Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport

Verspreiding van GenX-stoffen in het milieu

Metingen in Nederland - 2013-2018

RIVM Rapport 2019-0083

Colofon

© RIVM 2019
Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2018-0083

M.J. de Kort (auteur), RIVM
C.J. de Jong (auteur), RIVM
J.E.E. Ng-A-Tham (auteur), RIVM
J.K. Verhoeven (auteur), RIVM
P.E. Boon (auteur), RIVM
A.J. Verschoor (auteur), RIVM
``` ``` ``` ``` ``` ``` ``` ``` ``` ``` ```

Contact:
M.J. de Kort
Centrum Veiligheid van Stoffen en Producten
Thijs.de.kort@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in het kader van RIVM Project L/124039, getiteld ‘Werkplan GenX’

Dit is een uitgave van:
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl
```

Publiekssamenvatting

Verspreiding van GenX stoffen in het milieu - Metingen in Nederland 2013-2018

De GenX-technologie wordt gebruikt om stoffen te maken, fluorpolymeren. Deze stoffen worden onder andere gebruikt om coatings voor antiaanbaklagen te maken. Bij het GenX-proces kunnen stoffen vrijkomen die moeilijk afbreken en makkelijk in water oplossen (FRD-903, FRD-902). Daardoor verspreiden deze stoffen zich snel in het milieu en zijn ze er niet meer makkelijk uit te verwijderen. Via het milieu kunnen de stoffen ook in de voedselketen terechtkomen. Er bestaan zorgen over de mogelijke effecten van GenX-stoffen op mens en milieu.

Om de verspreiding van GenX-stoffen zo veel mogelijk te beperken is het belangrijk om te weten waar deze stoffen in Nederland in het milieu zitten. Daarom heeft het RIVM de beschikbare metingen naar GenX-stoffen over de periode 2013-2018 verzameld. Uit de metingen blijkt dat de stoffen voorkomen op de plekken waar de GenX-technologie wordt gebruikt (in Dordrecht). Daarnaast zijn ze gevonden op plekken waar de halffabricaten en afval van het GenX-proces worden verwerkt (in de provincies Noord-Brabant en Zeeland). Een landsdekkend beeld ontbreekt. Mogelijk zijn er nog andere bronnen waardoor GenX-stoffen in het milieu terechtkomen.

De gevonden gehalten zijn soms hoger dan de (voorlopige) risicogrenzen voor deze stoffen. Dit geldt zowel voor metingen in oppervlaktewater en grond als in grondwater. Dit betekent niet dat er meteen risico’s zijn. Wel kan een overschrijding een reden zijn om er verder onderzoek naar te doen.

Metingen van GenX-stoffen beperken zich nu tot die delen van Nederland waar de GenX-stoffen naar verwachting voorkomen. Er lopen initiatieven om stoffen uit de PFAS-groep, waar de GenX-stoffen onder vallen, op verschillende plekken verspreid over Nederland te meten. Hiermee wordt mogelijk duidelijk waar deze stoffen nog meer voorkomen en uit welke (andere) bronnen ze komen. Dit kan helpen om eventuele risico’s beter te kunnen beheersen. De effectiefste manier om risico’s te beheersen van stoffen die slecht te verwijderen zijn uit het milieu, is de uitstoot bij de bron aan te pakken.

Kernwoorden: GenX, verspreiding, HFPO-DA, PFAS, Chemours, perfluorverbindingen

Synopsis

GenX substances in the environment in the Netherlands, Measurement data 2013-2018

The GenX technology is developed to produce substances called fluoropolymers. These substances are used, amongst other things, to make non-stick coatings. During the GenX process substances are released that virtually do not break down in the environment and are highly soluble in water (FRD-903, FRD-902). As a result, these substances spread quickly into the environment and are almost impossible to remove efficiently from the environment. The substances can also enter the food chain via the environment. There are concerns that GenX substances may have a negative effect on human health and the environment.

To limit the spread of GenX substances, it is important to know where these substances are found in the environment in the Netherlands. RIVM has collected the available measurement data for GenX substances over the period 2013-2018. The data show that the substances have entered the environment at the location where the GenX technology is used (in Dordrecht). They have also been found in places where the semi-finished products and waste from the GenX process are processed (in the provinces of Noord-Brabant and Zeeland). There may be other sources where GenX substances are released into the environment.

The levels found are on occasions higher than the (provisional) risk limits for these substances. This applies to both measurements in surface water, soil, and groundwater. This does not mean that there are immediate risks. However, when risk limits are exceeded, this may be a reason to further investigate this.

A nationwide picture of the presence of GenX substances in the environment in the Netherlands is lacking. Measurements of GenX substances are now limited to those parts of the Netherlands where the GenX substances are expected to occur. Initiatives are underway to measure substances from the PFAS group, which include the GenX substances, at various locations throughout the Netherlands. This may make it clear where these substances occur and from which (other) sources they may come. This information can help to better manage potential risks. The most effective way to control the risks of substances that are difficult to remove from the environment, is to take measures to control emissions at the source.

Keywords: GenX, dispersal, HFPO-DA, PFAS, Chemours, perfluorinated compounds.

Inhoudsopgave

Publiekssamenvatting **3**

Synopsis **5**

Samenvatting **8**

Inleiding **11**
1.1 Aanleiding en doel 11
1.2 Achtergrond en karakterisering GenX 11
1.3 Leeswijzer 12

2 Wat is GenX **13**
2.1 Naamgeving en eigenschappen 13
2.2 Toxicologische eigenschappen en risicogrenzen 14
2.2.1 Toelaatbare dagelijkse inname (TDI) 14
2.2.2 Lucht 15
2.2.3 Drinkwater 15
2.2.4 Oppervlaktewater: vis 15
2.2.5 Oppervlaktewater: zwemwater 16
2.2.6 Grond en grondwater 16
2.3 Samenvatting risicogrenzen 18

3 Data en dataverzameling **20**
3.1 Gegevensverzameling 20
3.2 Verwerking van gegevens 21
3.3 Vergelijking met risicogrenzen 21

4 Meetresultaten en vergelijking met risicogrenzen **23**
4.1 Beschikbaarheid van meetgegevens GenX-stoffen 23
4.2 Lucht 26
4.2.1 Dordrecht 26
4.2.2 Helmond 28
4.3 Influenten en afvalwater 29
4.4 Effluenten van zuiveringsinstallaties 33
4.5 Oppervlaktewater 36
4.6 Winningspunten voor drinkwater 42
4.7 Grond en grondwater 43
4.7.1 Grond 43
4.7.2 Grondwater (incl. oevergrondwater) 44
4.8 GenX in de voedselketen 45
4.8.1 Voedselgewassen uit moestuinen en irrigatiewater dat wordt gebruikt in moestuinen 45
4.8.2 Metingen in dierlijke voedselproducten 48
4.9 Overig 48
4.10 Situatie buiten Nederland 49
4.10.1 Metingen in andere Europese landen 49
4.10.2 Metingen buiten Europa 50

4.11	Samenvatting van de verspreiding	51
5	**Vergelijking van gehalten met risicogrenzen**	**52**
5.1	Algemeen	52
5.2	Lucht - Vergelijking met risicogrens	52
5.2.1	Dordrecht	52
5.2.2	Helmond	52
5.3	Afvalwater en effluent	52
5.4	Oppervlaktewater - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen	53
5.5	Drinkwater - Blootstelling en vergelijking met richtwaarden	54
5.6	Grond - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen	54
5.7	Grondwater - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen	57
5.8	Voedselketen	58
5.8.1	Moestuingewassen - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen	58
5.8.2	Dierlijke voedselproducten	59
5.9	Overig	59
5.10	Samenvattend	60
6	**Beleidsmatige ontwikkelingen en onderzoek**	**61**
6.1	Bronmaatregelen	61
6.2	Beheersing van de emissies in de afvalketen	63
6.3	Ontwikkelingen rond risicogrenswaarden en het gebruik hiervan	63
6.3.1	Risicogrenswaarden en handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie grond en bagger	63
6.3.2	EFSA	63
6.4	Inzet binnen het Europese stoffenbeleid: REACH	64
6.4.1	Stofevaluatie	64
6.4.2	SVHC	64
7	**Discussie**	**66**
7.1	Het gepresenteerde beeld	66
7.2	Kanttekeningen bij het verzamelen, meten en analyseren van gegevens	66
7.3	Herkomst van de emissies	67
7.4	Risicogrenzen en andere PFAS	67
8	**Conclusies en aanbevelingen**	**69**
8.1	Conclusies	69
8.2	Aanbevelingen	70
8.2.1	Meten van PFAS	70
8.2.2	Beheersen van PFAS-problematiek	71
Referenties		**73**
Bijlage 1 Eigenschappen GenX-stoffen		**78**
Bijlage 2 Aantal metingen in compartimenten per provincie en plaats		**83**
Bijlage 3 Samenvatting metingen aan GenX-stoffen in afvalstromen (ILT)		**92**
Bijlage 4 Toepassingsnormen in tijdelijk handelingskader		**97**
Bijlage 5 Definitie aantoonbaarheidsgrens, rapportagegrens en bepalingsgrens		**99**

Samenvatting

GenX is een technologie die wordt gebruikt voor de productie van fluorpolymeren. Deze worden onder andere gebruikt in coatings, waaronder polytetrafluoretheen (PTFE), beter bekend onder de merknaam Teflon®. Deze technologie is ontwikkeld ter vervanging van de stof PFOA, een stof die slecht afbreekbaar en bioaccumulerend is en giftig voor de voortplanting en verdacht kankerverwekkend is. Bij het gebruik van de GenX-technologie komen de stoffen FRD-903, FRD-902 en E1 vrij. Deze stoffen worden in dit rapport als GenX-stoffen aangeduid. Zij behoren evenals PFOA, tot de groep PFAS (poly- en perfluoralkylstoffen), die over het algemeen slecht afbreekbaar (persistent) en mobiel zijn. Zowel PFOA als GenX-stoffen behoren tot de categorie van Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS-stoffen).

Dit rapport onderzoekt de verspreiding van deze GenX-stoffen vanaf het moment dat de GenX-technologie door het bedrijf Chemours in gebruik is genomen tot het moment dat steeds meer beperkende maatregelen zijn genomen. Hiervoor zijn beschikbare meetgegevens van verschillende partijen verzameld, waaronder waterschappen, Rijkswaterstaat, omgevingsdiensten, gemeenten en inspecties. De meetgegevens beslaan de periode 2013 t/m 2018. In totaal zijn meer dan 1000 metingen verzameld. Ze bestrijken de (milieu)compartimenten lucht, en water (oppervlaktewater, afvalwater, water voor drinkwaterwinning en irrigatiewater), grond en grondwater, en daarnaast moestuingewassen en dierlijke producten.

Om een indicatie te krijgen van mogelijke risico's van de gevonden concentraties GenX-stoffen zijn deze, waar mogelijk vergeleken met (indicatieve) risicogrenswaarden.

Het merendeel van de metingen is uitgevoerd in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland. Dit zijn de provincies waar de GenX-technologie wordt gebruikt (Dordrecht), GenX houdende mengsels werden gedroogd (Helmond) of waar een groot deel van de afvalstromen verwerkt zijn (Zeeland).

De studie laat zien dat vanaf het moment dat GenX-stoffen door Chemours zijn gebruikt als opvolger van PFOA, tot 2019, deze ook in het milieu gevonden worden (zie tabel S1). In alle compartimenten waarvoor gegevens verzameld zijn, blijkt dat per compartiment in minimaal één monster GenX-stoffen zijn aangetoond. Daarbij geldt hoe dichter bij de bron waar GenX-stoffen gebruikt, bewerkt of verwerkt worden, des te hoger de gevonden concentraties zijn. Het verwerken van afvalstromen (vast afval, afvalwater, verontreinigde grond) vormt naast de productielocaties een belangrijke bron van verspreiding.

Het grootste aantal meetresultaten betreft onderzoek aan oppervlaktewater. De mediane waarde van al deze metingen overschrijdt de advieswaarde voor oppervlaktewaterkwaliteit niet, maar op specifieke locaties kunnen er wel één of meerdere individuele metingen zijn die deze wel overschrijden. Als risicogrenzen worden overschreden, betekent dit niet dat er ook direct een risico is. Dit kan wel aanleiding zijn voor nader onderzoek om de risicoschatting nauwkeuriger te maken. Een vergelijkbaar beeld laten de metingen in grond zien. De mediane waarden overschrijden de risicogrenzen niet maar ook hier worden in sommige gevallen hoge concentraties gevonden. Het gaat daarbij om specifieke locaties waarbij één of meerdere metingen de risicogrenzen overschrijden. Dit kan consequenties hebben voor beslissingen voor het al dan niet toestaan van grondverzet, bijvoorbeeld naar

locaties met de bodemfunctie groen met natuurwaarden/landbouw. De concentraties gemeten in moestuingewassen en dierlijke producten leveren geen gezondheidsrisico's op.

Tabel S1: Samenvattingen verzamelde meetgegevens over het voorkomen van GenX-stoffen in verschillende onderzochte compartimenten.

Compartiment	Jaar	Aantal metingen	Gehalte - mediaan	Maximaal gehalte
Oppervlaktewater (ng/L)	2013	10	<RG*	91
	2016	24	10,2	812
	2017	75	9,4	210
	2018	196	25,0	27.400
Grond (µg/kg ds)	2017	19	0,51	4,7
	2018	40	1,3	1.300
Grondwater** (ng/L)	2017	6	335	660
	2018	8	2.200	36.000
Water voor drinkwaterwinning*** (ng/L)	2016	30	2,5	54
	2017	18	3,5	73
	2018	23	2,3	14
Moestuingewassen (µg/kg)	2017	81	<RG*	8,0
	2018	21	0,63	4,7
Dierlijke producten (µg/kg)	2018	23	<0.1	4,7
Afvalwater en influenten afvalwaterzuiveringen (ng/L)	2017	122	347	4.100.000
	2018	190	515	6.700.000
Effluent afvalwaterzuiveringen (ng/L)	2017	51	4,9	2.800.000
	2018	47	15	3.000
Irrigatiewater (ng/L)	2017	32	54,5	496
	2018	4	<20	60
Compartiment	**Jaar**			**Jaarvracht (kg/jaar)**
Lucht**** (kg/jaar)	2012			207
	2013			319
	2014			417
	2015			315

**kleiner dan de rapportagegrens[1];*
***exclusief oevergrondwater (deze metingen zijn meegenomen in het water voor drinkwaterwinning);*
****hierin zijn de aangeleverde data waarvan monsternamecoördinaten beschikbaar waren opgenomen. Door drinkwaterbedrijven zijn meer metingen uitgevoerd;*
***** enkel jaarvrachten bekend*

GenX-stoffen zijn niet de enige PFAS-verbindingen die in het milieu aangetroffen worden. Wanneer elk van deze PFAS-stoffen aan een individuele grenswaarde wordt getoetst in plaats van dat naar het mengsel aan PFAS-stoffen wordt gekeken, kunnen risico's onderschat worden. We kunnen op dit moment dan ook niet uitsluiten dat blootstelling aan meerdere PFAS-stoffen risico's voor mens of milieu geven. Om eventuele risico's goed te

[1] De rapportagegrens is de laagste waarde van een meting die nog wordt gerapporteerd door een laboratorium. Onder deze waarde wordt aangegeven dat een meting lager is dan de rapportagegrens. De rapportagegrens is vaak de laagste waarde waarbij een concentratie kan worden bepaald met een bepaalde betouwbaarheid (zie bijlage 5).

kunnen inschatten, zou gekeken moeten worden naar de cumulatieve milieu- en gezondheidsrisico's van (een selectie van) PFAS-stoffen. Daarbij is verdere kennisontwikkeling nodig om goed onderbouwde risicogrenzen af te kunnen leiden en een beter beeld van de cumulatieve risico's te krijgen. Kennisontwikkeling en voortschrijdend inzicht kunnen er daarnaast voor zorgen dat de huidige, veelal indicatieve risicogrenzen in de toekomst zullen moeten worden aangepast.

Deze rapportage laat, op basis van de beschikbare meetresultaten, de verspreiding zien van GenX-stoffen over het zuidelijk deel van Nederland. Om na te gaan hoe de verspreiding naar andere delen van Nederland is, zal ook op andere plaatsen gemeten moeten worden. Voor toekomstige metingen raden wij aan om verschillende milieucompartimenten te onderzoeken op de aanwezigheid van een representatieve selectie van PFAS-stoffen. Daarbij is het raadzaam gebruik te maken van al lopende of voorgenomen monitoringsactiviteiten. Belangrijk is dat deze dan goed op elkaar afgestemd worden, bijvoorbeeld als het gaat om de set aan te meten PFAS en de gebruikte meet- en analysetechnieken en de wijze van rapportage van de resultaten.

Monitoring is zinvol om een beeld te krijgen van de verspreiding van PFAS in het milieu. Het kan ook inzicht geven in de belangrijkste bronnen van PFAS emissie naar het milieu en behulpzaam zijn bij het onderzoeken van mogelijke beheersmaatregelen en de effectiviteit hiervan. Eenmaal in het milieu is het moeilijk om PFAS-stoffen, zoals GenX-stoffen, te verwijderen en om de verspreiding in het milieu te beheersen. Een bronaanpak waarbij, zoals het ZZS beleid aangeeft, gestreefd wordt naar minimalisatie is daarom het meest effectief.

Inleiding

1.1 Aanleiding en doel

Er zijn vele nieuwe chemische stoffen die in onze maatschappij voor talloze doeleinden gebruikt worden. Soms zijn deze stoffen (potentieel) risicovol en worden ze in ons milieu aangetroffen. Dit is het geval bij GenX-stoffen. GenX verwijst naar een technologie die wordt gebruikt voor de productie van fluorpolymeren, waaronder polytetrafluoretheen (PTFE), beter bekend onder de merknaam teflon. Deze technologie is ontwikkeld ter vervanging van de stof PFOA, een mobiele, slecht afbreekbare (persistente) stof die bioaccumulerend is, giftig is voor de voortplanting en verdacht kankerverwekkend is.

Sinds 2016 zijn verschillende studies verschenen over GenX-stoffen. Hierbij gaat het onder andere om studies naar risicogrenswaarden om duiding te kunnen geven wanneer GenX-stoffen worden aangetroffen. Ook zijn er onderzoeken uitgevoerd naar het vóórkomen van GenX-stoffen. Op basis van deze kennis zijn sinds eind 2017, in lijn met het stoffenbeleid, emissiebeperkende maatregelen genomen.

Deze studie geeft een eerste beeld van de verspreiding van GenX-stoffen aan de hand van beschikbare metingen van media waarin GenX-stoffen zijn aangetroffen. We hebben hiervoor de meetgegevens uit 2013 tot en met 2018 gebruikt, de periode vanaf de start van gebruik van de GenX-technologie tot en met de periode dat steeds meer beperkende maatregelen zijn genomen. Dit onderzoek beoogt daarmee een beeld te geven van de eerste routes van verspreiding van een mobiele, persistente stof vanaf het moment dat deze in het milieu wordt aangetroffen. Om een indicatie te geven of nader onderzoek naar risico's zinvol is, vergelijken we de gegevens met beschikbare risicogrenzen. Ook na 2018 gaan de ontwikkelingen rond GenX-stoffen door. Beleid ontwikkelt zich verder en er worden op steeds meer plaatsen metingen gedaan naar GenX-stoffen en vergelijkbare persistente en mobiele stoffen. Deze rapportage is daarmee een momentopname.

1.2 Achtergrond en karakterisering GenX

In Nederland is één firma die de GenX-technologie gebruikt, Chemours in Dordrecht. GenX is een technologie waarbij drie stoffen een rol spelen: FRD-903, FRD-902 en E1, samen verder aangeduid als GenX of FRD stoffen[2]. Wanneer in dit rapport over GenX-stoffen wordt gesproken, gaat het om één of meer van deze drie stoffen. GenX-stoffen zijn hulpstoffen die sinds 2012 worden gebruikt voor de productie van fluorpolymeren, zoals teflon. Deze fluorpolymeren worden gebruikt omdat ze goed bestand zijn tegen een groot aantal chemicaliën, waaronder zuren, basen en oplosmiddelen, vanwege hun brandvertragende en waterafstotende werking en hun lage wrijvingsweerstand (Ebnesajjad, 2011). Om deze redenen worden ze bijvoorbeeld gebruikt voor antiaanbaklagen, behandeling van textiel en coating aan de binnenzijde van verpakkingsmaterialen voor voedingsmiddelen.

De GenX-technologie werd door Chemours gepresenteerd als een milieuvriendelijker alternatief voor de schadelijke hulpstof perfluoroctaanzuur (PFOA) die sinds de jaren '80 van de vorige eeuw werd gebruikt. Sinds 2017 is PFOA door het Europees Chemicaliënagentschap (ECHA) op de Europese kandidaatslijst van zeer zorgwekkende

[2] De genoemde stoffen FRD-903 en FRD-902 kunnen mogelijk ook in andere productieprocessen gebruikt worden dan waarbij de GenX-technologie ingezet wordt. Daarmee samenhangende producten kunnen deze stoffen dus ook bevatten.

stoffen voor autorisatie geplaatst en behoort hiermee tot de categorie zeer zorgwekkende stoffen (ZZS).

Met deze aanpassing van het teflon productieproces naar de GenX-technologie is bij de provincie Zuid-Holland in 2012 een vergunning voor de emissie van GenX-stoffen aangevraagd en gegeven. Over GenX-stoffen was bij aanvang van gebruik nog weinig bekend. Er was een REACH[3]-registratie van de GenX stof FRD-902 dat een reactieproduct is van de GenX stof FRD-903 met ammoniumhydroxide (zie hoofdstuk 2).

Om meer duidelijkheid te krijgen over de milieu- en gezondheidseffecten van deze stoffen is in 2017 vanuit de Europese REACH regelgeving een stofevaluatie naar FRD-903 gestart door Duitsland en Nederland. Geleidelijk aan komt er meer informatie beschikbaar over de eigenschappen van de GenX-stoffen[4]. Deze informatie heeft ertoe geleid dat Nederland de GenX-stoffen binnen het Europese REACH traject heeft voorgedragen voor opname op de lijst van zeer zorgwekkende stoffen. Dit voorstel is in juli 2019 aangenomen door het Europees Chemicaliënagentschap (ECHA); hiermee zijn deze stoffen op de Europese Kandidaatslijst voor zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie geplaatst[5]. Deze en andere beleidsmatige ontwikkelingen rondom deze stoffen worden in hoofdstuk 6 verder beschreven.

De emissies van en zorgen rond de risico's van GenX-stoffen voor mens en milieu zijn aanleiding geweest om aan de hand van beschikbare meetresultaten te onderzoeken hoe de verspreiding van een mobiele, persistente stof in Nederland verloopt vanaf de start van het gebruik.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 zijn doel en aanleiding van het onderzoek besproken. Hoofdstuk 2 gaat in op de chemische en toxicologische eigenschappen van GenX-stoffen en de beschikbare (voorlopige) risicogrenzen. Hoofdstuk 3 beschrijft hoe de meetdata zijn verzameld. De meetresultaten worden gepresenteerd in hoofdstuk 4. De vergelijking met de risicogrenzen wordt besproken in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 worden de beleidsmatige ontwikkelingen rondom GenX-stoffen kort toegelicht. Tot slot volgen in hoofdstukken 7 en 8 de discussie, conclusies en aanbevelingen.

[3] REACH is de Europese verordening 1907/2006 over de productie van en handel in chemische stoffen. REACH staat voor: Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen.
[4] Onder andere US-EPA geeft aan dat er indicaties zijn dat de GenX-stoffen FRD-902 en FRD-903 zeer persistente en bioaccumulerende stoffen zijn en verdacht carcinogeen en schadelijk voor de voortplanting (reprotoxisch). Zie US-EPA (2018) voor de samenvatting van deze gegevens.
[5] Zie: https://echa.europa.eu/nl/-/four-new-substances-added-to-the-candidate-list

2 Wat is GenX

2.1 Naamgeving en eigenschappen

GenX is een technologie waarbij drie stoffen een rol spelen:

1) de precursor FRD-903;
2) de eigenlijke processtof FRD-902;
3) het eindproduct E1.

De 3 stoffen lijken qua structuur erg op elkaar. In de structuurformules hieronder zijn de verschillen in structuur aangegeven binnen de cirkel. De specifieke stofeigenschappen en classificaties zijn opgenomen in bijlage 1.

FRD-903
Nederlandse naam: 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy) propaanzuur
IUPAC-naamgeving: 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid, perfluoro-2-methyl-3-oxahexanoic acid
Synoniemen: C3-dimer, HFPO-DA
CAS-nummer: 13252-13-6
EC-nummer: 236-236-8
Structuur: $C_6HF_{11}O_3$
REACH-registratie: nee

FRD-902
Nederlandse naam: ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)-propanoaat
IUPAC-naamgeving: ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)-propanoate
Synoniemen: C3-dimer salt
CAS-nummer: 62037-80-3
EC-nummer: 700-242-3
Structuur: $C_6H_4NF_{11}O_3$
REACH-registratie: ja, 10-100 ton per jaar

E1
Nederlandse naam: heptafluoropropyl 1,2,2,2-tetrafluoroethyl ether
IUPAC-naamgeving: idem
CAS-nummer: 3330-15-2
EC-nummer: 671-353-1
Structuur: $C_5HF_{11}O$
REACH-registratie: nee

In een waterig milieu zullen FRD-903 en FRD-902 afhankelijk van de zuurgraad van het water voorkomen als negatief geladen ion, of als neutraal molecuul, waarbij andere positief geladen ionen (waterstof, ammonium, natrium) worden aangetrokken door het anion. Dit anion wordt ook aangeduid als HFPO-DA (hexafluorpropyleenoxide dimeer zuur). Ionen laten zich in het algemeen slecht extraheren. Door tijdens de analyses de monsters aan te zuren wordt het chemische evenwicht geforceerd naar de neutrale vorm zodat alle HFPO-

DA na extractie met organische oplosmiddelen kan worden geanalyseerd. De monitoringresultaten noemen als stofnaam daarom vrijwel altijd HFPO-DA, dat dus de som is van FRD-903 en FRD-902.

Figuur 1 HFPO-DA anion wordt na aanzuring een neutraal molecuul.

GenX-stoffen behoren tot de poly- en perfluoralkylverbindingen (PFAS), een groep van door de mens geproduceerde stoffen, die vanwege hun samenstelling vaak slecht afbreekbaar is in het milieu en het menselijk lichaam (Zeilmaker et al., 2018). Ook GenX-stoffen zijn persistent. Daarnaast zorgt de hoge wateroplosbaarheid van FRD-902 en FRD-903 voor een hoge mobiliteit waardoor deze stoffen zich snel verspreiden door het milieu De combinatie van deze twee eigenschappen, persistentie en mobiliteit, maakt de beheersing van de verspreiding van GenX-stoffen moeilijk.

2.2 Toxicologische eigenschappen en risicogrenzen

De beschikbare humaan-toxicologische gegevens voor de GenX stof FRD-902 zijn in het RIVM-rapport van Beekman et al. (2016) samengevat. Deze gegevens komen uit de publicaties met toxiciteitsgegevens uit het REACH-registratiedossier voor FRD-902 van Chemours. Het gaat hier om studies aan ratten, muizen en apen naar onder andere de opname en eliminatie van FRD-902 in en uit het lichaam en naar gezondheidseffecten, zoals kankerverwekkendheid en effecten op organen, zoals de lever.

Voor GenX-stoffen bestaan nog geen vastgestelde normen. Wel zijn risicogrenzen en richtwaarden (drinkwater) afgeleid. Een risicogrens is een wetenschappelijk onderbouwde waarde waaronder geen risico wordt verwacht, terwijl de term ‘norm’ wordt gebruikt voor een beleidsmatig of wettelijk vastgestelde waarde, waarbij ook niet wetenschappelijke afwegingen een rol kunnen spelen. In dit rapport gebruiken we voor de eenduidigheid de term’ risicogrens’. Bij oppervlaktewater gebruiken we de in dit kader gebruikte term ‘advieswaarde’ en voor drinkwater sluiten we aan bij de term ‘richtwaarde’. Hieronder geven we de risicogrenzen voor de diverse compartimenten. En waar relevant beschrijven we de context rond de vraag uit de praktijk en geven aan waar inhoudelijk de onzekerheden liggen. Dit levert een beknopte impressie van de dynamiek rond de vragen uit de praktijk en de hierop volgende afleiding van risicogrenzen bij een nieuwe stof waarover relatief weinig bekend is.

2.2.1 Toelaatbare dagelijkse inname (TDI)

De toelaatbare dagelijkse inname is de hoeveelheid van een stof die men levenslang dagelijks kan binnenkrijgen zonder onacceptabele effecten op de gezondheid. Het vormt de basis voor de humane risicogrenzen van respectievelijk lucht, drinkwater, vis, zwemmen, grond en grondwater. Er is, op basis van gegevens zoals die in de vorige paragraaf zijn beschreven, een voorlopige toelaatbare dagelijkse inname (TDI) voor orale inname afgeleid van 21 ng FRD-903/kg lichaamsgewicht per dag (Beekman, 2016; Janssen, 2016). De TDI is voorlopig, omdat er, zoals hierboven is aangegeven, beperkte toxicologische informatie van de stoffen beschikbaar is, zo is er onder andere onvoldoende informatie over de bioaccumulatie van FRD-903 in het menselijk lichaam.

2.2.2 *Lucht*

Voor chronische blootstelling via de lucht aan de GenX-stoffen FRD-902 en FRD-903 is een voorlopige humaan-toxicologische risicogrens voor inhalatie afgeleid van 73 ng/m^3 (Beekman et al., 2016). Deze grenswaarde is gebaseerd op de extrapolatie van toxiciteitsgegevens over orale opname van deze stoffen in ratten in studies uitgevoerd in opdracht van Chemours. Daarbij zijn ook een aantal veiligheidsfactoren[6] (*assessment factors*) toegepast om te corrigeren voor verschillen tussen de mens en de proefdieren, de variatie tussen mensen en onzekerheden die bestaan over de toxicokinetiek van de stoffen.

2.2.3 *Drinkwater*

In Janssen (2016) een voorlopige richtwaarde voor drinkwater afgeleid van 150 ng/L. Deze richtwaarde is gebaseerd op de TDI van 21 ng FRD-903/kg lg/dag.

Deze voorlopige richtwaarde voor drinkwater veronderstelt dat een levenslange inname van 2 liter water per dag met een maximaal gehalte van 150 ng FRD-903 per liter geen nadelige effecten heeft op de gezondheid voor een mens met een lichaamsgewicht van 70 kg. Omdat drinkwater niet de enige bron van blootstelling is, wordt een allocatiefactor van 20% toegepast. Dit betekent dat drinkwater voor maximaal 20% mag bijdragen aan de TDI.

2.2.4 *Oppervlaktewater: vis*

Eén van de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW) is dat de voedselketen wordt beschermd zodat mensen dagelijks wildgevangen vis en schelpdieren kunnen eten zonder schadelijke gezondheidseffecten te ondervinden. De GenX-stoffen zijn relatief weinig giftig voor planten en dieren die in het water leven, maar kunnen via vis en schelpdieren in onze voedselketen terechtkomen en zo aan mensen doorgegeven worden.
Op basis van de TDI van 21 ng/kg lg/dag is door Smit (2017) een indicatieve risicogrens in biota[7] berekend van 1,3 µg/kg vis (versgewicht). Hierbij wordt uitgegaan van een dagelijkse consumptie van 115 gram vis per persoon (70 kg lichaamsgewicht). Omdat visconsumptie niet de enige bronnen van blootstelling is, is aanvankelijk, volgens het toenmalige Europese richtsnoer, uitgegaan van een allocatiefactor van 10%. Inmiddels is deze allocatiefactor onder de Kaderrichtlijn water (KRW) bijgesteld naar 20% (EC, 2018). Dit betekent dat visconsumptie voor maximaal 20% mag bijdragen aan de TDI. Dit geeft een risicogrens in vis van 2,6 µg/kg vis (RIVM, 2018-1).

Om de waarde in vis te kunnen vertalen naar een veilige concentratie in water, zijn gegevens nodig over hoeveel FRD-902 en FRD-903 door vissen vanuit water wordt opgenomen. Deze informatie was toen niet beschikbaar[8]. In mei 2017 concludeerde het RIVM dan ook dat het niet mogelijk is om een indicatieve waterkwaliteitsnorm af te leiden voor de GenX-stoffen (FRD-902, FRD-903) (Smit, 2017).

Ondertussen zorgde het ontbreken van een kwaliteitsnorm voor oppervlaktewater in de praktijk voor problemen. Bevoegde gezagen hadden een waarde nodig om te beslissen of er actie nodig is als GenX in hun watersysteem wordt aangetroffen. Ook was er grote behoefte aan een handvat voor de beoordeling van de gevolgen van het lozen van afvalwater. Het RIVM werd daarom gevraagd om toch met een advieswaarde voor oppervlaktewater te komen. Voor het afleiden van de risicogrens heeft RIVM daarom de

[6] Bij het afleiden van risicogrenzen wordt gebruik gemaakt van veiligheidsfactoren. Afhankelijk van de beschikbare (toxicologische) gegevens over een stof zijn er vaak wetenschappelijke onzekerheden, bijvoorbeeld over de extrapolatie van de één soort naar een andere soort of de mens, of van een kortdurende test naar een levenslange blootstelling. Hoe groter de onzekerheid, des te hoger de veiligheidsfactor is die toegepast wordt om voor deze onzekerheid te corrigeren.
[7] i-JG-MKN$_{humaan,\ voedsel}$; deze indicatieve milieukwaliteitsnorm gaat over biota bestemd voor humane consumptie.
[8] De informatie die nodig is, is door de Provincie Zuid-Holland in het kader van het vergunningtraject aan Chemours gevraagd. Het bedrijf heeft eerste helft 2019 de gevraagde bioaccumulatiestudie aangeleverd. De gegevens worden momenteel door het RIVM beoordeeld.

bioaccumulatiegegevens voor PFOA gebruikt. Met deze gegevens is een bandbreedte voorgesteld van 48 tot 118 nanogram per liter (Smit, 2018)[9]. De minister van IenW heeft de bevoegde gezagen geadviseerd om voor de beoordeling van de oppervlaktewaterkwaliteit de bovengrens van 118 ng/L te gebruiken.

2.2.5 *Oppervlaktewater: zwemwater*

Naast de blootstelling aan GenX-stoffen via de consumptie van vis en schelpdieren, kan het publiek ook via recreatie blootgesteld worden aan verontreinigingen in het oppervlaktewater. Om deze reden heeft het RIVM in opdracht van waterschap Rivierenland een risicogrens voor GenX-stoffen in zwemwater afgeleid. Deze is 403 ng/L. Muller en Smit (2019) hebben deze risicogrens afgeleid door de opname via het inslikken van water tijdens het zwemmen in beschouwing te nemen. De hoge oplosbaarheid en de beperkte verdamping uit het water van de GenX-stoffen maakt dat opname via de huid en opname door inademing van damp met GenX-stoffen, verwaarloosbaar is. De afleiding van de risicogrens is gebaseerd op de toelaatbare dagelijkse inname van 21 ng/kg lg/dag (Janssen, 2016). De risicogrens is afgeleid voor een kind en is ook beschermend voor volwassenen. Bij de blootstelling is uitgegaan van een kind met een lichaamsgewicht van 16,3 kg die 4,5 uur in ondiep water speelt en daarbij 170 ml water inslikt. Omdat zwemwater niet de enige bron van blootstelling is, wordt een allocatiefactor van 20% toegepast. Dit betekent dat zwemwater voor maximaal 20% mag bijdragen aan de TDI.

2.2.6 *Grond en grondwater*

Voor grond en grondwater is bij de afleiding van voorlopige humane risicogrenzen, ook rekening gehouden met de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) van 21 ng/kg lg/dag. Voor de ecologie is het de doorvergiftigingsroute die de meest strikte risicogrens bepaalt (Rutgers et al., 2019). In onderstaande tabel zijn de voorlopige risicogrenzen opgenomen. Er zijn op dit moment geen officiële achtergrondwaarden beschikbaar voor GenX-stoffen.

Tabel 1 Voorlopige risicogrenzen voor de GenX-stoffen FRD-902 en FRD-903 als HFPO-DA voor grond en grondwater (uit: Rutgers et al., 2019). De meest strikte risicogrens in de vergelijking tussen de humane en ecotoxicologische risicogrens wordt genomen als basis voor de risicogrens voor grond.

Bodemfunctie	**Grond humaan** (µg/kg ds)	**Grond ecotoxicologie** (µg/kg ds)	**Risicogrens grond** (µg/kg ds)	**Risicogrens grondwater** (µg/L)
Wonen met tuin	97	ND*	100	102
Plaatsen waar kinderen spelen	22.600	ND*	23.000	n.v.t.
Moestuin en volkstuin	8	ND*	8	n.v.t.
Groen met natuurwaarden	25.000	54	54	55
Ander groen, bebouwing, infrastructuur, en industrie	25.000	964	960	710
Landbouw	97	54	54	55
Natuur	25.000	3**	3	n.v.t.

**door gebrek aan gegevens (no data; ND) over directe ecotoxiciteit is dit niet afgeleid, maar waarschijnlijk niet bepalend voor de laagste waarde.*
***dit is de HC5 waarde; AW (Achtergrondwaarde) is nog niet bekend, maar kan gebaseerd worden op de bepalingsgrens: gelijk aan 3x de aantoonbaarheidsgrens op basis van de meetgegeven in Van Poll (2018) 0,1 µg/kg ds. In Wintersen en Otte (2019) wordt landbouw ook in de bodemfunctieklasse van natuur ondergebracht.*

[9] De waarde van 48 ng/L is gelijk aan de norm voor PFOA in oppervlaktewater.

Vervolg Tabel 1

Functie grondwater	**Risicogrens grondwater humaan** (µg/L)
Direct gebruik grondwater als drinkwater (µg/L)	0,66***
Drinkwater MTR-GW,DW (WHO methodiek) (µg/L)	0,15****

**** risicogrens gebaseerd op levenslange consumptie van 2 L/dag ongezuiverd grondwater als drinkwater, zonder andere blootstelling.*
***** risicogrens gebaseerd op de WHO systematiek voor afleiding van drinkwaternormen (Janssen, 2016; Smit, 2017; 20% van de totale blootstelling via drinkwater)*

Rutgers et al. (2019) geven aan dat de voorlopige risicogrenzen kunnen worden gebruikt voor een toetsing op het niveau van een ernstige verontreiniging conform de Circulaire bodemsanering 2013. Daarbij gaat het om risico's voor de gezondheid en het ecosysteem in relatie tot bodemkwaliteit of grondwaterkwaliteit.

Daarnaast zijn er vragen rondom grondverzet en de toepassing van baggerspecie die met GenX-stoffen zijn verontreinigd. Partijen die moeten beoordelen of grondverzet van met GenX-stoffen verontreinigde grond of bagger acceptabel is, hebben behoefte aan richtlijnen over het omgaan met deze grond en bagger. Daarom heeft het Ministerie van IenW recent een tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende (PFOS, PFOA en GenX houdende) grond en baggerspecie gepubliceerd (IenW, 2019). Hierin wordt aangegeven tot welke GenX gehalten, grond zonder beperking kan worden toegepast op land en in oppervlaktewater. Het tijdelijk handelingskader stelt voor de GenX-stoffen een hergebruiksnorm voor van 3 µg/kg droge stof (ds) voor toepassing op land boven grondwaterniveau (met uitsluiting van bodem met de functie landbouw en natuur). Deze norm is gebaseerd op de strengste ecologische risicogrens waarbij het gaat om het voorkomen van schadelijke doorvergiftiging via bodemorganismen naar vogels en zoogdieren (Tabel 1). Voor toepassing op land onder grondwaterniveau, met de bodemfunctie landbouw en natuur, in grondwaterbeschermingsgebieden en voor toepassing in oppervlaktewater is de toepassingsnorm gelijk aan de bepalingsgrens van 0,1 µg/kg ds (zie bijlage 4). Voor dit handelingskader is begin 2019 een eerste aanzet gemaakt met een overzicht van risicogrenzen van GenX in baggerspecie en landbodem (Wintersen en Otte, 2019). Momenteel wordt nog verder gewerkt aan de grenswaarden specifiek gericht op landbouwgrond.

2.3 Samenvatting risicogrenzen

De risicogrenzen zoals deze momenteel zijn afgeleid, zijn in onderstaande tabel samengevat. Hierbij is ook aangegeven wat het beschermingsniveau is. De toepassingsnormen uit het tijdelijk handelingskader voor de toepassing van PFAS-houdende grond zijn apart in bijlage 4 opgenomen.

Tabel 2: Samenvatting van (voorlopige) risicogrenzen voor GenX in de verschillende compartimenten voor mens en milieu die door het RIVM zijn afgeleid

Compartiment	Route	Naam / type risicogrens	Waarde	Beschermingsniveau
Humaan				
Voedsel en drinkwater	Consumptie	Voorlopige toelaatbare dagelijkse inname (TDI) (Janssen, 2016)	21 ng/kg lichaamsgewicht per dag	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse orale inname
Lucht	Inhalatie	Risicogrens in lucht (Beekman et al., 2016)	73 ng/m^3	geen gezondheidseffecten bij levenslange inhalatie
Oppervlaktewater zoet	Consumptie van vis	JG-MKN$_{water, humaan}$* (RIVM, 2018-1)	118 ng/L	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse consumptie van vis, rekening houdend met andere bronnen
Oppervlaktewater zoet	Inslikken van water bij zwemmen	Risicogrens voor zwemwater (Muller en Smit, 2019)	403 ng/L	geen gezondheidseffecten bij levenslang dagelijks zwemmen, rekening houdend met andere bronnen
Drinkwater	Drinken van water	Voorlopige drinkwaterrichtwaarde (Janssen, 2016)	150 ng/L	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse consumptie van water, rekening houdend met andere bronnen
Vis	Eten van vis	Risicogrens in vis (Muller en Smit, 2019)	2,6 µg/kg natgewicht vis	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse consumptie van vis, rekening houdend met andere bronnen
Grond	Grondingestie, gewasconsumptie	Risicogrens wonen met tuin (Rutgers et al., 2019)	97 µg/kg ds	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse blootstelling
Grond	Grondingestie, gewasconsumptie	Risicogrens moestuin en volkstuin (Rutgers et al., 2019)	8 µg/kg ds	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse blootstelling
Grond	Grondingestie, inhalatie binnenlucht	Risicogrens plaatsen waar kinderen spelen (Rutgers et al., 2019)	23.000 µg/kg ds	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse blootstelling

Comparti-ment	Route	Naam / type risicogrens	Waarde	Beschermingsniveau
Grondwater	Drinken van water	Direct gebruik grondwater als drinkwater (Rutgers et al., 2019)	660 ng/L	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse blootstelling
Grondwater	Drinken van water	$MTR_{grondwater,\ drinkwater}$** (Rutgers et al., 2019)	150 ng/L	geen gezondheidseffecten bij levenslange dagelijkse consumptie van water, rekening houdend met andere bronnen
Ecosysteem				
Grond	Door-vergiftiging (HC50***)	Risicogrens ander groen, bebouwing, infrastructuur, en industrie (Rutgers et al., 2019)	960 µg/kg ds	ernstige effecten op vogels en zoogdieren bij chronische blootstelling via bodemorganismen
Grond	Door-vergiftiging (midden-niveau)	Risicogrens landbouw#/ groen met natuurwaarde (Rutgers et al., 2019)	54 µg/kg ds	Geometrisch gemiddelde HC5 en HC50
Grond	Door-vergiftiging (HC5****,#)	Risicogrens natuur (Rutgers et al., 2019)	3 µg/kg ds	geen effecten op vogels en zoogdieren bij chronische blootstelling via bodemorganismen

**JG-$MKN_{water,\ humaan}$: voorlopige jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm voor gehalte in oppervlaktewater, gebaseerd op dagelijkse visconsumptie door de mens;*
***$MTR_{grondwater,\ drinkwater}$: Maximaal toelaatbaar risiconiveau voor het gebruik van grondwater als drinkwater;*
****HC50: gehalte waarbij 50% van de soorten/processen potentieel aangetast worden (gebruikt voor ongevoelige bodemfuncties);*
*****HC5: gehalte waarbij 5% van de soorten/processen potentieel aangetast worden (gebruikt voor gevoelige bodemfuncties).*
#Vanwege de omzetting van landbouwareaal naar natuur, wordt landbouw ook wel in de bodemfunctieklasse met natuur ondergebracht (Wintersen en Otte, 2019).

3 Data en dataverzameling

Metingen van stoffen worden over het algemeen alleen gedaan als ze zijn opgenomen in monitoringsprogramma's of als er een specifieke aanleiding is om een stof te meten. Dit was het geval toen na een bericht van Follow the Money in 2015 (FTM, 2015), het gebruik van GenX-stoffen door Chemours ter discussie werd gesteld.

Om een indruk te krijgen van de verspreiding is eerst gekeken wat via de lucht verspreid wordt. Hiervoor is niet gemeten, maar zijn op basis van de vergunde emissies uit 2014 berekeningen gedaan voor de uitstoot naar de lucht (Beekman et al., 2016). In vervolg hierop is door de drinkwaterbedrijven gekeken of GenX-stoffen ook in het water worden aangetroffen. Dit heeft vervolgens geleid tot nader onderzoek in het oppervlaktewater door Rijkswaterstaat (RWS), waterschappen en provincies. Toen ook op andere plaatsen dan in de nabije omtrek van Chemours GenX-stoffen werden aangetroffen is daar verder onderzoek naar gedaan en vonden metingen plaats. Zo zijn steeds meer gegevens beschikbaar gekomen, eerst over het voorkomen van GenX-stoffen in de milieucompartimenten waar dit als eerste wordt aangetroffen, zoals lucht en (afval)water en daarna in grond, bodem en voeding (groente en fruit).

In dit onderzoek gebruiken we de meetgegevens uit de onderzoeken die de bevoegde gezagen samen hebben (laten) verzamelen. Het gaat hierbij om partijen als RWS, waterschappen, omgevingsdiensten, provincies en gemeenten en het rijk.

Op plekken waar GenX-stoffen worden aangetroffen, monitort het bevoegd gezag op deze en vaak nog andere PFAS-stoffen, zodat men een beeld in de tijd krijgt en de effecten van de (brongerichte) aanpak kan volgen.

3.1 Gegevensverzameling

Bij de verschillende instanties die zich met GenX-onderzoek bezighouden zijn de gegevens opgevraagd (zie 4.2). Daarnaast is binnen het RIVM en bij het Expertisecentrum PFAS – een samenwerkingsverband tussen drie adviesbureaus - ook navraag gedaan naar de beschikbaarheid van gegevens vanuit andere openbare bronnen.

Waar mogelijk, zijn de meetgegevens in een gestandaardiseerd formaat aangeleverd door de betrokken partijen. Daarbij hebben zij aangegeven of de gegevens openbaar gemaakt mochten worden. Alleen als een minimaal aantal velden was ingevuld zijn de data opgenomen in de database (zie overzicht hieronder).

Overzicht 1: verzamelde data per meting

Verplichte informatie velden die moesten worden ingevuld:
- Medium of matrix waarin is gemeten.
- Naam van monsternamepunt.
- Gemeente waar gemeten is.
- Monsternamedatum.
- Concentratie (en eventuele aantoonbaarheidsgrens; zie bijlage 5).
- Eenheid.
- Vertrouwelijkheid van gegevens.
- Gegevenseigenaar en contactpersoon.

Daarnaast werd gevraagd om de volgende gewenste velden in te vullen:
- Rijksdriehoekscoördinaten.
- Provincie waarin gemeten is.
- Waterschap waartoe meetlocatie behoort.
- Naam van het betreffende oppervlaktewater (of naam van ontvangend oppervlaktewater).
- Diepte waarop monster genomen is (voor grondmonsters).
- Laboratorium dat de analyse heeft uitgevoerd.
- Soort monsterneming (bijv. steekmonster of 24-uursdebietmonster).

Een aantal partijen kon data nog niet beschikbaar maken, omdat zij deze zelf nog moesten verwerken en/of hierover nog moeten communiceren. Deze data is dan ook niet gebruikt in dit rapport. Andere partijen hebben niet alle (verplichte) velden ingevoerd. Deze gegevens zijn alleen verwerkt als minimaal de monsternamelocatie, de concentratie, de monsternamedatum en het compartiment waar bemonsterd was, zijn ingevuld.

3.2 Verwerking van gegevens

De gegevens zijn in een databestand verwerkt. Eenheden zijn aangepast naar een standaardeenheid: nanogram per liter (ng/L) voor waterige matrices en microgram per kilogram droge stof (µg/kg ds) voor grond en gewassen.

Per matrix wordt de mediaan en het minimale en maximale gemeten gehalte per jaar gegeven. Het rekenkundig gemiddelde is niet opgenomen in de tabellen in dit rapport, omdat dit sterk wordt beïnvloed door uitschieters en daarmee een vertekend beeld kan geven van het potentiële effecten van GenX-stoffen in een compartiment. In de kaarten is wel het rekenkundig gemiddelde weergegeven per locatie, omdat binnen locaties de spreiding in gehalten kleiner is dan tussen locaties en er in de kaarten gebruik is gemaakt van bereiken die per keer een orde van grootte oplopen (0-1, >1-10, >10-100, >100-1000, >1000 ng/L).

3.3 Vergelijking met risicogrenzen

Dit rapport beoogt een beeld te geven van de aanwezigheid en de verspreiding van GenX-stoffen in Nederland. Om daarnaast een indicatie te geven van de ernst van het aantreffen van deze nieuwe stof, worden daar waar risicogrenzen beschikbaar zijn, de concentraties vergeleken met deze grenzen. Hiermee zijn nog geen specifieke risico's op lokaal niveau in beeld gebracht. Daarvoor is meer onderzoek nodig naar de lokale (blootstellings)situatie.

De risicogrenzen zoals vermeld in hoofdstuk 2 geven een indicatie van de concentraties die acceptabel worden geacht voor mens en/of milieu. Om enige duiding te geven aan de aangetroffen gehalten (mediaan en de maximaal gemeten gehalten) in de verschillende

(milieu)compartimenten, zijn deze vergeleken met de (voorlopige) risicogrenzen. Het resultaat geeft aan met welke factor de risicogrens wordt overschreden: de overschrijdingsfactor. Bij een overschrijdingsfactor kleiner dan 1, zijn de gemeten concentraties lager dan de desbetreffende risicogrens. Dit betekent dat er geen risico's op nadelige effecten verwacht worden. Is het getal gelijk aan of groter dan 1, dan zijn de gemeten concentraties hoger dan de risicogrens. Dit betekent nog niet dat er dan ook een direct risico is voor de volksgezondheid of het milieu. Bij het afleiden van risicogrenzen zijn veiligheidsmarges ingebouwd om onzekerheden af te dekken en wordt er gewerkt met aannames over blootstelling die uitgaan van een 'worst case'. Overschrijding van een risicogrens geeft een signaal om verder onderzoek te doen om de risicoschatting nauwkeuriger te maken. Hoe hoger de overschrijdingsfactor, des te dringender het is om nader onderzoek te doen naar de daadwerkelijke risico's voor mens of milieu.

4 Meetresultaten en vergelijking met risicogrenzen

4.1 Beschikbaarheid van meetgegevens GenX-stoffen

Vanaf 2012 is Chemours begonnen met het gebruik van de GenX-technologie op hun productielocatie in Dordrecht. Tijdens de productie van teflon verspreiden FRD-903 en E1 zich via de lucht. De stoffen FRD-902 en FRD-903[10] komen ook in het afvalwater terecht, dat na een zuiveringsstap, door Chemours wordt geloosd op de Merwede.

GenX-stoffen zijn relatief nieuw en werden niet standaard meegenomen in meetprogramma's voor milieucompartimenten. Vanaf 2013 zijn er gegevens beschikbaar over de aanwezigheid van GenX-stoffen in het milieu. De gegevens over metingen aan GenX-stoffen zijn beschikbaar van verschillende instanties in Nederland, afhankelijk van het compartiment waarin gemeten is. De onderzoeken en meetprogramma's waarvan wij informatie hebben ontvangen spitsen zich toe op de regio's waar GenX-stoffen geproduceerd en toegepast worden (Dordrecht, Zuid-Holland), de stof verwerkt en opgewerkt werd (Helmond, Zuidoost Brabant) en waar afval van verdachte locaties verwerkt wordt of werd (met name Zeeland en West Brabant). Waterschappen doen in principe alleen onderzoek naar GenX-stoffen in hun beheergebied als hier aanleiding voor is. Zoals gezegd, richt dit onderzoek zich op de eerste fase van het begin van het gebruik tot en met het treffen van eerste maatregelen. Het richt zich daarom op de gegevens 2013 t/m 2018.

- Lucht:

Gegevens over luchtconcentraties of daadwerkelijke emissievrachten per jaar zijn beperkt beschikbaar voor Dordrecht en omgeving en Helmond. DCMR Milieudienst Rijnmond is momenteel bezig met het verwerken van resultaten van luchtmetingen rondom de productielocatie van Chemours in Dordrecht. Deze gegevens zullen in de loop van 2019 beschikbaar komen. Om toch een beeld te geven, worden de gemodelleerde gegevens beschreven in deze rapportage.

- Oppervlaktewater:

Gegevens over metingen in het oppervlaktewater zijn met name aangeleverd door Rijkswaterstaat (Rijkswateren) en door waterschappen (overige wateren).

- Afvalwater:

Waterschappen beschikken over de meeste gegevens over metingen in afvalwater (influent, riolen). Ook de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) heeft metingen in afvalwater uitgevoerd in het kader van hun onderzoek (ILT, 2018). Het betreft met name specifieke afvalstromen op het terrein van Chemours in Dordrecht en (transport van) deze afvalstromen naar verwerkers.

- Grond:

Gegevens over gehalten in grond zijn beschikbaar gesteld door gemeenten, provincies, omgevingsdiensten en Expertisecentrum PFAS.

[10] FRD-902 en FRD-903 zijn goed oplosbaar in water, E1 niet en komt daarom niet in het afvalwater.

- Grondwater:

Gegevens over concentraties in grondwater zijn met name beschikbaar gesteld door gemeenten, provincies en de omgevingsdiensten. Bij de drinkwaterbedrijven is ook een deel van deze gegevens beschikbaar gesteld (in het kader van oevergrondwateronttrekkingen).

- Afvalstromen:

De Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) heeft onderzoek uitgevoerd naar de samenstelling van afvalstromen waar GenX-stoffen in zouden kunnen zitten.

- Voedsel(keten):

In de gemeenten Dordrecht en Helmond is onderzoek uitgevoerd naar de gehalten GenX-stoffen in groente en fruit uit moestuinen. De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) heeft onderzoek gedaan naar gehalten GenX-stoffen in vis, zuivelproducten en eieren, en in kuilgras en slootwater. Gegevens over irrigatiewater zijn beschikbaar gesteld door de drinkwaterbedrijven. Deze gegevens zijn globaal beschreven in paragraaf 4.8.2.

Tabel 3 geeft een overzicht van de meetgegevens. De gegevens zijn per jaar en compartiment samengevat. De meeste gegevens zijn beschikbaar voor de jaren 2017 en 2018. Het overzicht laat zien dat eerst metingen gedaan zijn in het compartiment water ten behoeve van de monitoring van de kwaliteit van ruw drinkwater.

*Tabel 3: Aantallen meetgegevens van GenX-stoffen in de verschillende compartimenten over de jaren 2013-2018**.*

Compartiment	2013	2016	2017	2018	Totaal per matrix
Oppervlaktewater					
Oppervlaktewater	10	24	75	196	305
Afvalwater					
Afvalwater	-	-	59	114	173
RWZI influent	-	-	24	28	52
Riool	-	-	28	48	76
AWZI effluent	-	-	11	-	11
Effluent					
RWZI effluent	-	-	51	47	98
Drinkwaterwinning*					
Ruwwater	-	2	1	8	11
Reinwater	-	11	7	15	33
Oevergrondwater	-	17	10	-	27
Grond en grondwater					
Grond	-	-	19	40	59
Grondwater (excl. oevergrondwater)	-	-	6	8	14
Moestuingewassen					
Bladgewas	-	-	22	2	24
Bolgewas	-	-	-	2	2

Compartiment	2013	2016	2017	2018	Totaal per matrix
Fruit	-	-	8	-	8
Koolgewas	-	-	-	2	2
Knolgewas	-	-	28	4	32
Kruidgewas	-	-	-	2	2
Peulgewas	-	-	-	2	2
Stengelgewas	-	-	-	1	1
Vruchtgewas	-	-	23	6	29
Dierlijke producten					
Melk	-	-	-	17	17
Kaas	-	-	-	1	1
Yoghurt	-	-	-	1	1
Ei	-	-	-	2	2
Vis	-	-	-	2	2
Irrigatiewater					
Irrigatiewater	-	-	32	4	36
Overig					
Leidingwater door meetkast	-	-	1	-	1
RWZI slib	-	-	-	1	1
Waterbodem	-	-	-	1	1
Slootwater	-	-	-	5	5
Kuilgras	-	-	-	10	10
Totaal per jaar	*10*	*54*	*382*	*569*	*1038*

In de volgende paragrafen wordt ingegaan op de verschillende compartimenten waarin onderzoek is gedaan naar GenX-stoffen. Dit wordt gedaan in de volgorde waarin GenX-stoffen vanaf de bron – de productiefaciliteit – in de omgeving terechtkomen, van uitstoot naar de lucht en via afvalwater (en eventuele andere afvalstromen), naar oppervlaktewater, bodem en grondwater (inclusief drinkwaterbronnen) tot opname in gewassen.

Zoals eerder gezegd, valt een nieuwe onbekende stof buiten de reguliere meet-programma's. De metingen komen daarom met name uit die provincies waar reden tot zorg bestond en een relatie bestaat met het teflon productiebedrijf: Noord-Brabant, Zuid-Holland en Zeeland (inclusief de grote rivieren). Van de locaties ten noorden van de grote rivieren zijn weinig tot geen gegevens beschikbaar; hier was er op een enkele uitzondering na[11], geen duidelijke aanleiding om GenX-stoffen te meten. In onderstaande tabel zijn de metingen in de verschillende provincies per compartiment weergegeven, gegroepeerd over

[11] Het gaat hierbij metingen bij een afvalverwerker in Overijssel waarvan het afvalwater met verhoogde concentraties naar Brabant werd afgevoerd. Dit afvalwater is getraceerd nadat in Brabant verhoogde concentraties in het oppervlaktewater waren aangetroffen.

de jaren. De provincies waaruit geen meetgegevens zijn ontvangen zijn niet vermeld in de tabel.

Tabel 4: Aantallen meetgegevens van GenX-stoffen per provincie en compartiment (jaren 2013-2018 gegroepeerd)

Compartiment	**Drenthe**	**Gelderland**	**Limburg**	**Noord-Brabant**	**Overijssel**	**Utrecht**	**Zeeland**	**Zuid-Holland**
Afvalwater	-	-	-	166	11	-	64	71
Oppervlaktewater	2	24	25	154	1	5	39	55
Effluent waterzuivering	-	2	4	67	4	2	5	14
Drinkwaterwinning	-	-	-	8	-	-	-	63
Grond	-	-	-	40	-	1	-	18
Grondwater	-	-	-	8	-		-	6
Moestuingewassen	-	-	-	21	-	7	-	74
Dierlijke producten	-	-	-	5	-	-	-	18
Irrigatiewater				4		2		30
Waterbodem	-	-	-	1	-	-	-	-
Overig	-	-	-	6	-	-	1	10

4.2 Lucht

Emissies naar de lucht van GenX-stoffen worden in principe alleen verwacht op de plekken waar het GenX-proces wordt toegepast en op plekken waar de processtoffen worden bewerkt, teruggewonnen en/of verwerkt. De hoogste blootstelling aan GenX-stoffen in de lucht wordt dan ook verwacht in de nabijheid van Chemours en in de nabijheid van Custom Powders in Helmond, waar GenX houdende producten werden gedroogd. Dit zijn de twee locaties in Nederland waar gegevens van luchtconcentraties van GenX-stoffen beschikbaar zijn. Het gaat hierbij om modelberekeningen gebaseerd op de in de vergunning vastgelegde emissiegrenswaarden en daadwerkelijke jaarvrachten GenX-stoffen (zie hoofdstuk 3).

4.2.1 Dordrecht

Voor lucht is het risico voor omwonenden geschat in een modelmatige benadering van de blootstelling in de nabijheid van de productiefaciliteit van Chemours in Dordrecht. Hierbij zijn de modelberekeningen gebaseerd op de in 2014 vergunde emissies via de lucht. Dit levert een jaargemiddelde luchtconcentratie van FRD-903 en FRD-902 gecombineerd op van 20 ng/m^3 op de dichtstbijzijnde locatie waar mensen wonen (zie Figuur 2). Gebaseerd op de gemeten luchtemissies is de blootstelling op de dichtstbijzijnde bewoonde locatie 15 ng/m^3.

De gemeten luchtemissies zijn vertaald naar jaarvrachten. Bij de productieprocessen van PTFE (polytetrafluorethyleen) en FEP (gefluoreerde ethyleenpropyleen) is van 2012 tot en met 2015 de uitstoot van 640 kg FRD-903 per jaar vergund. In de praktijk bleek dit lager: 207 kg in 2012, 319 kg in 2013, 417 kg in 2014 en 315 kg in 2015 (Beekman et al., 2016).

Figuur 2 De gemodelleerde gehalten van de gecombineerde luchtconcentratie van de GenX stof FRD-903 in en rondom de productielocatie van Chemours in Dordrecht, gebaseerd op de vastgelegde emissie voor 2014 (totale vracht van 417 kg in dat jaar). Bron: Beekman et al., 2016

De emissie-eisen zijn sinds 2014 – het jaar waarop de emissieberekeningen gebaseerd zijn – verder aangescherpt. Bij modelberekeningen met dezelfde parameters, maar de emissie-eisen uit 2018, zouden de huidige luchtconcentraties lager moeten zijn dan de berekeningen uit 2016. Of dit het geval is, wordt in de loop van 2019 bekend. DCMR Milieudienst Rijnmond heeft in de tweede helft van 2018 luchtmetingen gedaan nabij de productiefaciliteit van Chemours en vervolgens geanalyseerd. Deze gegevens zullen op een later moment met ons gedeeld worden.

4.2.2 *Helmond*

Voor de blootstelling via de lucht bij de faciliteit van Custom Powders in Helmond – waar GenX-houdende producten van Chemours gedroogd werden - zijn in 2018 modelberekeningen uitgevoerd door de Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant. Tijdens het drogingsproces kunnen op deze locatie GenX-stoffen vrijgekomen zijn. Bij de modelberekeningen is uitgegaan van een gehalte FRD-903 van 20 mg/m^3 in de uitstromende lucht. Er is een realistisch scenario en een worst-casescenario doorgerekend. Bij het realistische scenario is uitgegaan van 170 maal per jaar een droogtijd van drie uur per dag. In het worst-casescenario is de aanname gedaan dat het droogproces continu is (Lathouwers en Cichy, 2018). De berekeningen van het realistische scenario geven aan dat bij de dichtstbijzijnde bewoonde locatie, in stadsdeel Brouwhuis, op ca. 500 meter afstand van Custom Powders, een gehalte van 2,85 ng/m^3 wordt verwacht. Bij het worst-casescenario is dit 48 ng/m^3.

Figuur 3 Luchtconcentratie FRD-903 bij realistisch scenario (510 uur/jaar) Bron: Lathouwers en Cichy, 2018

Figuur 4 Luchtconcentratie FRD-903 bij realistisch scenario (continue emissie) Bron: Lathouwers en Cichy, 2018

4.3 Influenten en afvalwater

De aanwezigheid van GenX-stoffen in afvalwater wordt met name verwacht op de productielocatie en op plekken waar de (half)producten en afval vanuit het GenX-proces verwerkt worden.

Op een aantal plekken in Noord-Brabant, Overijssel, Zuid-Holland en Zeeland zijn in 2017 en 2018 concentraties GenX-stoffen in riool- en afvalwater bepaald. Het gaat om metingen in influent van RWZI's, afvalwater in riolen en effluent van bedrijfsmatige afvalwaterzuiveringsinstallaties (AWZI's) die lozen op het riool (zie bijlage 2 voor meer gedetailleerde gegevens over plaatsen waar gemeten is).

Tabel 5 Samenvatting kengetallen metingen GenX-stoffen in influenten en afvalwater

Afvalwater	**2017**	**2018**
Totaal aantal metingen	122	190
Aantal metingen <Rapportagegrens (RG)	1	24
Aantal metingen >118 ng/L*	76	112
Aantal metingen >403 ng/L**	60	98
Mediaan (ng/L)	347	515
Minimum (ng/L)	<0,1	<RG
Maximum (ng/L)	4.172.822	6.700.000

**bovenste grens voorlopige risicogrens voor oppervlaktewater (visconsumptie);*
***voorlopige risicogrens oppervlaktewater (zwemwater)*

De rapportagegrens[12] in het afvalwater varieerde tussen 0,1 en 2,5 ng/L. Het hoogst gemeten gehalte van 6,7 mg/L is aangetroffen in het riool in Helmond, bij een straatkolk op het terrein van Custom Powders. De overige gehalten van >1 mg/L werden aangetroffen in het AWZI-effluent van Chemours en in het influent van de RWZI in Dordrecht waarop Chemours loost.

Het verloop van de concentraties in afvalwater over de tijd zijn voor een aantal locaties opgenomen in onderstaande figuren. Het gaat om locaties waar minimaal op zeven verschillende tijdstippen gemeten is. De figuren hebben ieder op beide assen hun eigen schaalverdeling, omdat de gehalten die gemeten zijn en tijdstippen waarop gemeten is, uiteenlopend zijn.

Figuur 5 ATM: afvalverwerking Chemours

Figuur 6 Indaver, afvalverwerking Chemours

[12] De rapportagegrens is de laagste waarde van een meting die nog wordt gerapporteerd door een laboratorium. Onder deze waarde wordt aangegeven dat een meting lager is dan de rapportagegrens. De rapportagegrens is vaak de laagste waarde waarbij een concentratie kan worden bepaald met een bepaalde betouwbaarheid.

Figuur 7 Afvalwater Chemours, productielocatie

Figuur 8 Afvalwater Chemours, productielocatie (logistische schaal op y-as)

Figuur 9 Afvalwater Chemours, productielocatie

Figuur 10 Afvalwater Chemours, productielocatie

Figuur 11 Afvalwater Custom Powders, Helmond, verpoedering van teflon: de verticale stippellijn geeft aan vanaf welk moment Custom Powders is gestopt met de verwerking van producten van Chemours (logistische schaal op y-as)

Figuur 12 Afvalwater Custom Powders, Helmond, verpoedering van teflon: de stippellijn geeft aan vanaf welk moment Custom Powders is gestopt met de verwerking van producten van Chemours (logistische schaal op y-as)

Figuur 13 Afvalwater Custom Powders, Helmond, verpoedering van teflon: de stippellijn geeft aan vanaf welk moment Custom Powders is gestopt met de verwerking van producten van Chemours (logistische schaal op y-as)

Figuur 14 Sita Almelo; Afvalverwerker van verschillende afvalwaterstromen. De metingen betreffen verschillende batches afvalwater die verwerkt werden in de installatie.

De gehalten GenX-stoffen in het afvalwater van Chemours zijn wisselend over de tijd. Dit heeft onder andere te maken met het batchgewijze productieproces van teflon waarbij de GenX-technologie wordt gebruikt (ILT, 2018). Op momenten dat er geproduceerd wordt, worden afvalwaterstromen met hoge concentraties GenX-stoffen gemeten. Is er tijdelijk geen productie, dan nemen de gehalten in deze stromen af. Bij de locatie van Custom

Powders in Helmond waar teflon werd gedroogd, is een afname te zien van het gehalte GenX-stoffen na maart 2018, hoewel er na maart 2018 ook nog pieken zijn gemeten (zie figuur 11 t/m 13). Custom Powders heeft aangegeven dat vanaf maart 2018 de overeenkomst met Chemours is opgezegd en hierna geen producten van Chemours meer zijn verwerkt (update Gemeente Helmond, 17 juli 2018).

4.4 Effluenten van zuiveringsinstallaties

In figuur 15 is weergegeven op welke locaties er in 2017 en 2018 metingen aan GenX-stoffen in effluent zijn verricht. Zoals verwacht, is het aantal gegevens in het gebied boven de grote rivieren laag. Het zwaartepunt van de metingen ligt weer in de provincies Noord-Brabant, Zuid-Holland en Zeeland, waar de productielocaties en de belangrijkste (afval)verwerkingslocaties gevestigd zijn. Op de andere locaties zijn metingen uitgevoerd vanwege de verwerking van afvalwater waarin bij onderzoek GenX-stoffen zijn aangetroffen, die al dan niet direct afkomstig zijn van Chemours in Dordrecht.

Figuur 15 Gemiddelde gehalten aan GenX-stoffen in effluenten van communale rioolwaterzuiveringsinstallaties in 2017 en 2018

Voor 2017 en 2018 zijn in totaal 94 metingen van GenX-stoffen beschikbaar in het effluent van rioolwaterzuiveringsinstallaties. Meer dan tweederde van de metingen zijn gedaan in Noord-Brabant (zie bijlage 2 voor meer gedetailleerde gegevens over plaatsen waar gemeten is). De concentraties die gemeten zijn varieerden sterk. De hoogst gemeten concentratie in 2017 was ruim 2,7 miljoen ng/L (oftewel 2,7 mg/L). In 2018 was dit bijna een factor 1.000 lager met 3.000 ng/L. De rapportagegrens van GenX-stoffen in het effluent varieerde tussen 0,3 en 1 ng/L.

Tabel 6 Samenvatting kengetallen metingen GenX-stoffen in RWZI-effluent

RWZI-effluenten	2017	2018
Totaal aantal metingen	51	47
Aantal metingen <Rapportagegrens	3	6
Aantal metingen >118 ng/L*	14	10
Aantal metingen >403 ng/L**	9	6
Mediaan (ng/L)	4,9	15
Minimum (ng/L)	<0,3	<0,3
Maximum (ng/L)	2.787.677	3.000

**bovenste grens voorlopige risicogrens voor oppervlaktewater (visconsumptie);*
***voorlopige risicogrens oppervlaktewater (zwemwater)*

In onderstaande figuren zijn de gehalten weergegeven die in effluenten zijn gemeten op locaties waar minimaal 7 metingen beschikbaar zijn. Zo wordt een tijdsbeeld zichtbaar. Daar waar aanwezig, zijn ook de concentraties in het influent opgenomen in de figuren. Vanwege de spreiding in gemeten tijdstippen verschillen de x-assen en vanwege de hogere gehalten in de RWZI in Dordrecht, zijn hier ook de y-assen afwijkend van de andere grafieken. De figuren laten een gevarieerd beeld zien. Figuur 16 suggereert een enigszins stabiele situatie terwijl figuren 17 en 18 grote pieken en dalen laten zien. Figuren 19, 20 en 21 lijken een afname in concentratie over de tijd te laten zien.

Figuur 16 RWZI Dordrecht, gehalten in effluent en influent in 2017. De productielocatie van Chemours loost het effluent van haar AWZI op deze RWZI.

Figuur 17 RWZI Dordrecht, gehalten in effluent en influent in 2018. De productielocatie van Chemours loost het effluent van haar AWZI op deze RWZI.

Figuur 18 RWZI Rilland-Bath. Afvalverwerker ATM loost het effluent van haar locatie op deze RWZI. ATM heeft afvalstromen van Chemours verwerkt.

Figuur 19 RWZI Aarle-Rixtel. Vanuit Custom Powders, waar teflon van Chemours verpoederd is, is bij schoonmaakwerkzaamheden mogelijk met GenX-stoffen verontreinigd spoelwater in het riool terechtgekomen. Custom Powders heeft na maart 2018 volgens de gemeente Helmond geen stromen van Chemours meer behandeld.

Figuur 20 en Figuur 21
De bron van GenX-stoffen bij RWZI Eindhoven is waarschijnlijk Suez Afvalverwerking in Son en Breugel, een locatie waar afvalwater vanuit Suez Almelo wordt verwerkt. Dit bedrijf verwerkt geen afvalwater van Chemours. Dit maakt dat een andere bron waarschijnlijk verantwoordelijk is voor de verhoogde concentraties GenX-stoffen in het aangeleverde water (ILT, 2018).

De bronnen in de RWZI's in Dordrecht, Bath en Aarle-Rixtel zijn bekend. Dit zijn respectievelijk de productielocatie van Chemours in Dordrecht, de afvalverwerking van ATM in Moerdijk en Custom Powders in Helmond. Het bevoegd gezag heeft het GenX houdende effluent van de RWZI in Eindhoven, getraceerd naar Suez Afvalverwerking in Son en Breugel. Dit bleek op zijn beurt afkomstig te zijn van Suez Afvalverwerking in Almelo. Deze locatie van Suez verwerkt geen afvalstromen van Chemours (ILT, 2018). Indien er mogelijke andere bronnen van GenX-stoffen in afval(water)stromen aanwezig zijn, kan dit

betekenen dat op onverdachte locaties[13] ook verontreinigingen aangetroffen kunnen worden van onbekende bron(nen). De mogelijke bron(nen) worden momenteel onderzocht door de ILT.

4.5 Oppervlaktewater

Verschillende routes kunnen de verontreiniging van het oppervlaktewater met GenX-stoffen verklaren. De belangrijkste routes zijn directe lozing van afvalwater en lozing van effluent uit RWZI's en AWZI's waar nog verontreinigingen in achter zijn gebleven. Daarnaast zijn af- en uitspoeling van verontreinigde grond en de route via grondwater en atmosferische depositie mogelijke bronnen van GenX-stoffen in oppervlaktewater. Zo bleek uit een onderzoek van RWS bij Chemours in Dordrecht, dat maximaal 5 kg GenX-stoffen per jaar via afstroom van hemelwater in het oppervlaktewater terechtkomt.

De hoge oplosbaarheid van GenX-stoffen (als het anion HFPO-DA) zorgt ervoor dat de verontreiniging ver meegevoerd kan worden vanaf de bronlocatie. Meer hydrofobe stoffen hebben de neiging om zich aan organisch materiaal in bijvoorbeeld de waterbodem te binden, waardoor de verspreiding beperkter blijft dan bij de zeer mobiele GenX-stoffen. De kans dat GenX-stoffen ver benedenstrooms van bronnen aangetroffen worden – in lage concentraties – is daarom groot.

Emissies naar oppervlaktewater van GenX-stoffen worden verwacht op die plekken waar het GenX-proces wordt toegepast, waar afvalwater met GenX-stoffen behandeld wordt – zoals rioolwaterzuiveringsinstallaties - en op plekken waar de processtoffen in aanraking komen met water. Daarbij kan het bijvoorbeeld gaan om reinigingsactiviteiten, depositie via lucht en bodem, opwerking, recycling en verwerking. Bijna een derde van de beschikbare meetgegevens van GenX-stoffen in het milieu bestaat uit gegevens van metingen in het oppervlaktewater. Bijna tweederde van die meetgegevens van oppervlaktewater zijn uit 2018 voor het merendeel als gevolg van het monitoren van de situatie. De meeste metingen zijn gedaan in Noord Brabant (154), met Zuid Holland (45) en Zeeland (39) als tweede en derde (zie bijlage 2 voor meer gedetailleerde gegevens over plaatsen waar gemeten is). De rapportagegrens varieerde van 0,2 tot 20 ng/L voor metingen in het oppervlaktewater.

In figuur 22 en 23 zijn de momenteel beschikbare gegevens over de gehalten van GenX-stoffen in het oppervlaktewater in Nederland in 2017 en 2018 weergegeven. Figuur 24 en 25 geven het beeld voor de provincie Noord-Brabant weer in 2017 en 2018. Evenals voor de metingen in afvalwater, geldt dat er slechts beperkte meetgegevens zijn van het noordelijk deel van Nederland. Daar waar gemeten is in Drenthe, gaat het om een doodlopend kanaal (Bargermeerkanaal) nabij de locatie waar afvalwater werd verwerkt dat GenX-stoffen bevatte (zie ook bijlage 3).

[13] Locaties waar op basis van afvalstromen vanuit de productielocatie in Dordrecht geen verontreinigingen met GenX-stoffen worden verwacht.

Figuur 22 Overzicht van de gemiddelde gemeten gehalten aan GenX-stoffen in het oppervlaktewater in 2017 en 2018. De gemiddelde waarden geven een duidelijk beeld dat op plekken waar GenX-stoffen worden geproduceerd of verwerkt hogere concentraties worden gemeten.

Figuur 23 Detailkaart metingen aan GenX-stoffen in oppervlaktewater in 2017 in Zuid- en Midden-Nederland. De gemiddelde waarden geven een duidelijk beeld dat op plekken waar GenX-stoffen worden geproduceerd of verwerkt hogere concentraties worden gemeten.

Figuur 24 Detailkaart metingen aan GenX-stoffen in oppervlaktewater in 2018 in Zuid- en Midden-Nederland

De hoogst aangetroffen concentratie was ruim 27.000 ng/L (27 µg/L). Dit was in 2018 in een vijver op het terrein van Custom Powders in Helmond, Noord-Brabant. Deze vijver is inmiddels gedempt.

*Tabel 7 Samenvatting kengetallen oppervlaktewater**

Oppervlaktewater	**2013**	**2016**	**2017**	**2018**
Totaal aantal metingen*	10	24	75	196
Aantal metingen <rapportagegrens (RG)	8	4	26	28
Aantal metingen >118 ng/L**	0	6	3	38
Aantal metingen >150 ng/L***	0	5	1	32
Aantal metingen >403 ng/L****	0	2	0	18
Mediaan (ng/L)	<RG	10,15	9,4	25,0
Minimum (ng/L)	<RG	<0,2	<0,14	<0,4
Maximum (ng/L)	91	812	210	400

**let op: er zijn van verschillende meetlocaties meerdere metingen. Op locaties waar GenX-stoffen werden aangetroffen zijn vaak monsters op verschillende plekken in de omgeving en op meerdere tijdstippen verzameld.*
***voorlopige risicogrens voor oppervlaktewater (visconsumptie);*
****voorlopige richtwaarde drinkwater;*
*****voorlopige risicogrens oppervlaktewater (zwemwater)*

Voor de meetpunten waar meer dan zesmaal GenX-stoffen zijn geanalyseerd, is in onderstaande figuren de ontwikkeling van de gehalten aan GenX-stoffen in de tijd weergegeven. Al deze monitoringsgegevens hebben betrekking op oppervlaktewatermetingen in Noord-Brabant. De gehalten in het oppervlaktewater in en nabij Helmond lijken afgenomen nadat de bewerking van GenX-houdende producten door Custom Powders gestopt is. Voor de overige plekken in Noord-Brabant is geen duidelijke trend zichtbaar, anders dan dat de concentraties beneden de advieswaarde voor oppervlaktewater blijven. Wat wel duidelijk wordt, is dat GenX-stoffen – hoewel in lage concentraties – ook op andere plaatsen dan de productielocaties wordt aangetroffen. Via het afvalwater dat op verschillende plaatsen verwerkt wordt, vindt verspreiding naar het oppervlaktewater plaats. Daarbij zorgt het mobiele en persistente karakter van deze stoffen er voor dat de verontreinigingen niet beperkt blijven tot de nabijheid van de emissiebron.

Figuur 25 Gehalten aan GenX-stoffen op vier locaties in oppervlaktewater van de Aa, in de nabijheid van Custom Powders in Helmond. De verticale stippellijn geeft aan op welk moment Custom Powders is gestopt met werkzaamheden voor Chemours.

Figuur 26 Gehalten aan GenX-stoffen in openbaar oppervlaktewater in de nabijheid van Custom Powders in Helmond. Op moment van de metingen was Custom Powders reeds gestopt met werkzaamheden voor Chemours.

Figuur 27 Gehalten aan GenX-stoffen in openbaar oppervlaktewater nabij Berkendonk (Helmond), in de nabijheid van Custom Powders in Helmond. De verticale stippellijn geeft aan op welk moment Custom Powders is gestopt met werkzaamheden voor Chemours. De gemeten gehalten zijn stabiel.

Figuur 28 Gehalten aan GenX-stoffen in openbaar oppervlaktewater nabij de kruising van de brug met Varenschut (Helmond), in de nabijheid van Custom Powders in Helmond. De verticale stippellijn geeft aan op welk moment Custom Powders is gestopt met werkzaamheden voor Chemours. Na deze datum lijken de gehalten te dalen.

Figuur 29 Gehalten aan GenX-stoffen in openbaar oppervlaktewater waarin gezwommen kan worden in Helmond, in de nabijheid van Custom Powders in Helmond. Op het moment van de metingen was Custom Powders reeds gestopt met werkzaamheden voor Chemours.

Figuur 30 Gehalten aan GenX-stoffen in openbaar oppervlaktewater in 's-Hertogenbosch (Crevecoeur)

Figuur 31 Gehalten aan GenX-stoffen in de Dieze nabij de sluis van Engelen (nabij 's-Hertogenbosch)

4.6 Winningspunten voor drinkwater

Vanuit de drinkwaterbedrijven zijn er voor de jaren 2016, 2017 en 2018 in totaal 69 metingen beschikbaar. GenX-stoffen zijn hierin bepaald in oevergrondwater, ruwwater en reinwater die voor de productie van drinkwater worden gebruikt. Ruwwater is het water vóór behandeling, reinwater het water na behandeling. De metingen laten een verhoging in 2017 zien ten opzichte van 2016 en 2018 (zie Tabel 8).

Daarnaast zijn in een RIVM-rapport (Versteegh en De Voogt, 2017) nog ca. 260 metingen te vinden van de GenX stof FRD-903 in drinkwater en in drinkwaterbronnen in Nederland (zie ook 5.5). Deze gegevens zijn echter niet compleet genoeg om voor deze rapportage te kunnen worden gebruikt. Zo ontbreekt er in welke matrix is gemeten en ontbreken de coördinaten van de winningslocaties; er worden alleen productielocaties genoemd (Zie bijlage 2).

Tabel 8 Samenvatting kengetallen metingen GenX-stoffen bij drinkwaterinnamepunten, inclusief oevergrondwater

Drinkwaterwinningspunten	2016	2017	2018
Totaal aantal metingen	30	18	23
Aantal metingen >Rapportagegrens	6	4	0
Aantal metingen >150 ng/L*	0	0	0
Mediaan (ng/L)	2,5	3,5	2,3
Minimum (ng/L)	<1	<1	1,1
Maximum (ng/L)	54	73	4

**voorlopige richtwaarde drinkwater*

Bij de tien drinkwaterbedrijven in Nederland zijn in de periode tussen juli 2016 en augustus 2017 totaal ca. 260 oppervlaktewater- en oevergrondwatermonsters geanalyseerd op de GenX stof FRD-903. Bij vier van de tien drinkwaterbedrijven werd GenX in een gehalte

hoger dan de rapportagegrens (variërend van 0,1 tot 5 ng/L gevonden. Dit waren Oasen, Dunea, Evides en Waternet[14]).

Het water dat deze bedrijven – op Waternet na - voor de drinkwaterwinning gebruiken is het oppervlaktewater en oevergrondwater benedenstrooms van Dordrecht (waar de producent Chemours gevestigd is) en de Lek en van de Maas (locaties Keizersveer en Brakel). De aangetroffen gehalten bij deze bedrijven varieerden tussen 10 en 30 ng FRD-903/l.

In de metingen bij drinkwaterbedrijven die grondwater gebruiken of oppervlaktewater innemen uit het noordelijke Rijnstroomgebied, het Limburgse Maasstroomgebied en Drentse Aa, werden geen gehalten FRD-903 aangetroffen boven de rapportagegrenzen.

4.7 Grond en grondwater

4.7.1 Grond

Een onbekende nieuwe stof wordt vaak eerst aangetroffen in water. Dit komt onder meer door de continue monitoring van de waterkwaliteit bij drinkwaterinnamepunten. Daarna zal de stof in de grond worden aangetroffen. Het aantal metingen van GenX-stoffen in grond is nog beperkt ten opzichte van de hoeveelheid metingen in oppervlakte- en afvalwater. Gezien de hoge oplosbaarheid van GenX-stoffen in water, is het de verwachting dat de stoffen relatief snel uitspoelen naar water.

Het grootste deel van de data over gehalten GenX-stoffen in grond komt uit de omgeving van Chemours, met name Dordrecht, en de omgeving van Custom Powders in Helmond (zie bijlage 2 voor gedetailleerde gegevens over plaatsen waar gemeten is).
In de omgeving van Chemours gaat het om onderzoek:

- naar grond en irrigatiewater in het verlengde van onderzoek naar moestuingewassen uit moestuinen in 10 locaties rondom DuPont Chemours (RIVM, 2018-2). In dit kader is ook een referentiemeting gedaan de provincie Utrecht.
- in Papendrecht en omgeving naar de invloed van luchtdepositie van PFAS – waaronder GenX-stoffen – in grond en grondwater (Francken, 2018).

In Helmond is in de omgeving van Custom Powders:

- Bodemonderzoek uitgevoerd in 2018 (Benthum et al., 2018).
- Bodemonderzoek uitgevoerd in het kader van onderzoek naar moestuingewassen uit een moestuinencomplex nabij Custom Powders (Tritium-2, 2018).

In 2017 was het hoogst aangetroffen gehalte in de grond 4,7 µg GenX/kg droge stof (ds). Het gaat hierbij om grond uit het moestuinonderzoek in en om Dordrecht. In 2018 werd in Helmond een maximaal gehalte van 1.300 µg GenX/kg ds aangetroffen. Dit was op het terrein van Custom Powders, waar producten van Chemours werden gedroogd. De rapportagegrens was in de verschillende onderzoeken 0,1 µg GenX/kg ds.

[14] In dit rapport zijn enkel de gegevens verwerkt waarvan alle relevante kenmerken, aanwezig zijn, zoals matrix, monsterlocaties- en data en die tevens openbaar gemaakt of aangeleverd zijn door de drinkwaterbedrijven. Dit betreft de gegevens van Dunea en Oasen. Van Waternet is één meting in het RIVM-rapport opgenomen waarbij de concentratie hoger dan de rapportagegrens was. Dit betrof een meting bij meetpunt Weesperkarspel op 25 april 2017, waarbij een gehalte van 2,8 ng/L werd aangetroffen.

*Tabel 9 Samenvatting kengetallen GenX-stoffen in grond**

Grond	2017	2018
Totaal aantal metingen	19	40
Aantal metingen <Rapportagegrens	0	3
Aantal metingen >3 µg/kg ds**	1	15
Aantal metingen >8 µg/kg ds***	0	7
Mediaan (µg/kg ds)	0,51	1,3
Minimum (µg/kg ds)	0,1	<0,1
Maximum (µg/kg ds)	4,7	1.300

**er zijn van verschillende meetlocaties meerdere metingen. Op locaties waar GenX-stoffen werden aangetroffen zijn vaak monsters op verschillende plekken in de omgeving en op meerdere tijdstippen verzameld.*
***meest strikte risicogrens voor grond (natuur);*
****meest strikte risicogrens humaan (moestuin en volkstuin)*

4.7.2 *Grondwater (incl. oevergrondwater)*

Evenals voor grond, is er beperkte informatie over GenX-stoffen in grondwater in Nederland. De meeste gegevens zijn beschikbaar van locaties waar oevergrondwaterontrekking plaatsvindt voor de productie van drinkwater in Zuid-Holland (gegevens over de jaren 2016 en 2017) en voor locaties om en nabij Custom Powders in Helmond (gegevens over 2018). De rapportagegrens voor de metingen in grondwater varieerde van 1 tot 20 ng/L.

Daarnaast is er één andere meting bekend waarbij GenX-stoffen in het grondwater zijn aangetroffen boven de rapportagegrens. Dit betrof een dijkversterking nabij Bunschoten waarvoor thermisch gereinigde grond was gebruikt van een afvalverwerker die ook verontreinigde grond van Chemours verwerkt. Na herbemonstering van het grondwater werden geen GenX-stoffen boven de rapportagegrens aangetroffen. Omdat het waterschap dat de dijk beheert nog andere ongewenste stoffen heeft gemeten, is besloten dat het deel van de dijk waar de thermisch gereinigde grond in aanwezig was, afgegraven zou worden. Het waterschap schatte in deze situatie de risico's van de verschillende stoffen als onbeheersbaar in (Waterschap Vallei en Veluwe, 2018).

Eén van de stofeigenschappen van de GenX-stoffen FRD-902 en FRD-903 is zoals gezegd, de hoge oplosbaarheid in water. Dit zorgt voor een hoge mobiliteit waardoor het de verwachting is dat, afhankelijk van het type grond, er snel uitspoeling vanuit de grond naar het grondwater zal plaatsvinden. Hierdoor kunnen GenX-stoffen via de grond in het grondwater terechtkomen.

De hoogste concentraties in het grondwater zijn in 2018 aangetroffen rondom Custom Powders in Helmond. De gehalten varieerden van 3.500 tot 36.000 ng/L (zie bijlage 2 voor meer gedetailleerde gegevens over plaatsen waar gemeten is).

Tabel 10 Samenvatting kengetallen GenX-stoffen in grondwater (incl. oevergrondwater)

Grondwater	2016	2017	2018
Totaal aantal metingen (incl. oevergrondwater)	17	16	8
Aantal metingen >Rapportagegrens	3	3	2
Aantal metingen >118 ng/L*	0	4	6
Aantal metingen >150 ng/L**	0	4	6
Aantal metingen >660 ng/L***	0	0	5
Mediaan (ng/L)	2,6	21,5	2185
Minimum (ng/L)	<1	<1	<20
Maximum (ng/L)	54	660	36.000

**risicogrens voor oppervlaktewater;*
***voorlopige richtwaarde drinkwater;*
**** risicogrens voor grondwater bij direct gebruik van grondwater als drinkwater*

4.8 GenX in de voedselketen

4.8.1 Voedselgewassen uit moestuinen en irrigatiewater dat wordt gebruikt in moestuinen

Uiteindelijk kunnen GenX-stoffen in voedselgewassen terechtkomen. Gehalten in voedselgewassen zijn beschikbaar vanuit een moestuinonderzoek uit 2017 nabij Chemours in Dordrecht (Mengelers et al., 2018) en uit 2018 nabij Custom Powders in Helmond (Boon et al., 2019). In beide onderzoeken is in een aantal moestuinen ook het irrigatiewater onderzocht (RIVM, 2018-2; Tritium, 2018-1; Tritium, 2018-2). Zie bijlage 2 voor meer gedetailleerde gegevens over de plaatsen die bemonsterd zijn.

Tabel 11 Samenvatting kengetallen GenX-stoffen in voedselgewassen, Dordrecht, 2017

Moestuingewassen	Bladgroente	Fruit	Knolgroente	Vruchtgroente
Totaal aantal metingen	22	8	28	23
Aantal metingen >RG	8	7	12	2
Mediaan (µg/kg ds)**	<RG*	1	<RG*	<RG*
Minimum (µg/kg ds)	<RG*	<RG*	<RG*	<RG*
Maximum (µg/kg ds)	5,4	0,5	2,5	3,3

**gehalte lager dan rapportagegrens;*
***de mediaan is genomen door alle metingen (duplo's) samen te nemen per voedselgewasgroep. Waar slechts één waarde gemeten is, is dit getal gerapporteerd.*

Tabel 12 Samenvatting kengetallen GenX-stoffen in voedselgewassen, Helmond, 2018

Moestuingewassen	**Bladgroenten**	**Bolgroenten**	**Koolgroenten**	**Knolgroenten**	**Kruidgroenten**	**Peulgroenten**	**Stengelgroenten**	**Vruchtgroenten**
Totaal aantal metingen	2	2	2	4	2	2	1	6
Aantal metingen >RG	1	1	0	0	0	0	0	1
Mediaan (µg/kg ds)**	0,36	0,10	2,93	0,26	2,31	5,33	1,05	0,60
Minimum (µg/kg ds)	<RG*	<RG*	1,15	0,21	0,64	2,67	1,05	<RG*
Maximum (µg/kg ds)	0,66	0,15	4,7	1,5	4,0	8,0	1,1	2,5

**gehalte lager dan rapportagegrens (0,1 µg/kg);*
***de mediaan is genomen door alle metingen (duplo's) samen te nemen per voedselgewasgroep. Waar slechts één waarde gemeten is, is dit getal gerapporteerd. Waar lager dan de rapportagegrens, is deze als 0,05 µg/kg (halve rapportagegrens) meegenomen in de berekening.*

Tabel 13 Samenvatting kengetallen GenX-stoffen in irrigatiewater

Irrigatiewater	**Regen-water**		**Combinatie regenwater, leidingwater**	**Combinatie rivierwater, leidingwater**	**Sloot-water**	**Dieper grondwater (23 m-mv)**
Jaar	2017	2018	2017	2017	2017	2018
Totaal aantal metingen	14	3	6	2	10	1
>118 ng/L*	4	0	3	0	4	0
>150 ng/L**	4	0	2	0	2	0
>660 ng/L***	0	0	2	0	2	0
Mediaan (ng/L)	54,5	<20	111	1,35	97,5	30
Minimum (ng/L)	11	<20	11	1,2	9,3	30
Maximum (ng/L)	496	60	3609	1,5	990	30

**advieswaarde voor oppervlaktewater;*
***voorlopige richtwaarde drinkwater;*
****voorlopige risicogrens voor grondwater bij direct gebruik van grondwater als drinkwater*

In augustus 2017 zijn gewasmonsters verzameld op tien moestuinlocaties gelegen op verschillende afstanden van Chemours (zie Figuur 32):

- twee locaties in een straal van 1 kilometer (in Sliedrecht);
- zes locaties in een straal van 1 tot 2 kilometer (één in Sliedrecht, twee in Dordrecht en drie in Papendrecht);
- een locatie in een straal van 2 tot 3 kilometer (Dordrecht);
- een locatie in een straal van 3 en 4 kilometer (Sliedrecht).

Op deze locaties, op één na[15], zijn ook monsters van het irrigatiewater genomen. Daarnaast is er tevens een referentielocatie in Bilthoven bemonsterd.

De monsters zijn geanalyseerd op de GenX-stoffen met een aantoonbaarheidsgrens van 0,5 µg/kg natgewicht en een bepalingsgrens van 1,0 µg/ kg natgewicht. In het irrigatiewater was dit respectievelijk 0,2 en 0,5 ng/L. Van de in totaal 74 gewasmonsters genomen in Dordrecht en omgeving, werden in 45 monsters geen GenX-stoffen boven de aantoonbaarheidsgrens[16] aangetroffen. In tien monsters werden gehalten boven de bepalingsgrens[17] aangetroffen (Mengelers et al., 2018). Voor de overige 19 monsters lag het gehalte tussen de aantoonbaarheidsgrens en bepalingsgrens. Het hoogste gehalte van 5,4 µg/kg natgewicht werd aangetroffen in een bladgewas in een moestuin in Sliedrecht in een straal van 1 tot 2 kilometer van Chemours. Op de referentielocatie lagen de gehalten op de bemonsterde gewassen allemaal onder de aantoonbaarheidsgrens.

In september 2018 zijn in een moestuinencomplex op ca. 450 meter van Custom Powders in Helmond moestuingewassen bemonsterd afkomstig van acht gewasgroepen: blad-, bol-, knol-, kool-, kruid-, peul-, stengel- en vruchtgewassen (Boon et al., 2019). Fruit is in de Helmond studie niet meegenomen, omdat er onvoldoende monstermateriaal aanwezig was op het moment van monstername. De kwantificatiegrens in dit onderzoek was 0,1 µg/kg natgewicht. Door een lagere kwantificatiegrens vergeleken met de Dordrecht studie waren er meer gekwantificeerde concentraties in de Helmond studie, die veelal onder de bepalingsgrens van de Dordrecht studie lagen (zie Tabel 11).

In het irrigatiewater rondom Dordrecht werden op alle plekken GenX-stoffen aangetroffen, inclusief bij de referentielocatie in Bilthoven. Op de referentielocatie waren de concentraties in het irrigatiewater het laagst (gemiddeld 12 ng/L). Bij het moestuinonderzoek in Helmond in 2018 zijn vier irrigatiewatermonster verzameld: driemaal beregeningswater uit een regenton en eenmaal water uit een ringleiding die het grondwater vanaf een diepte van 23 meter onder het maaiveld oppompt. De rapportagegrens in dit onderzoek was hoger dan in latere onderzoeken, namelijk 20 ng/L.

[15] Vanwege de aanwezigheid van kwelwater was er geen irrigatie noodzakelijk in één van de tuinen.
[16] Dit is de laagste concentratie waarbij met de gebruikte analysetechniek(en) de aanwezigheid van een stof kan worden aangetoond (zie bijlage 5).
[17] Dit is de laagste concentratie waarbij de aanwezigheid van een stof kan worden aangetoond en waarbij ook een gehalte kan worden gekoppeld met een bepaalde betrouwbaarheid (zie bijlage 5).

Figuur 32 Ligging van de bemonsteringslocaties van het moestuinonderzoek 2017 in de nabijheid van Chemours in Dordrecht

4.8.2 *Metingen in dierlijke voedselproducten*

De Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) heeft in 2018 metingen gedaan in dierlijke producten (vlees, vis, eier- en zuivelproducten) om op basis hiervan een beoordeling uit te laten voeren naar risico's van het eten van dierlijke producten afkomstig van dieren van boerderijen in de omgeving van Chemours in Dordrecht en Custom Powders in Helmond (BuRO, 2019).

De beoordeling bestond uit twee delen. De eerste deelbeoordeling betrof een risicoboordeling van de inname van GenX-stoffen via de consumptie van vis (karper en opgekweekte aal), zuivelproducten (melk, kaas en yoghurt) en kippeneieren op basis van gemeten gehalten van GenX-stoffen in deze voedselproducten. In alle gevallen, op de karper na, lagen de gehalten in de producten onder de kwantificatiegrens (variërend van 0,1 tot 0,25 ng/g). Het gehalte in karper was 4,7 ng/g (FO, 2019-1).

De tweede deelbeoordeling betrof een risicobeoordeling van de inname van GenX-stoffen via de consumptie van vlees en melk van melkgevende koeien en schapen die slootwater drinken en kuilgras eten uit de buurt van Chemours en Custom Powders. Hierbij is de concentratie in vlees en melk gemodelleerd op basis van gemeten gehalten van GenX-stoffen in slootwater (5 metingen) en kuilgras (10 metingen). Het GenX-stoffengehalte in slootwater varieerde van 9,7 tot 956,5 ng/L. In kuilgras werden geen gehalten boven de kwantificatiegrens gerapporteerd (< 250 ng/kg) (FO, 2019-2).

4.9 Overig

Naast de gehalten in de bovengenoemde compartimenten, zijn er ook een klein aantal analyses uitgevoerd in andere compartimenten (Tabel 14). Dit betreffen gehalten in leidingwater (referentiemonster, Eindhoven), in waterbodem (Helmond) en slib van een RWZI (Terneuzen).

Tabel 14 Gehalten van GenX-stoffen in overige onderzochte compartimenten

Compartiment	Jaar	Gehalte
Waterbodem	2018	2,30 µg/kg ds
RWZI slib	2018	<6 µg/kg ds
Leidingwater door meetkast als blanco	2017	<0,1 ng/L

4.10 Situatie buiten Nederland

Ook in andere landen, zowel binnen als buiten de Europese Unie, zijn metingen van GenX-stoffen gedaan in met name water. Met behulp hiervan is kan een beeld verkregen worden van de verspreiding van deze stoffen.

4.10.1 Metingen in andere Europese landen

In een onderzoek van Pan et al. (2018) zijn de resultaten beschreven van een oppervlaktewaterbemonstering in december 2016 op twintig locaties langs het traject van de Mainz bij Offenbach (Duitsland) tot aan de Nederrijn bij Wijk bij Duurstede (Nederland). De concentraties HFPO-DA langs dit traject waren boven de detectiegrens en varieerden van 0,59 tot 1,98 ng/L.

Heydebreck et al. (2015) hebben in verschillende rivieren en deltagebieden in Duitsland het gehalte HFPO-DA bepaald in 2013 en 2014. Dit betrof onder andere de Eems(delta), de Rijn, de Elbe en de Weser(delta). In de Rijn werden veelal geen gehalten aangetroffen boven de detectielimiet variërend van 0,13 tot 0,31 ng/L. Bij de Nederlandse grens werd een gehalte van 0,75 ng/L aangetroffen. Een opvallend hoge concentratie van 107,6 ng/L werd eenmalig aangetroffen in de Rijn bij Leverkusen. Heydebreck et al. vermoedden dat dit een gevolg is geweest van een incidentele lozing nabij de bemonsteringslocatie. In de Elbe werden geen gehalten boven de detectiegrens aangetroffen.
In de deltagebieden (marien milieu) werden gehalten aangetroffen van gemiddeld 2,2 ng/L en 1,4 ng/L, respectievelijk in maart en augustus 2014. Heydebreck et al. concludeerden aan de hand van de metingen in de verschillende rivieren dat de verontreiniging met deze GenX-stoffen in het deltagebied niet afkomstig is uit de Elbe, de Weser en de Eems, maar dat deze waarschijnlijk afkomstig zijn via verspreiding vanuit de Rijn-Maasdelta. Dezelfde conclusie werd getrokken voor de concentraties HFPO-DA die voor de Noorse kust gemeten werden (variërend van 0,18 tot 0,5 ng/L) in het gebied dat onder invloed staat van de golfstroom die ook langs de Maas-Rijndelta voert (Heydebreck, 2017).

In het artikel van Pan et al. (2018) zijn ook gegevens over HFPO-DA opgenomen van metingen in 2016 op zes locaties langs de Theems van Oxford tot Londen. Deze concentraties varieerden van 0,70 tot 1,58 ng/L. In Zweden warden in 2016 vergelijkbare gehalten aangetroffen in de rivier Svartån en in de meren en baaien Hjälmar, Riddarfjärden, Beckholmssundet en tussen het meer Mälaren en de Baltische Zee. De concentraties waren hier op de tien meetlocaties tussen 0,88 en 2,68 ng/L.

De gehalten die bepaald en aangetroffen zijn in de onderzoeken zijn weergegeven in onderstaande figuur.

Figuur 33 Gehalten van de GenX stof HFPO-DA zoals aangetroffen in de onderzoeken van Heydebreck, 2017, Heydebreck et al., 2015 en Pan et al., 2018.

De aangetroffen gehalten in oppervlaktewatermonsters in onderzoeken in andere Europese landen zijn lager dan de risicogrenzen voor oppervlaktewater van 118 ng/L en afgezien van één meting nabij Leverkusen ook lager dan de mediaan van 9,4 ng/L (2017) en 26,5 ng/L (2018) in de verschillende Nederlandse oppervlaktewateren beschreven in dit rapport. Dat de in Nederland aangetroffen gehalten hoger zijn, komt doordat de bekende bron, Chemours, in Nederland ligt. Voor zover bekend is wordt de GenX-technologie immers alleen in Nederland toegepast. Dat neemt niet weg dat sommige van de gevonden concentraties mogelijk kunnen duiden op andere (diffuse) bronnen.

4.10.2 *Metingen buiten Europa*

Buiten de Europese Unie zijn ook verhoogde gehalten GenX-stoffen aangetroffen onder meer in rivieren. In Chinese rivieren en enkele rivieren in het oosten van de Verenigde Staten werden in de buurt van fluorpolymeerproductielocaties hoge gehalten GenX-stoffen aangetroffen (Heydebreck et al., 2015; Brandsma et al., 2019). De gevonden hoge concentraties in de VS zijn niet verwonderlijk; in North Carolina staat het bedrijf Chemours Fayetteville dat eveneens GenX-technologie gebruikt. In China werden echter eveneens hoge gehalten HFPO-DA[18] (hexafluorpropyleenoxide dimeer zuur) gemeten in onder meer de Xiaoqing-rivier variërend van gehalten beneden de detectielimiet tot 3825 ng/L, met een mediaan van 10,8 ng/L (Heydebreck et al., 2015). De hoge gehalten worden door de

[18] In een waterig milieu zullen FRD-903 en FRD-902 afhankelijk van de zuurgraad van het water voorkomen als negatief geladen ion, of als neutraal molecuul. Dit anion wordt ook aangeduid als HFPO-DA (hexafluorpropyleenoxide dimeer zuur).

onderzoekers toegeschreven aan de fluorpolymeer productiefaciliteiten die mogelijk ook GenX-stoffen gebruiken of produceren en lozen op de rivieren. Een uitgebreidere beschrijving van de verspreiding van GenX-stoffen binnen en buiten Europa is gegeven in het REACH Annex VI SVHC dossier[19]. Aangezien ook in China en de VS GenX-stoffen gemeten zijn op plaatsen die niet goed aan een productielocatie gerelateerd kunnen worden, zoals bovenstrooms, kunnen andere (diffuse) bronnen niet worden uitgesloten.

4.11 Samenvatting van de verspreiding

Sinds 2012 worden GenX-stoffen door Chemours in Nederland gebruikt. In de loop van de daaropvolgende jaren komen, wanneer er geleidelijk meer duidelijkheid komt over de stofeigenschappen, emissiebeperkende maatregelen op gang. In dit hoofdstuk hebben we de verspreiding van deze nieuwe stoffen in het milieu gevolgd aan de hand van metingen in het milieu.
GenX-stoffen worden 5 jaar na de introductie van het gebruik, in alle milieucompartimenten aangetroffen. Daarbij zijn, zoals te verwachten valt, de concentraties het hoogste bij de productie en bewerkingsbronnen in Dordrecht en Helmond. Verder hiervan verwijderd, nemen de concentraties af. Naast verspreiding via deze bronnen, verloopt de verspreiding ook via het afval(water) en de verwerking hiervan. GenX-stoffen zijn mobiel en persistent. Door de goede oplosbaarheid in water verspreidt het zich verder in het oppervlaktewater, en door de grond naar het grondwater. Daarnaast verloopt de verspreiding vermoedelijk ook via luchtdepositie. De verspreiding gaat in de nabijheid van de bronnen, ook verder naar moestuingewassen. In de verspreidingsroutes naar zuivelproducten en eieren zijn geen GenX-stoffen te zien boven de rapportagegrens en ook bij de gemodelleerde route naar vlees lijkt dit niet aan de orde. Hoe de verspreiding via vis verloopt, is nog moeilijk te zeggen. Er is nog te weinig naar GenX-stoffen gemeten in vis[20]. Dat vissen GenX-stoffen op kunnen nemen lijkt uit de beperkt beschikbare metingen wel naar voren te komen.
De beschikbare meetgegevens zijn afkomstig van plaatsen die ‘verdacht’ zouden kunnen zijn, dit is met name het geval in de provincies ten zuiden van de grote rivieren. Door het gebrek aan meetgegevens uit de overige provincies kan weinig gezegd worden over de aanwezigheid van GenX-stoffen in de rest van Nederland. Toch is het aannemelijk dat GenX ook in de rest van Nederland kan worden aangetroffen. Naast verdere verspreiding via duidelijke bronnen (zoals productielocaties en afvalverwerkingslocaties) zijn er mogelijk ook diffuse bronnen van GenX-stoffen. Het zou dan bijvoorbeeld kunnen gaan om bedrijven die producten verwerken die GenX-stoffen bevatten. Aangezien ook in landen buiten Nederland productielocaties staan waar tot in de verre omtrek GenX-stoffen gevonden worden, kan niet uitgesloten worden dat ook via import vanuit het buitenland GenX-stoffen in Nederland komen.

[19] https://echa.europa.eu/documents/10162/8da8ceca-2e2e-d999-3276-b83c5fbca009
[20] De bioaccumulatie studie in vissen die gedaan is door Chemours en momenteel door RIVM wordt beoordeeld zal hier mogelijk licht op werpen.

5 Vergelijking van gehalten met risicogrenzen

5.1 Algemeen

Om een indicatie te krijgen van de ernst van de contaminatie in termen van potentiële milieu en gezondheidsrisico's, vergelijken we de gemeten gehalten GenX-stoffen met de beschikbare risicogrenzen. Voor compartimenten waarbij we beschikken over veel meetgegevens vergelijken we de mediaan en de maximale waarde met de risicogrenswaarde. Wel wijzen we er op dat er bij een overschrijding van de risicogrens niet direct sprake hoeft te zijn van effecten op de gezondheid of het milieu. Of dit het geval is hangt af van de specifieke situatie. Het is daarmee wel een signaal voor het doen van verder onderzoek om de risicobeoordeling nauwkeuriger te maken.

5.2 Lucht - Vergelijking met risicogrens

5.2.1 Dordrecht

Door de luchtconcentraties te vergelijken met de voorlopige risicogrens voor chronische inhalatie van 73 ng/m^3 voor de GenX stof FRD-903, kan bepaald worden in hoeverre de omwonenden van Chemours in Dordrecht nadelige effecten op de gezondheid kunnen hebben. De risicogrens van 73 ng/m^3 is de luchtconcentratie waarbij in het geval van een levenslange, continue blootstelling geen nadelige effecten op de gezondheid worden verwacht. Zowel de berekende concentratie van 20 ng/m^3 als de gemeten concentratie[21] van 15 ng/m^3 blijven onder deze voorlopige risicogrens. Voor de GenX stof E1 is wel een luchtconcentratie berekend (40 ng/m^3 voor de vergunde emissies en 20 ng/m^3 voor de gemeten emissies in 2014). Voor E1 is echter geen risicogrenswaarde[22] om deze mee te vergelijken.

5.2.2 Helmond

De luchtconcentratie in Helmond is volgens twee scenario's berekend: een realistisch scenario (2,85 ng/m^3) en een worst-case scenario (48 ng/m^3). In beide gevallen wordt de risicogrens van 73 ng/m^3 niet overschreden. Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat er daadwerkelijk GenX-houdende producten werden gedroogd en verpoederd. Omdat Custom Powders in maart 2018 gestopt is met het drogen van teflonpoeders, zal de uitstoot van GenX-stoffen via de lucht geen relevante blootstellingsroute meer zijn voor de omgeving en de bewoners.

5.3 Afvalwater en effluent

Afvalwater wordt in principe behandeld voordat het wordt geloosd op het oppervlaktewater. GenX-stoffen zijn niet (biologisch) afbreekbaar. Door hun hoge wateroplosbaarheid komt slechts een beperkt deel in het zuiveringsslib terecht en het overgrote deel zal opgelost in het water blijven. Door de combinatie van de persistentie en de hoge wateroplosbaarheid worden GenX-stoffen niet of zeer beperkt verwijderd in reguliere riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties. Via het effluent van waterzuiveringsinstallaties kunnen GenX-stoffen uit afvalwater in het oppervlaktewater terechtkomen. Daarnaast kan in geval van calamiteiten ongezuiverd afvalwater op het oppervlaktewater geloosd worden.

[21] Beide metingen kunnen een over- of onderschatting geven. De eenmalige meting is immers een momentopname. De model berekening gaat uit van de vergunde emissie, die kan in werkelijkheid anders zijn.
[22] Dit vanwege het ontbreken van voldoende toxicologische gegevens (Beekman et al., 2016)

Rechtstreekse blootstelling aan afvalwater en effluent is geen relevante route voor het publiek, maar kan dit wel zijn voor (technisch) personeel van waterzuiveringsinstallaties. Het batchgewijze proces waarin GenX-stoffen worden geproduceerd en vrijkomen via afvalwater, maakt dat continue blootstelling van personeel van rioolwaterzuiveringsinstallaties onwaarschijnlijk is.

Omdat er geen risicogrenswaarde voor afvalwater en effluent is, kunnen we de gemeten concentraties niet hiermee vergelijken.

5.4 Oppervlaktewater - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen

De mens kan via oppervlaktewater direct en indirect blootgesteld worden aan GenX-stoffen. Direct contact met oppervlaktewater kan ontstaan bij waterrecreatieactiviteiten, zoals zwemmen. Hierbij kunnen GenX-stoffen via de huid en via het inslikken van water direct door de mens opgenomen worden. Indirecte routes zijn bijvoorbeeld het beregenen en irrigeren van landbouwgrond en (moes)tuinen met oppervlaktewater, veedrenking met oppervlaktewater en de consumptie van vis uit water waarin GenX-stoffen aanwezig zijn. Via opname in plant en dier kunnen GenX-stoffen mogelijk in onze voedselketen terechtkomen. Ook het gebruik van oppervlaktewater voor de productie van drinkwater is een mogelijke route naar de mens.

Tabel 15 geeft de voorlopige risicogrenswaarde voor oppervlaktewater en de voorlopige risicogrenswaarde van zwemwater met daarnaast de mediane en maximale gemeten concentraties per jaar. Te zien valt dat de mediane concentraties per jaar alle onder zowel de oppervlaktewatergrenswaarden als de zwemwatergrenswaarden vallen. Bij vergelijking met de maximale waarden zijn vanaf 2016 t/m 2018 wel overschrijdingen te zien. Dit is het sterkst voor het jaar 2018. Het gaat hierbij om hoge concentraties rond Custom Powders in Helmond. Zo komt de hoogste waarde van een vijver op het terrein van Custom Powders in Helmond. Deze vijver is inmiddels gedempt. Door het stopzetten van de activiteiten voor Chemours in 2018, is een dalende trend ingezet van de gehalten aan GenX-stoffen in het oppervlaktewater.

Tabel 15 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (ng/L) in oppervlaktewater met advieswaarde voor oppervlaktewater

Risicogrenswaarde	**Wat**	**Gegevens per jaar**			
		2013	**2016**	**2017**	**2018**
	Metingen, mediaan	<RG	10,15	9,4	25
	Metingen, maximum	91	812	210	27.400
Oppervlaktewater 118 ng/L*	Metingen>118 ng/L	0%	25%	4,0%	19%
	Overschrijdingsfactor mediaan	<0,01	0,09	0,08	0,21
	Overschrijdingsfactor maximum	0,77	**6,88**	**1,78**	**232****
	Metingen > 403 ng/L	0,0%	8,3%	0,0%	9,2%
	Overschrijdingsfactor mediaan	<0,01	0,03	0,02	0,06
Zwemwater 403 ng/L	Overschrijdingsfactor maximum	0,23	**2,0**	0,52	**67,9****

**deze grenswaarde is gebaseerd op de doorvergiftiging naar de mens via vis.*
***dit maximumgehalte betreft een vijver op het terrein van Custom Powders in Helmond, die inmiddels gedempt is. Blootstelling van mens en milieu is hier niet (meer) aan de orde.*

5.5 Drinkwater - Blootstelling en vergelijking met richtwaarden

De indicatieve drinkwater richtwaarde gaat er vanuit dat bij levenslange inname van twee liter kraanwater per dag met een gehalte van 150 ng FRD-903+FRD-902/L voor een persoon van 70 kg niet tot nadelige gezondheidseffecten leidt. De conclusie van het onderzoek van Versteegh en De Voogt (2017) was dat de concentraties in alle beschikbare metingen minimaal vijfmaal lager zijn dan deze indicatieve richtwaarde. Hieruit werd geconcludeerd dat de consument geen gezondheidsrisico's loopt bij het consumeren van kraanwater. Gebbink et al. (2017) trof in de omgeving van Dordrecht concentraties tot 11 ng/L aan in het drinkwater, wat deze conclusie bevestigt. Drinkwaterbedrijf Oasen geeft in een eigen rapport (Roelandse en Timmer, 2017) aan dat stroomafwaarts van Chemours FRD-903 aangetroffen is in zowel het oevergrondwater als het rivierwater dat wordt gebruikt voor de productie van drinkwater. De gehalten stijgen tussen 2016 en 2017 in zowel de puttenvelden als in het ruw- en reinwater. De gehalten FRD-903 in het ruwwater zullen mogelijk stijgen tot gehalten die ook in de rivier aanwezig zijn. Echter, aangezien de vergunde emissie hoeveelheid is verlaagd, is het de verwachting dat de richtwaarde van 150 ng/L ook in de toekomst niet overschreden zal worden.

Tabel 16 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (ng/L) in drinkwater (ruw- en reinwater) met de indicatieve richtwaarde voor drinkwater

Richtwaarde drinkwater	Wat	Gegevens per jaar		
		2016	2017	2018
150 ng/L (direct gebruik als drinkwater)	Mediaan	2,5	3,5	2,3
	Maximum	54	73	4
	Metingen >150 ng/L	0	0	0
	Overschrijdingsfactor mediaan	0,02	0,02	0,02
	Overschrijdingsfactor maximum	0,36	0,49	0,03

5.6 Grond - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen

GenX-stoffen kunnen op verschillende manieren in de bodem terechtkomen. Op plekken waar GenX-stoffen naar de lucht geëmitteerd worden kan er sprake zijn van atmosferische depositie van de stoffen. Deze luchtdepositie zal zich veelal beperken tot de omgeving van deze locaties, met een afnemende concentratie bij toenemende afstand tot de productie- of verwerkingslocatie (Beekman et al., 2016). Dit bleek ook uit een onderzoek van Van Bentum et al. (2017), waarbij de door het RIVM gemodelleerde luchtpluim (Beekman et al., 2016) vanuit Chemours gelijkenis vertoonde met de gehalten aan PFAS in grond en grondwater in dat gebied.

Daarnaast is het mogelijk dat verontreinigde grond van productie- of verwerkingslocaties via afvalverwerkers en grondbanken op verschillende locaties in Nederland terecht zijn gekomen of terechtkomt. Een voorbeeld hiervan is de aanwezigheid van GenX-stoffen in een dijkophoging nabij Bunschoten (WVV, 2018). Om deze reden is er op plekken waar verhoogde gehalten poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) in de bodem aanwezig zijn soms sprake van gebiedsgericht beleid, om de verspreiding van deze verontreinigde grond naar minder of niet-verontreinigde gebieden te voorkomen (Lijzen et al., 2018-2; Lackin et al., 2018).

Beregening van de bodem met water waarin GenX-stoffen aanwezig zijn, kan ook zorgen voor verontreiniging van de bodem met GenX-stoffen. De GenX-stoffen zijn mobieler dan PFOS en PFOA. Hierdoor spoelen deze stoffen relatief snel uit.
Bij afleiding van de voorlopige risicogrenzen blijkt dat doorvergiftiging inclusief ecologie het meest kritische effect is. Het tijdelijk handelingskader van het Ministerie voor IenW stelt een toepassingsnorm voor hergebruik van grond of baggerspecie voor van 3 µg/kg ds[23]. Rutgers et al. (2019) hebben daarnaast humane en ecologische risicogrenzen afgeleid voor de verschillende bodemfuncties.

Tabel 17 vergelijkt de aangetroffen gehalten GenX in de onderzoeken in grond met de toepassingsnorm voor het toepassen van grond uit het tijdelijk handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie (IenW, 2019). Tabel 18 vergelijkt de aangetroffen gehalten met de humane risicogrenzen voor verschillende bodemfuncties (Rutgers et al., 2019). Voor de risicogrenzen voor het ecosysteem bij de verschillende bodemfuncties (Rutgers et al., 2019) is dit gedaan in Tabel 19. Let op dat de risicogrenzen in Tabel 17 specifiek zijn voor het toepassen van grond voor bepaalde functies terwijl de risicogrenzen in Tabel 18 en Tabel 19 gaan over functies van grond. In de vergelijking met meetwaarden in de tabellen is niet specifiek gekeken naar de gebruiksfucties van de grond op de locaties van de metingen. De betekenis van een overschrijding van de toepassingsnorm in deze tabellen is daarom beperkt en vraagt om het nader bezien van de lokale situatie.

Tabel 17 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (in µg/kg ds) in grond met `de toepassingsnormen voor het toepassen van grond uit het tijdelijk handelingskader

Toepassingsnorm tijdelijk handelingskader	**Wat**	**Gegevens per jaar**	
		2017	**2018**
	Mediaan	0,51	1,3
	Maximum	4,7	1.300
3 µg/kg ds (Toepassing op land boven grondwater, excl. natuur, landbouw en grondwaterbeschermingsgebied)	Metingen >3 µg/kg ds	5,2%	39,2%
	Overschrijdingsfactor mediaan	0,17	0,43
	Overschrijdingsfactor maximum	**1,57**	**433**
0,1 µg/kg ds (Toepassing bij landbouw/natuur en grondwaterbeschermingsgebied, op land onder grondwaterniveau, in oppervlaktewater*)	Metingen >0,1 µg/kg ds	74%	86%
	Overschrijdingsfactor mediaan	**5,1**	**13**
	Overschrijdingsfactor maximum	**47**	**13.000**

**Zie bijlage 4 voor verdere duiding*

[23] Voor toepassing op land boven grondwaterniveau. Voor toepassing bij de bodemfunctie natuur en landbouw geldt een striktere toepassingsnorm (0,1 µg/kg ds of de achtergrondwaarde tot maximaal 3 µg/kg ds). De striktere toepassingsnorm van 0,1 µg/kg ds geldt ook voor toepassing op land in grondwaterbeschermingsgebieden, toepassing op land onder grondwaterniveau en voor toepassing in oppervlaktewater. Zie ook bijlage 4 voor verdere duiding en uitzonderingen.

Tabel 18 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (in µg/kg ds) in grond met voorlopige risicogrenzen (humaan) voor grond, gebaseerd op de specifieke bodemgebruiksfunctie

Voorlopige risicogrens (humaan)	Wat	Gegevens per jaar	
		2017	2018
	Mediaan	0,51	1,3
	Maximum	4,7	1.300
8 µg/kg ds (humaan; bodemfunctie moes- en volkstuin)	Metingen >8 µg/kg ds	0%	0%
	Overschrijdingsfactor mediaan	0,06	0,16
	Overschrijdingsfactor maximum	0,59	0,71
25.000 µg/kg ds (humaan; bodemfunctie Ander groen, bebouwing, infrastructuur, en industrie)	Metingen >25.000 µg/kg ds	0%	0%
	Overschrijdingsfactor mediaan	0,00	0,00
	Overschrijdingsfactor maximum	0,00	0,05

Tabel 19 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (in µg/kg ds) in grond met voorlopige risicogrenzen (ecologie) voor grond

Voorlopige risicogrens (ecologie)	Wat	Gegevens per jaar	
		2017	2018
	Mediaan	0,51	1,3
	Maximum	4,7	1.300
3 µg/kg ds (ecologie; bodemfunctie groen met natuurwaarden / landbouw)	Metingen >3 µg/kg ds	5,2%	39,2%
	Overschrijdingswaarde mediaan	0,17	0,43
	Overschrijdingswaarde maximum	**1,57**	**433**
960 µg/kg ds (ecologie; bodemfunctie Ander groen, bebouwing, infra-structuur, en industrie)	Metingen >960 µg/kg ds	0%	3,6%
	Overschrijdingswaarde mediaan	0,00	0,00
	Overschrijdingswaarde maximum	0,00	**1,35**

Gekeken vanuit het tijdelijk handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie is er zowel in 2017 als 2018 een overschrijding van de risicogrens voor toepassing van grond op land boven grondwaterniveau bij de maximaal gemeten waarden. Voor toepassing bij meer gevoelige bodemfuncties (landbouw, natuur, grondwaterbeschermingsgebied), voor toepassing op land onder grondwaterniveau en voor toepassing in oppervlaktewater geldt dit voor alle metingen hoger dan 0,1 µg/kg ds.
Een overschrijding betekent dat deze grond bij grondverzet niet zomaar toegepast mag worden op andere locaties. Of grondverzet mogelijk is hangt af van de gebruiksfunctie van de grond waarnaar grond verzet wordt.
Voor de bodemfunctie ‘moes- en volkstuin’ geldt de meest strikte risicogrens voor de mens: 8 µg/kg ds. Als de bodemgehalten GenX-stoffen uit het moestuinonderzoek in Dordrecht hiermee wordt vergeleken, dan blijkt er geen overschrijding van de risicogrens te zijn, ook

niet voor de maximumgehalten die zijn aangetroffen. In Helmond worden de humane risicogrenzen voor grond ook niet overschreden voor de relevante bodemfuncties.
Voor de metingen op het terrein van Custom Powders in Helmond kan getoetst worden aan de risicogrens voor de bodemfunctie 'Ander groen, bebouwing, infra-structuur, en industrie'. Alleen de hoogst gemeten waarde (1300 µg/kg ds) laat een overschrijding zien van de risicogrens van 960 µg/kg ds.

5.7 Grondwater - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen

De meest strikte voorlopige risicogrens voor grondwater gaat uit van een directe blootstelling van de mens door het gebruik van grondwater als drinkwater. Deze voorlopige risicogrens is gesteld op 660 ng/L. Waar direct gebruik als drinkwater niet aan de orde is, zijn de risicogrenzen minder streng. Voor groen met natuurwaarden en landbouw zijn deze beide 55 µg/L, wonen met tuin 102 µg/L en industrie en ander groen 710 µg/L (Rutgers et al., 2019).

Tabel 20 Vergelijking van gehalten GenX-stoffen (ng/L) in grondwater met voorlopige risicogrens voor grondwater voor gebruik als drinkwater (oevergrondwater en water in en nabij tuinen) en voor de bodemfunctie industrie en ander groen (voor locaties waar deze bodemfunctie van toepassing is)

Risicogrens grondwater	**Wat**	**Overschrijdingsfactor**		
		2016	**2017**	**2018**
	Mediaan	2,6	21,5	2185
	Maximum	54	660	36.000
660 ng/L (direct gebruik als drinkwater)	Metingen >660 ng/L	0	0	5
	Overschrijdingswaarde mediaan	0,00	0,03	**3,3**
	Overschrijdingswaarde maximum	0,08	1,00	**54,5**
710 µg/L (industrie en ander groen)	Metingen >710 ng/L	0%	0%	0%
	Overschrijdingswaarde mediaan	0,00	0,00	0,00
	Overschrijdingswaarde maximum	0,00	0,00	0,05

Wanneer van de grondwaterrisicogrenzen wordt uitgegaan[24], blijken geen overschrijdingen bij de concentraties zoals gemeten in 2016 en 2017. De maximaal gemeten concentratie in Dordrecht in 2017 is gelijk aan de risicogrens voor direct gebruik als drinkwater. Voor de metingen in Helmond in 2018, wordt eenmaal een concentratie aangetroffen van 7.100 ng/L, waarmee de risicogrens voor direct gebruik als drinkwater wordt overschreden. Dit was een locatie nabij een moestuin. Op en nabij het terrein van Custom Powders waar direct gebruik als drinkwater niet aan de orde is, zijn hogere concentraties – tot maximaal 36 µg/L – aangetroffen. Dit is lager dan de risicogrens voor industrie en ander groen. Wanneer direct gebruik als drinkwater niet aan de orde is, worden in alle gevallen de risicogrenzen voor grondwater voor de bodemfuncties 'Groen met natuurwaarden', 'Landbouw', 'Wonen met tuin en industrie' en' Ander groen' niet overschreden.

[24] Vanuit een worst case scenario is voor moestuinen, tuinen en plantsoenen uitgegaan van direct gebruik als drinkwater.

5.8 Voedselketen

5.8.1 *Moestuingewassen - Blootstelling en vergelijking met risicogrenzen*

Naast blootstelling via de lucht of drinkwater, is de consumptie van voedselgewassen waar GenX-stoffen op of in aanwezig zijn, een mogelijke blootstellingsroute. Het gaat hierbij om omwonenden van Chemours in Dordrecht en Custom Powders in Helmond die gewassen consumeren geteeld in moestuinen in de buurt van deze twee bedrijven.

Omdat er mogelijk verschillen zijn in blootstelling aan GenX-stoffen via verschillende planten, werd in het onderzoek onderscheid gemaakt tussen gewastypen (zie paragraaf 4.8.1). De gewassen boven de grond (blad-, kool-, kruid-, peul-, stengel- en vruchtgroenten en fruit) kunnen direct worden blootgesteld via atmosferische depositie en via opwaaiend stof van de bodem. Daarnaast vindt mogelijk opname van GenX-stoffen via de wortels plaats. De bol- en knolgewassen kunnen direct in aanraking komen met GenX-stoffen in de bodem en nemen deze mogelijk ook op. Bij het bepalen van de gehalte aan GenX-stoffen in groente en fruit is in de Dordrecht studie onderscheid gemaakt tussen gewassen en ongewassen, en geschilde en ongeschilde groente en fruit. Wassen resulteerde in iets lagere concentratie van GenX-stoffen (Mengelers et al., 2018). In de Helmond studie zijn monsters niet gewassen of geschild voor analyse.

De hoogst gemeten concentraties per gewastype zijn gebruikt voor een worst-case risicoschatting van de inname van GenX-stoffen via de consumptie van moestuingewassen (Boon et al., 2019; Mengelers et al., 2018).[25] Hierbij is de inname berekend uitgaande van een levenslange consumptie van uitsluitend groenten en fruit uit eigen tuin.[26] Uit deze berekening kwam naar voren dat de gezondheidskundige risicogrens (de toelaatbare dagelijkse inname) van 21 ng/kg lichaamsgewicht per dag niet overschreden wordt in Dordrecht noch in Helmond.

Als ook de inname van GenX-stoffen via andere bronnen – zoals overig voedsel, drink- en zwemwater en lucht, worden meegenomen, blijft de inname van GenX-stoffen in Helmond onder de gezondheidskundige risicogrens (Boon et al., 2019). In Dordrecht kon echter een risico, als ook de inname via lucht en drinkwater werd meegenomen, niet worden uitgesloten voor moestuingewassen die binnen een straal van 1 kilometer van Chemours zijn geteeld. RIVM adviseerde dan ook om deze gewassen met mate te consumeren (Mengelers et al., 2018).

In beide studies is uitgegaan van gelijkblijvende concentraties van GenX-stoffen in moestuingewassen. In Helmond is de verwachting echter dat concentraties zullen dalen omdat Custom Powders eind 2017 gestopt is met de verwerking van GenX-houdende producten. Daarbij wordt opgemerkt dat de blootstelling ten tijde van de uitstoot waarschijnlijk hoger is geweest (Boon et al., 2019).

Ook voor het irrigatiewater is berekend wat de risico's op overschrijdingen van de toelaatbare dagelijkse inname zijn in moestuinen om en nabij Chemours in Dordrecht (RIVM, 2018). Hiervoor is een indicatieve bodemvrachtberekening gemaakt[27]. De uitkomst

[25] Beide studies hebben voor de berekening van de inname gebruik gemaakt van de Observed Individual Mean-model (De Boer et al., 2016) en hebben de gemiddelde, mediane (50-percentiel) en worst case inname (95-percentiel) berekend. Hierbij is uitgegaan van het voedselconsumptiepatroon van de Nederlandse bevolking.
[26] Fruit betrof de consumptie van appel en peer en is alleen meegenomen in de Dordrecht studie (zie paragraaf 4.8.1)
[27] Toetsing van het irrigatiewater aan de advieswaarde voor oppervlaktewater of de indicatieve richtwaarde voor drinkwater is niet relevant voor irrigatiewater. In de bodemvrachtberekening wordt uitgegaan van een worst-case scenario waarbij alle GenX-stoffen in de bovenlaag (opneembaar voor planten) aanwezig blijft en dat er tijdens het groeiseizoen 200 liter irrigatiewater per m^2 wordt gebruikt. Beide aannames zijn niet realistisch, omdat GenX als zeer

hiervan is dat bij worst case aannames de voorlopige risicogrens voor GenX-stoffen voor grond voor wonen met moestuinen zou kunnen worden overschreden. Bij gemiddelde aannames is dit niet het geval.

5.8.2 *Dierlijke voedselproducten*

De risico's van het eten van dierlijke producten (vlees, vis, eier- en zuivelproducten) afkomstig van dieren in de omgeving van Chemours en Custom Powders zijn beschreven in twee beoordelingen van het RIVM-WFSR[28] Front Office Product and Food Safety (FO, 2019-1,2019-2) en in een advies van het Bureau Risicobeoordeling & Onderzoek van de NVWA (BuRO, 2019). Een korte samenvatting van de door RIVM en Wageningen Food Safety Research (WFSR) uitgevoerde risicobeoordelingen volgt hieronder.

De eerste deelbeoordeling betrof een risicoboordeling van de inname van GenX-stoffen via de consumptie van vis (karper en opgekweekte aal), zuivelproducten (melk, kaas en yoghurt) en kippeneieren op basis van gemeten gehalten van GenX-stoffen in deze voedselproducten (FO, 2019-1). In deze risicobeoordeling werd geconcludeerd dat de blootstelling aan GenX-stoffen via deze producten verwaarloosbaar was en dat de consumptie ervan geen gevaar voor de gezondheid opleverde voor de omwonenden van Chemours en Custom Powders. De conclusie voor vis was gebaseerd op slechts twee metingen (aal en karper uit een visvijver in Helmond).

De tweede deelbeoordeling betrof een risicobeoordeling van de inname van GenX-stoffen via de consumptie van vlees en melk van melkgevende koeien en schapen die slootwater drinken en (kuil)voer eten uit de buurt van Chemours en Custom Powders (FO, 2019-2). Hierbij is de concentratie in vlees en melk gemodelleerd op basis van gemeten gehalten van GenX-stoffen in slootwater en kuilgras. Uit deze beoordeling bleek dat de consumptie van melk en vlees van deze koeien geen gevaar voor de gezondheid vormde. Voor de consumptie van voedselproducten van het schaap (zuivel en vlees) was te weinig informatie beschikbaar voor een goede schatting van de opname van GenX-stoffen in melk en vlees via de consumptie van slootwater en (kuil)gras.

5.9 Overig

Gehalten GenX-stoffen in de waterbodem in Helmond zijn laag. Bij waterbeheerders bestaat echter zorg over de aanwezigheid van GenX-stoffen in de waterbodem op plekken waar verhoogde concentraties GenX-stoffen in het oppervlaktewater aanwezig zijn. Aanwezigheid van deze stoffen in de waterbodem kan ertoe leiden dat slib niet afgezet kan worden op de kant of op de normale manier afgevoerd kan worden, maar bijvoorbeeld in depots opgeslagen dient te worden. Dit heeft negatieve financiële consequenties voor de waterschappen en overige waterbeheerders. Vanuit de waterbeheerders is er daarom behoefte aan een handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie waaruit blijkt hoe men om dient te gaan met de aanwezigheid van deze stoffen in bagger die vrijkomt bij onderhoudswerkzaamheden. Het voorlopig handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie, zet hierin een eerste stap (zie Bijlage 4 Toepassingsnormen in tijdelijk handelingskader). Dit tijdelijk handelingskader beoogt stagnatie van verzet van grond en bagger op te heffen waarbij onverkort wordt vast gehouden aan het voorkomen van onaanvaardbare risico's voor mens en milieu en verspreiding van PFAS-houdende grond naar onbelaste gebieden wordt tegengegaan.

goed oplosbare stof uitspoelt naar diepere bodemlagen en 200 liter per vierkante meter een zeer grote hoeveelheid is.

[28] Voorheen RIKILT

5.10 Samenvattend

Om een indicatie te krijgen van de betekenis van de gevonden concentraties, zijn deze vergeleken met de beschikbare (voorlopige) risicogrenswaarden. Er zijn voor lucht, oppervlaktewater, zwemwater, drinkwater en voor de meeste toepassingen van grond geen overschrijdingen van de mediane waarden gevonden. Maximale waarden laten soms wel overschrijdingen zien. Het gaat dan vrijwel altijd om concentraties die gemeten zijn dicht bij de productielocaties.

Daar waar het gaat om grondtoepassing voor gevoelige bodemfuncties (natuur en landbouw) en voor grondtoepassing onder grondwaterniveau en in oppervlaktewater, worden wel veel overschrijdingen gevonden. Bij grondverzet met grond en baggerspecie uit deze gebieden moet hier dus rekening mee worden gehouden.

Op basis van de twee moestuinonderzoeken en het onderzoek naar de aanwezigheid van GenX-stoffen in dierlijke voedingsproducten worden voor de mens geen gezondheidsrisico's verwacht door blootstelling via voedsel. Daarbij zijn er voor schapen te weinig gegevens om een uitspraak te kunnen doen en heeft het onderzoek naar vis zich beperkt tot een meting in twee vissen.

6 Beleidsmatige ontwikkelingen en onderzoek

Vanaf 2015 is de aandacht van Nederlandse overheden voor GenX-stoffen groeiende. Op Europees vlak zijn instrumenten binnen het Europese stoffen kader REACH ingezet om de stoffen te reguleren. Nationaal zijn zoals uit hoofdstuk 4 en 5 naar voren komt, onderzoeken gedaan naar de verspreiding en zijn (voorlopige) risicogrenzen voor GenX-stoffen door het RIVM afgeleid. Daarnaast doen de diverse bevoegde gezagen onderzoek naar de aanwezigheid en verspreiding van GenX-stoffen in hun gebied zodat op basis hiervan maatregelen genomen kunnen worden voor de beheersing van risico's. In de loop van 2018 worden geleidelijk aan steeds meer maatregelen genomen en worden de kaders hiervoor steeds verder uitgewerkt.

De betrokken partijen hebben zich inmiddels ook georganiseerd. Er is Regionaal ambtelijk en bestuurlijk overleg met ketenpartners in Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland. Hierbij is ook het rijk vertegenwoordigd. Overkoepelend is er vanuit het rijk overleg ingezet tussen de ketenpartners over GenX en de bredere groep van PFAS-stoffen. Daarnaast is er op het vlak van water en bodem ambtelijk en bestuurlijk overleg. In deze overleggen wisselen de betrokken bevoegde gezagen (ministerie, provincies, gemeenten, omgevingsdiensten, Rijkswaterstaat en waterschappen) informatie uit, bereiden beleid voor en maken afspraken om verder te werken aan de aanpak en monitoring van GenX-stoffen. Hieronder wordt eerst kort ingegaan op ontwikkelingen rond de genomen en te verwachten (bron)maatregelen, vervolgens schetsen we enkele ontwikkelingen rond de risicogrenswaarden en het gebruik hiervan en tot slot wordt kort de inzet rond GenX-stoffen binnen de Europese REACH regelgeving beschreven.

6.1 Bronmaatregelen

Emissiebeheer richt zich met name op de locatie in Dordrecht waar de GenX-technologie wordt toegepast. Zoals eerder vermeld is, is Custom Powders gestopt met het bewerken en/of verwerken van GenX-stoffen[29].
Hieronder komen bronmaatregelen aan de orde die betrekking hebben op Chemours in Dordrecht. Het volgende is of wordt gedaan:

- Terugbrengen van de emissies naar de lucht.
    - Voor FRD-903 en E1 uit de PTFE-faciliteit is in 2017 respectievelijk 410 en 400 kg emissie naar de lucht vergund. Voor de FEP (gefluoreerd ethyleenpropyleen)-productiefaciliteit is dit respectievelijk 40 en 50 kg in 2017[30].
    - Chemours heeft in een persbericht van 10 september 2018 aangegeven de emissie van GenX-stoffen in 2020 met 99% teruggebracht te willen hebben ten opzichte van de emissies in 2017. Een 99% emissiebeperking t.o.v. vergunde emissies betekent dus een maximale emissie van 4,5 kg/jaar voor zowel FRD-903 als E1.
    - DCMR heeft juni 2019 een ontwerpbeschikking voor ambtshalve wijziging van de vergunning van Chemours voor verdere reductie van de emissies van o.a. GenX-stoffen gepubliceerd[31]. Dit gezien de technische en economisch haalbare mogelijkheden voor verdere reductie (McDermott, 2018). De nieuwe

[30] Beschikking Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid, zaaknummer Z-16-314558/VDE, kenmerk D-17-1658300
[31] Ontwerpbeschikking met kenmerk 999998149 9999504004, DCMR, 31 mei 2019, aangekondigd in Brief aan de provinciale staten van Zuid-Holland door de provincie Zuid-Holland, kenmerk PZH-20L9-695603178, 5 juni 2019.

emissiegrenswaarden die DCMR stelt zijn 22,5 kg FRD-903 en 23 kg E1 per jaar vanaf 2020 en 4,5 kg FRD-903 en 25 kg E1 per jaar vanaf 2021.

- Terugbrengen van de indirecte lozing van Chemours naar het oppervlaktewater. De indirecte lozing[32] van Chemours naar het oppervlaktewater is met de vergunning in 2017 ingeperkt van 6.400 kg/j naar 2.035 kg/j. Op basis van toepassing van de voorlopige milieukwaliteitsnorm (MKN) voor oppervlaktewater in de Immissietoets[33], is deze indirecte lozing eind 2018[34] verder teruggebracht naar maximaal 140 kg/j en maximaal 20 kg/j vanaf 2021.
- Vergunning verlening door Rijkswaterstaat aan Chemours van een directe lozing[35]. In april 2019 heeft Rijkswaterstaat een brief aan de Kamer gestuurd met het voornemen om op korte termijn een Waterwet-vergunning te verlenen aan Chemours voor de directe lozing van 5 kg GenX-stoffen per jaar op de Nieuwe Merwede. Het gaat daarbij om de niet-vergunde lozing van GenX-stoffen die op deze wijze gelegaliseerd wordt. Deze lozing bestaat uit GenX-stoffen die vanuit de lucht op het terrein zijn neergeslagen en via afspoelend water vanaf het terrein van Chemours in het oppervlaktewater terechtkomt. Ook moet Chemours voldoen aan de monitoringsregels voor GenX-stoffen in het bedrijfsafvalwater zoals in de vergunning is vastgelegd.
- Naast de emissies naar de lucht en (in)directe lozingen, vormen de afvalstromen een andere bron van de GenX-stoffen. ILT heeft hier onderzoek naar gedaan (ILT, 2018, 2019 in voorbereiding). In de eerste rapportage staat het wettelijke kader en maatregelen die bevoegde gezagen en afvalverwerkers kunnen nemen om beter met de afvalstromen om te gaan (zie bijlage B3.6 voor een korte samenvatting hiervan). Aan deze maatregelen wordt op verschillende plaatsen gewerkt. In vervolgonderzoek van ILT (ILT, 2019 in voorbereiding) wordt aandacht besteed aan de aanwezigheid van GenX-stoffen in afvalstromen - met name afvalwater – die geen directe relatie lijken te hebben met Chemours in Dordrecht.

[32] Een indirecte lozing komt niet direct op het oppervlaktewater uit, maar wordt geloosd via een zuivering van een derde partij, zoals een rioolwaterzuiveringsinstallatie van een waterschap. Een directe lozing komt rechtstreeks van een bedrijf, eventueel na een zuiveringsstap door het lozende bedrijf.
[33] De immissietoets is de laatste stap bij de beoordeling van een lozing, nadat in een eerder stadium de Algemene BeoordelingsMethodiek (ABM) is doorlopen en als de genomen maatregelen om een lozing te beperken kunnen worden aangemerkt als beste beschikbare technieken (BBT). Aan de hand van de immissietoets wordt beoordeeld of een lozing al dan niet acceptabel is vanuit waterkwaliteitsoogpunt (IenM, 2016).
[34] Kennisgeving beschikking Chemours Netherlands B.V., Provinciaal Blad Nr. 7888, 26 oktober 2018. Officiële uitgave van de provincie Zuid-Holland. Op basis van Ontwerpbeschikking DCMR Milieudienst Rijnmond, kenmerk 999984313_9999457142, 12 juli 2018.
[35] Brief van de minister van Infrastructuur en Waterstaat, Tweede Kamer, vergaderjaar 2018-2019, 28 089, nr. 123.

6.2 Beheersing van de emissies in de afvalketen

Bij het grootste deel van de locaties waar metingen aan GenX-stoffen gedaan zijn, was sprake van een verband met de productielocatie van Chemours in Dordrecht. De ILT heeft in beeld gebracht hoe GenX-stoffen via afvalstromen vanuit Chemours door Nederland zijn verspreid (ILT, 2018; zie bijlage 3). Ongeveer 55% van de GenX-stoffen van Chemours worden via afvalstromen afgevoerd naar verwerkers, 40% wordt teruggewonnen in het proces van Chemours en ongeveer 5% wordt geëmitteerd naar de lucht, het oppervlaktewater en komt in producten terecht. De conclusie van ILT is dat voorafgaand aan het onderzoek weinig tot geen aandacht werd besteed aan de aanwezigheid van GenX-stoffen in de afvalstromen. Hierdoor zijn onbedoeld emissies naar het milieu opgetreden. Met name het afvoeren van afvalwater waarvan bij de verwerker onbekend was dat er GenX-stoffen in aanwezig zijn, heeft geleid tot onbedoelde emissies naar het oppervlaktewater. Ook het transport van afvalwater dat met GenX-stoffen verontreinigd is, is een manier waarop GenX-stoffen in het milieu terecht zijn gekomen. Deze vrachtwagens werden niet altijd gereinigd na het vervoer van verontreinigd afvalwater of het spoelwater werd niet op de juiste manier afgevoerd. Tankwagens waarin residuen van GenX-stoffen aanwezig waren, konden zo bij andere transporten op onverwachte locaties voor verontreiniging met GenX-stoffen zorgen.

Om op een verantwoorde wijze afval met de slecht afbreekbare en zeer mobiele (sterk wateroplosbare) GenX-stoffen te kunnen verwerken, dienen afvalverwerkers op de hoogte te zijn van de aanwezigheid van deze stoffen in een afvalstroom. Er wordt gekeken naar de mogelijkheden om regels omtrent het afzetten en accepteren van met GenX-stoffen verontreinigd afval strikter toe te passen en hier ook strikter toezicht op te houden. Dit gerichte toezicht gaat bijvoorbeeld om de verplichting van de ontdoener om de afvalverwerker te informeren over de aanwezigheid van GenX-stoffen en andere (potentieel) zeer zorgwekkende stoffen (ZZS) in het afval. Aan de kant van de accepterende partij kan het gaan om het aanscherpen van de acceptatievoorwaarden bij de afvalverwerker. Hierbij kan vanuit de handhaving o.a. gekeken worden naar de vergunningsvoorwaarden en de manier waarop afvalverwerkers rekening kunnen houden met de (potentiële) ZZS in afvalstoffen die zij accepteren.

6.3 Ontwikkelingen rond risicogrenswaarden en het gebruik hiervan

6.3.1 Risicogrenswaarden en handelingskader PFAS-houdende grond en baggerspecie grond en bagger

Het Ministerie van IenW heeft in juli 2019 een tijdelijk handelingskader voor het toepassen van PFAS-houdende (PFOS, PFOA en/of GenX) grond en bagger op de landbodem en in oppervlaktewater gepubliceerd (IenW, 2019). Onder het tijdelijk handelingsperspectief worden normen voor hergebruik toegevoegd aan de Regeling bodemkwaliteit. Daarnaast bevat het handelingsperspectief adviezen over bijvoorbeeld het meten van PFAS in grond en bagger en het storten op stortplaatsen en in depots. In juli 2019 heeft RIVM in opdracht van het Hoogheemraadschap van Rijnland daarnaast risicogrenzen afgeleid voor hergebruik van grond en bagger op landbouwgrond (Wintersen et al., 2019). Momenteel wordt vanuit IenW verder gewerkt aan een definitief handelingskader voor het toepassen van PFAS-houdende grond en bagger. Dit definitief handelingskader komt naar verwachting in 2020 gereed.

6.3.2 EFSA

In december 2018 heeft EFSA in een opinie voorlopige gezondheidskundige grenswaarden voor de met GenX vergelijkbare stoffen PFOA en PFOS naar beneden bijgesteld ten opzichte van 2008 (EFSA, 2018; EFSA, 2008). EFSA heeft de waarde gesteld op 13 ng PFOS per kg

lichaamsgewicht *per week* en op 6 ng per kg lichaamsgewicht *per week* voor PFOA. De door EFSA voorgestelde gezondheidskundige grenswaarde is vijftien maal strenger dan de gezondheidskundige grenswaarde die in 2016 door het RIVM is afgeleid voor PFOA (Zeilmaker et al., 2016). Deze is gesteld op 12,5 ng PFOA per kg lichaamsgewicht *per dag*[36]. Het RIVM heeft vragen gesteld bij de wetenschappelijke onderbouwing van de nieuw afgeleide waarde door EFSA en houdt voorlopig vast aan de zelf afgeleide gezondheidskundige grenswaarde. Het verschil in wetenschappelijk inzicht tussen EFSA en RIVM ten aanzien van PFOA staat beschreven in het verslag van een expertbijeenkomst die in 2018 heeft plaatsgevonden[37]. Op dit moment werkt EFSA aan een opinie over een groep van PFAS-stoffen[38]. Deze opinie wordt eind 2019 verwacht. RIVM zal deze EFSA opinie beschouwen zodra deze beschikbaar is en bezien of dit consequenties heeft voor de huidige gezondheidskundige grenswaarden van PFOA, PFOS en GenX-stoffen die RIVM hanteert en de daarvan afgeleide risicogrenzen voor verschillende milieucompartimenten.

6.4 Inzet binnen het Europese stoffenbeleid: REACH[39]

Vanuit de Europese verordening (EG) 1907/2006 voor de Registratie, Evaluatie, Autorisatie en restrictie van Chemische stoffen (REACH) zijn en worden instrumenten ingezet vanwege de zorgen om GenX-stoffen. Het gaat daarbij om een Stofevaluatie en een voorstel om GenX-stoffen als Europese zeer zorgwekkende stof (SVHC[40]) aan te merken.

6.4.1 Stofevaluatie

De stofevaluatie in 2017 opgestart door Duitsland en Nederland vanwege emissies van de GenX stof FRD-903 naar de leefomgeving en de onduidelijkheid over mogelijke gezondheidseffecten van deze stof en om meer informatie te verkrijgen over het bioaccumulatie-potentieel van deze stof door binding aan eiwitten. In februari 2019 heeft het Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA) op basis van de nog lopende stofevaluatie een besluit gepubliceerd waarin wordt gevraagd om het verstrekken van extra informatie. Het gaat daarbij om een carcinogeniteitsstudie in muizen (cf. OECD testrichtlijn 451) en een studie waarin de concentratie GenX-stoffen in werknemers van de productielocatie worden gemonitord. De resultaten van de biomonitoringsstudie moeten uiterlijk 1 maart 2021 worden aangeleverd. Voor de carcinogeniteitsstudie is dit 28 november 2022. (ECHA, 2019-1). Echter, tegen die laatste studie heeft Chemours bezwaar aangetekend en het is daarmee nog onduidelijk of die informatie zal worden geleverd en wanneer[41].

6.4.2 SVHC

In maart 2019 heeft Nederland een Annex XV-rapport ingediend bij ECHA voor de GenX stof FRD-903 en al zijn zouten en zuurhalogeniden[42] (ECHA, 2019-2). De zorg in dit dossier was gericht op de hoge persistentie van de stof, de hoge mobiliteit in het milieu (vanwege de hoge wateroplosbaarheid) met daarbij de kans op verspreiding op wereldwijde schaal, de opname in planten en de mogelijke nadelige effecten op de gezondheid van de mens en op het milieu. Ook wordt in het rapport de gelijktijdige blootstelling aan vergelijkbare stoffen benoemd. In juni 2019 werd dit voorstel van Nederland unaniem aangenomen door

[36] Deze waarde is gebaseerd op een acceptabel bloedserumniveau in de mens van 89 µg/L.
[37] https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/news/efsa-contam-3503.pdf
[38] De GenX-stoffen worden hier niet in meegenomen.
[39] Zie ook https://www.rivm.nl/informatieblad-stoffenregelgeving-en-genx
[40] Substance of very high concern – deze zijn op de Kandidaatslijst van zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie van ECHA
[41] Announcement of appeal, case A-007-2019: Contested Decision
Decision of 20 February 2019 on the substance evaluation of ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy) propanoate (the 'Substance'; EC No 700-242-3, CAS No 62037-80-3)
[42] Dit zijn de derivaten van FRD-903 waarbij hydroxylgroepen zijn vervangen door halogenen

het Comité lidstaten (MSC) waardoor ECHA de stof zal opnemen in de Kandidaatslijst van zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie[43].
Hiermee zijn de GenX-stoffen automatisch ook Zeer Zorgwekkende Stoffen (ZZS) in Nederland. Voor deze stoffen geldt een minimalisatieverplichting. Dat betekent dat bedrijven in eerste instantie de lozingen van ZZS moeten voorkomen (zie ook de eerder genoemde bronaanpak in 6.1). Als dat niet haalbaar is, dan moeten de ZZS-lozingen zoveel mogelijk worden beperkt.

43 https://echa.europa.eu/nl/-/four-new-substances-added-to-the-candidate-list

7 Discussie

Het tijdvak waarover de gegevens verzameld zijn laat een beeld zien vanaf het begin van de emissie van GenX-stoffen naar het milieu (2013) tot en met de periode dat steeds meer beperkende maatregelen zijn genomen (2018). Dit rapport geeft hiermee een momentopname en kent verschillende beperkingen. Hieronder komen enkele kanttekeningen bij het onderzoek aan bod.

7.1 Het gepresenteerde beeld

Het hier gepresenteerde beeld is retrospectief opgesteld. Er is gebruik gemaakt van resultaten van metingen die voor het merendeel onafhankelijk van elkaar zijn uitgevoerd met een andere doelstelling dan het opstellen van een landelijk beeld. Daarbij was ook geen sprake afstemming van monstername, meet- en analysemethode of rapportage.

Het beeld van de verspreiding van GenX-stoffen in Nederland is niet landsdekkend. In een aantal provincies zijn veel metingen uitgevoerd – Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland. Deze metingen richten zich met name op de locaties waar met GenX-stoffen wordt en werd gewerkt (productie, verwerking, afvalverwerking) en de nabije omgeving hiervan. In de overige provincies zijn de metingen zeer beperkt, waardoor geen uitspraken gedaan kunnen worden over de aan- of afwezigheid van GenX-stoffen in de milieucompartimenten. Dat GenX-stoffen mogelijk ook elders aangetroffen kunnen worden, laat onderzoek van ILT naar GenX-stoffen in afvalstromen zien (ILT, 2018 en 2019 in voorbereiding). Verder verschilt ook de beschikbaarheid van metingen tussen de verschillende compartimenten. Met name de metingen in lucht en in specifieke voedselproducten zijn beperkt. Om een volledig(er) beeld van GenX-stoffen in Nederland te krijgen, zal er op meer locaties gemeten moeten worden. Initiatieven die ontplooid worden om PFAS-stoffen te meten in Nederland in verschillende compartimenten kunnen hieraan bijdragen.

Momenteel lopen er nog verschillende onderzoeken waarin naar GenX-stoffen gekeken wordt. Gegevens waarvan bekend is dat ze momenteel verzameld zijn/worden en op termijn beschikbaar komen zijn:

- Luchtmetingen op en nabij de productielocatie van Chemours in Dordrecht, DCMR Milieudienst Rijnmond.
- Gehalten in sloten rondom Dordrecht, Waterschap Rivierenland.
- Nader onderzoek afvalstromen van diffuse bronnen, Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT).
- Gegevens uit Noord-Nederland, diverse waterschappen.
- Gehalten in landbouwgrond in de Alblasserwaard.

7.2 Kanttekeningen bij het verzamelen, meten en analyseren van gegevens

Door verschillende organisaties/instanties worden gegevens van GenX metingen verzameld. Er is geen sprake van gestandaardiseerde protocollen waarmee GenX-stoffen door de verschillende organisaties is verzameld, noch van standaardisatie van de monstername en analyses op GenX-stoffen door de laboratoria. Het kan daarom zijn dat op het vlak van monstername en analysemethode verschillen bestaan tussen de bronnen die in deze analyse zijn samengevoegd. Dit kan het verkregen beeld mogelijk hebben beïnvloed.

Het is vervolgens niet vanzelfsprekend, noch eenvoudig om de beschikbare gegevens te verzamelen. De voor de eigen organisatie verzamelde data worden doorgaans verzameld in een format dat binnen de eigen organisatie gebruikelijk is voor eigen doeleinden. Het delen

van deze data met derden (in dit geval het RIVM) kan extra werk betekenen voor de eigenaar van deze gegevens. Hierdoor kost het veel moeite om de gegevens aangeleverd te krijgen en kan het zijn dat gegevens niet of (voor dit onderzoek te) laat worden aangeleverd. Harmonisatie en standaardisatie van de gegevens die worden verzameld en de bijbehorende meet- en analysetechnieken zorgt er niet alleen voor dat de benodigde gegevens eenvoudiger te genereren zijn, maar zorgt ook voor betrouwbaardere en beter te vergelijken gegevens. In de beginperiode zal dit wel investering vergen in termen van het maken van afspraken en overschakelen naar datgene wat is overeengekomen. Toch zullen ook voor individuele organisaties de voordelen uiteindelijk groot zijn: de dataverzameling kan uiteindelijk eenvoudiger, goedkoper en sneller plaatsvinden en de resultaten zullen sneller en meer eenduidig geïnterpreteerd kunnen worden.

7.3 Herkomst van de emissies

De herkomst van GenX-stoffen is in dit onderzoek buiten beeld gebleven. Hoewel er duidelijk hoofdbronnen zijn vanuit de productie en verwerkingslocaties, is het ook mogelijk dat er andere (diffuse) bronnen zijn. Dit kunnen zijn:

- Bedrijfstakken waarin PFAS worden gebruikt waarbij GenX-stoffen mogelijk (als onzuiverheden) voorkomen, zoals:
    - Bedrijven die de stoffen toepassen in papierproducten (zoals pizzadozen en bakpapier).
    - Bedrijven die glij- en smeermiddelen produceren en/of toepassen.
    - Bedrijven die middelen toepassen voor het verkrijgen van gladde oppervlakken, bijv. in elektronica.
- Import en gebruik van producten waarin GenX-stoffen (als onzuiverheden) aanwezig zijn.
- Plaatsen waar afvalstromen uit bedrijfsactiviteiten waar GenX aanwezig is, verwerkt worden.
- Het vervoer van dit afval(water) en mogelijke kruisbesmetting hierbij.

7.4 Risicogrenzen en andere PFAS

De beschikbare risicogrenswaarden die hier gebruikt zijn, zijn veelal voorlopig. Wanneer aanvullende onderzoeksgegevens beschikbaar komen is dat mogelijk aanleiding om de risicogrenzen te herzien. Zo kan de lopende evaluatie van EFSA naar een groep van PFAS-stoffen (zie paragraaf 6.3.2) de discussie over de te hanteren gezondheidskundige grenswaarden voor PFOS en PFOA weer heropenen. Dit kan indirect een effect hebben op de risicogrenzen voor GenX-stoffen. Het geschetste beeld van de vergelijking met risicogrenzen voor GenX-stoffen is om deze reden dan ook indicatief.

Het huidige beeld betreft uitsluitend GenX-stoffen, dit omdat deze stoffen nieuw geïntroduceerd waren en dit aanleiding gaf tot zorg. Er zijn echter meer dan 6000 van deze zogeheten PFAS-stoffen (PFAS) die mogelijk vergelijkbare eigenschappen hebben. Hieronder vallen onder andere de bekende ZZS stoffen PFOA en PFOS. Wanneer er GenX-stoffen geëmitteerd worden, komen er mogelijk ook andere PFAS vrij. Wanneer uitsluitend naar de risico's van GenX-stoffen wordt gekeken, wordt een beperkt beeld verkregen van de eventuele risico's die de groep van PFAS-stoffen gezamenlijk geven. Een benadering waarbij de risico's van het gehele mengsel wordt beschouwd in plaats van elke individuele PFAS, heeft de voorkeur. Het is namelijk de combinatie van de aanwezige PFAS-stoffen die het daadwerkelijke risico bepaalt. Wat de effecten zijn van blootstelling aan een dergelijk mengsel van geperfluoreerde verbindingen, is vaak niet duidelijk, omdat van veel PFAS geen of beperkte toxiciteitsgegevens beschikbaar zijn. We kunnen op dit moment dan ook niet uitsluiten dat blootstelling aan meerdere PFAS-stoffen risico's voor mens of milieu geven.

In Zeilmaker et al. (2018) is een begin gemaakt om de gecombineerde blootstelling aan een mengsel van PFAS in te kunnen schatten[44]. Een andere reden om naar (representatieve stoffen uit) de groep van PFAS te kijken (en niet alleen naar GenX-stoffen) is dat PFAS mogelijke vervangers van elkaar zijn. Het is vanuit gezondheids- en milieuperspectief belangrijk dat voorkomen wordt dat de ene schadelijke PFAS vervangen wordt door een andere uit de groep van PFAS waar ook zorgen over bestaan.

[44] Zeilmaker et al. (2018) maken gebruik van zogeheten relatieve potentiefactoren (RPF). Hierbij wordt de blootstelling aan een mengsel van PFAS op basis van (beperkte) informatie over deze stoffen uitgedrukt in een vergelijkbare hoeveelheid PFOA (PFOA-equivalenten). Een belangrijke voorwaarde bij deze RPF-methode is dat een (beperkte) set aan vergelijkbare toxiciteitsgegevens voor individuele PFAS-verbindingen beschikbaar moet zijn.

8 Conclusies en aanbevelingen

8.1 Conclusies

Vanaf het moment dat GenX-stoffen door Chemours zijn gebruikt als opvolger van PFOA, tot 2019, zijn GenX-stoffen ook in het milieu gevonden. Daarbij worden de stoffen gemeten wanneer de belangrijkste verspreidingsroutes gevolgd worden: in de lucht, via het afvalwater, bij locaties van afvalwaterverwerkers, bij rioolwaterzuiveringsinstallaties en in het oppervlaktewater. Hierbij geldt hoe dichter bij de bron waar GenX-stoffen gebruikt, bewerkt of verwerkt worden, des te hoger de gevonden concentraties zijn.

Het grootste aantal meetresultaten betreft onderzoek aan oppervlaktewater. Daarbij overschrijdt weliswaar de mediane waarde de advieswaarde voor oppervlaktewater niet, maar wordt deze op specifieke locaties wel overschreden. Ook in het drinkwater zijn GenX-stoffen gemeten. Deze blijven echter onder de risicogrenswaarden en vertonen door de jaren een dalende lijn.

Aangezien de behandeling van het afvalwater met GenX-stoffen niet effectief is en deze niet op één locatie verwerkt wordt, is het verspreidingsgebied groot. Eenmaal in het milieu, zijn de GenX-stoffen vrijwel niet meer te verwijderen. Daarbij kan verdere verspreiding ook plaatsvinden via het transport van het afvalwater (ILT, 2019 in voorbereiding). Ook op niet direct voor de hand liggende plaatsen, rond een afvalverwerker die niet direct gerelateerd is aan Chemours, zijn GenX-stoffen gevonden. Dit kan mogelijk wijzen op diffuse bronnen van GenX-stoffen.

We vinden GenX-stoffen ook terug in de routes naar de grond, waterbodem en grondwater. Daarbij is opvallend dat ook in de grond soms hoge concentraties zijn gevonden. Het voorlopige handelingskader PFAS-houdende grond en bagger dat onlangs is verschenen (IenW, 2019), kan helpen om verdere verspreiding via het grondverzet tegen te gaan.

Via de lucht, de grond en het irrigatiewater kunnen de stoffen ook in de voedselketen terecht komen. Er is daarom gekeken naar groente en fruit uit moestuinen die dicht bij de bron (Chemours en Custom Powders) liggen. De concentraties die hierbij gemeten zijn leveren geen gezondheidsrisico's op. De eerste onderzoeken in de dierlijke voedselketen laten zien dat dit ook geldt voor de inname van GenX-stoffen via zuivelproducten, vlees en vis. Als meer gegevens beschikbaar zijn voor dierlijke producten, bijvoorbeeld door extra metingen in vis, zal hier beter inzicht in kunnen worden verkregen.

Bovenstaand beeld is in lijn met wat elders in Europa, de VS en China wordt aangetroffen. Er zijn primaire bronnen, maar mogelijk ook andere diffuse bronnen en de gevonden verspreiding van GenX-stoffen is groot.

Aan de hand van ruim duizend metingen die de bevoegde gezagen verzameld hebben, is dit eerste beeld geschetst. Het beeld is niet landsdekkend. De metingen bestaan voor 90% uitgevoerd op de plekken waar emissies van GenX-stoffen verwacht worden: Zuid-Holland, met de productielocatie van Chemours in Dordrecht, Noord-Brabant, met een locatie waar GenX houdende dispersies werden gedroogd, en Zeeland, waar afvalstromen van de productielocatie werden verwerkt. Hoe de situatie in de rest van Nederland is, is nog onbekend, omdat zoals al herhaaldelijk gezegd is, er doorgaans pas gemeten wordt als er een potentieel probleem verwacht wordt. Pas als ook op andere plaatsen dan de verdachte locaties gemeten wordt, kan een landelijk beeld verkregen worden.

In de afgelopen jaren is steeds meer bekend geworden over de eigenschappen van GenX-stoffen, zij het langzaam. Er zullen steeds meer onderzoeksinzichten komen, zodat risicogrenswaarden beter onderbouwd en/of aangepast zullen worden en risicobeoordelingen met meer zekerheid gedaan kunnen worden. Dit kan leiden tot een ander beeld van de eventuele risico's.
Het hierboven geschetst beeld is daarom voorlopig. Voorlopig, ook omdat het beeld geen rekening houdt met andere (bekende) PFAS-stoffen. Juist omdat andere PFAS-stoffen vergelijkbare eigenschappen hebben, zal een beeld verkregen moeten worden van het geheel aan bekende PFAS-stoffen dat wordt aangetroffen in het milieu. Zeker wanneer de methodiek hiervoor verder is ontwikkeld en er meer kennis komt over stofeigenschappen, kunnen de cumulatieve risico's bepaald worden als gevolg van de combinaties van verschillende PFAS-stoffen die worden aangetroffen.

8.2 Aanbevelingen

Deze paragraaf gaat in op de belangrijkste aanbevelingen die voortvloeien uit ons onderzoek. Hierbij wordt gekeken naar de bredere groep van PFAS-stoffen waar GenX-stoffen onderdeel van zijn en vergelijkbare eigenschappen hebben.

8.2.1 Meten van PFAS

Deze rapportage laat zien dat de beschikbare metingen naar GenX-stoffen zich vooral concentreren op een aantal regio's in Nederland. Voor het verkrijgen van een beter beeld van de huidige verspreiding is het nodig dat ook op andere dan (potentieel) verdachte plaatsen wordt gemeten. Daarbij ligt het voor de hand dat er zoveel mogelijk gebruik gemaakt wordt van bestaande en voorgenomen meet- en of monitoringsprogramma's. Te denken valt aan het meten van opkomende stoffen in water, het meten van PFAS in grond, of metingen in het kader van PFOS (perfluoroctaansulfonaat) problematiek. Bij de metingen is het aan te raden om:

- Meerdere PFAS-stoffen te meten zodat een (representatief) beeld van deze groep van stoffen met vergelijkbare eigenschappen verkregen kan worden. Hiermee kan beter inzicht in de potentiële gecombineerde risico's worden verkregen.
- Verschillende monitoringsprogramma's (in verschillende compartimenten) goed op elkaar af te stemmen en overeenstemming te bereiken over de te meten PFAS-stoffen. Zo ligt het voor de hand GenX-stoffen ook deel te laten uitmaken van het meetprogramma grond dat door het ministerie van IenW is aangekondigd in de brief aan de Tweede Kamer.[45]
- Zorgvuldig te kijken naar de locaties waar metingen uitgevoerd worden, om daarmee mogelijke bronnen van emissies in beeld te krijgen. Het kan bijvoorbeeld zinvol zijn om metingen uit te voeren benedenstrooms van RWZI's die ook industriële effluenten verwerken, te meten bij RWZI's in de nabijheid van plaatsen waarbij in het oppervlaktewater verhoogde concentraties worden gevonden en te meten in de nabijheid van afvalverbrandingsinstallaties.
- Meetgegevens gegevens centraal te (blijven) verzamelen om een vollediger landelijk beeld mogelijk te maken en actueel te houden. Op die manier kan ook nagegaan worden hoe de situatie zich in de tijd ontwikkeld. Het beschikbaar en toegankelijk maken van de actuele gegevens in een systeem – bijvoorbeeld via een systeem als de Atlas Leefomgeving – kan daarbij zinvol zijn. Het verzamelen van beschikbare gegevens is gebaat bij procedures die goed aansluiten bij de praktijk en zo eenvoudig en makkelijk mogelijk gemaakt worden.

[45] https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/07/08/handelingskader-voor-hergebruik-van-pfas-houdende-grond-en-baggerspecie

- De meet- en analysemethoden te standaardiseren. Er zijn verschillende meet- en analysemethoden beschikbaar voor het meten en analyseren in verschillende media. Gevalideerde standaard methoden en protocollen per specifiek medium zorgen voor uniformiteit en vergelijkbaarheid van de gegevens, dat heeft zijn weerslag op de betrouwbaarheid van de metingen. Daarnaast kan standaardisatie mogelijk helpen bij het tegemoet komen aan de groeiende analysevraag door laboratoria.

8.2.2 *Beheersen van PFAS-problematiek*

Verschillende PFAS-stoffen zoals GenX-stoffen kennen een grote verspreiding. Door de hoge wateroplosbaarheid en door de hoge persistentie blijven ze aanwezig in het milieu. Eenmaal in het milieu zijn deze stoffen vrijwel niet te verwijderen. Een bronaanpak waarbij, zoals het ZZS beleid aangeeft, gestreefd wordt naar minimalisatie van emissies, is daarom het meest effectief. Daarbij helpt kennis over mogelijke bronnen van emissies maar ook een handelingskader voor de praktijk, in het geval emissies aangetoond worden. Het tijdelijke handelingskader voor het omgaan met de toepassing van PFAS-houdende grond en baggerspecie is hiervan een voorbeeld. Speciale aandacht moet daarbij gegeven worden aan de afvalstromen, het vervoer en de verwerking hiervan. Het ILT onderzoek laat zien dat in sommige gevallen een wettelijk kader voor deze stoffen ontbreekt, ontoereikend is of niet bekend is bij de betrokken partijen. Bovendien sluit de concentratiegrenswaarde van ZZS in afvalstoffen (0,1% van een aangeboden hoeveelheid, of 1000 mg/kg) niet goed aan bij relatief strikte risicogrenzen (in micro- en nanogrammen) voor o.a. GenX-stoffen die in de diverse milieucompartimenten gelden. Daarbij komt dat hoewel de Europese afvalwetgeving aangeeft dat alle stoffen waarvan bekend is dat ze in het afval aanwezig zijn benoemd moeten worden, dit in de praktijk niet altijd gedaan wordt. Dit brengt het risico van onbedoelde emissies naar het milieu met zich mee. Om de emissies in de hele keten te minimaliseren zou ook de grens voor PFAS-stoffen in een afvalstof naar beneden moeten worden bijgesteld en zou het bewust omgaan met deze stoffen in de hele keten vergroot moeten worden.

Meer informatie over de aanwezigheid en verspreiding van GenX en andere PFAS-stoffen geeft ook meer duidelijkheid over gedrag en mogelijke risico's van deze stoffen in het milieu. Deze informatie kan gebruikt worden bij het afleiden of van risicogrenswaarden of het verbeteren hiervan.

Producenten en importeurs die chemische stoffen in de handel brengen, hebben vanuit Europese regelgeving (REACH) de verplichting om informatie over de stofeigenschappen en het gebruik te verzamelen en aan te leveren bij het Europees Chemicaliënagentschap (ECHA). Bedrijven moeten aantonen dat de stof van het begin van de toeleveringsketen (productie en import) tot de eindgebruiker veilig kan worden gebruikt en dienen gebruikers te informeren hoe zij dit kunnen doen. In sommige gevallen blijkt in de praktijk dat er toch onvoldoende informatie is over de mogelijke gevaarseigenschappen of risico's van een stof. In dat geval kan ECHA een stofevaluatie starten waarbij het bedrijf om extra informatie wordt gevraagd om meer inzicht te krijgen. Dit is gedaan in het geval van GenX-stoffen. Een dergelijk proces kan echter jaren in beslag nemen. In de tussentijd kunnen emissies naar het milieu plaatsvinden. Het efficiënter maken en versnellen van processen om extra informatie te verkrijgen, zoals de Stofevaluatie, en stringentere eisen aan de informatie die bedrijven moeten aanleveren om veilig gebruik aan te tonen, is belangrijk om risico's tijdig en beter te kunnen inschatten en deze waar nodig te beheersen.

Via nationaal beleid kan ook tot beperking van de uitstoot worden gekomen. Als blijkt dat een stof een zeer zorgwekkende stof (ZZS) is, is via het Activiteitenbesluit de bronaanpak, minimalisatieverplichting (van emissies) en het (continu) verbeteren van het proces om emissies te voorkomen of te beperken van toepassing. Ook dat traject neemt tijd in beslag

omdat bij een vergunningsaanvraag het bevoegd gezag moet bepalen of de inspanning die een bedrijf doet om emissies te voorkomen of te beperken voldoende is.
Eén van de mogelijkheden om dit proces te verbeteren is gelegen in het verder verbeteren van de informatieplicht van bedrijven. Er zou bijvoorbeeld gekeken kunnen worden naar stringentere eisen aan de aan te leveren informatie over de gevaarseigenschappen van een stof en de maatregelen om emissies van die stof te reduceren voordat een vergunning wordt afgegeven. Er kan ook onderzocht worden hoe het proces waarlangs additionele informatie verkregen kan worden efficiënter en effectiever gemaakt kan worden. Met de invoering van de lijst van potentiële ZZS hebben vergunningsverleners inmiddels een instrument beschikbaar om vanuit het voorzorgsprincipe de emissie van stoffen die mogelijk schadelijk zijn te beperken door aanscherping van de vergunningen van bedrijven. Ook het beschikbaar komen van nieuwe informatie vanuit andere bronnen over gevaarseigenschappen van een (groep van) stoffen kan een reden zijn om emissievergunningen te herzien, bijvoorbeeld op het moment dat nieuwe informatie aanleiding geeft om risicogrenzen aan te scherpen.

Een ander mogelijk verbeterpunt is de stof-voor-stofbenadering. Deze benadering is niet altijd efficiënt en kan zorgen voor een onvolledig beeld van de eventuele risico's, omdat mens en milieu aan een breder scala van vergelijkbare stoffen worden blootgesteld. Wanneer elk van deze PFAS-stoffen aan een individuele grenswaarde wordt getoetst in plaats van dat er naar het mengsel aan PFAS wordt gekeken, kunnen risico's onderschat worden. Daarom is het van belang om naar groepsgewijze benadering van deze stoffen gaan, te meer omdat substitutie kan plaatsvinden van de ene PFAS-stof met een andere PFAS-stof. Voorkomen dat de ene schadelijke PFAS wordt vervangen door een andere schadelijke PFAS zou dan ook een uitgangspunt moeten zijn. RIVM heeft in 2018 een aanzet gemaakt om de blootstelling van meerdere PFAS gezamenlijk te kunnen beschouwen (Zeilmaker et al., 2018). Dit kan gebruikt gaan worden om potentiële risico's van blootstelling aan PFAS-mengsels in te schatten. EFSA werkt op dit moment aan de beoordeling van de risico's van een groep van verschillende PFAS en ECHA heeft een PFAS task force waarbij ECHA, de lidstaten en de Commissie samenwerken in het identificeren van PFAS die in aanmerking komen voor opname op de kandidaatslijst van zeer zorgwekkende stoffen voor autorisatie (ECHA, 2019-3). Het verdient de aanbeveling om dit meer systematisch te doen en daarbij ook te kijken naar blootstelling aan meerdere PFAS tegelijk. Daarbij is het dan ook aan te raden om naar de blootstelling aan deze groep van stoffen vanuit verschillende routes te kijken.

Referenties

Beekman, M., P. Zweers, A. Muller, W. de Vries, P. Janssen, M. Zeilmaker, 2016. Evaluation of substances used in the GenX technology by Chemours, Dordrecht. RIVM briefrapport 2016-0174.

Bentum, E. van, T. Pancras, H. Slenders, B. van der Enden, 2017. Luchtdepositie onderzoek PFOA en HFPO-DA (GenX) Dordrecht en omgeving - Onderzoek naar de invloed van luchtemissies op de kwaliteit van grond en grondwater. Rapport Expertisecentrum PFAS, kenmerk ECP 012017 / 20DDT221-1.17, mei 2017.

Bentum, E. van, T. Pancras, H. Slenders, P. van der Linden, 2018. Verkennend onderzoek naar PFOA en GenX in het milieu in Helmond - Onderzoek naar het voorkomen van PFAS in grond, grondwater, waterbodem en oppervlaktewater. Rapport C05044.000267.0200/083692045, Expertisecentrum PFAS.

Boer, W.J. de, P.W.Goedhart, A. Hart, M.C. Kennedy, J. Kruisselbrink, H. Owen, W. Roelofs, H. van der Voet, (2016). MCRA 8.2 a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. Reference Manual. December 2016. Biometris, Wageningen UR, Food and Environmmental Research Agency (Fera) and National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Wageningen, Bilthoven, The Netherlands and York, UK. Geciteerd in: Boon et al., 2019.

Boon, P.E., M.J. Zeilmaker, M.J.B., Mengelers, 2019. Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Helmond. RIVM rapport 2019-0024.

Brandsma, S.H., J.C. Koekkoek, M.J.M. van Velzen, J. de Boer, 2019. The PFOA substitute GenX detected in the environment near a fluoropolymer manufacturing plant in the Netherlands. Chemosphere, 220, p. 493-500.

BuRO, 2019. Advice on PFOA and GenX in food. Office for Risk Assessment & Research, Reference NVWA/BuRO/2019/4294, 16 juli 2019. Beschikbaar online: https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/overige-voedselveiligheid/risicobeoordelingen/advies-van-buro-over-de-chemische-stoffen-pfoa-en-genx-in-voedsel

Chemours, 2018-1. Persbericht Chemours: Chemours neemt belangrijke stappen om uitstoot te minimaliseren. Dordrecht, 10 september 2018.

Chemours, 2018-2. An Introduction to Chemours™ Fluoropolymers - Teflon™ PTFE, PFA, FEP Fluoropolymers, Tefzel™ ETFE Fluoropolymer, Zonyl™ PTFE Fluoroadditive. Nr. C-11311 (4/18).

Ebnesajjad, S., 2011. Introduction to fluoropolymers. Chapter 4 in: Applied Plastics Engineering Handbook, 1st Edition (ed. M. Kutz), Elsevier, p. 49-60.

EC, 2018. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No. 27. Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards. Updated version 2018. Brussels, Belgium. European Commission.

ECHA, 2019-1. Decision on substance evaluation for ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoate, Helsinki, 20 February 2019. https://echa.europa.eu/documents/10162

ECHA, 2019-2. Annex XV report – Proposal for identification of a substance of very high concern on the basis of the criteria set out in REACH article 57 - Substance Name(s): 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid, its salts and its acyl halides (covering any of their individual isomers and combinations thereof). Submitted by The Netherlands, March 2019.

ECHA, 2019-3. Mapping the chemical universe to address substances of concern - Integrated Regulatory Strategy. ECHA Annual Report, April 2019.

EFSA, 2008. Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA Journal 653, p. 1-131.

EFSA, 2018. Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. Adopted on March 18, 2018. Eerste publicatie: 13 december 2018.

Europese Commissie, 2017. Verordening (EU) 2017/1000 van de Commissie van 13 juni 2017 tot wijziging van bijlage XVII bij Verordening (EG) nr. 1907/2006 van het Europees Parlement en de Raad inzake de registratie en beoordeling van en de autorisatie en beperkingen ten aanzien van chemische stoffen (REACH) wat betreft perfluoroctaanzuur (PFOA), zouten daarvan en aanverwante stoffen.

FO, 2019-1. Risk assessment of GenX and PFOA in food. Part 1: Toxicity of GenX and PFOA and intake through contaminated food of animal origin. Front Office Food and Product Safety (FO), RIVM and WFSR, Bilthoven and Wageningen. Beschikbaar online: https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/overige-voedselveiligheid/risicobeoordelingen/bijlage-bij-buro-advies-over-chemische-stoffen-pfoa-en-genx-in-voedsel---risk-assessment-rivm-and-rikilt.

FO, 2019-2. Risk assessment of GenX and PFOA in food. Part 2: Toxicity of GenX and PFOA and intake through contaminated food of animal origin. Front Office Food and Product Safety (FO), RIVM and WFSR, Bilthoven and Wageningen. Beschikbaar online: https://www.nvwa.nl/documenten/consument/eten-drinken-roken/overige-voedselveiligheid/risicobeoordelingen/bijlage-bij-buro-advies-over-chemische-stoffen-pfoa-en-genx-in-voedsel---risk-assessment-rivm-and-rikilt-part-2

Francken, S. (2018) Verkennend bodemonderzoek PFOA en GenX betreffende locatie Land van Matena, delllocatie C, D en E Papendrecht. Tritium Advies BV. 1709/126/SF-02 versie A.

FTM, 2015. Hoe DuPont met teflon een ongekende milieuramp veroorzaakte. Ook in Nederland?. Follow the Money, 10 september 2015. Zie: https://www.ftm.nl/artikelen/hoe-dupont-met-teflon-een-ongekende-milieuramp-veroorzaakte

Gebbink ,W.A., L. van Asseldonk, S. van Leeuwen, 2017. Presence of emerging per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in river and drinking water near a fluorochemical production plant in the Netherlands. Environmental Science & Technology 51, p. 11057-11065.

Gemeente Dordrecht, 2019. Beantwoorden artikel 40-vragen inzake het moeten terughalen van GenX-afval uit Italië door Chemours. Kenmerk InProces BBV: 2019-0021198.

Heydebreck, F., 2017. Per- and Polyfluoroalkyl Substances in the Environment - Shifting toward Fluorinated Alternatives? PhD-thesis, Universität Hamburg, 03 mei 2017.

Heydebreck, F., J. Tang, Z. Xie, R. Ebinghaus, 2015. Alternative and Legacy Perfluoroalkyl Substances: Differences between European and Chinese River/Estuary Systems. Environmental Science and Technology 49 (14), p. 8386-8395. Inclusief: Heydebreck, F., J. Tang, Z. Xie, R. Ebinghaus, 2015. Correction to Alternative and Legacy Perfluoroalkyl Substances: Differences between European and Chinese River/Estuary Systems. Environmental Science and Technology 49 (24), p. 14742-14743.

IenW, 2016. Handboek Immissietoets 2016. Rapport Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 16 maart 2016.

IenW, 2019. Tijdelijk handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie. Bijlage bij Kamerbrief Handelingskader voor hergebruik van PFAS-houdende grond en baggerspecie, 8 juli 2019. Kenmerk IENW/BSK-2019/131399.

ILT, 2018. Afvalstromen van Chemours - Onderzoek naar GenX-emissies bij de afvalverwerking. Rapport Inspectie Leefomgeving en Transport, 15 mei 2018.

ILT, 2019. Vervolgonderzoek afvalstromen Chemours - Beschrijving van de afvalsituatie van Chemours en onderzoek naar verspreiding in de keten van FRD (GenX-stoffen). ILT rapport, in voorbereiding.

Janssen, P., 2016. Derivation of a lifetime drinking-water guideline for 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid (FRD-903). RIVM-advies, 17 november 2016 aan Ministerie van IenW. Project nummer M/300007/16/PF. Revised version, bijlage bij brief 0148/2016/M&V/EvS/AV.

Lackin, J., A. Alphenaar, K. Hage, 2018. Analyse van een handelingsperspectief voor bodembeheer. Rapport Expertisecentrum PFAS, DDT219-1/18-008.251.

Lang, J.R., B.M. Allred, J.A. Field, J.W. Lewis, M.A. Barlaz, 2017. National Estimate of Per- and Polyfluoroalkyl Substance (PFAS) Release to U.S. Municipal Landfill Leachate. Environmental Science and Technology, 51 (4), p. 2197-2205.

Lathouwers, F., I. Cichy, 2018. Verspreidingsberekening FRD-903, Custom Powders Helmond. Rapport Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant i.o.v. gemeente Helmond, 7 maart 2018.

Lijzen, J.P.A., P.N.H. Wassenaar, C.E. Smit, C.J.A.M. Posthuma, E. Brand, F.A. Swartjes, E.M.J. Verbruggen, J.F.M. Versteegh, 2018-1. Risicogrenzen PFOA voor grond en grondwater - Uitwerking voor generiek en gebiedsspecifiek beleid (herziene versie). RIVM Briefrapport 2018-0060.

Lijzen, J.P.A., P.N.H. Wassenaar, C.E. Smit, C.J.A.M. Posthuma, E. Brand, F.A. Swartjes, E.M.J. Verbruggen, J.F.M. Versteegh, 2018-2. Risicogrenzen PFOA voor grond en grondwater - Uitwerking voor generiek en gebiedsspecifiek beleid (herziene versie). RIVM-rapport 2018-0060.

McDermott, 2018. Integrale Emissiebeheersing – Techno-economische studie voor de potentiële reductie van emissie van fluoro-componenten. Documentnummer Chemours Dordrecht 2018 – 22220527, CB&I projectnr. 236014, 14 december 2018.

Mengelers, M.J.B., J.D. te Biesebeek, M. Schipper, W. Slob, P.E. Boon, 2018. Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Dordrecht, Papendrecht en Sliedrecht. RIVM Briefrapport 2018-0017.

Muller, A., E. Smit, 2019. Advies Risicogrenzen voor PFAS in zwemwater en vis. RIVM advies, E/124031/01/AA, opdracht 5010718.

NEN, 2012. NEN 7777+C1 (nl) Nederlandse norm - Milieu en voedingsmiddelen - Prestatiekenmerken van meetmethoden. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

Pan, Y., H. Zhang, Q. Cui, N. Sheng, L.W.Y. Yeung, Y. Sun, Y. Guo, J. Dai, 2018. Worldwide Distribution of Novel Perfluoroether Carboxylic and Sulfonic Acids in Surface Water. Environmental Science and Technology 52(14), p. 7621-7629.

PSZH, 2019. Chemours moet tonnen GenX-afval terughalen uit Italië na Milieuschandaal. Antwoord van Gedeputeerde Staten op vragen van B.K. Potjer (GroenLinks), d.d. 13 februari 2019. Nummer 3479.

RHDV, 2018-1. Westdijk Bunschoten/Spakenburg:Toepassing TGG – Aanvullend onderzoek: verificatie aanwezigheid GenX en PFAS (PFC). Rapport Royal HaskoningDHV, i.o.v. Waterschap Vallei en Veluwe, nr. T&PBD9964R001F1.0, 23 mei 2018.

RHDHV, 2018-2. Westdijk Bunschoten/Spakenburg: Toepassing TGG - Vervolg op het aanvullend onderzoek: verificatie aanwezigheid GenX en PFAS (PFC). Rapport Royal HaskoningDHV, i.o.v. Waterschap Vallei en Veluwe, nr. T&PBD9964R001F1.0, 3 juli 2018.

RIVM, 2018-1. Memo advies voor beoordeling GenX in oppervlaktewater. Bijlage bij Kamerbrief over advieswaarde GenX in oppervlaktewater. IENW/BSK-2018/100600. https://www.rijksoverheid.nl/documenten/brieven/2018/05/15/bijlage-1-rivm-advies-beoordeling-genx-in-oppervlaktewater

RIVM, 2018-2. GenX en PFOA in grond en irrigatiewater in moestuinen rondom DuPont Chemours – Fase twee van het 'Moestuinonderzoek'. Bijlage bij RIVM-brief 132/2018 M&V/EVS/RVP, 17 september 2018.

Roelandse, A., H. Timmer, 2017. Het effect van de industriële lozing van Chemours op de aanwezigheid van FRD-903 in oevergrondwater. Rapport Oasen drinkwater, 01 mei 2017.

Rutgers, M., E. Brand, P.J.C.M. Janssen, M. Marinković, J.J.A. Muller, A.G. Oomen, P.F. Otte, F.A. Swartjes, E.M.J. Verbruggen, J.E.E. Ng-A-Tham, 2019. Risicogrenzen voor HFPO-DA (GenX) voor grond en grondwater. RIVM-rapport 2019-0027.

RWS, 2017. Rivierkundig Beoordelingskader voor ingrepen in de Grote Rivieren, versie 4.0. Rapport Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving, 23 januari 2017.

RWS, 2018. Handreiking Risicoanalyse ZZS in afvalstoffen voor bedrijven en bevoegde gezagen – achtergrond bij LAP3/B.14. Rapport Rijkswaterstaat, 2018.

Smit, E., 2017. Onderzoek naar indicatieve waterkwaliteitsnormen voor stoffen in de GenX-technologie. RIVM briefrapport 2017-0045.

Smit, E., A. Versteegh, 2017. PFOA en GenX: van de regen in de drup? H2O-online, 21 november 2017.

SNW, 2019. Eigenschappen RWZI Dordrecht; op website Stichting Nederlandse Watersector: https://www.watersector.nl/rwzi/5/rwzi. Benaderd op 1 maart 2019.

Tritium, 2018-1. Briefrapportage onderzoek oppervlaktewater nabij volkstuinen Papendrecht. Briefrapport 1807/122/CV-01, 24 augustus 2018.

Tritium, 2018-2. Bodem- en gewasonderzoek moestuin Sluisdijk te Helmond. Rapport 1807/098/SR-01, versie 0, 10 december 2018.

US-EPA, 2018. Technical Fact Sheet: Draft Toxicity Assessments for GenX Chemicals and PFBS. Factsheet, November 2018.

Versteegh, A., 2017. Risicoschatting FRD-903 in drinkwater in het voorzieningsgebied van drie oevergrondwaterproductielocaties. RIVM, BIJLAGE 1 bij brief 097/2017/M&V/EvS/AV aan IenM.

Versteegh, J.F.M., P. de Voogt, 2017. Risicoduiding en vóórkomen van FRD-903 in drinkwater en drinkwaterbronnen bij een selectie van drinkwaterwinningen in Nederland. RIVM Briefrapport 2017-0175.

Wiel, H.J., van de, M.A.F.P. van Rooij, H. Janssens, 1994. Prestatiekenmerken voor meetmethoden. Termen, definities en testprocedures ten behoeve van het Actieprogramma Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden. RIVM rapport 219101004.

Wintersen, A., P. 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. RIVM memo 067/2019 DMG/BL/AW, 4 maart 2019.

Wintersen, A., Römkens, P., Rietra, R., Zeilmaker, M., Bokkers, B., Swartjes, F., 2019. Risicogrenzen voor het toepassen van PFAS-houdende grond en bagger voor akkerbouw en veeteelt. RIVM Briefrapport 2019-0068.

WVV, 2018. Waterschap Vallei en Veluwe wil TGG Westdijk Bunschoten-Spakenburg ontgraven. Persbericht Waterschap Vallei en Veluwe, 24 mei 2018.

Zeilmaker, M.J., P. Janssen, A. Versteegh, A. van Pul, W. de Vries, B. Bokkers, S. Wuijts, A. Oomen, J. Herremans, 2016. Risicoschatting emissie PFOA voor omwonenden. Locatie: DuPont/Chemours, Dordrecht, Nederland. RIVM Rapport 2016-0049.

Zeilmaker, M.J., S. Fragki, E.M.J. Verbruggen, B.G.H. Bokkers, J.P.A. Lijzen, 2018. Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach. RIVM-rapport 2018-0070.

Bijlage 1 Eigenschappen GenX-stoffen

In een waterig milieu zullen FRD-903 en FRD-902 afhankelijk van de zuurgraad van het water voorkomen als negatief geladen ion, of als neutraal molecuul, waarbij andere positief geladen ionen (waterstof, ammonium, natrium) worden aangetrokken door het anion. Ionen laten zich in het algemeen slecht extraheren. Door tijdens de analyses de monsters aan te zuren wordt het chemische evenwicht geforceerd naar de neutrale vorm zodat alle HFPO-DA na extractie met organische oplosmiddelen kan worden geanalyseerd. De monitoringresultaten noemen als stofnaam daarom vrijwel altijd HFPO-DA, dat dus de som is van FRD903 en FRD-902.

Figuur 34 HFPO-DA anion wordt na aanzuring een neutraal molecuul.

FRD-903
Nederlandse naam: 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy) propaanzuur
IUPAC-naamgeving: 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid, perfluoro-2-methyl-3-oxahexanoic acid
Synoniemen: C3-dimer, HFPO-DA
CAS-nummer: 13252-13-6
EC-nummer: 236-236-8
Structuur: $C_6HF_{11}O_3$
REACH-registratie: nee

Tabel B1-1 Fysisch-chemische eigenschappen FRD-903

Parameter	Waarde
Vorm van de stof	heldere kleurloze vloeistof bij 23°C en 749 mmHg (=99,86 kPa) (98% zuiver)
Dampdruk	306 ± 13,7 Pa bij 20°C (vloeistof; 98% zuiver; 0,61% water; 8,3 ppm PFOA)
	100-300 Pa (vloeistof; 98% zuiver)
Wateroplosbaarheid	>756 ± 11,8 g/L bij 20°C (98% zuiver; 0,61% water; 8,3 ppm PFOA)
Oppervlakte-spanning	59,4 mN/m bij 23ºC (vloeistof; 98% zuiver)
Partitiecoëfficiënt n-octanol/water (log Kow; log Dow)	Er is gerekend met een log Dow van 2,58
Smeltpunt/ vriespunt	<-40°C (vloeistof; 98% zuiver)
Kookpunt	159°C (vloeistof; 98% zuiver)
	60 °C (10 mm Hg)
	85°C (vloeistof; 99,6% zuiver)
Zelfontbrandings-temperatuur	616°C
Viscositeit	4,39 mm2/s (cSt)
Dissociatieconstante	pKa: 2,84 at 20±1°C (vloeistof; 98% zuiver; 0,61% water; 8,3 ppm PFOA)
Dichtheid	1690 g/L at 22°C (vloeistof; 98% zuiver)
	1185 g/L

Uit: Rutgers et al., 2019

FRD-903 heeft geen geharmoniseerde classificatie vanuit de CLP-verordening, maar heeft wel 85 zelfclassificaties voor de gevaarseigenschappen (C&L inventaris ECHA, februari 2019):

Tabel B1-2 Gevaarsindeling FRD-903

Gevaarscategorie	Gevaarscode	Gevaarszin	Aantal notificaties
Acute tox. 4	H302	Schadelijk bij inslikken	52
Skin corr. 1C	H314	Veroorzaakt ernstige brandwonden	
Eye dam. 1	H318	Veroorzaakt ernstig oogletsel	
STOT SE 3	H335	Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken	
Niet ingedeeld	-		30
	H314	Veroorzaakt ernstige brandwonden	2
Skin Corr. 1B	H314	Veroorzaakt ernstige brandwonden	1

FRD-902
Nederlandse naam: ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)-propanoaat
IUPAC-naamgeving: ammonium 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)-propanoate
Synoniemen: C3-dimer salt
CAS-nummer: 62037-80-3
EC-nummer: 700-242-3
Structuur: $C_6H_4NF_{11}O_3$
REACH-registratie: ja, 10-100 ton per jaar

Tabel B1-3 Fysisch-chemische eigenschappen FRD-902.

Parameter	Waarde
Vorm van de stof	vaste poeder bij 23°C (99.4% zuiver)
	heldere kleurloze vloeistof bij 21°C. Vorm zoals op de markt gebracht (86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Dampdruk	0,0117 ± 0,000115 Pa bij 20°C (vaste stof; 99,4% zuiver)
	2910 ± 20,8 Pa bij 20°C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Wateroplosbaarheid	1000 g/L bij 20°C (vaste stof; 99,4% zuiver)
	>739 ± 13,0 g/L bij 20°C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA) Geinterpreteerd door de registrant als oneindig oplosbaar in het studierapport en als >1000 g/L op de ECHA website
	>200 g/L
	207 mg/L bij 10°C (vloeistof; 82,6% zuiver)
	218 mg/L bij 10 °C (vloeistof; 82,6% zuiver)
Oppervlakte-spanning	66,3 mN/m bij 23ºC (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Partitiecoëfficiënt n-octanol/water (log Kow; log Dow)	Studie onuitvoerbaar door de oppervlakte activiteit van de stof. Registrant schat bij milieurelevante pH de log Dow (distributie coëfficiënt) voor de geioniseerde vorm op 2,58.
Smeltpunt/ vriespunt	208°C (vaste stof; 99,4 % zuiver)
	-21°C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7 ppm PFOA)
Kookpunt	108°C (vloeistof; 86% zuiver; onzuiverheden: 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Zelfontbrandings-temperatuur	geen zelfontbranding tot 225°C (vaste stof; 99,4 % zuiver)
	geen zelfontbranding tot 616 °C (vloeistof; 86% zuiver)
	geen na verhitting tot koken (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Viscositeit	29,30 mPa/s (dynamic) (Liquid for the substance as put on the market; 86% pure)
	18,67 mm2/s (cSt) bij 22 °C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)

Parameter	Waarde
Granulometrie	76% van de deeltjes: >105 µm 24% van de deeltjes: <105 µm (vaste stof; 99,4 % zuiver)
Dissociatieconstante	pKa: 3,82 bij 20±1°C pKb: 8,10 bij 20±1°C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Dichtheid	bulk dichtheid: 1118 g/L bij 23ºC (vaste stof; 99,4 % zuiver)
	relatieve dichtheid: 1569 g/L bij 21°C (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7 ppm PFOA)

Uit: Rutgers et al., 2019

FRD-902 heeft geen geharmoniseerde classificatie vanuit de CLP-verordening, maar heeft wel 17 zelfclassificaties voor de gevaarseigenschappen (C&L inventaris, ECHA, februari 2019):

Tabel B1-4 Gevaarsindeling FRD-902

Gevaarscategorie	Gevaarscode	Gevaarszin	Aantal notificaties
Acute Tox. 4	H302	Schadelijk bij inslikken	13
Eye Dam. 1	H318	Veroorzaakt ernstig oogletsel	
STOT RE 2	H373	Kan schade aan bloed veroorzaken bij langdurige of herhaalde blootstelling	
Acute Tox. 4	H302	Schadelijk bij inslikken	2
Eye Dam. 1	H318	Veroorzaakt ernstig oogletsel	
STOT RE 2	H373 (liver, blood)	Kan schade aan lever en bloed veroorzaken bij langdurige of herhaalde blootstelling	
Acute Tox. 4	H302	Schadelijk bij inslikken	1
Eye Dam. 1	H318	Veroorzaakt ernstig oogletsel	
STOT RE 2	H373 (liver, blood)	Kan schade aan lever en bloed veroorzaken bij langdurige of herhaalde blootstelling	
Acute Tox. 4	H302	Schadelijk bij inslikken	1
Acute Tox. 4	H312	Schadelijk bij contact met de huid	
Eye Dam. 1	H318	Veroorzaakt ernstig oogletsel	
Acute Tox. 4	H332	Schadelijk bij inademing	
STOT RE 2	H373	Kan schade aan bloed veroorzaken bij langdurige of herhaalde blootstelling via orale inname of inhalatie	

E1
Nederlandse naam: heptafluoropropyl 1,2,2,2-tetrafluoroethyl ether
IUPAC-naamgeving: idem
CAS-nummer: 3330-15-2
EC-nummer: 671-353-1
Structuur: $C_5HF_{11}O$
REACH-registratie: nee

Tabel B1-5 Fysisch-chemische eigenschappen E1

Vorm van de stof	heldere kleurloze vloeistof
Dampdruk	30 kPa
Wateroplosbaarheid	7 mg/L
Oppervlaktespanning	66,3 mN/m bij 23ºC (vloeistof; 86% zuiver; 14,58% water, 7,0 ppm PFOA)
Partitiecoëfficiënt n-octanol/water (log Pow)	3.83±0.04
Smeltpunt/ vriespunt	-54,9°C
Kookpunt	40,6-49°C
Vloeipunt	-155°C
Viscositeit	0,5 cp
Henry's constante	$5.54 \cdot 10^2$ Pa•m^3/mol
Dichtheid (relatieve dichtheid)	1,54 g/ml (1,59)

Uit: Beekman et al., 2016

E1 heeft geen geharmoniseerde classificatie vanuit de CLP-verordening, maar heeft wel 3 zelfclassificaties voor de gevaarseigenschappen (C&L inventaris, ECHA, februari 2019):

Tabel B1-6 Gevaarsindeling E1

Gevaarscategorie	Gevaarscode	Gevaarszin	Aantal notificaties
Skin Irrit. 2	H315	Veroorzaakt huidirritatie	2
Eye Irrit. 2	H319	Veroorzaakt ernstige oogirritatie	
STOT SE 3	H335 (lungs, inhalation)	Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken	
Skin Irrit. 2	H315	Veroorzaakt huidirritatie	1
Eye Irrit. 2	H319	Veroorzaakt ernstige oogirritatie	
STOT SE 3	H335 (not specified)	Kan irritatie van de luchtwegen veroorzaken	

Bijlage 2 Aantal metingen in compartimenten per provincie en plaats

Tabel B2-1 Aantallen metingen in RWZI-influenten en afvalwater (incl. riolen en AWZI-effluenten) per provincie en gemeente

Locatie en compartiment	2017	2018	Totaal
Noord-Brabant	**58**	**108**	**166**
Afvalwater	**17**	**42**	**59**
Deurne	1		1
Gemert-Bakel	1		1
Helmond	14	23	37
Laarbeek	1		1
Moerdijk		19	19
Riool	**28**	**48**	**76**
Bergen op Zoom		1	1
Eindhoven	2		2
Etten-Leur		1	1
Geldrop-Mierlo	2		2
Gemert-Bakel	1	1	2
Helmond	13	19	32
Laarbeek	7	9	16
Moerdijk		1	1
Nuenen		5	5
Roosendaal		1	1
Son en Breugel	1	9	10
Valkenswaard	1		1
Waalre	1		1
Woensdrecht		1	1
RWZI influent	**13**	**18**	**31**
Breda	1		1
Den Bosch	2		2
Eindhoven	3	17	20
Gilze-Rijen	1		1
Kaatsheuvel	1		1
Laarbeek	2	1	3
Oosterhout	1		1
Reimerswaal	1		1
Waalwijk	1		1
Overijssel		**11**	**11**

Locatie en compartiment	2017	2018	Totaal
Afvalwater		**11**	**11**
Almelo		7	7
Onbekend		4	4
Zeeland	**1**	**63**	**64**
Afvalwater	**1**	**53**	**54**
Middelburg		2	2
Terneuzen	1	51	52
RWZI influent		**10**	**10**
Terneuzen		10	10
Zuid-Holland	**63**	**8**	**71**
Afvalwater	**41**	**8**	**49**
Dordrecht	41	2	43
Groot-Ammers		6	6
AWZI effluent	**11**		**11**
Dordrecht	11		11
RWZI influent	**11**		**11**
Dordrecht	11		11

Tabel B2-2 Aantallen metingen in RWZI-effluenten per provincie en RWZI

Provincie en RWZI	2017	2018	Totaal
Gelderland	**2**		**2**
RWZI Nieuwgraaf	2		2
Limburg		**4**	**4**
RWZI Weert		4	4
Noord-Brabant	**36**	**31**	**67**
RWZI Aarle Rixtel	4	9	13
RWZI Asten	3		3
RWZI Bath	5	10	15
RWZI Biest-Houtakker	1		1
RWZI Boxtel	1		1
RWZI Den Bosch	1		1
RWZI Dinther	1		1
RWZI Dongemond	1		1
RWZI Eindhoven	5	12	17
RWZI Haaren	1		1
RWZI Hapert	1		1
RWZI Kaatsheuvel	1		1

Provincie en RWZI	2017	2018	Totaal
RWZI Land van Cuijk	2		2
RWZI Nieuwveer	1		1
RWZI Oijen	1		1
RWZI Rijen	1		1
RWZI Soerendonk	2		2
RWZI St. Oedenrode	1		1
RWZI Tilburg-Noord	1		1
RWZI Vinkel	1		1
RWZI Waalwijk	1		1
Overijssel		**4**	**4**
RWZI Almelo-Sumpel		2	2
RWZI Nijverdal		2	2
Utrecht	**2**		**2**
RWZI Amersfoort	2		2
Zeeland		**5**	**5**
RWZI Terneuzen		4	4
RWZI Walcheren		1	1
Zuid-Holland	**11**	**3**	**14**
RWZI Dordrecht	12		12
RWZI Kralingseveer	2		2

Tabel B2-3 Aantallen metingen in oppervlaktewater per provincie en gemeente

Provincie en gemeente	2013	2016	2017	2018	Totaal
Drenthe				**2**	**2**
Emmen				2	2
Gelderland	**5**	**8**	**6**	**5**	**24**
Arnhem	1	1			2
Berg en Dal			1		1
Duurstede		1			1
Ewijk	1				1
Haaften		1			1
Lienden		1			1
Lobith	1		2		3
Nijmegen		1		1	2
Tiel	1				1
Tolkamer	1				1
Wageningen		1			1
Wamel		1			1

Provincie en gemeente	2013	2016	2017	2018	Totaal
West Betuwe			2		2
West Maas en Waal				1	1
Wijchen				1	1
Zaltbommel		1	2	1	4
Limburg			**12**	**13**	**25**
Eijsden-Margraten			5	3	8
Grave			1		1
Maasgouw			1		1
Mook en Middelaar			1	1	2
Stein			2	1	3
Venlo			1	1	2
Weert			1	7	8
Noord-Brabant			**44**	**110**	**154**
Aalburg			2	2	4
Asten				6	6
Breda			2		2
Den Bosch			6	5	11
Deurne				1	1
Dinteloord			1		1
Eindhoven			4		4
Geertruidenberg			6	2	8
Grave				1	1
Helmond			1	75	76
Heusden			1	1	2
Meierijstad				3	3
Moerdijk			2		2
s Hertogenbosch			10	11	21
Someren			1	1	2
Vught			1	1	2
Werkendam				1	1
Onbekend			7		7
Overijssel	**1**			**2**	**3**
Kampen	1				1
Onbekend				2	2
Utrecht		**1**	**4**		**5**
Nieuwegein			2		
Utrecht		1			1
Vijfheerenlanden			2		

Provincie en gemeente	2013	2016	2017	2018	Totaal
Zeeland				**39**	**39**
Terneuzen				39	39
Zuid-Holland	**4**	**15**	**9**	**25**	**45**
Alblasserdam		1		1	2
Boven-Hardinxveld		1			1
Brielle				2	2
Dordrecht		3		1	4
Giesenlanden				2	2
Gorinchem	1			1	2
Groot-Ammers				1	1
Gouda			2		2
Hoek van Holland		1			1
Hoeksche Waard			2		2
Hoogvliet		1			1
Kinderdijk		1			1
Maassluis		1	2		3
Molenwaard				6	6
Papendrecht		2		9	11
Ridderkerk		1			1
Rotterdam			3		3
Rozenburg	1				1
Sliedrecht		1		2	3
Vlaardingen		1			1
Willemstad	1				1
Zwijndrecht	1	1			2

Tabel B2-4 Aantallen metingen in grond per provincie en gemeente

Provincie en gemeente	2017	2018	Totaal
Noord-Brabant		**40**	**40**
Helmond		40	40
Utrecht	**1**		**1**
Bilthoven	1		1
Zuid-Holland	**18**		**18**
Dordrecht	9		9
Papendrecht	3		3
Sliedrecht	6		6

Tabel B2-5 Aantallen metingen in grondwater (incl. oevergrondwater) per provincie en gemeente

Provincie en gemeente	2016	2017	2018	Totaal
Noord-Brabant			**8**	**8**
Helmond			8	8
Zuid-Holland	**17**	**16**		**33**
Bergambacht	2	2		4
Dordrecht		6		6
Kamerik	1	1		2
Langerak	1	1		2
Lekkerkerk	6	2		8
Lexmond	1	1		2
Nieuw-Lekkerkand	2	1		3
Ridderkerk	4	2		6

*De gegevens van de dijkversterking nabij Bunschoten zijn hierin niet verwerkt. Op deze locatie, waar thermisch gereinigde grond is gebruikt afkomstig van ATM Moerdijk, is bij een eerste onderzoek in één van de tien grondwatermonsters de GenX stof FRD-902 aangetroffen boven de rapoortagegrens. Dit betrof een gehalte van 520 ng/L (rapportagegrens: 50 ng/L) (RHDHV, 2018-1). Bij een herbemonstering (11 monsters op dezelfde locaties) werden in het grondwater geen GenX-stoffen meer aangetroffen (RHDHV, 2018-2). Ook werden in zowel de grond als het oppervlaktewater in beide onderzoeken geen GenX-stoffen aangetroffen boven de rapportagegrenzen. Andere PFAS werden wel aangetoond in de grond- en oppervlaktewatermonsters op deze locatie.

Tabel B2-6 Aantallen metingen in voedselgewassen uit moestuinen per provincie en gemeente en per gewastype

Provincie, gemeente en type gewas	2017	2018
Utrecht	**7**	
Bilthoven	**7**	
bladgewas	2	
knolgewas	3	
vruchtgewas	2	
Zuid-Holland	**74**	
Dordrecht	**18**	
bladgewas	6	
knolgewas	6	
vruchtgewas	6	
Papendrecht	**18**	
bladgewas	6	
knolgewas	6	
vruchtgewas	6	
Sliedrecht	**38**	

Provincie, gemeente en type gewas	2017	2018
bladgewas	8	
fruit	8	
knolgewas	13	
vruchtgewas	9	
Noord-Brabant		**21**
Helmond		**21**
Bladgroenten		2
Bolgroenten		2
Koolgroenten		2
Knolgroenten		4
Kruidgroenten		2
Peulgroenten		2
Stengelgroenten		1
Vruchtgroenten		6

Tabel B2-7 Aantallen metingen in irrigatiewater uit moestuinen per provincie en gemeente en per irrigatiewatertype

Provincie, gemeente en type irrigatiewater	2017	2018
Utrecht	**2**	
Bilthoven	**2**	
Regenwater, leidingwater	2	
Zuid-Holland	**30**	
Dordrecht	**10**	
Regenwater	4	
Regenwater, leidingwater	2	
Rivierwater, leidingwater	2	
Slootwater	2	
Papendrecht	**8**	
Regenwater	4	
Slootwater	4	
Sliedrecht	**12**	
Regenwater	6	
Regenwater, leidingwater	2	
Slootwater	4	
Noord-Brabant		**4**

Provincie, gemeente en type irrigatiewater	2017	2018
Helmond		**4**
Regenwater		3
Dieper grondwater (23 m-mv)		1

Tabel B2-8 Aantallen metingen bij drinkwaterinnamepunten per provincie en gemeente en per type drinkwaterbron

Provincie, matrix en gemeente	2016	2017	2018	Totaal
Noord-Brabant			**8**	**8**
Ruwwater			**8**	**8**
Andel			8	8
Zuid-Holland	**29**	**17**	**15**	**61**
Oevergrondwater	**16**	**9**		**25**
Bergambacht	2	2		4
Kamerik	1	1		2
Langerak	1	1		2
Lekkerkerk	6	2		8
Nieuw-Lekkerland	2	1		3
Ridderkerk	4	2		6
Reinwater	**11**	**7**	**15**	**33**
Bergambacht	2	2		4
Kamerik	1	1		2
Katwijk			3	3
Langerak	1	1		2
Lexmond	2	1		3
Monster			3	3
Nieuw-Lekkerland	3	1		4
Ridderkerk	2	1		3
Scheveningen			9	9
Ruwwater	**2**	**1**		**3**
Lekkerkerk	2	1		3

Tabel B2-9 Aantallen metingen in dierlijke producten per provincie en gemeente en per product

Provincie, gemeente en type gewas	**2018**
Zuid-Holland	**18**
Dordrecht	**18**
Melk	15
Kaas	1
Yoghurt	1
Eieren	1
Noord-Brabant	**5**
Helmond	**5**
Melk	2
Kaas	1
Vis (kweek)	1
Vis (gevangen)	1

Bijlage 3 Samenvatting metingen aan GenX-stoffen in afvalstromen (ILT)

B3 Afvalstromen

Door de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) is begin 2018 een onderzoek uitgevoerd naar de afvalstromen van Chemours waarin GenX-stoffen aanwezig zijn. De resultaten van dit onderzoek zijn in juni 2018 gerapporteerd (ILT, 2018).

De aanwezigheid van GenX-stoffen in het milieu, is op een aantal locaties in Nederland duidelijk te herleiden naar de afvalstromen die vanuit Chemours vervoerd zijn naar afvalverwerkers. In deze paragraaf worden de resultaten van het onderzoek naar GenX-stoffenhoudende afvalstromen uit het ILT-rapport kort besproken.

Het startpunt voor ILT was de productielocatie van Chemours in Dordrecht.

B3.1 GenX-stoffen in afval van Chemours

Chemours heeft aan ILT aangegeven dat ca. 40% van de GenX-stoffen uit haar productieproces teruggewonnen kan worden. Dit gebeurt vooral uit de sterk GenX-stoffenhoudende afvalstromen. Ca. 55% van de GenX-stoffen worden in de afvalstromen afgevoerd naar verschillende verwerkers binnen en buiten Nederland. De overige 5% komt deels in de eindproducten terecht (0,55%), komt vrij bij droging van het product bij Custom Powders (0,5%) en wordt verder uitgestoten naar water (~4%) en lucht (~1%).

Of een afvalstroom als GenX-stoffenhoudend wordt bestempeld, wordt bepaald door Chemours. Dit gebeurt niet op basis van chemische analyses van de afvalstromen, maar op basis van de productieprocessen waaruit het afval afkomstig is. Ongeveer 80 van de ca. 250 afvalstromen (zowel vast, vloeibaar en slib) worden door Chemours aangemerkt als GenX-stoffenhoudend.
ILT heeft niet kunnen vaststellen dat Chemours daadwerkelijk een sluitende procedure heeft om de aanwezigheid van GenX-stoffen in afvalstromen te kunnen uitsluiten.

B3.2 Afvalverwerkers

De afvalregelgeving schrijft voor dat een ontdoener van bedrijfsafvalstoffen aan de verwerker dient aan te geven wat de aard, eigenschappen en samenstelling van de afvalstoffen is. Uit het onderzoek van ILT komt naar voren dat dit niet expliciet gedaan werd door Chemours voor GenX-stofhoudende afvalstromen, op informatie aan één verwerker in Italië[46] na. Een verwerker kan aan de hand van de verstrekte informatie beslissen of hij een afvalstof accepteert of niet. Door het ontbreken van deze informatie waren de afvalverwerkers vaak niet op de hoogte van de aanwezigheid van GenX-stoffen in het door hen geaccepteerde afval. De aanwezigheid van GenX-stoffen vraagt om specifieke reinigingsmethoden om effectief te kunnen zijn[47].

[46] De verwerker in Italië is inmiddels failliet. Hierdoor moet Chemours 15 ton afval dat is verontreinigd met GenX-stoffen terughalen naar Nederland (PSZH, 2019; Gemeente Dordrecht, 2019).
[47] De meest effectieve methode die momenteel voor handen is om GenX-stoffen uit afvalstoffen te verwijderen, is om de afvalstroom te behandelen in een draaitrommeloven. De temperatuur moet voor volledige vernietiging tussen 1000°C en 1200°C wordt gehouden (ILT, 2018).

Doordat afvalstromen niet consequent op de juiste manier behandeld zijn om de GenX-stoffen te verwijderen, is het waarschijnlijk dat deze stoffen via transporteurs en afvalverwerkers in het milieu terecht zijn gekomen.

Sinds bekend is dat grond afkomstig van Chemours en terreinen van sommige afvalverwerkers verontreinigd is met GenX-stoffen en/of PFOA en ernstig verontreinigd met andere componenten wil een aantal grondreinigers grond die afkomstig is van deze terreinen niet meer aannemen. De belangrijkste reden hiervoor is dat een concrete reinigingsnorm voor PFOA en GenX-stoffen nog ontbreekt. Daardoor kan de grond na reiniging niet verkocht worden om elders toe te passen. De beheerders van stortplaatsen willen de grond niet accepteren.

Voorbeelden van verwerkers van afvalstromen van Chemours en genomen acties na constatering – de situatie in begin 2018

ATM in Moerdijk – één van de verwerkers van afvalstromen van Chemours – heeft in het verleden o.a. grond van Chemours ontvangen en thermisch gereinigd. Dit gebeurde echter bij een temperatuur waarbij GenX-stoffen niet afgebroken worden. ATM heeft aangegeven dat ze verschillende partijen thermisch gereinigde grond hebben laten analyseren op GenX-stoffen, PFOA en PFOS, maar dat geen gehalten boven de detectiegrens werden aangetoond. Wel werd ATM er door de waterbeheerder op gewezen dat er GenX-stoffen aanwezig waren in het geloosde afvalwater.

Vanaf maart 2018 heeft ATM het afvalstroomformulier aangevuld met de term ‘GenX’. Voor afvalstromen met deze indicatie geldt een strenger acceptatieregime en worden relevante afvalstromen geanalyseerd op GenX-verbindingen. Afvalstromen die als GenX-vrij worden aangemerkt maar bij analyse gehalten bevatten >150 ng/L worden geweigerd door ATM.

Bij afvalverwerker Indaver in Hoek werden ook afvalwaterstromen van Chemours behandeld. Tot 2018 werd een deel verwerkt door Indaver in Hoek en werd een deel doorgestuurd naar de verbrandingsinstallatie van Indaver in Antwerpen. Alle reststomen uit de waterzuiveringsinstallatie in Hoek worden verbrand. Indirecte lozing van het effluent vindt plaats naar de RWZI van waterschap Scheldestromen. Hierbij hoort ook spoelwater van de schoonmaakfaciliteit van Indaver voor de tanks en tankwagens die zijn ingezet voor het vervoer van afvalwater van Chemours.
Vanaf 2018 werd al het afvalwater van Chemours doorgestuurd naar de verbranding in Antwerpen.

Ook andere Nederlandse afvalverwerkende partijen, zoals Boskalis-Schiedam, Julianahaven-Dordrecht en Grondbank Dordrecht hebben actie ondernomen nadat bekend werd dat afvalstromen van Chemours mogelijk GenX-stoffen bevatten. Zo heeft Boskalis vanaf begin 2017 geen grond meer aangenomen van Chemours en uit de omgeving nabij Chemours, omdat de bodem daar verdacht GenX-stoffen- en PFOA-houdend is. Deze indeling in gebieden met verdacht PFAS-houdende grond is gebaseerd op de handreiking *Toepassing van PFOA houdende grond Drechtsteden e.o. Dordrecht* die de Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid op 2 november 2017 heeft gepubliceerd.
Ook de Grondbank baseert zich op deze handreiking wanneer het grond aanneemt en slaat grond uit de twee zones met de verdenking van de hoogste gehalten op onder zeil, om af- en uitspoeling te voorkomen.
Julianahaven neemt enkel nog grond aan die vóór aanlevering geanalyseerd is op PFOA. De grond wordt alleen geaccepteerd als het PFOA-gehalte <6 µg/kg ds is.

B3.3 *Transport*

Een mogelijke andere bron die werd geconstateerd door ILT was het vervoer van (gevaarlijk) afval met tankwagens en de opvolgende reiniging van de tankwagens. Reiniging van de tankwagens tussen ritten met afval door is over het algemeen niet gebruikelijk, tenzij hier expliciet om gevraagd wordt door de opdrachtgever.
Bij tankreiniging op het terrein van Chemours werd het waswater geloosd op procesriool dat naar de RWZI van waterschap Hollandse Delta in de omgeving wordt afgevoerd. Eventuele verontreinigingen met GenX-stoffen werden met dit spoelwater ook afgevoerd naar de RWZI, die niet specifiek op de verwijdering van GenX-stoffen is ingericht. Ook bij de tankreiniging op het terrein van afvalverwerker Indaver in Hoek werd het spoelwater afgevoerd naar de RWZI van Waterschap Scheldestromen in Terneuzen. Vanaf 5 maart 2018 is volgens Indaver het schoonmaken van tankwagens die werden ingezet voor transport van afvalstromen van Chemours stopgezet. Uit documenten bleek dat er in ieder geval op 22 april van dat jaar ook nog een tankwagen waar GenX-houdend afval mee vervoerd is, is gereinigd op het terrein van Indaver. Naderhand bleek dat het vrijgekomen spoelwater hiervan apart is opgevangen en afgevoerd voor verbranding. In onderstaande figuur zijn de gehalten in het influent van RWZI Terneuzen, afkomstig van Indaver, weergegeven.
Het reinigen van tankwagens waarin afval met GenX-stoffen zijn vervoerd bij andere reinigingsbedrijven kan een mogelijke route richting het milieu zijn.

Figuur 35 Bij Indaver zijn de gehalten aan GenX-stoffen bepaald in het effluent van Indaver, wat tevens een deel van het influent van de RWZITerneuzen is. Volgens opgave van Indaver is na 5 maart 2018 gestopt met het reinigingen van tankwagens afkomstig van Chemours. De pieken in gehalten in april kunnen niet verklaard worden uit de beschikbare informatie.

B3.4 *Overige verwerkers en afnemers*

Andere afvalverwerkers en opwerkers van reststromen van Chemours zijn ook onderzocht. Hierdoor is men ook terechtgekomen bij Custom Powders in Helmond, waar producten van Chemours gedroogd werden. Bij dit proces zijn ook GenX-stoffen vrijgekomen (zie o.a. paragrafen 4.2, 4.5 en 4.6).

Daarnaast is onverwacht een verontreiniging met GenX-stoffen aangetroffen bij afvalverwerker Ecoflow/Suez in Eindhoven, die in een afvalwaterstroom van Suez uit Almelo afkomstig bleek te zijn. Ook de firma Emmtec in Emmen heeft een deel van dit afvalwater verwerkt. Hierin bleken ook GenX-stoffen aanwezig te zijn en werden februari 2018 ook gehalten van 4,2 en 5,2 ng/L in het Bargermeerkanaal nabij de locatie van Emmtec aangetroffen. Suez Almelo verwerkt geen afvalstromen van Chemours in Dordrecht. De bron van GenX-stoffen in dit afvalwater was niet bekend, maar is onderdeel van nader onderzoek van ILT.

Een andere mogelijke bron naar het milieu zijn de afnemers van producten van Chemours of andere (niet-EU) producenten die mogelijk gebruik maken van FRD-903 waardoor GenX-stoffen als onzuiverheden aanwezig kunnen zijn in deze producten en mengsels. Mogelijke bedrijven die hiervoor in aanmerking komen zijn bedrijven die een (vloeibare) dispersie van Chemours inzetten en daarna afvalwater lozen waarin resten van deze dispersie aanwezig kunnen zijn. Een andere potentiële bron kunnen producten zijn van andere internationale partijen die vergelijkbare producten op de markt brengen, waarin FRD-stoffen aanwezig kunnen zijn. Mogelijke bedrijfstakken waarin deze stoffen gebruikt worden zijn:

- bedrijven die textiel vuil- of waterafstotend maken;
- bedrijven die de stoffen toepassen in papierproducten (zoals pizzadozen en bakpapier);
- bedrijven die glij- en smeermiddelen produceren en toepassen;
- Bedrijven die de middelen toepassen voor het verkrijgen van gladde oppervlakken, bijv. in elektronica.

Op plekken waar dit soort type bedrijven aanwezig zijn en waar afvalstromen uit deze bedrijfsactiviteiten verwerkt worden, is het mogelijk dat GenX-stoffen in het milieu terechtkomen.

B3.5 *GenX-stoffen uit andere reststromen*

Naast de afvalstromen vanuit Chemours, heeft ILT op meerdere plekken onderzocht waar verhoogde concentraties GenX in reststromen worden aangetroffen. Hiervoor heeft ILT eind 2018 bij een vervoerder en afvalverwerker onderzocht wat de gehalten van de GenX-stoffen FRD-902 en FRD-903 in de reststromen waren van verschillende opdrachtgevers van de vervoerders tussen oktober 2017 en augustus 2018. De reststromen bestonden uit bulkaanleveringen van (spoelwater van) (afval)zuren en -basen die voornamelijk bestemd waren voor ONO-installaties[48]. De afvalstromen hadden classificaties gekregen als niet-GenX-stoffenverdacht en als GenX-stoffenverdacht.

Afvalstromen die door één van de afvalverwerkers zelf onderzocht zijn hadden concentraties GenX-stoffen die varieerden van <20 ng/L tot >3 mg/L. Zowel in de onverdachte als verdachte ladingen werden GenX-stoffen aangetroffen. Ook bleek in een aantal gevallen dat het gehalte in de reststroom vóór vervoer duidelijk lager was dan na vervoer. Een mogelijke verklaring hiervoor is het niet of onvoldoende schoonmaken van tankwagens na een transport met afvalwater met GenX-stoffen.

Om een beter beeld te krijgen onderzoekt de inspectie momenteel of de eerder aangetroffen gehalten representatief zijn en of deze bij herbemonstering opnieuw aangetroffen worden in bepaalde afvalstromen. Dit kan helpen bij het bepalen van de daadwerkelijke herkomst van de GenX-stoffen. Mogelijk zijn er andere, diffuse bronnen

[48] In een ONO-installatie (Ontgiftigings-, Neutraliserings- en Ontwateringsinstallatie) wordt chemisch verontreinigd afvalwater behandeld.

waarbij GenX-stoffen in het milieu terecht kunnen komen. Dit zal moeten blijken uit het aanvullende onderzoek.

B.3.6 Wettelijke kader afval

Voor afval – ook waarin GenX-stoffen voorkomen - is de afvalwetgeving van kracht. In deze wetgeving is opgenomen dat moet worden gestreefd naar het voorkómen van afval (bronaanpak) en daarna naar het minimaliseren hiervan (minimalisatieplicht). Voor het afval dat dan nog ontstaat, geldt dat een ontdoener van bedrijfsafvalstoffen of gevaarlijke afvalstoffen bij afgifte een omschrijving moet verstrekken waarin aard, eigenschappen en samenstelling vastgelegd zijn. Dit staat in principe los van of een afvalstroom als gevaarlijk is ingedeeld of niet. Deze omschrijving moet tenminste in een begeleidingsbrief opgenomen worden die aan de vervoerder wordt meegegeven en aan de verwerker worden verstrekt. In de Europese Verordening Overbrenging Afvalstoffen (EVOA) wordt over de kennisgeving bij overbrenging van afvalstoffen het volgende vermeld over wat er minimaal in deze begeleidingsbrief opgenomen dient te worden:

- Benaming van de afvalstoffen, of de handelsnaam en de benamingen van de belangrijkste (qua hoeveelheid en/of gevaar) bestanddelen en de concentraties. Aanvullende informatie over de samenstelling moet in een bijlage worden vermeld.
- In deze bijlage moet o.a. vermeld worden:
    - Samenstelling van de afvalstoffen: zo nauwkeurig mogelijk, een zo smal mogelijke bandbreedte van verschillende kenmerken en 100% dekkend.
- In geval de afvalstoffen bestaand uit mengsels of gemengde stromen moeten de fracties die voor nuttige toepassing zijn bestemd aangegeven worden, de percentages onderverdeeld worden in gemiddelden en een zo smal mogelijke bandbreedte en de restfracties onderverdeeld worden in de aanwezige componenten waaruit deze globaal bestaan.
- Een chemische analyse moet worden bijgevoegd indien deze nodig is voor een adequate beoordeling en indeling van de afvalstoffen. Deze mag niet ouder zijn dan één jaar, tenzij aangegeven is waarom de analyse nog steeds representatief is.

Bijlage 4 Toepassingsnormen in tijdelijk handelingskader

B4.1 Toepassingsnormen voor het toepassen van grond en baggerspecie (op landbodem) – naar: IENW, 2019

Toepassingssituatie	Toepassingsnorm
Grond en baggerspecie toepassen boven grondwaterniveau*	3,0 µg/kg d.s.
Baggerspecie toepassen boven grondwaterniveau* als bedoeld in art. 35, onder f (verspreiden op de kant)	3,0 µg/kg d.s.
Grond en baggerspecie grootschalig toepassen boven grondwaterniveau*	3,0 µg/kg d.s.
Grond en baggerspecie toepassen boven grondwaterniveau* in grondwaterbeschermingsgebieden	0,1 µg/kg d.s. (bepalingsgrens)***
Grond en baggerspecie toepassen onder grondwaterniveau**, met inbegrip van grootschalig toepassen	0,1 µg/kg d.s. (bepalingsgrens)

**Voor gebieden met een hoge grondwaterstand geldt in plaats van 'boven grondwaterniveau': tot ten hoogste 1 meter onder het maaiveld;*
*** Voor gebieden met een hoge grondwaterstand geldt in plaats van 'onder grondwaterniveau': op een diepte van 1 meter en meer onder het maaiveld;*
****Het bevoegd gezag kan voor het toepassen van gebiedseigen grond en baggerspecie uit het desbetreffende beheergebied een gebiedspecifieke afweging maken.*

B4.2 Toepassingsnormen voor het toepassen van grond en baggerspecie (in oppervlaktewater) – naar: IENW, 2019

Toepassingssituatie	Toepassingsnorm
Grond toepassen	0,1 µg/kg d.s. (bepalingsgrens)
Baggerspecie toepassen bovenstrooms in hetzelfde oppervlaktewaterlichaam of in een ander oppervlaktewaterlichaam, met inbegrip van grootschalig toepassen	Geen toets aan kwaliteit, wel meten en toetsen op uitschieters
Baggerspecie toepassen bovenstrooms in hetzelfde oppervlaktewaterlichaam of in een ander oppervlaktewaterlichaam, met inbegrip van grootschalig toepassen	0,1 µg/kg d.s. (bepalingsgrens)*
Grond en baggerspecie grootschalig toepassen in diepe plassen	0,1 µg/kg d.s. (bepalingsgrens)**

**Bij het toepassen van baggerspecie bovenstrooms in dezelfde watergang kan gebiedspecifiek afgeweken worden van de bepalingsgrens bij toepassing van PFAS-houdende baggerspecie. PFAS-houdende baggerspecie mag toch worden toegepast als door metingen is aangetoond dat het PFAS-gehalte in de toe te passen baggerspecie lager is dan de achtergrondwaarde op de Toepassingslocatie;*
***Bij het toepassen van baggerspecie in diepe plassen kan gebiedspecifiek afgeweken worden van de bepalingsgrens bij toepassing van PFAS-houdende baggerspecie. Baggerspecie mag toch worden toegepast als er een locatie-specifieke afweging gemaakt is waarbij aangetoond is dat er minimale uitwisseling is met het grondwater (de diepe plas moet in ieder geval geohydrologisch geïsoleerd zijn). Verder kan er ook een uitzondering gemaakt worden voor baggerspecie uit de directe omgeving ("het eigen beheersgebied").*

B4.3 Toepassingsnormen voor het toepassen van grond en baggerspecie op de landbodem boven grondwaterniveau– naar: IENW, 2019*

Functieklasse in de zin van het Besluit bodemkwaliteit	Toepassingsnorm
landbouw/natuur	0,1 µg/kg d.s.
landbouw/natuur, bij hogere achtergrondwaarde dan 0,1	de gemeten achtergrondwaarde, ten hoogste 3,0 µg/kg d.s.
wonen	3,0 µg/kg d.s.
industrie	3,0 µg/kg d.s.

**voor gebieden met een hoge grondwaterstand geldt in plaats van 'boven grondwaterniveau': tot ten hoogste 1 meter onder het maaiveld.*

Voor meer informatie: zie IENW, 2019

Bijlage 5 Definitie aantoonbaarheidsgrens, rapportagegrens en bepalingsgrens

Voor metingen aan stoffen in (milieu)monsters worden chemische analyses uitgevoerd in een laboratorium. Deze waarden worden gerapporteerd door het laboratorium aan de opdrachtgever. Afhankelijk van de afspraken met de opdrachtgever, zal in deze rapporten vaak sprake zijn van een rapportagegrens. Dit is vaak de concentratie van een stof in een monster waarbij het laboratorium met voldoende zekerheid een meetwaarde kan hangen (de bepalingsgrens). Het kan voorkomen dat is afgesproken om de rapportagegrens gelijk te stellen aan de aantoonbaarheidsgrens. Dit is de waarde waarbij met voldoende zekerheid kan worden vastgesteld dat een stof aanwezig is in een monster (ten opzichte van een ((procedure)blanco), maar waarvan de concentratie niet met voldoende zekerheid kan worden vastgesteld.

Definities van aantoonbaarheidsgrens, rapportagegrens en bepalingsgrens worden als volgt gegeven in Van de Wiel et al. (1994) en NEN (2012):

Aantoonbaarheidsgrens (detectielimiet, LoD): laagste concentratie van een component in het monster waarvan de aanwezigheid nog met een bepaalde onzekerheid kan worden vastgesteld
De aantoonbaarheidsgrens is gekoppeld aan het kwalitatieve criterium ‘aanwezigheid’ (Van de Wiel et al., 1994).

Rapportagegrens: laagste waarde van de meetgrootheid die kwantitatief wordt gerapporteerd
De rapportagegrens is minimaal de aantoonbaarheidsgrens (NEN, 2012).

Bepalingsgrens (kwantificeringslimiet, LoQ): laagste concentratie van de component waarvan de meetwaarde nog met een bepaalde onzekerheid kan worden vastgesteld.
De bepalingsgrens is gekoppeld aan het kwantitatieve criterium ‘meetwaarde’. Conform IUPAC geldt hiervoor een relatieve standaardafwijking (variatiecoëfficiënt) van 10% (Van de Wiel et al., 1994; NEN, 2012).