Bodemkwaliteitskaart PFAS gemeente Helmond

projectnummer 0455194.100
definitief revisie 00
21 augustus 2019

Understanding today.
Improving tomorrow.

Bodemkwaliteitskaart PFAS gemeente Helmond

projectnummer 0455194.100

definitief revisie 00
21 augustus 2019

Auteurs
I. Lanting
R. Rummens

Opdrachtgever
Gemeente Helmond
Weg op den Heuvel 35
5701 NV HELMOND

datum vrijgave	beschrijving revisie 00	goedkeuring	vrijgave
21-08-2019	definitief	R. Rummens	M. Elings

Inhoudsopgave

Blz.

1	**Inleiding**	**2**
1.1	Aanleiding	2
1.2	Stofeigenschap en regelgeving	2
1.3	Doel	3
1.4	Onderzoeksstrategie en kwaliteit	3
2	**Vooronderzoek**	**4**
2.1	Algemeen	4
2.2	Relaties eerder opgestelde bodemkwaliteitskaarten	4
2.3	Technisch-inhoudelijke onderbouwing	5
2.4	Leeswijzer	5
3	**Uitvoering**	**6**
3.1	Beheergebied	6
3.2	Bodemkwaliteitszones	6
3.3	Databewerking	7
3.4	Bodemkwaliteit PFAS in grond.	8
3.5	Achtergrondwaarden PFAS in grondwater	9
4	**Bodemkwaliteitskaarten PFAS**	**10**
4.1	Kaart zone-indeling	10
4.2	Ontgravingskaarten	10
4.3	Achtergrondconcentraties in grondwater	11
5	**Betrouwbaarheid bodemkwaliteitskaart**	**12**
5.1	Ruimtelijke verdeling aantal meetpunten.	12
5.2	Uitbijters	12
5.3	Heterogeniteit	13
5.4	Samenvoeging zones	13

Bijlagen

1. Statistische kentallen
2. T-Toets

Kaartbijlagen

I. Kaart met zone-indeling
II. Ontgravingskaarten boven en ondergrond voor PFAS
III. Kaart ruimtelijke verdeling meetpunten

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Helmond heeft Antea Group een bodemkwaliteitskaart opgesteld voor PFAS (poly- en perfluoralkyl-verbindingen). Onder deze stofgroep vallen onder meer de meer bekende stoffen PFOS, PFOA en GenX.

De gemeente Helmond wil voor deze nieuwe stoffen een bodemkwaliteitskaart opstellen om het grondverzet in de gemeente te stimuleren en achtergrondwaarden te bepalen. In dit rapport beschrijven wij de werkwijze en de resultaten van het opstellen van deze kaart. Met het opstellen van deze bodemkwaliteitskaart wordt invulling gegeven aan het lokale bodembeleid zoals beschreven in paragraaf 5 van het tijdelijke handelingskader PFAS[1] dat vanaf 8 juli 2019 van kracht is.
Deze bodemkwaliteitskaart dient gebruikt te worden als aanvulling op de bestaande Nota bodembeheer met bodemkwaliteitskaart van de gemeente Helmond[2].

1.1 Aanleiding

Eind november 2017 zijn verhoogde concentraties GenX aangetroffen bij de rioolwaterzuivering in Aarle-Rixtel. Uit onderzoek is gebleken dat de belangrijkste bron daarvan gelegen is in Helmond, namelijk de bedrijfslocatie van de firma Custom Powders. Dit bedrijf, gelegen op industrieterrein de Weijer in het zuidoostelijk deel van Helmond, droogde drie maal per jaar in opdracht van bedrijf Chemours (gevestigd in Dordrecht) een GenX-houdend product. Er is dus geen sprake geweest van een continue emissie naar de omgeving. Bekend is dat voor 2012 in plaats van GenX de stof PFOA aanwezig was in het te drogen product. Bij het droogproces heeft emissie naar de buitenlucht plaatsgevonden via een schoorsteen.

De gemeente Helmond heeft onderzoek laten verrichten naar de verspreiding van PFAS in de gemeente. Uit chemische analyses blijkt dat de hoogste concentraties van GenX en PFOA gemeten worden in de nabijheid van het bedrijf. Hoe groter de afstand tot de bronlocatie, hoe lager de gemeten concentraties PFAS in de grond, het grondwater, oppervlaktewater en slib zijn.

PFAS kunnen ook zonder duidelijk aanwijsbare bron in enkele µg/kg in de bodem aanwezig zijn[3], vanwege de vele toepassingen van PFAS in brandblusschuim en vuil- en waterafstotende toepassingen. Deze (vermoedelijk landelijke) achtergrondconcentratie PFAS geldt voornamelijk voor de stoffen PFOS en PFOA, in mindere mate voor GenX.

1.2 Stofeigenschap en regelgeving

PFAS is een verzamelnaam van gefluoreerde koolwaterstoffen die niet van nature in het milieu voorkomen. De meeste bekende PFAS verbindingen zijn PFOA, PFOS en GenX, maar er bestaan nog duizenden andere gefluoreerde koolwaterstofverbindingen die vallen onder de stofgroep PFAS. PFAS zijn sinds de jaren ’60 in Nederland veel gebruikt in industriële toepassingen als blusschuim, coatings (o.a. Teflon), verf, kleding en cosmetica. PFAS hebben de eigenschap persistent, mobiel en nauwelijks biologisch afbreekbaar te zijn.

Regionaal en landelijk wordt steeds meer kennis en inzicht verkregen over PFAS en de onderliggende perfluoralkyl-verbindingen. PFOS, PFOA en GenX, staan op de lijst van Zeer Zorgwekkend stoffen (ZZS).

Het ontbreken van toepassingsnormen voor PFAS zorgt voor stagnatie bij werkzaamheden waarbij PFAS-houdende grond en baggerspecie vrijkomt. Dit leidt momenteel in de praktijk tot

[1] Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS houdende grond en baggerspecie
[2] http://decentrale.regelgeving.overheid.nl/cvdr/XHTMLoutput/Historie/Helmond/608856/CVDR608856_1.html
[3] Deelrapport C PFAS expertisecentrum, juni 2018

stagnatie bij projecten in de grond-, weg- en waterbouw omdat de vrijkomende grond en baggerspecie niet kan worden afgezet. Deze stagnatie leidt tot aanzienlijke maatschappelijke kosten, doordat baggerwerkzaamheden worden uitgesteld en bijvoorbeeld infrastructurele werken en woningbouwprojecten vertragen of stil komen te liggen.

Als gevolg van deze ongewenste situatie heeft de gemeente Helmond besloten een bodemkwaliteitskaart voor PFAS op te stellen. Met deze bodemkwaliteitskaart en bijbehorend beleid uit de Nota bodembeheer kan stagnatie bij hergebruik van grond en bagger worden voorkomen en is fysiek bodemonderzoek niet altijd noodzakelijk.

Het op 8 juli 2019 gepubliceerde Tijdelijk handelingskader PFAS geeft adviezen over de invulling van de zorgplicht door bevoegde gezagen, bijvoorbeeld over de noodzaak tot onderzoek naar PFAS bij hergebruik van grond en baggerspecie en het opstellen van lokaal gebiedspecifiek beleid. Voor dat laatste is een bodemkwaliteitskaart noodzakelijk.

1.3 Doel

Het doel van deze bodemkwaliteitskaart is het vaststellen van de actuele bodemkwaliteit voor PFAS zodat grondverzet binnen de gemeente Helmond kan plaatsvinden zonder dat voor iedere partij grond of baggerspecie een bodemonderzoek of partijkeuring noodzakelijk is. De bodemkwaliteitskaart dient dan als een wettig bewijsmiddel conform artikel 4.3.5 van de Regeling bodemkwaliteit. Aanvullend zijn achtergrondconcentraties bepaald voor PFAS in het grondwater. Hiermee is het mogelijk om te bepalen of sprake is van lokaal verhoogde achtergrondwaarden indien nieuwe PFAS-analyses en -onderzoeken beschikbaar komen.

1.4 Onderzoeksstrategie en kwaliteit

Het bepalen van de actuele bodemkwaliteit is uitgevoerd overeenkomstig de Richtlijn voor het opstellen van bodemkwaliteitskaarten (VROM, 3 september 2007 met wijzigingsbladen van 1 januari 2013, 2014 en 2016) en de eisen uit bijlage M van de Regeling bodemkwaliteit. Aangezien de verspreiding van PFAS op een andere wijze dan bij reguliere bodemverontreinigingen heeft plaatsgevonden, zijn enkele stappen uit de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten 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 bebouwingsgeschiedenis van het stedelijk gebied.

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

2 Vooronderzoek

2.1 Algemeen

Voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart 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.

2.2 Relaties eerder opgestelde bodemkwaliteitskaarten

Voor het opstellen van deze bodemkwaliteitskaart en de achterliggende meetwaarden is geen gebruik gemaakt van de data die gebruikt is voor de bestaande bodemkwaliteitskaart van de gemeente Helmond. De zonering heeft voor de bestaande bodemkwaliteitskaart voornamelijk plaatsgevonden op basis van bouwhistorie en -functies (bijv. bedrijfsterreinen). Dit heeft een directe relatie met de aanwezigheid van (antropogene) verontreinigingen waarvoor de kaart is opgesteld. De wijze waarop PFAS zich in het gebied heeft verspreid wijkt hiervan sterk af. Verspreiding van PFAS heeft vooral plaatsgevonden via atmosferische depositie (droge en natte neerslag van (stof)deeltjes en stoffen uit de atmosfeer).

De methodiek om verontreinigingszones vooraf te definiëren en met statistische kentallen de bodemkwaliteit te berekenen is echter wel identiek aan de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten. Bij het vaststellen van de dieptetrajecten is gekozen om een onderscheid te maken in bovengrond (tot 0,5 m-maaiveld) en ondergrond (0,5-2,0 m-maaiveld). Dit dieptetraject wijkt af van de bestaande bodemkwaliteitskaart waarbij een bovengrondtraject tot 1,0 m-maaiveld en plaatselijk tot 1,5 m-maaiveld is vastgesteld. De ondergrond in de bestaande bodemkwaliteitskaart van de gemeente Helmond is vastgesteld tot een diepte van 3,0 m-maaiveld.

De oorzaak hier ligt in het afwijkende verontreinigingsbeeld van PFAS. Hierbij is duidelijk dat de kwaliteit van de bovengrond tot 0,5 m-maaiveld duidelijk afwijkt van het onderliggende traject tot 2,0 m-maaiveld. Met deze indeling wordt aangesloten bij de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten.

2.3 Technisch-inhoudelijke onderbouwing

De technisch-inhoudelijke onderbouwing gaat in op de eisen waar een bodemkwaliteitskaart 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 bodemkwaliteitskaart wordt opgesteld. In dit geval betreft dit het grondgebied binnen de gemeentegrens van Helmond;
- de diepte en de te onderscheiden dieptetrajecten waarover de bodemkwaliteitskaart een uitspraak doet. Hierbij is aangesloten bij de bestaande dieptetrajecten van de bodemkwaliteitskaart volgens de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten; tot 0,5 m-maaiveld voor bovengrond en van 0,5-2,0 m-maaiveld voor de ondergrond. In de bodemlagen dieper dan 2,0 m-maaiveld wordt aangenomen dat de stoffen gezien het mobiele karakter zich in het grondwater bevinden en verplaatsen;
- de stoffen die in de bodemkwaliteitskaart worden opgenomen. Deze bodemkwaliteitskaart is opgesteld voor PFAS. 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.). Voor grondmonsters zijn 16 verschillende FPAS geanalyseerd, voor grondwatermonsters zijn 22 verschillende PFAS onderzocht. ;
- de onderscheidende kenmerken op basis waarvan de bodemkwaliteitszones worden gedefinieerd. Als gevolg van de atmosferische depositie van PFAS is voor de zonering uitgegaan van de heersende windrichtingen (west tot zuidwest). De Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant (ODZOB) heeft hiervoor een eerste modellering[4] gemaakt op basis van beschikbare windrichtingen in Helmond[5]. Deze is gebruikt voor een initiële indeling van zones;
- de kwaliteitseisen waaraan een zone moet voldoen. Hierbij wordt aangesloten bij de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten; per combinatie van zone en dieptetraject minimaal 20 waarnemingen;
- de statistische kentallen op basis waarvan de zones worden gekarakteriseerd. Voor het bepalen van de bodemkwaliteit wordt gebruik gemaakt van het rekenkundig gemiddelde;
- in welk kader (generiek of gebiedsspecifiek) de kaart functioneert. De kaart wordt in eerste instantie opgesteld met berekende, gebiedsspecifieke achtergrondwaarden. Aansluitend zal de gemeente Helmond het bodembeleid voor PFAS verder invullen.

Bovengenoemde aspecten zijn nader beschreven in hoofdstuk 3.

2.4 Leeswijzer

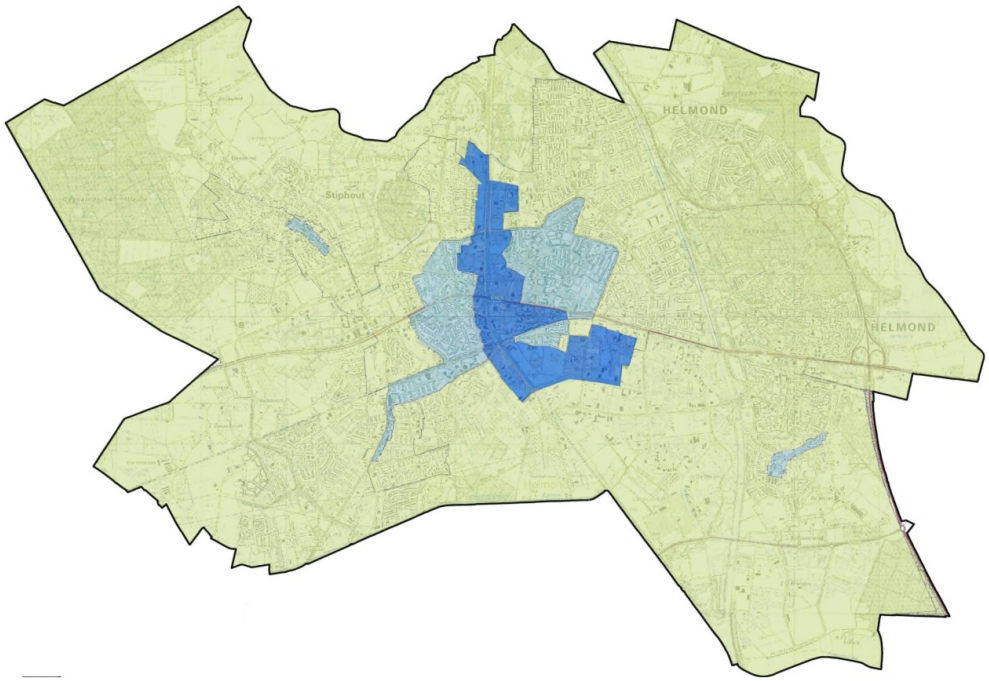
In hoofdstuk 3 is beschreven hoe bij het opstellen van de bodemkwaliteitskaart met bovengenoemde eisen is omgegaan. Ook zijn hier de achtergrondwaarden van de bodemkwaliteitskaart beschreven. De feitelijke kaarten en toetsingen zijn toegelicht in hoofdstuk 4. In hoofdstuk 5 is beschreven hoe is omgegaan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

[4] Verspreidingsberekening FRD-903, Custom Powders Helmond, (ODZOB, 7 maart 2018, registratiekenmerk 34127496)
[5] https://www.meteoblue.com/nl/weer/voorspelling/modelclimate/helmond_nederland_2754447

3 Uitvoering

3.1 Beheergebied

In deze rapportage is de bodemkwaliteit bepaald van het grondgebied van de gemeente Helmond. Er zijn geen waarnemingen en analyses gebruikt van buiten het grondgebied.



Figuur 1: Grondgebied van de gemeente Helmond (bron: ontgravingskaart bovengrond van gemeente Helmond met bodemkwaliteit; groen: klasse AW2000, blauw: klasse Wonen)

3.2 Bodemkwaliteitszones

Voor het opstellen van een zonering is gebruik gemaakt van het eerder genoemde model voor emissie vanuit de bronlocatie. Ook zijn de specifieke stofeigenschappen van PFAS gebruikt voor de zonering. De gehanteerde kenmerken die gebruikt worden voor reguliere bodemkwaliteitskaarten, zoals bodemopbouw, gebruikshistorie, ontwikkeling van wijken of gebieden en geomorfologie, zijn niet geschikt door de afwijkende wijze van verspreiding. Om toch te komen tot een goede zone-indeling is gekeken naar de mate van belasting op de omgeving, door atmosferische depositie. Er is bij het indelen van de zones geen onderscheid gemaakt in bebouwd (verhard) oppervlakte en onbebouwd gebied. Het aantal waarnemingen is op dit moment nog onvoldoende om hier een duidelijke verdeling in te maken. De komende periode zullen meer waarnemingen beschikbaar komen. Dan kan een evaluatie uitgevoerd worden of de bestaande zone-indeling aangepast moet worden. Voor de indeling van de huidige zones is gebruik gemaakt van de Samenvattende memo van het Expertise centrum PFAS "[6]

Uit de veldonderzoeken en analyses blijkt dat in de directe omgeving van de bronlocatie de concentraties PFAS in zowel de grond als het grondwater het hoogst zijn. Naarmate de afstand van het bedrijf toeneemt, nemen de concentraties aan PFAS af. Ook is er rekening gehouden met het feit dat in woonwijken veel van de verspreiding van de PFAS via afvloeiing met het regen water op de aanwezige verhardingen naar het rioolstelsel heeft plaatsgevonden.

Wij zijn dan ook gekomen tot onderstaande zones:

[6] Samenvatting data grond- en grondwater Fase 1,2,3, van 19 juni 2019 (kenmerk C05044.000267.0100/083936521).

1. Bronlocatie (uitgesloten gebied):
   Deze zone bevindt zich in de directe omgeving van Custom Powders. Binnen deze zone komen relatief hoge en sterk wisselende concentraties PFAS voor. Daarom wordt deze zone uitgesloten. Voor de bepaling van de zone is een grens aangehouden van circa 300 tot 400 meter rondom de hoogst gemeten waarden. Deze zone is gelijkwaardig aan de eerder opgestelde kaart met verontreinigingscontouren van het Expertisecentrum PFAS[6].
2. Zone 1:
   Deze zone is gelegen ten oosten en noordoosten van de bronlocatie**.** Aangezien de PFAS-houdende dampen in de beginperiode relatief nabij het dak vrijkwam (er was toen nog geen hoge schoorsteen aanwezig), wordt aangenomen dat de heersende windrichting op deze hoogte minder van invloed is geweest op de verspreiding naar de omgeving. Aangenomen wordt dat de verspreiding meer diffuus heeft plaatsgevonden onder andere omdat de aanwezige bebouwing de wind 'breekt', wat zorgt voor een diffuse luchtstroom.
3. Zone 2:
   Deze zone betreft het overige grondgebied van de gemeente Helmond, waarvoor de verwachting bestaat dat de invloed van de emissie minimaal is geweest. Deze zone beslaat het merendeel van de gemeente, waaronder het gebied (noord)westelijk en zuidelijk gelegen van de bronlocatie.

Zonering grondwater
Voor het bepalen van achtergrondconcentraties voor PFOS, PFOA, GenX en overige PFAS in het grondwater is geen specifieke zonering toegepast. Wel zijn enkele locaties uitgesloten. Het gaat om de bronlocatie, waar de hoogste concentraties zijn aangetroffen, en om een locatie in het noordoosten van de gemeente. Daar bevinden zich drie meetpunten waar in het grondwater de RIVM geadviseerde (voorlopige) interventiewaarde voor GenX en PFOA wordt overschreden. De gemeente Helmond heeft aangegeven dat de meetgegevens hier mogelijk geen representatief beeld geven en dat zij nog nader onderzoek doet naar de verspreiding via het grondwater. Deze gebieden zijn uitgesloten en als zodanig op de zonekaart aangegeven.

3.3 Databewerking

Voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart (ontgravingskaart) is gebruik gemaakt van meetwaarden die verkregen zijn van de gemeente Helmond. De meetwaarden zijn op 23 mei 2019 middels een Microsoft Excel bestand aangeleverd met registratiekenmerk 34073788.
Op 2 augustus 2019 is een gecorrigeerd bestand geleverd voor grondwater (registratiekenmerk. 34127502). Voor de data-analyse is gebruik gemaakt van R (Team, R. C., d.d. 2013, R: A language and environment for statistical computing). Om de mengmonsters te kunnen toekennen aan de boven- en ondergrond, is uitgegaan van de gemiddelde diepte van de analysemonsters. Hierbij is de volgende werkwijze gehanteerd: wanneer de gemiddelde diepte van de bemonsterde laag tussen 0,0 en 0,5 m-maaiveld ligt wordt dit als bovengrond beschouwd (bijv. in het geval van een bemonsterde laag uit het traject 0,2-0,7 m-maaiveld: de gemiddelde diepte is dan 0,45 m-maaiveld). Voor de ondergrond geldt dat de gemiddelde diepte van het bemonsterde traject groter moet zijn dan 0,5 m-maaiveld en kleiner dan of gelijk dan 2,0 m-maaiveld. Zo valt een bemonsterde laag tussen 1,3-1,8 m-maaiveld (gemiddeld 1,55 m-maaiveld) in de ondergrond. Monstertrajecten met een gemiddeld traject dieper dan 2,0 m-maaiveld zijn niet meegenomen in de berekeningen.

De opgeschoonde tabellen met meetwaarden zijn gekoppeld aan de gedefinieerde zones. Daarna zijn per zone de (statistische) kentallen gegenereerd:
- 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.

3.4 Bodemkwaliteit PFAS

In de door het RIVM opgestelde memo van 4 maart 2019 (kenmerk 067/2019 DMG/BL/AW) zijn risicogrenswaarden voor PFAS opgenomen voor grond en baggerspecie en in het op 8 juli 2019 verschenen "Tijdelijk Handelingskader PFAS" zijn toepassingsnormen opgenomen, die bij het bepalen van hergebruiksmogelijkheden binnen het generieke kader gehanteerd kunnen worden. In onderstaande tabel is de toepassingsnorm (grenswaarde) voor grond boven grondwaterniveau opgenomen.

Tabel 1: Toepassingsnormen PFAS voor grond en baggerspecie

Functieklasse in de zin van het Besluit bodemkwaliteit	**PFOS**	**PFOA**	**GenX**	**Overige PFAS**
landbouw/natuur	0,1	0,1	0,1	0,1
landbouw/natuur, bij hogere achtergrond-waarde dan 0,1	de gemeten achtergrond-waarde, ten hoogste 3,0	de gemeten achtergrond-waarde, ten hoogste 7,0	de gemeten achtergrond-waarde, ten hoogste 3,0	de gemeten achtergrond-waarde, ten hoogste 3,0
wonen	3,0	7,0	3,0	3,0
industrie	3,0	7,0	3,0	3,0

De meetwaarden die verkregen zijn van de gemeente Helmond zijn gebruikt voor het bepalen van de statistische kentallen voor het opstellen van de bodemkwaliteitskaart. Overeenkomstig de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten wordt de actuele bodemkwaliteit bepaald op basis van het rekenkundig gemiddelde van de boven- en ondergrond in de verschillende zones.

Voor het omgaan met waarden "kleiner dan de rapportagegrens" wordt aangesloten bij de methode zoals beschreven in de Regeling bodemkwaliteit 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.

Op basis van de statistische kentallen is de bodemkwaliteitsklasse bepaald op basis van het gemiddelde. De uitkomsten voor de drie meest bekende stoffen uit de PFAS-groep zijn weergegeven in tabel 1. Hierbij is onderscheid gemaakt in de bovengrond (0-0,5 m-maaiveld) en de ondergrond (0,5-2,0 m-maaiveld). De Bodemkwaliteitskaarten (ontgravingskaarten) voor grond zijn opgenomen in de kaartbijlagen II.

Tabel 2: overzicht berekende kentallen PFAS in grond (rekenkundig gemiddelde)

Zonenaam	PFAS-Stofgroep	Bodemkwaliteit (µg / kg d.s.)	
		Bovengrond	Ondergrond
1	PFOS	**0,63**	**0,12**
	PFOA	**1,99**	**0,84**
	GenX	**0,34**	**0,23**
2	PFOS	**0,58**	**0,15**
	PFOA	**0,73**	**0,32**
	GenX	**0,13**	0,08

De stoffen in **vetgedrukte** cijfers overschrijden de landelijke (generieke) norm voor landbouw/natuur maar niet de grenswaarden voor Wonen/Industrie.

Uit de vergelijking van bovenstaande tabel met de door RIVM afgeleide risicogrenzen voor PFAS-verbindingen blijkt dat er bij de berekende bodemkwaliteit zowel in de boven- als ondergrond geen sprake is van gezondheidsrisico's en directe ecologische risico's. Wel overschrijden in de bovengrond PFOS, PFOA en GenX de toepassingsnorm voor functieklasse landbouw/natuur uit het tijdelijke handelingskader met uitzondering van GenX in de ondergrond van zone 2.

Voor grondwater is geen bodemkwaliteitsklasse vastgesteld omdat dit buiten het kader van het Besluit bodemkwaliteit valt. Wel is voor de aanwezigheid van PFAS in grondwater een achtergrondconcentratie vastgesteld. In paragraaf 3.5 zijn de achtergrondconcentraties voor PFOS, PFOA en GenX beschreven.

3.5 Grondwaterkwaliteit PFAS

De gemeente Helmond wil graag voor het grondwater (ad hoc) streefwaarden afleiden voor PFAS. Het ontbreekt op dit moment aan een landelijke kader. Hiervoor is meer onderzoek en meer data over PFAS nodig. In de gemeente is echter al veel chemisch-analytisch onderzoek uitgevoerd. Deze data van gemeten concentraties aan PFAS in het grondwater zijn gebruikt voor het berekenen van een lokale grondwaterkwaliteit. Hierbij is aansluiting gezocht bij de methodiek en bepaling van de bodemkwaliteit voor landbodems. Als gevolg van de specifieke stofeigenschappen zal de aanwezige verontreiniging in de bovengrond uitspoelen naar de ondergrond en uiteindelijk terecht komen in het grondwater.

Aangezien voor grondwater geen onderscheid in zones is gemaakt worden alle meetwaarden buiten de uitgesloten locaties gebruikt. Op basis van het rekenkundig gemiddelde kunnen de volgende concentraties worden aangehouden als lokale "streefwaarden":

Tabel 3: Achtergrondconcentraties grondwater

Zonenaam	PFAS-verbinding	Achtergrondconcentraties (µg / L)
		Grondwater
Grondwater	PFOS	0,02
	PFOA	0,10
	GenX	0,08

De hierboven berekende concentraties in het grondwater blijven ruim onder de vastgestelde Interventiewaarden.

4 Bodemkwaliteitskaarten PFAS

De bodemkwaliteitskaarten in dit rapport bestaan uit:

I. Kaart met zone-indeling;
II. Ontgravingskaarten voor boven- en ondergrond;
III. Kaart met ruimtelijke verdeling meetpunten (waarnemingen) in grond en grondwater.

4.1 Kaart zone-indeling

De kaart geeft de zones weer zoals die zijn vastgesteld voor de statistische berekeningen en de uitgesloten gebieden. De uitgangspunten voor de indeling van de zones is opgenomen in hoofdstuk 3.2. De verschillende zones zijn terug te vinden in de onderstaande tabel en in Kaartbijlage I.

Tabel 4: Tabel met zone--indeling

Zone	Omschrijving
Bronlocatie	Uitgesloten gebied rondom het emissiepunt
Zone 1	Matige belasting: Dit deelgebied is gelegen ten Oosten en Noorden van de bronlocatie en is mogelijk belast als gevolg van atmosferische depositie.
Zone 2	De verwachting is dat dit deelgebied weinig invloed heeft ondervonden van de emissie. Dit deelgebied beslaat het grootste, westelijk en zuidelijk gelegen deel ten opzichte van de bronlocatie

4.2 Ontgravingskaarten

Deze kaart geeft de bodemkwaliteit weer bij het ontgraven van een partij grond. De toetsing aan de kwaliteitsklasse heeft plaatsgevonden op basis van het in tabel 1 opgenomen toetsingskader uit het Tijdelijk Handelingskader PFAS. Er is onderscheid gemaakt in de bovengrond (0-0,5 m-maaiveld) en de ondergrond (0,5-2,0 m-maaiveld). De Ontgravingskaarten met de bodemkwaliteit zijn opgenomen in de kaartbijlagen II.

Tabel 5: Overzicht kwaliteitsklasse van de boven- en ondergrond per zone

Zonenaam	PFAS-Stofgroep	Kwaliteitsklasse bovengrond	Kwaliteitsklasse ondergrond
1	PFOS	Wonen	Wonen
	PFOA	Wonen	Wonen
	GenX	Wonen	Wonen
2	PFOS	Wonen	Wonen
	PFOA	Wonen	Wonen
	GenX	Wonen	Landbouw/Natuur

Uit bovenstaande tabel volgt dat in de bovengrond (tot 0,5 m-maaiveld) er sprake is van een kwaliteitsklasse Wonen. Dit geldt ook voor de ondergrond (0,5-2,0 m-maaiveld) van Zone 1. In Zone 2 geldt dat voor GenX sprake is van een kwaliteitsklasse Landbouw/Natuur. Voor de overige stoffen (PFOS en PFOA) is ook sprake van een kwaliteitsklasse Wonen. De berekende bodemkwaliteit blijft ver onder de grenswaarden voor kwaliteitsklasse Wonen/Industrie uit het Tijdelijk Handelingskader PFAS (zie tabel 1).

Grondbeschermingsgebied
In de gemeente Helmond is ten behoeve van winning van drinkwater een grondwaterbeschermingsgebied aanwezig. Dit gebied bestaat uit een waterwingebied en een 25-jaarszone. Binnen deze beschermingszone gelden voor het toepassen van grond specifieke regels uit de Provinciale Milieuverordening (PMV). In de ontgravingskaarten (kaartbijlage II) zijn de contouren van het grondwaterbeschermingsgebied opgenomen.

Voor het toepassen van grond in dit gebied dient altijd contact te worden opgenomen met de gemeente Helmond.

4.3 Ruimtelijke verdeling meetpunten

In kaartbijlage III zijn de meetpunten weergegeven voor PFAS. Onder één meetpunt kunnen meerdere analyses van PFAS zijn uitgevoerd. De spreiding van meetpunten over de verschillende zones voldoet aan de eis uit de Richtlijn bodemkwaliteitskaart. Dit is noodzakelijk om een betrouwbaar beeld van de bodemkwaliteit in een bepaalde zone te krijgen. Een uitgebreide toelichting is opgenomen in paragraaf 5.1.

5 Betrouwbaarheid bodemkwaliteitskaart

Om de betrouwbaarheid van een bodemkwaliteitskaart 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 deelgebieden voor alle stoffen ten miste 20 waarnemingen beschikbaar zijn;
- De waarnemingen ruimtelijk voldoende verspreid zijn over het deelgebied
- Voor elk niet-aaneengesloten deel van een deelgebied tenminste 3 waarnemingen beschikbaar zijn.

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 van de 20 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 voor iedere zone voldoende waarnemingen beschikbaar zijn. Dit varieert tussen de 20 waarnemingen in de bovengrond van zone 1 tot 46 waarnemingen in de ondergrond van zone 2.

5.1 Ruimtelijke verdeling aantal meetpunten

Een voorwaarde bij het opstellen van een 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.

In het geval dat een zone uit meerdere, niet aaneengesloten, gebieden bestaat (de zogenaamde ‘snippers’) dient de gehele een zone minimaal 20 waarnemingen te bevatten. Tevens dienen de niet aangesloten deelgebieden die tot de zone behoren minimaal 3 waarnemingen te bevatten. Ook aan deze eis wordt voldaan voor zowel de grond als grondwatermetingen. Alleen voor GenX in de bovengrond van zone 1 wordt niet voldaan aan minimaal 20 waarnemingen vanwege een uitbijter (zie paragraaf 5.2).

In kaartbijlage III is een overzicht opgenomen van de ruimtelijke verdeling van de meetpunten van PFOS, PFOA en GenX op landbodem en in het grondwater. Opgemerkt dient te worden dat dat het aantal meetpunten in de zone op basis van de statistiekbladen uit bijlage 1 niet altijd overeenkomt met het aantal te tellen meetpunten op de kaart. Dit komt doordat meerdere meetpunten van verschillende bodemlagen op één coördinaat liggen. Ieder meetpunt is als één waarneming beschouwd.

5.2 Uitbijters

Om een betrouwbaar beeld te krijgen van de zonekwaliteit is tevens gekeken naar de gemeten concentraties binnen een zone. 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.

Voor de bodemkwaliteitskaart kaart is in de grond ter plaatse van boring 223 een GenX-concentratie aangetroffen die afwijkt ten opzichte van de overige parameters in de zone.

In het grondwater is voor PFOA een overschrijding van de Interventiewaarde aangetroffen zonder duidelijke oorzaak of reden. In overleg met de gemeente Helmond zijn deze waarnemingen uit de dataset verwijderd (zogenaamde uitbijter). Op deze locatie wordt een aanvullend onderzoek uitgevoerd naar de aanleiding van deze onverklaarbare verhoging.

5.3 Heterogeniteit

Een bodemkwaliteitskaart 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 bodemkwaliteitskaart 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):

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

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 <u>weinig</u> heterogeniteit
- bij waarden tussen 0,2 en 0,5: er is sprake van <u>beperkte</u> heterogeniteit
- bij waarden tussen 0,5 en 0,7: er is sprake van <u>heterogeniteit</u>
- bij waarden groter dan 0,7: er is sprake van <u>sterke</u> heterogeniteit

Het resultaat van deze 'heterogeniteitstoets' maakt deel uit van het overzicht met kentallen in bijlage 1. Op basis van de uitkomsten van deze toets kan worden geconcludeerd dat er sprake is van heterogeniteit in de bovengrond voor PFOA en PFOS in zone 1 en PFOS in zone 2. In de ondergrond is sprake van een homogeen beeld. De spreiding van concentraties in de bovengrond, ten opzichte van de strenge toetsingswaarden uit het Tijdelijke Handelingskader, zorgen voor deze vorm van heterogeniteit. Als meer waarnemingen beschikbaar komen in de tijd kan de zone-indeling geëvalueerd en mogelijk aangepast worden. Nu ontbreekt het aan voldoende data om zone nog verder te differentiëren.

Voor het grondwater kan deze heterogeniteitstoets niet worden uitgevoerd vanwege het ontbreken van referentiewaarden voor de achtergrondwaarde (AW2000) en de maximale waarde Industrie.

5.4 Samenvoeging zones

Volgens de Richtlijn bodemkwaliteitskaarten mogen zones van gelijke bodemkwaliteit worden samengevoegd tot één. Wij hebben een statistische toets (de zogenaamde T-toets) uitgevoerd om te bepalen of de dataset van zone 1 gelijkwaardig en vergelijkbaar is met zone 2. Indien de datasets van de zones niet significant van elkaar verschillen, kunnen zij samengevoegd worden.

Uit de resultaten van de statistische toets blijkt dat de gemeten concentraties uit Zone 1 en Zone 2 statistisch significant van elkaar verschillen. De uitkomsten van deze toetsing zijn in bijlage 2 opgenomen.

Bijlage 1: Statistische kentallen

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone:	1 - Grond
bodemlaag:	>= 0,00 en <= 0,50 m -mv

kwaliteit ontgravingskaart (*1):	Wonen
kwaliteit ontvangende bodem (*1):	Wonen

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	interventie-waarde	heterogeniteit
OS	11	1,05	2,90	3,00	4,00	4,45	4,90	**2,60**	1,25	2,09	2,76	2,44	-	-	-	-	-
PFOS	20	0,10	0,50	0,80	1,42	1,62	2,00	**0,63**	0,50	1,27	0,67	0,60	0,1	3	3	110	**0,52**
PFOA	20	0,29	1,05	3,78	5,01	5,19	6,80	**1,99**	1,98	1,01	2,13	1,85	0,1	7	7	1100	**0,71**
GenX	19	0,07	0,20	0,40	0,80	0,91	1,90	**0,34**	0,44	0,77	0,37	0,31	0,1	3	3	100	**0,29**
6:2 FTS	9	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFBA	20	0,35	0,35	0,76	1,01	1,15	2,00	**0,56**	0,42	1,33	0,59	0,53	0,1	3	3	-	**0,27**
PFBS	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,20	**0,08**	0,03	2,63	0,08	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDoA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHpA	20	0,07	0,07	0,20	0,20	0,20	0,20	**0,10**	0,06	1,82	0,11	0,10	0,1	3	3	-	**0,04**
PFHxA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	**0,07**	0	10,66	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHxS	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFNA	20	0,07	0,07	0,07	0,10	0,11	0,20	**0,08**	0,03	2,67	0,08	0,08	0,1	3	3	-	**0,01**
PFPeA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTeDA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTrDA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFUnA	20	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**

Legenda

Kolommen

stof	naam van de stof
n	aantal waarnemingen
P50	50e percentiel
P80	80e percentiel
P90	90e percentiel
P95	95e percentiel
max.	maximum
gem.	gemiddelde
std. dev.	standaarddeviatie
varco.	variatiecoëfficiënt
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)
interventiewaarde	interventiewaarde (*3)
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) (*4)

kwaliteitsklassen

Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	-	<= AW	AchtergrondWaarde (*2)
	> AW	<= Wo	Wonen (*2)
	> Wo	<= Ind	Industrie (*2)
	> Ind	<= I	Groter dan industrie
	> I	-	Interventiewaarde (*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

Statistieken zijn op basis van naar standaardbodem teruggerekende gehalten

Berekening standaardbodem is conform 'Regeling bodemkwaliteit'

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

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Circulaire bodemsanering'*

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

datum: 12-08-2019

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone:	1 - Grond
bodemlaag:	> 0,50 en <= 2,00 m -mv

kwaliteit ontgravingskaart (*1):	Wonen
kwaliteit ontvangende bodem (*1):	Wonen

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	interventie-waarde	heterogeniteit
OS	16	0,14	1,00	2,80	3,75	4,58	6,90	**1,79**	1,86	0,96	1,96	1,62	-	-	-	-	-
PFOS	21	0,07	0,07	0,10	0,20	0,30	0,50	**0,12**	0,11	1,08	0,12	0,11	0,1	3	3	110	**0,08**
PFOA	21	0,07	0,40	1,30	1,60	3,10	4,10	**0,84**	1,06	0,79	0,91	0,77	0,1	7	7	1100	**0,44**
GenX	21	0,07	0,10	0,30	0,50	0,80	1,00	**0,23**	0,25	0,89	0,24	0,21	0,1	3	3	100	**0,25**
6:2 FTS	2	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFBA	21	0,35	0,35	0,35	0,35	0,90	1,90	**0,45**	0,35	1,27	0,47	0,43	0,1	3	3	-	**0,19**
PFBS	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDoA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHpA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,40	**0,09**	0,07	1,21	0,09	0,08	0,1	3	3	-	**0,01**
PFHxA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,20	**0,08**	0,03	2,69	0,08	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHxS	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFNA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFPeA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTeDA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTrDA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFUnA	21	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**

Legenda

Kolommen

stof	naam van de stof
n	aantal waarnemingen
P50	50e percentiel
P80	80e percentiel
P90	90e percentiel
P95	95e percentiel
max.	maximum
gem.	gemiddelde
std. dev.	standaarddeviatie
varco.	variatiecoëfficiënt
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)
interventiewaarde	interventiewaarde (*3)
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) (*4)

kwaliteitsklassen

Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	-	<= AW	AchtergrondWaarde (*2)
	> AW	<= Wo	Wonen (*2)
	> Wo	<= Ind	Industrie (*2)
	> Ind	<= I	Groter dan industrie
	> I	-	Interventiewaarde (*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

Statistieken zijn op basis van naar standaardbodem teruggerekende gehalten

Berekening standaardbodem is conform 'Regeling bodemkwaliteit'

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

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Circulaire bodemsanering'*

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

datum: 12-08-2019

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone:	2 - Grond
bodemlaag:	>= 0,00 en <= 0,50 m -mv

kwaliteit ontgravingskaart (*1):	Wonen
kwaliteit ontvangende bodem (*1):	Wonen

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	interventie-waarde	heterogeniteit
OS	22	0,84	1,90	2,90	3,54	4,55	6,40	2,40	1,29	1,86	2,49	2,32	-	-	-	-	-
PFOS	26	0,07	0,50	0,80	1,20	1,55	1,70	0,58	0,44	1,31	0,60	0,55	0,1	3	3	110	0,51
PFOA	26	0,13	0,50	0,90	1,75	2,70	2,80	0,73	0,76	0,96	0,77	0,69	0,1	7	7	1100	0,37
GenX	26	0,07	0,07	0,20	0,30	0,30	0,40	0,13	0,10	1,23	0,13	0,12	0,1	3	3	100	0,08
6:2 FTS	4	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFBA	26	0,35	0,35	0,35	0,35	0,54	0,70	0,37	0,08	4,51	0,38	0,37	0,1	3	3	-	0,06
PFBS	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFDA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,09	0,20	0,08	0,03	2,94	0,08	0,07	0,1	3	3	-	0,01
PFDoA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,07	0	12,09	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFHpA	26	0,07	0,07	0,10	0,20	0,20	0,60	0,11	0,11	1,00	0,11	0,10	0,1	3	3	-	0,04
PFHxA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,30	0,08	0,05	1,65	0,09	0,08	0,1	3	3	-	0,03
PFHxS	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFNA	26	0,07	0,07	0,07	0,09	0,25	0,50	0,10	0,09	1,03	0,10	0,09	0,1	3	3	-	0,06
PFPeA	26	0,07	0,07	0,07	0,14	0,20	0,30	0,09	0,06	1,60	0,09	0,09	0,1	3	3	-	0,04
PFTeDA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFTrDA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	0,00
PFUnA	26	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,20	0,08	0,03	2,94	0,08	0,07	0,1	3	3	-	0,00

Legenda

Kolommen

stof	naam van de stof
n	aantal waarnemingen
P50	50e percentiel
P80	80e percentiel
P90	90e percentiel
P95	95e percentiel
max.	maximum
gem.	gemiddelde
std. dev.	standaarddeviatie
varco.	variatiecoëfficiënt
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)
interventiewaarde	interventiewaarde (*3)
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) (*4)

kwaliteitsklassen

Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	-	<= AW	AchtergrondWaarde (*2)
	> AW	<= Wo	Wonen (*2)
	> Wo	<= Ind	Industrie (*2)
	> Ind	<= I	Groter dan industrie
	> I	-	Interventiewaarde (*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

Statistieken zijn op basis van naar standaardbodem teruggerekende gehalten

Berekening standaardbodem is conform 'Regeling bodemkwaliteit'

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

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Circulaire bodemsanering'*

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

datum: 12-08-2019

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone:	2 - Grond
bodemlaag:	> 0,50 en <= 2,00 m -mv

kwaliteit ontgravingskaart (*1):	Wonen
kwaliteit ontvangende bodem (*1):	Wonen

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	interventie-waarde	heterogeniteit
OS	**43**	0,14	1,00	1,96	2,78	3,54	37,50	**2,10**	5,64	0,37	2,29	1,91	-	-	-	-	-
PFOS	**46**	0,07	0,07	0,20	0,40	0,48	1,00	**0,15**	0,19	0,80	0,16	0,15	0,1	3	3	110	**0,14**
PFOA	**46**	0,07	0,20	0,40	0,90	1,15	1,50	**0,32**	0,37	0,87	0,33	0,31	0,1	7	7	1100	**0,16**
GenX	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,17	0,30	**0,08**	0,05	1,64	0,08	0,08	0,1	3	3	100	**0,03**
6:2 FTS	**2**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFBA	**46**	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	**0,35**	0	-	0,35	0,35	0,1	3	3	-	**0,00**
PFBS	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,30	**0,08**	0,03	2,21	0,08	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFDoA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHpA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,20	**0,07**	0,02	3,75	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHxA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	**0,07**	0	15,97	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFHxS	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFNA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFPeA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,20	**0,07**	0,02	3,80	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTeDA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFTrDA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**
PFUnA	**46**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	0,1	3	3	-	**0,00**

Legenda

Kolommen

stof	naam van de stof
n	aantal waarnemingen
P50	50e percentiel
P80	80e percentiel
P90	90e percentiel
P95	95e percentiel
max.	maximum
gem.	gemiddelde
std. dev.	standaarddeviatie
varco.	variatiecoëfficiënt
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)
interventiewaarde	interventiewaarde (*3)
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) (*4)

kwaliteitsklassen

Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	-	<= AW	AchtergrondWaarde (*2)
	> AW	<= Wo	Wonen (*2)
	> Wo	<= Ind	Industrie (*2)
	> Ind	<= I	Groter dan industrie
	> I	-	Interventiewaarde (*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

Statistieken zijn op basis van naar standaardbodem teruggerekende gehalten

Berekening standaardbodem is conform 'Regeling bodemkwaliteit'

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

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Circulaire bodemsanering'*

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

datum: 12-08-2019

Statistieken bodemkwaliteitskaart

zone:	1 - Grondwater
bodemlaag:	-

kwaliteit ontgravingskaart (*1):	-
kwaliteit ontvangende bodem (*1):	-

stof	n	P5	P50	P80	P90	P95	max.	gem.	std. dev.	varco.	px.80+	px.80-	achtergrond-waarde	maximale waarde wonen	maximale waarde industrie	interventie-waarde	heterogeniteit
PFOS	**33**	0,00	0,00	0,01	0,01	0,06	0,47	**0,02**	0,08	0,28	0,03	0,02	-	-	-	0,2	-
PFOA	**33**	0,00	0,05	0,18	0,27	0,30	0,38	**0,10**	0	0,93	0,10	0,09	-	-	-	0,39	-
GenX	**33**	0,01	0,01	0,19	0,26	0,28	0,34	**0,08**	0	0,79	0,09	0,08	-	-	-	0,66	-
10:2 FTS	**2**	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	**0,07**	0	-	0,07	0,07	-	-	-	-	-
6:2 FTS	**2**	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	**0,01**	0	-	0,01	0,01	-	-	-	-	-
8:2 FTS	**2**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	0	-	0,00	0,00	-	-	-	-	-
PFBA	**33**	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	**0,01**	0	0,66	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFBS	**33**	0,00	0,01	0,01	0,02	0,04	0,06	**0,01**	0	0,77	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFDA	**33**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,14	**0,01**	0,03	0,36	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFDoA	**33**	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	**0,14**	0,02	5,72	0,14	0,13	-	-	-	-	-
PFDS	**33**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	**0,01**	0,02	0,32	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFHpA	**33**	0,00	0,00	0,02	0,03	0,06	0,09	**0,01**	0,02	0,73	0,02	0,01	-	-	-	-	-
PFHxA	**33**	0,00	0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	**0,01**	0,02	0,80	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFHxDA	**33**	0,01	0,01	0,70	0,70	0,70	0,70	**0,18**	0,30	0,58	0,19	0,16	-	-	-	-	-
PFHxS	**33**	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	**0,01**	0	1,57	0,01	0,00	-	-	-	-	-
PFNA	**33**	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	**0,00**	0	5,92	0,00	0,00	-	-	-	-	-
PFODA	**33**	0,01	0,01	0,70	0,70	0,70	0,70	**0,18**	0	0,58	0,19	0,16	-	-	-	-	-
PFOSA	**33**	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	**0,14**	0	-	0,14	0,14	-	-	-	-	-
PFPeA	**33**	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	**0,01**	0	1,94	0,01	0,01	-	-	-	-	-
PFTeDA	**33**	0,01	0,01	0,14	0,59	0,70	0,70	**0,11**	0,23	0,47	0,12	0,10	-	-	-	-	-
PFTrDA	**33**	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	**0,04**	0,06	0,63	0,04	0,03	-	-	-	-	-
PFUnA	**33**	0,00	0,00	0,14	0,14	0,14	0,14	**0,04**	0,06	0,62	0,04	0,03	-	-	-	-	-

Legenda

Kolommen

stof	naam van de stof
n	aantal waarnemingen
P50	50e percentiel
P80	80e percentiel
P90	90e percentiel
P95	95e percentiel
max.	maximum
gem.	gemiddelde
std. dev.	standaarddeviatie
varco.	variatiecoëfficiënt
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)
interventiewaarde	interventiewaarde (*3)
heterogeniteit	(P95 - P5) / (industrie - achtergrondwaarde) (*4)

kwaliteitsklassen

Kleur	Ondergrens	Bovengrens	Omschrijving
	-	<= AW	AchtergrondWaarde (*2)
	> AW	<= Wo	Wonen (*2)
	> Wo	<= Ind	Industrie (*2)
	> Ind	<= I	Groter dan industrie
	> I	-	Interventiewaarde (*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

Statistieken zijn op basis van naar standaardbodem teruggerekende gehalten

Berekening standaardbodem is conform 'Regeling bodemkwaliteit'

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

**2. Conform 'Regeling bodemkwaliteit'*

**3. Conform 'Circulaire bodemsanering'*

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

datum: 12-08-2019

Bijlage 2: T-toets

Rekensessie 3

d16030

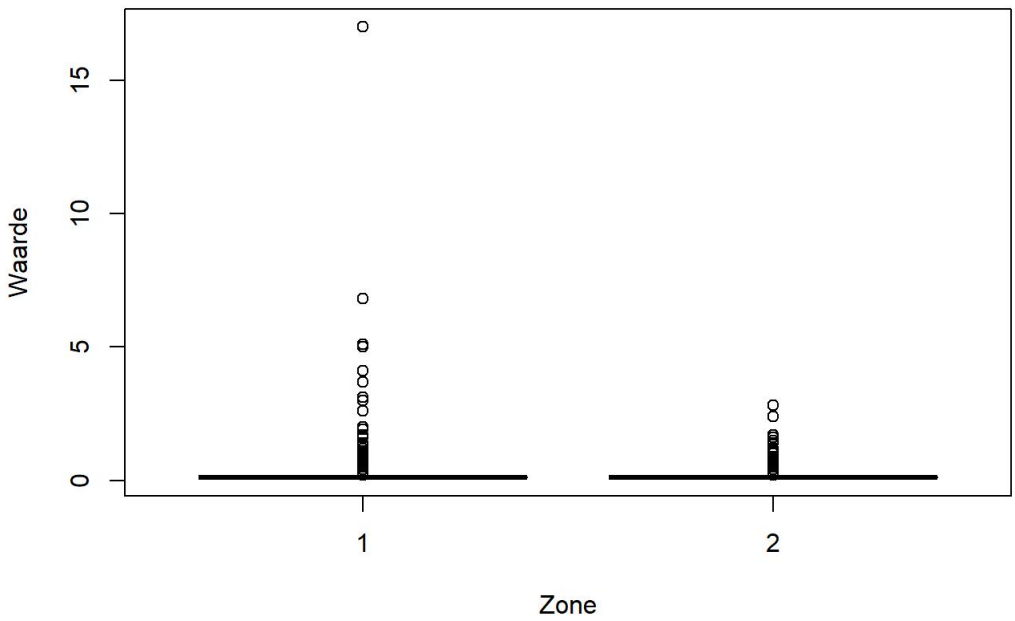
7-8-2019

Check voor verschil tussen Zone 1 en 2; mits er geen stat. sig. verschil is worden zones samengevoegd
“Independent T-test”

Aannames bij het uitvoeren van deze test:

1. Afhankelijke variabele op ratio-schaal en onafhankelijke op nominale schaal:
   Waardes zijn naar ratio en zones zijn op nominaal niveau
2. De onafhankelijke variabele heeft twee groepen
   Zone 1 en Zone 2
3. Onafhankelijkheid van de observaties
   Er zijn geen meetpunten die in beide zones zitten
4. Geen outliers
   1 outlier verwijderd

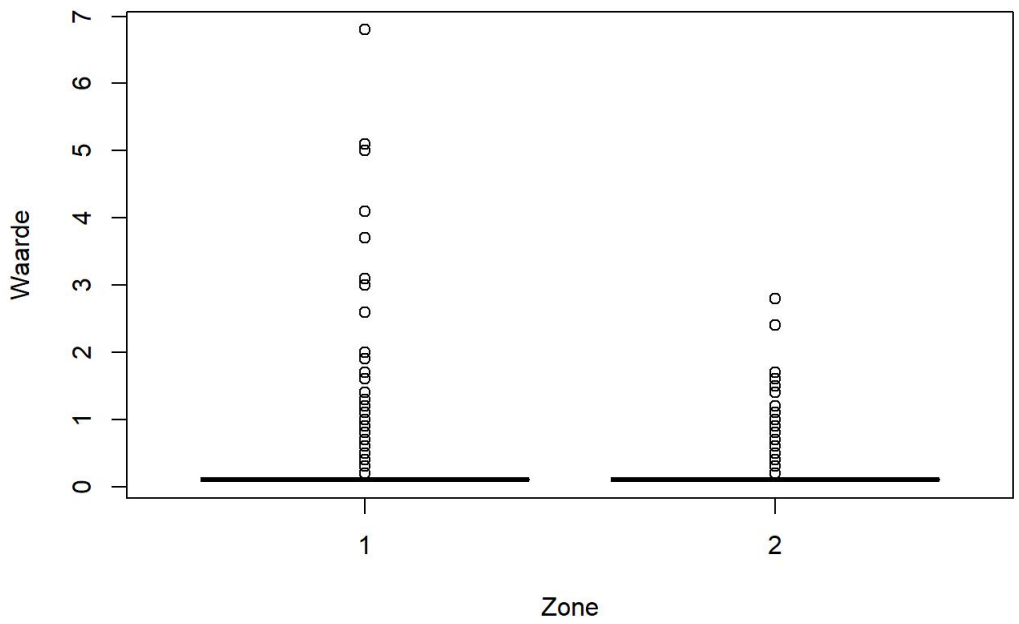
```
g_stat <- g[!(g$Afko == "OS"),] # OS eruit voor outlier analyse, is in procenten en dus niet vergelijkbaar
boxplot(Waarde~Zone, data = g_stat)
```




```
max(g_stat$Waarde)
```

```
## [1] 17
```

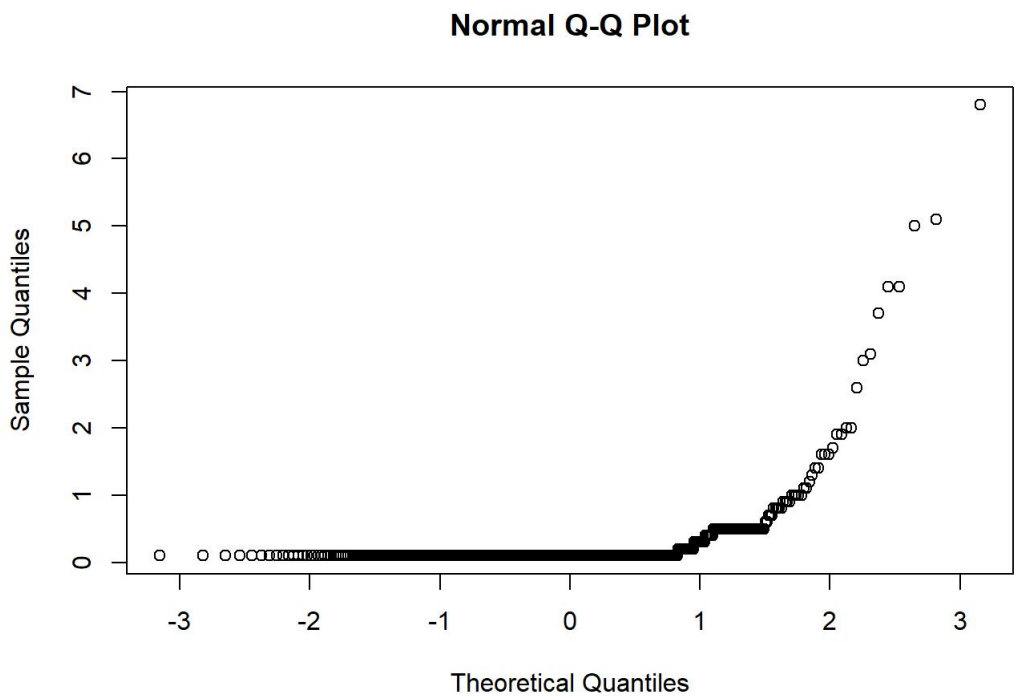
```
g <- g[!(g$Waarde == 17),] # Dit meetpunt mocht uit de dataset na overleg met I. Lanting
g_stat <- g[!(g$Afko == "OS"),]
boxplot(Waarde~Zone, data = g_stat) # Verdeling ziet er nu beter uit
```



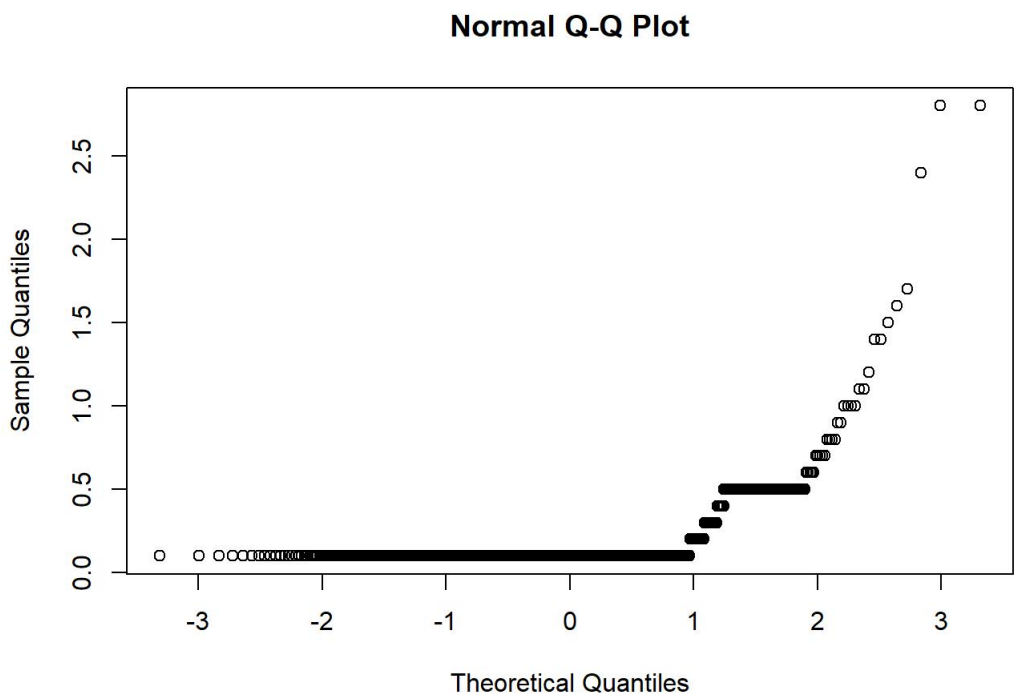
5. De afhankelijke variabele moet een Gaussische curve volgen

```
z1 <- g_stat[(g_stat$Zone == "1"),]
z2 <- g_stat[!(g_stat$Zone == "1"),]

qqnorm(z1$Waarde)
```




```
qqnorm(z2$Waarde)
```



Een rechte diagonale lijn impliceert een normale verdeling, maar dit is hier niet het geval.

6. Homogeniteit in variantie

```
leveneTest(Waarde ~ Zone, data = g_stat)
```

```
## Warning in leveneTest.default(y = y, group = group, ...): group coerced to
## factor.
```

```
## Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = median)
##         Df F value    Pr(>F)
## group    1  18.163 2.139e-05 ***
##       1709
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

De nul-hypothese is dat de waardes van zone 1 en zone 2 dezelfde variantie hebben. De test geeft een stat. sig. resultaat aan. D.w.z. dat de zones niet dezelfde variantie aan meetwaardes hebben.
Dit is echter geen probleem, we kunnen hier een Welsh aanpassing doen om die aanname toch te mogen maken.

De daadwerkelijke onafhankelijke T-test

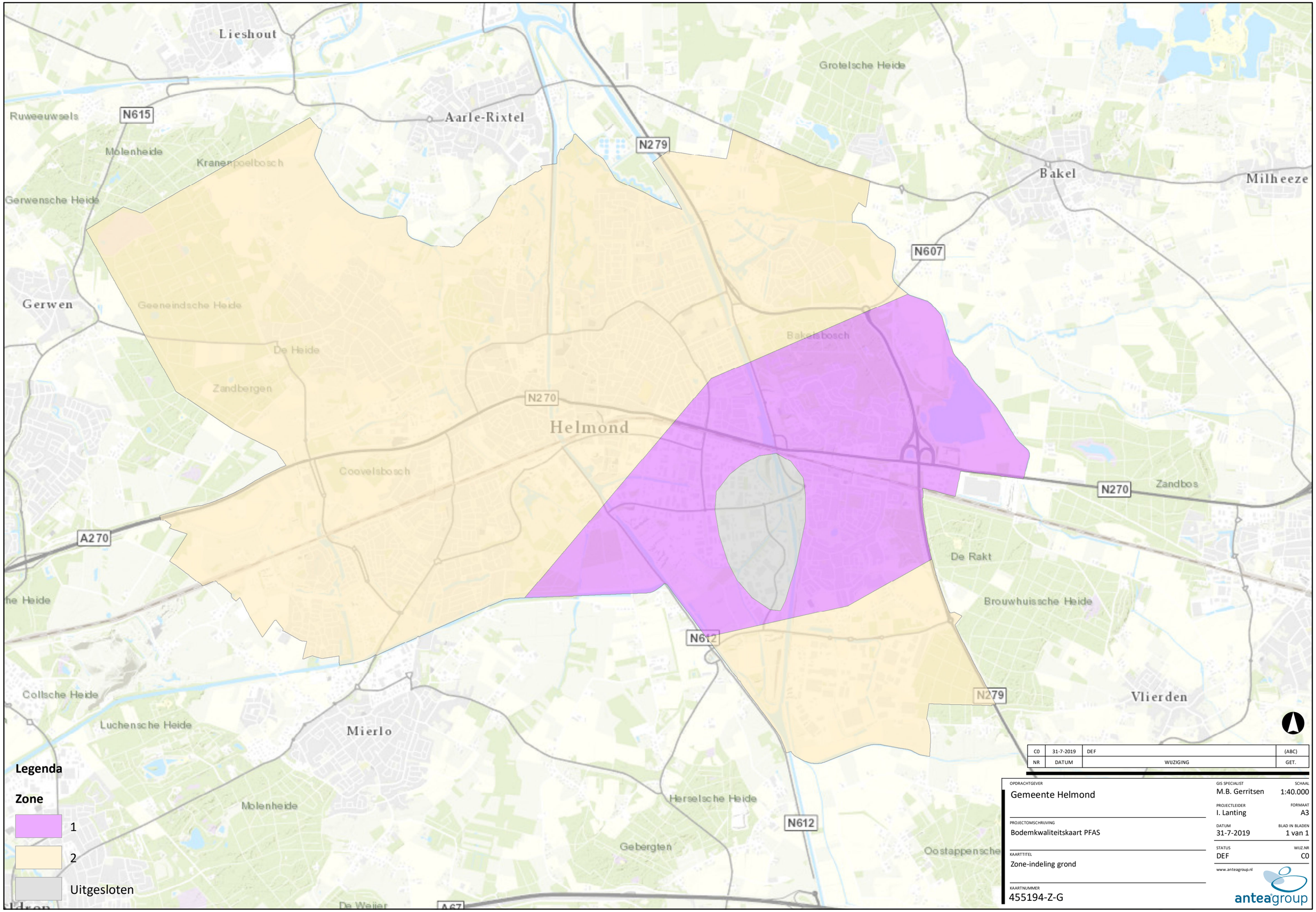
```
# deze test voert automatisch een Welsh aanpassing toe (d.m.v. een aanpassing in vrijheidsgraden)
t.test(z1$Waarde,z2$Waarde)
```

```
##
##  Welch Two Sample t-test
##
## data:  z1$Waarde and z2$Waarde
## t = 3.4891, df = 736.62, p-value = 0.0005135
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
##  0.03587774 0.12819828
## sample estimates:
## mean of x mean of y
##  0.252480  0.170442
```

Conclusie: De T-test wijst uit dat de gemeten waardes uit Zone 1 en Zone 2 statistisch significant van elkaar verschillen.

Kaartbijlagen

I. Kaart met zone-indeling;



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	31-7-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Zone-indeling grond

KAARTNUMMER
455194-Z-G

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
31-7-2019

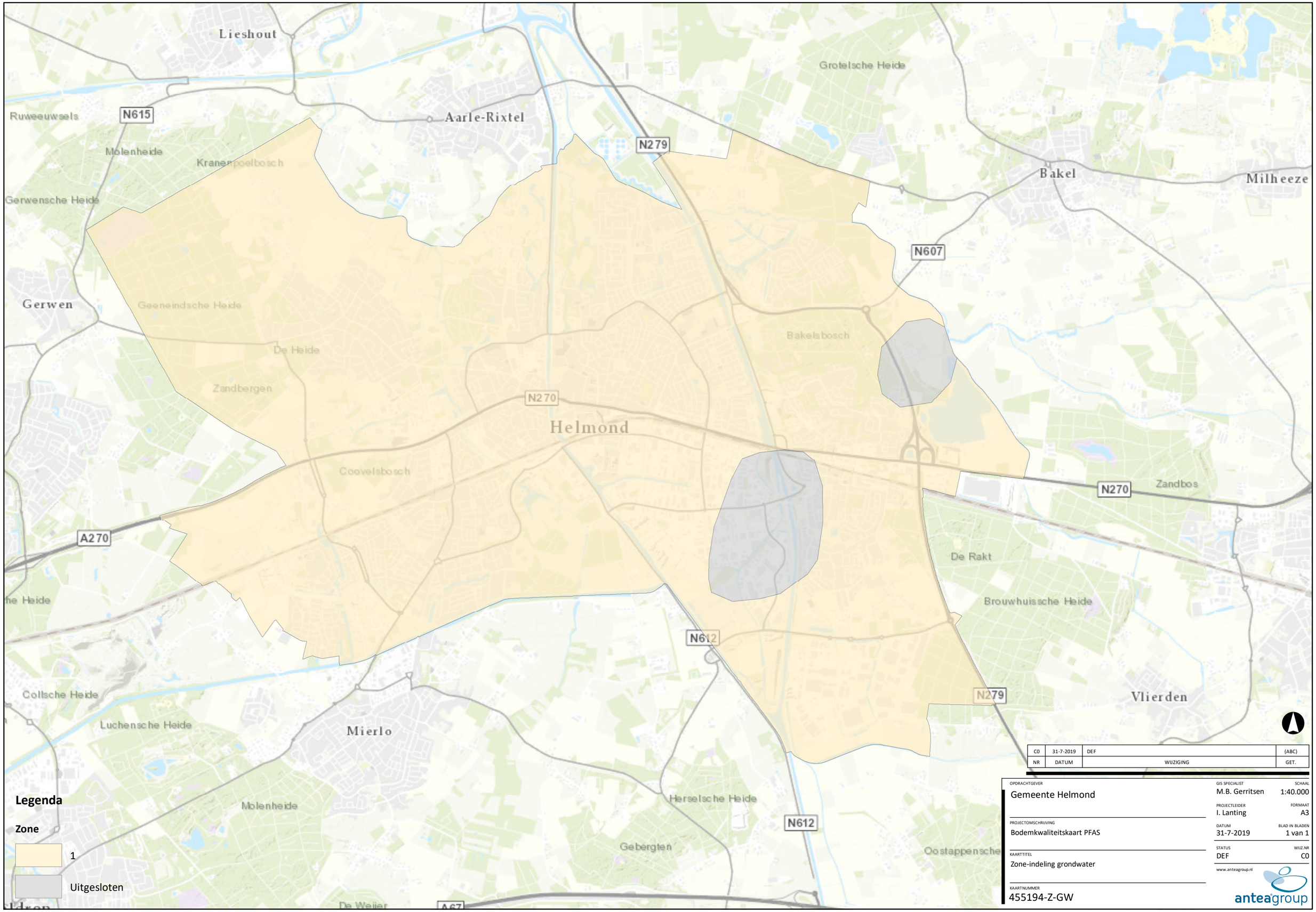
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

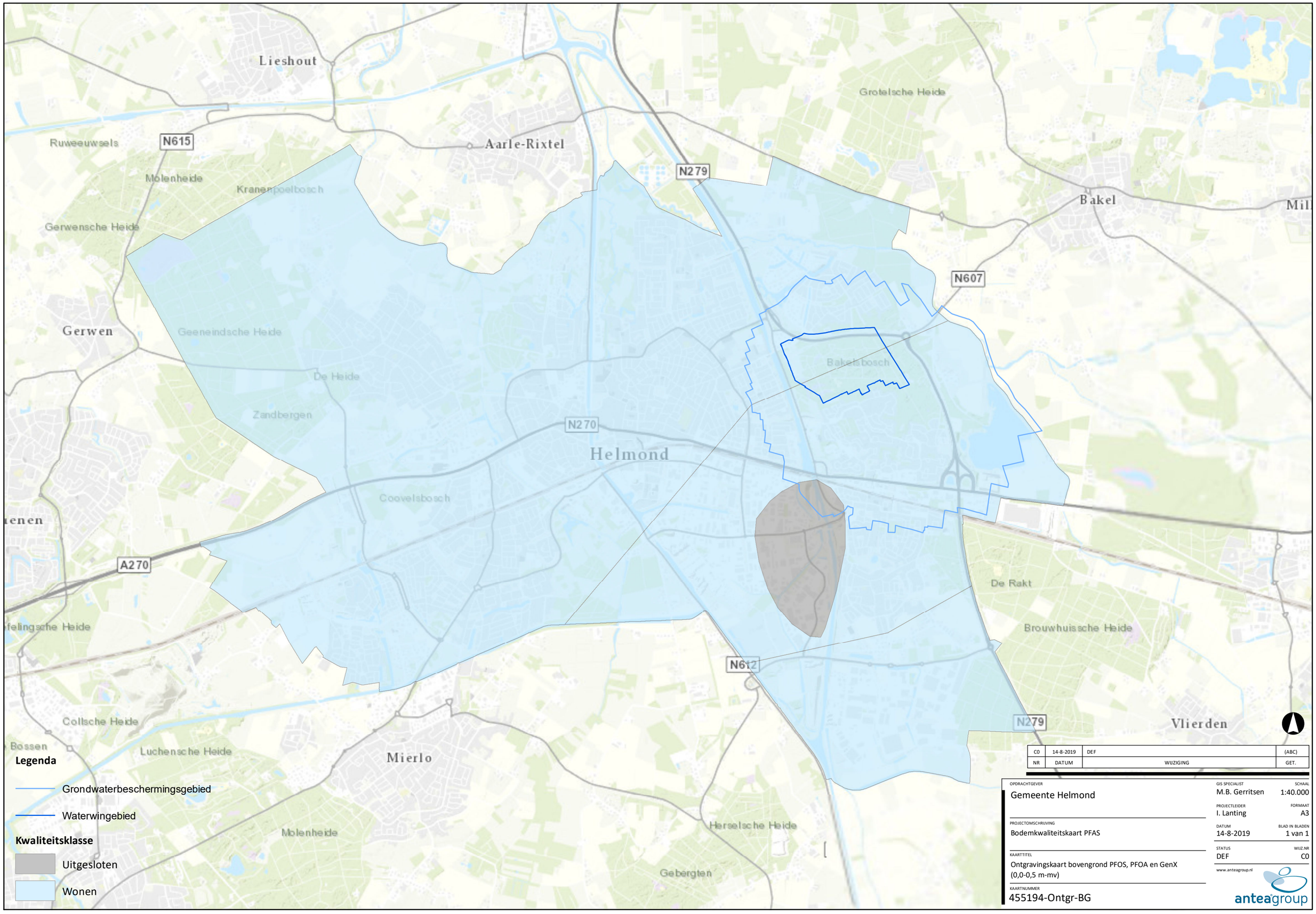
WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup


Lieshout
Aarle-Rixtel
Grotelsche Heide
Ruweeuwsels
N615
Molenheide
Kranenpoelbosch
N279
Bakel
Milheeze
Gerwensche Heide
N607
Gerwen
Geeneindsche Heide
Bakelsbosch
De Heide
Zandbergen
N270
Helmond
Coovelsbosch
N270
Zandbos
A270
De Rakt
Brouwhuissche Heide
N612
Collsche Heide
N279
Vlierden
Luchensche Heide
Mierlo
Molenheide
Herselsche Heide
N612
Gebergten
Oostappensche
De Weijer
A67
Legenda
Zone
1
Uitgesloten
C0 31-7-2019 DEF (ABC)
NR DATUM WIJZIGING GET.
OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond
PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS
KAARTTITEL
Zone-indeling grondwater
KAARTNUMMER
455194-Z-GW
GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen
SCHAAL
1:40.000
PROJECTLEIDER
I. Lanting
FORMAAT
A3
DATUM
31-7-2019
BLAD IN BLADEN
1 van 1
STATUS
DEF
WIJZ.NR
C0
www.anteagroup.nl
anteagroup

II. Ontgravingskaarten boven-en ondergrond



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ontgravingskaart bovengrond PFOS, PFOA en GenX (0,0-0,5 m-mv)

KAARTNUMMER
455194-Ontgr-BG

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

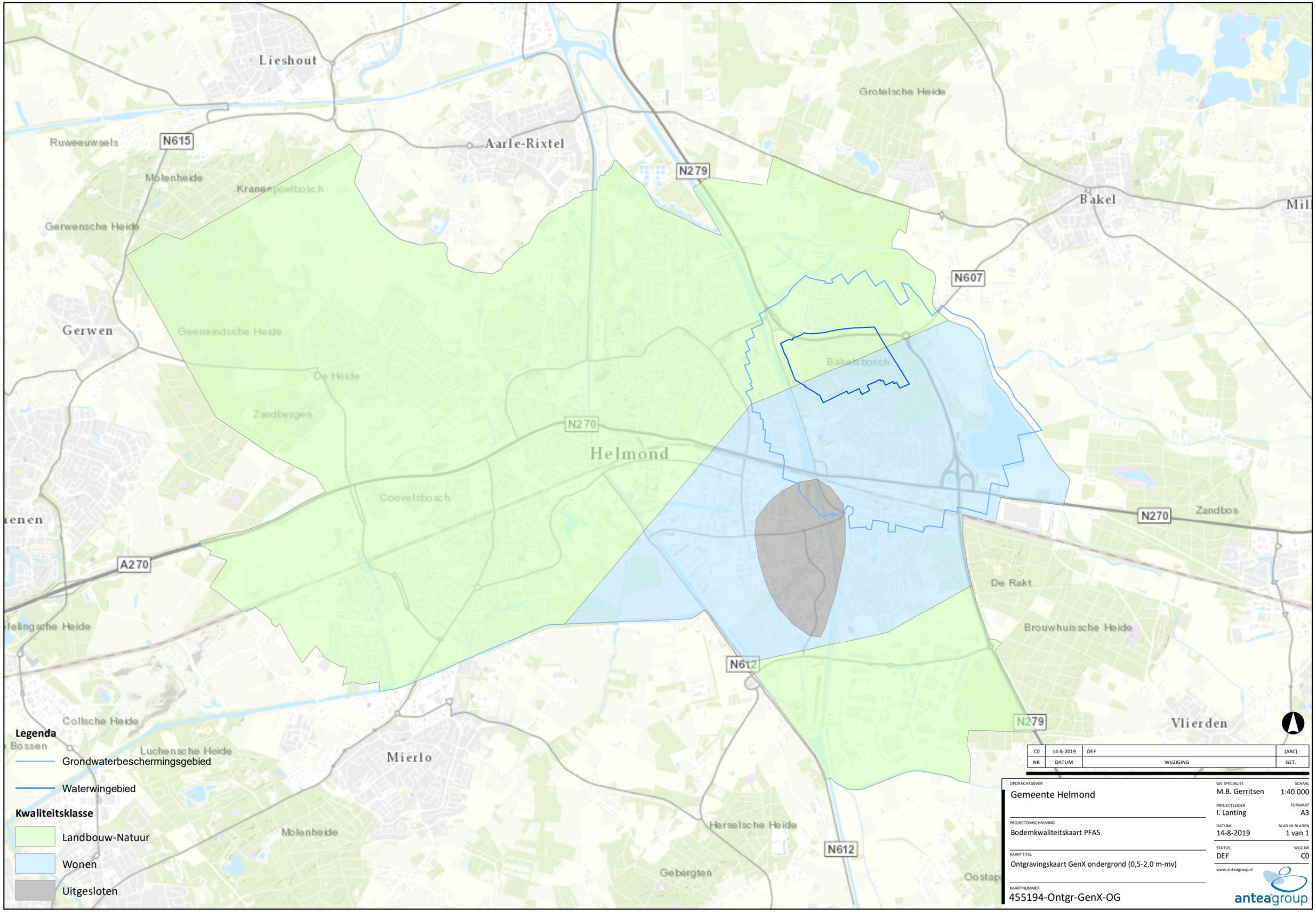
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ontgravingskaart GenX ondergrond (0,5-2,0 m-mv)

KAARTNUMMER
455194-Ontgr-GenX-OG

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

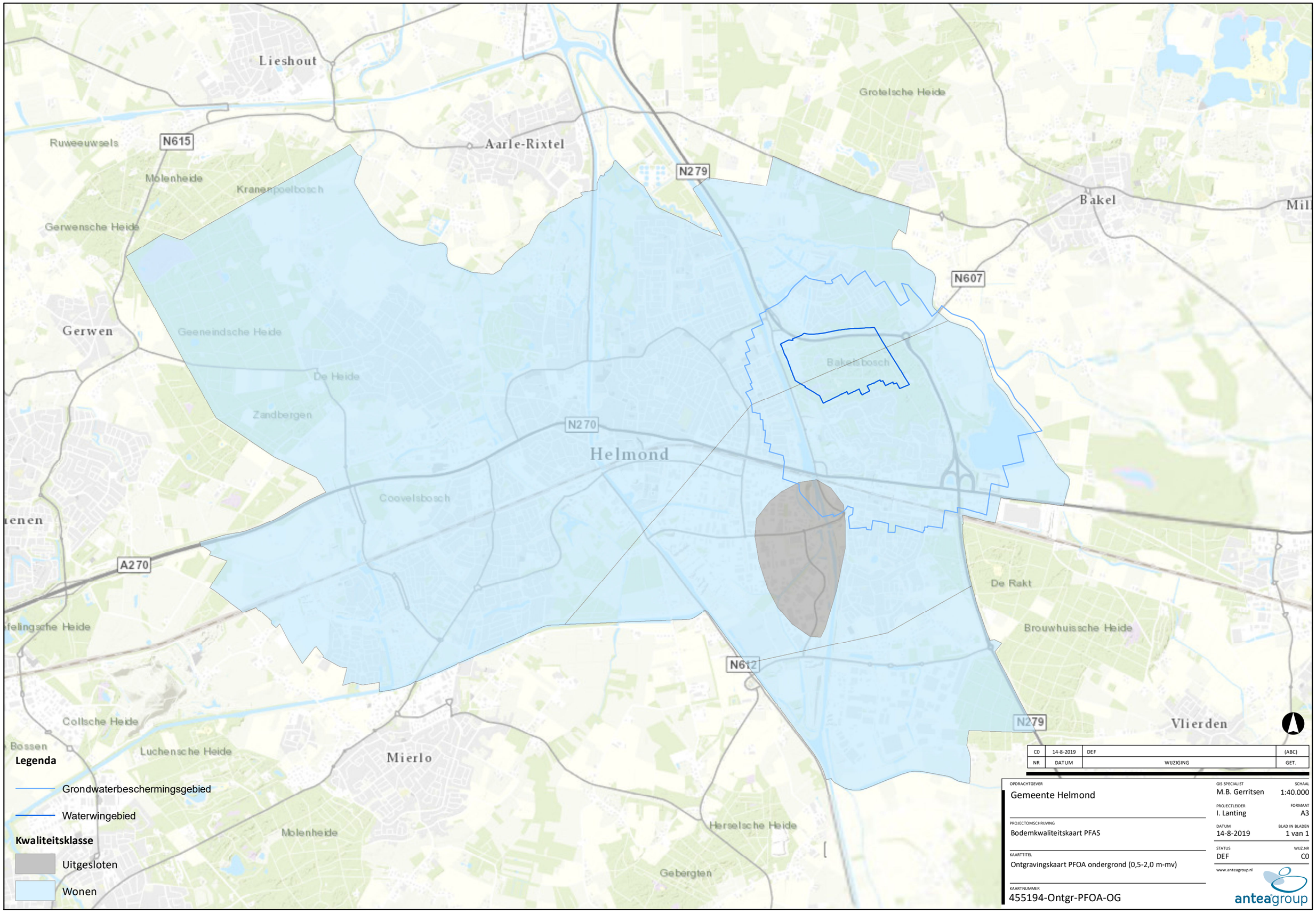
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ontgravingskaart PFOA ondergrond (0,5-2,0 m-mv)

KAARTNUMMER
455194-Ontgr-PFOA-OG

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

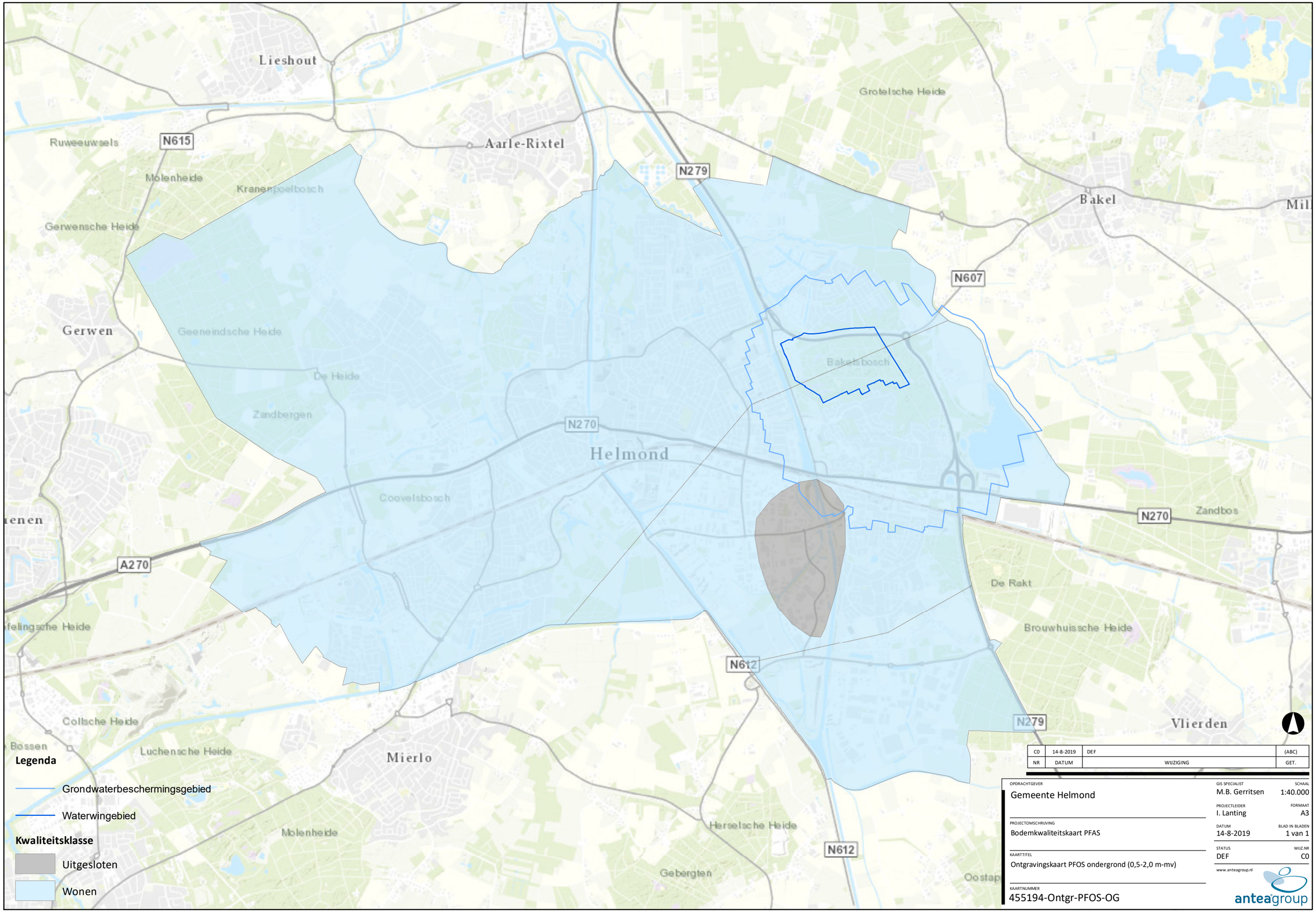
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ontgravingskaart PFOS ondergrond (0,5-2,0 m-mv)

KAARTNUMMER
455194-Ontgr-PFOS-OG

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

BLAD IN BLADEN
1 van 1

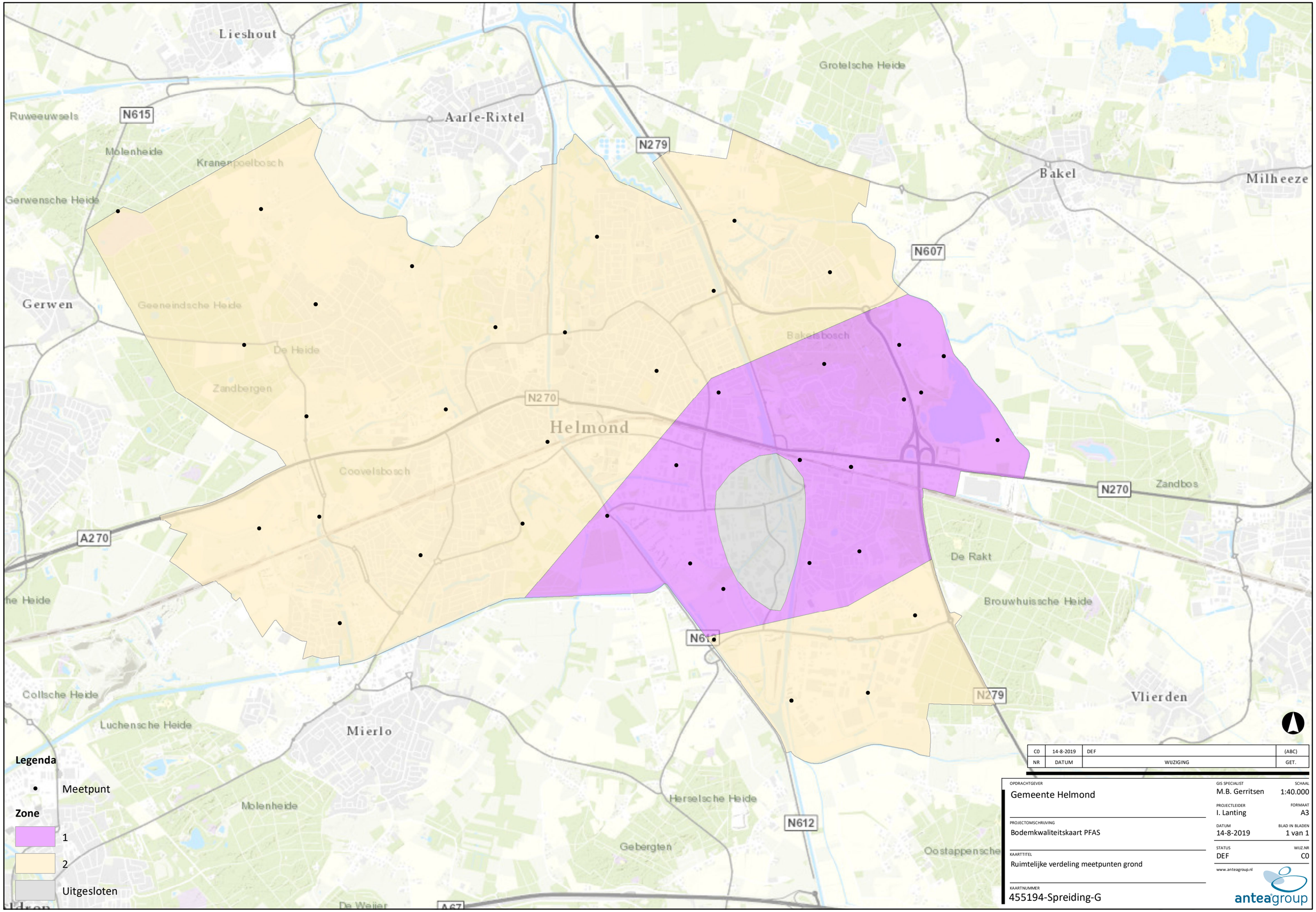
STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup

III. Kaart ruimtelijke verdeling meetpunten grond en grondwater



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ruimtelijke verdeling meetpunten grond

KAARTNUMMER
455194-Spreiding-G

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

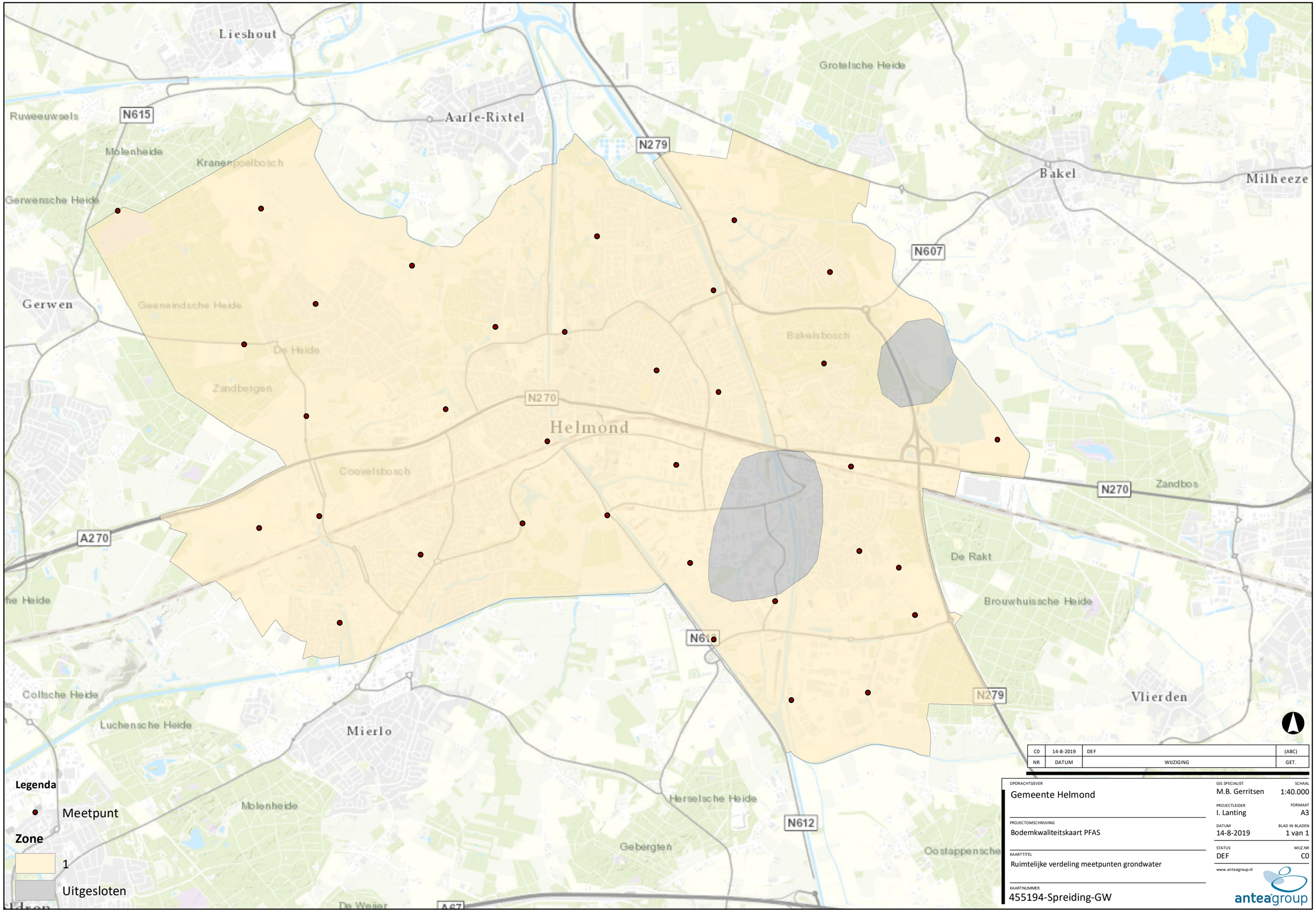
BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup



NR	DATUM	WIJZIGING	GET.
C0	14-8-2019	DEF	(ABC)

OPDRACHTGEVER
Gemeente Helmond

PROJECTOMSCHRIJVING
Bodemkwaliteitskaart PFAS

KAARTTITEL
Ruimtelijke verdeling meetpunten grondwater

KAARTNUMMER
455194-Spreiding-GW

GIS SPECIALIST
M.B. Gerritsen

SCHAAL
1:40.000

PROJECTLEIDER
I. Lanting

FORMAAT
A3

DATUM
14-8-2019

BLAD IN BLADEN
1 van 1

STATUS
DEF

WIJZ.NR
C0

www.anteagroup.nl

anteagroup

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

E. rene.rummens@anteagroup.com

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.

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

E. rene.rummens@anteagroup.com

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.