



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

**GenX en PFOA in grond en irrigatiewater in
moestuinen rondom DuPont Chemours**
Fase twee van het 'Moestuinonderzoek'

BIJLAGE BIJ BRIEF 132/2018 M&V/EVS/RVP
Nummer: 132
Datum: 17 september 2018

Colofon

| | |
|----------------------|---|
| Contactadres: | A. van Leeuwenhoeklaan 9 3721 MA Bilthoven |
| Opdrachtgever: | Gemeente Dordrecht mede namens gemeenten Papendrecht en Sliedrecht, Provincie Zuid-Holland en ministerie van Infrastructuur en Waterstaat |
| Opdrachtnummer: | 1924660 |
| Titel opdracht: | Moestuinonderzoek fase 2 |
| Opdrachtcoördinator: | Ric van Poll |
| RIVM-projectnummer: | E/121041 |

1 Inleiding

In augustus 2017 heeft het RIVM bij 10 moestuinen rondom de fabriek van DuPont/Chemours (en 1 controlelocatie) monsters van groenten genomen: in Dordrecht (G1) en Papendrecht (G2) op drie locaties en op vier locaties in Sliedrecht (G3). Dit was fase 1 van het onderzoek (Brief offerte 'Moestuinonderzoek': 109/2017 M&V EvS/RvP).

In maart 2018 is hierover gerapporteerd¹. Op alle locaties zijn van drie categorieën groenten (blad-, knol- en vruchtgroenten) monsters genomen. In ongeveer zestig procent van de monsters rond de fabriek is GenX en/of PFOA aangetoond. De hoeveelheid kon niet altijd worden gekwantificeerd. In 14 procent van de monsters rond de fabriek is GenX aangetroffen in meetbare hoeveelheden en in 4 procent van de monsters PFOA.

Uit de metingen bleek dat de geldende gezondheidskundige grenswaarden niet werden overschreden door consumptie van moestuingroenten. Omdat omwonenden echter ook via lucht en drinkwater in aanraking kunnen komen met GenX en PFOA adviseerde het RIVM om moestuingewassen die binnen een straal van 1 kilometer van het bedrijf zijn geteeld, met mate te consumeren (niet te vaak of te veel). Daar werden hogere concentraties aangetroffen. Buiten dit gebied waren de concentraties zo laag dat de gewassen veilig konden worden geconsumeerd.

Doelstelling

De opdrachtgever, de gemeente Dordrecht namens de samenwerkende overheden (de gemeenten Dordrecht, Papendrecht en Sliedrecht, de provincie Zuid-Holland (Z-H) en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I en W)), heeft het RIVM gevraagd om ook fase 2 van het onderzoek uit te voeren, namelijk: de analyse van grondmonsters en irrigatiewatermonsters² naar gehalten PFOA en GenX.

Met de uitkomsten van fase 2 van het onderzoek zal het RIVM:

- meer inzicht geven in de mogelijke route voor de opname van GenX en/of PFOA door groenten in moestuinen.
- meer duidelijkheid geven over de vraag of de grond waarop de gewassen zijn geteeld, geschikt is voor moestuingebruik.

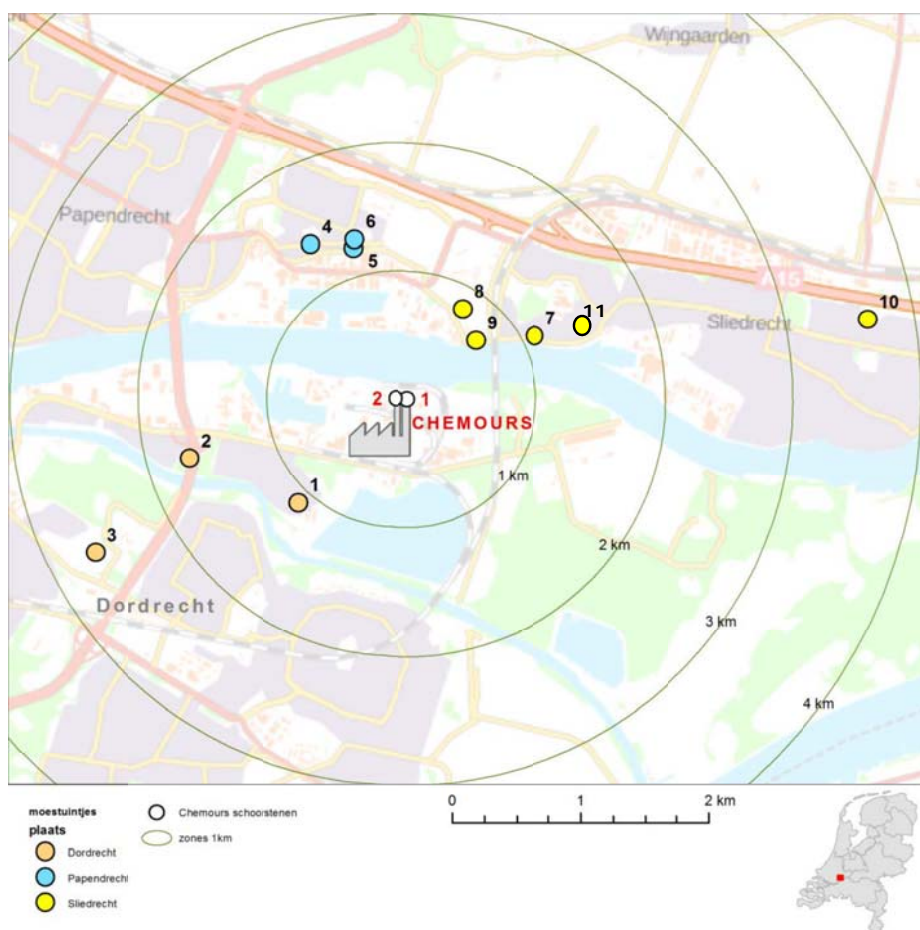
¹ Mengelers M, te Biesebeek JD, Schipper M, Slob W, Boon PEI., 2018 Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Dordrecht, Papendrecht en Sliedrecht. RIVM-rapport 2018-0017.

² Met irrigatiewater wordt hier bedoeld: opgevangen regenwater, slootwater en rivierwater dat wordt gebruikt voor het besproeien van moestuingewassen.

2 Methode

2.1 Locaties

Op 12 locaties, 11³ rondom de fabriek van DuPont/Chemours en 1 controle locatie in Bilthoven, zijn grondmonsters en irrigatiewatermonsters genomen (zie Figuur 1). Het irrigatiewater is bemonsterd in september 2017. Op 1 locatie (nummer 7 in Figuur 1) kon geen watermonster worden genomen omdat deze moestuin niet wordt geïrrigeerd. In maart 2018 zijn op 11 locaties, (10 rondom DuPont Chemours, 1 controle locatie) in totaal 12 grondmonsters genomen, op één locatie (nummer 8 in Figuur 1) zijn twee grondmonsters genomen.



Figuur 1. Overzicht van bemonsterde moestuinlocaties in het onderzoek rond DuPont-Chemours.

³ Er is 1 'nieuwe' locatie toegevoegd: nr. 11. Op een 'oude' locatie (nr. 8) zijn twee grondmonsters genomen. Beide op verzoek van de gemeente Sliedrecht.

In Tabel 1 wordt een nadere toelichting gegeven op de ligging van de moestuinen. In dit onderzoek is nummer 11 toegevoegd.

Tabel 1 Nummering, codering en positie van de locaties waar monsters van gewassen zijn genomen

| Nummer | Codering | Plaats | Positie tov de fabriek ¹ | Afstand (km) |
|--------|----------|-------------|-------------------------------------|--------------|
| 1 | G1LOC1 | Dordrecht | ZW | 1-2 |
| 2 | G1LOC2 | Dordrecht | ZW | 1-2 |
| 3 | G1LOC3 | Dordrecht | ZW | 2-3 |
| 4 | G2LOC1 | Papendrecht | NW | 1-2 |
| 5 | G2LOC2 | Papendrecht | NW | 1-2 |
| 6 | G2LOC3 | Papendrecht | NW | 1-2 |
| 7 | G3LOC1 | Sliedrecht | NO | 1-2 |
| 8 | G3LOC4 | Sliedrecht | NO | < 1 |
| 9 | G3LOC2 | Sliedrecht | NO | < 1 |
| 10 | G3LOC3 | Sliedrecht | O | 3-4 |
| 11 | G3LOC5 | Sliedrecht | NO | 1-2 |
| 12 | G4LOC1 | Bilthoven | n.v.t. | > 50 |

1 O: oost; NO: noord-oost; NW: noord-west; ZW: zuid-west

2.2 Monstername

De monsters voor grond en irrigatiewater zijn volgens RIVM-protocol genomen.

Grondmonsters:

Met een guts zijn 10 steken grond tussen de bemonsterde gewassen tot een diepte van 30 centimeter genomen en overgebracht in een RVS emmer.

De grond is met een metalen lepel gemengd en vervolgens overgebracht in een daarvoor geschikte monsterpot (HDPE kwaliteit) tot het moment van chemische analyse.

Watermonster:

Indien er leidingwater wordt gebruikt voor het watergeven, is hiervan geen monster genomen. Voor de overige watermonsters is met behulp van een glazen bekersglas of maatcilinder een watermonster genomen waarmee de monsterfles voor ongeveer $\frac{3}{4}$ is gevuld. Als er meerdere bronnen van irrigatiewater werden gebruikt, zijn deze allemaal bemonsterd. De monsters zijn in bevroren toestand bewaard tot aan het moment van chemische analyse.

2.3 Analyse

De monsters zijn door RIKILT geanalyseerd. In elk monster is de concentratie PFOA en GenX in tweevoud bepaald. De concentratie in water is uitgedrukt in nanogram per liter (ng/L), in grond is de eenheid nanogram per gram droge stof (grond) (ng/g d.s.). De watermonsters (rivier, regen- en slootwater) zijn geanalyseerd volgens de methode beschreven in RIKILT SOP-A-1114. De monsters zijn opgewerkt door middel van extractie, gevolgd door een clean-up via kolomextractie (solid-phase extractie; WAX-SPE). Voorafgaand aan extractie en clean-up zijn interne standaarden toegevoegd zodat kan worden gecorrigeerd voor het eventuele verlies van PFOA en/of GenX tijdens de opwerkingsprocedure.

Tijdens de monsteropwerking zijn de interne standaarden (13C-PFOA en 13C-GenX) toegevoegd aan de monsters alvorens er een extractie en solid-phase extraction (WAX-SPE) clean-up plaatsvond. De monsterextracten zijn vervolgens geanalyseerd met behulp van LC-MSMS (LC - Shimadzu Nexera X2 LC-30AD UHPLC; MS - AB Sciex Qtrap 5500 triple quadrupole mass).

2.4 Detectie en kwantificatielimiets

In Tabel 2 zijn de detectielimiets (Level Of Detection, LOD) en de kwantificatielimiets (Level Of Quantification, LOQ) voor PFOA en GenX per monstertype (grond, water) weergegeven.

De detectielimiet is de aantoonbaarheidsgrens van een bepaling voor een stof, beneden deze waarde kan een stof niet met zekerheid worden aangetoond. De kwantificatielimiet is de waarde van een bepaling van een stof waarboven men de gemeten hoeveelheid met een getal kan weergeven.

Tabel 2 Detectie- (LOD) en kwantificatielimiet (LOQ) voor PFOA en GenX in grond en water.

| Monster type | LOD/LOQ | PFOA | GenX |
|--------------|-----------------|------|------|
| grond | LOD (ng/g d.s.) | 0,02 | 0,03 |
| | LOQ (ng/g d.s.) | 0,05 | 0,1 |
| water | LOD (ng/L) | 0,05 | 0,2 |
| | LOQ (ng/L) | 0,2 | 0,5 |

2.5 Gezondheidskundige of ecologische risicogrenzen van PFOA en GenX voor water en bodem: beoordelingskader.

Tabel 3 geeft een aantal gezondheidskundige risicogrenzen voor PFOA en GenX. Voor grond en rivierwater zijn risicogrenzen afgeleid, voor regenwater en slootwater niet. Er is geen landelijke regelgeving betreffende de kwaliteit van water dat onttrokken wordt voor irrigatie van moestuinen. De Waterwet stelt wel regels en normen aan de waterkwaliteit maar deze zijn niet van invloed op oppervlaktewateronttrekkingen omdat bij een onttrekking geen sprake is van beïnvloeding van de waterkwaliteit in de watergang waaruit onttrokken wordt. Daarnaast vinden bij irrigatie geen lozingen op oppervlaktewater plaats⁴.

Tabel 3 Risicogrenzen van PFOA en GenX voor grond en water, voor zover beschikbaar.

| | Grond | Water | | | |
|-------------|---------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|--------------|
| | grond | regenwater | Rivierwater ² | Slootwater ² | leidingwater |
| PFOA | 86 ng/g d.s. ¹ | - | 48 ng/L | 48 ng/L | 87,5 ng/L |
| GenX | - | - | 118 ng/L | 118 ng/L | 150 ng/L |

¹PFOA: Humane risico's, scenario 'wonen met moestuin'⁵
² risicogrenzen van PFOA respectievelijk GenX voor 'oppervlaktewater'⁶

De gezondheidskundige risicogrenzen voor grond (bodem), gebruikt voor wonen met moestuin, is vastgesteld op 86 ng/g d.s.⁴. Voor de vaststelling van de risicogrenzen bodem worden alle mogelijke blootstellingsroutes, waaronder de consumptie van moestuin gewassen geteeld op de bodem, meegewogen. Indien het bodemgehalte van PFOA onder deze waarde (van 86 ng/g d.s.) blijft is de bodem geschikt voor moestuingebruik.

2.6 Indicatieve bodemvrachtberekening

De bestaande oppervlaktewaterkwaliteitsnorm voor PFOA (48 ng/L) en de advieswaarde voor GenX (118 ng/L) hebben betrekking op de risico's voor mensen als gevolg van het eten van vis. Omdat PFOA en GenX zich ophopen in

⁴ Stoof, C.R. en Ritsema, C.J. (2006). Waterwinning voor beregning in de landbouw en op sportvelden: een overzicht van de regelgeving in Nederland. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1364.

⁵ Lijzen J.P.A. et al. Risicogrenzen PFOA voor grond en grondwater Uitwerking voor generiek en gebiedsspecifiek beleid (herziene versie). RIVM2018-0060.

⁶ Verbruggen E.M.J., Wassenaar P.N.H., Smit C.E. (2017) Water quality standards for PFOA A proposal in accordance with the methodology of the Water Framework Directive. RIVM Letter report 2017-0044. RIVM. (2018). Advies voor beoordeling GenX in oppervlaktewater. Brief en bijlage. IENW/BSK-2018/100600.

vis, bepaalt deze route de generieke waterkwaliteitsnormen. Omdat consumptie van vis in het moestuinonderzoek niet aan de orde is, zijn deze waarden niet relevant voor de gezondheidkundige interpretatie van de meetgegevens in dit rapport. De risicogrens voor drink/leidingwater (lw) is ook niet van toepassing omdat de beoordelingsgrondslag voor deze grenswaarde is gebaseerd op de inname van dagelijks 2 liter water gedurende een heel leven. Dat is bij regenwater en slootwater als irrigatiewater niet het geval.

In plaats daarvan is een benadering op basis van gezondheidkundig maximaal acceptabele verontreiniging van de grond (risicogrens) worden toegepast, een zogeheten 'indicatieve bodemvrucht berekening'. Volgens deze benadering is nagegaan of irrigatie kan leiden tot een toename van PFOA en GenX in de bodem tot boven de risicogrens van 86 ng/g droge stof, en daarmee een risico voor de gezondheid kan vormen.

3 Resultaten

3.1 Concentraties in grond en irrigatiewater

In Tabel 5 zijn de resultaten van de analyse van de grond- en irrigatiemonsters samengevat. De getoonde cijfers zijn de gemiddelde waarden van twee bepalingen. In Bijlage 5.1 zijn alle waarden (duplo-metingen) weergegeven. Alle locaties hebben een volgnummer (kolom Nr) dat overeenkomt met de nummers in de figuren. Daarnaast hebben de locaties een codering (Code) gekregen. Deze codering komt overeen met de codering uit het moestuinonderzoek¹. Per locatie is aangegeven hoever (in km) deze ligt verwijderd van de fabriek (Afstand) en in welke gemeente deze locatie ligt (zie ook Figuur 1). Voor elk van de locaties is de hoogste gemeten waarde PFOA en GenX in een van de gewassen weergegeven (Groentenwaarden). Voor elke moestuin is aangegeven op welke wijze wordt getuinierd: in de volle grond of in bakken (Tuin). Tot slot is weergegeven hoe het regenwater wordt opgevangen en bewaard voor gebruik (Water).

3.2 Vergelijking met risicogrenzen en indicatieve bodemvrucht

3.2.1 *Grond*

De aangetroffen concentraties PFOA in de bodemmonsters liggen tussen 0,3 en 7,7 ng/g d.s. De concentraties zijn dus op alle onderzochte locaties lager dan de risicogrenzen van 86 ng/g d.s. (Tabel 3).

Op alle locaties is de concentratie GenX in de bodemmonsters minder dan of gelijk aan (\leq) 1 ng/g droge stof. Voor GenX is nog geen risicogrens voor bodem beschikbaar. Voor dit onderzoek is de waarde voor PFOA gebruikt.

3.2.2 *Irrigatiewater*

Voor irrigatiewater is een zogenaamde 'indicatieve bodemvrucht berekening' bepaald.

Voor de bepaling van de bodemvrucht worden enkele uitgangspunten en aannames gehanteerd: de gemeten concentratie PFOA en GenX in de bodem, de gemiddelde en maximale concentratie, een bewortelingsdiepte van 30 cm. Dit is ook de diepte van de steekmonsters waarmee de concentraties PFOA en GenX in de bodem zijn bepaald. De berekening gaat uit van een 'worst-case scenario': er is aangenomen dat er geen transport van PFOA en GenX naar diepere lagen plaatsvindt. Tevens wordt ervan uitgegaan dat tijdens het groeiseizoen (een half jaar) de helft van de gemiddelde jaarneerslag (400 mm), 200 liter per vierkante meter afkomstig is van irrigatiewater (zie Bijlage 5.2). Zoals eerder vermeld wordt in deze rapportage voor GenX de waarde van PFOA aangehouden (86 ng/g d.s.). In Bijlage 5.2 wordt dit nader toegelicht. De opname van GenX en PFOA via blad, stengel of vrucht is verwaarloosbaar.

De gehanteerde uitgangspunten zijn conservatief, aan de voorzichtige kant. Zo spoelen PFOA en GenX wel uit en is irrigatie met 200 liter sloot- of opgevangen regenwater per vierkante meter heel veel.

In Tabel 4 zijn de resultaten weergegeven van de 'indicatieve bodemvrucht berekening'. Als eerste (1.) is de jaarlijkse toename van PFOA en GenX in de bodem weergegeven uitgaande van irrigatie van de grond met irrigatiewater met *maximaal* gemeten concentratie PFOA respectievelijk GenX. Ditzelfde is ook gedaan voor de gemiddelde concentratie PFOA en GenX in irrigatiewater (2.)

Tabel 4 Resultaten Indicatieve bodemvrucht berekening voor verschillende uitgangspunten

| | | |
|---|-----------------|---|
| 1. jaarlijkse toename bodemgehalte ¹⁾ | | uitgaande van <i>maximale</i> gemeten concentraties in irrigatiewater |
| PFOA | 2 ng/g d.s./j | |
| GenX | 0,4 ng/g d.s./j | |
| 2. jaarlijkse toename bodemgehalte bij gemiddelde concentraties ¹⁾ | | uitgaande van <i>gemiddelde</i> gemeten concentraties in irrigatiewater |
| PFOA | 0,5 ng/g d.s./j | |
| GenX | 0,1 ng/g d.s./j | |
| ¹⁾ Toename $C_{\text{bodem}} = C_{\text{irw}} * W_{\text{irr}} / (\text{kg grond} * 1000)$, W_{irr} = hoeveelheid irrigatiewater | | |

Op basis van de berekening zou er bij de toegepaste aannames jaarlijks 0,5-2 ng/g d.s. PFOA bijkomen. Dat is 0,6-2,3% van de risicogrens. Uitgaande van schone grond zou men dan 43-172 jaar moeten irrigeren om aan de risicogrens (86 ng/g d.s.) te komen. N.B: de hoogst gemeten waarde PFOA in de grondmonsters bedroeg 7,7 ng/g droge stof, voor GenX was dit 0,9 ng/g droge stof.

Figuur 2 toont de locaties van de moestuinen waar de monsters zijn genomen en de bijbehorende concentraties in regenwater (figuur 2a) en slotwater (figuur 2b). Het rivierwater dat op locatie 2 (Code G1LOC2) als irrigatiewater is gebruikt bevatte lage concentraties PFOA en GenX, in vergelijking met de andere soorten irrigatiewater (slotwater, opgevangen regenwater) en is niet in de figuur opgenomen.

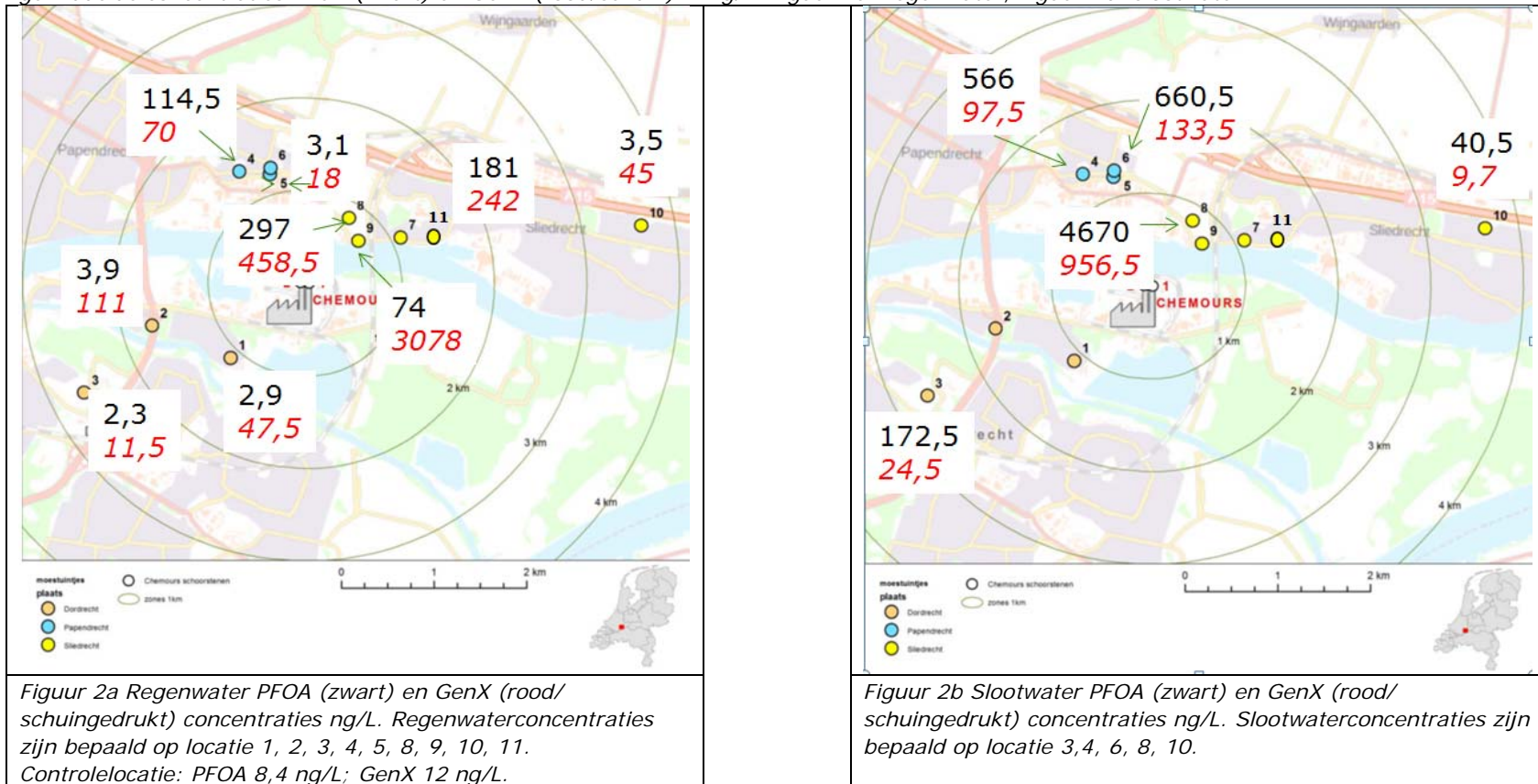
In het algemeen lijkt er een tendens te zijn dat verder weg van de fabriek de waarden PFOA en GenX in irrigatiewater afnemen met een gradiënt in noord-oostelijke richting.

Tabel 5 Overzicht van gemeten concentraties PFOA en GenX in groenten, bodem en irrigatiewater. **Nr:** volgnummer moestuin, **Code:** codering moestuin, **Afstand:** afstand tot fabriek en l gemeente van de locatie: D=Dordrecht, P=Papendrecht, S=Sliedrecht, **Groentenwaarde:** hoogstgemeten (gemiddelde) waarde PFOA respectievelijk GenX in een gewas in de betreffende moestuin in nanogram per gram versgewicht (v.g.), **Bodem:** gemeten (gemiddelde) waarde PFOA en GenX in bodemonmonster in nanogram per gram droge stof (d.s.), **Irrigatiewater:** waarde PFOA en GenX gemeten in irrigatiewater (irrw), (regenwater (rw), slootwater (sw) of rivierwater (riw)). **Tuin:** wijze van tuinieren, **Water:** herkomst, afvoer en opvang van irrigatiewater en wijze van opvang.

| Nr | Code | Afstand (km) Gemeente | Groenten- waarden ng/g v.g. | | Bodem ng/g d.s. gemiddelde | | Irrigatiewater ng/L gemiddelde | | | | | | Tuin | Water | |
|----|--------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|------|-----------------------------------|------|-----------------|------|----------------------|-----|-------------|--|---|
| | | | PFOA max | GenX max | PFOA | GenX | Regenwater (rw) | | Slootwater (sw) | | Rivierwater (riw) | | | | |
| 1 | G1LOC1 | 1 tot 2, D | 1 | 1,4 | 3,2 | 0,8 | 2,9 | 47,5 | | | | | | bakken | rw via schuurdak, in kunststof regenton |
| 2 | G1LOC2 | 1 tot 2, D | 1 | 1 | 0,3 | 0,1 | 3,9 | 111 | | | 4,6 | 1,4 | bakken | rw via transparant kunststofdak, in kunststof regenton; riw uit de rivier de Wantij. | |
| 3 | G1LOC3 | 2 tot 3, D | 1 | 1 | 3,7 | 0,1 | 2,3 | 11,5 | 172,5 | 24,5 | | | volle grond | rw via daken van zomerhuisjes, in kunststof tonnen | |
| 4 | G2LOC1 | 1 tot 2 P | 1 | 1 | 2,6 | 0,1 | 114,5 | 70 | 566 | 97,5 | | | volle grond | rw via plat dak schuurtje (bitumen), in grote open metalen bak; sw uit slootje ten oosten van tuin | |
| 5 | G2LOC2 | 1 tot 2 P | 1 | 1 | 4,2 | 0,3 | 3,1 | 18 | | | | | volle grond | rw | |

| Nr | Code | Afstand (km) Gemeente | Groenten- waarden ng/g v.g. | | Bodem ng/g d.s. gemiddelde | | Irrigatiewater ng/L gemiddelde | | | | | | Tuin | Water |
|----|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------|-------------------------------|------|-----------------------------------|-------|-----------------|-------|----------------------|------|----------------|---|
| | | | | | | | Regenwater (rw) | | Slootwater (sw) | | Rivierwater (riw) | | | |
| | | | PFOA max | GenX max | PFOA | GenX | PFOA | GenX | PFOA | GenX | PFOA | GenX | | |
| 6 | G2LOC3 | 1 tot 2 P | 1 | 1 | 6 | 0,9 | | | 660,5 | 133,5 | | | volle grond | sw uit slootje aan westkant van tuin |
| 7 | G3LOC1 | 1 tot 2 S | 1 | 1 | 4,2 | 0,5 | | | | | | | volle grond | geen irrw voor volle grond. |
| 8 | G3LOC4 | < 1 S | 2,8 | 5,9 | 3,7 | 0,6 | 297,5 | 458,5 | 4670 | 956,5 | | | volle grond | rw via glazen dak kweekkas, in kunststof regenton; sw uit sloot oostkant perceel achter woning |
| 8 | G3LOC4- H | < 1 SI, | | | 3,4 | 0,8 | | | | | | | volle grond | Zie hierboven |
| 9 | G3LOC2 | < 1 S | 1 | 2,8 | 7,7 | 1 | 74 | 3078 | | | | | volle grond | rw via golfplatendak schuurtje, in kunststof regenton |
| 10 | G3LOC3 | 3 tot 4 SI, | 1 | 1 | 3 | 0,1 | 3,5 | 45 | 40,5 | 9,7 | | | volle grond | rw (geen info); sw uit slootje achter kweekkas |
| 11 | G3LOC5 | 1 tot 2 SI, | | | 4,2 | 0,3 | 181 | 242 | | | | | volle grond | |
| 12 | G4LOC1 | > 50 | 1 | 1 | 0,6 | 0,1 | 8,4 | 12 | | | | | volle grond | |

Figuur 2 Ruimtelijke weergave van de moestuinen waar de irrigatiewatermonsters zijn genomen rondom de fabriek en de bijbehorende gemiddelde concentraties PFOA (zwart) en GenX (rood/schuin) in ng/L. Figuur 2a: regenwater, Figuur 2b: slootwater.



4 Discussie en conclusie

4.1 Vergelijking met andere onderzoeken

Voordat we ingaan op de beantwoording van de onderzoeksvragen, plaatsen we de resultaten in breder perspectief middels een vergelijking met de resultaten van enkele andere onderzoeken naar de aanwezigheid van perfluorverbindingen in grond en water.

In 2017 is door het Expertisecentrum PFAS in opdracht van de provincie Zuid-Holland en de Omgevingsdienst Zuid-Holland Zuid (OZHZ) een verkennend grond- en grondwateronderzoek verricht naar de aanwezigheid van onder andere PFOA en GenX in grond en het grondwater in Dordrecht en omgeving⁷. Op zes plaatsen in de omgeving (locatie a tot en met e < 2 km, e < 5 km en f < 7,5 km afstand) van de DuPont/ Chemours fabriek zijn grond- en grondwatermonsters genomen en geanalyseerd. In Tabel 6 staan de voor nu relevante resultaten samengevat.

Tabel 6 Waarden PFOA en Genx in grond- en grondwatermonsters in onderzoek van Expertisecentrum PFAS

| locatie: | a | b1 | b2 | c | d | e | f |
|--|--------|--------|-------|-------|-------|-------|----|
| <i>Grondmonsters ng/g ds</i> | | | | | | | |
| PFOA | 9,00 | 13,00 | 84,00 | 75,00 | 74,00 | 20,00 | - |
| GenX | 0,72 | 4,70 | 0,51 | 2,00 | 1,50 | 0,18 | - |
| locatie: | a | b | c | d | e | f | f |
| <i>Grondwatermonsters ng/L.</i> | | | | | | | |
| PFOA | 14.000 | 25.000 | 3900 | 5000 | 140 | 66 | 66 |
| GenX | 390 | 590 | 280 | 660 | 13 | 6 | 6 |
| <i>afstanden: a, b (b1, b2), c, d < 2km / e < 5km (circa 4,2 km) / f < 8km (circa 7,5 km)</i> | | | | | | | |

In 2017 rapporteerde de WUR de resultaten⁸ van analyses van gehalten PFOA en GenX in rivierwatermonsters (genomen in 2016) in de buurt van de fabriek. De PFOA waarden op een 5-tal punten in een gebied rondom de fabriek (< 3 km) waarin ook de onderzochte moestuinen liggen (R10-R14⁶), varieerden van 3,2 tot 12 ng/L. De waarden voor GenX varieerden op deze punten van 22 tot 812 ng/L.

Tussen januari en mei 2017 heeft Rijkswaterstaat (RWS) onderzoek⁹ uitgevoerd naar de aanwezigheid van GenX en PFOA in het oppervlaktewater in de regio rondom Chemours. Gerekend over alle 10 meetpunten rondom Chemours (max 35 km afstand), lagen de concentraties van PFOA in 99% van de oppervlaktewatermonsters in de buurt van 5 ng/L. De maximaal gemeten concentratie was 12 ng/L. De gemiddeld gemeten concentratie over alle meetpunten was 3,7 ng/L. De hoogste, gemiddelde, GenX concentratie, 102 ng/L, is gemeten bij het dichtstbijzijnde meetpunt stroomafwaarts van

⁷ van Bentum, E., Pancras, T., Slenders, H., van der Enden, B. (2017). Luchtdepositie onderzoek PFOA en HFPO-DA (GenX) Dordrecht en omgeving. Onderzoek naar de invloed van luchtmissies op de kwaliteit van grond en grondwater. Kenmerk: ECP 012017 / 20DDT221-1.17. Tabellen 5 en 7, resultaten VU.

⁸ Gebbink Wouter A., Laura van Asseldonk, and Stefan P.J. van Leeuwen. Presence of Emerging Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFASs) in River and Drinking Water near a Fluorochemical Production Plant in the Netherlands. Environ. Sci. Technol. 2017, 51, 11057–11065. DOI: 10.1021/acs.est.7b02488.

⁹ RWS – informatie. Resultaten meetprogramma FRD en PFOA stoffen rondom Chemours te Dordrecht. 13 juni 2017 RWS-2017/24775

Chemours. Op de overige meetpunten zijn lagere concentraties GenX aangetroffen. De gemiddelde concentratie aan GenX in het oppervlaktewater stroomopwaarts ten opzichte van Chemours lag onder 9 ng/L.

In opdracht van de gemeente Papendrecht heeft Tritium Advies B.V. in 2018 een verkennend bodemonderzoek uitgevoerd op de locatie Land van Matena in Papendrecht (< 2,5 km afstand van DuPont/Chemours). Uit de analyseresultaten¹⁰ blijkt dat in de huidige bovengrond PFOA aanwezig is in gehalten variërend van 2,2 tot 21 ng/g d.s. In de bodem rond de grondwaterstand is PFOA aanwezig in een concentratie van 1,0 ng/g d.s. GenX komt voor in gehalten variërend van < 0,01 tot 0,16 ng/g d.s. In het oorspronkelijke maaiveld (aangetroffen op een diepte variërend van 0,1 - 1,8 meter onder het maaiveld) is PFOA aanwezig in gehalten variërend van 1,0 tot 9,9 ng/g d.s. In het oorspronkelijke maaiveld is geen GenX aangetoond. In het oppervlaktewater is PFOA aanwezig in gehalten variërend van 1.200 tot 1.300 ng/L. GenX is aanwezig in gehalten variërend van 94 tot 100 ng/L.

De in dit onderzoek gemeten concentraties van PFOA in de moestuingrond zijn met 0,3 - 7,7 ng/g d.s. (zie Tabel 7) ongeveer een factor 10 lager dan in het onderzoek van het Expertisecentrum PFAS (9,0-75,0 ng/g d.s.; zie Tabel 6). Voor GenX liggen de concentratie in de moestuingrond (0,1-1,0 ng/g d.s. ; Tabel 8) in dezelfde ordegrootte als in het onderzoek van het Expertisecentrum PFAS (0,18-4,7 ng/g d.s.).

Op basis van een overzicht van literatuur¹¹ zijn gemeten waarden PFOA in grondmonsters uit moestuinen (76 monsters uit 7 onderzoeken in Duitsland, Zweden, Midwest VS) vergeleken met de gemeten waarden in dit onderzoek. Hieruit blijkt dat de gemeten gehalten PFOA in de grondmonsters in deze studie deels van dezelfde ordegrootte maar grotendeels lager zijn.

De concentratie van PFOA in irrigatiewatermonsters in dit moestuinonderzoek varieert van 2,3 tot 4.670 ng /L (Tabel 7). De hogere concentraties zijn vergelijkbaar met het Tritium-onderzoek (1200-1300 ng/L), maar lager dan de concentraties die het Expertisecentrum PFAS in grondwater heeft gemeten (66-25000 ng/L; Tabel 8). Het irrigatiewater bevat wel veel meer PFOA dan het rivierwater zoals gemeten door de WUR en RWS (3,2 - 12 ng/L).

De concentraties GenX in het irrigatiewater in dit moestuinonderzoek liggen tussen 1,4 en 3.078 ng/L (zie Tabel 7). De maximumwaarden zijn hoger dan in het onderzoek van het Expertisecentrum PFAS (6 - 660 ng/L), de WUR (3,2-12 ng/L), RWS (102 ng/L) en Tritium (94-100 ng/L).

Het beeld is niet consistent: in alle drie de gemeenten zijn locaties met hoge maar ook relatief lage concentraties PFOA en GenX in irrigatiewatermonsters. Slootwater laat in alle situaties verhoogde waarden zien, hetzij PFOA, hetzij GenX of beide. Regenwater in sommige gevallen wel, in andere niet. Voor regenwater kan de wijze waarop het water is opgevangen (via kunststof golfplaten op tuinhuisjes, in kunststoffen regentonnen) van invloed zijn op de gemeten concentratie PFOA en GenX.

¹⁰ Verkennend bodemonderzoek PFOA en GenX betreffende locatie Land van Matena, deellocatie C, D en E Papendrecht documentkenmerk. 30 mei 2018 S. Francken, Tritium Advies bv. 1709/126/SF-02 versie A.

¹¹ RIVM, 2017 Risicogrenzen PFOA voor grond en grondwater. Uitwerking ten behoeve van generiek en gebiedsspecifiek beleid. RIVM Rapport 2017-0092.

In alle onderzoeken wordt PFOA en GenX gemeten. De variatie heeft te maken met type monster, locaties et cetera. Het beeld is dat in de omgeving (< 5 km) van de fabriek in grond, oppervlaktewater en opgevangen regenwater PFOA en GenX kan worden gevonden.

4.2 Antwoord op de onderzoeksvragen

Het streven was om met de resultaten van deze analyse:

1. meer inzicht te geven in de mogelijke route van de verontreiniging van de groenten met GenX en/of PFOA.
2. duidelijkheid te geven over de vraag of de grond waarop de gewassen zijn geteeld geschikt is voor moestuingebruik.

Ad1

Gewassen kunnen stoffen opnemen via verschillende routes: via lucht of water of bodem. Die stoffen kunnen direct of indirect in lucht, bodem of water terecht zijn gekomen en vervolgens in de plant. Voor de bodem-gewasrelatie geldt dat er een sterke variatie is in de verhouding tussen concentraties van stoffen in enerzijds de bodem en anderzijds de gewassen. Omdat het gedrag (de oplosbaarheid en sorptie) van PFOA en GenX in het bodem-watersysteem moeilijk is te voorspellen, is de verwachting dat de opname van deze stoffen door groenten heel variabel is. Daarbij komt dat er in de wetenschappelijke literatuur te weinig data zijn om deze relatie betrouwbaar af te kunnen leiden. Voor de meeste gewassen is er namelijk maar 1 onderzoek beschikbaar. De aangetroffen concentraties GenX en PFOA in groenten en de bodem (zie Tabel 5) zijn laag. Door de lage PFOA en GenX concentraties in de bodem en de beperkte dataset is het nog niet goed mogelijk een relatie tussen bodemgehalte en plantgehalte (= bioconcentratiefactor (BCF)) af te leiden.

Uit de gegevens kan geen duidelijke relatie tussen de concentratie van GenX/PFOA in gewassen en bodem en de concentratie van deze verbindingen in oppervlaktewater en/of opgevangen regenwater worden afgeleid. Dit komt vooral door de beperkte dataset en variabiliteit in de samenhang. De gewas- en bodemkwaliteit in de onderzochte moestuinen is niet of slechts in beperkte mate beïnvloed door de aangetroffen concentraties GenX en PFOA in oppervlaktewater en opgevangen regenwater.

Ad2

De analyseresultaten van de bodem en irrigatiewatermonsters (fase 2 moestuinonderzoek) laten zien dat de PFOA concentraties in de bodem lager zijn dan de risicogrenzen bodem zoals afgeleid voor het bodemgebruik 'wonen met moestuin' (Lijzen et al. 2018). Voor GenX zijn nog geen risicogrenzen bodem afgeleid, maar de gemeten concentraties zijn lager dan 1 ng/g d.s. Op basis van deze toetsing is de bodem van de onderzochte locaties geschikt voor wonen met moestuin.

Er is geen informatie over risicogrenzen van GenX en PFOA in irrigatiewater waaraan de gemeten PFOA en GenX concentraties kunnen worden getoetst. Wel is op basis van een 'indicatieve bodemvrachtberekening' aangetoond dat gebruik van irrigatiewater niet leidt tot een ontoelaatbare toename van het bodemgehalte en daarmee samenhangende gezondheidsrisico's. Ook als er vele jaren wordt geïrrigeerd met verontreinigd slootwater zullen de concentraties van PFOA en GenX in de bodem niet tot gezondheidsproblemen leiden vanwege de consumptie van geteelde gewassen.

Het regenwater is niet beoordeeld op basis van de indicatieve vrachtberekening. De reden daarvoor is dat de concentraties in het regenwater lager zijn dan in het slootwater. Dientengevolge zijn ook de risico's van het gebruik van regenwater lager. Het regenwater werd opgevangen (via allerlei (kunststoffen) oppervlakten of leidingen) in kunststoffen tonnen. Daardoor is contaminatie van het regenwater met perfluorverbindingen van andere bronnen niet uitgesloten.

Uit fase 1 van het onderzoek is gebleken dat de moestuingewassen uit de onderzochte tuinen geschikt zijn voor consumptie. Dit laat onverlet dat de gevonden concentraties GenX en PFOA in het sloot- en/of regenwater hier en daar erg hoog zijn. De algemene doelstelling van de Europese Kaderrichtlijn Water is om de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in Europa te waarborgen. Hiervoor zou moeten worden gestreefd naar een vermindering van de concentratie van milieuvreemde stoffen (zoals GenX en PFOA) in het oppervlakte water. De ontwikkeling van de kwaliteit van het oppervlaktewater zou gevolgd kunnen worden door middel van een monitoringsprogramma.

5 Bijlage

5.1 Concentraties PFOA en GenX in de irrigatiewater- en grondmonsters

In Tabel 7 en Tabel 8 zijn respectievelijk de resultaten van de analyses van de concentraties PFOA en GenX in de irrigatiewater en grondmonsters weergegeven.

Elke locatie is met een locatiecode weergegeven die ook aangeeft of het om een water- of bodemonster gaat. Zo is 'G1LOC3WA2' een watermonster genomen uit slotwater dat als irrigatiewater werd gebruikt uit moestuin LOCatie 3 in Gemeente 1. G2LOC2GR is een grondmonster uit moestuin LOCatie 2 in Gemeente 2. (Kolom 1).

Voor elk van de moestuinen is aangegeven wat de bron van het irrigatiewater (regenwater en/of slotwater en/of rivierwater en/of leidingwater) respectievelijk de grond (volle grond of nieuw opgebrachte grond) is. (Kolom 2). De PFOA concentraties (in water (Tabel 7) en in grond Tabel 8) in duplo metingen zijn weergegeven in kolommen 3 en 4. De GenX concentraties in kolommen 5 en 6.

De gemiddelde waarde voor beide metingen is als rekenkundig gemiddelde voor PFOA in kolom 7 en voor GenX in kolom 8 weergegeven.

Tabel 7 Gemeten waarden PFOA en GenX (in ng/L) in irrigatiewatermonsters uit moestuinen rond DuPont-Chemours

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|---------|----------------|-----------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------|--------|
| Locatie | Irrigatiewater | PFOA (ng/L) | | GenX (ng/L) | | PFOA (ng/L) | GenX (ng/L) | |
| | Bron | meting 1 | meting 2 | meting 1 | meting 2 | Gem. | Gem. | |
| 1 | G1LOC1WA1 | Regenwater | 2,5 | 3,3 | 39 | 56 | 2,9 | 47,5 |
| 2 | G1LOC2WA1 | Regenwater, lw | 3,8 | 3,9 | 122 | 100 | 3,9 | 111,0 |
| 2 | G1LOC2WA2 | Rivierwater, lw | 4,7 | 4,5 | 1,5 | 1,2 | 4,6 | 1,4 |
| 3 | G1LOC3WA1 | Regenwater | 2,0 | 2,5 | 11 | 12 | 2,3 | 11,5 |
| 3 | G1LOC3WA2 | Slootwater | 176 | 169 | 23 | 26 | 172,5 | 24,5 |
| 4 | G2LOC1WA1 | Regenwater | 118 | 111 | 61 | 79 | 114,5 | 70,0 |
| 4 | G2LOC1WA2 | Slootwater | 587 | 545 | 95 | 100 | 566,0 | 97,5 |
| 5 | G2LOC2WA1 | Regenwater | 3,1 | 3,0 | 14 | 22 | 3,1 | 18,0 |
| 6 | G2LOC3WA1 | Slootwater | 672 | 649 | 134 | 133 | 660,5 | 133,5 |
| 9 | G3LOC2WA1 | Regenwater, lw | 78 | 70 | 3609 | 2547 | 74,0 | 3078,0 |
| 10 | G3LOC3WA1 | Regenwater | 4,2 | 2,8 | 53 | 37 | 3,5 | 45,0 |
| 10 | G3LOC3WA2 | Slootwater | 42 | 39 | 10 | 9,3 | 40,5 | 9,7 |
| 8 | G3LOC4WA1 | Regenwater | 298 | 297 | 421 | 496 | 297,5 | 458,5 |
| 8 | G3LOC4WA2 | Slootwater | 4323 | 5017 | 923 | 990 | 4670,0 | 956,5 |
| 11 | G3LOC5WA1 | Regenwater | 192 | 170 | 256 | 228 | 181,0 | 242,0 |
| 12 | G4LOC1WA1 | Regenwater, lw | 7,9 | 8,8 | 13 | 11 | 8,4 | 12,0 |

7 G3LOC1 : op deze locatie is geen watermonster genomen in verband met kwelwater van de rivier, vochtige grond. Voor de kassen wordt lw gebruikt.
lw=leidingwater, is niet geanalyseerd op PFOA of GenX.

Tabel 8 Gemeten waarden PFOA en GenX (in ng/g ds) in grondmonsters uit moestuinen rond DuPont-Chemours

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
|---------|------------|--|----------|----------------|----------|----------------|----------------|-----|--|
| Locatie | Grond | PFOA (ng/g ds) | | GenX (ng/g ds) | | PFOA (ng/g ds) | GenX (ng/g ds) | | |
| | Bron | meting 1 | meting 2 | meting 1 | meting 2 | Gem. | Gem. | | |
| 1 | G1LOC1GR | Opgebrachte nieuwe grond in een bak. Wel in contact met bodem | 3,1 | 3,2 | 0,75 | 0,78 | 3,2 | 0,8 | |
| 2 | G1LOC2GR | Bakken | 0,23 | 0,35 | <0,1 | <0,1 | 0,3 | 0,1 | |
| 3 | G1LOC3GR | Volle grond | 3,4 | 4,0 | <0,1 | 0,14 | 3,7 | 0,1 | |
| 4 | G2LOC1GR | Volle grond | 2,8 | 2,4 | 0,17 | 0,12 | 2,6 | 0,1 | |
| 5 | G2LOC2GR | Volle grond | 3,8 | 4,5 | 0,25 | 0,29 | 4,2 | 0,3 | |
| 6 | G2LOC3GR | Volle grond | 5,6 | 6,4 | 0,86 | 1,0 | 6,0 | 0,9 | |
| 7 | G3LOC1GR | Volle grond | 4,5 | 3,8 | 0,57 | 0,48 | 4,2 | 0,5 | |
| 9 | G3LOC2GR | Volle grond | 6,8 | 8,5 | 0,86 | 1,1 | 7,7 | 1,0 | |
| 10 | G3LOC3GR | Volle grond | 2,9 | 3,0 | <0,16 | 0,12 | 3,0 | 0,1 | |
| 8 | G3LOC4GR | Volle grond | 4,3 | 3,1 | 0,61 | 0,55 | 3,7 | 0,6 | |
| 8 | G3LOC4GR-H | Volle grond | 3,4 | 3,4 | 0,82 | 0,80 | 3,4 | 0,8 | |
| 11 | G3LOC5GR | Volle grond | 4,0 | 4,4 | 0,30 | 0,32 | 4,2 | 0,3 | |
| 12 | G4LOC1GR | Volle grond | 0,64 | 0,47 | <0,1 | <0,1 | 0,6 | 0,1 | |
| | G3LOC4GR-H | = een tweede bodemmonster in dezelfde moestuin (dezelfde gebruiker) als G3LOC4GR. De moestuingrond is deels in bezit (monster G3LOC4GR) en wordt deels gehuurd (-H). | | | | | | | |

5.2 **Bijlage Toelichting 'indicatieve grondvrucht berekening'**

Voor de beoordeling van irrigatiewater afkomstig uit sloten of opgevangen regenwater is een zogenaamde 'vrucht' benadering toegepast (zie Tabel 9). Volgens deze benadering wordt nagegaan in welke mate berekening kan leiden tot een toename van PFOA en GenX in de bodem tot boven de risicogrens bodem (scenario wonen met moestuin) en waardoor het risico voor de gezondheid van de gebruiker toeneemt.

Zie voor de waarden van de verschillende parameters en de uitkomsten van berekeningen Tabel 9.

Voor de uitgangspunten en de gekozen parameterwaarden is gekozen voor een conservatieve (voorzichtige) benadering.

Tabel 9 Uitgangspunten en aannames voor bepaling van grondvrucht

| Parameter | Gebruikte waarde | Toelichting |
|---|---|---|
| concentratie PFOA en GenX in de bodem | PFOA max. 7,7 ng/g range 0,3-3,6-7,7 GenX max. 0,9 ng/g range: 0,1-0,44-0,91 | range is (min-gem-max) |
| maximale concentratie PFOA en GenX in het irrigatiewater | PFOA 4670 ng/L GenX 956,5 ng/L | - |
| gemiddelde concentratie PFOA en GenX in het irrigatiewater | PFOA 1222 ng/L GenX 244 ng/L | - |
| bewortelingsdiepte | 0,3 m | realistische aanname |
| transport van PFOA en GenX naar diepere bodemlagen en grondwater | 0 | 'worst-case' aanname voor ontwikkeling bodemkwaliteit |
| afbraak van PFOA en GenX | 0 | conservatieve aanname |
| soortelijk gewicht grond kg/m ³ | 1500 kg/m ³ | - |
| kg grond (diepte van 30 cm) | 450 kg | |
| beregening tijdens groeiseizoen 50% van gemiddelde neerslag van 400 mm. | 200 mm in 6 maanden (200 L/m ² /j (W _{irr})) | conservatieve aanname |

RESULTATEN (BEREKENING)

| | | |
|--|------------|---|
| jaarlijkse toename bodemgehalte ¹⁾ | | uitgaande van <i>maximale</i> gemeten concentraties in oppervlaktewater |
| PFOA | 2 ng/g/j | |
| GenX | 0,4 ng/g/j | |
| jaarlijkse toename bodemgehalte ¹⁾ | | uitgaande van <i>gemiddelde</i> gemeten concentraties in oppervlaktewater |
| PFOA | 0,5 ng/g/j | |
| GenX | 0,1 ng/g/j | |
| ¹⁾ Toename C _{bodem} = C _{sw} * W _{irr} / (kg grond * 1000) | | |