



Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

KvK Utrecht 30276683

T 030 274 91 11
info@rivm.nl

Datum
28 november 2019

memo

Tijdelijke landelijke achtergrondwaarden bodem
voor PFOS en PFOA

Voorwoord

Voor u ligt het resultaat van een kort en intensief traject naar tijdelijke achtergrondwaarden voor PFOS en PFOA in de Nederlandse bodems. Achtergrondwaarden geven aan welke concentraties van stoffen in relatief schone gebieden aangetroffen kunnen worden. Het betreft hier tijdelijke achtergrondwaarden omdat de definitieve achtergrondwaarden in 2020 bepaald zullen worden op basis van een nieuw landsdekkend onderzoek naar het voorkomen van PFAS in grond.

Deze exercitie kon worden uitgevoerd omdat er recent steeds meer informatie uit bodemonderzoeken naar PFAS beschikbaar is gekomen. Door vele partijen is gehoor gegeven aan de oproep om hiervoor op korte termijn bodemonderzoeken te delen. De auteurs willen in de eerste plaats iedereen bedanken die hiermee de bepaling van tijdelijke achtergrondwaarden mogelijk heeft gemaakt.

Niet alle aangeleverde gegevens konden in het bestek van deze opdracht gebruikt worden voor de berekening van deze achtergrondwaarden.

Bijvoorbeeld omdat het ging om partijkeuringen, in plaats van bodemonderzoeken, of omdat locaties niet als 'onverdacht ten aanzien van PFAS bronnen' konden worden geclassificeerd. Deze gegevens zijn wel gebruikt voor verificatie van de resultaten. Uit een screening van alle gegevens is gebleken dat de resultaten uit onderzoeken die op korte termijn niet voor de berekeningen gebruikt konden worden binnen de bandbreedte van de waarden uit de overige onderzoeken vallen.

De samengestelde database die is gebruikt voor de bepaling van de tijdelijke achtergrondwaarden bestaat uit onderzoeken die zijn uitgevoerd met een ander oogmerk dan voor de bepaling van een landelijke achtergrondwaarde. Het RIVM heeft beoordeeld of de onderzoeken toch geschikt zijn om te gebruiken voor het bepalen van een tijdelijke achtergrondwaarde. Waar dit onzekerheden met zich meebrengt, en hoe wij met deze onzekerheden zijn omgegaan is dit zo goed mogelijk aangegeven.

Het RIVM hecht aan transparantie en reproduceerbaarheid van resultaten. Daarom zullen zowel de gebruikte gegevens als de rekenscripts binnen enkele weken na publicatie van dit document ontsloten worden via de RIVM website. De informatie uit bodemonderzoeken zal bovendien op een kaart op de Atlas Leefomgeving (www.atlasleefomgeving.nl) beschikbaar worden gemaakt. Hiermee wordt een landelijk beeld van het voorkomen van PFAS in grond gegeven. Dat beeld zal na december verder aangevuld worden naarmate er meer bodemonderzoeken beschikbaar komen. Deze kaart kan daarmee op termijn initiatiefnemers helpen om aandachtsgebieden voor PFAS in bodem te identificeren.

Datum
28 november 2019

1. Samenvatting

Datum
28 november 2019

Het RIVM adviseert nieuwe tijdelijke achtergrondwaarden voor twee soorten PFAS in de Nederlandse bodem: PFOS en PFOA. Voor PFOS adviseert het RIVM een tijdelijke achtergrondwaarde van 0,9 microgram per kilogram droge stof. Voor PFOA is dit 0,8 microgram per kilogram droge stof. De waarden zijn opgenomen in Tabel 1.1. Op basis van deze tijdelijke achtergrondwaarden kan het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat besluiten om het Tijdelijk Handelingskader PFAS aan te passen.

Heeft de grond of bagger een lagere concentratie PFOS of PFOA dan deze waarden? Dan kan deze verplaatst worden binnen de regels van het Besluit bodemkwaliteit.

Tabel 1.1. Tijdelijke achtergrondwaarden PFOS en PFOA in grond

STOF	TIJDELIJKE ACHTERGRONDWAARDE (µg/kg droge stof)
PFOS	0,9
PFOA	0,8

De tijdelijke achtergrondwaarden geven de bovengrens aan van de concentraties van PFOS en PFOA die in onverdachte gebieden aangetroffen kunnen worden. Dat zijn gebieden waar geen PFAS in grond verwacht worden door de nabijheid van puntbronnen. Wanneer de concentraties van PFOS en PFOA in grond of bagger niet hoger zijn dan de achtergrondwaarden, is deze volgens de uitgangspunten van het Besluit bodemkwaliteit geschikt voor elke functie en mag deze overal worden toegepast. Toetsing aan de eerder door RIVM afgeleide risicogrenzen voor deze PFAS laat zien dat er op het niveau van de tijdelijke achtergrondwaarden geen sprake is van risico's voor de gezondheid of overschrijding van effectniveaus voor het ecosysteem.

De tijdelijke achtergrondwaarden uit dit rapport zijn gebaseerd op concentraties in relatief onbelaste gebieden. Dit betekent dat deze waarden op belaste locaties vaak overschreden zullen worden. Dit geldt bijvoorbeeld voor de omgeving van Chemours in Zuid-Holland en voor Helmond. In die gebieden kan met het vaststellen van bodemkwaliteitskaarten en/of regionale achtergrondwaarden het grondverzet worden geregeld.

Gegevens en beperkingen

Om tot een advies voor tijdelijke achtergrondwaarden te komen heeft het RIVM gebruik gemaakt van beschikbare metingen naar PFAS in relatief schone gebieden. Deze data zijn opgevraagd bij provincies, gemeenten en waterschappen. Het RIVM houdt in het advies rekening met de beperkingen van de beschikbare onderzoeken, zoals de geografische spreiding, verschillen in monsterdiepte en analysemethoden.

Op dit moment is nog niet goed bekend hoe PFAS zich verplaatsen door bodem en grondwater. Daarom wordt geadviseerd om bij het verplaatsen van grond en bagger naar grondwaterbeschermingsgebieden gebruik te

maken van materiaal dat minstens even schoon is als de bodem die op die plaatsen al aanwezig is.

Om problemen door incidenteel verhoogde concentraties van andere PFAS dan PFOS en PFOA te voorkomen, adviseert het RIVM de norm voor landbouw en natuur voor deze stoffen gelijk te stellen aan de norm voor PFOA.

Datum
28 november 2019

Vervolg

Op dit moment worden de voorbereidingen getroffen om honderd locaties in relatief onbeïnvloede gebieden te bemonsteren en te analyseren op een breed pakket aan PFAS. Hiervoor zal de methode voor de afleiding van landelijke achtergrondwaarde worden gevolgd (Achtergrondwaarde 2000 rapport, 2005) en gaat uit van honderd geselecteerde monsternemingslocaties. Deze locaties zijn gekozen op basis van een gestratificeerd aselechte steekproef. Op basis van dit onderzoek zullen naar verwachting in 2020 definitieve landelijke achtergrondwaarden worden afgeleid.

Over PFAS

PFAS (poly- en perfluoralkylstoffen) zijn door de mens gemaakte stoffen die van nature niet in het milieu voorkomen. Ze zitten in allerlei producten omdat ze water, vet en vuil afstoten. Door gebruik van deze producten, door fabrieksemissies en incidenten zijn PFAS in het milieu terechtgekomen en zitten ze in de bodem, in bagger en in het grond- en oppervlaktewater. De laatste jaren bleek PFAS op veel meer plekken in het milieu voor te komen dan eerder gedacht.

Bij het vaststellen van het Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie (Ministerie van IenW, 2019) was de landelijke achtergrondwaarde voor PFAS in Nederland nog niet beschikbaar. Daarom werd door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, overeenkomstig het voorzorgbeginsel de bepalingsgrens als voorlopige achtergrondwaarde gehanteerd. Het uitgangspunt daarbij was dat de grond die verplaatst moest worden, de grond op een andere plek niet verder mocht vervuilen. Omdat dit in praktijk betekende dat projecten stil kwamen te liggen heeft het Ministerie het RIVM verzocht om een tijdelijke achtergrondwaarde te bepalen vóór 1 december 2019. Het advies over de tijdelijke achtergrondwaarde loopt vooruit op het onderzoek naar een definitieve achtergrondwaarde en het vaststellen van een definitief handelingskader PFAS.

2. Inleiding

Datum
28 november 2019

2.1 Aanleiding en doel

PFAS (poly- en perfluoralkylstoffen) zijn in veel producten toegepast. Daardoor, en door fabrieksemissies en incidenten, zijn PFAS in het milieu terechtgekomen en worden zij onder andere aangetroffen in de bodem, in bagger en in het grondwater.

Voor het bodembeheer, en met name het grondverzet, vormen de achtergrondwaarden de 'altijd toepasbaar-grens'. Beneden de achtergrondwaarde wordt beheer beleidsmatig niet voorgeschreven en is grond vrij toepasbaar. De argumentatie hiervoor is dat we aan de reeds opgetreden diffuse verontreiniging nu niets meer kunnen veranderen (NOBO, 2008).

Figuur 2.1 geeft een overzicht van het generieke toetsingskader voor grond- en baggerverzet op landbodems (Senter Novem Bodem+, 2008).

Figuur 2.1. Generiek toetsingskader voor grond- en baggerverzet



Bij het vaststellen van het Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie (Ministerie van IenW, 2019) was de landelijke achtergrondwaarde voor PFAS in Nederland nog niet beschikbaar. Daarom werd door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, overeenkomstig het voorzorgbeginsel de bepalingsgrens als voorlopige achtergrondwaarde gehanteerd.

Het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM verzocht om voor 1 december 2019 tijdelijke landelijke achtergrondwaarden voor PFAS te adviseren. Dit is gedaan vooruitlopend op het onderzoek naar definitieve achtergrondwaarden en het vaststellen van een definitief handelingskader PFAS.

Om in korte tijd tot een advies voor tijdelijke achtergrondwaarden te komen is gebruik gemaakt van beschikbare PFAS meetgegevens in onverdachte gebieden. Deze data zijn verkregen van provincies, gemeenten en waterschappen.

In het advies wordt rekening gehouden met de beperkingen van de beschikbare onderzoeken, zoals de mate van geografische spreiding, verschillen in monsterdiepte en analysemethoden. Daarnaast wordt vastgesteld of de tijdelijke landelijke achtergrondwaarden onder de risicogrenzen liggen zoals deze eerder zijn afgeleid voor het tijdelijk handelingskader. Dit is een voorwaarde om risico's voor de mens te kunnen uitsluiten en de risico's voor het ecosysteem te beperken.

2.2 Leeswijzer

Hoofdstuk 3 van deze notitie beschrijft de verzameling van de uitgangsdata en de verdere selectie en de bewerking van de gegevens zoals het verrijken met locatiegebonden parameters. De analyse van de op deze manier tot stand gebrachte dataset wordt beschreven in Hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 worden de resultaten gepresenteerd en bediscussieerd.

3. Beschikbare bodemonderzoeken, voorselectie en verwerking in database

Datum
28 november 2019

3.1 Gegevensverzameling

Gegevens van bodemonderzoeken naar PFAS zijn aangeleverd bij het loket PFAS@rivm.nl. Met het oog op de korte verwerkingstijd is gevraagd de data uitsluitend aan te leveren in spreadsheets.

De aangeleverde data moeten voldoen aan de volgende minimale eisen:

- Het gaat om data uit in situ bodemonderzoeken (geen partij- of depotkeuringen of waterbodemonderzoek);
- Het gaat om data van onverdachte locaties (gegevens van bronlocaties zijn niet bruikbaar in de afleiding van een achtergrondwaarde);
- Naast de bodemgehalten zijn de volgende gegevens vereist:
 - o informatie over het dieptetraject (bemonsteringsdiepte);
 - o gehalte organisch stof;
 - o gehalte lutum;
 - o xy-coördinaten.

De sluitingsdatum voor het aanleveren van gegevens was 8 november 2019.

Alle aangeleverde gegevens zijn beoordeeld op volledigheid en op de gestelde kwaliteitseisen. In paragraaf 3.2 wordt een overzicht gegeven van de datasets die zijn gebruikt voor de afleiding van de tijdelijke achtergrondwaarde. Bijlage 1 geeft een overzicht van de harmonisatie en verwerking van datasets.

In dit hoofdstuk worden verschillende begrippen gebruikt voor de duiding van gegevens in de database:

- Monsterlocatie: locatie van bemonstering op één of meer dieptes;
- Monsterpunt: monster op een specifieke diepte;
- Datapunt: parameter zoals een concentratie of het gehalte organisch stof voor een monsterpunt.

3.2 Overzicht van gebruikte gegevens

Tabel 3.1 geeft een overzicht van de data die is gebruikt voor de afleiding van tijdelijke achtergrondwaarden. Enkele van de ontvangen datasets zijn na overleg met de afzender samengevoegd. Voor deze samenvoeging zijn de volgende criteria gehanteerd:

- De onderzoeken zijn in dezelfde regio uitgevoerd;
- De onderzoeken zijn in dezelfde tijdsperiode uitgevoerd;
- De onderzoeken zijn met eenzelfde onderzoeksopzet uitgevoerd.

Van de 20 datasets zijn er in totaal drie samengevoegd.

Tabel 3.1. Aangeleverde datasets en aantallen metingen (uniek per locatie en diepte) voordat verdere selectie plaatsvond. Totaal aantal monsterpunten: 1523

Datum
28 november 2019

Nr	Code	Eigenaar	Aantal monsterpunten
1	NH1	Noord Holland	332
2	DR1	Drenthe	33
3	ZH1	Zuid Holland	56
4	HM1	Helmond	207
5	CNIJM1	Nijmegen ^a	60
6	LUT1	Utrechtse gemeenten ^a	246
7	PUT1	Provincie Utrecht 1 ^a	43
8	UT5	Provincie Utrecht 2	78
9	UTg1	Gemeente Utrecht 1	43
10	UTg2	Gemeente Utrecht 2	60
11	NB1	Noord Brabant 1	34
12	NB2	Noord Brabant 2	40
13	TNZ1	Terneuzen	8
14	ZL1	Zeeland	33
15	GR1	Provincie Groningen	70
16	FR1	Friesland 1	5
17	FR2	Friesland 2	3
18	IJS1	IJsselland 1	107
19	GLD1	Gelderland	56
20	LIM1	Limburg	9

a) Samengevoegde datasets

3.3 Selectie van datasets voor de afleiding van achtergrondwaarden

Datasets die niet voldeden aan de eisen uit paragraaf 3.1 werden niet gebruikt voor de afleiding van tijdelijk achtergrondwaarden. Hierop is in enkele gevallen een uitzondering gemaakt wanneer geen andere data beschikbaar waren voor een gebied, of wanneer voor een deel van de monsterpunten onvolledige data waren aangeleverd. De onvolledigheden in de meegenomen datasets staan beschreven in Tabel 3.2.

In 9 datasets ontbraken (een deel van) de organisch stofgehalten, in 6 datasets ontbraken (een deel van) de xy-coördinaten. Er is gekozen om deze data wel mee te nemen in de analyse. In totaal zijn voor 81% van de datapunten xy-coördinaten aanwezig en is voor 81% van de datapunten een organisch stofgehalte aanwezig.

Een deel van de aangemelde bodemonderzoeken bleek te bestaan uit partijkeuringen of werd niet aangeleverd in een verwerkbaar format. Over het algemeen ging het daarbij om kleine aantallen monsterpunten.

Naast de selectiecriteria uit paragraaf 3.1 was niet voor iedere dataset uit te sluiten dat de concentraties in de monsters beïnvloed waren door een puntbron. Om deze reden zijn de datasets voor Lopik (62 datapunten, onderdeel van dataset LUT1, Tabel 3.1) komen te vervallen. In deze kleine dataset kwamen met name voor PFOA relatief veel concentraties voor die sterk verhoogd zijn ten opzichte van de waarden in de totale dataset.

Tabel 3.2. Onvolledigheden in de aangeleverde datasets

Dataset	Opmerking	Datum
Helmond	Geen xy-coördinaten, onvolledig organisch stof	28 november 2019
Utrechtse gemeenten	Onvolledige xy-coördinaten	
Zuid Holland	Onvolledige xy-coördinaten	
Terneuzen	Geen organisch stof	
Zeeland	Geen organisch stof	
IJsselland	Geen organisch stof	
Provincie Utrecht 1	Geen organisch stof	
Provincie Utrecht 2	Onvolledig organisch stof	
Gelderland	Onvolledige xy-coördinaten, geen organisch stof	
Friesland 1	Geen xy-coördinaten, geen organisch stof	
Friesland 2	Geen xy-coördinaten, geen organisch stof	

3.4 Bewerkingsstappen voor opname in de database

3.4.1 Algemeen

De aangeleverde gegevens uit de verschillende spreadsheetbestanden zijn ingevoerd in één database. De meetgegevens voor PFOS en PFOA zijn daarbij altijd overgenomen uit het originele bestand.

Voor de overige PFAS verbindingen geldt dat deze zijn meegenomen wanneer de meetgegevens beschikbaar zijn. Prioriteit is hierbij gegeven aan de stoffen PFBA, PFhPA, PFHxS en 6:2 FTS omdat deze stoffen in meerdere datasets in meer dan 25% van de monsters boven bepalingsgrens gemeten zijn.

3.4.2 Omgaan met bepalingsgrenzen

In de meeste datasets worden waarden beneden de bepalingsgrens aangeduid met een '<' of '-' voorafgaand aan de bepalingsgrens. In enkele datasets worden er voor veel monsters meetwaarden ter hoogte van de bepalingsgrens uit het Tijdelijk handelingskader PFAS van 0,1 µg/kg droge stof (Ministerie van IenW, 2019) vermeld, zonder het 'kleiner dan' teken. Ook deze waarden zijn beschouwd als kleiner dan de bepalingsgrens.

Alvorens de gegevens statistisch te kunnen bewerken zijn de 'kleiner dan' waarden omgerekend tot 'rekenwaarden' door de 'kleiner dan' waarden te vermenigvuldigen met een factor 0,7. Dit is gelijk aan de methodiek die is gehanteerd voor de afleiding van achtergrondwaarden AW2000 (Lamé et al., 2005). Het opnemen van meetwaarden beneden de bepalingsgrens als waarde 0,07 ($0,7 * \text{bepalingsgrens}$, zie figuur 3.1) heeft beperkt invloed op de hoogte van de te bepalen achtergrondwaarde. Immers, de achtergrondwaarde is gebaseerd op een percentielwaarde ruim boven de mediaan.

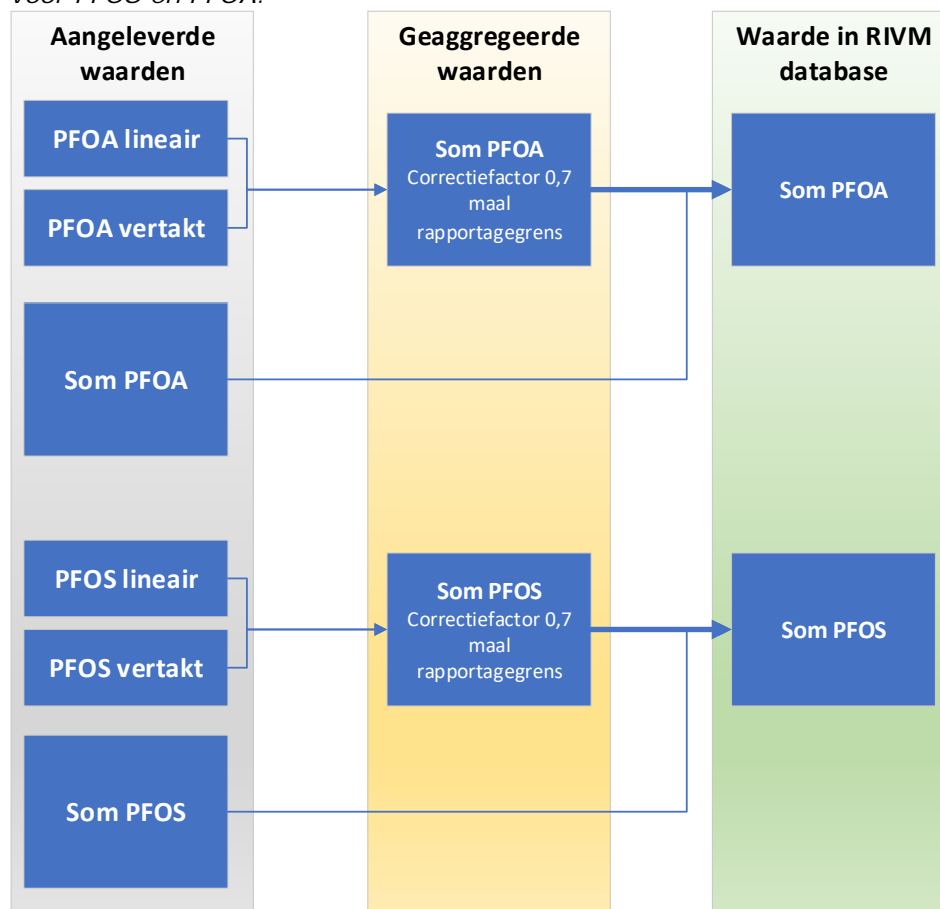
Daarnaast werden de bepalingsgrenzen in de dataset voor Zuid Holland gerapporteerd als '0', waardoor de hoogte van de bepalingsgrens niet bekend was. Voor deze dataset zijn alle '0' waarden overgenomen als de algemeen geldende bepalingsgrens '<0.1'. Als gevolg hiervan gaat eventuele informatie over verhoogde bepalingsgrenzen binnen deze dataset verloren. Het effect hiervan op de berekende percentielwaarden is naar verwachting gering.

3.4.3 Somwaarden voor PFOS en PFOA

Datum
28 november 2019

Afhankelijk van de dataset zijn PFOS en PFOA gerapporteerd als concentratie van de vertakte en lineaire isomeren of als de som van beiden. Om alle concentraties uit te drukken in somwaarden, zijn de concentraties voor de vertakte en lineaire isomeren voor PFOS en PFOA eveneens gesommeerd en overgenomen in de database. Hierbij is rekening gehouden met waarden onder bepalingsgrens door een correctiefactor van 0,7 maal de bepalingsgrens toe te passen wanneer één van de isomeren als 'onder bepalingsgrens' gemeten is. In enkele datasets zijn zowel de somwaarden als de waarden voor de vertakte en lineaire isomeren gerapporteerd. In dat geval krijgen de door ons berekende somwaarden voorrang. Figuur 3.1 geeft weer op welke wijze aangeleverde waarden zijn geaggregeerd en hoe somwaarden zijn vastgesteld.

Figuur 3.1 Schematische weergave van de bepaling van de somwaarde voor PFOS en PFOA.



Figuur 3.1 laat zien dat per monsterpunt ofwel de gemeten concentraties van de vertakte en lineaire isomeren van PFOS en PFOA worden

gesommeerd en daarna zijn meegenomen in de database, of de gerapporteerde somwaarde uit de dataset rechtstreeks is meegenomen. De bepalingsgrenzen zijn in de dataset opgenomen na vermenigvuldiging met een factor 0,7. Dit betekent dat de minimale geaggregeerde concentratie voor som-PFOS en som-PFOA 0,14 (0,07+0,07) µg/kg droge stof bedraagt, als beide typen isomeren onder de bepalingsgrens zijn aangetroffen.

Datum
28 november 2019

3.5 Koppeling van meetwaarden aan bodemtype, -gebruik en de nabijheid van PFAS bronnen en activiteiten

Op basis van locatiegegevens werden de monsterpunten in de database aangevuld met informatie over bodemtype (WUR, 2012) en bodemgebruik (CBS, 2015). Tabel 3.3 en 3.4 geven een overzicht van de bodemtypes en landgebruiken die zijn geïdentificeerd binnen de dataset.

Tabel 3.3. Bodemtypes op basis van bodemtypenkaart WUR (2012) (n totaal=1461)

Bodemtype	Aantallen monsterpunten
Klei	174
Lemige grond	3
Lemige zandgrond	110
Veen	211
Zand	309
Zandleemgrond	147
Zware klei	224
Onbekend (geen coördinaten)	283

Tabel 3.4. Landgebruiken en landgebruikscategorieën op basis van CBS (2015) (n totaal=1461)

Landgebruikscategorie	Aantallen monsterpunten
Landelijk	539
Natuurlijk	161
Stedelijk	377
Industrieel	66
Delfstofwinning	2
Overig	33
Onbekend (geen coördinaten)	283

De monsterpunten werden verder aangevuld met de afstanden en hoeken ten opzichte van mogelijk PFAS-gerelateerde activiteiten (potentiële bronnen). Tabel 3.5 geeft een overzicht van activiteiten uit de Basisregistratie Handelsregister (KvK NHR, 2018) die hiervoor zijn gebruikt. De locaties van deze potentiële bronnen komen voor een groot deel uit dit Handelsregister (NHR). Hierbij is voor iedere activiteit een afweging gemaakt welke activiteit een potentiële bron kan zijn. Uitgangspunt was hierbij de SBI code (Standaard BedrijfsIndeling) zoals die in het Handelsregister wordt genoemd. Daarnaast is Chemours aan de lijst toegevoegd, deze locatie wordt algemeen beschouwd als (historische) puntbron.

Het gaat hier nadrukkelijk om een snelle eerste inventarisatie op basis van beschikbare informatie, zonder hierbij uitputtend te kunnen zijn. In opdracht van het Ministerie van IenW worden op dit moment verschillende onderzoeken naar bronnen van PFAS uitgevoerd. De resultaten uit deze onderzoeken kunnen mogelijk in een later stadium gebruikt worden om nogmaals de relatie tussen bronnen van PFAS en het voorkomen van deze stoffen in grond te onderzoeken

Datum
28 november 2019

Tabel 3.5. (Mogelijk) PFAS verdachte activiteiten

Activiteit	Aantal activiteiten in NL	Bron/ Sbi code hoofdactiviteit uit NHR
Chemours Dordrecht	1	Op basis van adres
Afvalverbrandingsinstallaties	13	https://www.afvalcirculair.nl/onderwerpen/helpdesk-afvalbeheer/publicaties/downloads/downloads-0/afvalverwerking-8/
Brandweerkazernes	690	Brandweer (8425)
Metaalbewerking	2360	Oppervlaktebehandeling en bekleding van metaal (2561), Algemene metaalbewerking (2562)
Textielindustrie	3231	Vervaardiging van textiel (13), Vervaardiging van kleding (14), Vervaardiging van leer, lederwaren en schoenen (15)
Mliegvelden	40	Landgebruikkaart CBS (2015)
Stortplaatsen	388	Landgebruikkaart CBS (2015)

3.6 Kenmerken database na eerste selectie

Na de harmonisatie- en selectie-stappen zijn in totaal 1461 monsterpunten meegenomen verspreid over 11 provincies. Tabel 3.6 geeft de verdeling van de monsterpunten over de provincies weer. Hier zijn ook de monsterpunten in meegenomen waar geen xy-coördinaten voor gerapporteerd waren, maar waar uit de meta informatie af te leiden was in welke provincie bemonsterd is. Tabel 3.7 geeft het aantal datapunten voor de belangrijkste parameters (stofconcentraties en bodemeigenschappen) weer. In dit aantal zijn ook de metingen meegenomen waar minder dan de bepalingsgrens is aangetoond.

Tabel 3.6. Aantal monsterpunten per provincie na data harmonisatie en -selectie (inclusief datapunten waar geen xy-coördinaten voor zijn gerapporteerd).

Datum
28 november 2019

Provincie	Aantal monsterpunten
Noord Holland	332
Zuid Holland	56
Zeeland	41
Groningen	70
Noord Brabant	281
Gelderland	116
Overijssel	107
Utrecht	408
Limburg	9
Friesland	8
Drenthe	33
Totaal	1461

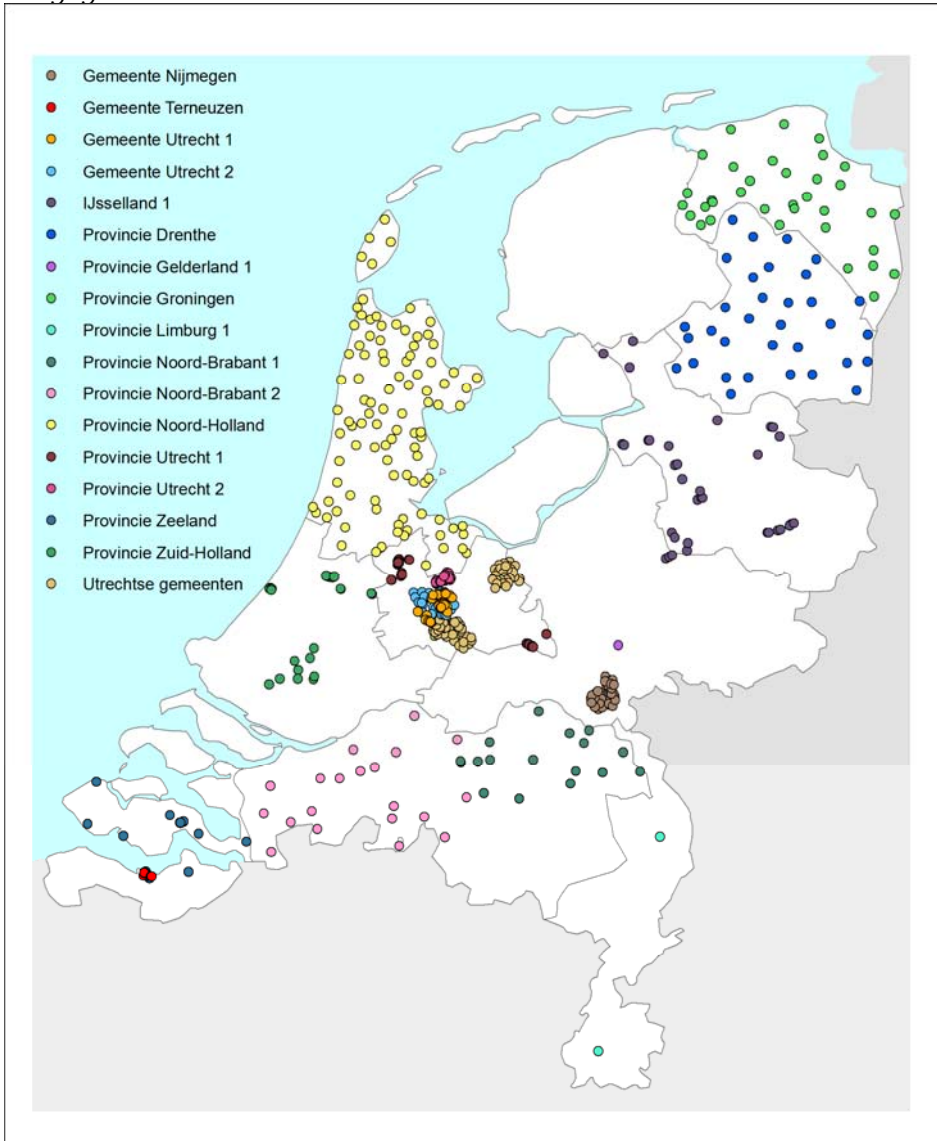
Tabel 3.7. Aantallen gerapporteerde datapunten

Parameter	Aantal waarnemingen
PFOS lineair	978
PFOS vertakt	978
PFOS som	496
PFOA lineair	976
PFOA vertakt	978
PFOA som	496
PFBA	1271
PFHxS	1200
PFHpA	1194
xy-coördinaten	1178 (595 unieke locaties)
Gehalte organisch stof	1158

De locaties van monsterpunten met xy-coördinaten zijn uitgezet op een kaart van Nederland om de geografische spreiding van de monsterlocaties inzichtelijk te maken (figuur 3.2).

Figuur 3.2. Locaties datapunten per dataset (595 locaties). Voor de provincies Zuid-Holland (7), Noord-Brabant (207, Helmond), Gelderland (53), Overijssel (4), Utrecht (4), Friesland (8) zijn monsterpunten opgenomen in de totale dataset die niet zijn weergegeven op de kaart door het ontbreken van xy-coördinaten. De aantallen zijn tussen haakjes aangegeven.

Datum
28 november 2019



4. Gegevensanalyse

Datum
28 november 2019

4.1 **Rekenwijze voor afleiding achtergrondwaarden: op basis van kenmerken per dataset of uitgaande van de gehele dataset**

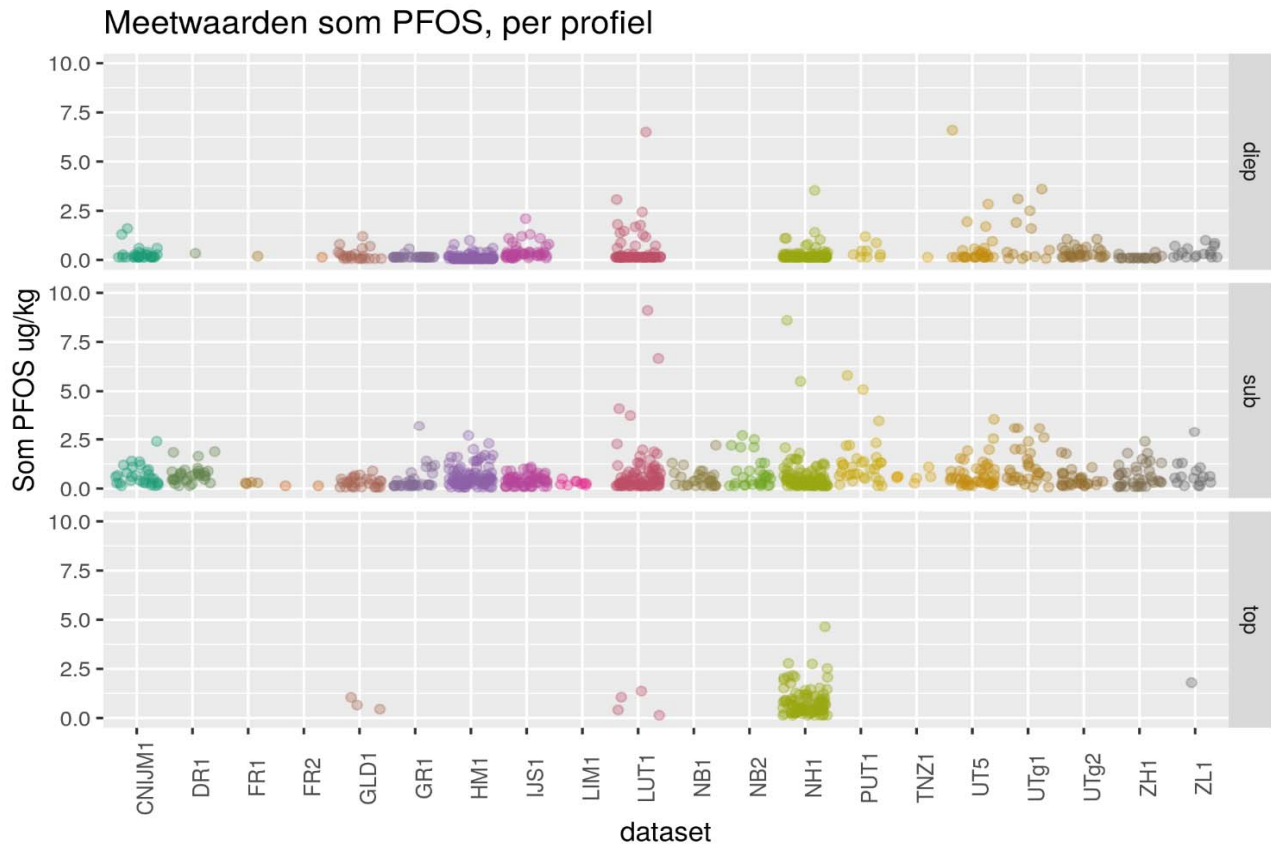
De datasets zijn aangeleverd bij het loket PFAS@rivm.nl. Een dataset vormt een logische eenheid die als vertrekpunt kan dienen voor de verdere analyse en berekening van de achtergrondwaarden. Een deel van de datasets vormt een samenhangende verzameling monsters die tot stand is gekomen binnen één onderzoeksopzet, bijvoorbeeld een onderzoek met als doel de vaststelling van regionale achtergrondwaarden of een bodemkwaliteitskaart. Een ander deel van de datasets is onderdeel van een groter geheel van monsters die binnen één regio en onderzoeksopzet tot stand zijn gekomen. Wanneer dit bekend was zijn deze datasets samengevoegd (zie Hoofdstuk 3). Tenslotte zijn enkele datasets juist het resultaat van een compilatie van onderzoeken uit een regio die geen verband houden met elkaar. Er is geen poging ondernomen om deze datasets op te splitsen, aangezien de daarvoor benodigde informatie (bijvoorbeeld naam van het onderzoek, locatie, onderzoeksbureau, etc.) in de samengestelde datasets niet compleet was.

Van elke afzonderlijke dataset zijn statistieken bepaald en is de verdeling van gegevens beoordeeld. Figuren 4.1a/b tonen de spreiding voor de parameter PFOS en PFOA per dataset voor de drie categorieën van dieptetrajecten.

De figuren 4.1a en b moeten als volgt worden gelezen: Op de x-as staan de aangeleverde datasets. Op de y-as staan voor som PFOS (4.1a) en voor som PFOA (4.1b) de gemeten bodemgehalten in µg/kg droge stof respectievelijk van onder naar boven zijn dit de gehalten in de top laag, de sub-laag en de diepe-laag. Zie Tabel 4.1. voor de indeling naar diepte van bemonstering.

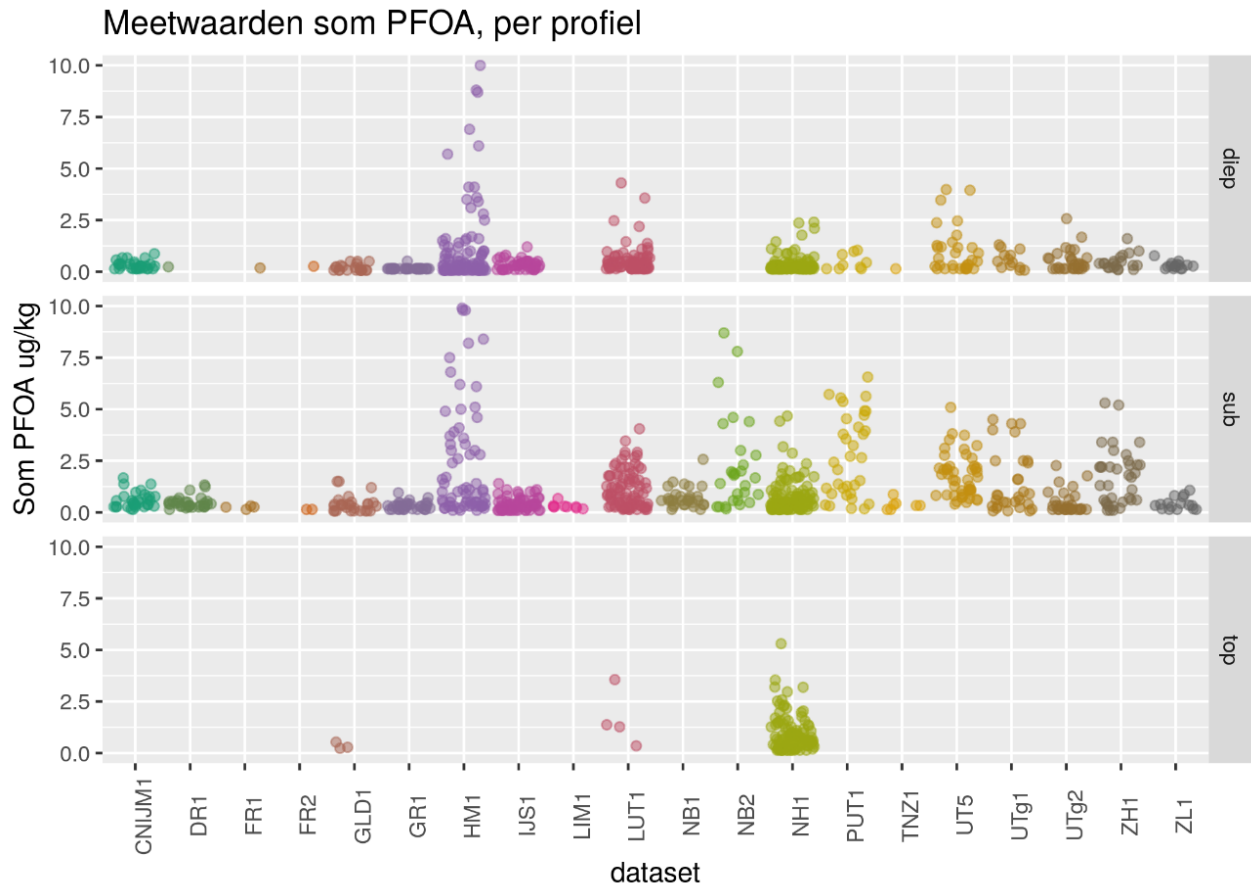
Figuur 4.1a. Verdeling van concentraties som PFOS per dataset voor drie categorieën van bemonsteringsdiepten (zie paragraaf 4.2). De punten zijn gespreid over de x-as ten behoeve van de zichtbaarheid. Waarden groter dan 10 µg/kg zijn in verband met de leesbaarheid van de figuur niet weergegeven. De figuren 4.2a en 4.2b geven inzicht in de hogere concentraties.

Datum
28 november 2019



Figuur 4.1b. Verdeling van concentraties PFOA per dataset voor drie klassen van dieptetrajecten. Waarden groter dan 10 µg/kg zijn niet weergegeven. De punten zijn gespreid over de x-as ten behoeve van de zichtbaarheid.

Datum
28 november 2019



Bijlage 2 bevat tabellen met de belangrijkste karakteristieken van de verdelingen van concentraties voor de parameters som-PFOS en som-PFOA voor de afzonderlijke datasets. Deze variëren in aantallen waarnemingen en in de gemeten concentraties. Vanwege de verschillen in onderzoekopzet of de onduidelijkheden hierover kan vanuit statistisch oogpunt niet worden geconcludeerd of de datasets zondermeer mogen worden samengevoegd. Een verdere analyse op basis van de afzonderlijke datasets zou echter leiden tot een verzameling van parameters (één voor iedere dataset), waaruit arbitrair een waarde gekozen zou moeten worden om per stof tot een enkel getal voor de tijdelijke achtergrondwaarde te komen.

Er is daarom gekozen voor het samennemen van de datasets. Door het samennemen van de datasets is één waarde af te leiden op basis van de volledige dataset, waarvoor ook een betrouwbaarheidsinterval is vast te stellen.

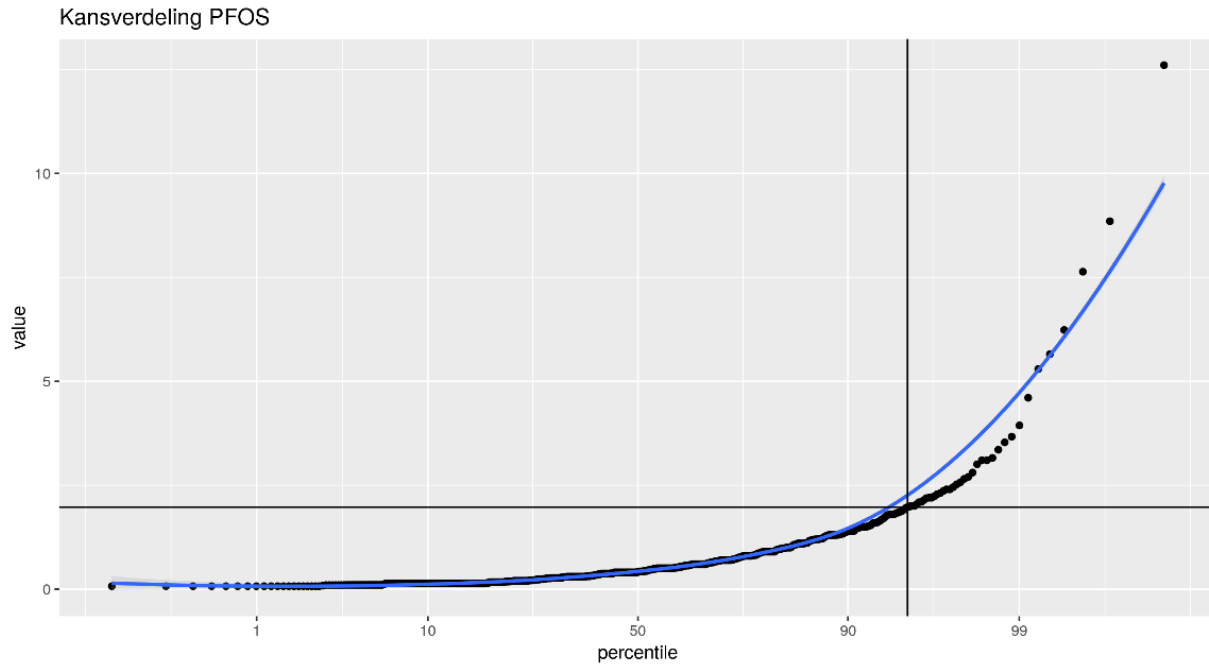
Er zijn verschillende manieren om dit type gegevensverzamelingen te benaderen. In het kader van deze analyse zijn de verdelingen beschreven op basis van niet-parametrische methoden. Hierbij zijn rank-order-statistics direct afgeleid maar ook benaderd door middel van een zogenaamde 'bootstrapping' techniek. Als controle van de bootstrapping is verondersteld dat de data log-normaal verdeeld is. Percentielen zijn vervolgens geschat door middel van een log-normaal-verdelingsmodel. Bootstrapping verdeling levert empirische betrouwbaarheidsintervallen op van de gekozen percentiel, waar gezien de samengestelde aard van de datasets de voorkeur aan wordt gegeven. De resultaten van de verdelingsmodellen worden via de RIVM website beschikbaar gesteld.

Datum
28 november 2019

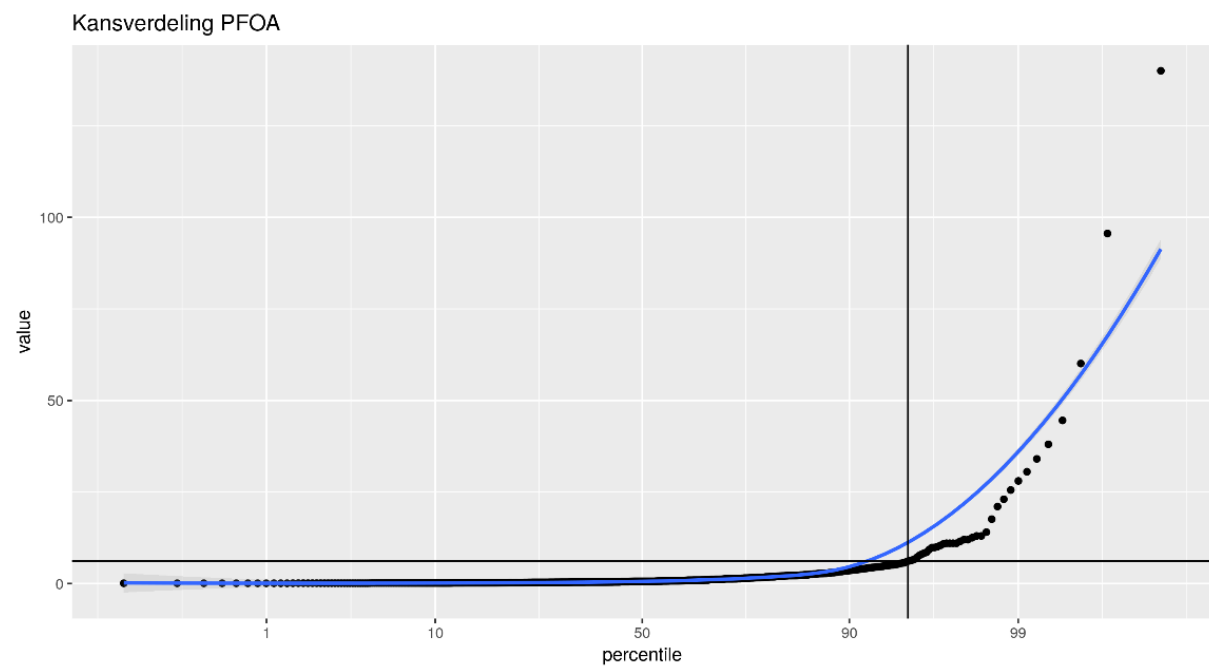
Figuur 4.2a geeft een beeld van de verdeling van concentraties van de som-PFOS in de dataset. Het beeld voor som-PFOA is vergelijkbaar (Figuur 4.2b). We zien een lange staart links in de verdeling die wordt gevormd door concentraties die zijn bepaald rond de bepalingsgrens. Aan de rechterkant van de verdeling zien we een aantal uitbijters die het gevolg zijn van de aanwezigheid van bronnen nabij de monsterlocaties. Voor een deel gaat dit om geïdentificeerde bronnen (zie paragraaf 4.3). Niet uitgesloten kan worden dat er ook niet-geïdentificeerde bronnen tot uitbijters leiden. Merk op dat in deze en de volgende figuren nog alle waarnemingen voor PFOA zijn opgenomen. In paragraaf 4.3 wordt beschreven hoe een subselectie wordt gemaakt van de waarnemingen voor PFOA voor de bepaling van de tijdelijke achtergrondwaarde, in verband met de aantoonbare aanwezigheid van puntbronnen.

Figuur 4.2a. Verdeling concentraties som-PFOS in de totale (ongefilterde) dataset voor de laag 0-50cm-mv ('sub'). De x-as geeft de percentielwaarde aan, op de y-as staat de concentratie. De zwarte lijnen geven de 95 percentiel aan, de blauwe lijn is een non-parametrisch regressie model.

Datum
28 november 2019



Figuur 4.2b. Verdeling concentraties som-PFOA in de totale dataset voor de laag 0-50cm-mv ('sub'). De zwarte lijnen geven de 95 percentiel aan.



4.2 Gevoeligheidsanalyse van parameters uit de dataset

Datum
28 november 2019

Om een indruk te krijgen van de relatie tussen de hoogte van de concentraties en relevante parameters in de dataset zijn zogenaamde jitter en scatter plots gemaakt van de concentraties en de volgende parameters om deze relaties te kunnen duiden:

- Het organisch stofgehalte;
- Het dieptetraject;
- De landgebruikscategorie;
- Het bodemtype;
- De afstand en hoek tot mogelijke bronnen van PFAS.

Organisch stof

De relatie tussen concentraties en het organisch stofgehalte in de bodem is van belang om te bepalen of een bodemtypecorrectie op basis van organisch stof aan de orde is. Figuur 4.3a en 4.3b maken inzichtelijk dat er geen reden om aan te nemen dat de relatie tussen organisch stof en de som-PFOS of de som-PFOA relevant is.

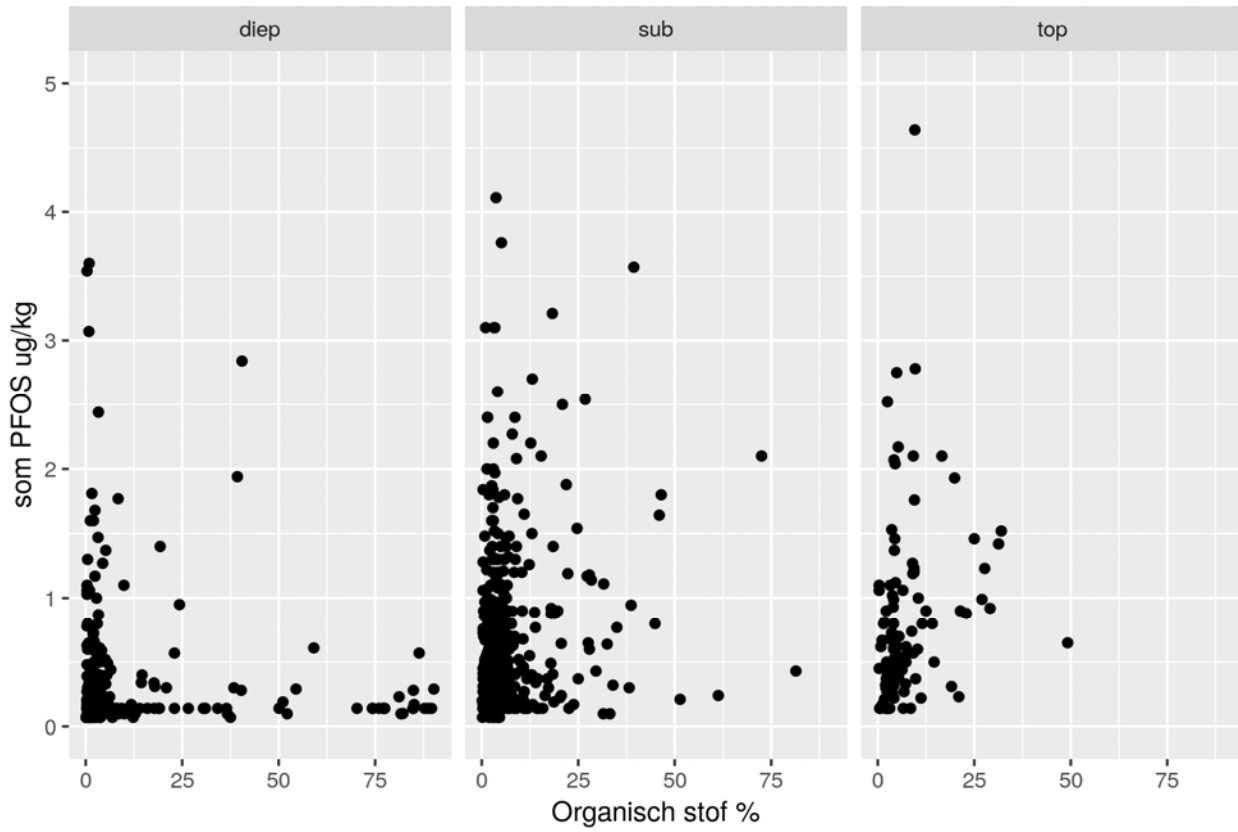
Met regressiemodellen is de relevantie getoetst. De verklaarde variantie van organisch stof op de som PFOS is ongeveer 8%, voor PFOA was het minder dan 1%. Omdat duidelijk uitbijters zichtbaar zijn is ook een robuust LQS (Least Quantile Squares) model opgesteld. De richtingscoëfficiënten van organisch stof waren in deze modellen nagenoeg nul. Als aangenomen wordt dat de data log-normaal verdeeld is, dan is op basis van log-getransformeerde data de verklaarde variantie van organisch stof hoger, 29% voor de som-PFOA en 24% voor de som PFOS. De regressiemodellen zijn echter onvoldoende nauwkeurig om de relatie van organisch stof en som-PFOS en som-PFOA te beschrijven.

Omdat organisch stof de variatie in som-PFOS en som-PFOA onvoldoende kan verklaren wordt geadviseerd geen correctie toe te passen voor organisch stof.

Figuur 4.3a. Waarnemingen parameter organisch stof vs PFOS

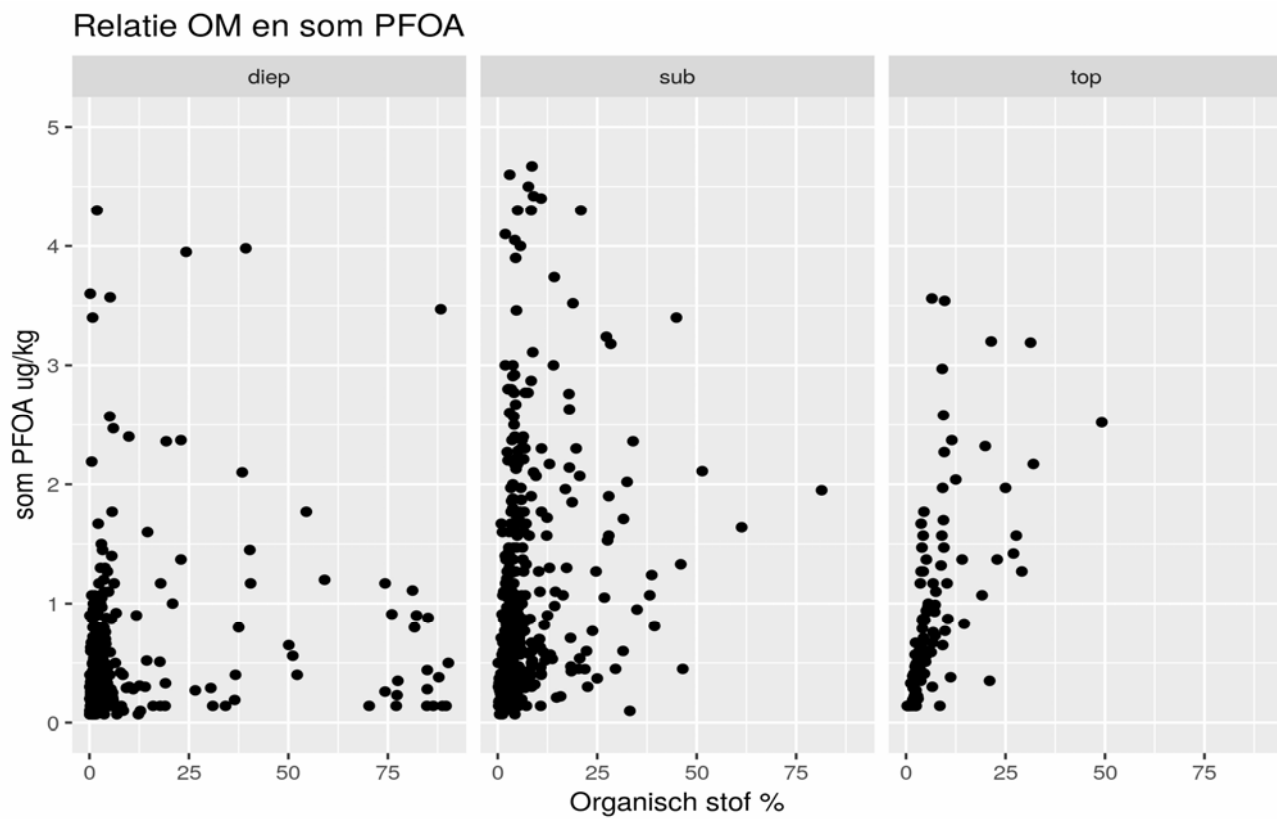
Datum
28 november 2019

Relatie OM en som PFOS



Figuur 4.3b. Waarnemingen parameter organisch stof vs PFOA

Datum
28 november 2019



Bemonsteringsdiepte

De diepte (dieptetrajecten) waarbinnen de monsters uit de verschillende datasets zijn bemonsterd variëren voor de verschillende datasets. In de samengestelde dataset is een classificatie aangebracht waarmee de monsters op basis van de diepte zijn gebundeld in drie groepen.

De figuren 4.1a en 4.1b tonen de verdeling van concentraties van respectievelijk som-PFOS en som-PFOA voor de drie categorieën van dieptetrajecten.

Tabel 4.1. Indeling naar diepte

Groep	Dieptetrajecten (cm-maaiveld, cm-mv)	Opmerking
Top	0-10	Vrijwel alleen locaties van provincie Noord Holland
Sub	0- 50	Alle monsters uit trajecten tussen 0 en 50 cm-mv (met uitzondering van Noord Holland, waarvan de monsters van 10-50cm-mv zijn gebruikt).
Diep	50 – 100	Alle trajecten dieper dan 50cm-mv.

Datum
28 november 2019

Voor de bepaling van de achtergrondwaarden is gebruik gemaakt van de laag 'sub', met monsters afkomstig uit het traject tussen 0 en 50 cm-mv, met uitzondering van de monsters uit het achtergrondwaardenonderzoek van de provincie Noord Holland, waarvoor zowel monsters uit het traject van 0-10 cm-mv als het traject van 10-50 cm-mv beschikbaar waren. Uit dit onderzoek zijn de monsters uit het traject tussen 10 en 50 cm-mv gebruikt. De figuren 4.4a en 4.4b tonen per dataset de spreiding voor de parameters som-PFOS en som-PFOA voor de drie categorieën van dieptetrajecten.

De classificatie uit Tabel 4.1 is gekozen om de beschikbare onderzoeken die hebben plaatsgevonden in de bovenste halve meter zo goed mogelijk te combineren op vergelijkbaarheid van de dieptetrajecten. De achtergrondwaarden gebaseerd op het AW2000 onderzoek zijn eerder bepaald op basis van monsters uit de bovengrond: het traject van 0-10 cm-mv (Lamé et al. 2005, NOBO 2008).

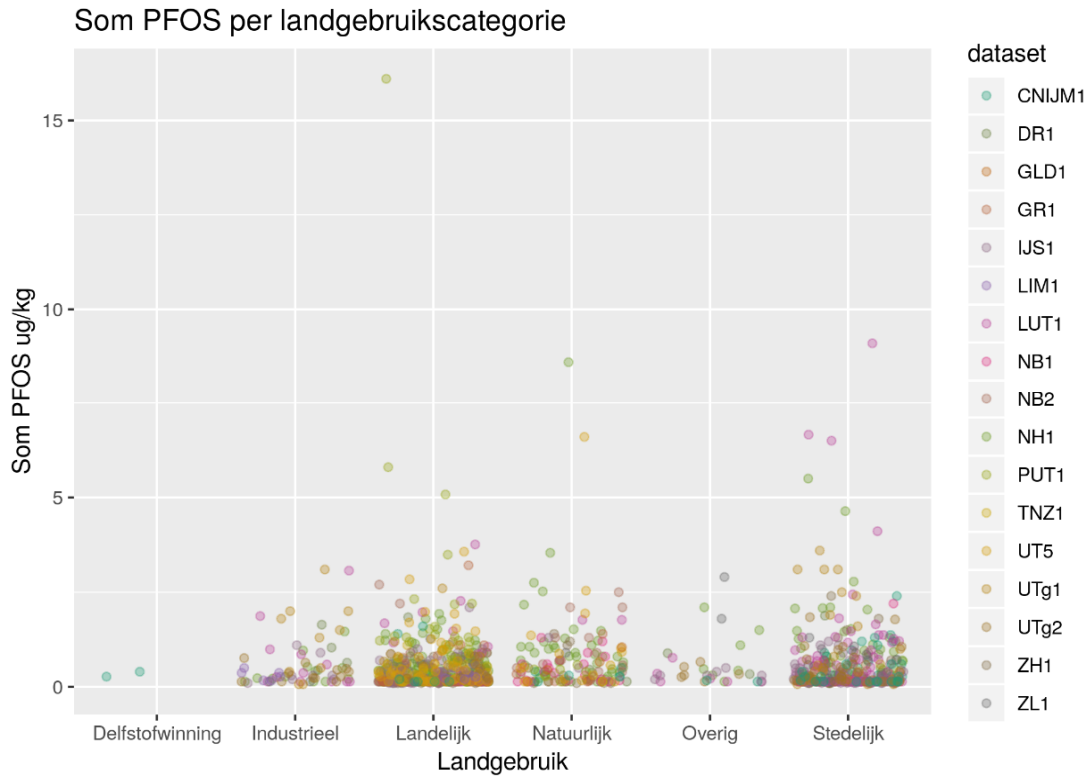
De afleiding van een tijdelijke achtergrondwaarde voor PFAS is gebaseerd op de dataset afkomstig van een bemonsteringsdiepte tussen 0 en 50 m-mv, waardoor alle locaties uit de geselecteerde datasets kunnen worden gebruikt. Dit is een praktische keuze om voor zoveel mogelijk van de beschikbare monsterlocaties over monsterpunten uit de bovengrond te kunnen beschikken ten behoeve van de berekening van tijdelijke achtergrondwaarden.

Een deel van de datasets vertoont voor som-PFOS en som-PFOA een mogelijke relatie met de bemonsteringsdiepte. In dieper genomen monsters worden doorgaans lagere concentraties aangetroffen. Dit is een beeld dat past bij een diffuse aanrijking als gevolg van atmosferische depositie.

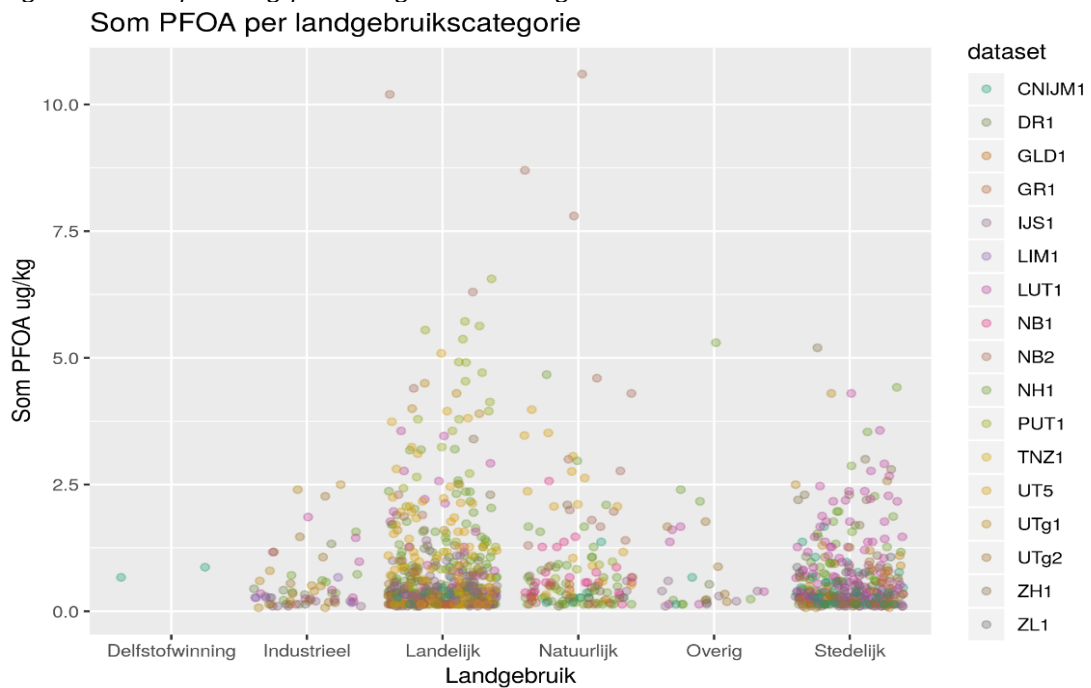
Landgebruikscategorie

De concentraties voor som-PFOS en som-PFOA tonen geen duidelijk relatie met de landgebruikscategorie op basis van statistische analyse (Figuren 4.4a en 4.4b). Datapunten die op basis van WUR (2012) in landbouw- of natuurgebied zijn gelegen laten geen structureel lagere concentraties zien dan datapunten afkomstig van andere locaties. Op basis van deze constatering is besloten om geen onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van landgebruik in de dataset.

Figuur 4.4a. Spreiding per landgebruikscategorie voor som-PFOS



Figuur 4.4a. Spreiding per landgebruikscategorie voor som-PFOA



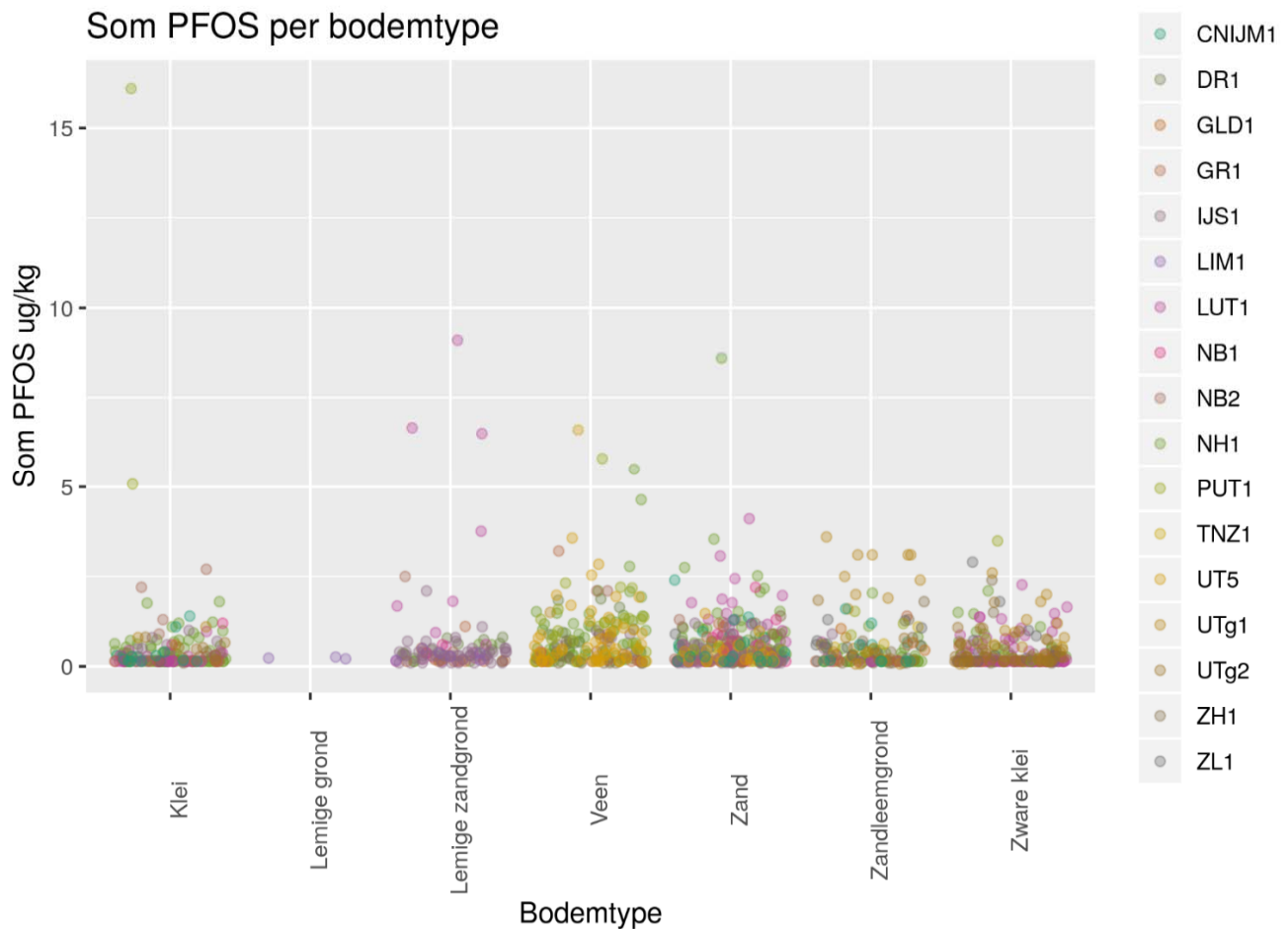
Bodemtype

De concentraties voor PFOS en PFOA in de totale dataset tonen geen duidelijke relatie met het bodemtype (Figuur 4.5a en b). De concentraties som-PFOA van de monsters afkomstig uit veengronden zijn licht verhoogd ten opzichte van de overige bodemtypes. Dit kan betekenen dat PFOA sterker bindt aan veengronden. Een andere mogelijke verklaring is de verstoring van metingen door humuszuren. Om dit duidelijk te maken wordt de komende tijd onderzoek gedaan naar de meetnauwkeurigheid en reproduceerbaarheid (zie Hoofdstuk 5).

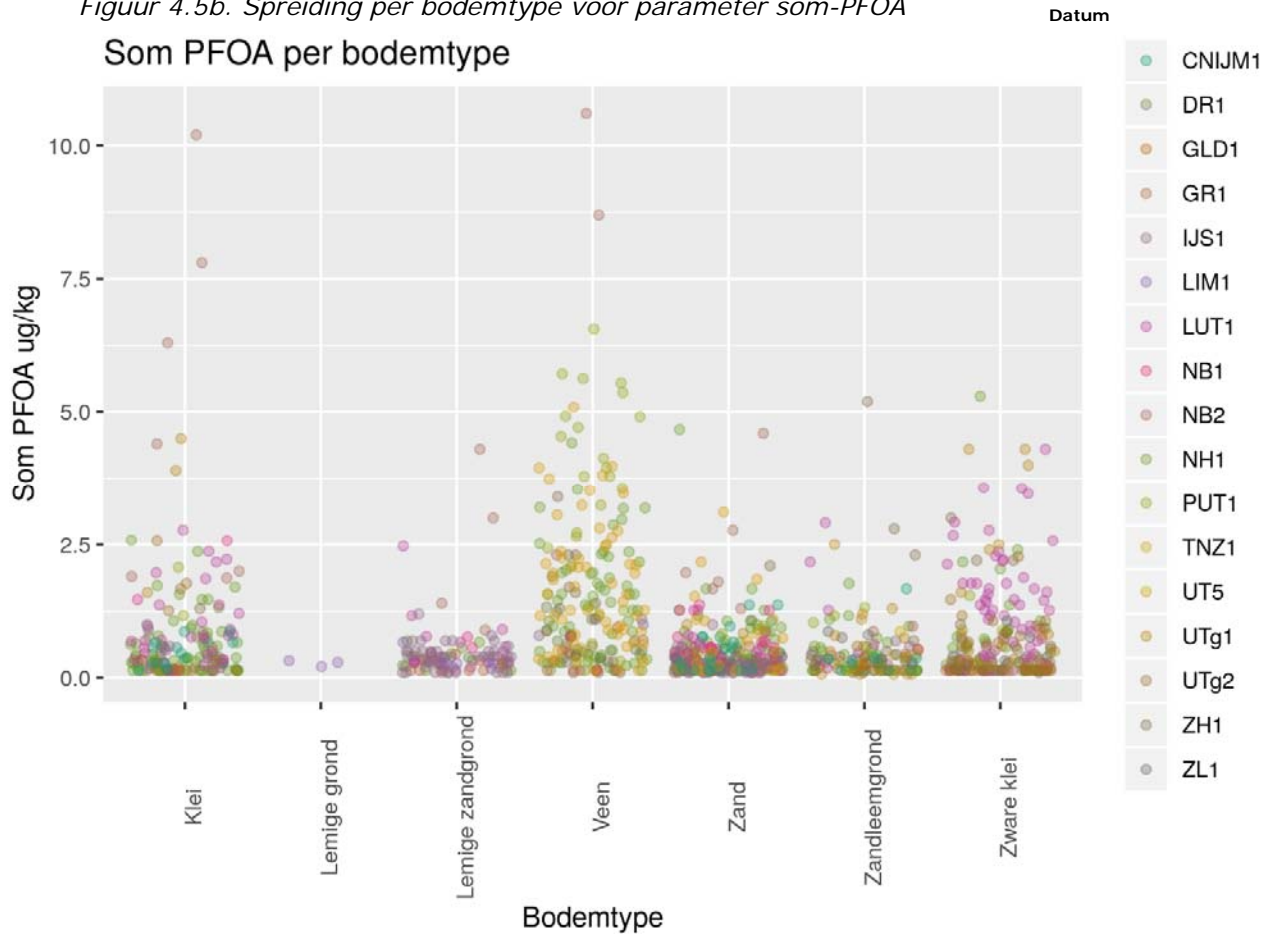
Vooralsnog is besloten om geen onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van bodemtypen in de dataset.

Datum
28 november 2019

Figuur 4.5a. Spreiding per bodemtype voor parameter som-PFOS



Figuur 4.5b. Spreiding per bodemtype voor parameter som-PFOA



Afstand tot mogelijke bronnen

De dataset laat een duidelijke relatie zien tussen het concentratieverloop van PFOA in de bovengrond en de afstand tot Chemours in Dordrecht. Figuur 4.6a en b toont de concentraties van respectievelijk PFOA en PFOS afgezet tegen de afstand tot Chemours. De figuur bevestigt het beeld dat de bodem rondom Chemours in de loop der tijd is aangereikt met PFOA via atmosferische depositie.

De overige mogelijke bronnen van PFAS voor bodem uit Tabel 3.5 laten geen duidelijke relatie zien tussen de waargenomen concentraties en de afstanden tot de mogelijke bronnen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het hierbij waarschijnlijk gaat om relatief kleine, lokale bronnen met een kleine invloedssfeer in relatie tot belasting van de bodem. De ruimtelijke verdeling van de meetlocaties in de dataset is bovendien niet tot stand gekomen met het doel om de invloeden van andere puntbronnen op de bodemconcentraties in beeld te brengen.

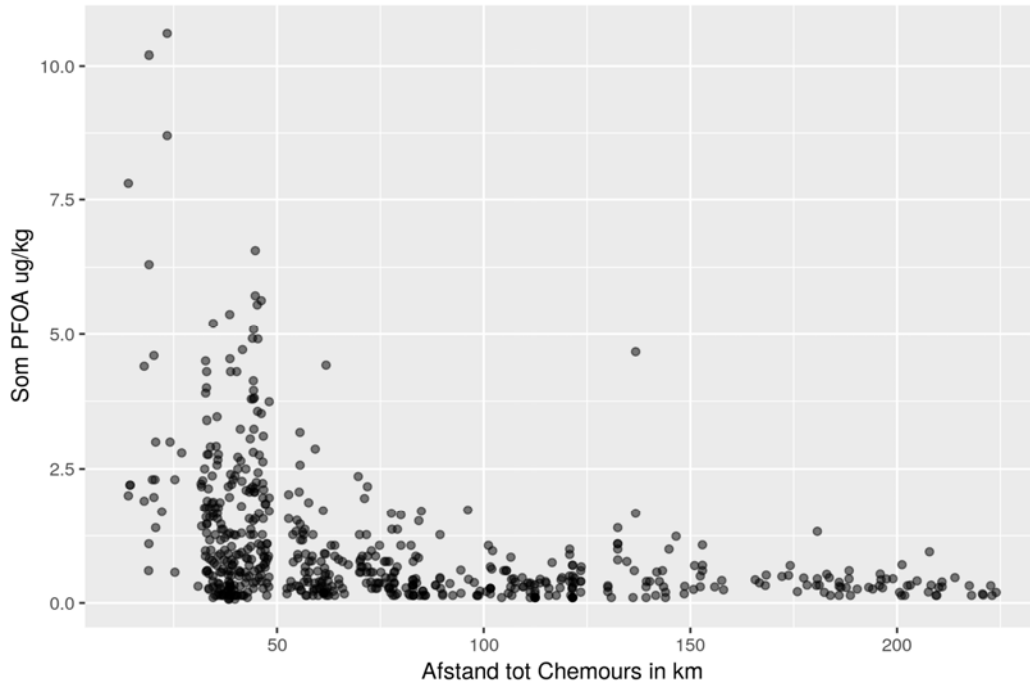
Op basis van bovenstaande constatering is besloten om alleen rekening te houden met de afstand tot Chemours bij de bepaling van de achtergrondwaarde voor PFOA. Met de invloed van de overige (mogelijke) bronnen kon geen rekening gehouden worden. De wijze waarop dit verder uitgewerkt is wordt beschreven in paragraaf 4.3.

Figuur 4.6a. Parameter som-PFOA versus afstand tot Chemours.

Datum

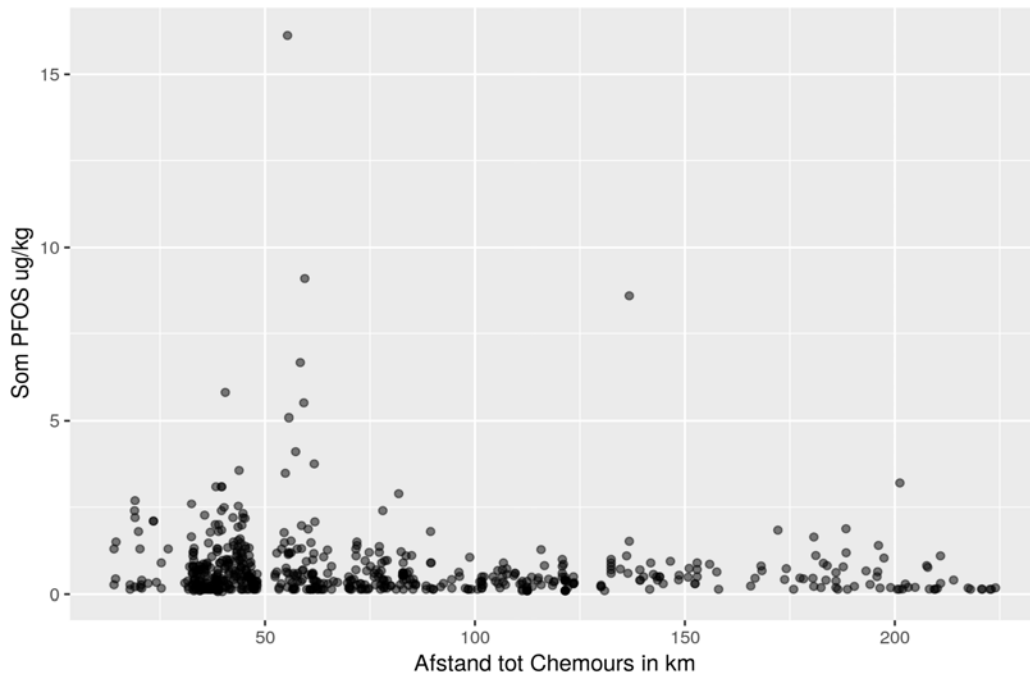
ber 2019

Som PFOA uitgezet tegen afstand Chemours



Figuur 4.6b. Parameter som-PFOS versus afstand tot Chemours.

Som PFOS uitgezet tegen afstand Chemours



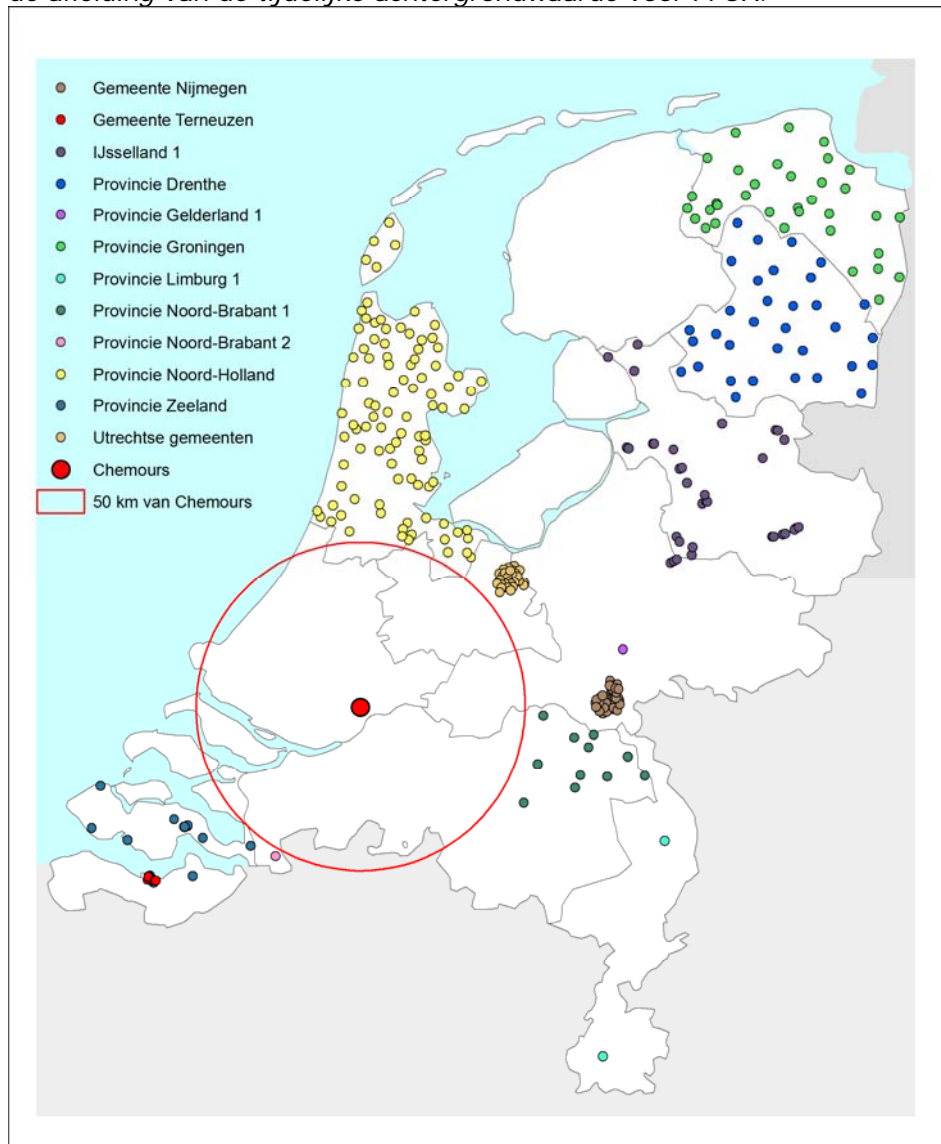
4.3 Omgaan met puntbron Chemours en overige (potentiële) bronnen

Bij de voorselectie van te gebruiken gegevens is geprobeerd om locaties die mogelijk worden beïnvloed door puntbronnen uit te sluiten. Op basis van Figuur 4.6a is besloten om de waarnemingen voor PFOA binnen een straal van 50 km van Chemours niet te gebruiken voor de bepaling van de tijdelijk achtergrondwaarde van PFOA. Tevens is besloten om de datapunten uit de dataset van Helmond niet te gebruiken voor de bepaling van de tijdelijke achtergrondwaarde voor PFOA en GenX. Van Helmond is bekend dat er sprake is geweest van een sterke atmosferische bronbelasting van de directe omgeving met PFOA en GenX. In de dataset voor Helmond komen voor beide stoffen zeer hoge concentraties in de bodem voor in vergelijking met de waarden uit de totale dataset. De waarnemingen voor PFOA in de dataset van Helmond zijn daarom niet gebruikt voor de afleiding van de tijdelijke achtergrondwaarde voor PFOA. Net als voor Chemours is ook in een ruimere straal om Helmond bekeken of de monsterpunten uit de totale dataset door deze bronlocatie beïnvloed zijn. Het lijkt erop dat de ruimtelijke invloedssfeer van de bronbelasting in Helmond relatief gering is geweest, zodat meetpunten wat verder weg wel meegenomen konden worden. Figuur 4.7 toont een kaart van de locaties uit de dataset die zijn gebruikt voor de bepaling van de tijdelijke achtergrondwaarde voor PFOA, dat wil zeggen *exclusief* de locaties in een straal van 50 km rondom Chemours.

Voor de overige mogelijk PFAS-verdachte activiteiten die zijn beschouwd kon geen relatie met de concentraties tussen PFAS en de afstand tot de betreffende activiteiten worden aangetoond. Voor een deel van de uitbijters in de verdelingen van bodemconcentraties kan niet worden uitgesloten dat zij het gevolg zijn van puntbronnen. In een aantal gevallen lijken er zwakke verbanden te zijn tussen de aanwezigheid van bijvoorbeeld brandweerkazernes en vliegvelden en het verhoogd voorkomen van één of meer PFAS verbindingen in de omgeving. Dat verband kan echter ook verklaard worden door de relatieve nabijheid van deze activiteiten tot andere potentiële bronnen in de bebouwde omgeving. De spreiding van meetlocaties in de dataset is niet toereikend om uitspraken te kunnen doen over het verband tussen bodemgehalten en de kleinere bronnen.

Figuur 4.7. Voor de bepaling van de tijdelijke achtergrondwaarde voor PFOA zijn de monsterlocaties binnen een straal van 50 km van Chemours niet gebruikt. Ook de locaties uit de dataset van Helmond (niet zichtbaar op de kaart wegens het ontbreken van coördinaten) zijn niet gebruikt voor de afleiding van de tijdelijke achtergrondwaarde voor PFOA.

Datum
28 november 2019



4.4 Keuze percentielwaarde

De achtergrondwaarde is regulier gebaseerd op de 95-percentiel van de verdeling van concentraties is de bovenste 10 centimeter van bodems waarvan wordt aangenomen dat ze niet zijn beïnvloed door bronnen van bodemvervuiling. Dit zijn de zogenaamde onverdachte bodems. Deze 95-percentiel komt overeen met een kans van 1 op 20 dat een onverdachte bodem alsnog wordt afgekeurd, immers men is nooit zeker dat een bodem ook echt onverdacht is.

Van de dataset die gebruikt is voor dit onderzoek is het niet zeker dat alle monsterlocaties afkomstig zijn uit onbelaste bodems. Het kan daarom ook niet gezien worden als een representatieve steekproef voor onverdachte bodems. Het berekenen van een concentratieniveau dat overeen komt met een kans van 1 op 20 is daarom niet met voldoende betrouwbaarheid vast te stellen. Om meer zekerheid te geven dat de gehanteerde concentratie overeenkomt met een onverdachte bodem, wordt gekozen voor een achtergrondwaarde op basis van de 80-percentiel. Dit laat ruimte voor een kans van 1 op 5 dat monsters uit de dataset beïnvloed zijn door puntbronnen.

Datum
28 november 2019

4.5 Berekening achtergrondwaarden

Tabellen 4.2a en 4.2b tonen de 80-percentielwaarden voor respectievelijk som-PFOS (inclusief de overige PFAS in de dataset) en som-PFOA en daarnaast de belangrijkste statistische karakteristieken van de verdelingen.

Tabel 4.2a. 80 percentielwaarden ($\mu\text{g}/\text{kg}$) en 95% betrouwbaarheidsintervallen voor som-PFOS en de overige PFAS in de gecombineerde dataset (op basis van bootstrapping).

Stof	Aantal waarnemingen	Fractie < bepalingsgrens (lineair)	P80	Bootstrap betrouwbaarheidsintervallen	
				Onder	Boven
Som-PFOS	753	0,20	0,94	0,90	1,0
PFBA	653	0,71	0,42	0,37	0,50
6:2 FTS	223	0,83	0,20	0,20	0,20
PFOSAA	19	0,95			
ADONA	19	0,95			
PFDMOA	18	0,89			

Voor de som-PFOS is de 80-percentiel berekend op 0,94 $\mu\text{g}/\text{kg}$, waarbij het 95% betrouwbaarheidsinterval (van de 80-percentiel waarde) is berekend op 0,90-1,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Voor de som-PFOS zijn ook de metingen nabij Chemours gebruikt, waardoor 753 waarnemingen beschikbaar waren.

De meetwaarden voor andere PFAS worden voor 71% of meer door de bepalingsgrens bepaald. Op grond hiervan is besloten voor deze stoffen geen achtergrondwaarde voor te stellen.

Tabel 4.2b. 80 percentielwaarde en 95% betrouwbaarheidsinterval voor PFOA (op basis van bootstrapping) op basis van locaties buiten de straal van 50km rondom Chemours.

Stof	Aantal waarnemingen	Fractie < bepalingsgrens (lineair)	P80	Bootstrap betrouwbaarheidsintervallen	
				Onder	Boven
Som-PFOA	389	0,15	0,77	0,7	0,83

De 80 percentiel van de concentraties van de som PFOA, op basis van metingen verder dan 50 km van Chemours, is berekend op 0,77 µg/kg ds. Het 95% betrouwbaarheidsinterval op basis van bootstrapping ligt tussen de 0,7 en de 0,83 µg/kg. Deze 80 percentiel is gebaseerd op 389 waarnemingen.

Datum
28 november 2019

5. Resultaten & discussie

Datum
28 november 2019

5.1 Resultaten

Uit de analyse in Hoofdstuk 4 volgen de Tijdelijke Achtergrondwaarden op basis van de 80-percentiel van de verdelingen van concentraties zoals weergegeven in Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Tijdelijke Achtergrondwaarden PFOS en PFOA in grond

Stof	Tijdelijke achtergrondwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$)	Tijdelijke achtergrondwaarde ($\mu\text{g}/\text{kg ds}$) afgerond op 1 decimaal
PFOS	0,94	0,9
PFOA	0,77	0,8

Voordat deze waarden worden gebruikt is het van belang om in te gaan op enkele aspecten met betrekking tot de uitvoering. Hierna wordt ingegaan op de toetsing van andere PFAS en hoe omgegaan kan worden met de bodemtypecorrectie. Daarnaast wordt een voorbehoud gemaakt ten aanzien van de risico's voor grondwaterbeschermingsgebieden. Tot nu toe zijn alle concentraties met twee significante cijfers vermeld. In verband met de haalbare meetnauwkeurigheden stellen we voor om bij toetsing aan de achtergrondwaarden één decimaal te hanteren. In Tabel 5.1 zijn daarom ook de afgeronde waarden weergegeven.

5.2 Discussie

5.2.1 Dataset

De aangeleverde datasets varieerden ten aanzien van volledigheid van gegevens en spreiding. Daarnaast zijn er datasets voor aanlevering bij het RIVM door derden geclusterd, is het niet altijd bekend of somwaarden via een correctiefactor berekend zijn, en zijn waarden onder bepalingsgrens niet altijd als zodanig gerapporteerd.

In enkele datasets zijn de coördinaten van mengmonsters bij benadering gerapporteerd en variëren de bemonsterde dieptetrajecten tussen de datasets. Na contact met de afzender is deze informatie zoveel mogelijk aangevuld. Aan de hand van de in paragraaf 3.1 genoemde criteria is vervolgens een selectie gemaakt op welke dataset meegenomen konden worden in de database.

Bij de aangeleverde datasets was de informatie over de analytische betrouwbaarheid (meestal) niet beschikbaar. Mede daarom is afgezien van een evaluatie op dit punt.

Omdat niet alle datasets in een bruikbaar format zijn aangeleverd of niet aan de genoemde criteria in paragraaf 3.1 voldoen is de spreiding van de datapunten over Nederland niet homogeen. Zo zijn er voor de provincies Noord-Brabant, Noord Holland en Utrecht veel datapunten aanwezig, terwijl bijvoorbeeld de provincies Flevoland en Limburg geen of maar enkele datapunten bevatten. Over het algemeen zijn de concentraties PFAS hoger in het westen van Nederland. Bij de uitvraag om gegevens is daarom een grote inspanning geleverd om juist ook data te verkrijgen uit gebieden buiten West-Nederland. Binnen het tijdbestek van deze opdracht

was het niet mogelijk om aanvullend hierop te corrigeren voor de ongelijkmatige spreiding van de meetlocaties. In zijn algemeenheid kan wel gesteld worden dat de huidige gangbare systematiek van de vaststelling van achtergrondwaarden op basis van een 95 percentielwaarde uit de verdeling, ertoe zal leiden dat de regio's met de hogere concentraties bepalend zijn voor de hoogte van de achtergrondwaarden.

De tijdelijke achtergrondwaarden zijn gebaseerd op het 80-percentiel van de verdeling van datapunten. Hierdoor wordt voorkomen dat metingen (uitbijters) van locaties die mogelijk beïnvloed zijn door lokale bronnen tot een overschatting leiden van de landelijke achtergrondwaarde.

5.2.2 *Gevoeligheidsanalyse en bronnen van verontreiniging in de bodem*

De samengestelde dataset is tot stand gebracht om in een kort tijdsbestek een tijdelijke achtergrondwaarde af te leiden waarmee een verantwoord en uitvoerbaar grond- en baggerverzet tot uitvoering kan worden gebracht.

Om te bepalen of de data geschikt zijn voor dat doel is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd voor parameters uit de dataset. Bovendien zijn de data aangevuld met enkele locatiegebonden parameters, zoals afstand tot mogelijk bronnen van PFAS, bodemtype en landgebruik, om ook de gevoeligheid voor deze parameters (voor zover de data dat toestaan) in beeld te brengen.

In deze dataset konden wij voor geen andere bron of activiteit dan Chemours en de bronlocatie bij Helmond een relatie leggen met de bodemgehalten PFOA. In een aantal gevallen lijken er zwakke verbanden te zijn tussen de aanwezigheid van bijvoorbeeld brandweerkazernes en vliegvelden en het verhoogd voorkomen van één of meer PFAS verbindingen in de omgeving. Dat verband kan echter ook verklaard worden door de relatieve nabijheid van deze activiteiten tot andere potentiële bronnen in de bebouwde omgeving. De spreiding van meetlocaties in de dataset is niet toereikend om uitspraken te kunnen doen over het verband tussen bodemgehalten en de kleinere bronnen. De vertaalsleutel van SBI-codes uit het handelsregister in een aantal PFAS-verdachte categorieën van activiteiten heeft plaatsgevonden op basis van expert-judgement. Het gaat hier nadrukkelijk om een snelle eerste inventarisatie op basis van beschikbare informatie, zonder hierbij uitputtend te kunnen zijn. In opdracht van het Ministerie van IenW worden op dit moment verschillende onderzoeken naar bronnen van PFAS uitgevoerd. In een later stadium kan hier mogelijk nog een verdere verfijning in worden aangebracht en verdient het de aanbeveling om na te gaan of er meer landelijke registers van activiteiten gebruikt kunnen worden om de relatie met mogelijke bronnen in kaart te brengen.

5.2.3 *Relatie met risicogrenzen voor PFAS in grond*

De voor PFOS en PFOA geadviseerde tijdelijke achtergrondwaarden zijn lager dan de nu bekende risicogrenzen (Wintersen en Otte, 2019). Hieruit kan worden afgeleid dat toepassingen van grond en bagger tot het niveau van de tijdelijke achtergrondwaarden geen gezondheidsrisico's en geen

onaanvaardbare effecten op het ecosysteem veroorzaken. Bij de inventarisatie van beschikbare risicogrenzen is geconstateerd dat er nog onzekerheden zijn die niet geadresseerd worden in de huidige set risicogrenzen. De belangrijkste daarvan is de onzekerheid ten aanzien van het verspreidingsgedrag van PFAS in grond en grondwater. In de Paragraaf 5.3.1 gaan we in op de consequenties van deze onzekerheid voor het gebruik van de tijdelijke achtergrondwaarden bij de vaststelling van beleid voor hergebruik van grond en bagger.

Datum
28 november 2019



Afbeelding 5.1. Bodemtoepassing met gebiedseigen grond

5.2.4 Bodemtypecorrectie

Op basis van de beschikbare dataset was het niet mogelijk een relatie te vinden tussen het bodem-organisch stofgehalte en het PFAS gehalte. Een bodemtypecorrectie is daarom niet nodig.

5.2.5 Achtergrondwaarden voor een gebiedsspecifiek kader

Uit figuur 4.6a (Relatie concentratie PFOS en afstand tot Chemours) is op te maken dat rondom Chemours de PFOA gehalten in de bodem hoger zijn dan in de rest van Nederland. Daarom zijn de meetwaarden in dit gebied niet meegenomen voor de afleiding van de tijdelijke achtergrondwaarden voor Nederland.

De consequentie van de hogere PFOA waarden in het gebied rond Chemours is dat vrij grondverzet op basis van de tijdelijke landelijke achtergrondwaarde mogelijk beperkt zal zijn. Het bevoegd gezag kan, om de grond- en baggeropgave te realiseren, een gebiedsspecifiek kader vaststellen dat past bij de regionale bodemkwaliteit, het gebruik van de bodem en de opgaven voor het bagger- en grondverzet. Onderdeel van dit beleid kan de vaststelling van een lokale achtergrondwaarde zijn waaronder, binnen het gebied, grond kan worden toegepast.

5.2.6 *Meetnauwkeurigheid en reproduceerbaarheid analyses*

Met betrekking tot de nu ontvangen meetdata is een belangrijke notie dat RIVM beperkt inzicht heeft in de betrouwbaarheid en de daarmee samenhangende onzekerheden van het verrichte PFAS bodemonderzoek. Bij de uitvoering van het bodemonderzoek zijn verschillende onderzoeksbureaus en analyselaboratoria betrokken. Een volledig inzicht op eventuele verschillen in bemonsterings- en analysemethoden alsmede de consequenties daarvan voor de betrouwbaarheid van de PFAS metingen valt buiten de scope van het huidige onderzoek. Het is belangrijk vast te stellen dat laboratoria zelf verantwoordelijk zijn voor het vaststellen van aantoonbaarheids- en bepalingsgrenzen. Laboratoria volgen daarvoor een procedure die is vastgelegd in normdocument NEN7777.

Voor de afleiding van de tijdelijke achtergrondwaarden zijn de aangeleverde data gebruikt zoals gerapporteerd door de laboratoria. Op korte termijn zal een ringonderzoek worden uitgevoerd waarmee inzicht wordt verkregen in de betrouwbaarheid van de analyse en de mogelijke verschillen tussen de laboratoria.

5.2.7 *Vervolgonderzoek achtergrondwaarden*

Op dit moment worden de voorbereidingen getroffen om honderd locaties in relatief onbeïnvloede gebieden te bemonsteren en te analyseren op een breed pakket aan PFAS. Hiervoor zal de methode voor de afleiding van landelijke achtergrondwaarde worden gevolgd (Achtergrondwaarde 2000 rapport, 2005) en gaat uit van 100 geselecteerde monsternemingslocaties. Deze locaties zijn gekozen op basis van een gestratificeerd aselechte steekproef. Op basis van dit onderzoek zullen naar verwachting in 2020 definitieve landelijke achtergrondwaarden worden afgeleid conform de AW2000 systematiek (Spijker et al. 2008), ten behoeve van een definitief handelingskader voor PFAS.

In het nieuwe onderzoek worden tevens honderd locaties in potentieel diffuus belaste gebieden bemonsterd. Door een deel van de monsters op de totale hoeveelheid PFAS te analyseren is er aandacht voor de aanwezigheid van PFAS die niet in het analysepakket zijn opgenomen. Dit onderzoek moet aan een beter begrip van de verspreiding en de mogelijke verspreidingsroutes van PFAS in de Nederlandse bodem bijdragen. Voor een aantal geselecteerde locaties zal ook het ondiepe grondwater worden onderzocht op PFAS. Het doel daarvan is om een inschatting te kunnen maken van de impact van de uitloging van PFAS in de bodem naar het grondwater.

5.3 **Aanbevelingen**

5.3.1 *Voorzorg risico's beïnvloeding grondwaterkwaliteit*

Eén van de uitgangspunten van het Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie (Min IenW, 7 juli 2019) is dat de kwaliteit van het grondwater niet mag verslechteren (het 'stand still' principe). Verspreiding van PFAS naar het grondwater moet worden tegengegaan en daarom wordt er onderscheid gemaakt tussen de toepassing van grond en bagger boven grondwaterniveau en onder grondwaterniveau.

Het gedrag van PFAS in het bodem-watersysteem is zeer complex en nog niet volledig doorgrond. De mate waarin PFAS zich verspreiden is situatie en locatie-afhankelijk. PFAS hebben een relatief goede oplosbaarheid in water en een lage adsorptie aan de bodem. Bij een natuurlijke zuurgraad van de bodem (pH 5-9) zijn de meeste PFAS aanwezig als anion. PFAS met lange ketens adsorberen beter aan de vaste bodem dan de PFAS met korte ketens. Vanwege de specifieke zeepachtige eigenschappen van PFAS kunnen deze stoffen zich ook ophopen op het grensvlak van water en bodem.

Door de onduidelijkheden over de mate van verspreiding van PFAS in grond en grondwater kan nog niet worden aangegeven of toepassingen van grond en bagger tot het niveau van de achtergrondwaarden voldoende bescherming biedt voor het gebruik van grondwater voor de winning van drinkwater. Om deze reden wordt geadviseerd om bij de vaststelling van grond- en baggerverzet op basis van de tijdelijke achtergrondwaarden een voorbehoud te maken voor grondwaterbeschermingsgebieden. Voor deze gebieden wordt geadviseerd om bij toepassingen boven en onder grondwaterniveau aan te sluiten bij de gebiedskwaliteit, bijvoorbeeld door gebruikmaking van gebiedseigen grond of bagger, om verslechtering van de grondwaterkwaliteit zoveel mogelijk uit te sluiten.

5.3.2 *Omgaan met overige PFAS*

Naast PFOS en PFOA bevat de samengestelde dataset uitsluitend voor Perfluorbutaanzuur (PFBA) (net) voldoende waarnemingen boven de bepalingsgrens om de berekening van de P80-waarde mogelijk te maken. Er is desondanks voor gekozen om voor deze stof geen tijdelijke achtergrondwaarde te adviseren omdat een dergelijke waarde sterk bepaald wordt door de grote fractie waarnemingen beneden de bepalingsgrens.

Op basis van de huidige dataset kan geconcludeerd worden dat op onverdachte locaties andere PFAS dan PFOS en PFOA zelden worden aangetroffen zonder dat daarnaast ook PFOS of PFOA worden aangetoond. De verwachting is daarom dat toetsing aan de Achtergrondwaarden voor PFOS en PFOA vrijwel altijd ook garandeert dat de overige PFAS niet (sterk) verhoogd aanwezig zullen zijn in de toe te passen grond of baggerspecie. Als extra waarborg om incidentele verhogingen van PFAS anders dan PFOS en PFOA te voorkomen, wordt geadviseerd om voor de functieklassse Landbouw/natuur alle overige PFAS te normeren ter hoogte van de waarde voor PFOA. Dit is overeenkomstig de wijze van toetsen voor de functieklassen 'Wonen' en 'Industrie' onder het tijdelijk handelingskader, waarbij de overige PFAS op het niveau van de laagste risicogrens zijn genormeerd.

Voor de toetsing aan de achtergrondwaarde dienen de gemeten gehalten voor lineair en vertakt en som PFOA of PFOS te worden geaggregeerd conform figuur 3.1, paragraaf 3.4.

5.3.3 *Noodzaak preventief beleid*

Datum
28 november 2019

Gebleken is dat PFAS diffuus in de bodem wordt aangetroffen. Dit betekent dat preventieve maatregelen, bedoeld om het verspreiden van, onder andere, Zeer Zorgwekkende Stoffen naar het milieu te voorkomen, tekort zijn geschoten. Naast dit beleid ten aanzien van bodemkwaliteitsbeheer is het daarom noodzakelijk om met preventief beleid emissies van deze stoffen zo veel mogelijk uit te sluiten.

6. Referenties en geodata

Datum
28 november 2019

CBS (2015) Bestand Bodemgebruik 2015. Centraal Bureau voor Statistiek.
<https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/25a99d92-ea8a-4163-82ab-3521c9b0c96b>

KvK NHR (2018) Basisregistratie Handelsregister
<http://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/1bd24d1e-aa13-4395-809e-893570f7c651> Kamer van Koophandel

Lamé, F.P.J., Brus, D.J., Nieuwenhuis, R.H. (2005). Achtergrondwaarden 2000. Hoofdrapport fase 1. NITG 04-242-A. 2005. TNO.

NOBO (2008) Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling, onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor bodemnormen in 2005, 2006 en 2007. Ministerie van VROM, publicatie 8395.
https://www.bodemplus.nl/publish/pages/91751/rapportage_nobo_norms_telling_en_bodemkwaliteitsbeoordeling_24_263999.pdf

Ministerie van IenW (2019) Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie. Bijlage bij kamerbrief 8 juli 2019.
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/07/08/tijdelijk-handelingskader-voor-hergebruik-van-pfas-houdende-grond-en-baggerspecie>.

SenterNovem, Bodem+ (2008). Handreiking besluit Bodemkwaliteit. DEN HAAG

Spijker, J, P.L.A. van Vlaardingen en G. Mol (2008), Achtergrondconcentraties en relatie met bodemtype in de Nederlandse bodem, RIVM-rapport 711701074/2008, RIVM, Bilthoven.

Wintersen, A.M., Otte, P.F. (2019) Risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX voor toepassen van grond en bagger. RIVM notitie.
<https://www.rivm.nl/risicogrenzen-voor-pfos-pfoa-en-genx-voor-toepassen-van-grond-en-bagger>

WUR (2012) Bodemfysische Eenhedenkaart (BOFEK2012).
<https://www.wur.nl/nl/show/Bodemfysische-Eenhedenkaart-BOFEK2012.htm>

Bijlage 1. Harmonisatie en verwerking van datasets

Datum
28 november 2019

Voor de afleiding van het advies voor een tijdelijke achtergrondwaarde voor de PFAS is naar data van bodemonsters gezocht. Via het loket pfas@rivm.nl zijn in het kader van het onderzoek datasets binnengekomen van bodemonderzoek op PFAS. Via de afzenders van deze aangeleverde datasets alsmede het eigen netwerk en de contacten van bodem+ is naar aanvullende data gezocht. Ook op informatiemarkten die in de eerste weken van november door het gehele land zijn gehouden is om data gevraagd. Gestreefd is om een landsdekkend beeld te creëren door data uit alle provincies mee te nemen. Op de aangeleverde data zijn enkele verwerkings- en harmonisatie-stappen uitgevoerd. Deze stappen staan beschreven in tabel b.1.

Daarnaast is ook getracht inzichtelijk te maken in hoeveel gevallen PFAS boven bepalingsgrens gerapporteerd worden in een dataset. Bij de weergave van de stoffen is het criterium van meer dan 25% van de datapunten boven bepalingsgrens gebruikt. Tabel b.2 geeft een overzicht van de stoffen welke volgens dit criterium in een dataset voorkomen.

Tabel b.1. Overzicht van bewerkingen en harmonisatie op de datasets. Data in **Groene vlakken** zijn direct overgenomen. Op data in **gele vlakken** zijn bewerkingen gedaan. Data aangemerkt met **rode vlakken** onbrak volledig.

nr	code	locatie	Type onderzoek	Geharmoniseerd op:			
				Rapportage grenzen	Organisch stof	Coördinaten % aanwezig	Somwaarden
1	NH1	Noord Holland	AW			100%	Berekend
2	DR1	Drenthe	BKK			100%	Berekend
3	ZH1	Zuid Holland	Divers	0 → <0.1		88%	Gerapporteerd
4	HM1	Helmond	BKK			0%	Gerapporteerd
5	NIJM1	Nijmegen	BKK			100%	Berekend
6	NIJM2	Nijmegen ondergrond	BKK			100%	Berekend
7	AM1	Amersfoort	AW			97%	Berekend
8	HT1	Houten 1	AW			97%	Berekend
9	HT2	Houten 2	AW			97%	Berekend
10	LP1	Lopik 1	AW			89%	Berekend
11	LP2	Lopik 2	AW			50%	Berekend
12	LP3	Lopik 3	AW			100%	Berekend
13	LP4	Lopik 4	AW			90%	Berekend
14	NWG1	Nieuwegein 1	AW			100%	Berekend
15	NWG2	Nieuwegein 2	AW			100%	Berekend

Tabel b.1. Vervolg

nr	code	locatie	Type onderzoek	Geharmoniseerd op:			
				Rapportage grenzen	Organisch stof	Coördinaten % aanwezig	Somwaarden
16	NWG3	Nieuwegein 3	AW			100%	Berekend
17	NWG4	Nieuwegein 4	AW			100%	Berekend
18	NB1	Noord Brabant - ODNB	AW			100%	Berekend
19	NB2	Noord Brabant - OMWB	AW			100%	Berekend
20	TNZ1	Terneuzen	Divers			100%	Berekend
21	ZL1	Zeeland	AW	blank → <0.1		100%	Berekend
22	GR1	provincie Groningen	BKK			100%	Berekend
23	UT1	Provincie Utrecht 1	AW			100%	Berekend
24	UT2	Provincie Utrecht 2	AW			100%	Berekend
25	UT3	Provincie Utrecht 3	AW			100%	Berekend
26	UT4	Provincie Utrecht 4	AW			100%	Berekend
27	UT5	Provincie Utrecht 5	BKK			100%	Berekend
28	UTg1	Gemeente Utrecht 1	Divers			100%	Gerapporteerd
29	UTg2	Gemeente Utrecht 2	BKK			100%	Berekend
30	FR1	Friesland 1	Divers			0%	Berekend
31	FR2	Friesland 2	Divers			0%	Berekend
32	IJS1	IJsselland 1	Divers			96%	Gerapporteerd
33	GLD1	Gelderland	Divers			5%	Gerapporteerd
34	LIM1	Limburg 1	Divers			100	Berekend

Tabel b.2. Overzicht van datasets met stoffen die in meer dan 25% van de waarnemingen boven bepalingsgrens zijn aangetoond.

nr	code	Locatie	Meer dan 25% van de gevallen boven bepalingsgrens
1	NH1	Noord Holland	PFOS, PFOA, PFBA
2	DR1	Drenthe	PFOS, PFOA, PFBA
3	ZH1	Zuid Holland	PFOS, PFOA
4	HM1	Helmond	PFOS, PFOA ¹
5	NIJM1	Nijmegen	PFOS, PFOA
6	NIJM2	Nijmegen ondergrond	PFOS, PFOA
7	AM1	Amersfoort	PFOS, PFOA
8	HT1	Houten 1	PFOS, PFOA, 6:2 FTS
9	HT2	Houten 2	PFOS, PFOA, PFBS
10	LP1	Lopik 1	PFOS, PFOA, PFNA
11	LP2	Lopik 2	PFOS, PFOA, PFBS, PFHxS, PFDeA, PFHpA, PFHxA, PFNA, PFPA
12	LP3	Lopik 3	PFOS, PFOA, PFBA
13	LP4	Lopik 4	PFOS, PFOA, 6:2 FTS
14	NWG1	Nieuwegein 1	PFOS, PFOA, PFNA
15	NWG2	Nieuwegein 2	PFOS, PFOA, PFBA, 6:2 FTS
16	NWG3	Nieuwegein 3	PFOS, PFOA,
17	NWG4	Nieuwegein 4	PFOS, PFOA, PFBA
18	NB1	Noord Brabant - ODNB	PFOS, PFOA, PFBA
19	NB2	Noord Brabant - OMWB	PFOS, PFOA, PFBA, PFHpA, PFPeA, PFHxS, PFHxA
20	TNZ1	Terneuzen	PFOS, PFOA, PFHpA
21	ZL1	Zeeland	PFOS, PFOA,
22	GR1	provincie Groningen	PFOS, PFOA,
23	UT1	Provincie Utrecht 1	PFOS, PFOA, PFBA
24	UT2	Provincie Utrecht 2	PFOS, PFOA,
25	UT3	Provincie Utrecht 3	PFOS, PFOA, PFNA, PFBA, PFHpA, PFHxS
26	UT4	Provincie Utrecht 4	PFOS, PFOA, PFBA, PFHxS, PFHpA, PFHxA
27	UT5	Provincie Utrecht 5	PFOS, PFOA, PFBA
28	UTg1	Gemeente Utrecht 1	PFOS, PFOA,
29	UTg2	Gemeente Utrecht 2	PFOS, PFOA,
30	FR1	Friesland 1	PFOS, PFOA,
31	FR2	Friesland 2	PFOS, PFOA,
32	IJS1	IJsselland 1	PFOS, PFOA,
33	GLD1	Gelderland	PFOS, PFOA,
34	LIM1	Limburg 1	PFOS, PFOA,

Bijlage 2. karakteristieken van de verdelingen van concentraties voor de parameters PFOS en PFOA per dataset

Datum
28 november 2019

In deze bijlage zijn 2 tabellen opgenomen met statistische kengetallen van de data. Deze getallen geven inzicht in de verdeling van de concentraties som PFOS en som PFOA.

De getallen zijn gegeven voor iedere dataset afzonderlijk. Er is onderscheid gemaakt in de profielen zoals gedefinieerd in Hoofdstuk 4.

Van de concentraties zijn de aantallen (n) minimale (min) en maximale (max) concentraties gegeven. Hierbij zijn detectielimieten vervangen door 0.7 maal de detectielimiet. Ook zijn de 25, 50, 75, en 80 percentiel gegeven (respectievelijk P25, mediaan, P75, P80).

De concentraties PFOA zijn gegeven voor alle locaties, inclusief de locaties nabij Chemours en de dataset voor Helmond.

Tabel 1: Som-PFOS per dataset en profiel

Datum
28 november 2019

<i>dataset</i>	Diepte	n	min	p25	mediaan	p75	p80	max
CNIJM1	sub	30	0.14	0.27	0.50	0.88	1.00	2.40
CNIJM1	diep	30	0.14	0.14	0.16	0.27	0.32	1.60
DR1	sub	32	0.14	0.45	0.66	0.83	0.88	1.88
DR1	diep	1	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
FR1	sub	4	0.23	0.28	0.29	0.30	0.30	0.32
FR1	diep	1	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
FR2	sub	2	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
FR2	diep	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
GLD1	top	3	0.45	0.56	0.66	0.86	0.89	1.05
GLD1	sub	28	0.07	0.07	0.30	0.47	0.49	0.90
GLD1	onbekend	3	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
GLD1	diep	22	0.07	0.07	0.20	0.30	0.38	1.20
GR1	sub	35	0.14	0.14	0.19	0.40	0.56	3.21
GR1	diep	35	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.57
HM1	sub	92	0.07	0.30	0.50	0.80	0.98	2.70
HM1	diep	115	0.07	0.07	0.07	0.07	0.12	1.00
IJS1	sub	59	0.10	0.20	0.40	0.60	0.60	1.10
IJS1	diep	48	0.10	0.20	0.30	0.40	0.48	2.10
LIM1	sub	9	0.17	0.21	0.26	0.37	0.37	0.50
LUT1	top	4	0.14	0.34	0.74	1.14	1.18	1.37
LUT1	sub	89	0.14	0.14	0.37	0.82	0.97	9.10
LUT1	diep	91	0.14	0.14	0.14	0.14	0.23	6.50
NB1	sub	34	0.14	0.17	0.40	0.68	0.72	2.20
NB2	sub	40	0.14	0.20	0.54	0.90	1.30	2.70
NH1	top	106	0.14	0.37	0.61	1.00	1.12	4.64
NH1	sub	113	0.14	0.20	0.36	0.63	0.73	8.60
NH1	diep	113	0.14	0.14	0.14	0.21	0.24	3.54
PUT1	sub	34	0.14	0.64	1.15	1.49	1.83	16.10
PUT1	diep	9	0.14	0.14	0.28	0.46	0.62	1.19
TNZ1	sub	7	0.27	0.54	0.60	0.61	0.62	1.10
TNZ1	diep	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
UT5	sub	47	0.14	0.31	0.49	0.95	1.06	3.57
UT5	diep	31	0.14	0.14	0.14	0.47	0.57	6.60
UTg1	sub	30	0.07	0.51	0.80	1.73	2.00	3.10
UTg1	diep	13	0.07	0.17	0.40	1.90	2.26	3.60
UTg2	sub	30	0.14	0.20	0.34	0.63	0.74	1.84
UTg2	diep	30	0.14	0.15	0.25	0.51	0.57	1.06
ZH1	sub	36	0.10	0.18	0.42	0.95	1.20	2.40
ZH1	diep	20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.40
ZL1	top	1	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
ZL1	sub	16	0.14	0.31	0.57	0.94	1.07	2.90
ZL1	diep	16	0.14	0.14	0.29	0.61	0.71	1.00

Tabel 2: Som-PFOA per profiel

Datum
28 november 2019

dataset	Diepte	n	min	p25	mediaan	p75	p80	max
CNIJM1	sub	30	0.14	0.28	0.47	0.77	0.79	1.67
CNIJM1	diep	30	0.14	0.14	0.27	0.37	0.39	0.87
DR1	sub	32	0.14	0.30	0.40	0.52	0.54	1.33
DR1	diep	1	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
FR1	sub	4	0.14	0.22	0.26	0.27	0.28	0.31
FR1	diep	1	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
FR2	sub	2	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
FR2	diep	1	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26
GLD1	top	3	0.23	0.26	0.28	0.41	0.43	0.53
GLD1	sub	28	0.07	0.07	0.34	0.43	0.49	1.50
GLD1	onbekend	3	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
GLD1	diep	22	0.07	0.07	0.07	0.24	0.29	0.50
GR1	sub	35	0.14	0.16	0.30	0.40	0.43	0.95
GR1	diep	35	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.51
HM1	sub	92	0.10	0.50	2.80	11.00	11.80	160.00
HM1	diep	115	0.07	0.10	0.40	1.60	3.42	380.00
IJS1	sub	59	0.10	0.10	0.30	0.60	0.64	1.40
IJS1	diep	48	0.10	0.12	0.30	0.50	0.50	1.20
LIM1	sub	9	0.17	0.27	0.27	0.29	0.30	0.67
LUT1	top	4	0.35	1.04	1.32	1.92	2.25	3.56
LUT1	sub	89	0.14	0.32	0.87	1.77	1.87	4.05
LUT1	diep	91	0.14	0.19	0.33	0.54	0.67	4.30
NB1	sub	34	0.14	0.37	0.57	0.77	0.95	2.57
NB2	sub	40	0.17	0.65	1.84	3.98	4.44	10.60
NH1	top	106	0.14	0.36	0.67	1.27	1.47	5.30
NH1	sub	113	0.14	0.27	0.44	0.87	1.07	4.67
NH1	diep	113	0.14	0.14	0.19	0.30	0.38	2.40
PUT1	sub	34	0.17	0.98	2.54	4.44	4.79	6.56
PUT1	diep	9	0.14	0.14	0.31	0.83	0.89	1.04
TNZ1	sub	7	0.14	0.24	0.33	0.40	0.42	0.87
TNZ1	diep	1	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
UT5	sub	47	0.40	0.93	1.71	2.20	2.55	5.09
UT5	diep	31	0.14	0.19	0.56	1.24	1.43	3.98
UTg1	sub	30	0.07	0.33	0.79	2.48	2.50	4.50
UTg1	diep	13	0.07	0.20	0.50	0.80	0.98	1.30
UTg2	sub	30	0.14	0.14	0.21	0.61	0.82	2.27
UTg2	diep	30	0.14	0.14	0.34	0.67	0.76	2.57
ZH1	sub	36	0.10	0.58	1.75	2.30	2.50	5.30
ZH1	diep	20	0.10	0.20	0.40	0.55	0.72	1.60
ZL1	sub	16	0.14	0.17	0.34	0.52	0.76	1.07
ZL1	diep	16	0.14	0.19	0.27	0.34	0.37	0.77