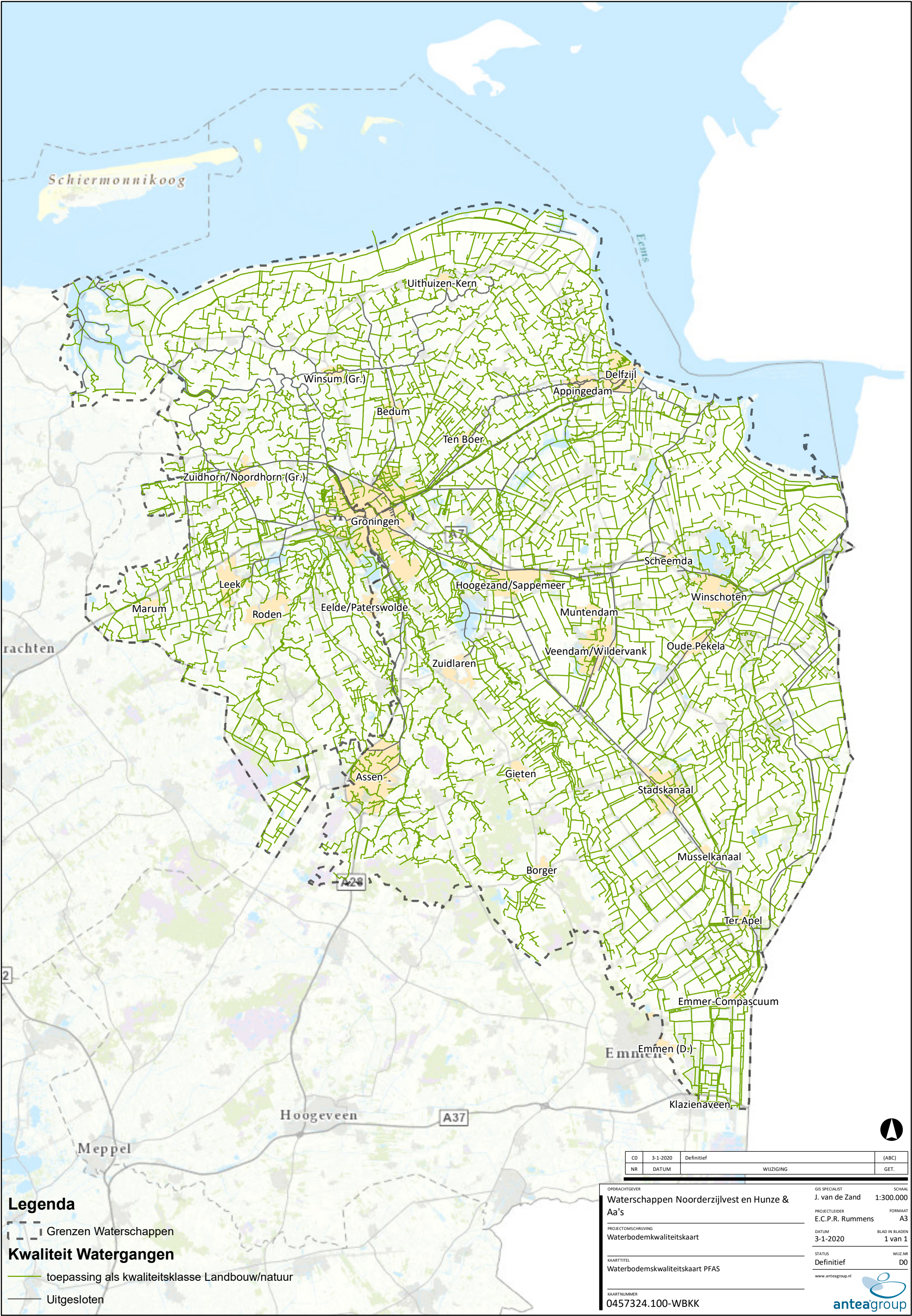
KAARTNUMMER
0457324.100-MPK

SCHAAAL
1:300.000
PROJECTLEIDER
E.C.P.R. Rummens
FORMAAT
A3
DATUM
3-1-2020
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
Definitief
WIJZ.NR
D0

www.anteagroup.nl





Legenda

Grenzen Waterschappen

Kwaliteit Watergangen

toepassing als kwaliteitsklasse Landbouw/natuur

Uitgesloten

CO	3-1-2020	Definitief	(ABC)
NR	DATUM	WIJZIGING	GET.

OPDRACHTGEVER
Waterschappen Noorderzijlvest en Hunze & Aa's

PROJECTOMSCHRIJVING
Waterbodems kwaliteitskaart

KAARTTITEL
Waterbodems kwaliteitskaart PFAS

KAARTNUMMER
0457324.100-WBKK

SCHAAAL
J. van de Zand 1:300.000

PROJECTLEIDER
E.C.P.R. Rummens A3

DATUM
3-1-2020 BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
Definitief WIJZ.NR
D0

www.anteagroup.nl



Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Contactgegevens

Beneluxweg 125
4904 SJ OOSTERHOUT
Postbus 40
4900 AA OOSTERHOUT

www.anteagroup.nl

Copyright © 2019

Niets uit deze uitgave mag worden
verveelvoudigd en/of openbaar worden
gemaakt door middel van druk, fotokopie,
elektronisch of op welke wijze dan ook,
zonder schriftelijke toestemming van de
auteurs.