



Ministerie van IenW

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

KvK Utrecht 30276683

T 030 274 91 11
info@rivm.nl

Datum
15 januari 2020

Auteurs
Arjen Wintersen
Piet Otte

Indicatieve niveaus voor ernstige bodem- en
grondwaterverontreiniging (INEV's) voor de stoffen
PFOS, PFOA en GenX

1. Aanleiding

PFAS (Per- en polyfluoralkylstoffen) worden als een diffuse verontreiniging in relatief lage concentraties in de bodem aangetroffen. Daarnaast zijn er gevallen van sterk verontreinigde locaties bijvoorbeeld bij (voormalige) brandweeroefenplaatsen. Deze locaties worden beschouwd als mogelijke gevallen van ernstige bodemverontreiniging.

Op verzoek van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft het RIVM een advies voor de vaststelling van Indicatieve Niveaus voor ernstige bodemverontreiniging (INEV's) voor de stoffen PFOS, PFOA en GenX¹ opgesteld.

Om gevallen van bodemverontreiniging te kunnen beoordelen op ernst en spoedeisendheid volgens de Circulaire Bodemsanering, dienen bevoegde gezagen over interventiewaarden of INEV's te beschikken.

Met het oog op de onzekerheden ten aanzien van de hoogte van de maximale toelaatbare risiconiveaus voor de mens (het MTR-humaan) en de daarmee samenhangende humane risicogrenzen in bodem en grondwater wordt geadviseerd over te gaan tot de vaststelling van INEV's voor PFOS, PFOA en GenX in grond en grondwater.

De vaststelling van de bijgestelde interventiewaarden kan dan bijvoorbeeld plaatsvinden bij het tot stand komen van een definitief handelingskader voor PFAS.

¹ Met GenX wordt in deze notitie verwezen naar de stof HFPO-DA: 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluorpropoxy)propaan zuur

2. Indicatieve niveaus voor ernstige bodemverontreiniging (INEV's)

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

Indicatieve niveaus voor ernstige bodemverontreiniging worden op dezelfde wijze afgeleid als interventiewaarden. De reden om deze waarden als indicatief te kwalificeren zijn de huidige onzekerheden in de onderbouwing. In het geval van PFAS betreft dat primair de lopende evaluatie van de gezondheidseffecten van PFAS-verbindingen door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid EFSA (EFSA, 2018). Daarnaast zijn er nog onzekerheden met betrekking tot de blootstelling die beperkt gevolgen kunnen hebben voor de hoogte van de berekende risicogrenzen. INEV's hebben in het bodembeleid een andere status dan interventiewaarden. In de Circulaire bodemsanering (Circulaire bodemsanering, 2013) is hierover het volgende opgenomen:

'De indicatieve niveaus hebben een grotere mate van onzekerheid dan de interventiewaarden. De status van de indicatieve niveaus is daarom niet gelijk aan de status van de interventiewaarde. Over- of onderschrijding van de indicatieve niveaus heeft derhalve niet direct consequenties voor wat betreft het nemen van een beslissing over de ernst van de verontreiniging door het bevoegd gezag. Het bevoegd gezag dient daarom naast de indicatieve niveaus ook andere overwegingen te betrekken bij de beslissing of er sprake is van ernstige verontreiniging. In de Circulaire bodemsanering (2013) worden daarvoor de overwegingen gegeven.'

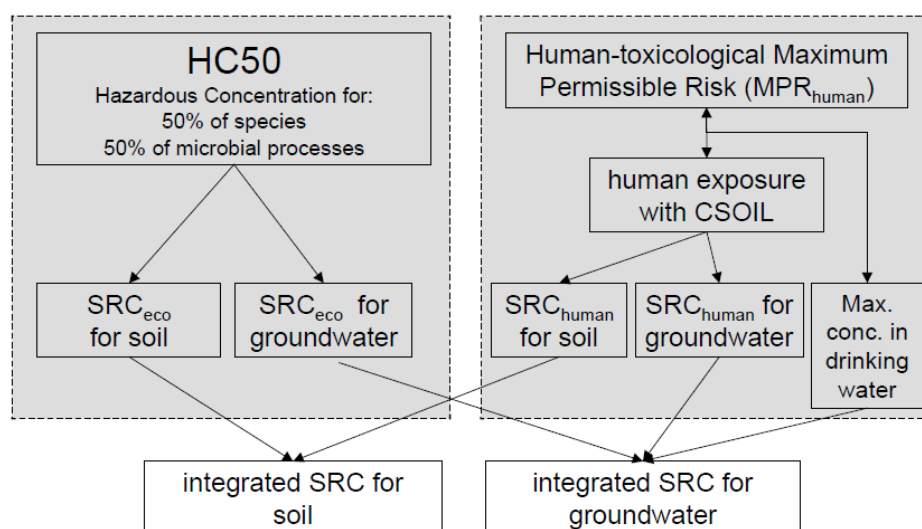
3. Risicogrenzen voor PFAS in grond en grondwater

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

3.1 Procedure voor de afleiding van Indicatieve Niveaus voor Ernstige Verontreiniging

Figuur 1 geeft een overzicht van de procedure die wordt gevolgd voor de afleiding van interventiewaarden voor bodem en grondwater (Lijzen et al. 2001). Voor de afleiding van INEV's voor PFOA, PFOS en GenX is dezelfde procedure gevolgd.



Figuur 1: Schematisch overzicht van de procedure voor de afleiding van risicogrenswaarden voor de bepaling van interventiewaarden (of INEV's) voor grond en grondwater (Lijzen et al. 2001).

De procedure voor de afleiding van interventiewaarden en INEV's voor grond is inmiddels verankerd in en vormt de basis voor de normen die zijn opgenomen in de Regeling bodemkwaliteit en de circulaire bodemsanering 2013 (NOBO, 2007).

De onderbouwing van de vigerende interventiewaarden voor grondwater (Circulaire bodemsanering, 2013) is nog niet gebaseerd op de systematiek uit Figuur 1. Deze waarden stammen van voor 2001 en zijn gebaseerd op de poriewaterconcentratie in evenwicht met de bodemconcentratie op het niveau van de interventiewaarde voor grond, waarbij rekening is gehouden met een verdunningsfactor van tien (Van den Berg en Roels, 1991).

3.2 Onderbouwing interventiewaarden voor grondwater

Voor het beschermingsdoel ecologie geldt het HC50 niveau voor grondwater (zie figuur 1; SRC_{eco} grondwater) dat is gebaseerd op het HC50 niveau van waterorganismen.

Voor de bescherming van de gezondheid van de mens geldt dat de blootstelling aan verontreinigende stoffen in grondwater het MTR (zie

figuur 1; MPR_{human}) niet mag overschrijden bij levenslange blootstelling. De blootstelling wordt bepaald met het model CSOIL (Brand et al. 2007). Voor verontreinigingen in grondwater vindt de blootstelling overwegend plaats door uitdamping van vluchtige organische verontreinigingen die resulteert in aantasting van de kwaliteit van de binnenlucht in woningen. Ook kan blootstelling plaatsvinden door permeatie van verontreinigingen vanuit grondwater door de wand van drinkwaterleidingen en door opname van grondwaterverontreinigingen in gewassen. Een derde beschermingsdoel betreft de kwaliteit van het grondwater dat in bepaalde mate geschikt moet kunnen zijn voor consumptie. Voor grondwater wordt daarom een risicogrenswaarde afgeleid op basis van gebruik van grondwater als drinkwater voor de mens. De werkwijze hiervoor staat beschreven in het RIVM-rapport 711701023 en de aanwijzingen uit de circulaire bodemsanering (2013) met betrekking tot niet-genormeerde stoffen.

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

Bij de evaluatie van de interventiewaarden in 2001 is voorgesteld om ook de interventiewaarden voor grondwater te baseren op de beschermingsdoelen en -niveaus voor mens en milieu zoals deze gelden voor grond. In Lijzen et al (2001) zijn voor grondwater risicogrenzen afgeleid op basis van deze uitgangspunten. Deze risicogrenzen zijn destijds nog niet overgenomen bij de onderbouwing van de Interventiewaarden grondwater (zie ook 3.1).

De Technische Commissie Bodembescherming heeft in haar Advies wetenschappelijke evaluatie Interventiewaarden (12 juni 2002) ingestemd met de wijze waarop het RIVM de afleiding van de Interventiewaarden grondwater heeft ingevuld.

Voor de afleiding van INEV's voor PFOS, PFOA en GenX is daarom dezelfde procedure gevolgd als voor andere verontreinigingen en conform het advies van de TCB (2002).

3.3 Overzicht beschikbare risicogrenzen

Risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX zijn, ten behoeve van de problematiek rond Chemours en Schiphol, eerder door RIVM gepubliceerd (Wintersen et al. (2016), Lijzen et al. (2018) en Wintersen en Otte (2019).

In tabel 1 zijn de risicogrenzen voor de verschillende beschermdoelen samengevat. Daarna wordt voor elk van de beschermdoelen, mens, ecologie en drinkwater, een toelichting gegeven.

Tabel 1. Ecologische en gezondheidkundige risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX

Datum
15 januari 2020

Risicogrenzen voor INEV's grond en grondwater						
toetscriterium	GROND [$\mu\text{g}/\text{kg ds}$]			GRONDWATER [$\mu\text{g}/\text{l}$]		
	Ecologie		Humaan	Drinkwater	Ecologie	Humaan
	ER _{direct}	ER _{dv}	SRC _{humaan}	C _{max,dw}	ER _{direct}	SRC _{humaan}
PFOS	9100	110	1200	0,20	1000	56
PFOA	50.000	1100	1100	0,39	7000	170
GenX	-	960	97	0,66	16.000	140

Ons kenmerk

ER _{direct}	Ecologische risicogrens voor directe blootstelling
ER _{dv}	Ecologische risicogrens voor doorvergiftiging
SRC _{humaan}	Risicogrens voor de mens op basis van MTR en levenslange blootstelling
C _{max,dw}	Risicogrens op basis van consumptie van grondwater als drinkwater

3.4 Ecologische risicogrenzen

Het ecologische beschermingsniveau dat is vastgesteld voor de interventiewaarde is de HC₅₀ (NOBO, 2008). De HC₅₀ is de concentratie in het milieu waarbij voor 50% van de soorten uit de beschikbare verzameling van ecotoxiciteitsgegevens een effect is aangetoond (NOBO, 2008).

De interventiewaarden voor grond (Circulaire bodemsanering, 2013) zijn voor het ecologisch beschermingsdoel gebaseerd op directe ecotoxiciteit. Volgens deze procedure wordt bij de afleiding van interventiewaarden geen rekening gehouden met de mogelijke effecten van doorvergiftiging. Daardoor wordt geen of zeer beperkt rekening gehouden met de ecologische effecten van verontreinigingen die zich ophopen in de voedselketen (effect van doorvergiftiging).

Hierin verschilt de procedure voor de afleiding van interventiewaarde met de procedure voor maximale waarden (Regeling Bodemkwaliteit) waar, voor de functie landbouw/natuur wel de mogelijke effecten van doorvergiftiging worden meegewogen.

Bij de evaluatie van interventiewaarden (Lijzen et al., 2001) is door het RIVM geadviseerd om voor stoffen waarvan bekend is dat zij accumuleren in de voedselketen wel rekening te houden met de effecten van doorvergiftiging.

De technische Commissie Bodembescherming heeft in haar advies over de wetenschappelijke evaluatie interventiewaarden (12 juni 2002) daarvoor een tweetal overwegingen meegegeven.

Ten eerste zijn er ook toppredatoren met een leefgebied met een beperkte oppervlak. Deze dieren staan soms ook aan de top van een voedselketen, in systemen waar grotere predatoren ontbreken, en kunnen daar een aanzienlijke invloed uitoefenen op het functioneren van bijvoorbeeld nutriëntenkringlopen. Ten tweede kan ernstige bodemverontreiniging ook over zeer grote oppervlakten voorkomen. De TCB onderschrijft dan ook het RIVM advies om de effecten van doorvergiftiging mee te nemen bij de afleiding van interventiewaarden.

Van PFOS en PFOA is vastgesteld dat zij accumuleren in de voedselketen. Uit de risicogrenzen in Tabel 1 blijkt dat voor deze stoffen de effecten van

doorvergiftiging bij lagere concentraties worden verwacht dan de effecten van directe toxiciteit. Bovendien is voor deze stoffen vastgesteld dat risicogrenzen op basis van directe toxiciteit geen goede indicatie vormen van de ecosysteemeffecten van PFOS in grond (Verbruggen et al. (2020)). Voor PFOS en PFOA zijn voor grond zowel ecologische risicogrenzen voor directe toxiciteit, als voor doorvergiftiging beschikbaar. Voor GenX is de ecologische risicogrens voor doorvergiftiging in bodem afgeleid op basis van de biomagnificatiegegevens voor PFOA (Rutgers et al. 2019). Een risicogrens voor directe toxiciteit in bodem kon voor GenX vanwege een gebrek aan gegevens niet worden vastgesteld.

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

Naast risicogrenzen voor grond bevat Tabel 1 de ecologische risicogrenzen voor grondwater. Voor organismen in het grondwater wordt aangenomen dat alleen directe blootstelling relevant is. Uit de risicogrenzen blijkt dat de directe ecotoxiciteit relatief laag is.

De afleiding van de ecologische risicogrenzen voor PFOS en PFOA heeft plaatsgevonden op basis van voldoende gegevens en kan daarmee als 'robuust' worden gekwalificeerd. De ecologische risicogrens voor GenX in grond moet als indicatief worden beschouwd. Meer informatie over de biomagnificatie van GenX is nodig om een robuuste risicogrens af te kunnen leiden.

3.5 Humane risicogrenzen

Het gezondheidskundige beschermingsniveau is gebaseerd op humaan-toxicologische grenswaarden (het maximaal toelaatbaar risiconiveau voor de mens, MTR) uit Zeilmaker et al. (2018). De levenslang gemiddelde blootstelling mag deze humaan-toxicologische grenswaarde niet overschrijden. De waarden voor grond en grondwater worden bepaald voor het bodemgebruik 'Wonen met tuin' met het blootstellingsmodel CSOIL (Brand et al. 2006).

Het humane blootstellingsmodel CSOIL berekent de risicogrens voor de bodem (humane risicogrens) op basis van stofeigenschappen, het vastgestelde blootstellingsscenario en de humaan-toxicologische grenswaarde. De in Tabel 1 gepresenteerde humane risicogrenzen zijn berekend met de vigerende versie het CSOIL model, dat op onderdelen is aangepast om rekening te houden met de specifieke eigenschappen van organische zuren (Wintersen en Otte, 2019).

3.6 Bescherming van drinkwater

Een beleidsmatig beschermingsdoel voor het grondwater is dat de consumptie van grondwater niet mag leiden tot overschrijding van het MTR. Deze risicogrens wordt aangeduid als $C_{dw,max}$.

Voor de afleiding van deze waarde wordt uitgegaan van de humaan-toxicologische grenswaarde voor de mens (MTR) bij een levenslang gemiddelde blootstelling door een dagelijkse consumptie van 1 liter door kinderen en 2 liter door volwassenen.

In tegenstelling tot de overige risicogrenzen voor grondwater in Tabel 1, berust de $C_{dw,max}$ op een relatief eenvoudige berekening die niet afhankelijk is van partitie tussen de waterige en de vaste fase. Dit maakt

de $C_{dw,max}$ een relatief robuuste risicogrens met het oog op de onzekerheden in de partitie van PFAS op basis van klassieke parameters zoals K_{oc} (Wintersen et al. 2016).

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

4. Voorgestelde INEV's PFOS, PFOA en GenX

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

Tabel 2 toont de indicatieve niveaus in grond voor ernstige bodemverontreiniging. Vanwege het specifieke gedrag (bio-accumulerend) van PFAS zijn de effecten van doorvergiftiging meegewogen bij de afleiding van INEV's (zie Hoofdstuk 3).

Voor verontreinigingen met een zeer kleine omvang hoeft niet altijd rekening te worden gehouden met de effecten van doorvergiftiging. Dit geldt eveneens voor situaties waarin de verontreiniging zich geheel of grotendeels bevindt onder een afdekking. Onder welke omstandigheden de effecten van doorvergiftiging relevant zijn dient locatiespecifiek te worden bepaald en kan bij de bepaling van spoedeisendheid worden meegenomen in de argumentatie.

Tabel 2. Risicogrenzen grond voor PFOS, PFOA en GenX en Indicatieve Niveaus voor ernstige verontreiniging.

Toetscriterium	Risicogrenzen grond in µg/kg droge stof voor PFAS			
	Ecologie		Humaan	INEV
	ER _{direct}	ER _{dv}	MTR	
PFOS	9100	110	1200	110
PFOA	50.000	1100	1100	1100
GenX	-	960	97	97

Tabel 3 toont de indicatieve niveaus voor ernstige grondwaterverontreiniging. Er worden twee waarden gegeven. Een waarde gebaseerd op de beleidsmatige overweging dat grondwater zonder risico's moet kunnen worden geconsumeerd en een waarde gebaseerd op risico's van verontreinigd grondwater voor het gebruik van een locatie.

Tabel 3. Risicogrenzen grondwater voor PFOS, PFOA en GenX en Indicatieve Niveaus voor ernstige verontreiniging met PFAS in µg/L.

toetscriterium	Risicogrenzen grondwater in µg/L voor PFAS				
	drinkwater	ecologie	gezondheid	INEV	INEV
	C _{dw, max}	ER	MTR	Inclusief drinkwater	Exclusief drinkwater
PFOS	0,20	1000	56	0,20	56
PFOA	0,39	7000	170	0,39	170
GenX	0,66	16.000	140	0,66	140

De INEV inclusief het beschermingsniveau voor het gebruik van grondwater als drinkwater leidt tot lagere risicogrenzen dan de risicogrenzen gebaseerd op gezondheidsrisico's door grondwaterverontreiniging gebaseerd op het standaardscenario voor wonen met tuin. Voorgesteld wordt om de INEV's die ook beschermend zijn voor de consumptie van grondwater als drinkwater in ieder geval van

toepassing te laten zijn op gebieden die op provinciaal niveau zijn aangemerkt als grondwaterbeschermingsgebied.

Datum
15 januari 2020

Om vast te stellen of de INEV's exclusief de bescherming van grondwater als drinkwater afdoende zijn voor de toetsing van grondwater buiten grondwaterbeschermingsgebieden wordt geadviseerd om de volgende overwegingen te hanteren:

Ons kenmerk

1. De consumptie van grondwater uit eigen onttrekking en zonder zuivering is in Nederland niet vaak aan de orde. Alle huishoudens zijn aangesloten op een publieke drinkwatervoorziening. Wel komen er enkele honderden eigen winningen voor en winningen door bedrijven. Voor dergelijke situaties wordt geadviseerd om te toetsen aan de INEV inclusief drinkwater (tabel 3). Zie ook onder punt 4.
2. De waarden op basis van 'consumptie van grondwater als drinkwater' leiden voor PFOS, PFOA en GenX tot relatief lage waarden. Voordat deze waarden in de praktijk kunnen worden gebracht voor vaststelling en afperking (interventiewaardecontour) van ernstige gevallen van grondwaterverontreiniging, zal moeten worden onderzocht of deze waarden geschikt zijn voor de afperking van verontreinigingen in relatie tot de diffuus aanwezige achtergrondbelasting. Indien de $C_{dw,max}$ in de praktijk niet is te onderscheiden van de achtergrondbelasting in het grondwater, is het ook niet mogelijk om met normen gebaseerd op deze waarde gevallen van ernstige grondwaterverontreiniging af te perken.
3. De kwaliteit van grondwater voor de winning van drinkwater wordt ook geborgd door invulling te geven aan de beoordeling van gevoelige situaties en de bescherming van kwetsbare objecten en gevoelige situaties. Hierdoor kan ook bij concentraties beneden de interventiewaarden een geval van ernstige grondwaterverontreiniging worden vastgesteld. Raadpleeg hiertoe de Circulaire bodemsanering (2013).

5. Samenvatting en vervolg

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

In tabel 4 worden de resulterende INEV's voor PFOS, PFOA en GenX gegeven.

Tabel 4. Indicatieve Niveaus voor ernstige verontreiniging voor PFOS, PFOA en GenX

Stof	Risicogrenzen grond en grondwater		
	Grond (µg/kg droge stof)	Grondwater (µg/L)	Grondwater (µg/L)
		Inclusief drinkwater	Exclusief drinkwater
PFOS	110	0,20	56
PFOA	1100	0,39	170
GenX	97	0,66	140

Met betrekking tot het gebruik van INEV's voor de vaststelling van de ernst van een geval van bodemverontreiniging is nog van belang dat in de periode 2019-2020 wordt gewerkt aan een definitief handelingskader voor PFAS in grond en grondwater. Naar verwachting zal daarin ook een interventiewaarde voor grond en grondwater voor PFAS worden opgenomen. In afwachting van het definitief handelingskader zijn daarom deze indicatieve niveaus voor ernstige bodemverontreiniging van PFOS, PFOA en GenX afgeleid.

In de uitvoeringspraktijk hebben INEV's dezelfde functie als interventiewaarden ten behoeve van de vaststelling van een ernstig geval van bodemverontreiniging. Omdat de indicatieve niveaus een grotere mate van onzekerheid hebben dan de interventiewaarden heeft het bevoegd gezag de mogelijkheid om naast de indicatieve niveaus ook andere overwegingen te betrekken bij de beslissing of er sprake is van een geval van ernstige bodemverontreiniging (Circulaire bodemsanering, 2013).

Omdat bekend is dat PFAS zich snel kunnen verspreiden naar het grondwater wordt, bij verdenking van een geval van ernstige bodemverontreiniging, geadviseerd ook altijd het grondwater te onderzoeken.

Met betrekking tot de onzekerheden aangaande de in tabel 4 gepresenteerde INEV's kan het volgende worden opgemerkt:

- De afleiding van de humane risicogrenzen voor grond (tabel 2 kolom 4) en voor grondwater (tabel 3 kolom 4 en 5) zijn gebaseerd op de humaan-toxicologische grenswaarden (MTR) van Zeilmaker et al. (2018). De hoogte van de humaan-toxicologische grenswaarden (MTR) worden door de Europese voedsel en veiligheidsbureau (EFSA) geëvalueerd. Na publicatie van deze EFSA opinie zal worden

beoordeeld in hoeverre deze waarden toepasbaar zijn als grenswaarden in het Nederlandse milieubeleid. De lopende evaluatie van de humaan-toxicologische grenswaarden door EFSA is daarmee een belangrijk motief om op dit moment INEV's voor te stellen voor PFAS, in plaats van interventiewaarden.

- In 2020 wordt gewerkt aan de onderbouwing van een definitief kader voor de beoordeling van PFAS in grond en grondwater. Deze onderbouwing zal ook een advies bevatten over de wijze waarop rekening gehouden kan worden met combinatietoxiciteit van PFAS. Voor de vaststelling van interventiewaarden is dit advies van belang. Bij de beleidsmatige vaststelling van de INEV's is het vooruitlopend hierop mogelijk om rekening te houden met combinatietoxiciteit, bijvoorbeeld door van een 'Toxic Unit' benadering uit te gaan.

Datum

15 januari 2020

Ons kenmerk

6. Literatuur

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk

- Circulaire bodemsanering (2013). Staatscourant 2013 nr. 16675 27 juni 2013.
- Circulaire bodemsanering (2013) Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013. <https://wetten.overheid.nl/BWBR0033592/2013-07-01>, geraadpleegd op 21 oktober 2021.
- Commissie Bodembescherming (2002). Advies wetenschappelijke evaluatie interventiewaarden. 12 juni 2002.
- EFSA 2008. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food chain on Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. The EFSA Journal, 653: 1-131. Beschikbaar online: www.efsa.europa.eu. EFSA (2012) Perfluoroalkylated substances in food: occurrence and dietary exposure EFSA 10:2743 doi:doi:10.2903/j.efsa.2012.2743.
- Lijzen, J.P.A., A.J. Baars, P.F. Otte, M.G.J. Rikken, F.A. Swartjes, E.M.J. Verbruggen en A.P. van Wezel, 2001. Technical evaluation of the Intervention Values for Soil/sediment and Groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater. RIVM report 711701 023. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven.
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2019). Handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie. IENW/BSK-2019/131399. Den Haag.
- NOBO (2008) Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling, onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor bodemnormen in 2005, 2006 en 2007. Ministerie van VROM, publicatie 8395. https://www.bodemplus.nl/publish/pages/91751/rapportage_nobo_normstelling_en_bodemkwaliteitsbeoordeling_24_263999.pdf
- Rutgers, M, Brand, E, Janssen. PJCM, Marinković, M, Muller, JJA, Oomen, AG, Otte, PF, Swartjes, FA, Verbruggen, EMJ RIVM (2019) Risicogrenzen GenX (HFPO-DA) voor grond en grondwater. RIVM Briefrapport 2019-0027.
- Van den Berg, R. and J.M. Roels (1991). Assessment of risks to man and the environment in case of exposure to soil contamination. Integration of the results of the preceding studies. RIVM, Bilthoven. RIVM report 725201013.
- Verbruggen, EMJ, Marinković, M (2020) Risicogrenzen PFOS voor grond en grondwater. RIVM Briefrapport in voorbereiding.

- Wintersen, A.M., J.P.A. Lijzen, R. van Herwijnen (2016) Milieukwaliteitswaarden voor PFOS. Uitwerking van generieke en gebiedsspecifieke waarden voor het gebied rond Schiphol. RIVM rapport 2016-0001.
- Wintersen en Otte (2019) Overzicht van risicogrenzen voor PFOS, PFOA en GenX ten behoeve van een tijdelijk handelingskader voor het toepassen van grond en baggerspecie op of in de landbodem. 067/2019 DMG/BL/AW. Bilthoven.

Datum
15 januari 2020

Ons kenmerk