

Een handelingskader voor **PFAS**

Mogelijkheden voor het omgaan met PFAS in grond en grondwater





Een handelingskader voor PFAS

Mogelijkheden voor het omgaan met PFAS in grond en grondwater

Colofon

Opdrachtgevers: Gemeente Dordrecht en Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Opgesteld door: Expertisecentrum PFAS

Auteurs: Hans Slenders, Tessa Pancras, Arne Alphenaar,
Ko Hage, Willem Hendriks, Martijn van Houten

Uitgavedatum : 25 juni 2018

ISBN/EAN: 978-90-815703-0-5



Inhoudsopgave

Inleiding	5
1 Rubriek 1: Informatie en stofkennis over PFAS	12
1.1 Wat zijn PFAS?	13
1.2 De eigenschappen van PFAS	14
1.3 Verspreiding en blootstelling (conceptueel model)	16
1.4 Toepassingen van PFAS en bronnen van verontreiniging	19
1.5 Risico's, normen en toetsingswaarden in bodem	23
1.6 PFAS in grond en grondwater in Nederland	29
2 Rubriek 2: Een handelingsperspectief voor bodembeheer	32
2.1 PFAS en de generieke kenmerken van het bodembeleid	33
2.2 PFAS en lokaal bodembeleid	36
2.3 Rechtszekerheid en aansprakelijkheid	41
3 Rubriek 3: PFAS in de praktijk	44
3.1 Monsternamen (veldwerk)	45
3.2 Analyses (chemisch onderzoek)	47
3.3 Veiligheid en Arbo (werken met grond en grondwater)	50
3.4 Omgaan met PFAS houdende grond	53
3.5 Bodemsaneren en grondwater zuiveren	55
Lijst van afkortingen	60
Literatuurlijst	62
Bijlage A Deelnemers projectgroep en klankbordgroep	62
Bijlage B Handelingen Wet bodembescherming	64
Bijlage C Richtlijn voor bemonstering van PFAS	66



Inleiding





Inleiding

Het voorliggende handelingskader heeft als doel om overheden handvatten te geven hoe zij om kunnen gaan met PFAS (Poly- en perfluoralkyl verbindingen) in het bodem- en het watersysteem (grond, grondwater, waterbodembodem en oppervlaktewater). Het document is bedoeld als praktisch en uitvoeringsgericht kader dat overheden kan helpen bij het uitwerken van beleid, het starten van onderzoek, het interpreteren van meetdata en het bepalen van de vervolgstappen. Daarnaast geeft het document informatie over de stofgroep PFAS en is uitgelegd waarom deze stoffen aandacht verdienen.

De afgelopen 2 jaar zijn diverse overheden, samen met het Expertisecentrum PFAS aan de slag gegaan met het verkrijgen van kennis en het ontwikkelen van een kader voor het normaliseren van bodembeheer voor PFAS. In dit handelingskader zijn de resultaten als volgt uitgewerkt:

- **Rubriek 1: Informatie en stofkennis over PFAS**

Deze rubriek beschrijft onder meer de eigenschappen van PFAS, waar wordt PFAS in toegepast, waar komen deze stoffen voor in grond en grondwater, wat zijn de normen, etc.

- **Rubriek 2: Een handelingsperspectief voor bodembeheer**

Dit handelingsperspectief geeft aan op welke manier overheden met bodembeheer kunnen omgaan als zij PFAS aantreffen in gehalten boven de risicogrenswaarden die het RIVM heeft berekend. Beschreven is wat kan, wat mag en wat er gedaan moet worden. Deze uitwerking is gebaseerd op de Wet bodembescherming waarin de sporen voor saneren en voor hergebruik nader zijn uitgewerkt.

- **Rubriek 3: PFAS in de praktijk**

Deze rubriek gaat in op de praktische kanten van het werken in of met PFAS verontreinigde grond en grondwater. Het geeft aan waar, wanneer en hoe te meten, welke veiligheidsmaatregelen genomen moeten worden en geeft enkele technische (sanerings)oplossingen.

De verschillende onderwerpen in de rubrieken zijn beknopt en zelfstandig leesbaar gehouden. De teksten bevatten zo min mogelijk verwijzingen en jargon. Verdiepende informatie is beschikbaar in de achtergronddocumenten die de grondslag zijn geweest voor dit handelingskader. Dit zijn de documenten:

- Kennisdocument over PFAS.
- Notitie met een toelichting op de rapportage van het RIVM¹ over de risico's van PFAS.
- Rapportage met een analyse van PFAS-data in grondwater en oppervlaktewater.
- Rapportage met een samenvatting van de resultaten van bodemonderzoeken op potentiële risicolocaties voor PFAS.
- Rapportage die de aanwezigheid beschouwd van PFOS en PFOA in de bovengrond van twee regio's in Nederland.
- Rapportage met een analyse van het bodembeleid om te komen tot een handelingsperspectief voor het bodembeheer.

In het overzicht is de inhoud van iedere rubriek weergegeven en is een verwijzing aangegeven naar het relevante achtergronddocument.

¹ In het kader van dit project heeft het RIVM het rapport "Mixture exposure to PFAS: a Relative Potency Factor approach" opgesteld. Naar verwachting wordt dit rapport medio 2018 uitgegeven. Raadpleeg de website van het RIVM voor actuele informatie.



Rubriek en inhoud	Trefwoorden	Verwijzing naar achtergrond-rapportage
1. Informatie en stofkennis over PFAS		
Wat zijn PFAS?	Chemie, structuurformule, fluoropolymeren, precursors van PFAS	Kennisdocument PFAS
De eigenschappen van PFAS	Eigenschappen PFAS, stofgedrag, filmvormend, sorptie, vluchtigheid, PBT, persistent, bioaccumulatief, toxisch, mobiel	Kennisdocument PFAS Toelichting op RIVM rapport 'Mixture exposure to PFAS: a Relative Potency Factor approach'
Verspreiding en blootstelling	Verspreiding, conceptueel model, primaire en secundaire bronnen, bron-pad-receptor, kwetsbare objecten	Kennisdocument PFAS Toelichting op RIVM rapport 'Mixture exposure to PFAS: a Relative Potency Factor approach' PFAS in grondwater en oppervlaktewater Onderzoek van PFAS op potentiële risicolocaties Diffuse belasting van PFOS en PFOA in de bovengrond
Toepassingen en bronnen van PFAS	Toepassingen van PFAS, brandblusschuim, AFFF, restricties in gebruik, REACH, Europese wetgeving, Stockholm Conventie.	Kennisdocument PFAS Onderzoek van PFAS op potentiële risicolocaties
Risico's, normen en toetsingswaarden	Toetsingswaarden, blootstelling, toxiciteit, toxische effecten, risicogrenswaarden, TDI, overzichten van normen, Relative Potency Factor (RPF), locatie specifieke waarden	Kennisdocument PFAS Toelichting op RIVM rapport 'Mixture exposure to PFAS: a Relative Potency Factor approach'
PFAS in grond en grondwater	Potentiële risicolocaties, toepassingen PFAS, voorkomen van PFAS in grond en grondwater, diffuus voorkomen	PFAS in grondwater en oppervlaktewater Onderzoek van PFAS op potentiële risicolocaties Diffuse belasting van PFOS en PFOA in de bovengrond
2. Een handelingsperspectief voor bodembeheer		
PFAS en de generieke kenmerken van het bodembeleid	Wet bodembescherming, Wbb, Circulaire bodemsanering, Besluit bodemkwaliteit, Bbk, specifiek beleid, lokale maximale waarden, Omgevingswet, lokaal beleid	Analyse van een handelingsperspectief voor bodembeheer
PFAS en lokaal bodembeheer	Bestuursrechtelijke handhaving, lokaal beleid, regionaal beleid, Omgevingswet, nota bodembeheer, beleidsregels bodem	Analyse van een handelingsperspectief voor bodembeheer
Rechtszekerheid en aansprakelijkheid	Grondverzet, aansprakelijkheid, zorgplicht, Activiteitenbesluit, Waterwet, publiek rechtelijk, privaats rechtelijk	Analyse van een handelingsperspectief voor bodembeheer



Rubriek en inhoud	Trefwoorden	Verwijzing naar achtergrond-rapportage
3. PFAS in de praktijk		
Monsternamen (veldwerk)	Bemonstering, veldwerk, bemonsteringsmateriaal, monsteropslag, richtlijn voor monsterneming, kleding	Kennisdocument PFAS
Analyses (chemisch onderzoek)	milieumonsternamen, grond, grondwater, baggerspecie, analysepakket, precursors meten, detectiegrenzen, TOP analyses	Kennisdocument PFAS PFAS in grondwater en oppervlaktewater Onderzoek van PFAS op potentiële risicolocaties Diffuse belasting van PFOS en PFOA in de bovengrond
Veiligheid en Arbo	CROW400, risicoklassen, SCR-waarden, arbeidsveiligheid, beschermingsmaatregelen	Kennisdocument PFAS
Omgaan met PFAS houdende grond	Tijdelijke opslag, grondverzet, herschikken, kwetsbare gebieden, reinigen, storten	Kennisdocument PFAS Onderzoek van PFAS op potentiële risicolocaties Diffuse belasting van PFOS en PFOA in de bovengrond Analyse van een handelingsperspectief voor bodembeheer
Bodemsaneren en grondwater zuiveren	Onttrekken van grondwater, behandeling van grond, verwijderingstechnieken, technische ontwikkelingen en innovaties	Kennisdocument PFAS

PFAS is een 'opkomende verontreiniging'

De afgelopen 30 jaar lag de nadruk van het bodembeleid op het aanpakken en beheersbaar maken van 'standaard' verontreinigingen als zware metalen, minerale olie en oplosmiddelen. Daarbij is veel bereikt, maar aandacht voor bodemverontreiniging blijft relevant. Voortdurend worden nieuwe stoffen ontdekt en geproduceerd waarvan nog niet bekend is of deze een humaan of ecologisch risico kunnen vormen. Een voorbeeld hiervan is PFAS (poly- en perfluor alkyl stoffen). Dit is een stofgroep waar bekende stoffen als PFOS en PFOA toe behoren.

Door de unieke eigenschappen van deze stoffen zijn ze vanaf de jaren '60 grootschalig toegepast. Dat gecombineerd met de zeer slechte afbreekbaarheid van deze verbindingen, heeft er voor gezorgd dat de stoffen wijd verspreid zijn.

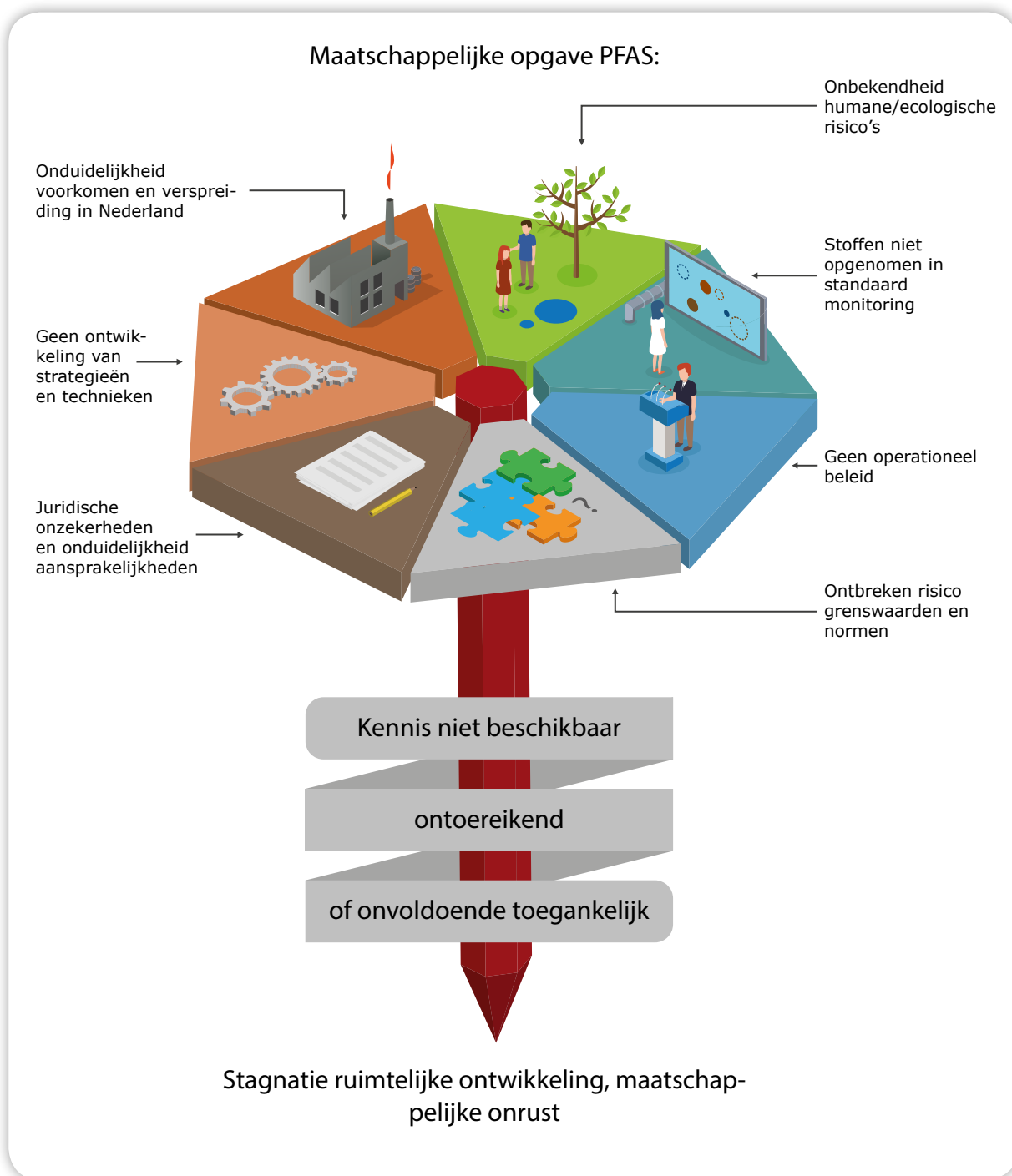
Niet alleen breken deze stoffen niet af, ze hopen zich ook op in de voedselketen (bioaccumulatief) en zijn vaak toxisch. De Stockholm Conventie (het internationale milieuverdrag van de Verenigde Naties over organische verontreinigende stoffen) en REACH (de Europese verordening voor Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen) hebben PFOS en PFOA² op de lijst van stoffen geplaatst die moeten worden uitgefaseerd. In Europa is PFOS sinds 2010 verboden en wordt het gebruik van PFOA in 2020 verboden.

Leemten in kennis leidt tot problemen

Gebrek aan kennis en informatie over deze nieuwe verontreinigingen leidt er toe dat onacceptabele risico's niet tijdig worden aangepakt of dat onnodige maatregelen worden getroffen. De uitdagingen

² Sinds 2016 vindt door het POP's Review Committee (UN) onderzoek plaats naar PFOA en PFHxS om te toetsen of deze stoffen ook opgenomen moeten worden in de POP-lijst van de UN Stockholm Conventie. Bron: <http://chem.pops.int/TheConvention/ThePOPs/ChemicalsProposedforListing/tabid/2510/Default.aspx>

zijn zowel technisch als ook procesmatig. Juist deze combinatie van uitdagingen maakt het lastig om de aard en de ernst van de situatie vast te stellen en een oplossing te ontwikkelen. In figuur 1 is de samenhang tussen de uitdagingen weergegeven.



Figuur 1: De samenhang tussen de onzekerheden maakt het definiëren van de PFAS problematiek lastig

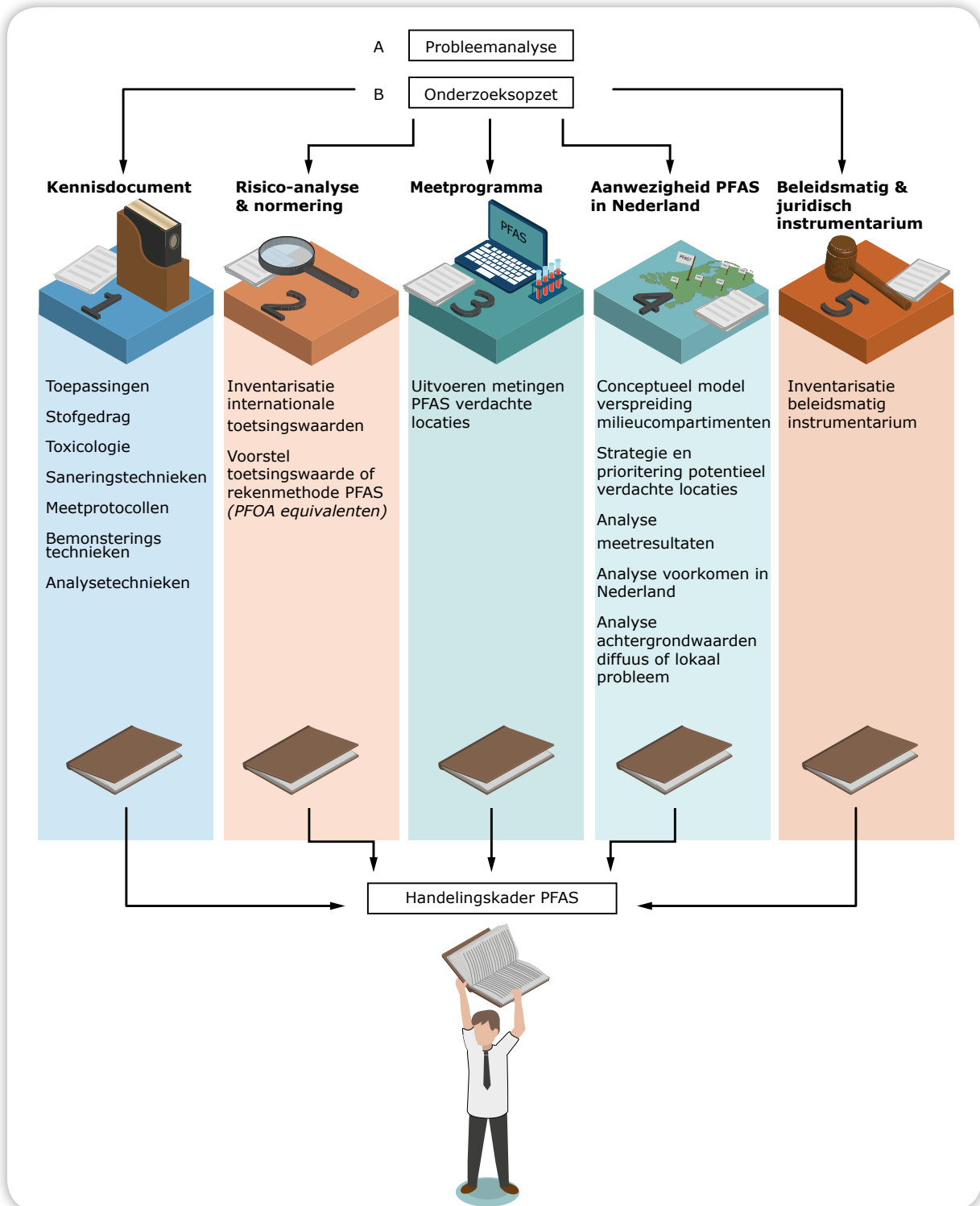
Nb. Met de term 'stagnatie van ruimtelijke ontwikkeling' wordt aangegeven dat gewenste activiteiten niet plaats (kunnen) vinden, zolang actoren in de keten geen duidelijk kader voor bodembeheer hebben. Men vindt dat men voor PFAS in grond of grondwater, niet of niet voldoende aan de slag kan gaan met de huidige set aan regels.





Een handelingskader als route voorwaarts

De constatering dat kennisleemten en onzekerheden met betrekking tot toxiciteit en stofeigenschappen een adequate aanpak van PFAS voor het bodem- en watersysteem in de weg stonden, was voor een aantal overheden de aanleiding om een vijftal samenhangende onderzoekslijnen uit te (laten) voeren. Deze onderzoekslijnen waren gericht op het wegnemen van de technische en beleidsmatige belemmeringen, met als doel om de uitkomsten te gebruiken voor het opstellen van een praktisch handelingskader. Voorliggend document is dit handelingskader. De samenhang tussen de onderzoekslijnen en het handelingskader is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: De onderzoekslijnen zijn samengevat tot een praktisch handelingskader voor PFAS



De resultaten van elke onderzoekslijn zijn separaat gerapporteerd, waarbij onderzoekslijn 3 en 4 zijn verwerkt in drie deelrapportages. De resultaten zijn op een praktische en toegankelijke wijze samengevoegd in het voorliggend document. Dit beschrijft de belangrijkste aandachtspunten ('hoe te handelen'). Voor verdieping of achtergrondinformatie wordt verwezen naar de separate rapportages. Het handelingskader en de separate rapportages beperken zich tot het bodem- en watersysteem (grond, grondwater, waterbodembodem en oppervlaktewater). Emissie van PFAS in de lucht of verspreiding van PFAS via de lucht, zijn in dit document niet beschreven.





Rubriek 1:

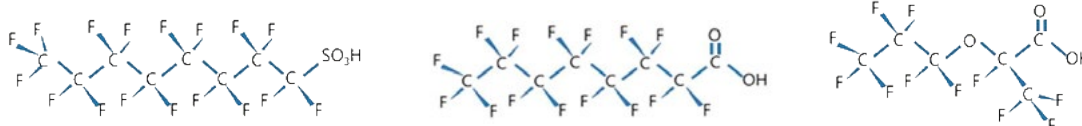
Informatie en stofkennis over PFAS



1.1 Wat zijn PFAS?

PFAS zijn van nature niet in het milieu voorkomende (antropogene) gefluoreerde koolwaterstoffen. PFAS staat voor Per- of Poly-Fluor Alkyl stoffen³. PFOS (PerFluorOctaanSulfonzuur) en PFOA (PerFluorOctaanzuur/Acid) zijn de meest gebruikte en bestudeerde PFAS verbindingen. In Nederland staat vanwege de productie c.q. het gebruik ook de stof GenX⁴ in de belangstelling.

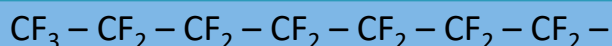
Gefluoreerde koolstofketens



Figuur 3: De chemische structuur van PFOS (links), PFOA (midden) en GenX (rechts)

De groep PFAS bestaat uit duizenden soorten verbindingen die verschillen in ketenlengte, mate van fluorering en samenstelling van de 'kop'. De overeenkomst tussen deze verbindingen is dat ze bestaan uit een koolstofketen met fluor-atomen (figuur 3). De verschillende PFAS kunnen ruwweg in drie groepen worden ingedeeld, elk met specifieke eigenschappen:

Volledig gefluoreerde PFAS: Bij deze groep zijn alle waterstofatomen 'vervangen' door fluor (figuur 4). De volledig gefluoreerde PFAS zijn zeer stabiele (persistente) verbindingen. De bekendste verbindingen zijn PFOS en PFOA. Deze stoffen hebben een ketenlengte van 8 koolstofatomen (C8).



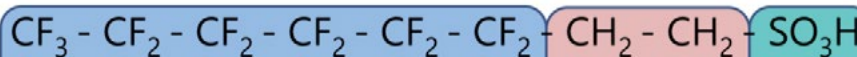
Volledig gefluoreerde keten
verschilt in lengte



Kop

Figuur 4: Schematische opbouw van PFOA of C8. Het molecuul bevat 7 gefluoreerde koolstofatomen en een zuurgroep

Gedeeltelijk gefluoreerde PFAS: Deze verbindingen bevatten niet volledig gefluoreerde 'tussenketens' (figuur 5). Een aantal van deze gedeeltelijk gefluoreerde verbindingen (de zogenaamde precursors) kunnen in het milieu worden omgezet tot volledig gefluoreerde, niet afbreekbare PFAS zoals PFOS en PFOA.



Volledig gefluoreerde keten
verschilt in lengte

Tussenketen

Kop

Figuur 5: Schematische opbouw van 6:2 FTS. Deze precursor kan in het milieu worden omgezet in (overwegend) PFHxA en PFPeA

³ 'Per' = volledig, poly = gedeeltelijk/meervoudig, 'Alkyl' = koolstofketen

⁴ GenX is formeel geen stof, maar een technologie (proces) dat gebruik maakt van volledig gefluoreerde verbindingen (FRD-902, FRD-903 en E1). GenX wordt hierdoor ook als een PFAS gezien.



Fluorpolymeren en 'vertakte' PFAS: Fluorpolymeren (o.a. Teflon) worden geproduceerd met behulp van PFAS zoals bijvoorbeeld PFOA en GenX. Vanuit deze fluorpolymeren kunnen persistente PFAS vrijkomen. De 'vertakte' PFAS kunnen verschillende koppen en veelal meerdere gefluoreerde ketens bevatten. De chemische analyse van individuele PFAS is hierdoor ingewikkeld.

PFAS is meer dan PFOS en PFOA

PFOS, PFOA en GenX zijn de meest toegepaste PFAS in Nederland, maar in toenemende mate worden alternatieve PFAS verbindingen toegepast, zoals PFHxS. Bovendien komen PFAS vaak in mengsels voor, bijvoorbeeld doordat bij de productie ook andere verbindingen gevormd worden. Om een goed beeld van de aanwezigheid van PFAS te krijgen is het daarom belangrijk om bij een analyse een breder PFAS-pakket te betrekken.

We zien dat de productie en het gebruik van de langere, volledig gefluoreerde ketens (zoals PFOS en PFOA) in de loop der tijd is afgenomen en dat de toepassing van gedeeltelijk gefluoreerde en kortere ketens toeneemt.

Een aantal PFAS verbindingen (de zogenaamde 'precursors') worden in het milieu omgezet tot niet-afbreekbare verbindingen als PFOS en PFOA. Omdat de precursors veelal niet gedetecteerd worden met reguliere analysemethoden worden ze vaak over het hoofd gezien. Hierdoor kunnen deze precursors een langdurige 'bron' van PFOS of PFOA vormen. Bij het uitvoeren van nader bodemonderzoek of het uitwerken van een saneringsaanpak is alertheid geboden. Indien het vermoeden bestaat dat precursors aanwezig zijn, is het inzetten van specifieke analyses om precursors te meten wenselijk. In het deelrapport 'Kennisdocument PFAS'⁵ is dit nader toegelicht. Specifiek onderzoek kan gedaan worden met de volgende analyses:

- totaal bepalingen van organisch gebonden fluor (AOF, PIGE of TOF analyses);
- TOP-analyse, waarbij vrijwel alle precursors worden afgebroken tot wel analyseerbare PFAS (PFOS, PFOA en analoge verbindingen).

1.2 De eigenschappen van PFAS

De unieke eigenschappen van PFAS hebben geleid tot grootschalige en veelzijdige toepassingen. Deze verschillende eigenschappen ontstaan door de ketenlengte en de opbouw/samenstelling van de staart te variëren. In dit hoofdstuk is nader ingegaan op de verschillende eigenschappen van PFAS en de gevolgen voor het stofgedrag.

Oppervlakte actief en filmvormend

PFAS bestaan meestal uit een waterafstotende (hydrofobe) staart en een waterminnende kop. Door deze zeepachtige eigenschappen verzamelen PFAS zich op grensvlakken. In tegenstelling tot meer conventionele oppervlakte-actieve stoffen heeft de staart van de PFAS ook vetmijdende (lipofobe) eigenschappen waardoor PFAS coatings niet alleen beschermen tegen water maar ook tegen olie, vet, andere niet-polaire stoffen en vuildeeltjes. PFAS (en met name PFOS) zijn, of waren, daarom bij uitstek geschikt als filmvormend hulpmiddel in brandblusschuim voor vloeibare brandstoffen.

Sorptie en vluchtigheid

De mate waarin PFAS aan de bodem adsorberen kan sterk verschillen en is niet goed voorspelbaar: PFOS hecht bijvoorbeeld redelijk sterk aan de bodem, terwijl PFOA beduidend beter uitlooft. PFAS met kortere ketens adsorberen over het algemeen minder sterk aan de bodem dan de langketenige PFAS.

Afhankelijk van de milieuomstandigheden ligt de overgang tussen slecht of goed uitloofbaar bij de sulfonzuren (zoals PFOS) bij een ketenlengte van 6 koolstofatomen, en bij de carbonzuren (zoals PFOA) bij een ketenlengte van 8 koolstofatomen. PFAS adsorberen dus in meer of mindere mate aan de bodemdeeltjes, maar vanwege hun eigenschap om doorgaans goed in water op te lossen

⁵ Kennisdocument PFAS



verspreiden PFAS zich doorgaans toch vrij makkelijk in het milieu. De meest gebruikelijke PFAS zijn niet of nauwelijks vluchtig. Verspreiding via de lucht vindt alleen plaats als PFAS via een (productie) proces of bij calamiteiten (bijvoorbeeld grote branden) vrijkomen. PFOA komt doorgaans opgelost voor in het milieu en is dan niet of nauwelijks vluchtig.

Persistent, bioaccumulatief en toxisch

PFAS worden gekarakteriseerd als PBT: persistent, bioaccumulatief en toxisch. De koolstof-fluoride verbinding is bekend als een van de sterkste moleculaire bindingen. Het verbreken van deze moleculaire verbinding kost veel energie. Daardoor vindt het verbreken van deze verbindingen alleen plaats bij bijvoorbeeld zeer hoge temperaturen (>1.000 °C). Dankzij deze eigenschappen worden PFAS veel toegepast, maar het zorgt er ook voor dat deze stoffen zeer slecht of niet afbreken in het milieu. Veel van de gedeeltelijk gefluoreerde PFAS worden in het milieu omgezet tot volledige gefluoreerde, niet afbreekbare verbindingen. Gecombineerd met het grootschalig gebruik heeft deze stabiliteit er toe geleid dat PFAS overal op aarde in organismen is aangetroffen. In tegenstelling tot de bekende 'traditionele' organische verontreinigingen die zich ophopen in vet, hoopt PFAS juist op in eiwitten (onder meer in spieren en organen). De PFAS met langere koolstofketens zoals PFOS en PFOA hebben met halfwaardetijden tussen 3-9 jaar een zéér lange verblijftijd in het menselijk lichaam. PFAS met kortere ketens hebben vaak een kortere halfwaardetijd.

Halfwaardetijden in proefdieren zijn vaak aanzienlijk korter; voor ratten en muizen zijn dit weken tot maanden. Deze verschillen zorgen ervoor dat de resultaten van dierproeven niet zondermeer vertaald kunnen worden naar effecten op de mens. Deze constatering heeft er toe geleid dat de risicogrenswaarde(n) van PFAS de laatste jaren sterk is teruggebracht. PFAS zijn bij lage concentraties niet acuut toxisch voor de mens, maar geven chronische effecten op lever, longen, hormoonwaarden, voortplanting, groei en op de vorming van antistoffen bij vaccinatie. PFOS en PFOA worden door toonaangevende instanties⁶ aangeduid als mogelijk of waarschijnlijk carcinogeen (klasse 2b) met het vermoeden dat het verschillende soorten kanker veroorzaakt.



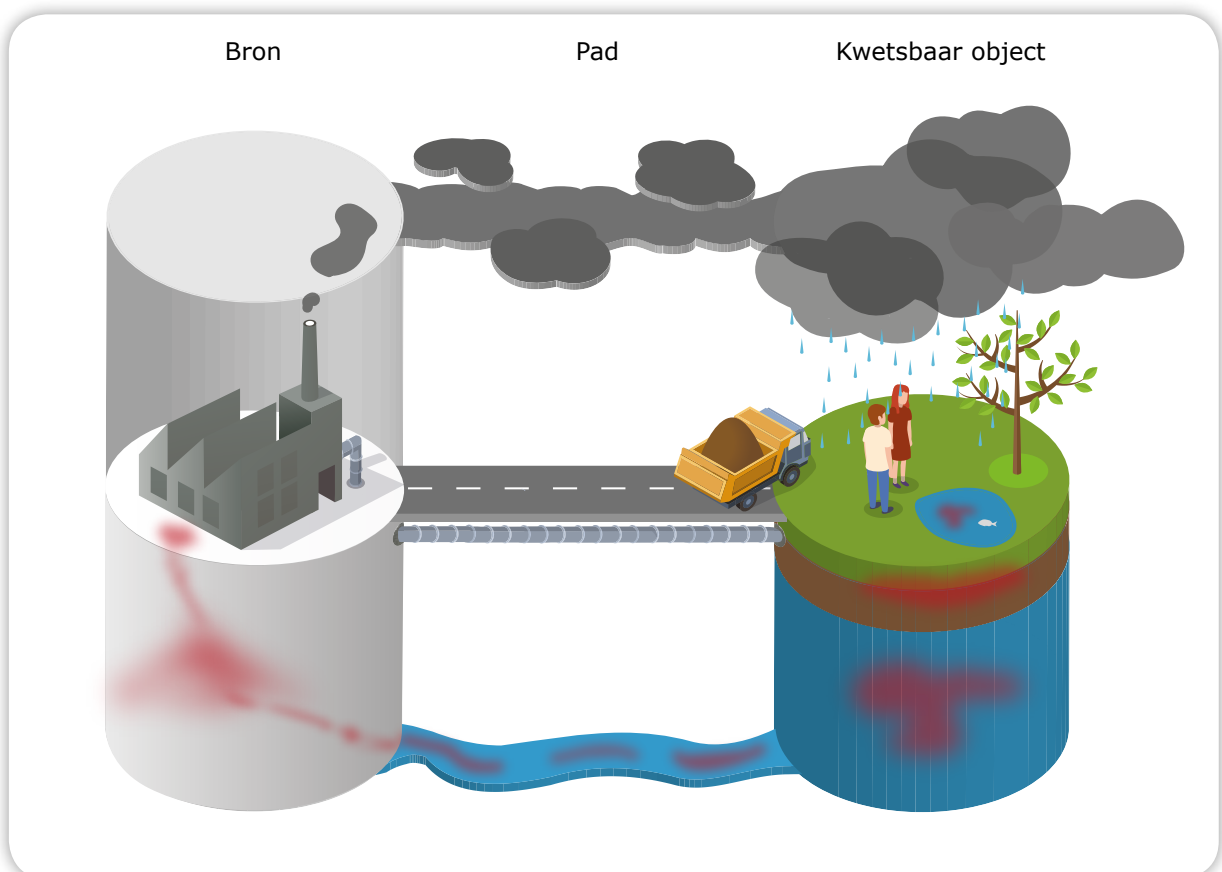
⁶ Zoals het US Agency for Toxic Substances and Disease Registry, het U.S. Environmental Protection Agency en het International Agency for Research on Cancer.

1.3 Verspreiding en blootstelling (conceptueel model)

Het beantwoorden van de vraag of en zo ja waar PFAS in een gebied of situatie tot een toename van gehalten in de bodem leidt, start met een systematische analyse van de bronnen van PFAS, de mogelijke transportroutes (het pad) en de manieren waarop mens en milieu (de receptoren) worden blootgesteld. Alle risicogrenswaarden en normen zijn op de een of andere manier gebaseerd op deze bron-pad-receptor benadering. Maatregelen om risico's voor de mens of het milieu te beperken zijn zo ook gericht op het doorbreken van de bron-pad-receptor keten.

Bronnen

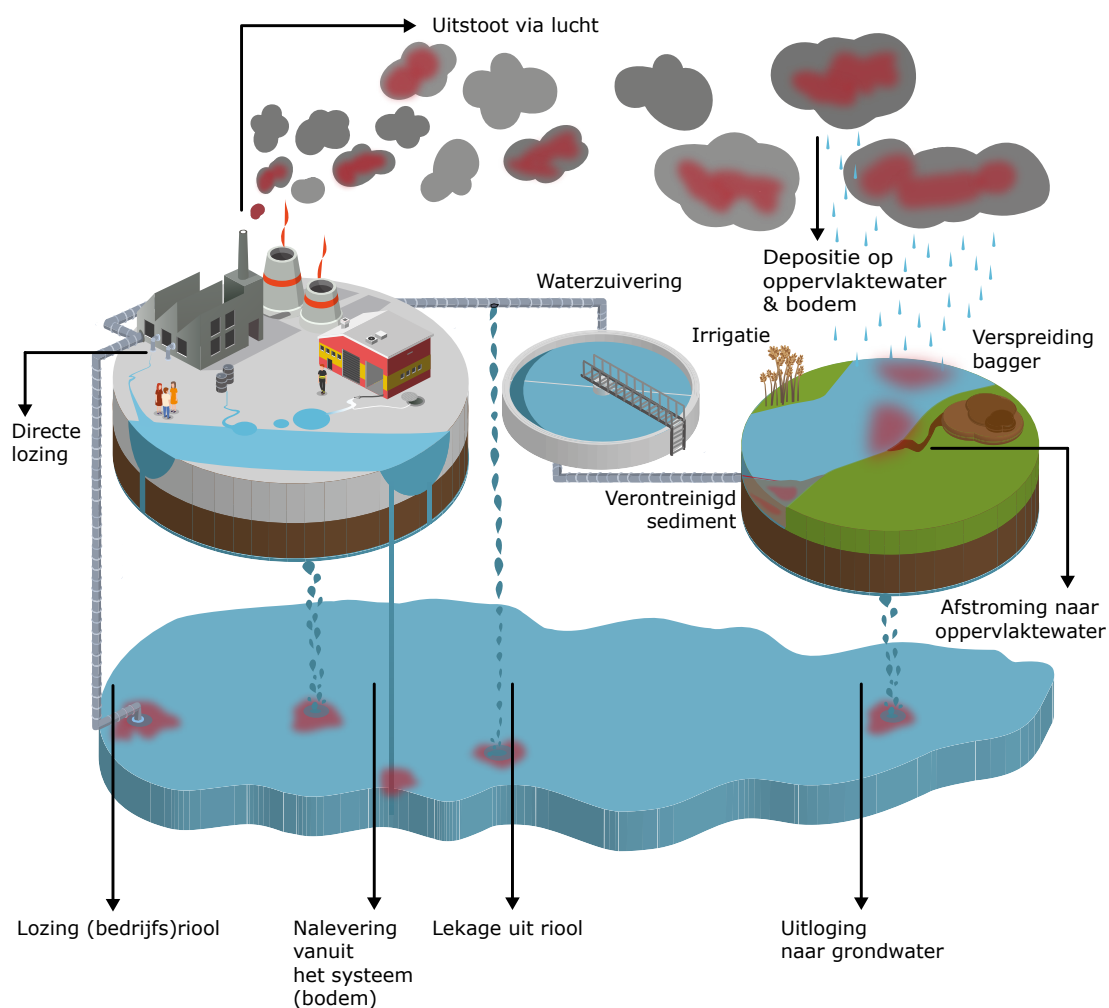
Er kan een onderscheid worden gemaakt tussen 'primaire bronnen' en 'secundaire bronnen'. Wat betreft de 'primaire bronnen' verschilt PFAS niet zoveel van reguliere milieubelastende stoffen: daar waar PFAS wordt gebruikt, kan PFAS in het milieu terechtkomen. Dat kan door (vergunde) uitstoot of lozing naar de lucht, riool of oppervlaktewater, maar ook door morsen of grootschalige calamiteiten. Doordat PFAS stoffen niet of nauwelijks chemisch of biologisch afbreken, moet meer nog dan bij andere verontreinigingen rekening gehouden worden met de aanwezigheid van secundaire bronnen. Waterzuiveringsinstallaties, afvalverbrandingsinstallaties en stortplaatsen fungeren als een 'secundaire bron' voor PFAS. In het volgende hoofdstuk is nader ingegaan op het gebruik en de bronnen van PFAS.



Figuur 6: Bron, pad, kwetsbaar object

Paden

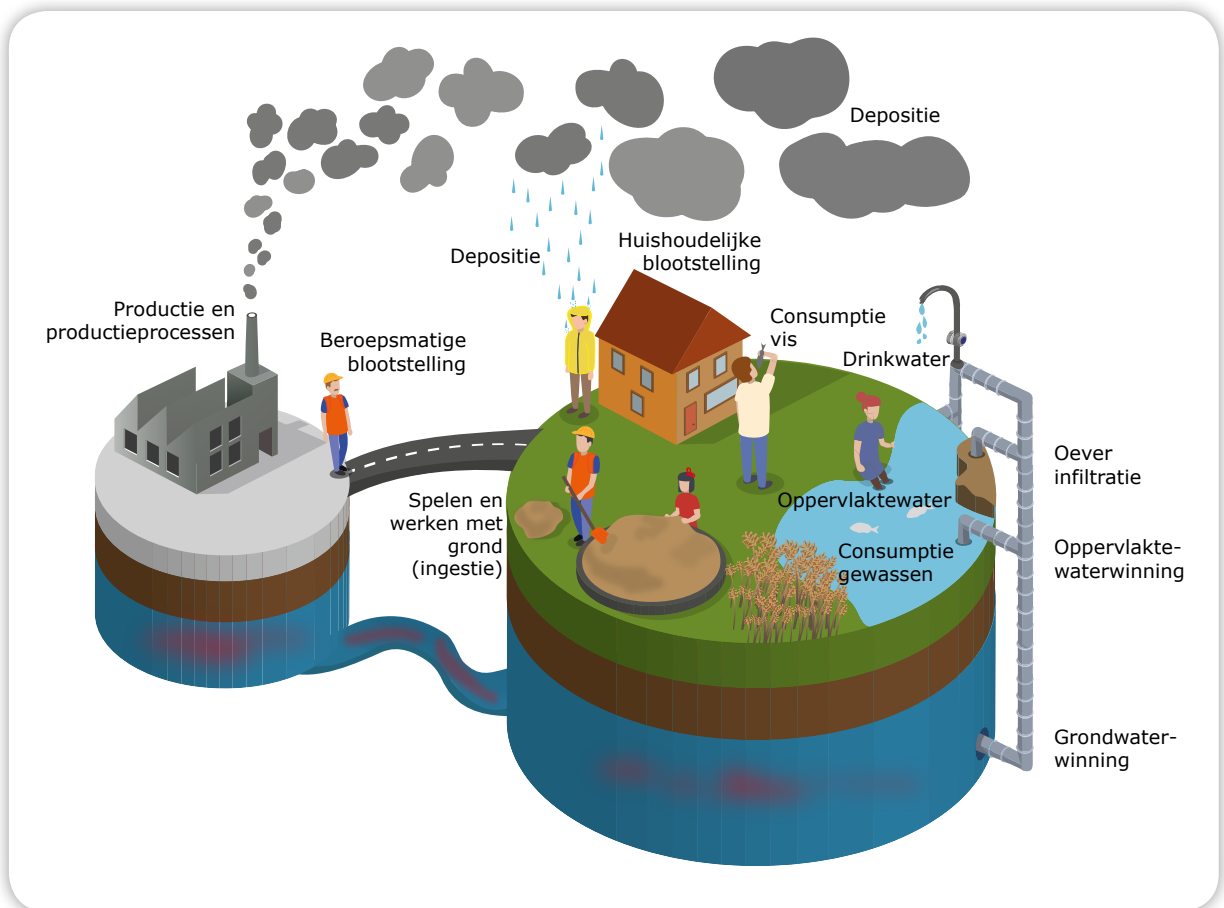
Vanuit de diverse bronnen kan PFAS op verschillende manieren in het grond- / grondwatersysteem terechtkomen. Door morsen, calamiteiten of het lokaal gebruik van blusschuim ontstaat een min of meer klassiek beeld van een geconcentreerde bron in de grond en het grondwater en een grondwaterpluim. Door het persistente karakter is er echter geen sprake van afbraak in de pluim. De uitstoot naar de lucht vanuit bv. productielocaties en afvalverbrandingsinstallaties kan via depositie op de grond leiden tot diffuse bodemverontreiniging van relatief grote gebieden. De lozing op rivieren (ook in het buitenland) kan leiden tot PFAS in het oppervlaktewater in Nederland, maar ook tot met PFAS verontreinigd slib. Doordat de stoffen niet afbreken, is het transport en het hergebruik van met PFAS verontreinigde grond en bagger een belangrijke verspreidingsroute. Deze verspreidingsroute kan leiden tot een heterogeen (diffuus) verontreinigingsbeeld.



Figuur 7: De verspreidingsroutes van PFAS in Nederland

Kwetsbare objecten

Mens en dier kunnen op verschillende wijzen worden blootgesteld aan PFAS. Dit kan rechtstreekse blootstelling (inhalatie of huidcontact) zijn, maar ook via bijvoorbeeld consumptie van water en voedingsmiddelen waarin zich PFAS bevindt. Het zowel kwalitatief als kwantitatief in beeld brengen van deze routes vormt, samen met het vaststellen van de toxiciteit van de stof, de kern als het gaat om het vaststellen van risicowaarden en normen. In het hoofdstuk over risico's, normen en toetsingswaarden is nader op de kwetsbare objecten ingegaan.



Figuur 8: De blootstelling aan PFAS

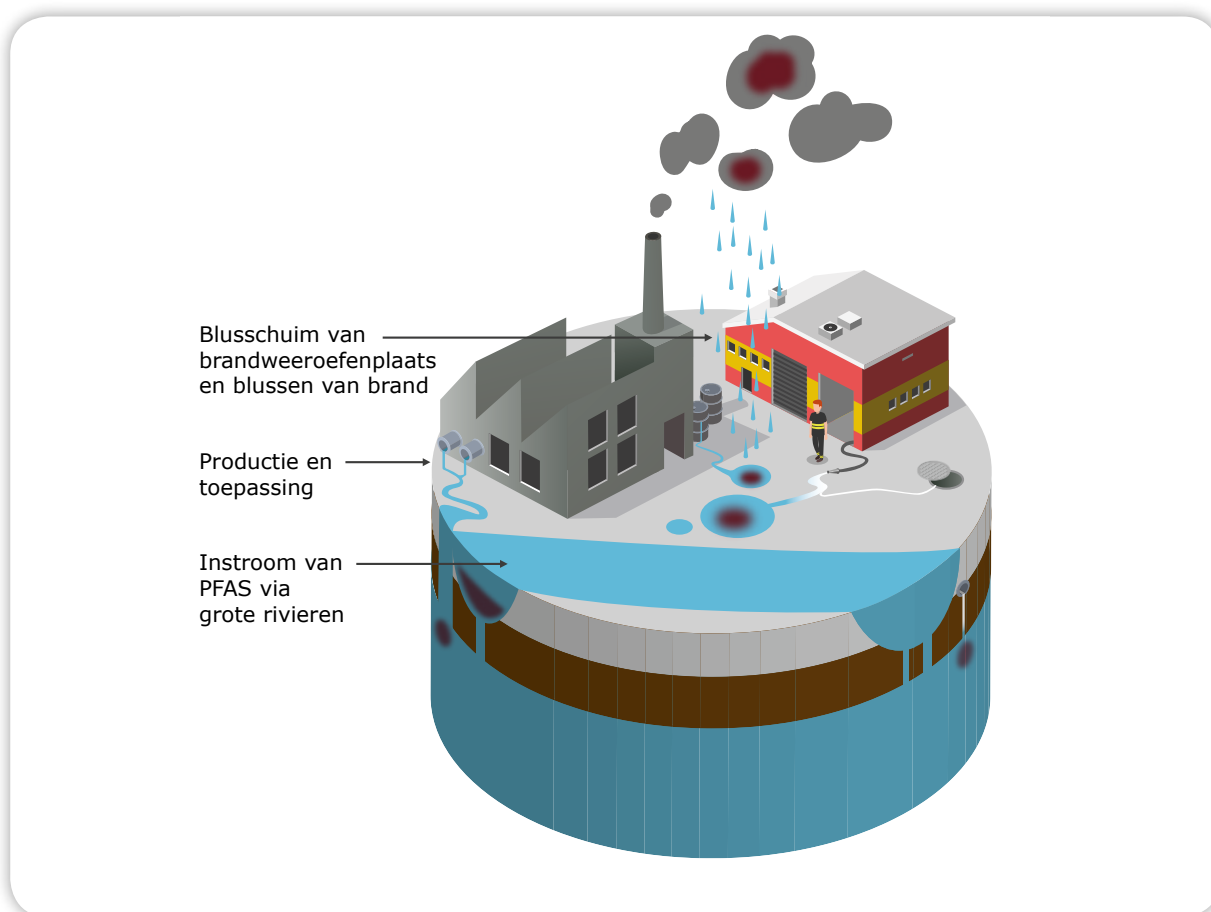
Nb. Onderzoek naar de opname van PFOA door vee of in gewassen vindt plaats door onder andere de NVWA (mei 2018).

1.4 Toepassingen van PFAS en bronnen van verontreiniging

PFAS zijn zowel vet- als waterafstotend, bestendig tegen hitte en zuren en zijn biologisch en chemisch niet of nauwelijks afbreekbaar. Deze unieke eigenschappen maken PFAS zeer geschikt voor heel veel verschillende toepassingen, zoals brandblusschuim, coating op pizzadozen, brandvertragend textiel of waterafstotende en ademende regenkleding.

Bronnen van PFAS

Locaties waar PFAS is geproduceerd of verwerkt is, noemen we primaire bronnen. De mate waarin PFAS tijdens de productie of verwerking in het milieu zijn vrijgekomen is afhankelijk van de gebruikte hoeveelheden en de condities / werkwijzen die zijn gehanteerd. Ook de toepassing in brandblusschuim wordt als primaire bron beschouwd. Kenmerkend voor brandblusactiviteiten is dat ter plaatse van een brand veelal geen bodembeschermende voorzieningen aanwezig zijn en dus PFAS in de bodem komt. Ook de instroom van PFAS via de grote rivieren wordt beschouwd als een primaire 'bron'. Deze bron kan alleen met internationale regelgeving worden ingeperkt. In figuur 9 zijn de primaire bronnen samengevat.



Figuur 9: Primaire bronnen voor PFAS (o.a. productie, PFAS houdend blusschuim en PFAS via de grote rivieren)

In tabel 1 zijn de bedrijfsactiviteiten beschreven waar PFAS wordt gebruikt. Deze tabel kan gebruikt worden bij onderzoek naar potentiële risicolocaties voor PFAS. Aangegeven is bij welke toepassingsgebieden of activiteiten PFAS in het milieu terecht kan zijn gekomen. Onderzoek start met het controleren of binnen het gebied deze activiteiten plaatsvinden of hebben plaatsgevonden.



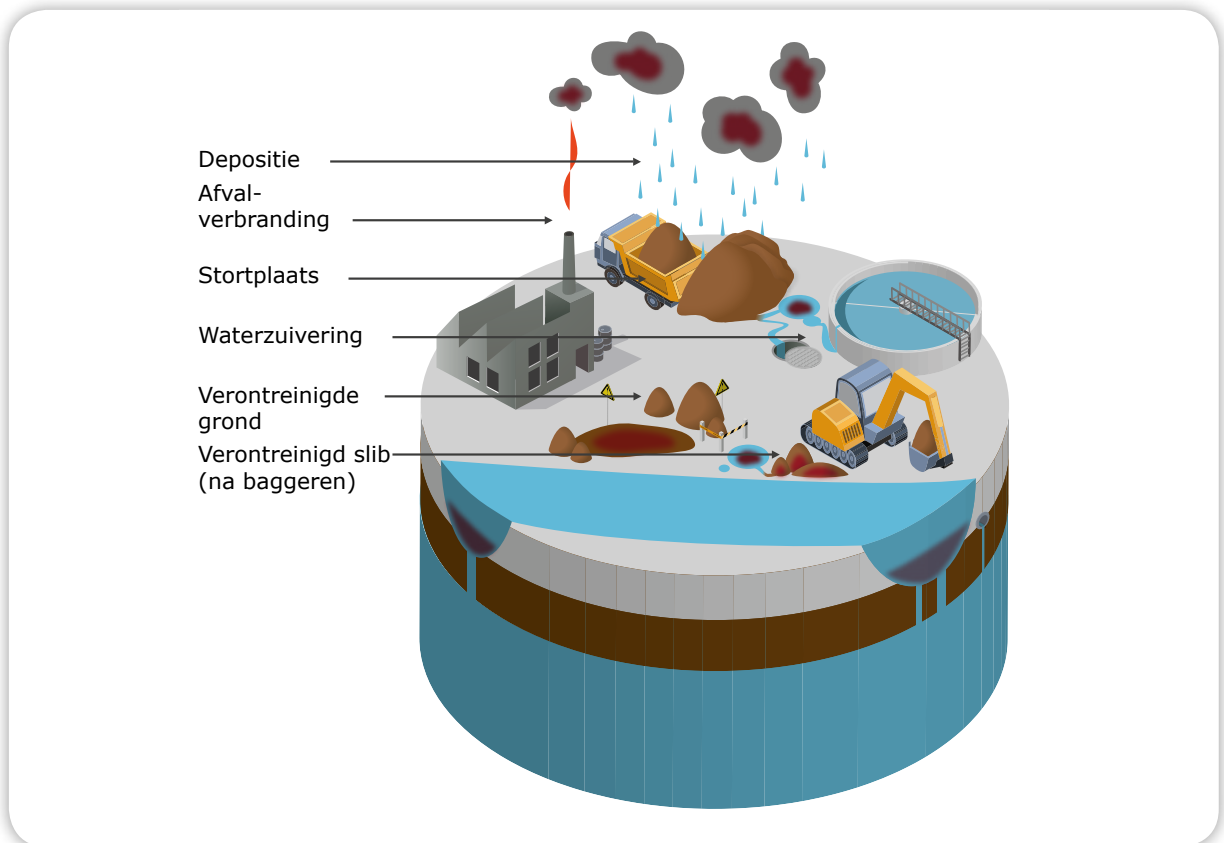
Tabel 1: Toepassingen van PFAS en de kans dat daarbij PFAS in het milieu vrij komt

Type locatie	Activiteit	Kans op vrijkomen in milieu
PFAS producerende industrie (Productie PFOS/PFOA, telomeren)		
Productie van gefluoreerde polymeren	Productie van o.a. PFOS, PFOA, telomeren en ander PFAS verbindingen	Groot
Verwerkende industrie		
Productie Teflon en andere gefluoreerde polymeren	PFOA/GenX gebruikt tijdens productie	Groot
Verwerking van Teflon en andere gefluoreerde polymeren	PFOA/GenX mogelijk aanwezig in halffabricaat	Groot
Galvanische industrie	Mist-surpressant (vernevelen, chroombaden), vooral in chroom verwerkende industrie (maar ook andere metalen)	Groot
Textiel industrie	Behandelen textiel, leer, waterafstotend maken, vernevelen: o.a. van tapijten, meubelstoffering, outdoor kleding, schoenen	Beperkt
Halfgeleider industrie	Gebruik van PFAS in printplaatproductie (verdachte producten/chemicaliën: fotozuur, antireflectie coating, fotolak en ontwikkelloeistof).	Beperkt
Foto industrie	In de foto industrie werden ook producten als oplosmiddel, pigmenten, ontwikkelloeistof gebruikt.	Beperkt
Papier- en verpakkingindustrie	PFAS werd/wordt toegevoegd aan de samenstelling van het papier om het water en vetafstotend te maken (zoals ook bij levensmiddelen verpakkingen, bakpapier etc.)	Beperkt
Lak- en verfindustrie	Productie van lak en verf waarin PFAS wordt verwerkt	Beperkt
Hydraulische vloeistoffen	Sinds 1970 is PFAS als toevoeging gebruikt aan specifieke hydraulische vloeistoffen. Voornaamste gebruik bij motoren van vliegtuigen (bouw en onderhoud) of generatoren (van bijvoorbeeld windmolens).	Beperkt
Fabricage van cosmetica en reinigingsmiddelen	Voornamelijk gebruikt om de oppervlaktespanning te verlagen of de levensduur van (cosmetische) producten te verlengen	Beperkt
Landbouw / tuinbouw	Mogelijk is PFAS toegevoegd aan bestrijdingsmiddelen	Vermoeden
Inzet brandblusschuim (AFFF schuim - klasse B voor brandbare vloeistoffen)		
Brand blussen	Calamiteit / incidentbestrijding	Groot
Brandweeroefenplaatsen (gemeenten)	Regelmatig, langdurig gebruik PFOS houdend schuim	Groot



Type locatie	Activiteit	Kans op vrijkomen in milieu
Brandpreventie voorzieningen (industrie) met schuimblusinstallaties	Tijdens calamiteiten en/of testen. Chemische industrie, op- en overslaglocaties, auto-industrie, kunststofindustrie, afval- en schrootverwerkingsbedrijven, chemicaliëngroothandel.	Kans is klein, effect is beperkt als opvang van blusstof plaatsvindt. Als opvang ontbreekt, dan is kans/effect groot
Militaire brandweeroefenplaatsen en vliegvelden	Tijdens calamiteiten en/of testen	Groot
Brandweeroefenplaatsen op vliegvelden (burgerluchtvaart)	Tijdens calamiteiten en/of testen	Groot
Secundaire bronnen		
Stortplaatsen	Storten van PFAS-houdende materialen zoals tapijten, meubels, ect. Bij onderzoek aandacht voor het percolaat en het grondwater. Zuivering van het percolaat op PFAS vindt doorgaans nog niet plaats. Dit is technisch wel mogelijk.	Vermoeden
Waterzuiveringsinstallaties	De afvalstromen van huishoudens, industrieën of stedelijk water (met bijvoorbeeld restanten van blusactiviteiten) worden hier opgevangen en gezuiverd. Zuivering van PFAS vindt nog niet plaats. Bij onderzoek naar PFAS aandacht schenken aan water, waterbodem, slibfractie en reststromen zoals zuiveringslib.	Vermoeden
Afvalverbrandingsinstallaties	Doorgaans is de temperatuur van de verbrandingsoven onvoldoende om de PFAS volledig af te breken. Hierdoor komt PFAS vrij via de rookgassen, die doorgaans niet gereinigd worden op PFAS. Bij onderzoek naar PFAS aandacht voor het effect van atmosferische depositie naar de bodem.	Vermoeden

Doordat PFAS stoffen niet of nauwelijks chemisch of biologisch afbreken kunnen reguliere installaties om afvalstoffen te verwerken, zorgen voor verdere verspreiding. In tabel 1 zijn hiervoor de secundaire bronnen zoals stortplaatsen, waterzuivering- en afvalverbrandingsinstallaties opgenomen. Ook het hergebruik van met PFAS verontreinigde grond of slib kan als secundaire bron worden beschouwd. Deze secundaire bronnen verdienen naast het onderzoeken van potentiële risicolocaties (tabel 1) ook aandacht. De secundaire bronnen worden schematisch weergegeven in figuur 10.



Figuur 10: Schematische weergave van secundaire bronnen van PFAS

Restricties in het gebruik van PFAS

Inmiddels zijn er vergaande restricties aan het gebruik van PFOS en PFOA. De productie en/of gebruik van beide stoffen is vrijwel volledig uitgefaseerd in Europa. Voor PFOS sinds 2010 en voor PFOA per 2020. Voor het gebruik van PFOS zijn uitzonderingen gemaakt die zeer beperkte toepassingen toestaat. Het verbod op PFOS en PFOA leidt er toe dat deze stoffen vervangen worden voor andere PFAS-varianten. Vervangers zijn bijvoorbeeld PFHxS, 6:2 FTS, 8:2 FTS, PFBS en GenX. Dit zijn ook gefluoreerde verbindingen die de eigenschappen van PFOS en PFOA zoveel mogelijk benaderen. Soms zijn dit precursors die in het milieu weer worden omgezet in verbindingen als PFOS en PFOA, maar vaak zijn het PFAS-verbindingen met kortere ketens die weliswaar minder toxisch en bioaccumulatief zijn, maar nog steeds zeer persistent. Momenteel wordt veel onderzoek verricht om vast te stellen of de vervangers van PFOS en PFOA daadwerkelijk minder schadelijk zijn.

Via Europese wetgeving als REACH en de ratificatie van het Stockholm Conventie is PFOS sinds 2010 verboden en wordt het gebruik van PFOA in 2020 verboden. Op deze wijze wordt het gebruik van PFAS uitgefaseerd. Voor PFHxS wordt onderzocht of een verbod ook nodig is. Indien uitfasering nodig blijkt wordt hiertoe door deze instanties besloten.

Op lokaal of regionaal niveau kan de regulering plaatsvinden door de vergunningverlening. Zo kan in beeld gebracht worden hoeveel PFAS vrijkomt op een locatie of op welke wijze het gebruik wordt gereduceerd. Ook kunnen overheden (samen) in beeld brengen wat de totale belasting is van PFAS in het bodem- en watersysteem.

1.5 Risico's, normen en toetsingswaarden in bodem

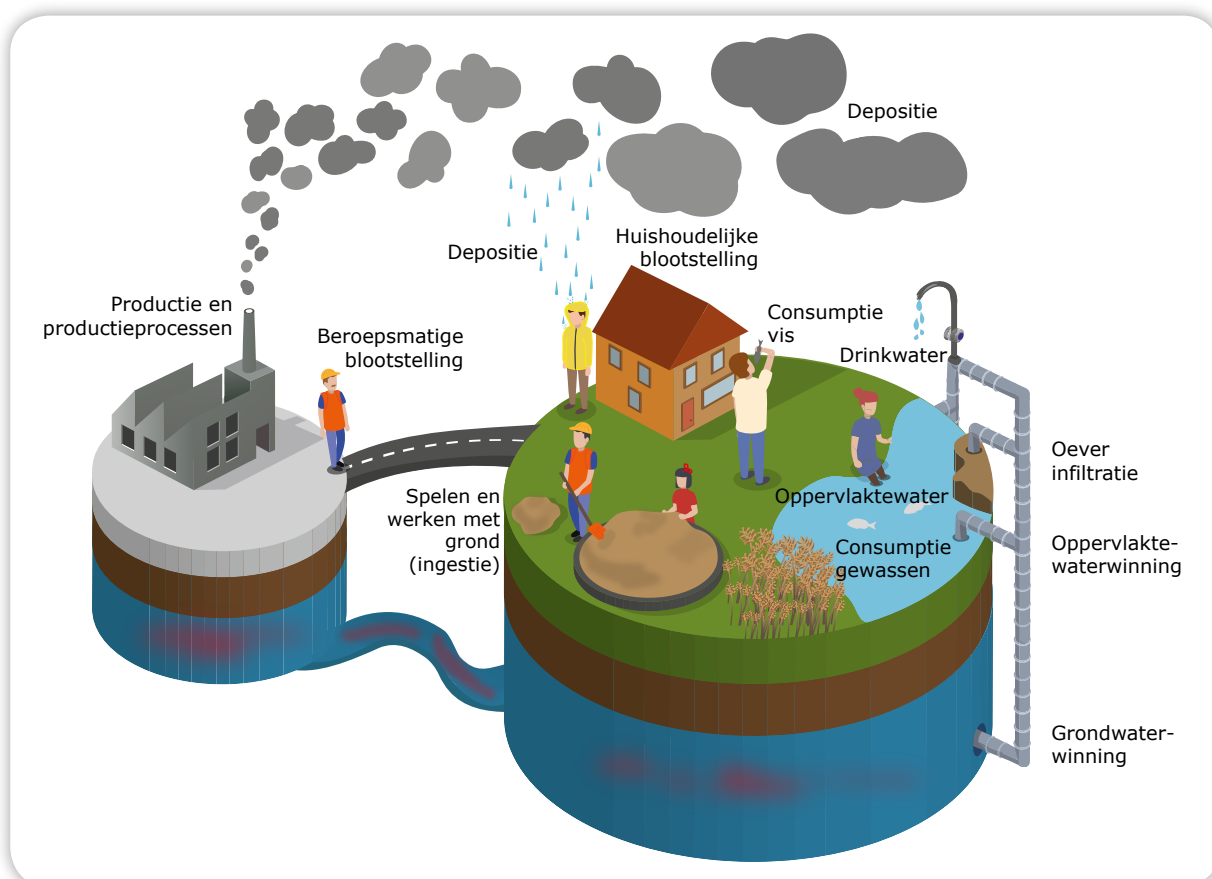
De toetsingswaarden voor PFOS en PFOA behoren tot de laagste die we kennen in het werkveld van bodembeheer. Voor grond liggen de waarden op het niveau van microgrammen per kilogram ($\mu\text{g/kg}$ d.s.). Voor grondwater liggen de waarden vaak op het niveau van nanogram per liter (ng/l). De toetsingswaarden zijn daarmee veelal een factor 1.000 of meer lager dan waarden die we voor reguliere milieuvreemde stoffen kennen. Het gedrag (persistent, bioaccumulatief en toxisch), het effect van blootstelling voor mensen en de mobiliteit van deze stoffen zijn bepalend geweest bij de onderbouwing van deze normen.

Blootstelling

De laatste jaren hebben overheden wereldwijd de toetsingswaarden voor PFOS en PFOA naar beneden bijgesteld. Oorzaak is het stofgedrag en de lange verblijftijd van PFAS in het lichaam. Daarnaast spelen onzekerheden over het vertalen van de gegevens van dierproeven naar de mens een rol. De chronische blootstelling aan PFOS en PFOA leidt tot effecten op de lever, longen, hormoonwaarden, groei en de voortplanting. Daarnaast kan PFAS een verstoring van de vorming van antistoffen bij vaccinatie veroorzaken.

PFOS en PFOA worden door wetenschappers aangeduid als mogelijk of waarschijnlijk kankerverwekkend. In Nederland zijn PFOS en PFOA opgenomen op de lijst van stoffen die een negatief effect hebben op de voortplanting. Epidemiologisch onderzoek heeft verder uitgewezen dat er sterke verbanden zijn tussen langdurige blootstelling aan PFAS en verschillende soorten kanker (o.a. zaadbal-, nier-, prostaat-, eierstok- en borstkanker).

Acute toxiciteit voor mensen vindt plaats bij veel hogere concentraties dan de toetsingswaarden voor grond en grondwater. Doorgaans worden risicogrenswaarden door het RIVM afgeleid met dierstudies. In deze dierstudies zijn acute toxische effecten waargenomen op de lever en het maagdarmkanaal. Hierbij is PFOS meer toxisch gebleken dan PFOA.



Figuur 11: De risicogrenswaarden zijn een functie van de toxiciteit van PFAS en de mate waarin mensen aan PFAS blootgesteld kunnen worden.



Risicogrenswaarden PFOS en PFOA

Het vaststellen van toetsings- of risicogrenswaarden voor grond en grondwater (en overige compartimenten) voor PFAS is nog volop in ontwikkeling. Voor veel PFAS ontbreken nog voldoende betrouwbare data over de toxiciteit en het stofgedrag. Voor PFOS en PFOA is de afgelopen jaren wel de nodige voortuitgang geboekt. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de in Nederland toegepaste waarden. Het RIVM heeft (in 2010/2011 voor PFOS voor de regio Haarlemmermeer en in 2016/2018 voor PFOA voor de regio Drechtsteden) gebiedspecifieke toetsingswaarden afgeleid voor PFOS en PFOA in grond, bagger, grondwater en oppervlaktewater.

Op basis van voortschrijdend inzicht is de TDI (toelaatbare dagelijkse inname) voor PFOA tussen 2011 en 2017 bijgesteld van 1.500 ng/kg lichaamsgewicht/dag naar 12,5 ng/kg lichaamsgewicht/dag. De risicogrenswaarden voor PFOA heeft het RIVM bepaald op basis van de nieuwe TDI. De risicogrenswaarden voor PFOS zijn in 2011 bepaald op basis van de toenmalige TDI. Het RIVM geeft aan dat de toxiciteit van PFOS en PFOA van eenzelfde orde grootte zijn. Omdat de TDI voor PFOS nu nog hoger is dan die van PFOA, is het aannemelijk dat de risicogrenswaarden voor PFOS in de toekomst worden verlaagd, gebaseerd op een nieuwe TDI. Verwachting is tevens dat in juni 2018 de European Food Safety Authority (EFSA) komt met een aangepaste TDI voor PFOA, waarbij de verwachting is dat deze waarde een factor 3 lager wordt. Beide ontwikkelingen betekenen dat deze waarden nog aan verandering onderhevig kunnen zijn. Ons advies is om de site van het RIVM te raadplegen voor de meest actuele stand van zaken.

Daarnaast geven wij de overweging mee om actuele wetenschappelijke inzichten te gebruiken voor het vaststellen of bijstellen van toetsingswaarden. Lokale overheden kunnen deze waarden gebruiken voor de normalisatie van het vraagstuk dat ontstaat als PFAS in de bodem wordt vastgesteld of het vermoeden bestaat dat verhoogde gehalten aan PFAS in de bodem voorkomen.

In tabel 2 is een overzicht gegeven van de belangrijkste risicogrenswaarden voor PFOS en PFOA die begin 2018 gelden. Om te bepalen welke toetsingswaarde toegepast kan worden is het van belang te begrijpen wat het 'conceptueel model' is waarin de blootstelling is vertaald naar bron, pad en receptor. Relevant is bijvoorbeeld in welke mate grond en grondwater in contact staan met het oppervlaktewater en of doorvergiftiging van belang is (bijvoorbeeld in/nabij natuurgebieden). Ook is het ecologisch beschermingsniveau van belang. Deze afweging dient op basis van 'expert judgement' te worden gemaakt. Daarnaast moet worden opgemerkt dat de afgeleide risicogrenswaarden voor PFOS rekening houden met een locatie specifieke verdunningsfactor van grond- en grondwater naar oppervlaktewater.



Tabel 2: Overzicht risicogrenswaarden PFOS en PFOA afgeleid door RIVM (samengesteld uit data uit: Moermond et al., 2010; Wintersen et al., 2016; Lijzen et al., 2018)

	PFOS	PFOA
Grond		
Bovengrens (interventie-waardeniveau)	6600 µg/kg d.s. ⁷ Laagste van ER _{eco} (16000 µg/kg) en MTR-humaan-bodem (6600 µg/kg).	900 µg/kg d.s.
Ondergrens (streefwaardeniveau)	0,1 µg/kg d.s. Rapportagegrens	0,1 µg/kg Rapportagegrens
Wonen met tuin	11 µg/kg Laagste van MTR _{wonen, tuin} (6600 µg/kg), Ecologische risico's grond <u>zonder</u> doorvergiftiging (400 µg/kg), Uitloging van grond naar drinkwater (11 µg/kg).	900 µg/kg d.s. Laagste van middenniveau directe ecotoxiciteit (5000 µg/kg), en humane scenario 'wonen met tuin' (900 µg/kg)
Wonen met moestuin	Niet bepaald	86 µg/kg d.s.
Ander groen, bebouwing, infrastructuur en industrie	8 µg/kg ⁸ Laagste van MTR _{industrie} (16000 µg/kg), Ecologische risico's grond <u>met</u> doorvergiftiging (8 µg/kg), Uitloging van grond naar drinkwater (11 µg/kg).	1137 µg/kg d.s. Laagste van ER _{eco} (50000 µg/kg), Ecologische risico's grond <u>met</u> doorvergiftiging (1137 µg/kg), Humane risico's industrie (4195 µg/kg)
Evenwicht met direct gebruik grondwater als drinkwater	100 µg/kg d.s.	2,7 µg/kg d.s.
Bagger/sediment		
Bovengrens	16000 µg/kg d.s. ⁹ ER _{eco}	50000 µg/kg d.s. ER _{eco}
Ondergrens	0,1 µg/kg ¹⁰ Rapportagegrens	0,1 µg/kg Rapportagegrens

7 Deze waarde is niet beschermend voor het grondwater wanneer het criterium van grondwater als drinkwater wordt gehanteerd. Een veilige bovengrens is in dat geval 100 µg/kg (Evenwicht met direct gebruik grondwater als drinkwater. Lijzen et al., 2011).

8 Het RIVM heeft geconcludeerd dat de gegevens waarop deze waarde bepaald is, mogelijk niet volledig zijn. Een nieuwe inventarisatie van de beschikbare gegevens is noodzakelijk om te bepalen of deze waarde van 8 µg/kg juist is. Bij deze berekening is er van uit gegaan dat de gebieden met deze functie groot genoeg zijn om als leefgebied voor vogels en zoogdieren te dienen, waardoor doorvergiftiging naar hogere organismen een rol kan spelen. Bij 'wonen met tuin' wordt hier niet van uitgegaan (Wintersen et al., 2016). Areaalgrootte is van invloed op de mogelijke toepassing, door de koppeling van gebruiksfuncties en (ecologische) normen.

9 Betreft alleen directe ecologische toxiciteit. Effecten van stapeling in de voedselketen zijn niet meegenomen. De ER_{bodem} wordt voor PFOS niet als een maatgevende risicogrens gezien omdat aanzienlijke effecten worden verwacht.

10 De ondergrenzen in bodem en sediment voor PFOS zijn vastgesteld op de rapportagegrens (0,1 µg/kg) omdat geen achtergrondwaarde bekend is (Wintersen et al., 2016). Het vaststellen van achtergrondwaarden voor PFOS in Nederland in relatief onbelaste gebieden geeft meer inzicht in de ondergrens voor PFOS. Omdat voor PFOA tevens geen achtergrondwaarden bekend zijn, is ook voor PFOA uitgegaan voor een ondergrens ten hoogte van de rapportagegrens van 0,1 µg/kg. In een landsdekkend onderzoek van Kwadijk et al., 2010 werden gehalten in sediment gevonden van 0,5-8,7 µg/kg (Wintersen et al., 2016).



	PFOS	PFOA
Klasse A ¹¹	Niet bepaald	Niet bepaald
Klasse B ⁶	Niet bepaald	Niet bepaald
Grondwater		
Bovengrens (interventiewaardeniveau)	4,7 µg/l Direct gebruik grondwater als drinkwater. Laagste van de waarden MTR _{huuman, grondwater} (310 µg/l), MTR _{dw} (4,7 µg/l) en ER _{eco, grondwater} (930 µg/l)	0,39 µg/l Direct gebruik grondwater als drinkwater. Laagste van de waarden MTR _{huuman, grondwater} (130 µg/l), MTR _{dw} (0,39 µg/l) en ER _{eco, grondwater} (7000 µg/l)
Ondergrens (streefwaardeniveau)	0,23 x 10 ⁻³ µg/l VR _{eco} = 1/100 MTR _{eco}	Niet bepaald
Humane risicogrens 'wonen met tuin' (Csoil)	310 µg/l	130 µg/l
Humane risicogrens 'wonen met moestuin' (Csoil)	Niet bepaald	12 µg/l
Oppervlaktewater		
Bovengrens jaargemiddelde AA-EQS/JG-MKE	0,65 x 10 ⁻³ µg/l Laagste van de waarden MTR _{eco, water} (0,023 µg/l), MTR _{sp, water} (0,0026 µg/l) en MTR _{hh food, water} (0,00065 µg/l)	0,048 µg/l Laagste van de waarden MTR _{eco, water} (30 µg/l), MTR _{sp, water} (0,99 µg/l) en MTR _{hh food, water} (0,048 µg/l)
Bovengrens maximaal (piek) MAC-EQS/MAC-MKE	36 µg/l ¹²	2800 µg/l (zoet water) 560 µg/l (zout water)
Drinkwater		
Drinkwatertoetsingswaarde ¹³	0,53 µg/l	0,0875 µg/l

Nb. Schuingedrukte waarden zijn niet letterlijk genoemd in de RIVM rapporten, maar afgeleid op vergelijkbare wijze.

¹¹ Klasse A en B voor sediment/bagger zijn niet bepaald in de RIVM rapporten. Klasse A-waarden worden gebaseerd op P95-getallen van de HVN Rijntakken (wat reeds aanwezig is in het sediment). Klasse B-waarden worden in principe be-paald op basis van de interventiewaarden voor bodem, maar voor PFOS (en PFOA) is niet gekeken naar doorvergiftiging naar aquatische organismen en humane visconsumptie.

¹² De waarde van dit getal is beperkt, aangezien het alleen gebaseerd is op acute toxiciteit en niet chronische blootstelling. Daarnaast is doorvergiftiging naar vleeseters en mensen niet meegerekend.

¹³ De EU heeft recentelijk (1 februari 2018) een voorstel gedaan voor toetsingswaarden voor drinkwater van 0,1 µg/l voor individuele PFAS (waaronder PFOS en PFOA) en 0,5 µg/l voor PFAS-totaal.



Risicogrenswaarden overige PFAS

Naast PFAS en PFOA zijn er nog vele andere PFAS aanwezig in het milieu. Voor deze verbindingen zijn nog geen risicogrenzen afgeleid. Het RIVM heeft een methode ontwikkeld om de relatieve humaan toxiciteit van diverse PFAS-stoffen ten opzichte van PFOA te bepalen. Deze zogenaamde relative potency factor (RPF) is weergegeven in tabel 3. Deze RPF's zijn afgeleid op basis van gegevens over de semi-chronische toxiciteitseffecten op de lever in mannelijke ratten¹⁴. Deze methode is alléén geschikt voor de bepaling van humaan-toxicologische risico's gebaseerd op directe inname. Meer gegevens over de toxiciteit zijn niet beschikbaar, vandaar dat deze RPF's niet gebruikt kunnen worden voor ecologische risicobeoordelingen.

Tabel 3: De relatieve toxiciteit van een aantal PFAS stoffen ten opzichte van PFOA

Verbinding ¹⁵	Aantal koolstofatomen	RPF
Perfluorsulfonzuren		
PFBA	4	0,001
PFHxS	6	0,6
PFOS	8	2
Perfluorcarboxylzuren		
PFBA	4	0,06
PFHxA	6	0,01
PFOA	8	1
PFNA	9	10
PFUnDA	11	4
PFDoA	12	3
PFTeA	14	0,3
PFHxDA	16	0,02
PFODA	18	0,02
GenX		0,06

Rekenvoorbeeld

Met behulp van deze RPF's kan een concentratie PFAS omgerekend worden naar PFOA equivalenten en kan bijvoorbeeld de humane toxiciteit van een mengsel van PFAS worden geschat. Bijvoorbeeld indien een monster 1 µg/l PFOS, 1 µg/l PFHxS en 1 µg/l PFHxA bevat, is het aantal PFOA equivalenten $2+0,6+0,01 = 2,61$ µg/l PFOA.

De RPF voor GenX bedraagt 0,06. Dit is bepaald op basis van levertoxiciteit. De verhouding tussen de TDI van PFOA en GenX is een factor 10 hoger, te weten 0,6. Dit is omdat de TDI's zijn bepaald op basis van meer effecten en dus niet alleen levertoxiciteit. Levertoxiciteit is het meest gevoelige eindpunt

¹⁴ Het meest significante effect van PFAS in dierproeven. Voor de geëvalueerde PFAS zijn hiervan gegevens bekend.

¹⁵ Voor de 'tussenuitlopende' PFAS waren geen/niet voldoende toxicologische gegevens beschikbaar om een RPF te bepalen. Voor deze PFAS kan een aanname gedaan worden dat de RPF ligt tussen de RPF's van de omringende PFAS (bijvoorbeeld voor PFPeA kan een aanname gedaan worden dat relatieve toxiciteit ten opzichte van PFOA tussen 0,06 en 0,01 ligt).



voor de meeste PFAS. Voor combinatietoxiciteit dient gerekend te worden met de RPF van 0,06. Wanneer GenX afzonderlijk wordt geëvalueerd dient gekeken te worden naar de TDI.

Locatiespecifieke waarden

De risico's van PFOS en PFOA variëren met de gebruiksfunctie van een locatie. Daarom verschillen ook de voor dat gebruik afgeleide toetsingswaarden. In tabel 2 is aangegeven dat zonder nadere onderbouwing de laagste waarde moet worden gehanteerd.

Om vast te stellen welke waarden er in een specifieke situatie gehanteerd moeten worden dienen de relevante blootstellingsroutes geëvalueerd te worden. De RPF-methode biedt een handvat voor de inschatting van humane risico's van enkele perfluorsulfonzuren en perfluorcarboxylzuren. Ook kan hiermee een inschatting gedaan worden van de risico's van de PFAS precursors door middel van het inschatten van de toxiciteit van de afbraakproducten van de precursors.

Bodemtypecorrectie voor PFAS

Voor organische verontreinigingen wordt in de traditionele bodemnormeringssystematiek de interventiewaarde gecorrigeerd voor het gehalte organische stof in de bodem omdat deze verbindingen sterk aan organische stof binden. Het gaat dan om een correctie voor bodems met een gehalte organische stof tussen de 2% en 30%, waarbij de standaard toetsingswaarde geldt voor 10% organisch stof. Stoffen uit de groep PFAS zijn in het algemeen echter oppervlakte-actief en kunnen een afwijkend sorptiegedrag vertonen. Voor deze stoffen is de relatie tussen sorptiegedrag en organisch stofgehalte dan ook minder duidelijk. Van de meeste PFAS zijn dan ook geen betrouwbare sorptieconstanten bekend. Voor humane effecten geldt altijd dat de blootstelling via grondingestie niet afhankelijk is van het organisch stofgehalte. Een correctie voor bodemtype is theoretisch niet nodig maar is wel voorgeschreven in het PFOS-beleid voor Noord-Holland. Voor PFOA in Zuid-Holland is dit niet gedaan.

Bij het afwegen van lokaal beleid is het aan de betreffende overheid om hierin een keuze te maken.

De CROW 400 gaat er van uit dat wel gecorrigeerd wordt voor percentage organisch stof bij het bepalen van de veiligheidsklassen.



1.6 PFAS in grond en grondwater in Nederland

PFAS komt op verschillende manieren in het grond- / grondwatersysteem in Nederland terecht. Bij lokaal gebruik en calamiteiten leidt dit tot het 'klassieke' bron – grondwaterpluim beeld. Uitstoot naar de lucht (productielocaties of afvalverbrandingsinstallaties) leidt tot een meer diffuse beïnvloeding / aantasting van grond en grondwater van relatief grote gebieden. Lozing op oppervlaktewater en aanvoer via de grote rivieren leidt tot de belasting van het oppervlaktewater en sediment. Doordat PFAS niet afbreekt vindt verspreiding ook plaats via het hergebruik van met PFAS verontreinigde grond en bagger. Naar verwachting leidt dit tot diffuse verspreiding.

PFAS op potentiële risicolocaties

Het meest verdacht voor PFAS in het milieu zijn die locaties waar PFAS worden geproduceerd. Ook de brandweeroefenplaatsen (met beperkte of ontbrekende bodembeschermende voorzieningen en/of opvangbassins) waar met grote regelmaat brandblusschuim is toegepast, zijn verdacht. Er zijn echter ook vele andere toepassingen van PFAS die kunnen leiden tot een grond- of grondwaterverontreiniging. In tabel 4 zijn deze toepassingen beschreven. In combinatie met activiteiten waar PFAS is gebruik (zie tabel 1) en informatie vanuit bijvoorbeeld milieuvergunningen of -archieven, kan achterhaald worden wat de potentiële risicolocaties zijn.

Tabel 4: De toepassingsgebieden van PFAS

Branche	Vorm van toepassing
Productie en verwerking fluor polymeren	PFOA (en later GenX) gebruikt tijdens het productieproces
Galvanische industrie	Vooraf in chroom verwerkende industrie (maar ook andere metalen)
Textiel industrie	Behandelen / waterafstotend maken textiel en leer
Halfgeleider- en foto industrie	Gebruik bij printplaatproductie en ontwikkelvloeistof gebruikt.
Papier	Water- en vetafstotend papier en verpakkingen
Lak- en Verfindustrie	-
Hydraulische vloeistoffen	Voornaamste gebruik bij vliegtuigbouw en onderhoud.
Cosmetica en reinigingsmiddelen	Oppervlaktetenspanning verlagen en levensduur verlengen
Blusschuim	Opslaan, oefenen met, en toepassen van blusschuim
Vliegvelden	Vooraf gerelateerd aan toepassing blusschuim
Afvalverwerking	Waterzuiveringsinstallaties (slib), vuilstorten en afvalverbrandingsinstallaties
Landbouw/(glas)tuinbouw	Vermoeden dat PFAS is gebruikt in bestrijdingsmiddelen

Door het ExpertisecentrumPFAS is in opdracht van de klankbordgroep (zie bijlage A) op 29 risicolocaties onderzoek gedaan. In het kader van het onderzoek zijn 182 peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd op PFAS. In 174¹⁶ peilbuizen (96%) zijn gemiddeld 7 verschillende PFAS aangetroffen boven de detectielimiet. In 83% van de geanalyseerde monsters werd PFOA aangetroffen. PFBA, PFOS en PFHxA werden in respectievelijk 70%, 69% en 67% van de monsters gevonden.

Vaak wordt bij bodemonderzoeken alleen naar PFOS en PFOA gekeken waardoor andere PFAS verontreiniging mogelijk worden gemist¹⁷.

¹⁶ In 5 diepe peilbuizen (>18 m-mv) en 3 stedelijke peilbuizen zijn geen PFAS aangetroffen.

¹⁷ In 13 van de 21 peilbuizen waar geen PFOS en geen PFOA boven de detectiegrens is aangetroffen zijn wel andere PFAS aangetroffen.





Geadviseerd wordt om bij PFAS verdachte locaties een PFAS pakket met minimaal PFOS, PFOA, PFBA, PFBS, PFHxS, 6:2 FTS, PFPeS, PFHpA, PFHxA en PFPeA (C4 tot C8 verbindingen) te analyseren. Met een breder pakket is het mogelijk gebleken om een 'locatie fingerprint' samen te stellen van de onderlinge verhouding van PFAS in het grondwater. Dit geeft een indruk van de te verwachten verbindingen indien het grondwater van verdachte locaties wordt onderzocht. Uitgevoerde fingerprints van grondwateranalyses gaf het volgende resultaat:

- Bij brandweeroefenlocaties en blusincidenten wordt vooral PFOS en ook PFOA en PFHxS aangetroffen. Bij nieuwe oefenlocaties ook 6:2 FTS.
- Bij de industriële locaties is er verschil in fingerprint tussen de verschillende locaties. De hoogste concentraties zijn aangetroffen bij een bedrijf dat vaten schoonmaakt. De PFAS fingerprint wordt gedomineerd door PFOS en PFHxS.
- In het grondwater rond verchroom-bedrijven zijn lage concentraties aangetroffen, voornamelijk PFOS, maar ook PFHxS en PFBS.
- In grondwatermonster bij een waterzuiveringsinstallatie is PFBA en PFOA aangetroffen, maar in lage concentraties. Dit beeld is vergelijkbaar met de fingerprint die in stedelijk gebied wordt gevonden.

PFAS in grondwater, oppervlaktewater en drinkwater

Om een beeld te krijgen van de aanwezigheid van PFAS in het grondwater, het oppervlaktewater en in/nabij drinkwaterwinningen in Nederland, is meetdata van ruim 20 instanties opgevraagd en geïnventariseerd. Daarnaast is openbare meetdata gebruikt die publiekelijk beschikbaar zijn. Het oppervlaktewater in de grote rivieren en meren in Nederland wordt sinds 2011 gemonitord op PFOS en PFOA. De meetpunten Eijsden en Lobith monitoren op PFAS in het water van de Rijn en Maas. Deze concentraties nemen af naarmate het water van oost-Nederland naar het midden van Nederland stroomt (verdunding met schoner water). Vanaf het midden van Nederland naar het westen van Nederland nemen de concentraties toe. Vermoedelijk door een grotere stedelijke dichtheid en het feit dat PFAS in heel veel producten is toegepast..

In algemene zin geldt dat verspreid over Nederland de PFOS en PFOA concentraties in het oppervlaktewater in de ordegrootte van 10 ng/l liggen. Hoewel zowel de gemiddelde als de maximale concentraties van PFOA hoger dan liggen dan die van PFOS wordt juist bij PFOS in meer dan 50% van de metingen, de AA-EQS (Annual Average Environmental Quality Standard) overschreden. Dat hangt samen met de lagere AA-EQS voor PFOS, dan voor PFOA (resp. 0,00065 µg/l en 0,048 µg/l).

In enkele meetpunten van het ondiepe grondwater komen de meetwaarde van PFOS en PFOA dicht bij de toetsingswaarde op interventiewaardeniveau, ondanks het feit dat deze meetpunten in onverdachte gebieden liggen.

Uit de resultaten met betrekking tot de drinkwaterwinningen blijkt dat in geen van de metingen de concentraties PFOS en/of PFOA boven de drinkwatertoetsingswaarde worden gemeten. Wel zijn in 99% van de metingen PFAS in lage concentraties aanwezig in het oppervlaktewater dat voor drinkwaterwinning wordt gebruikt. Het diepe grondwater dat gebruikt wordt voor drinkwaterwinning is relatief weinig belast met PFAS (1-4%). Ook hiervan liggen alle gemeten waarden beneden de drinkwatertoetsingswaarde.

De beschikbare meetdata betreft vooral metingen van PFOA en PFOS. Van de andere PFAS-stoffen zoals PFBA, PFBS en GenX zijn minder gegevens beschikbaar. PFAS komen in lage concentraties (onder niveau van Verwaarloosbaar Risico) voor in het oppervlaktewater en grondwater. In drinkwaterwinningen vrijwel niet. Voor de monitoring van het grondwater, oppervlaktewater of van de drinkwaterwinningen is het advies om PFAS in de monitoring mee te nemen. Ze vormen nadrukkelijk een aandachtspunt, vanwege het stofgedrag, toxiciteit, mobiliteit en aanwezigheid in ons milieu.

Diffuus voorkomen van PFOS en PFOA

De data van grondanalyses van PFOS en PFOA uit regio Haarlemmermeer en regio Drechtsteden zijn statistisch beschouwd om de percentielwaarden te kunnen berekenen. De bovengrond (tot 0,5 m-mv)



in deze regio's lijkt diffuus belast te zijn met PFOS (Haarlemmermeer) en PFOA (Drechtsteden). Geadviseerd wordt om rekening te houden met concentraties van circa 2 µg/kg voor PFOS (95-percentiel) en met 2,5 µg/kg voor PFOA (tussen de 90- en 95-percentiel).

Van andere regio's zijn niet voldoende meetdata beschikbaar om deze statistische analyse te kunnen uitvoeren. Bij het opstellen van lokaal of regionaal beleid voor PFAS wordt geadviseerd om ook de kwaliteit van de bovengrond te onderzoeken. Zo kan vastgesteld worden of diffuus verhoogde concentraties in het gebied aanwezig zijn, hetgeen belangrijk is voor het grondverzet en hergebruik van grond. Deze metingen kunnen input zijn voor specifiek beleid voor het bodembeheer.

Analysepakket voor PFAS

Een advies voor de samenstelling van het analysepakket voor PFAS in grond of grondwater, is opgenomen in rubriek 3 van dit document.





Rubriek 2:

Een handelingsperspectief voor bodembeheer



2.1 PFAS en de generieke kenmerken van het bodembeleid

Regels voor het omgaan met verontreinigde grond, grondwater en baggerspecie zijn vastgelegd in de Wet bodembescherming (Wbb). De Circulaire bodemsanering gaat over het beschermen en saneren van het bodemsysteem. Volgens de AMvB Besluit bodemkwaliteit worden regels gesteld voor het toepassen en hergebruiken van bouwstoffen, grond en baggerspecie. Beide regelingen vallen onder het kader van de Wbb. Ook voor verontreinigingen met nieuwe en opkomende / niet genormeerde stoffen zijn beide regelingen te gebruiken en bieden deze houvast voor het vormgeven van een aanpak.



Figuur 12: De Wbb als kader met de regelingen voor saneren en hergebruik. De komst van de Omgevingswet, waarbij de Rijksoverheid streeft naar decentralisatie van de verantwoordelijkheden voor het bodembeheer, zal op hoofdlijnen niet veel veranderen aan dit kader.

Gebiedspecifiek beleid, richtlijn niet-genormeerde stoffen

Voor PFAS zijn geen landelijke normwaarden voor grond en grondwater vastgesteld. Hiermee is PFAS een 'niet-genormeerde stof'. De huidige kaders bieden ruimte om te handelen als sprake is van niet-genormeerde stoffen, door enkele stappen (zie paragraaf 2.2.) te doorlopen. Uitvoering van deze stappen zorgt voor de normalisatie van lokaal of regionaal bodembeheer en biedt een perspectief voor het omgaan met deze stoffen. Bij het opstellen van lokaal of regionaal beleid voor bodemsanering en hergebruik van grond, moet geborgd worden dat dit beleid aansluit bij beleidskeuzes en regelgeving binnen andere werkvelden dan bodem.

Bij PFAS en andere niet-genormeerde stoffen ontbreekt een interventiewaarde. Hierdoor kan niet worden onderbouwd of een locatie niet verontreinigd is, enigszins verontreinigd is of ernstig verontreinigd is en sanering nodig is. In de Circulaire bodemsanering is een richtlijn opgenomen waarin is aangegeven hoe moet worden omgaan met niet-genormeerde stoffen. In deze richtlijn zijn de stappen beschreven om de ernst en spoedeisendheid van een grond- en/of grondwaterverontreiniging met een niet-genormeerde stof vast te stellen. Indien geen indicatieve norm beschikbaar is of afgeleid kan worden, kan de initiatiefnemer aan het RIVM¹⁸ vragen om een ad-hoc interventiewaarde- en/of een risicowaarde af te leiden. De initiatiefnemer kan een lokale of regionale overheid zijn. Tevens is in deze richtlijn opgenomen dat voor niet-genormeerde stoffen de bepalingsgrens van een laboratorium als achtergrondwaarde voor grond of streefwaarde voor grondwater kan worden gehanteerd. Het RIVM heeft voor PFAS drie adviezen met betrekking tot normering voor grond- en grondwater uitgebracht:

- Advies risicogrenzen grond en grondwater voor PFOS (2011);
- Milieukwaliteitswaarden voor PFOS: Uitwerking van generieke en gebiedspecifieke waarden voor het gebied rond Schiphol (2016);
- Risicogrenzen PFOA voor grond en grondwater: Uitwerking ten behoeve van generiek en gebiedspecifiek beleid (2017, herziene versie 2018 [datum nog niet bekend]).

Lokale maximale waarden

Het generieke kader van het Bbk is gebaseerd op landelijke, functie-afhankelijke bodemkwaliteitsklassen. Gebiedspecifiek beleid is gebaseerd op gebiedspecifieke normen. Deze moeten overigens wel liggen tussen de landelijke achtergrondwaarden (AW2000) / het verwaarloosbaar risico (VR) en het saneringscriterium¹⁹ liggen. Vanwege het ontbreken van een landelijke norm geldt voor niet-genormeerde stoffen dat grond met een gehalte hoger dan de bepalingsgrens niet hergebruikt mag worden als specifiek (lokaal) beleid ontbreekt.

Hergebruik van PFAS houdende grond is echter wel mogelijk met gebiedspecifiek beleid²⁰ waarbij het bevoegd gezag lokale maximale waarden (LMW) heeft vastgesteld. Het vaststellen van dergelijke lokale maximale waarden gebeurt op basis van de gebiedseigen bodemkwaliteit en de gemeentelijke ambitie. Daarbij geldt een aantal voorwaarden:

- Alleen voor gebieden met een diffuus verhoogde concentratie;
- De gebiedseigen bodemkwaliteit is met een bodemkwaliteitskaart in beeld gebracht;
- Het stand-still principe moet worden geborgd. Bij het bepalen van de LMW moet rekening gehouden worden met de invulling van de zorgplicht en met uitloging naar het grondwater;
- Hergebruik is in principe alleen mogelijk voor grond afkomstig uit het eigen beheersgebied.

¹⁸ Mits juist onderbouwd mogen ook andere partijen ad-hoc interventiewaarden afleiden.

¹⁹ Met de systematiek van het saneringscriterium wordt bepaald of een verontreiniging zodanige risico's veroorzaakt dat de bodem met spoed moet worden gesaneerd. De bepaling kent drie stappen: 1) is sprake is van een geval van ernstige verontreiniging. 2) Een standaard beoordeling van de risico's voor de mens, het ecosysteem of m.b.t. verspreiding. 3) Indien sprake is van onaanvaardbare risico's kan een locatie specifieke risicobeoordeling worden uitgevoerd. Indien (uit stap 2 of 3) blijkt dat sprake is van onaanvaardbare risico's moet de locatie gesaneerd worden.

²⁰ In het algemeen is beleid voor PFAS 'specifiek beleid', gelet het ontbreken van landelijke normstelling. Gebiedspecifiek beleid is de invulling van het beleid voor het toepassen van grond conform het Besluit bodemkwaliteit.



Lokale maximale waarden dienen (ook in het geval van PFAS) afgestemd te worden op de gewenste kwaliteit en noodzakelijk ruimte voor grondverzet, waarbij voldoende borging wordt geboden om milieuhygiënische risico's te beperken. Ook dient rekening gehouden te worden met haalbare gehalten voor het kunnen reinigen van grond. Vaststellen van een te ruime lokale maximale waarde biedt onvoldoende zekerheid op het uitblijven van onaanvaardbare risico op andere locaties of in andere compartimenten. Dit is vanuit zorgplicht niet wenselijk. Bij het vaststellen van te strenge lokale maximale waarden is reiniging of hergebruik van grond niet haalbaar waardoor stagnatie bij sanering en grondverzet ontstaat.

Vaststellen lokale Bodemkwaliteit

Om hergebruik van grond mogelijk te maken in een gebied met gehalten boven de rapportagegrens aan PFAS, moet de diffuse bodemkwaliteit inzichtelijk zijn. Dit kan door middel van een bodemkwaliteitskaart. Een belangrijk stap in de richtlijn bodemkwaliteitskaarten is het bepalen van onderscheidende kenmerken. De zonering voor PFAS kan verschillen van die van reguliere stoffen²¹ en zal mede op basis van primaire en secundaire verontreinigingsbronnen moeten worden vastgesteld.

Om vast te stellen of sprake is van een diffuus verhoogd gehalte, is steekproefsgewijs bodemonderzoek noodzakelijk. Hierbij kan bijvoorbeeld het gebied met een Bkk als 1 zone voor PFAS worden beschouwd. De lokale waarden van deze zone kunnen met tenminste 20 analyses op PFAS worden vastgesteld mits dit statistisch ook voldoet. Deze lokale waarden moeten door de gemeenteraad worden vastgesteld.

Opgemerkt wordt dat het ook mogelijk is om voor één of voor meer specifieke stoffen (in dit kader PFOS, PFOA, GenX of PFAS) lokale waarden te hanteren en voor alle overige stoffen het landelijke generieke beleid te volgen.

De Omgevingswet

Het stelsel van de Omgevingswet wordt naar verwachting in 2021 ingevoerd, waarmee de huidige bodemwetgeving komt te vervallen. Daarmee worden een aantal belangrijke veranderingen doorgevoerd:

- Alle gemeenten worden bevoegd gezag bodem (en de provincies (deels) bevoegd gezag voor de kwaliteit van het grondwater);
- Ruimtelijke opgaven worden integraal benaderd;
- Lokale/regionale overheden bepalen de lokale / regionale spelregels op voorwaarde dat humane risico grenswaarden niet worden overschreden.

Hoewel het nieuwe stelsel nog niet is uitgekristalliseerd (het aanvullingsspoor bodem is nog niet afgerond) lijken de verschillen ten opzichte van de huidige kaders voor PFAS beperkt. De huidige aanpak van PFAS sluit aan bij de beoogde werkwijze onder de Omgevingswet.

Provincies en gemeenten die nu kaders en spelregels ontwikkelen voor het omgaan met PFAS in het bodembeheer, kunnen deze ook inpassen in de Omgevingswet. Provincies en gemeenten die dit nog niet doen, hebben de mogelijkheid om deze spelregels op te nemen in de omgevingsverordening of in het omgevingsplan. In dat geval kunnen de spelregels op een later moment worden uitgewerkt en geïmplementeerd.

²¹ Voor reguliere verontreinigende stoffen wordt de zonering bepaald door het gebruik (wonen, industrie etc.) en de bebou-wingsgeschiedenis (<1900, nieuwbouw, etc.). Dit betekent bij reguliere bodemkwaliteitskaarten dat een historisch centrum of een ouder bedrijfsterein van slechtere kwaliteit is dan een nieuwe woonwijk of het buitengebied.





2.2 PFAS en lokaal bodembeleid

De Wet bodembescherming, het Besluit bodemkwaliteit en de bijbehorende normen zijn lange tijd landelijk ingevuld. Inmiddels heeft decentralisatie van overheidstaken plaatsgevonden en wordt meer ruimte geboden aan lokale overheden. Hiermee anticipeert het Rijk op de invoering van de Omgevingswet. Voor een effectieve inzet van een instrumentarium is landelijk geformuleerd beleid en/of landelijk vastgestelde normen niet noodzakelijk.

De uitdaging voor gemeenten en provincies is om het lokale of regionale beleid zodanig vorm te geven dat een logisch en werkbaar kader ontstaat. Uitvoeringsvragen rond saneren, grondverzet, opslag en hergebruik moeten vanuit een lokaal of regionaal beleidskader worden beantwoord. In dit hoofdstuk is beschreven welke stappen genomen kunnen worden om dit beleidskader op te stellen. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen het ad-hoc oplossen van stagnatie (bij een acuut probleem) door gebruik te maken van het zorgplicht principe en het opstellen van decentraal/lokaal beleid voor PFAS in grond en grondwater.

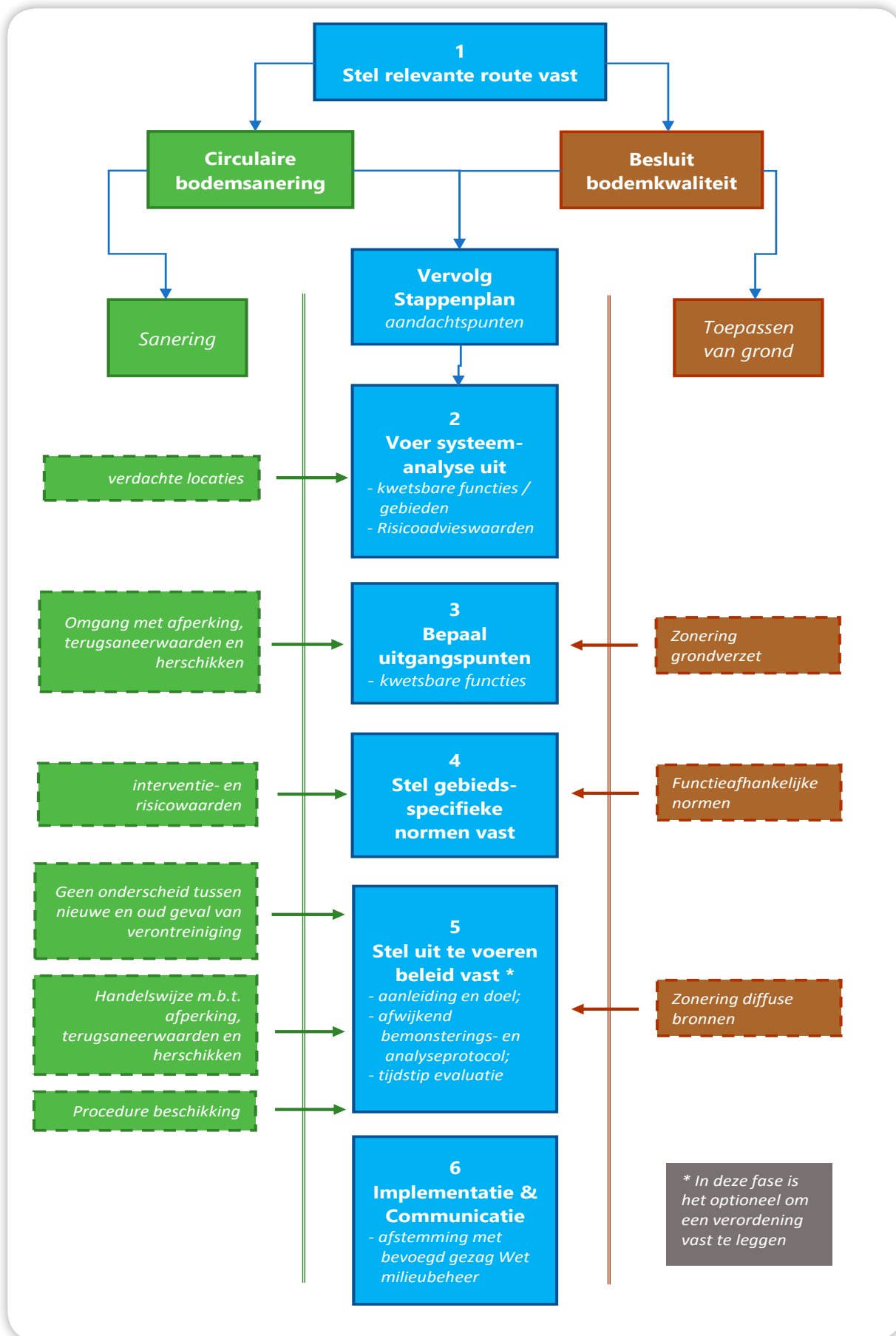
Direct handelen: het oplossen van acute problemen

Deze route is voor het oplossen van acute situaties. Gemeenten die geconfronteerd worden met een PFAS vraagstuk en nog geen beleid of gegevens beschikbaar hebben, kunnen via deze route wel direct aan de slag. Deze situatie kan zich voordoen indien grond in de gemeente wordt toegepast waarvan het vermoeden bestaat dat deze grond een te hoog gehalte PFAS bevat.

Deze route biedt het bevoegde gezag de mogelijkheid tot bestuursrechtelijke handhaving (artikel 95 lid 3 van de Wbb) zodat relatief snel invulling gegeven wordt aan de zorgplicht. Dit verplicht de initiatiefnemer om alle benodigde maatregelen te treffen om aantasting van de bodem te voorkomen, en, als verontreiniging toch is opgetreden, de plicht om de oorspronkelijke kwaliteit te herstellen. Een bevoegd gezag kan middels een aanvullende instructie (richtlijn, notitie, handvat, ...), invulling geven aan de zorgplicht en de wijze waarop ze dit middels dit artikel gaat handhaven. Deze uitwerking gaat onder meer in op de begrippen 'redelijkerwijs' en 'zoveel mogelijk'. Van volledig herstel van de oorspronkelijke bodemkwaliteit kan worden afgeweken, als de gevraagde inspanning technisch en financieel onhaalbaar blijkt. Om te komen tot een effectieve tijdelijk oplossing via deze route (zorgplicht principe) moeten de stappen in schema 1 doorlopen worden.



Schema 1: Direct handelen voor een acute situatie met PFAS





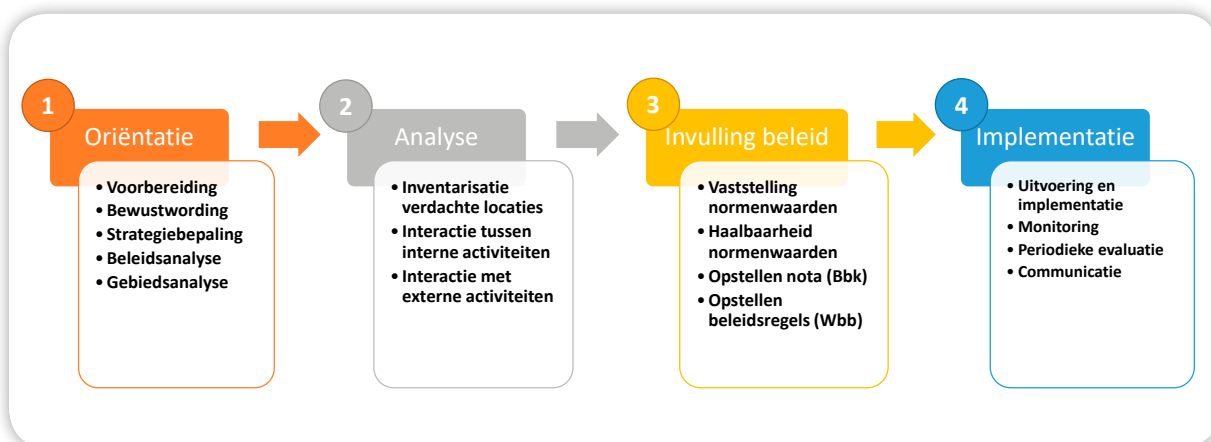
- Stap 1:** Vaststellen van het kader en van het bevoegde gezag. Vraagstukken die gerelateerd zijn aan het saneren van locaties moeten in het kader van de Circulaire bodemsanering worden aangepakt door het bevoegde gezag (gemeente of provincie). Vraagstukken die betrekking hebben op het reinigen, toepassen en verwerken van grond en baggerspecie vallen onder de AMvB Besluit bodemkwaliteit. Hiervoor is de gemeente of de waterbeheerder het bevoegde gezag.
- Stap 2:** Het inventariseren en specificeren van de problematiek. Wat is de omvang (het aantal verdachte locaties / bronnen), wat zijn de mogelijke verspreidingsroutes en de kwetsbare functies en hoe groot is het gebied waarbinnen de problematiek speelt. Ook moet worden vastgesteld of er voor vergelijkbare situaties in Nederland, al normen en risico-advieswaarden zijn afgeleid. Het vaststellen doet het RIVM, bijvoorbeeld op verzoek van overheden of koepels als VNG, IPO of UvW.
- Stap 3:** Om de inventarisatie uit stap twee te valideren en aan te scherpen moet oriënterend (bodem) onderzoek worden uitgevoerd. De resultaten worden gebruikt om de 'verontreinigingssituatie' af te perken en om een voorlopige zonering voor grondverzet en kwetsbare functies vast te stellen. Omdat lopende het traject meer gedetailleerde informatie beschikbaar zal komen is vanaf deze stap sprake van een cyclisch proces. Aanvullende informatie zal gebruikt worden om de vervolgstappen steeds gedetailleerder in te vullen.
- Stap 4:** Op basis van het feitelijk bodemgebruik (kwetsbare functies) en de mogelijke blootstellingsroutes kunnen gebiedspecifieke normen, ad-hoc interventiewaarden en risicowaarden worden vastgesteld (door het bevoegd gezag Wbb). Parallel daaraan moet het bevoegd gezag in het kader van het Bbk, lokale functieafhankelijke normen voor hergebruik vaststellen.
- Stap 5:** Het vaststellen van een beoordelingskader om te komen tot een aanpak. Hiervoor zijn de volgende stappen nodig:
- Een beleidsregel of beleidsnota voor de aanpak van PFAS met beschrijving van aanleiding en doelstelling, een specifiek bemonsterings- en analyseprotocol voor PFAS en de procedure om het ad-hoc beleid te evalueren;
 - Het beschrijven van de specifieke aspecten volgens de Circulaire bodemsanering: het onderscheid tussen historisch en nieuw geval, de terugsaneerwaarden, het herschikken en de beschikkingsprocedure;
 - Het beschrijven van de specifieke aspecten volgens de AMvB Besluit bodemkwaliteit, inclusief een voorlopige zonering rond de (verwachte) bronnen en het omgaan met diffuse verontreiniging in het gebied.
- Beoordeel of het vastleggen van deze onderdelen in een gemeentelijke of provinciale verordening noodzakelijk is.
- Stap 6:** Implementatie van beleid / verordening en communicatie met actoren. Denk ook aan afstemming met bevoegd gezag Wet milieubeheer over het realiseren van inrichtingen waar tijdelijke opslag van PFAS houdende grond/baggerspecie mogelijk is.

Handelen door het opstellen van lokaal of regionaal beleid

Deze route beschrijft de aanpak om te komen tot lokaal (of regionaal) beleid. Deze aanpak kan gebruikt worden voor die regio's die nu vermoeden dat een hoger gehalte aan PFAS in de bodem aanwezig is dan het verwaarloosbaar risico (VR) en hierdoor voorzien dat regels voor bodembeheer of grondverzet nodig zijn. Het is de aanpak waarmee provincies en gemeenten beleid opstellen voor het omgaan met PFAS. In schema 2 is beschreven hoe te komen tot dit beleidskader.



Schema 2: Stappenplan voor het opstellen van lokaal of regionaal beleid



- Stap 1:** Start de interne communicatie over PFAS en wijs op de knelpunten die signaleerd worden. Informatie over de stof, toxiciteit, voorkomen, etc. is beschikbaar in deelrapporten die horen bij dit handelingskader.
- Stap 2:** Inventariseren van betrokken actoren (ambtelijk en bestuurlijk). Denk hierbij ook aan waterschap, omgevingsdienst, etc. Gezamenlijk dient een strategie vastgesteld te worden om te komen tot lokaal/regionaal beleid. Hierbij is het handig om te kijken of er vergelijkbare situaties in Nederland zijn waarvoor al normen en risicowaarden zijn afgeleid. Zo niet, dan zal deze lokale/regionale regiegroep het RIVM moeten vragen om advies te geven over de normstelling voor jullie specifieke situatie/regio.
- Stap 3:** Opstellen van een beleids- en gebiedsanalyse (welke stagnatie treedt op, waardoor ontstaat deze en wat zijn de kwetsbare functies en gebieden die door PFAS in het gebied worden bedreigd). Stap 4 is onderdeel van deze gebiedsanalyse. Vaststellen welke normstellingen, doelstellingen en regels op hoofdlijnen gelden vanuit de verschillende wettelijke kaders. Deze aspecten worden in een kaderstellende nota vastgelegd.
- Stap 4:** Inventariseren van verdachte locaties en diffuse bronnen en deze informatie combineren met beschikbare kwaliteitsgegevens m.b.t. grond, grondwater en oppervlakte water. Daar waar zinvol geacht kan het nodig zijn extra gegevens te verzamelen door de reguliere monitoringprogramma's uit te breiden of een monitoringsprogramma te starten.
- Stap 5:** In directe samenhang met stap 4 moeten de interacties en risico's van de aanwezige verontreinigingen (verspreiding naar andere compartimenten etc.) worden vastgesteld. Een conceptueel model dat schematisch inzicht geeft in de mogelijke verspreidingsroutes van de verontreiniging en de onbeantwoorde kennisvragen, biedt hierbij houvast. Zie hiervoor ook de NTA 5755 (Strategie voor het uitvoeren van nader onderzoek, NEN 2010).
- Stap 6:** Op basis van de beschikbare gegevens worden voorlopige normwaarden vastgesteld met betrekking tot het saneren (volgens de Wbb) en toepassen (volgens het Bbk) van met PFAS verontreinigde grond. Daarbij moet rekening gehouden worden met de effecten van het beleid zodat een sluitende keten voor grondverzet en saneren realistisch is. Denk bijvoorbeeld aan of reiniging van grond technisch haalbaar is en of afzetlocaties/stortcapaciteit voldoende beschikbaar is.
- Stap 7:** In samenhang met stap 6 wordt een bodemkwaliteitskaart voor PFAS opgesteld. Deze dient ook om de haalbaarheid van de voorlopige normenwaarden vast te stellen.
- Stap 8:** In deze stap wordt het concrete beleid rondom PFAS in grond en grondwater vorm gegeven en bestuurlijk vastgesteld.
- Het opstellen van een nota waarin is beschreven hoe wordt omgaan met PFAS verontreiniging bij bodemsanering. Leg hierin vast op welke wijze zorgplicht wordt ingevuld en hoe termen als redelijkerwijs en billijk worden geïnterpreteerd. Daarbij worden ook de (ad-hoc) interventiewaarden voor het bepalen van het geval en de risicowaarden voor de bepaling van de spoed vastgesteld;



- Het opstellen van beleidsregels voor grondverzet en het toepassen van met PFAS verontreinigde grond. Daarbij hoort een bodemkwaliteitskaart met specifieke zonering voor PFAS en de lokaal maximale waarden en de lokale/regionale achtergrondwaarde;
- In de nota wordt ook vastgelegd hoe in de gemeente/regio wordt omgegaan met afperking, terugsaneerwaarde, tijdelijke opslag en/of herschikken;
- In de nota wordt ook vastgelegd of het PFAS beleid leidt tot noodzakelijke wijzigingen in andere werk- en beleidsvelden en hoe dit wordt aangepast en verwerkt.

Nb. De nota en de beleidsregels vormen samen 1 geheel.

Stap 9: Maak afspraken over de monitoring en de evaluatie van het uitgewerkte beleid.

Opgemerkt wordt dat de communicatie richting burgers, bedrijven en bestuurders bij alle stappen een belangrijk aandachtspunt is en een duidelijke plaats moet krijgen in de aanpak.

Bij de inwerkingtreden van de Omgevingswet zullen bovenbeschreven activiteiten een plaats moeten krijgen in het Omgevingsplan en eventueel in een programma, als kerninstrumenten gericht op de uitvoer.



2.3 Rechtszekerheid en aansprakelijkheid

Het aantreffen van PFAS in grond en grondwater leidt tot zorgen over de effecten voor mens en milieu, tot stagnatie van gewenste ruimtelijke ontwikkelingen en/of tot hoge kosten bij grondverzet. Bij al deze aspecten is het van belang vast te stellen hoeveel PFAS daadwerkelijk in de bodem aanwezig is boven de norm en waar de aansprakelijkheid ligt voor gevolgen van deze verontreinigingen. In deze paragraaf zijn de redeneerlijnen van een aantal (beleids)juristen samengevat, omdat het beleid nog niet is uitgekristalliseerd kan deze paragraaf geen volledig en definitief beeld geven. Het geeft een schets van de redeneerlijnen en richtingen die de experts hebben aangegeven. Advies is om iedere casus altijd te laten beoordelen op basis van de specifieke omstandigheden en criteria.

Zorgplicht artikel 13 Wbb

Artikel 13 van de Wet bodembescherming (de 'zorgplicht') verplicht de veroorzaker van verontreiniging ontstaan na 1 januari 1987 tot het nemen van alle maatregelen die redelijkerwijs kunnen worden gevergd om de situatie in de oorspronkelijke staat te herstellen. Indien de veroorzaker in gebreke blijft kan de overheid de kosten van dit herstel op de veroorzaker verhalen. Opgemerkt wordt dat het herstellen in de oorspronkelijke staat op verschillende manieren uitgelegd kan worden. Bijvoorbeeld is in de circulaire 'Toepassing zorgplicht Wbb bij MTBE- en ETBE-verontreinigingen' aangegeven wat in die situatie verstaan kan worden met redelijkerwijs of 'in oorspronkelijke staat herstellen'. Ook voor PFAS kan een dergelijke redeneerlijn uitkomst bieden om handelingen mogelijk te maken. De zorgplicht is uitsluitend van toepassing op de in artikel 6 tot en met 11 van de Wbb beschreven handelingen. In bijlage B van dit handelingskader zijn deze handelingen opgesomd. Voor verontreiniging die zijn ontstaan doordat sprake was van andere handelingen, moet de zorgplicht uit andere wettelijke kaders (zoals de Waterwet, het Activiteitenbesluit, etc.) worden gebruikt.

Aansprakelijkheidstelling

Veroorzakers van een bodemverontreiniging zijn in principe altijd aansprakelijk voor schade die ontstaan is. De gedupeerde doet dit door een aansprakelijkheidstelling, waarmee bij de veroorzaker aanspraak wordt gedaan op vergoeding van de geleden schade. In dit verband moet er sprake zijn van:

- Concrete en aantoonbare schade (denk aan schade aan gezondheid, financiële schade of gebruiksbeperking);
- Een veroorzaker: iets of iemand moet aan te spreken zijn als veroorzaker van de bodemverontreinigingen;
- Causaal verband: De gebeurtenis (bodemverontreiniging) moet een direct gevolg zijn van een andere gebeurtenis (een handeling na 1-1-1987 en beschreven in artikel 6 tot en met 11 Wbb). Pas in dat geval is het voor een bevoegd gezag Wbb mogelijk om de zorgplicht artikel 13 Wbb in te zetten. Art 13 heeft alleen betrekking op het herstel van de oorspronkelijke situatie (sanering) en niet op het vergoeden van eventuele schade.

Het hebben van een vergunning, bijvoorbeeld voor het oefenen met blusschuim, is geen vrijwaring van deze aansprakelijkheid. Ook als het effect op de (water)bodem niet expliciet in een vergunning is afgewogen blijft zorgplicht en dus de aansprakelijkheid van toepassing. Een vergunning verschilt hierin wel van een voorschrift. Ook als de overheid een bepaalde actie of een bepaald gebruik heeft voorgeschreven blijft de veroorzaker aansprakelijk maar zal deze vanuit de begrippen redelijkerwijs en billijk anders worden beoordeeld.

Publiekrecht en privaatrecht

In het geval van schade, moet worden vastgesteld door wie en door welk handelen deze schade is ontstaan. Bij een onrechtmatige daad is het mogelijk om een persoon, bedrijf of overheidsinstantie aan te spreken op zijn/haar handelen. Ons rechtssysteem kent een verschil tussen publiekrecht en privaatrecht.

Publiekrecht beschrijft de regels tussen de burger en de overheid (de Wet bodembescherming is een instrument in het publiekrechtelijke stelsel). Publiekrechtelijk spelen termen als zorgplicht, redelijkerwijs en zorgvuldig handelen een rol. Met publiekrecht kan een overheid de veroorzaker(s) aansprakelijk stellen voor maatschappelijke schade, acties afdwingen en eventueel boetes opleggen.





Daarbij is ook vastgelegd dat een overheid niet aansprakelijk is voor schades die voortkomen uit vastgesteld beleid, mits dit beleid op correcte wijze is opgesteld.

Privaatrecht beschrijft de regels tussen personen (of bedrijven). Privaatrecht wordt ook wel civielrecht of burgerlijk (proces)recht genoemd. Bij privaatrecht zijn termen als aantoonbaarheid, onrechtmatige daad en verwijtbaar handelen van belang. Privaatrechtelijk is het voor private partijen mogelijk om elkaar aansprakelijk stellen voor geleden schade.

Weten is handelen

Bij het bepalen van aansprakelijkheid is het kennisniveau (van de veroorzaker) essentieel. Had een initiatiefnemer/overtreder redelijkerwijs kunnen weten dat zijn handelen tot schade zou leiden. In dat kader is ook het moment (de periode) waarin de verontreiniging veroorzaakt is, relevant. Voor PFAS en andere niet genormeerde stoffen bevindt zich een grijs gebied tussen het jaartal 1987 en het moment 'men had kunnen weten dat ...'. Omdat hiervoor verschillende data zijn aan te wijzen, zal dat moment per casus verschillen. Daarbij stelt de rechtelijke macht als criterium dat van de overheid en van professionele organisaties verwacht mag worden dat zij voldoende professionele kennis en ervaring (kan) beschikken en dus eerder geïnformeerd zijn dan dat een MKB-bedrijf of burger dat is.

Voorbeelden van 'weten is handelen'

- Als een bedrijf informatie krijgt dat op basis van voortschrijdend inzicht ook bij een vergunde lozing risico's worden overschreden moet het bedrijf verplicht (aanvullende) maatregelen te nemen. Weten staat gelijk aan handelen.
- Onderzoeken tonen een correlatie aan tussen leukemie en het wonen onder hoogspanningskabels. De Rijksoverheid neemt maatregelen en besluit geen woningen te gaan bouwen direct onder of nabij hoogspanningskabels.
- Op basis van het toenmalige kennisniveau (wereldwijd) werd Q-koorts als een 1-jarige epidemie beschouwd. Nederland was niet voorbereid op een meerjarige epidemie. Nu bekend is dat meerjarige epidemieën mogelijk zijn, worden voorzorgsmaatregelen getroffen. Zo is beleid opgesteld en wordt publiek actief geïnformeerd over de risico's.

42

Redeneerlijnen met betrekking tot de aansprakelijkheid voor PFAS in de bodem

In onderstaande fictieve voorbeelden is uitgewerkt of aansprakelijkheid voor PFAS aan de orde is.

Disclaimer: Aan deze voorbeelden kunnen geen rechten worden ontleend. Per beschreven situatie ontbreekt de juridische inkadering, afperking of nuancering. De voorbeelden geven houvast om te duiden waar aansprakelijkheden liggen. Daadwerkelijke situaties dienen altijd per geval door een juridisch professional te worden beoordeeld.

Vergunde activiteiten / bedrijfsmatig gebruiker van PFAS-houdend blusschuim

De gemeentelijke brandweer heeft tussen 1990 en 2010 haar oefeningen verricht met PFOS houdend schuim op een vergunde plaats met bodembeschermende voorzieningen. Ondanks de beschermende voorzieningen lag er na iedere oefening altijd schuim buiten de oefenplaats.

Rendeerlijn: De gemeentelijke brandweer is een professionele organisatie. Men had ergens tussen 1990 en 2010 weet kunnen hebben dat PFOS/PFOA in blusschuim schadelijk is voor het milieu. Ook was men bekend dat bij iedere oefening het schuim buiten de beschermende voorziening kwam. De gemeentelijke brandweer is daarom aansprakelijk voor de milieuschade die is ontstaan. Kanttekening hierbij is dat als de gemeentelijke brandweer aantoonbaar maakt dat men er alles aan heeft gedaan om schuim te gebruiken zonder PFOS/PFOA, maar dat er geen geschikte alternatie-



ven beschikbaar zijn, dit als verzachtende omstandigheid wordt beschouwd.

Bij calamiteiten waarbij de brandweer moet optreden, geldt een dergelijke redeneerlijn niet. In dat geval is duidelijk dat de calamiteit (blussen van je woning) prioriteit heeft boven het voorkomen van bodemverontreinigingen. Voor calamiteiten bij bedrijven zijn in dit kader al diverse uitspraken gedaan in de casus Chemie-Pack en de vuurwerkramp in Enschede.

Burger met een moestuin

De gemeente heeft onderzoek naar PFAS in de bodem van moestuinen gedaan en neemt maatregelen op basis van de resultaten en adviezen van het RIVM. Het gebruik van de moestuin wordt verboden en iedere eigenaar moet de grond saneren.

Redeneerlijn: De eigenaar krijgt een gebruiksbeperking en een saneringsverplichting opgelegd. Deze verplichting is publiekrechtelijk onderbouwd en de gemeente heeft een zorgvuldige afweging gemaakt. De eigenaar moet het besluit nakomen en kan de overheid niet aansprakelijk stellen. Indien de veroorzaker van de verontreiniging in de moestuin bekend is, dan heeft de burger (grondeigenaar) de mogelijkheid om schade te verhalen via de privaatrechtelijke route.

Aannemer voert grondverzet uit

De aannemer voert grondverzet uit voor RWS. Hij wordt na 1 week werk geconfronteerd met nieuw regionaal beleid dat alle grond die vrijkomt op PFOS en PFOA gekeurd moet worden. In het bestek en de bijbehorende bodemonderzoeken stond niets over deze stoffen genoemd.

Redeneerlijn: De aannemer wordt geconfronteerd met een onvoorziene situatie. Hetgeen niet voorzien kan worden behoort ook niet tot het risico van de aannemer. Kosten die hieruit voortvloeien zijn voor rekening van de opdrachtgever. Dit geldt niet voor bedrijven/grondbanken die dagelijks bezig zijn met het transport en de tijdelijke opslag van grond. Kosten die voortvloeien uit nieuwe regels horen bij het ondernemersrisico. Schade zoals kosten kan men niet verhalen bij de overheid die het beleid opstelt (mits hierin zorgvuldig is gehandeld).

Advies

In stedelijke gebieden, zoals de regio's Drechtsteden en Haarlemmermeer, is de kans groot dat PFAS in de bodem aanwezig is. Voor het ontgraven en toepassen van grond heeft dit grote gevolgen. Gemeenten in deze regio's die geen beleid maken voor het omgaan met deze grond, zullen dit doen op basis van een goede maatschappelijke afweging. Indien dit niet gedaan is, en achteraf niet correct is gehandeld, is aansprakelijkheid niet uit te sluiten. In het kader van de Omgevingswet heeft een goed afgewogen besluit ook voordelen. Voor het nemen van een goed en gedegen afgewogen besluit, mag ten minste het volgende verwacht worden:

- een gedegen onderzoek naar voorkomen en risico's;
- gebruik van laatste kennis en inzichten van bijvoorbeeld het RIVM;
- vaststelling volgens procedures AWB (inspraak etc.).

Als achteraf blijkt, op basis van nieuwe inzichten, dat de overheid 'te streng' is geweest, dan is de overheid hier niet op aan te spreken, mits de onderbouwing of maatschappelijke afweging op juiste gronden is gedaan. Mocht blijken dat deze keuzes niet goed zijn afgewogen, kan men uiteraard wel aansprakelijk gesteld worden. Tot slot kunnen overheden verwachten dat in de toekomst een verzoek vanuit de samenleving of van maatschappelijke organisaties komt om beleid op te gaan stellen. De Omgevingswet streeft er naar dat vaker vanuit maatschappelijk draagvlak beleid tot stand komt.





Rubriek 3:

PFAS in de praktijk





3.1 Monstername (veldwerk)

In het materiaal van de apparatuur die wordt gebruikt voor veldwerk en analyse is in veel gevallen PFAS gebruikt. Gelet op de zeer lage detectielimieten, is het belangrijk om te voorkomen dat contaminatie optreedt tijdens het uitvoeren van het veldwerk en analyse. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de wijze van bemonsteren en zijn aandachtspunten gegeven voor het analyseren van PFAS verbindingen.

Aandachtspunten bemonstering

Tijdens de bemonsteringen van grond- en grondwater ten behoeve van PFAS-analyses moeten specifieke voorschriften worden gehanteerd om contaminatie tegen te gaan. De toetsingswaarden zijn ordegrößen lager dan gebruikelijk (nanogrammen in plaats van microgrammen) waardoor de geringste uitloging van PFAS uit bijvoorbeeld een teflon coating al voor verstoring kan zorgen. Hierdoor moet worden gewerkt met PFAS-vrij materieel, materiaal en kleding (ook kleding die behandelt is met Scotchguard of Gore-tex bevat vaak PFAS). Daarnaast moet worden gelet op het gebruik van wasverzachter, cosmetica (o.a. zonnebrandcrème en handcrème). Om de veldwerkers te instrueren is er een bemonsteringsprotocol PFAS ontwikkeld, waarin staat aangegeven welke spullen wel en niet gebruikt kunnen worden en waar voorzichtig mee om gegaan moet worden.

Materiaalkeuze

Veel PFAS hechten aan glas. Dit leidt ertoe dat watermonsters niet in het veld moeten worden gefilterd (aangezien de glasvezel op het filter mogelijk PFAS kan absorberen) en niet worden opgeslagen in glazen flessen, maar bijvoorbeeld in HDPE flessen. Een overzicht van de materialen en artikelen die PFAS kunnen bevatten is hieronder weergegeven. Geadviseerd wordt deze materialen niet tijdens het veldwerk te gebruiken.

Bemonsteringsapparatuur

- Pompen en slangen: Teflon™ en andere fluoropolymeer bevattende materialen (gebruik in plaats daarvan high density polyethyleen [HDPE] of siliconen slangen).
- LDPE passive diffusive bags (gebruik in plaats daarvan HDPE).

Monsteropslag

- LDPE of glazen flessen, Teflon™-inlagen, chemische ijsverpakkingen (d.w.z. Blue ice®) (gebruik in plaats daarvan HDPE of polypropyleencontainers met HDPE of polypropyleen deksels/doppen, ijsblokjes in Zip-loc zakken).
- Aluminiumfolie, dit kan gecoat zijn met PFAS.

Velddocumentatie

- Waterdicht papier of behandeld papier, zoals veldboeken, plastic klemborden, markers, Post-its en andere plakpapierproducten (gebruik in plaats daarvan los papier, metalen klembord, balpen).

Kleding

- Kleding of laarzen met Gore-Tex® of andere synthetische waterbestendige en/of vlekbestendige materialen, Tyvek-materiaal, wasverzachter (kleding bij voorkeur gemaakt van katoen).

Persoonlijke verzorgingsproducten

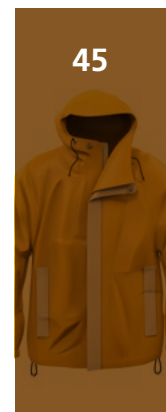
- Cosmetica, vochtinbrengende crème, handcrème, zonnebrandcrème, etc.

Voedsel en drank

- Voorverpakt voedsel of verpakking van fastfood.

Overige zaken die bij bemonstering van belang zijn:

- Ter controle is het advies om bij grondwaterbemonstering blanco's van het bemonsteringsmateriaal genomen worden (kraanwater én kraanwater bemonsterd via de bemonsteringsslangen).
- PFAS worden vanwege de specifieke oppervlakte-actieve eigenschappen rond het grensvlak tussen bodemlucht en grondwater verwacht. Op basis van de tot op heden uitgevoerde onderzoeken zijn er echter geen aanwijzingen dat het plaatsen van zogenaamde snijdende peilbuizen de voorkeur heeft boven het plaatsen van een reguliere peilbuizen.



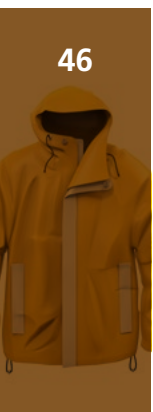


Figuur 13: Mogelijke oorzaken van contaminatie van het monstermateriaal tijdens bemonstering

Richtlijn voor bemonstering van grond, grondwater en baggerspecie

De detectiegrenzen voor PFAS zijn laag en PFAS zijn in zeer veel materialen aanwezig. Het vereist daarom specifieke aandacht om te voorkomen dat milieumonsters tijdens de bemonstering worden beïnvloed. Om dit te bewerkstelligen is ten behoeve van dit handelingskader een richtlijn voor de monsterneming opgesteld. Deze richtlijn is opgenomen in bijlage C.

Uit de meetresultaten van de onderzoeken die volgens deze richtlijn zijn uitgevoerd is aangetoond dat er geen problemen met contaminatie van het monstermateriaal is opgetreden. In de deelrapportage die hoort bij dit handelingskader is nader ingegaan op de ervaringen en uitkomsten van de blanco-bemonsteringen die zijn verricht.





3.2 Analyses (chemisch onderzoek)

De ontwikkelingen op het vlak van PFAS analyses zijn volop in beweging. De meest toegepaste analysemethode is de HPLC-MS-MS. Deze methode wordt ook wel beschreven als LC-MS-MS of als HPLC-MSn. Hiermee kunnen naast PFOS en PFOA ook de meest relevante andere PFAS verbindingen worden bepaald met een voldoende detectielimiet. Het nadeel is dat PFAS zonder polaire groep niet worden geanalyseerd. De analyses worden door meerdere commerciële laboratoria aangeboden. In dit hoofdstuk is een aantal aandachtspunten ten aanzien van het laboratoriumonderzoek bij PFAS beschreven.

Voorbehandeling milieumonsters

Opslag van milieumonsters in glazen flessen of het gebruik van glazen pipetten, moet vermeden worden. Milieumonsters mogen niet gefiltreerd worden door middel van glasvezelfilters. PFAS heeft de neiging om aan glas te adsorberen. Voor filtratie kan (indien nodig) een Mixed Cellulose Ester (MCE) membraanfilter worden gebruikt.

Breedte analysepakket

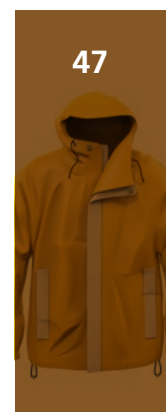
Om een goed beeld van de aanwezigheid van PFAS te krijgen is het belangrijk om bij analyse een breed pakket aan PFAS te analyseren. Afhankelijk van de bron van de verontreiniging zullen in meer of mindere mate andere PFAS voorkomen.

Voor generiek onderzoek naar PFAS wordt voorgesteld om minimaal de C4-C10 perfluorverbindingen en de precursors 6:2 en 8:2 FTS te analyseren. Deze parameters zijn opgenomen in de meest voorkomende analysepakketten. Op enkele brandbluslocaties zijn ook significante concentraties C11 en C12 verbindingen aangetroffen en aanvulling van het pakket op deze verbindingen voor bluslocaties kan zinvol zijn. Ook andere bronnen van verontreiniging kunnen aanleiding geven voor uitbreiding van het analysepakket (bijvoorbeeld naar de stoffen van het GenX proces, zie verderop).

Indien specifiek onderzoek wordt verricht in het kader van verhoogde concentraties in een gebied, dan zijn PFOA en PFOS relevant. Uitbreiding met de overige parameters levert tegen beperkte extra kosten meer inzicht in de aanwezigheid van verschillende PFAS. Dit kan belangrijk zijn voor het afstemmen van regionaal hergebruik.

Het te hanteren analysepakket dus in sterke mate afhankelijk van de historie. Op locaties waar brandblusschuim is gebruikt komt vaak een breed scala aan PFAS voor in vergelijkbare concentraties als PFOS²². Op andere locaties, zoals bijvoorbeeld waar PTFE productie de bron is, wordt meer dan 90% van de totale hoeveelheid PFAS in grondwater door één stof veroorzaakt.

In tabel 5 is aangegeven welke stoffen bij de meeste commerciële laboratoria in standaardpakketten geanalyseerd worden. Dit betreft de huidige stand van zaken. Aangeraden wordt om altijd de laatste informatie bij de laboratoria aan te vragen.



22 Het merendeel van deze 'precursors' blijft buiten het bereik van de standaard chemische analyse.



Tabel 5. Analysepakketten verschillende laboratoria

Stofnaam	Afkorting	Ketenlengte	Opgenomen in analysepakket
Perfluorcarbonzuren			
Perfluorbutaan zuur	PFBA	4	Ja
Perfluorpentaan zuur	PFPeA	5	Ja
Perfluorhexaan zuur	PFHxA	6	Ja
Perfluorheptaan zuur	PFHpA	7	Ja
Perfluoroctaan zuur	PFOA	8	Ja
Perfluornonaan zuur	PFNA	9	Ja
Perfluordecaan zuur	PFDA	10	Ja
Perfluorundecaan zuur	PFUnA	11	Ja
Perfluordodecaan zuur	PFDaA	12	Meestal
Perfluortridecaan zuur	PFTDA	13	Meestal
Perfluortetradecaan zuur	PFTeDA	14	Meestal
Perfluorsulfonzuren			
Perfluorbutaansulfon zuur	PFBS	4	Ja
Perfluorpentaansulfon zuur	PFPeS	5	Soms
Perfluorhexaansulfon zuur	PFHxS	6	Ja
Perfluorheptaansulfon zuur	PFHpS	7	Soms
Perfluoroctaansulfon zuur	PFOS	8	Ja
Perfluordecaansulfon zuur	PFDS	10	Meestal
Precursors			
7H-Dodecaanfluorheptaan zuur	HPFHpA	7	Soms
1H,1H,2H,2H-Perfluoroctaansulfon zuur	6:2 FTS/H4PFOS	8	Ja
1H,1H,2H,2H-Perfluordecaansulfon zuur	8:2 FTS	10	Meestal
1H,1H,2H,2H-Perfluordodecaansulfon zuur	10:2 FTS	12	Soms
Perfluoroctaansulfonamide	PFOSA	8	Meestal
3,7-Dimethylperfluoroctaan zuur	3,7-DMPFOA	8 (10)	Soms
2H,2H-Perfluordecaan zuur	H2PFDA	10	Soms
2H,2H,3H,3H-Perfluorundecaan zuur	H4PFUnA	11	Soms
Overige			
GenX (FRD 902 + FRD 903)	GenX / HFPO-DA		Alleen als indicatie
Total oxidizable precursors	TOP(A)		Indien precursors



Het meten van precursors

Vaak zijn ook precursors van PFAS aanwezig in het monster. Deze precursors worden nog niet door middel van de reguliere HPLC-MS-MS methode geanalyseerd en blijven hierdoor 'onzichtbaar'. Door middel van biologische of chemische afbraak in het milieu, vormen deze precursors zich tot stabiele eindproducten als PFOS en PFOA. Om deze verbindingen in kaart te brengen zijn twee analyse methoden te gebruiken:

- totaal bepalingen organisch gebonden fluor (AOF, PIGE of TOF);
- TOP-analyse, waarbij vrijwel alle precursors worden afgebroken tot wel analyseerbare PFAS (PFOS, PFOA en analoge verbindingen).



Het verschil tussen beide typen analyses is dat de totaal organisch gebonden fluor analyses een totaal gehalte fluor geven (geen inzicht in ketenlengte van de verbindingen) en dat de verbindingen adsorbeerbaar moeten zijn. Ook is de detectiegrens van de AOF/TOF analyse doorgaans (te) hoog. De TOP analyse geeft wel inzicht in de ketenlengte van de verbindingen. Ook niet adsorbeerbare verbindingen kunnen bij deze analyse omgezet worden in PFOS, PFOA en de analoge verbindingen. De detectiegrens is voldoende laag.

Analyse van specifieke verbindingen

De analyse van stoffen die gebruikt worden als vervangers van PFOS en PFOA is nog geen gemeengoed. De stoffen van het GenX proces (E1 en FRD902/FRD903 oftewel het anion HFPO-DA) worden niet geanalyseerd met een standaard PFAS analyse. De analyse voor GenX vindt plaats door middel van een aparte analyse. De detectiegrens ligt bij commerciële laboratoria iets hoger dan voor reguliere PFAS analyses (circa 1 µg/kg voor grond en 0,01-0,02 µg/l voor water).

Andere vervangers, zoals bijvoorbeeld diverse verbindingen die in brandblusschuim worden toegepast (zogenaamde C6 technologie, die gebaseerd is op telomeren met een volledig gefluoreerde koolstofketen van 6 koolstofatomen + een tussenketen en een kop) zijn vaak moeilijk analyseerbaar. De meest bekende verbindingen (bijvoorbeeld 6:2 FTS) kunnen wel met een reguliere PFAS analyse bepaald worden. Maar veelal is niet bekend welke verbinding is toegepast (bedrijfsgeheim producent). Door de variatie in de kop van het molecuul is het zeer lastig vast te stellen welke verbinding het betreft; het kunnen duizenden verschillende verbindingen zijn. Een TOP analyse biedt hierbij uitkomst.

Detectiegrenzen

De haalbare detectielimieten voor grond en grondwater laten een neerwaartse trend zien. Sommige commerciële laboratoria kunnen inmiddels detectiegrenzen voor PFOS en PFOA van 0,1 µg/kg en 0,001 µg/l halen. Dit is een factor 100 tot 1000 lager dan gebruikelijk voor de meeste microverontreinigingen. Bij deze zeer lage detectielimieten treden echter vaker matrixstoringen op en is het risico op vertekening door crosscontaminatie groter. Het is daarom belangrijk om de analyses uit te laten voeren door een laboratorium dat ervaring heeft met PFAS-analyses.

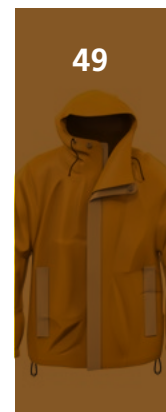
Voor het uitvoeren van een systeem- en risicoanalyse worden detectiegrenzen van 0,5 µg/kg en 0,005 µg/l voor grond en grondwater in eerste instantie voldoende geacht.

Afhankelijk van lokale of regionale regels of specifieke situatie kan het zijn dat lagere detectiegrenzen wenselijk zijn.

In het geval er onderzoek wordt verricht naar het risico op doorvergiftiging in vis (oppervlaktewater), is een lagere detectiegrens (0,5 ng/l) nodig. In tabel 6 is een samenvatting gegeven van de beschikbare analysemethoden.

Tabel 6: Samenvatting analysemethoden

Analyse methode	Individuele componenten	Som parameter	Detectiegrenzen water	Detectie precursors	Ervaring in gebruik	Kosten
HPLC-MS-MS	Ja	Nee	0,5 - 1 ng/l	Enkele	Hoog	€€
AOF	Nee	Ja	1.000 ng/l	Ja (som)	Laag	€€€
PIGE/TOF	Nee	Ja	2.000-5.000 ng/l	Ja (som)	Laag	€
TOP	Ja	Ja	2 ng/l	Ja (verdeling in ketenlengte)	Opkomend	€€€€





Advies

Over het algemeen wordt aangeraden om bij het in kaart brengen van een PFAS verontreiniging waar weinig van bekend is te starten met een breed 'standaard' PFAS pakket (HPLC-MS-MS), waarna vervolgens kan worden besloten om al dan niet te focussen op enkele componenten. Een TOP analyse kan inzicht geven in de aanwezigheid van PFAS verbindingen buiten het standaard pakket vallen en stoffen die kunnen ontstaan bij afbraak van precursors.

Er zijn diverse laboratoria die PFAS kunnen analyseren. Bij de selectie van laboratoria moet aandacht worden geschonken aan de inhoud van het PFAS analysepakket en de bijbehorende detectiegrenzen. Vanwege de snelle ontwikkelingen in analyses wordt aangeraden altijd de laatste stand van zaken met betrekking tot de prijs en de inhoud van het analysepakket op te vragen bij verschillende laboratoria.

3.3 Veiligheid en Arbo (werken met grond en grondwater)

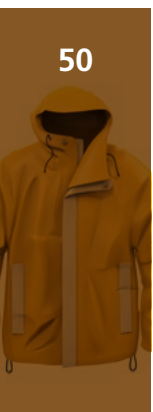
Voor het werken in en met verontreinigde grond zijn er door het CROW publicaties uitgebracht voor het systematisch bepalen van de veiligheids- en gezondheidsrisico's en de bijbehorende beschermende maatregelen. Voor het vaststellen van de risico's en beheersmaatregelen wordt aangesloten bij de CROW-publicatie 400. Omdat voor vluchtige stoffen een correctie naar een standaard bodem moet worden gemaakt, wordt allereerst onderscheid gemaakt tussen 'vluchtige' en 'niet vluchtige stoffen'. Hoewel PFOS op basis van het kookpunt als een 'niet vluchtige stof' moet worden aangemerkt heeft de CROW besloten dat zowel voor PFOS als ook voor PFOA wel een bodemtype correctie noodzakelijk is.

De CROW 400 geeft een systematiek voor het indelen van stoffen in zogenaamde veiligheidsklassen. Op basis van stofeigenschappen (wel of niet carcinogeen of mutageen) worden vier veiligheidsklassen (basishygiëne, oranje, rood en zwart) onderscheiden met elk hun eigen pakket aan maatregelen. De CROW 400 geeft geen concrete invulling van de maatregelen die getroffen moeten worden. Deze maatregelen moeten per project bepaald worden door een veiligheidsdeskundige op basis van de mogelijke blootstellingsroutes.

Risicoklassen

Bij het bepalen van de klassenindeling volgens de CROW 400 wordt voor 'niet vluchtige stoffen' getoetst aan de SRC-waarden voor arbeidsveiligheid (Serious Risk Concentration). Deze zijn gebaseerd op basis van de SRC_{humaan} , welk een risicogrens betreft voor mensen die worden blootgesteld aan bodemverontreiniging, gebaseerd op een blootstellingsprofiel van 'wonen met tuin' (levenslang gemiddelde blootstelling). Bij het gebruik van de SRC_{humaan} moet bedacht worden dat het blootstellingsrisico van een werknemer die dagelijks met verontreinigde grond in aanraking kan komen zal afwijken. Hierom is het noodzakelijk dat ook bij lagere gehalten dan de SRC_{humaan} er maatregelen genomen moeten worden om blootstelling aan verontreinigende stoffen te voorkomen. Dit wordt in de CROW publicatie 400 beheerst door het toepassen van 'de basishygiëne'. Omdat voor vluchtige stoffen verdamping als een extra risico geldt, worden de veiligheidsklasse voor 'vluchtige stoffen' afhankelijk gesteld van de interventiewaarden voor bodem, waterbodem of grondwater.

Er is sprake van een locatie met veiligheidsklasse Oranje als de verontreiniging door niet-vluchtige stoffen zich bevindt tussen 75% SRC_{Arbo} en SRC_{Arbo} en de verontreiniging door vluchtige stoffen zich bevindt tussen de Tussenwaarde (gecorrigeerd) en de Interventie-waarde (gecorrigeerd). Er is sprake van een locatie met veiligheidsklasse Rood of Zwart als de verontreiniging door niet-vluchtige stoffen groter is dan SRC_{Arbo} en de verontreiniging door vluchtige stoffen groter is dan de Interventiewaarde (gecorrigeerd). Van een klasse zwart zal bij PFOS en PFOA geen sprake kunnen zijn, omdat deze voor de mens niet als een CM-stof worden aangemerkt. Hieronder staan de klassenindelingen voor PFOS en PFOA nader uitgewerkt. Voor de overige PFAS kan klassenindeling niet gemaakt worden omdat de SRC-waarden niet beschikbaar zijn. Hierbij kunnen de klassenindelingen van PFOS en PFOA als uitgangspunt genomen worden omdat dit de meest kritische PFAS-verbindingen zijn.





PFOS

In tabel 7 is de klassenindeling op basis van het gemeten gehalte aan PFOS in de grond, waterbodembodem en grondwater beschreven.

Tabel 7: Klassenindeling op basis van gehalte aan PFOS in grond

Stof (matrix)	Basishygiëne	Klasse oranje niet vluchtig (75% van de SRC _{Arbo})	Klasse rood niet vluchtig (SRC _{Arbo}) *
PFOS (grond)	> 1,0 µg/kg d.s. < 5.000 µg/kg d.s.	> 5.000 µg/kg d.s.	> 6.600 µg/kg d.s.
PFOS (waterbodembodem)	> 1,0 µg/kg d.s. < 5.000 µg/kg d.s.	> 5.000 µg/kg d.s.	> 6.600 µg/kg d.s. **
PFOS (grondwater)	> 1,0 µg/l < 233 µg/l	> 233 µg/l	> 310 µg/l ***
Toelichting * De SRC_{Arbo} is gebaseerd op de MTR_{humaan}. ** Bij de risico-waarde voor blootstelling aan een gevaarlijke stof in een waterbodembodem is eenzelfde waarde aangehouden als voor in grond. *** De risicowaarden voor grondwater zijn afgeleid op basis van de partiticoëfficiënt en de risicowaarden naar de mens in grond.			

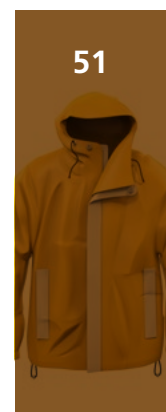
PFOA

In tabel 8 is de klassenindeling op basis van het gemeten gehalte aan PFOA in grond, waterbodembodem en grondwater beschreven.

Voor grond en waterbodembodem wordt voor PFOA een indicatieve interventiewaarde van 900 µg/kg d.s. gehanteerd. Op basis hiervan wordt voor het werken in met PFOA verontreinigde grond de navolgende klassenindeling toegepast. Indien het naar standaard bodembodem gecorrigeerd gehalte hoger is dan de MTR_{humaan, bodembodem} van PFOA zal sprake zijn van veiligheidsklasse 'Rood vluchtig'.

Tabel 8: Klassenindeling op basis van gehalten aan PFOA

stof (matrix)	basishygiëne	klasse oranje vluchtig (> gecorrigeerde Tussenwaarde < (MTR _{humaan, bodembodem}))	klasse rood vluchtig (MTR _{humaan, bodembodem})
PFOA (grond)	> 1,0 µg/kg d.s. < 337,5 µg/kg d.s.	> 337,5 µg/kg d.s.	> 674 µg/kg d.s.
PFOA (waterbodembodem)	> 1,0 µg/kg d.s. < 337,5 µg/kg d.s.	> 337,5 µg/kg d.s.	> 674 µg/kg d.s. *
PFOA (grondwater)	> 1,0 µg/l < 50 µg/l	> 50 µg/l	> 98 µg/l **
Toelichting * Bij de risico-waarde voor blootstelling aan een gevaarlijke stof in een waterbodembodem is eenzelfde waarde aangehouden als voor in grond. ** De risicowaarden voor grondwater zijn afgeleid op basis van de partiticoëfficiënt en de risicowaarden naar de mens in grond.			





Veiligheidsmaatregelen

Voor het bepalen van de maatregelen wordt in principe uitgegaan van de veiligheidsklasse die op basis van de CROW 400 kan worden vastgesteld. Er worden drie typen maatregelen onderscheiden:

Organisatorische maatregelen

Maatregelen van organisatorische aard die voorafgaand aan of tijdens de uitvoering van de werkzaamheden getroffen moeten worden, zijn:

- Het vaststellen van de veiligheidsklasse;
- Het inschakelen van de veiligheidsdeskundige;
- Het aanvullen c.q. opstellen van het V&G-plan;
- Het opzetten en bijhouden van het logboek;
- Het beoordelen van de medische geschiktheid van werknemers
- Het vaststellen van het toegangsbeleid;
- Het geven van voorlichting en instructie aan medewerkers/bezoekers;
- Het inzetten van de juiste meetmiddelen;
- Het inzetten van de juiste materialen, middelen en voorzieningen;
- Het laten dragen van de juiste PBM.

Inrichtingsmaatregelen

De maatregelen die betrekking hebben op de inrichting van de werklocatie zijn gericht op de persoonlijke hygiëne van de werknemers of derden en op het schoonhouden van de werkplek en (hulp) middelen. Hiervoor moet onder andere een zonering op de werklocatie en/of het nat materieel worden aangebracht, bestaande uit een schone, een schoonmaak- en een verontreinigde zone. Hoe de zonering op de werklocatie zal worden aangegeven, moet in het V&G-plan worden vastgelegd.

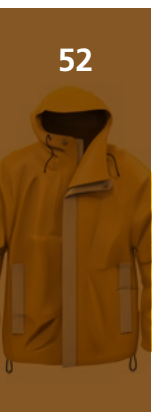
Technische maatregelen

Onder de technische maatregelen valt het treffen van voorzieningen op het in te zetten materieel zoals een kraancabine met overdruk en luchtfilters om de machinist te beschermen. Daarbij is de mate van bescherming afgestemd op de veiligheidsklasse en de eventueel resultaten van luchtkwaliteitsmetingen.

Advies

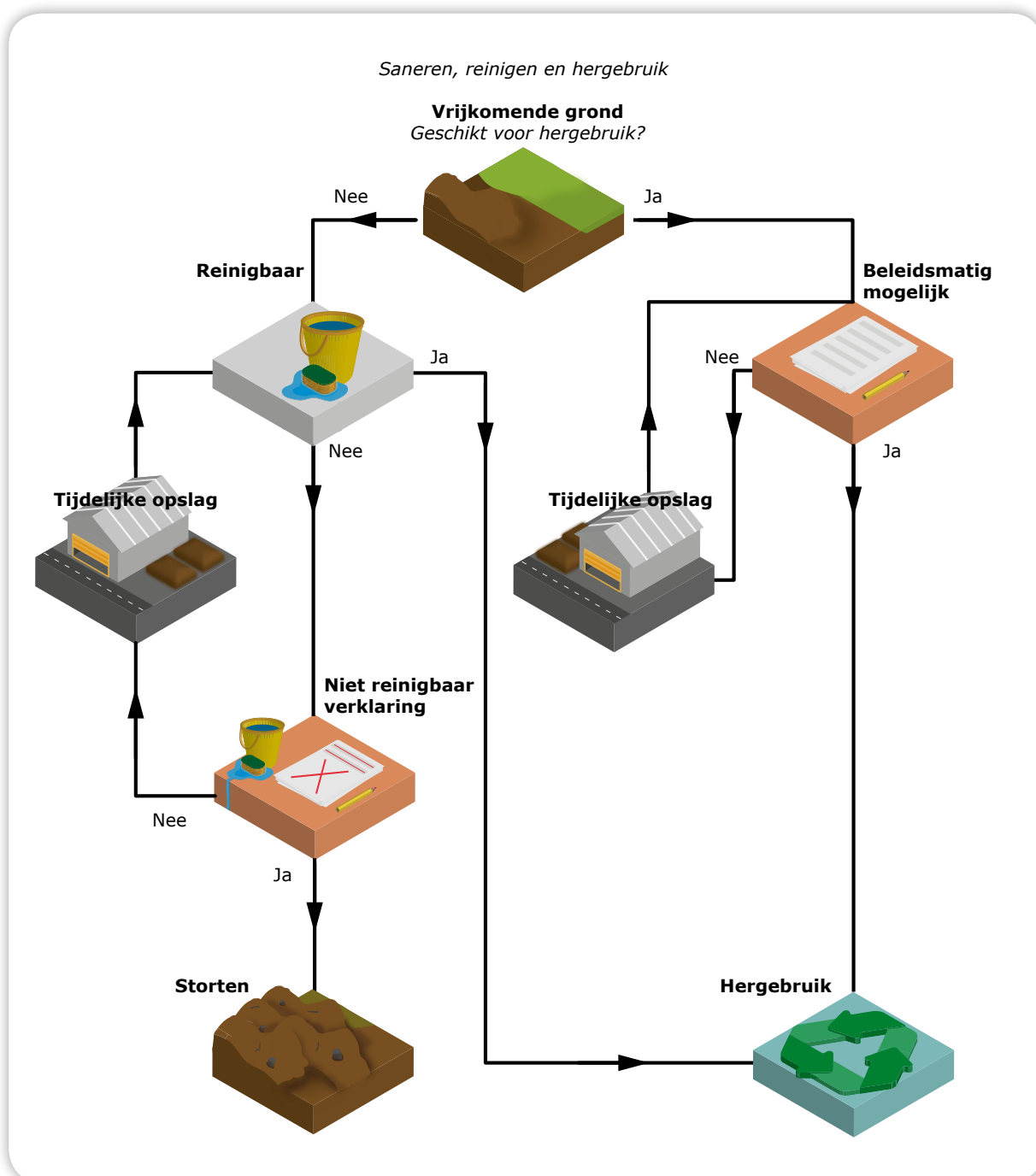
Bij het werken met PFOS en PFOA-verontreinigde grond dienen door een veiligheidsdeskundige de arbo-aspecten in kaart te worden gebracht overeenkomstig de systematiek van de CROW-400. Over het algemeen zijn PFAS die op de meeste locaties voorkomen niet vluchtig onder normale omstandigheden. Een uitzondering hierop zijn de fluortelomeeralcoholen, die gebruikt worden voor het waterafstotend maken van tapijten/kleding etc.

Voor het bemonsteren van grond- en grondwater zijn de normale veiligheidsmaatregelen die genomen worden voldoende voor bescherming van de medewerkers (vermijden contact, geen ingestie). PFOS en PFOA zijn door het ministerie van SZW (Sociale Zaken en Werkgelegenheid) niet aangemerkt als zijnde carcinogeen klasse 1 (bewezen carcinogeen). Desalniettemin geven meerdere instanties aan dat PFOS en PFOA wel verdacht carcinogeen zijn. Hier dient met betrekking tot de veiligheidsmaatregelen rekening mee gehouden te worden. In geval van extreme omstandigheden (droogte, verstuiwing) moeten rekening worden gehouden met het nemen van aanvullende maatregelen.

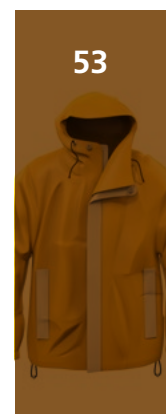


3.4 Omgaan met PFAS houdende grond

In de huidige praktijk blijkt dat de aanwezigheid van PFAS boven een gehalte dat hoger ligt dan het VR, vooral leidt tot stagnatie bij grondverzet als gevolg van onzekerheden rond hergebruik, tijdelijke opslag of storten. In dit hoofdstuk zijn hieraan gerelateerde thema's nader uitgelicht: het herschikken van verontreinigde grond binnen een saneringsgeval, tijdelijke opslag, reiniging en storten. Tevens wordt aandacht geschonken aan het grondwater afkomstig uit bemalingen. In figuur 14 zijn op schematische wijze de mogelijkheden rondom grondverzet opgenomen.



Figuur 14: Schematische weergave van de besluitvorming rond reinigen, hergebruik en storten





Herschikken van (sterk) verontreinigde grond

In het kader van een functiegerichte en kosteneffectieve sanering kan sterk verontreinigde grond binnen een geval worden herschikt als deze uiteindelijk op de een of andere manier wordt geïsoleerd (afdekken of inpakken). Het doel is om de saneringskosten maar ook onnodige transportbewegingen voor de afvoer van sterk verontreinigde grond tot een minimum te beperken. Herschikken binnen het geval kan tevens worden ingezet om het toepassen van licht verontreinigde grond mogelijk te maken als gemeentelijk beleid, voor het toepassen van grond, ontbreekt.

Als een groter gebied verontreinigd is, kan toepassen van licht verontreinigd materiaal via de mogelijkheid tot herschikken geregeld worden in een raamsaneringsplan.

Voorwaarde is dan wel dat sprake is van één geval in de zin van de Wet bodembescherming en de verontreinigingen (technisch, ruimtelijk en organisatorisch) samenhangen. In het stelsel van de omgevingswet worden 'het geval' en het saneringsplan niet opgenomen als kader van het handelen. Hoewel nog niet geheel duidelijk is op welke wijze zullen de aspecten van het besluit bodemkwaliteit grotendeels in het stelsel van de Omgevingswet worden overgenomen.

Tijdelijke opslag

Sterk verontreinigde grond kan tijdelijk (maximaal 6 maanden) worden opgeslagen binnen een saneringslocatie mits contactmogelijkheden met de ondergrond en met regenwater worden voorkomen. Voorafgaand en na afloop van de opslag dient door middel van een nulsituatie- respectievelijk eindsituatieonderzoek vastgesteld te worden of verslechtering heeft plaatsgevonden. Voor een periode langer dan 6 maanden kan sterk verontreinigde grond, binnen een vergunde opslaglocatie, worden opgeslagen. Deze opslaglocatie dient te voldoen aan de inrichtingsvereisten van de Wet milieubeheer, het Activiteitenbesluit en de richtlijn NRB als het gaat om de maatregelen en bodembeschermende voorzieningen.

Kwetsbare gebieden

Voor het opslaan en herschikken van (sterk) verontreinigde grond met PFAS zijn er geen directe belemmeringen binnen de Wet bodembescherming, behalve dat rekening moet worden gehouden met de zorgplicht. Bij het toestaan van het herschikken van verontreinigde grond dient in het kader van de zorgplicht het risico op uitloging naar het grond- en oppervlaktewater te worden meegewogen. Het kan zijn dat beleidsmatig wordt gekozen om voor specifieke kwetsbare gebieden (bijvoorbeeld kwetsbare grondwaterafhankelijke natuur of oppervlaktewater) strengere eisen op te leggen voor het toepassen en herschikken van grond.

Reinigen

De mogelijkheden tot het reinigen van grond zijn sterk afhankelijk van de hergebruiksnormen die voor PFAS houdende grond worden vastgesteld door het bevoegd gezag. Omdat PFAS een niet-genormeerde stof is, wordt hergebruik niet binnen het generieke kader van het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) geregeld.

Wanneer geen lokale of regionale hergebruikswaarde is vastgesteld wordt veelal de detectielimiet (aantoonbaarheidsgrens) van 0,1 µg/kg. d.s. gehanteerd als hergebruikswaarde.

Dit is praktisch niet uitvoerbaar waardoor bij het vaststellen van gebiedspecifiek beleid rekening gehouden moet worden met toepassingsmogelijkheden van gereinigde PFAS-houdende grond. Een goede hergebruiksnorm omvat alle elementen van het bodembeleid: de norm moet milieuhygiënische verantwoord te zijn, moet voldoende ruimte bieden voor de gewenste ruimtelijke opgaven en ten aanzien van het reinigingsproces (in ieder geval op termijn) technisch realistisch zijn.

Storten

Voor grond geldt een stortverbod volgens het Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen. In principe moet vrijkomende grond door reiniging geschikt worden gemaakt voor hergebruik. Pas als aangetoond is dat de grond niet gereinigd of geïmmobiliseerd kan worden, kan een verklaring van niet-reinigbaarheid worden afgegeven en ontheffing worden verleend voor het verbod op het storten van grond. Het storten van de grond is de laatste optie voor de eindverwerking.





PFAS houdende (zand)grond kan op basis van de huidige inzichten en stand der techniek alleen extractief gereinigd worden. De mate waarin deze reiniging effectief kan zijn wordt in belangrijke mate bepaald door de zandfractie en door de gehalten die in het (lokale) beleid geëist worden aan het hergebruik van grond. Omdat de effectiviteit ook afhangt van het gehalte afslibbare delen, wordt grond met een afslibbare fractie van meer dan 45% als niet-reinigbaar beschouwd. Voor grond met deze grondslag kan ontheffing verleend worden op het verbod om te storten.

Onttrekking van verontreinigd grondwater

De Wet bodembescherming vormt ook het wettelijk kader voor het omgaan met sterk verontreinigd grondwater. Dit kan gaan om lokale verontreinigingen afkomstig van een duidelijke bron of een diffuse verontreiniging waarbij de bron(nen) niet eenduidig te herleiden is (zijn). In het kader van saneringswerkzaamheden is het lozen van onttrokken grondwater, eventueel na reiniging, de belangrijkste onderscheidende handeling ten opzichte van grond.

Aan het lozen van grondwater in het kader van een sanering of een bronbemaling zijn diverse eisen gesteld. De eisen met betrekking tot de kwantiteit is vastgelegd in de Keur van het waterschap. De eisen met betrekking tot de kwaliteit zijn vastgelegd in het Activiteitenbesluit (binnen een inrichting) of het Besluit lozen buiten inrichtingen (Blbi). Ook hiervoor geldt dat vanwege het ontbreken van beleid, PFAS vaak niet valt onder de standaard voorschriften. Er is dan een zogenaamd maatwerkvoorschrift nodig om concentraties boven rapportagegrens te kunnen lozen.

3.5 Bodemsanering en grondwaterzuivering

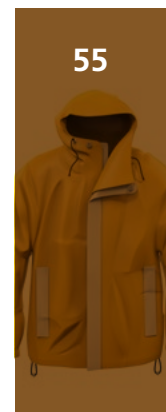
PFAS zijn zeer stabiele verbindingen. Er zijn op dit moment geen of nauwelijks technieken waarmee PFAS verbindingen kunnen worden afgebroken. Veelal moet worden teruggevallen op verwijdering door ontgraven van grond of onttrekken van grondwater. Daar komt bij dat technieken die perspectiefrijk lijken te zijn voor de afbraak van PFOS en PFOA niet automatisch geschikt zijn voor andere PFAS. De grote range aan PFAS vormt daarom een belangrijk aandachtspunt voor de ontwikkeling van saneringsmethoden. Bij afbraakmethoden dient goed gekeken te worden naar de afbraakproducten; er worden veelal niet afbreekbare en/of toxische tussen- of eindproducten gevormd. Ook bij traditionele aanpakken, zoals adsorptie op actief kool worden grote verschillen gezien tussen effectiviteit: kortere keten adsorberen wezenlijk slechter dan lange. In dit hoofdstuk wordt een beeld geschetst van de huidige mogelijkheden en aandachtspunten bij sanering en zuivering.

Behandelmethoden grond

Het perspectief op een reinigingstechniek voor PFAS in grond is thans beperkt. Haalbaarheidstesten met de meest gangbare ex-situ reinigingsmethoden hebben uitgewezen dat extractieve reiniging (soil washing) momenteel de enige haalbare methode is voor de reiniging van ontgraven grond. Hierbij worden de verontreinigde delen van de grond (vnl. organische en fijne fractie) afgescheiden van de schone delen van de grond (zand). Dit is toepasbaar voor zandige gronden, niet voor kleiige gronden. De reinigbaarheid van grond hangt daarmee af van het gehalte fijne deeltjes en organische stof. Grond met een afslibbare fractie van meer dan 45% wordt als niet-reinigbaar beschouwd.

De gangbare thermische reiniging (uitdampen van de verbindingen bij 500 tot 600 °C, gevolgd door naverbranding bij circa 750 °C) is niet effectief gebleken voor PFOS en PFOA. Voor de volledige verbranding van PFAS zijn hogere temperaturen nodig, van 1.000 tot 1.200 °C. Bij lagere temperaturen vindt wel reeds destructie van PFAS plaats, maar is de afbraak niet volledig en ontstaan toxische tussenproducten. Hierbij is het risico aanwezig dat deze niet worden gedetecteerd en afgevangen.

Een andere methode waar onderzoek naar gedaan wordt is stabilisatie/solidificatie. Dit is niet gebaseerd op het verwijderen van de verontreiniging, maar op het vastleggen hiervan in de bodemmatrix waardoor er geen uitloging naar grondwater meer plaatsvindt. Ook zal de biobeschikbaarheid sterk afnemen waardoor het risico voor ingestie of opname wordt beperkt. Stabilisatie en solidificatie kunnen in-situ en ex-situ toegepast worden. Solidificatie is gebaseerd op het verharden van de bodemmatrix, waardoor water niet meer in de bodemmatrix kan dringen en derhalve geen uitloging plaats kan





vinden. Stabilisatie is gebaseerd op het toevoegen van additieven aan de bodem, die de binding van PFAS aan de bodem versterken. De bodem blijft doorlaatbaar voor water, maar door de sterke binding van PFAS aan de additieven in de bodem vindt geen uitloging van PFAS meer plaats. De verschillende technologieën voor de aanpak van met PFAS verontreinigde grond bevinden zich nog veelal op laboratorium of pilot schaal.

Vanwege de afwezigheid van geschikte reinigingstechnieken zijn ontgraven PFAS-verontreinigingen tot nog toe veelal gestort of opgeslagen in tijdelijke depots.

Bij het in stand houden van deze locaties (als überhaupt bij uitvoering van saneringen) moet goed worden gelet op de uitloging van PFAS en het ongewild vrijkomen van PFAS naar de omgeving. Dit betreft niet alleen PFOS en PFOA, maar ook de andere PFAS, die veelal mobieler zijn.

Behandelmethoden grondwater

Het perspectief voor het reinigen van PFAS-houdend grondwater is beter. Kenmerkend voor de zuivering van met PFAS verontreinigd grondwater is dat het gaat om relatief lage concentraties (vergeleken met conventionele verontreinigingen) en vaak grote debieten. Er is een aantal in potentie veelbelovende technieken in ontwikkeling. Daarbij wordt opgemerkt dat gebruikelijke principes als biologische afbraak, chemische oxidatie en chemische reductie als niet haalbaar worden beschouwd. Anno 2018 worden alleen de reiniging met behulp van actief kool en ionenwisseling als state of the art beschouwd.

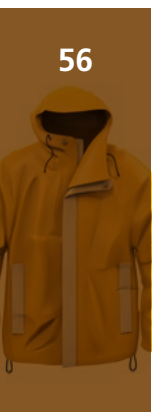
Water verontreinigd met PFAS wordt in de meeste gevallen behandeld door middel van actief kool adsorptie. Dit werkt goed voor de langketenige PFAS zoals PFOS en PFOA, maar neemt af voor PFAS die uit korte ketens bestaan.

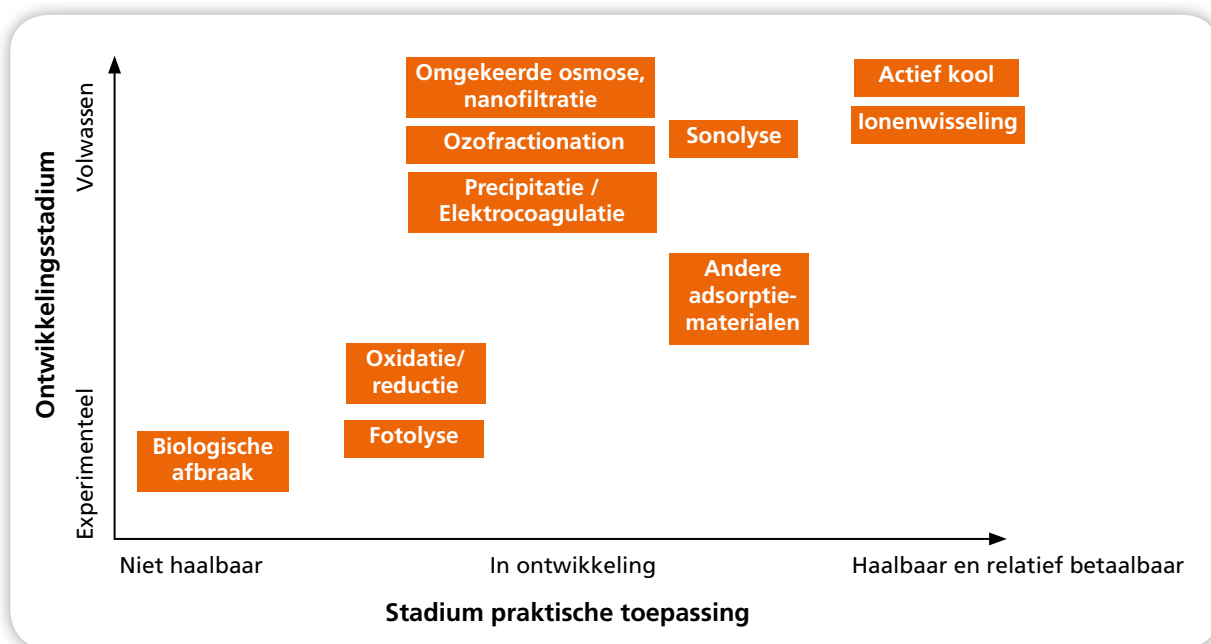
Daarbij is ook de beladingscapaciteit van actief kool voor PFOS en PFOA laag vergeleken met andere verontreinigingen. Het actief kool moet vervolgens bij hoge temperatuur (>1000 °C) worden verbrand om volledige afbraak te garanderen.

Vanwege de lage efficiëntie van actief kool voor PFAS wordt door wetenschappers en bedrijven verder gezocht naar haalbare alternatieven, waaronder alternatieve adsorptiemedia, ionenwisseling, scheiding en andere chemische, thermische, oxidatieve en reductieve technieken. Tot heden zijn dergelijke nieuwe technieken vooral geëvalueerd voor een beperkt aantal stoffen, veelal alleen voor PFOS en PFOA. Aandachtspunten hierbij zijn:

- De aanwezigheid van andere PFAS en precursors (verbindingen die af kunnen breken tot perfluor-carbonzuren en -sulfonzuren) en het effect van de techniek op precursors (gedeeltelijke afbraak);
- De adsorptie van PFAS aan allerlei media tijdens de proeven (bijvoorbeeld glas);
- De afbraak van PFAS tot ongewenste en bovendien vaak niet gedetecteerde tussenproducten.

Er zijn al meerdere voorbeelden bekend van technieken die aanvankelijk geschikt leken, maar bij bestudering bleken te leiden tot niet of moeilijk detecteerbare, toxische eindproducten. Voor een uiteindelijke geschiktheidsbeoordeling is een sluitende fluoridebalans of uitgebreide analyse op lang en kort ketenige PFAS met de TOP analyse noodzakelijk. In figuur 15 is een overzicht van de verschillende sanerings-/reinigingstechnieken gegeven met daarbij aangegeven in welk stadium zij zich bevinden. Technieken die rechtsboven zijn weergegeven zijn de meest haalbare en volwassen technieken, de technieken linksonder zijn niet geschikt als reinigingsmethode voor PFAS. Daartussen bevinden zich technieken die zich nog in een experimentele fase bevinden (onderin de figuur) of die niet toepasbaar of minder effectief zijn (aan de linkerkant van de figuur).



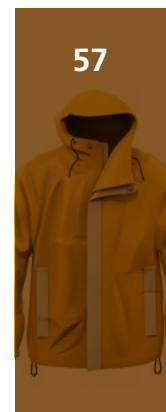


Figuur 15: Praktische toepasbaarheid van verwijderingstechnieken voor PFAS in water

In de onderstaande tabel 9 worden de verschillende verwijderingstechnieken - per werkingsmechanisme - nader toegelicht.

Tabel 9: Verwijderingstechnieken voor PFAS in water

Techniek	Toelichting	Stand der techniek
Technieken gebaseerd op adsorptie		
Actief kool	Actief kool is momenteel de meest gebruikte methode voor behandeling van PFAS houdend grondwater, drinkwater en afvalwater. Actief kool wordt veelvuldig ingezet voor de verwijdering van hydrofobe verontreinigingen uit water, en is ook effectief voor PFOS en PFOA, alhoewel de adsorptiecapaciteit voor deze verbindingen beperkt is in vergelijking met andere verontreinigingen. Kleinere PFAS verbindingen zoals PFHxA, PFBA en GenX adsorberen niet of nauwelijks op actief kool. Verwerking dient plaats te vinden bij voldoende hoge temperaturen voor volledige afbraak. Er zijn verschillende typen actief kool beschikbaar met wisselende effectiviteit voor PFAS en gevoeligheid voor de aanwezigheid van organische stofgehalte.	Wordt full-scale toegepast
Ionenwisseling	Verschiede typen ionenwisselaars kunnen effectief zijn voor PFAS, over het algemeen hebben ze een vergelijkbare effectiviteit als actief kool. Ionenwisseling is, net als actief kool, veelal minder effectief voor kleinere PFAS. Een hoge organische belading werkt sterk verstorend. Ionenwisselaars kunnen geregenereerd worden (met bijvoorbeeld methanol) en zijn daardoor op de langere termijn mogelijk kosteneffectiever dan actief kool. Regeneratie van de methanol vormt hierbij wel een aandachtspunt	Wordt full-scale toegepast, vooral voor processtromen met weinig interfererende ionen
Andere adsorptie-materialen	Er vindt wereldwijd veel onderzoek plaats naar andere adsorptiematerialen. Verschillende mineralen (rijk aan ijzer, silicium, magnesium, aluminium) vertonen adsorptiecapaciteit voor PFAS, in een kort tijdsbestek en met een hoge adsorptiecapaciteit.	In ontwikkeling





Techniek	Toelichting	Stand der techniek
Technieken gebaseerd op scheiding		
Nanofiltratie en omgekeerde osmose	Door de grootte van de PFAS moleculen zijn nanofiltratie en omgekeerde osmose beide behandelingstechnieken die ook voor PFAS ingezet kunnen worden. Het voordeel hiervan is dat ze werken voor de meeste typen PFAS. Nadeel zijn de hoge kosten en de relatief grote volumestroom van het concentraat (20-25%). Omdat deze relatief grote volumestroom PFAS houdend is, is verdere behandeling noodzakelijk en doorgaans kostbaar	Wordt full-scale toegepast
Ozofractionation	Ozofractionation is gebaseerd op injectie van ozon in de vloeistof, als zeer kleine belletjes. De ozon breekt de PFAS niet af, maar er vindt een scheidingsproces plaats door de kleine belletjes. Hiermee wordt het verontreinigde volume zeer sterk gereduceerd. Ook geschikt voor andere PFAS. De kosten zijn relatief hoog, het is vooral geschikt voor water met relatief hoge concentraties. De verzamelde PFAS moeten vervolgens verder verwerkt worden.	In ontwikkeling. Inmiddels toegepast op een enkele locatie in Australië
Precipitatie / elektrocoagulatie	Precipitatie / elektrocoagulatie is gebaseerd op de adsorptie van PFAS aan neerslagen die ter plekke worden gegenereerd. De resultaten in laboratoriumonderzoeken zijn wisselend en de verwijderingsrendementen nog relatief laag (50-70%). Deze technologie kan geschikt zijn als eerste stap van PFAS verwijdering. Deze techniek is nog niet geschikt voor het behalen van concentraties in de ordegrootte van nanogrammen per liter.	In ontwikkeling
Afbraak		
Biologische afbraak	De geperfluoreerde verbindingen zoals PFOS, PFOA en de analoge verbindingen zijn stabiele eindproducten en zijn persistent. Gepolyfluoreerde verbindingen kunnen deels afbreken tot bovenstaande stabiele verbindingen en zijn vervolgens persistent	Niet toepasbaar
Chemische afbraak (chemische oxidatie, reductie, fotolyse)	Voor chemische afbraak zijn extreme omstandigheden nodig, zoals zeer hoge temperaturen en zeer oxidatieve of zeer reductieve condities. Aandachtspunt is de volledige afbraak van de verontreiniging en het vaststellen van de fluoride massabalans. Tot nog toe is er onvoldoende bewijs dat afbraak volledig is onder praktijkomstandigheden.	In ontwikkeling
Sonolyse	Bij de toepassing van sonolyse wordt een akoestisch signaal (ultrasoon) door het water gestuurd. Dit geluid creëert minuscule drukgolven in het water, waarbij belletjes ontstaan die imploderen. Binnenin de belletjes ontstaan op dat moment, gedurende korte tijd, zeer hoge drukken en temperaturen. Onder deze omstandigheden kunnen PFAS afgebroken worden. De eerste pilots zijn veelbelovend en een groei wordt verwacht.	In ontwikkeling



Advies voor behandeling van grond en grondwater

Het saneren van met PFAS-verontreinigde grond of grondwater is op dit moment nog zeer lastig. Enerzijds omdat door de lage toetsingswaarden, waardoor ook lage eindconcentraties als eindresultaat vereist zijn na de reiniging. Anderzijds zijn vanwege de specifieke eigenschappen van PFAS. Hierdoor zijn de meeste zuiveringsmethoden (nog) niet effectief.

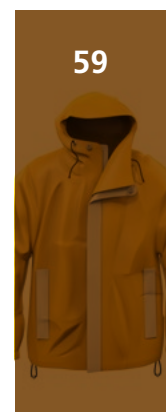
Het perspectief op het succesvol reinigen van grond is beperkt, waardoor grond met hoge concentraties PFAS meestal moet worden gestort. Het perspectief voor reiniging van PFAS-houdend water is beter. Diverse technieken zijn hiervoor ontwikkeld en beschikbaar. Opgemerkt wordt dat zowel de zuivering van grond als van grondwater veelal neer komt op het verplaatsen van de verontreiniging naar een ander medium, zoals de adsorptie van PFAS op actief kool. Voor het beoordelen van een



duurzame aanpak dient afgewogen te worden op welke wijze dit medium verder verwerkt wordt in de keten.

Indien sanering noodzakelijk of gewenst is, is een haalbaarheidsstudie naar de reinigingsmogelijkheden en effectiviteit onontbeerlijk. Aandachtspunten hierbij zijn:

- Nagaan state-of-the art mogelijkheden techniek;
- Goede analyse uitgangssituatie en massabalans;
- Vorming van precursors en bijproducten;
- Uitvoeren van een pilot.



Lijst van afkortingen

Afkorting	Omschrijving
AA-EQS	Jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling (=JG-MKN)
AF-AFFF	Alcohol resistente film vormende schuimen
AFFF	Aqueous film forming foam
AFPO	Ammonium perfluorooctanoaat
AOF	Adsorbable organic fluorine
AR-AFFF	Alcohol resistente film vormende fluor proteïne schuimen
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
CM	Carcinogeen, mutageen
ECF	Electrochemische fluorering
EEA	Perfluoroether carboxylzuur ($C_2F_5OC_2F_4OCF_2COOH$)
EFSA	European food safety authority
ER	Ernstig risico. Concentratie waarbij voor 50% van de organismen een negatief effect door de directe blootstelling niet is uit te sluiten
EU	Europese Unie
FEP	Geperfluoreerd ethyleen-propyleenhars
FFFP	Film vormende fluor proteïne schuimen
FOSA	Gefluoreerde sulfonamide
FOSE	Gefluoreerde sulfonamido ethanol
FP	Fluor proteïne schuimen
FTAC	Fluortelomeeracrylaat
FTOH	Fluortelomeeralcohol
FTS	Fluortelomeersulfonzuur
GenX	Technologie voor de productie van PTFE waarbij gebruikt wordt gemaakt van de stoffen FRD-902 en FRD-902 (met beide hetzelfde anion HFPO-DA) en E1
GC-MS	Gas chromatography Mass Spectrometry
HDPE	High density polyethyleen
HF	Waterstoffluoride
HFA	Hexafluoraceton
HFPO-DA	2,3,3,3-tetrafluoro-2(heptafluoropropoxy)propanoaat
HPLC-MS-MS	High pressure liquid chromatography Mass Spectrometry (2x)
IARC	International agency for research on cancer
JG-MKN	Jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor langdurige blootstelling (=AA-EQS)
LC-QTOF-MS-MS	Liquid Chromatography Quadrupole Time Of Flight mass spectrometry
LDPE	Low density polyethyleen
MAC-EQS	Maximaal aanvaardbare concentratie voor kortdurende blootstelling, milieukwaliteitsnorm (=MAC-MKN)
MCE	Membraan cellulose
MAC-MKN	Maximaal aanvaardbare concentratie voor kortdurende blootstelling, milieukwaliteitsnorm (=MAC-EQS)
MSDS	Material safety data sheet
MTR	Maximaal toelaatbaar risiconiveau. Concentratie waar beneden geen negatief effect is te verwachten. Chronische blootstelling
OECD	Organisation for economic cooperation and development



PAP	Perfluorofosforzuren
PFAA	Perfluoralkylzuur
PFAS	Poly- en perfluoralkyl verbindingen
PFBA	Perfluorbutaanzuur
PFBS	Perfluorbutaansulfonzuur
PFC	Perfluor componenten
PFCA	Perfluorcarbonzuur
PFDA	Perfluordecaanzuur
PFDaA	Perfluordodecaanzuur
PFDS	Perfluordecaansulfonzuur
PFEtS	Perfluorethaansulfonzuur
PFHpA	Perfluorheptaanzuur
PFHpS	Perfluorheptaansulfonzuur
PFHxA	Perfluorhexaanzuur
PFHxS	Perfluorhexaansulfonzuur
PFNA	Perfluornonaanzuur
PFOA	Perfluorooctaanzuur
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide
PFPeA	Perfluorpentaanzuur
PFPeS	Perfluorpentaansulfonzuur
PFPrS	Perfluorpropaansulfonzuur
PFSa	Perfluorsulfonzuur
PFUnA	Perfluorundecaanzuur
PIGE	Particle induced gamma-ray emission
PTFE	Polytetrafluoretheen
POP	Persistent organic pollutant
POSF	Perfluorooctaansulfonfluoride
REACH	Registratie, evaluatie, autorisatie en restrictie van chemische stoffen (Europese verordening)
RIVM	Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu
RPF	Relative potency factor
SPE	Solid phase extraction
SRC	Serious risk concentration
SVM	Schuimvormend middel
SZW	Ministerie van sociale zaken en werkgelegenheid
TDI	Toelaatbare dagelijkse inname
TM	Telomerisatie
TOF	Total organic fluorine
TOP(A)	Total oxidizable precursor (analysis)
US-EPA	United States environmental protection agency
VR	Verwaarloosbaar risico



Literatuurlijst

Voor de geraadpleegde literatuur verwijzen wij naar de literatuurverwijzingen die zijn opgenomen in de separate achtergronddocumenten.

Bijlage A: Deelnemers projectgroep en klankbordgroep

Wij willen iedereen bedanken die heeft bijgedragen aan het opstellen van dit handelingskader en de onderliggende documenten. In het bijzonder danken wij:

Opdrachtgevers

Gemeente Dordrecht

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Projectgroep

Gemeente Dordrecht: Rob Mank

RWS - WVL / Bodem+: Michiel Gadella

Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid: Frans van der Ham

Rijksvastgoedbedrijf: Rik Holleman

Expertisecentrum PFAS: Arne Alphenaar, Martijn van Houten, Hans Slenders

Klankbordgroep

Deelnemers	Deelnemers
Gemeente Dordrecht	RWS - WVL / Bodem+
Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid	RIVM
DCMR	Rijksvastgoedbedrijf
Gemeente Amsterdam	Provincie Drenthe / RUD Drenthe
Gemeente Enschede	Provincie Groningen
Gemeente Haarlemmermeer	Provincie Noord-Holland
Gemeente Katwijk	Provincie Zuid-Holland
Gemeente Tilburg	Brandweer Nederland
Omgevingsdienst Noordzeekanaalgebied	Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij

Geraadpleegde specialisten voor interviews en/of review van documenten

Naam	Naam
R.T.A. Hakkeling	A. Tuinenburg - Jansen
J.M. Gadella	W. Tromp
E.H.P. Brans	G. van der Feltz
A. Roeloffzen	H. Gerrits
A.H. Gaastra	L. Coonen
C. Denneman	M. Baneke
C. Overmars	R. Eijsink
M. Blondelle - Zuidema	S. Beerkens
R. Mank	M.C. Schouwstra



Illustraties & vormgeving

Illustraties: Albert Kingma en Wikke Alphenaar

Bronnen gebruikt voor illustraties: Design by vectorpocket : Freepik - Buizen, Businessmen, Firemen / Design by Labibitorium: Freepik - Construction signs / Design by Olga_spb: Freepik - Warning signs / Design by Macrovector: Freepik - Technische bouwplaats, testopstelling / Freepik - Gears, People, Digging machine, Puzzlepieces, Trees.

Vormgeving: Hans Dienaar bNO - Vormcommunicatie.nl

Expertisecentrum PFAS

Het Expertisecentrum PFAS is een initiatief van Arcadis, TTE Consultants en Witteveen+Bos. De samenwerking is in 2012 opgezet omdat deze bureaus signaleerden dat PFAS-stoffen zoals PFOA en PFOS meer aandacht verdienen vanwege het effect op het bodem- en watersysteem. Tot deze stofgroep behoren meer dan zesduizend individuele stoffen. Volgens wetenschappelijke inzichten zijn deze stoffen persistent, bioaccumulatief en toxisch en hebben ze schadelijke effecten op de mens.

Het Expertisecentrum PFAS is opgericht om kennis en informatie over deze stoffen te delen.

Hierbij gaat het om technische kennis (hoe te onderzoeken, welke veldwerk en analyse methoden gebruiken, etc.), toxicologische kennis, beleidsmatige kennis en kennis over potentiële saneringstechnieken of andere oplossingen. Daarnaast ontwikkelt het Expertisecentrum PFAS samen met haar deelnemers nieuwe kennis en draagt ze bij aan het delen van deze kennis. Dat gebeurt via de website www.expertisecentrumpfas.nl, het organiseren van symposia of het rapporteren van projectresultaten.

Bijlage B: Handelingen Wet bodembescherming

De zorgplicht uit artikel 13 van de Wbb is uitsluitend van toepassing op de in artikel 6 tot en met 11 van de Wbb beschreven handelingen. Dit zijn de volgende handelingen:

Artikel 6

Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het verrichten van handelingen waarbij stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten, op of in de bodem worden gebracht, ten einde deze aldaar te laten.

Hiertoe kunnen behoren regels met betrekking tot:

- a. het ter bewaring opslaan van bij die maatregel aan te geven stoffen op of in de bodem;
- b. het brengen van afvalstoffen op of in de bodem;
- c. het op of in de bodem doen uitstromen van verontreinigd water of slib;
- d. het begraven van stoffelijke resten;
- e. het op de bodem verspreiden van as, afkomstig van de verbranding van stoffelijke resten.

Artikel 7

Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het verrichten van handelingen waarbij stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten, aan de bodem worden toegevoegd, ten einde de structuur of de kwaliteit van de bodem te beïnvloeden.

Hiertoe kunnen behoren regels met betrekking tot:

- a. het op of in de bodem brengen van stoffen die de draagkracht van de bodem beïnvloeden;
- b. het op of in de bodem brengen van meststoffen.

Artikel 8

Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het uitvoeren of gebruik maken van werken op of in de bodem, waarbij ingrepen worden verricht of stoffen worden gebruikt, die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten.

Hiertoe kunnen behoren regels met betrekking tot:

- a. grond- en funderingswerken;
- b. bodemonderzoek;
- c. de aanleg van pijpleidingen of andere leidingen;
- d. het aanbrengen van opslagtanks of reservoirs;
- e. ontginningen, ontgrondingen of ontgravingen;
- f. diepe grondbewerking;
- g. werken in het kader van ontwatering, bronnering of grondwaterwinning;
- h. werken ten behoeve van een bodemenergiesysteem.

Ten aanzien van werken als bedoeld in het tweede lid, onder h, kunnen de in het eerste lid bedoelde regels ook worden gesteld in het belang van een doelmatig gebruik van bodemenergie.



Artikel 9

Bij algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het transporteren van bij die maatregel aan te geven stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten.

Hiertoe kunnen behoren regels met betrekking tot:

- a. het transporteren van zodanige stoffen met behulp van pijpleidingen of andere leidingen;
- b. het verrichten van overslaghandelingen met zodanige stoffen;
- c. het transporteren van zodanige stoffen met behulp van voertuigen.

Artikel 10

Bij algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het verrichten van handelingen waarbij als nevengevolg stoffen die de bodem kunnen verontreinigen of aantasten, op of in de bodem geraken.

Hiertoe kunnen behoren regels met betrekking tot:

- a. het toepassen van gladheidsbestrijdingsmiddelen;
- b. het met bij die maatregel aan te geven stoffen behandelen van voorwerpen, ten einde oppervlaktelagen daarop aan te brengen of daarvan te verwijderen;
- c. het bewerken van voorwerpen, waarbij bij die maatregel aan te geven stoffen vrijkomen.

Artikel 11

Bij algemene maatregel van bestuur kunnen in het belang van de bescherming van de bodem regels worden gesteld met betrekking tot het verrichten van niet onder de artikelen 6 tot en met 10 vallende handelingen die erosie, verdichting of verzilting van de bodem tot gevolg kunnen hebben.



Bijlage C Richtlijn voor bemonstering van PFAS

NB. De kennis op het gebied van PFAS is in ontwikkeling. Deze richtlijn zal op basis van nieuwe inzichten wijzigen. Actuele informatie staat op www.bodemrichtlijn.nl.

Bemonsteringsprotocol PFAS (versie 1.2 02-10-2017)			
Bemonsteringsmateriaal			
Niet gebruiken:	Waarom:	Wel gebruiken:	Bron:
Teflon, Viton (bemonsteringsmateriaal, inlages in doppen, tape, spray etc.)	PFAS gebruikt bij productie	HDPE, PP (polypropyleen) voor bemonsteringspotten / flessen. Geen teflon inlage in dop!	1, 3
Teflon, Viton (bijvoorbeeld bailers) LDPE/Siliconen bij langdurig contact (bijvoorbeeld opslag)	PFAS gebruikt bij productie PFAS dringen door in LDPE en siliconen	Siliconenslang of LDPE slang voor bemonstering	2, 3
Glas	PFAS hecht zich aan glas	HDPE, PP voor bemonsteringspotten / flessen	2, 3
Doorzichtige potten / flessen	Enkele PFAS kunnen omgezet worden onder invloed van licht	Donkere bemonsteringspotten / flessen van HDPE of PP	3
Reinigingsvloeistoffen gebaseerd op PFAS (bijvoorbeeld Decon 90)	Kan PFAS bevatten	Reinigen met water	1, 2



Bemonsteringsprotocol PFAS (versie 1.2 02-10-2017)			
Algemeen			
Verboden/voorzichtig zijn met:	Waarom:	Alternatief:	Bron:
Vervluchtiging tijdens bemonstering	Enkele PFAS zijn vluchtig	Vervluchtiging voorkomen (geen steekbus nodig)	3
Nieuwe kleding	Kleding is veelal waterafstotend gemaakt met PFAS houdende middelen (Schotchgard)	Kleding minimaal 6 x wassen, liever geen wasverzachter gebruiken	1, 2
Kleding/schoenen met Gore-Tex, Tyvek	Kan PFAS bevatten	Vermijd bemonsteren in de regen Gebruik LDPE, PVC kleding waar mogelijk	1, 2
Fastfood verpakkingspapier	Kan PFAS bevatten	Broodtrommel of plastic zakjes	1, 2
Post its	Kan PFAS bevatten	Standaard papier	1, 2
Waterproof papier of ander materiaal	Kan PFAS bevatten	Standaard papier of ander materiaal	1, 2
Chemische of gel ice packs	Kan PFAS bevatten	IJs in plastic zakken (dubbel verpakken) of icepacks verpakken in plastic zakken (dubbel verpakken)	1, 2
Zonnebrandcrème, muggenspray, handcrème, cosmetica	Kan PFAS bevatten	Cosmetica op (volledige) natuurlijke basis Contact met monstermateriaal voorkomen Handschoenen dragen	2, 3

Bronnen

1. Interim Guideline on the Assessment and Management of PFAS, February 2016, Government of Western Australia, Department of Environment Regulation.
2. Appendix E - Prohibited items for sampling. Final Quality Project Plan - PFC Release Determination at Multiple BRAC Bases. July 2014.
3. Environmental fate and effects of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS). Concawe report no. 8/16, June 2016.

Het expertisecentrum PFAS is een initiatief van Witteveen+Bos, TTE Consultants en Arcadis. De samenwerking is in 2012 opgezet omdat deze bureaus signaleerden dat stoffen zoals PFOA en PFOS in toenemende mate een probleem zijn voor het milieu. Deze twee stoffen zijn een voorbeeld van een veelomvattende stofgroep, genaamd de PFAS (de Per- en PolyFluorAlkyl Stoffen). Tot deze stofgroep behoren meer dan zesduizend individuele stoffen, die volgens wetenschappelijke inzichten zeer schadelijk zijn voor het bodem- en watersysteem, met uiteindelijk effecten op de mens.

Het Expertisecentrum PFAS is opgericht om kennis en informatie over deze stoffen te delen. Hierbij richten gaat het om technische kennis (hoe te onderzoeken, welke veldwerk en analyse methoden gebruiken, etc), toxicologische kennis, juridische en beleidsmatige kennis en kennis over potentiële saneringstechnieken of een aanpak volgens andere oplossingen.

Daarnaast ontwikkelt het Expertisecentrum PFAS samen met haar deelnemers nieuwe kennis en draagt ze bij aan het delen van deze kennis. Dat gebeurt via www.expertisecentrumpfas.nl, het organiseren van symposia of het rapporteren van projectresultaten.

Met dit initiatief nodigen wij iedereen in de keten uit om hieraan bij te dragen. Zo kunnen we gezamenlijk bepalen op welke manier de problemen met stoffen zoals PFOS en PFOA, maar ook alle andere aanverwante 'emerging contaminants', te beheersen en te beheren zijn. Daartoe dient het Expertisecentrum PFAS.

Arcadis Nederland B.V.

Beaulieustraat 22
6814 DV Arnhem
Postbus 33
6800 LE Arnhem
T 088 4261 261
E info@arcadis.nl

TTE Consultants

Keizerstraat 16
7411 HH Deventer
T 0570-66 58 70
F 0570-66 58 75
E info@engineers.nl

Witteveen + Bos

Van Twickelostraat 2
Postbus 233
7400 AE Deventer
T 0570 69 79 11
F 0570 61 67 95
E info@witteveenbos.com