



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

## **Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Helmond**

RIVM Briefrapport 2019-0024  
P.E. Boon | M.J. Zeilmaker | M.J.B. Mengelers





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

## **Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Helmond**

RIVM Briefrapport 2019-0024  
P.E. Boon | M.J. Zeilmaker | M.J. B. Mengelers

## 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-2019-0024

P.E. Boon (auteur), RIVM  
M.J. Zeilmaker (auteur), RIVM  
M.J.B. Mengelers (auteur), RIVM

Contact:  
Marcel Mengelers  
VPZ/VVH  
marcel.mengelers@rivm.nl

Dit onderzoek is verricht in opdracht van de Gemeente Helmond

Dit is een uitgave van:  
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**  
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
Nederland  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

### **Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Helmond**

Mensen met een moestuin in de buurt van het bedrijf Custom Powders in Helmond kunnen veilig hun zelf geteelde groenten eten. Het bedrijf heeft in het verleden de stoffen GenX en PFOA uitgestoten waardoor deze via de lucht in het milieu zijn terechtgekomen. De zogeheten gezondheidskundige grenswaarden die voor de inname van GenX en PFOA gelden, worden niet overschreden. Dat blijkt uit onderzoek van het RIVM.

In dit onderzoek is berekend hoeveel GenX en PFOA mensen binnen kunnen krijgen als zij zelf geteelde groenten eten uit een moestuin 450 meter ten noordoosten van het bedrijf. Hiervoor zijn in de eerste helft van september 2018 in het volkstuinencomplex Sluisdijk 87 monsters genomen van meerdere groenten en aardappel. Bij de beoordeling van het risico is rekening gehouden met het feit dat mensen ook via ander voedsel, drinkwater, lucht en zwemwater aan de stoffen kunnen worden blootgesteld.

Bij de beoordeling is aangenomen dat mensen hun leven lang uitsluitend groenten uit hun eigen moestuin eten om onderschatting van het risico te voorkomen. De uitkomsten zijn daardoor waarschijnlijk hoger dan de werkelijke inname van GenX en PFOA bij moestuinhouders met een moestuin ten noordoosten van het bedrijf.

De onderzochte groenten zijn biet, boerenkool, komkommer, paprika, rabarber, sla, sperziebonen, tomaten, ui en wortel. Informatie over hoeveel en hoe vaak deze groenten en aardappel worden gegeten, is afkomstig uit de meest recente voedselconsumptiepeiling in Nederland van 2012-2016.

Kernwoorden: GenX, PFOA, risicobeoordeling, moestuin, groente



## Synopsis

### **Risk assessment of GenX and PFOA in home-grown garden crops in Helmond**

Persons with a vegetable garden near the company Custom Powders in Helmond can safely eat their home-grown vegetables. In the past, this company emitted the substances GenX and PFOA into the air. However, the health-based guidance values of GenX and PFOA for exposure were not exceeded. This is the finding of a study performed by RIVM.

The study involved calculating the exposure to GenX and PFOA through the consumption of home-grown vegetables by persons with a vegetable garden 450 meter north-east from the company. In the first half of September 2018, 87 samples were taken of vegetables and potato, at the allotment Sluisdijk. When assessing the risk, the additional exposure to GenX and PFOA through other food, drinking water, air and swimming water was also considered.

The risk was assessed assuming that the persons in question would eat exclusively home-grown vegetables every day throughout their life. The calculated exposure is therefore probably higher than the actual exposure to GenX and PFOA among the vegetable garden owners.

The vegetables examined were beet root, carrot, cucumber, curly kale, green beans, lettuce, onion, rhubarb, (sweet) pepper and tomato. Information about the amount and frequency in which these vegetables and potato are consumed was obtained from the most recent Dutch food consumption survey of 2012-2016.

Keywords: GenX, PFOA, risk assessment, home-grown, vegetables





## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding — 9</b>
1.1	Achtergrond — 9
1.2	Onderzochte stoffen: GenX en PFOA — 10
1.3	Vraagstelling van het onderzoek — 10
<b>2</b>	<b>Studieopzet en analyse — 13</b>
2.1	Studieopzet moestuinonderzoek — 13
2.2	Analyse monsters — 13
<b>3</b>	<b>Methodiek van de innameberekening en risicobeoordeling — 15</b>
3.1	Inleiding — 15
3.2	Voedselconsumpties — 15
3.3	Berekening van de inname van GenX en PFOA — 15
3.3.1	Koppeling concentraties aan gegeten groenten — 15
3.3.2	Gebruikte concentraties van GenX en PFOA — 16
3.3.3	Gebruikte model voor de berekening van de inname — 17
3.4	Toxiciteit en toelaatbare dagelijkse inname van GenX en PFOA — 18
3.4.1	GenX — 18
3.4.2	PFOA — 19
3.5	Risicobeoordeling — 20
<b>4</b>	<b>Resultaten van de innameberekening en risicobeoordeling — 21</b>
4.1	Concentraties — 21
4.2	Berekende innamen — 21
4.3	Risicobeoordeling — 24
4.4	Onzekerheidsanalyse — 25
4.4.1	Inname — 25
4.4.2	Toxiciteit — 27
<b>5</b>	<b>Discussie — 29</b>
5.1	Vergelijking met eerder onderzoek gerelateerd aan voedsel — 29
5.2	Blootstelling uit andere bronnen — 32
5.3	Risicobeoordeling — 33
<b>6</b>	<b>Conclusie — 35</b>
	<b>Dankwoord — 37</b>
	<b>Referenties — 39</b>
	<b>Bijlage A. Monsternamen van de moestuingewassen — 43</b>
	<b>Bijlage B. Monsters en mengmonsters van de diverse groenten — 43</b>
	<b>Bijlage C. Indeling van de geconsumeerde groenten per categorie — 45</b>
	<b>Bijlage D. Concentraties van GenX en PFOA in diverse monsters — 48</b>

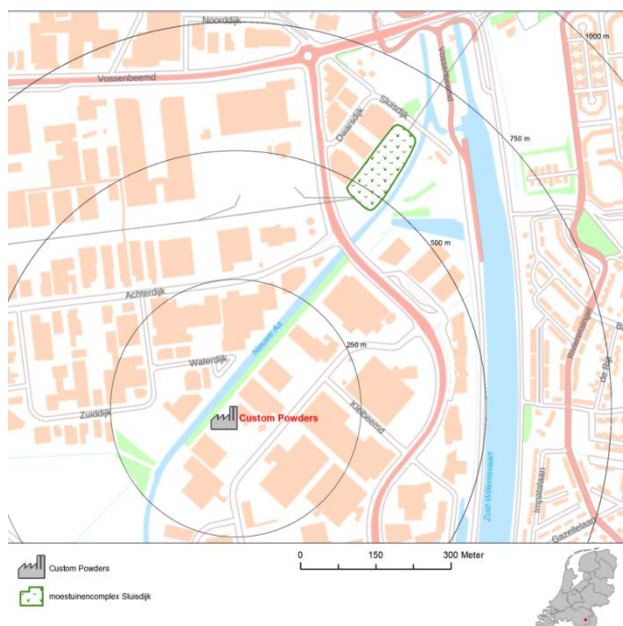
**Bijlage E. Concentraties van GenX en PFOA in diverse groenten en fruit zoals gebruikt in de innameberekeningen in het moestuinonderzoek in Dordrecht en de huidige studie — 49**

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Het bedrijf Custom Powders<sup>1</sup> is in 2017 door de gemeente Helmond en het Waterschap Aa en Maas geïdentificeerd als bron van de emissie van GenX en perfluorooctaanzuur (PFOA). Van 1996 t/m 2012 heeft Custom Powders PFOA-houdend teflonpoeder gedroogd en heeft emissie van PFOA via lucht plaatsgevonden. Vanaf 2013 is het bedrijf hiermee gestopt en is overgestapt op het drogen van GenX-houdend teflonpoeder. In november 2017 is Custom Powders ook met deze werkzaamheden gestopt. De gemeente Helmond en het Waterschap brengen gezamenlijk de aard en omvang van de verspreiding van GenX en PFOA in kaart.

Op een afstand van 450 meter ten noordoosten van Custom Powders ligt een volkstuinencomplex. Gezien de nabijheid van dit complex ten opzichte van Custom Powders is de vraag ontstaan bij de Gemeente Helmond of deze stoffen ook terecht zijn gekomen op groenten en fruit in de moestuinen binnen dit complex en of deze veilig gegeten kunnen worden. In 2018 is de gemeente Helmond daarom een moestuinonderzoek gestart naar het voorkomen van GenX en PFOA in moestuingewassen. Hiervoor zijn gewassen uit het dichtstbijzijnde volkstuinencomplex Sluisdijk bemonsterd en geanalyseerd op GenX en PFOA (Figuur 1). In dit rapport worden de analyseresultaten gepresenteerd en op basis daarvan wordt een risicobeoordeling



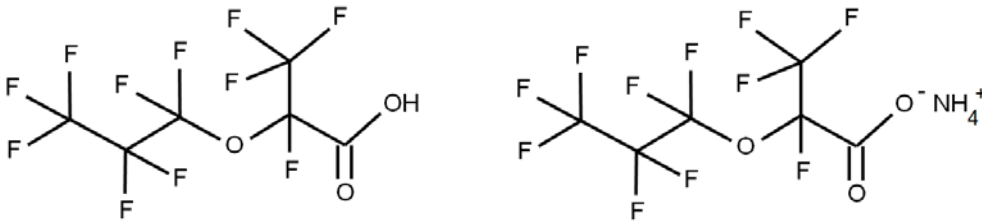
*Figuur 1. De locatie van het volkstuinencomplex Sluisdijk in Helmond en de positie van dit complex ten opzichte van het bedrijf Custom Powders*

<sup>1</sup> [www.custompowders.nl](http://www.custompowders.nl)

uitgevoerd om antwoord te geven op de vraag of deze gewassen veilig gegeten kunnen worden.

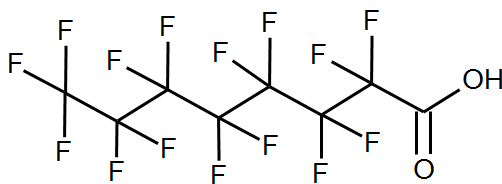
## 1.2 Onderzochte stoffen: GenX en PFOA

GenX is een technologie die wordt gebruikt om coatings (bijvoorbeeld teflon) te maken. Daarbij worden twee fluorhoudende stoffen gebruikt die erg op elkaar lijken: FRD-902 (een ammonium zout) en FRD-903 (een zuur). De structuurformules van beide stoffen zijn weergegeven in Figuur 2. Deze twee stoffen zijn niet of nauwelijks afbreekbaar in het milieu (persistent). Het is echter onduidelijk of de stoffen zich net zo ophopen in het lichaam als PFOA. De effecten in het lichaam van beide stoffen worden veroorzaakt door het negatief geladen ion (het anion) van het ammonium zout (HFPO-DA). In dit rapport wordt dit anion aangeduid als GenX.



Figuur 2. De structuurformules voor het zuur FRD-903 (links) en het ammoniumzout FRD-902 (rechts)

PFOA (perfluorooctaan zuur) is een door mensen gemaakte chemische stof, die van nature niet in het milieu voorkomt. De stof is gebruikt om oppervlakten van producten te beschermen, zoals bij de behandeling van tapijten en kleding, coatings voor kartonnen verpakkingen en antiaanbaklagen. Vanwege de aanwezigheid van acht koolstofatomen wordt ook wel de minder specifieke afkorting C8 gebruikt. PFOA hoopt zich op in het lichaam (bioaccumulerend) en is niet of nauwelijks afbreekbaar in het milieu (persistent). De structuurformule voor PFOA is weergegeven in Figuur 3.



Figuur 3. De structuurformule voor PFOA

## 1.3 Vraagstelling van het onderzoek

De centrale vraag van dit onderzoek is of mensen groenten uit moestuinen in het volkstuinencomplex Sluisdijk in Helmond veilig kunnen eten voor wat betreft de aanwezigheid van GenX en PFOA in deze groenten.

Om deze vraag te beantwoorden zijn twee deelvragen geformuleerd:

1. Wat zijn de concentraties GenX en PFOA in geselecteerde groenten uit moestuinen in de buurt van Custom Powders?
2. Wordt de toelaatbare dagelijkse inname van GenX en PFOA overschreden door consumptie van moestuingroenten bij een gebruikelijk consumptiepatroon?



## 2 Studieopzet en analyse

### 2.1 Studieopzet moestuinonderzoek

Op 10 en 11 september 2018 zijn in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond monsters van groenten, aardappel en fruit genomen in 22 van de 38 aanwezige moestuinen. Voor dit moestuinonderzoek zijn groenten en fruit geselecteerd die in deze periode geoogst konden worden. De bemonsterde gewassen waren aardappel, biet, bladselderij, boerenkool, komkommer, paprika, rabarber, sla, sperziebonen, tomaten, ui en wortel. Voor meer details over de monstername, zie Bijlage A. Naast deze gewassen zijn tevens enkele monsters genomen van andijvie, appel, peterselie en spekbonden. Deze gewassen zijn niet geanalyseerd, omdat er onvoldoende monstermateriaal per gewas aanwezig was. Figuur 1 geeft de locatie van het volkstuintencomplex Sluisdijk en de positie van het complex ten opzichte van het bedrijf Custom Powders weer.

Van de genomen monsters zijn per gewas mengmonsters gemaakt, elk bestaande uit minimaal drie t/m maximaal vijf monsters. Hierbij zijn de monsters zodanig gecombineerd dat ze zo goed mogelijk verdeeld waren over het volkstuintencomplex. Zie Bijlage B voor een overzicht van de monsters en mengmonsters per gewas. In totaal zijn 87 monsters verwerkt in 21 mengmonsters met één of twee mengmonsters per gewas. De mengmonsters zijn vervolgens in meervoud geanalyseerd. De monsters zijn ongewassen verwerkt tot mengmonsters. Eerder onderzoek heeft aangetoond dat het wassen van een gewas tot een iets lagere concentratie van GenX kan leiden (Mengelers et al., 2018). Dit gold ook voor PFOA, maar deze waarneming was alleen gebaseerd op gemeten concentraties in bieten. De inname van GenX en PFOA vanuit groenten en aardappel kan hierdoor in het huidige onderzoek enigszins zijn overschat.

De gevolgde studieopzet was vergelijkbaar met de opzet van een eerder moestuinonderzoek naar de inname van GenX en PFOA door de consumptie van moestuingewassen geteeld in moestuinen nabij de fabriek Chemours/Dupont in Dordrecht (Mengelers et al., 2018).

### 2.2 Analyse monsters

De mengmonsters zijn geanalyseerd door het onderzoeksinstituut RIKILT van Wageningen University & Research (WUR) volgens de interne SOP<sup>2</sup> A1114. De opwerking van de monsters omvat een alkalische methanolextractie van gemalen groente, gevolgd door een opschoning van het extract met behulp van solid-phase extractie (WAX-SPE). Voor nauwkeurige kwantificering van GenX en PFOA zijn isotoopgelabelde standaarden gebruikt.

De monsterextracten zijn geanalyseerd met behulp van vloeistofchromatografie (LC) gekoppeld aan tandem massaspectrometrie

<sup>2</sup> Standard Operating Procedure

(MS)<sup>3</sup>. De analytische LC kolom was een Waters Acquity UPLC BEH C18 (50 x 2,1 mm; 1,7 µm) en mogelijke PFOA interferenties uit de oplosmiddelen zijn weggevangen door de mobiele fase te leiden door een Waters Symmetry C18 kolom (50 x 2,1 mm; 5 µm). De mobiele fases (A: 2 mM ammoniumactetaat in water; B: acetonitril) zijn verpompt met een debiet van 0,3 ml/min. De MS opereerde in multiple reaction monitoring, waarbij GenX is gemonitord op basis van de massaovergangen 328,9 > 285,0 en 169,0 en PFOA op basis van 412,9 > 369,1 en 169,0. De hoeveelheid PFOA en GenX is gekwantificeerd op basis van kalibratielijnen geprepareerd in aanwezigheid van matrix.

De kwantificatielimiet (LOQ) van deze methode was voor beide stoffen in alle onderzochte groenten gelijk aan 0,1 ng/g. De LOQ is de laagste concentratie die nog betrouwbaar vastgesteld kan worden. Deze LOQ lag een factor 10 lager dan in het moestuinonderzoek bij Dordrecht. De mengmonsters worden in het vervolg van dit rapport 'monster' genoemd. Daarnaast zal voor de leesbaarheid van het rapport hieronder met de term 'groente(n)' ook aardappel worden bedoeld.

<sup>3</sup> LC-MS/MS, LC: Shimadzu Nexera X2 LC-30AD UHPLC; MS: AB Sciex Qtrap 5500 triple quadrupole mass



### 3 Methodiek van de innameberekening en risicobeoordeling

#### 3.1 Inleiding

Voor de risicobeoordeling van GenX en PFOA, aanwezig in de bemonsterde groenten in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond, is de inname van deze stoffen berekend. Deze inname is vervolgens vergeleken met de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) van beide stoffen. Een inname die onder de TDI blijft, wordt als veilig gezien. Een inname net boven de TDI hoeft niet onveilig te zijn, maar vraagt om nader onderzoek. De inname is berekend door de gemeten concentraties in de groenten te combineren met consumptiehoeveelheden van deze groenten. Deze consumptiehoeveelheden zijn afkomstig van de voedselconsumptiepeiling uitgevoerd in Nederland<sup>4</sup>. De beschreven methodiek is eveneens in overeenstemming met het moestuinonderzoek in Dordrecht (Mengelers et al., 2018).

#### 3.2 Voedselconsumpties

Om de inname van GenX en PFOA door het eten van de groenten te berekenen zijn gegevens nodig over hoeveel en hoe vaak deze groenten worden gegeten. Door het ontbreken van voldoende kwantitatieve gegevens over de consumptie van groenten door de moestuinhouders van het volkstuintencomplex zijn de consumptiegegevens gebruikt van de Nederlandse voedselconsumptiepeiling (VCP's) onder personen van 1 t/m 79 jaar uitgevoerd in 2012 – 2016<sup>4</sup>. Deze gegevens betreffen de meest recente gegevens beschikbaar over de consumptie van voedsel, waaronder groenten, in Nederland. In deze peiling hebben 4313 individuen op twee dagen aangegeven wat zij hebben geconsumeerd en gedronken, inclusief de geconsumeerde en gedronken hoeveelheden. Voor jonge kinderen hebben ouders/verzorgers dit aangegeven.

#### 3.3 Berekening van de inname van GenX en PFOA

##### 3.3.1 *Koppeling concentraties aan gegeten groenten*

Voor de berekening van de inname van GenX en PFOA is een koppeling gemaakt tussen de gemeten concentraties in groenten en de gegeten hoeveelheden ervan, zoals gerapporteerd in de VCP. Bladselderij als een kruid kon niet worden meegenomen in de berekeningen, omdat de consumptie hiervan niet is nagevraagd.

Omdat niet alle groenten die geteeld kunnen worden in een moestuin zijn bemonsterd (paragraaf 2.1), zijn de gemeten GenX en PFOA concentraties geëxtrapoleerd naar de groenten die niet zijn bemonsterd. Daarvoor zijn de gemeten groenten ingedeeld in zeven categorieën: blad-, bol-, knol-, kool-, peul-, stengel- en vruchtgroenten (zie Bijlage C). Er is aangenomen dat binnen een categorie de concentratie GenX en PFOA voor de niet gemeten groenten gelijk is aan dat voor de wel gemeten groente(n) binnen die categorie.

<sup>4</sup> <https://www.wateetnederland.nl/>

Bij de berekeningen is er verder vanuit gegaan dat moestuinhouders hun hele leven de groenten eten uit hun eigen moestuin, voor zover die groenten vallen onder de categorieën.

### 3.3.2 Gebruikte concentraties van GenX en PFOA

Bijlage D geeft een overzicht van de gevonden concentraties van GenX en PFOA in de geanalyseerde monsters. Twee types meetresultaten konden worden onderscheiden:

1. De concentratie lag op of boven de kwantificatielimiet (LOQ) van 0,1 ng/g voor GenX en PFOA en is uitgedrukt in een getal;
2. De concentratie lag onder de LOQ en is aangeduid als kleiner dan de LOQ (<LOQ).

Het aantal bemonsterde groenten per categorie was:

- één voor blad-, bol-, kool-, peul- en stengelgroenten;
- drie voor knol- en vruchtgroenten (Bijlage D).

Per monster zijn meerdere metingen verricht (paragraaf 2.1; Bijlage D). Voor de metingen met een concentratie onder de LOQ is niet duidelijk in welke concentratie de stof aanwezig is in het monster, alleen dat deze lager is dan 0,1 ng/g (=LOQ). Om deze onzekerheid mee te nemen in de risicobeoordeling zijn de concentraties GenX en PFOA in de metingen die onder de LOQ lagen gelijk gesteld aan de helft van de LOQ ( $\frac{1}{2}$ LOQ) of de LOQ. De concentraties boven de LOQ zijn als zodanig gebruikt. Na toekenning van de concentraties aan de individuele metingen is per monster de gemiddelde concentratie berekend. Er waren geen monsters met een meting onder de LOQ en een meting met een concentratie boven de LOQ (Bijlage D). Tabel 1 geeft een voorbeeld van de berekening van de gemiddelde concentraties voor twee aardappelmonsters op basis van twee metingen per monster.

Tabel 1. Voorbeeld aardappel: berekening van de gemiddelde concentraties voor twee aardappelmonsters op basis van twee metingen per monster

Stof en monster	Concentratie (ng/g)		
	Meting 1	Meting 2	Gemiddelde over de twee metingen
Monster 1			
GenX	0,22	0,19	0,20
PFOA	<LOQ <sup>1</sup>	<LOQ	
$\frac{1}{2}$ LOQ	0,05	0,05	0,05
LOQ	0,1	0,1	0,1
Monster 2			
GenX	0,27	0,23	0,25
PFOA	<LOQ	<LOQ	
$\frac{1}{2}$ LOQ	0,05	0,05	0,05
LOQ	0,1	0,1	0,1

LOQ: kwantificatielimiet

<sup>1</sup> LOQ = 0,1 ng/g

Deze gemiddelde concentraties zijn vervolgens gebruikt voor de berekening van de inname volgens een minimaal en maximaal scenario. In het minimale scenario is per groente en categorie de laagste concentratie gebruikt en in het maximale scenario de hoogste

concentratie. Zie Tabel 2 als voorbeeld hoe de berekende concentraties voor twee aardappelmonsters (Tabel 1) zijn toegekend aan de twee scenario's. Deze scenario's geven op deze manier de bandbreedte weer van de inname van GenX en PFOA op basis van de gemeten concentraties.

Tabel 2. Voorbeeld aardappel: Toekenning van de gemiddelde concentraties van twee aardappelmonsters<sup>1</sup> aan het minimaal en maximaal scenario

Stof	Concentratie (ng/g)	
	Minimaal scenario	Maximaal scenario
GenX	0,20	0,25
PFOA	0,05	0,1

<sup>1</sup> Zie Tabel 1 voor berekening van de gemiddelde concentraties

### 3.3.3

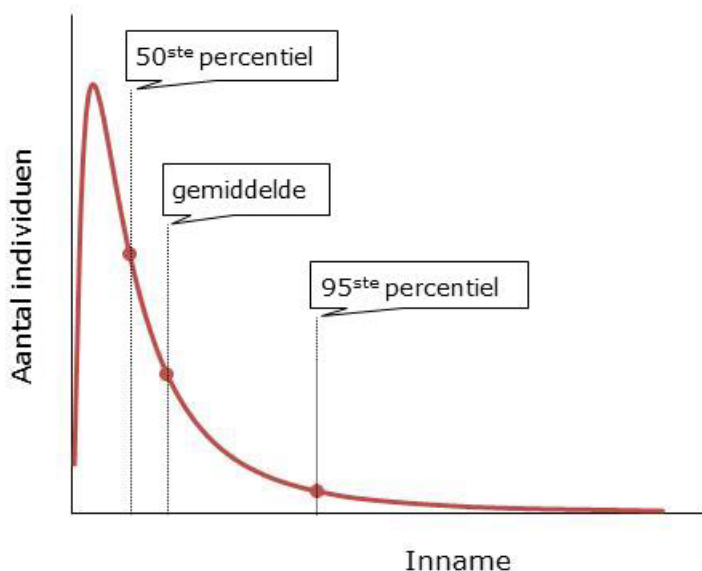
#### *Gebruikte model voor de berekening van de inname*

GenX en PFOA kunnen bij een hoge, langdurige inname nadelig zijn voor de gezondheid (paragraaf 3.4). Om deze langdurige inname te berekenen is het Observed Individual Mean (OIM) model gebruikt, zoals geïmplementeerd in het Monte Carlo Risk Assessment (MCRA) software versie 8.2 (de Boer et al., 2016).

Met dit model zijn de dagelijkse consumpties van groenten door ongeveer 4000 individuen uit de VCP (paragraaf 3.2) vermenigvuldigd met de gemiddelde GenX en PFOA concentraties per groente. De inname per groente is vervolgens per individu gesommeerd, resulterend in de inname per individu per dag. Deze inname is vervolgens gedeeld door het lichaamsgewicht (lg) van het betreffende individu om deze te kunnen vergelijken met de TDI die wordt uitgedrukt per kg lg per dag (paragraaf 3.5). Omdat de inname over een langere periode van belang is, is de inname vervolgens gemiddeld over de twee dagen in de VCP. Het resultaat is een verdeling van gemiddelde dagelijkse innamen per individu. De inname is vervolgens gekwantificeerd als de

- gemiddelde inname: gemiddelde waarde van alle individuele innamen in de verdeling;
- mediane (50<sup>ste</sup> percentiel; P50) inname: de middelste waarde van de verdeling. Dat wil zeggen dat 50% van de individuele innamen onder de mediaan ligt en 50% erboven. Bij een volledig symmetrische verdeling is de gemiddelde inname gelijk aan de mediane inname;
- hoge (95<sup>ste</sup> percentiel; P95) inname: de waarde van de verdeling waar 95% van de individuele innamen onder ligt en 5% erboven.

Ter illustratie is in Figuur 4 een voorbeeld gegeven van een verdeling van de inname van één stof (volgens één scenario) door een fictieve populatie en de bijbehorende gemiddelde, mediane (50<sup>ste</sup> percentiel) en hoge (95<sup>ste</sup> percentiel) inname.



Figuur 4. Voorbeeld van een verdeling van de inname van één stof (volgens één scenario) door een fictieve populatie en de bijbehorende gemiddelde, mediane (50<sup>ste</sup> percentiel) en hoge (P95<sup>ste</sup> percentiel) inname

De inname van GenX en PFOA is berekend voor de hele Nederlandse populatie van 1 t/m 79 jaar volgens het minimale en maximale scenario. De belangrijkste aannamen hierbij waren dat

- het voedselconsumptiepatroon van de Nederlandse bevolking representatief is voor de consumptie van moestuinhouders (paragraaf 3.2);
- moestuinhouders hun hele leven de groenten eten uit hun eigen moestuin, voor zover die groenten vallen onder de verschillende categorieën (paragraaf 3.3.1).

### 3.4 Toxiciteit en toelaatbare dagelijkse inname van GenX en PFOA

#### 3.4.1 GenX

Uit dierproeven blijkt dat GenX vergelijkbare gezondheidseffecten als PFOA veroorzaakt (paragraaf 3.4.2). GenX is mogelijk kankerverwekkend voor de mens en heeft effecten op de lever. Deze stof is wel minder schadelijk voor de voorplanting dan PFOA. Het is onduidelijk of GenX zich net zo ophoopt in het lichaam als PFOA<sup>5</sup>.

Voor GenX is een toelaatbare dagelijkse inname (TDI) afgeleid van 21,0 ng/kg lg per dag (Janssen, 2017). Deze TDI is gebaseerd op een No Observed Adverse Effect Level (NOAEL)<sup>6</sup> van 0,1 mg/kg lg per dag voor FRD-902, die in 2016 is afgeleid door het RIVM (Beekman et al., 2016). Deze NOAEL is afkomstig van een orale, chronische dierstudie met deze stof en is gebaseerd op een negatief effect op het immuunsysteem (albumine/globuline ratio).

<sup>5</sup> [www.rivm.nl/genx](http://www.rivm.nl/genx)

<sup>6</sup> Een NOAEL is de hoogst toegediende dosis in een dierproef waarbij geen negatief effect zichtbaar is

Alle beschikbare toxiciteitsstudies zijn uitgevoerd met het ammoniumzout (FRD-902) en niet met het zuur (FRD-903). Het is gerechtvaardigd om de gegevens van FRD-902 te gebruiken voor FRD-903, omdat de effecten in het lichaam bij beide stoffen veroorzaakt worden door het anion, GenX (paragraaf 1.2).

De TDI van GenX is als 'voorlopig' gekwalificeerd, omdat er onzekerheden zijn over de kinetiek (het 'gedrag') van GenX in de mens. Voor meer details over de afleiding van de TDI, zie Bijlage 2 in Mengelers et al. (2018).

### 3.4.2 PFOA

PFOA heeft een effect op de voortplanting (reprotoxisch) en is mogelijk kankerverwekkend (carcinogeen). Bij te hoge blootstelling aan PFOA (te vaak, te veel) heeft de stof bij proefdieren (rat, muis en aap) een effect op de lever. Hierdoor kunnen veranderingen in leverenzymen optreden. Deze veranderingen leiden echter lang niet altijd tot blijvende schade. Bij hogere blootstelling aan PFOA zijn bij muizen ook nadelige effecten op de ontwikkeling van de ongeboren vrucht gevonden (uiteindelijk een lager geboortegewicht). Uit een analyse van diverse epidemiologische studies blijkt dat er bij de mens relaties zijn tussen ongewenste effecten in het lichaam en de PFOA concentratie in het bloed. Deze ongewenste effecten zijn veranderingen in cholesterol, leverenzymen en geboortegewicht<sup>7</sup>.

Het RIVM heeft in 2016 voor PFOA een TDI afgeleid waarbij rekening is gehouden met het ophopen van deze stof in het menselijk lichaam bij langdurige inname (Zeilmaker et al., 2016). Uit studies met proefdieren is gebleken dat levertoxiciteit het gevoeligste effect van PFOA is. Op basis van een NOAEL in ratten en het gebruik van enkele onzekerheidsfactoren is voor PFOA een TDI afgeleid van 12,5 ng/kg lg per dag (Zeilmaker et al., 2016).

Voor PFOA zijn door verschillende gerenommeerde, internationale instanties gezondheidkundige grenswaarden afgeleid (ATSDR, 2018; EFSA 2018; FSANZ, 2017; NJDWQI, 2018; US EPA, 2016). De afgeleide grenswaarden variëren van 0,8 ng/kg lg per dag (EFSA, 2018) tot 160 ng/kg lg per dag (FSANZ, 2017). De laagste grenswaarde, afgeleid door EFSA, is een voorlopige grenswaarde waarover binnen Europa nog geen consensus is bereikt. Het Contaminantenpanel van EFSA werkt in 2019 aan een opinie over perfluorverbindingen en zal daarbij ook de voorlopige grenswaarde van PFOA evalueren. Het panel onderzoekt daarbij ook de mogelijkheid om een uitspraak te doen over de gecombineerde blootstelling aan perfluorverbindingen. Over het algemeen volgt het RIVM de grenswaarden van EFSA op. Echter, gezien de nog lopende discussie over deze grenswaarde<sup>8</sup>, hanteert het RIVM op dit moment de grenswaarde afgeleid door het RIVM in 2016. Totdat deze discussie is afgerond moet de risicobeoordeling van PFOA als voorlopig worden beschouwd.

<sup>7</sup> [www.rivm.nl/pfoa](http://www.rivm.nl/pfoa)

<sup>8</sup> [www.rivm.nl/nieuws/discussie-over-gezondheidskundige-grenswaarde-pfoa](http://www.rivm.nl/nieuws/discussie-over-gezondheidskundige-grenswaarde-pfoa)

### **3.5 Risicobeoordeling**

Voor de risicobeoordeling zijn de berekenen innamen (volgens het minimale en maximale scenario) vergeleken met de TDI's zoals vastgesteld door het RIVM: 21,0 ng/kg lg per dag voor GenX en 12,5 ng/kg lg per dag voor PFOA

## 4 Resultaten van de innameberekening en risicobeoordeling

### 4.1 Concentraties

Het aantal monsters met een GenX en PFOA concentratie onder, boven of gelijk aan de LOQ per categorie is weergegeven in Figuur 5. Over de categorieën heen was GenX in 18 van de 21 monsters (86%) aanwezig in een concentratie boven de LOQ en PFOA in 12 monsters (57%). In de 12 monsters met een PFOA concentratie boven de LOQ was ook GenX aanwezig in een concentratie boven de LOQ. In drie monsters (14%) zijn geen van beide stoffen aangetroffen boven de LOQ. De hoogst gemeten concentratie van GenX was 8,0 ng/g in sperziebonen en 2,5 ng/g in boerenkool voor PFOA (Bijlage D).

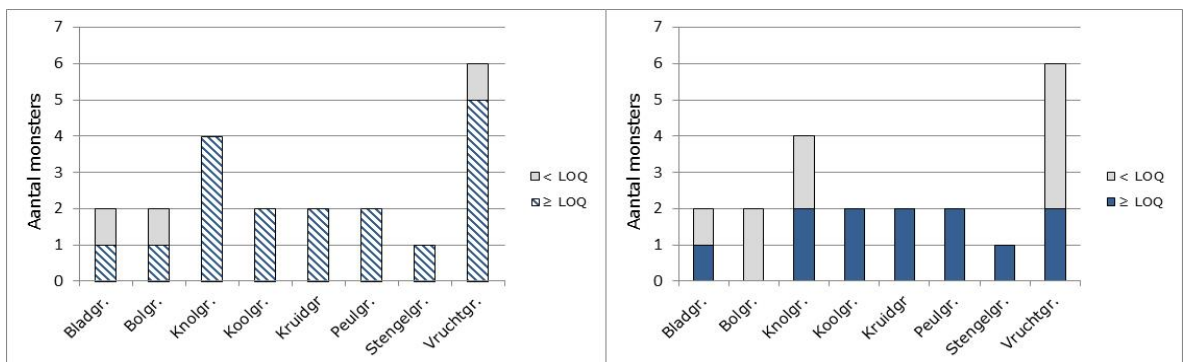
Tabel 3 geeft een overzicht van de GenX en PFOA concentraties die zijn gebruikt in de berekening van de inname volgens het minimale en maximale scenario. Deze concentraties zijn afgeleid van de gemeten concentraties (Bijlage D), zoals beschreven in paragraaf 3.3.2. De minimale en maximale concentraties per categorie zijn ook weergegeven in Figuur 6. Deze figuur laat zien dat het verschil in concentratie voor beide stoffen tussen de twee scenario's het grootst was voor koolgroenten, en voor GenX ook voor peulgroenten.

### 4.2 Berekende innamen

#### GenX

De berekende gemiddelde, mediane en hoge (P95) inname van GenX voor de populatie van 1 t/m 79 jaar was respectievelijk 4,8, 3,1 en 15 ng/kg lg per dag in het maximale scenario (Tabel 4). Overeenkomstige innamen in het minimale scenario lagen een factor 3 lager.

Figuur 7A geeft de procentuele bijdragen van de categorieën aan de totale innameverdeling van GenX in het maximale scenario weer. De grootste bijdrage werd geleverd door koolgroenten met 32%, gevolgd door vruchtgroenten met 29% en peulgroenten met 24%. Dit waren tevens de drie categorieën met de hoogste GenX concentraties in het maximale scenario (Tabel 3).



Figuur 5. Het aantal monsters met een GenX (A) of PFOA (B) concentratie onder, boven of gelijk aan de kwantificatielimiet (LOQ = 0,1 ng/g) per categorie

Tabel 3. Minimale en maximale concentraties van GenX en PFOA zoals gebruikt in de innameberekening

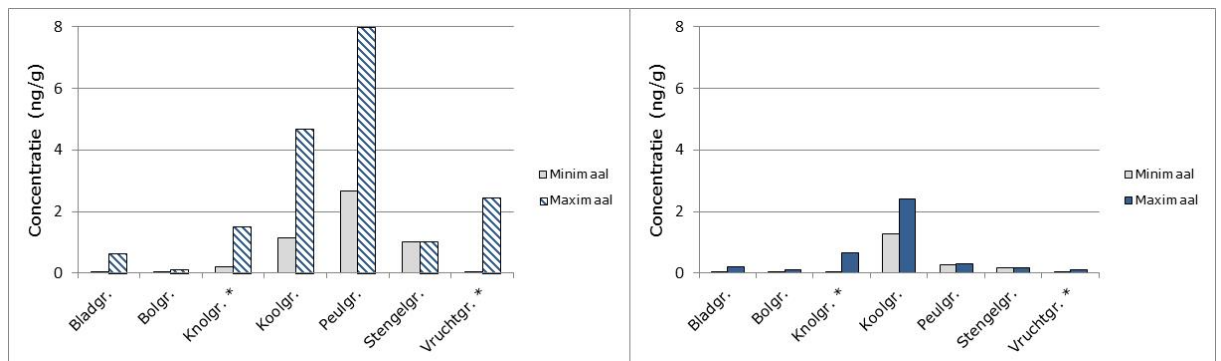
Categorie	Groente <sup>1,2</sup>	Concentratie (ng/g)			
		GenX		PFOA	
		Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Bladgroenten	Alle	0,05	0,66	0,05	0,19
Bolgroenten	Alle	0,05	0,15	0,05	0,10
Knolgroenten	Aardappel	0,20	0,25	0,05	0,10
	Biet	1,53	1,53	0,65	0,65
	Wortel	0,26	0,26	0,62	0,62
	Overige	0,20	1,53	0,05	0,65
Koolgroenten	Alle	1,15	4,70	1,28	2,40
Peulgroenten	Alle	2,67	7,98	0,26	0,29
Stengelgroenten	Alle	1,04	1,04	0,17	0,17
Vruchtgroenten	Komkommer	0,40	1,71	0,05	0,10
	Paprika	0,05	0,39	0,05	0,10
	Tomaat	0,80	2,45	0,05	0,12
	Overige	0,05	2,45	0,05	0,12

<sup>1</sup> Voor de groenten behorend bij 'Overige' en 'Alle', zie Bijlage C.

<sup>2</sup> 'Alle' betekent dat er voor de betreffende categorie maar één groente is gemeten en dat de concentratie van die groente is toegekend aan alle groenten binnen die categorie

Binnen de koolgroenten werd de grootste bijdrage geleverd door broccoli en bloemkool. Deze bijdragen werden gestuurd door de consumptie, omdat binnen deze categorie dezelfde GenX concentratie (gebaseerd op boerenkool) is gebruikt voor alle geconsumeerde koolsoorten (Tabel 3). Broccoli en bloemkool zijn niet gemeten in dit onderzoek (paragraaf 2.1). Binnen de vruchtgroenten werden de grootste bijdragen geleverd door tomaat en komkommer. Sperziebonen droegen het meeste bij aan de inname door peulgroenten.

Wanneer gekeken wordt naar de individuele groenten en hun bijdrage aan de totale innameverdeling van GenX droegen sperziebonen met 17% het meeste bij, gevolgd door tomaat met 16%, broccoli met 10%, bloemkool met 8% en komkommer met 5%. De overige groenten droegen minder dan 5% bij aan de inname van GenX in het maximale scenario.



Figuur 6. De concentraties GenX (A) en PFOA (B) per categorie gebruikt voor de innameberekening volgens het minimale en maximale scenario \* Betreft de categorieën met meerdere gemeten groenten (Tabel 3)



Tabel 4. Inname van GenX en PFOA per scenario in de Nederlandse populatie van 1 t/m 79 jaar door de consumptie van groenten bemonsterd in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond

Inname	Inname (ng/kg lg per dag)			
	GenX		PFOA	
	Minimale	Maximale	Minimale	Maximale
Gemiddelde	1,6	4,8	0,7	1,2
Mediaan	1,0	3,1	0,3	0,5
P95	4,7	15	2,6	4,6

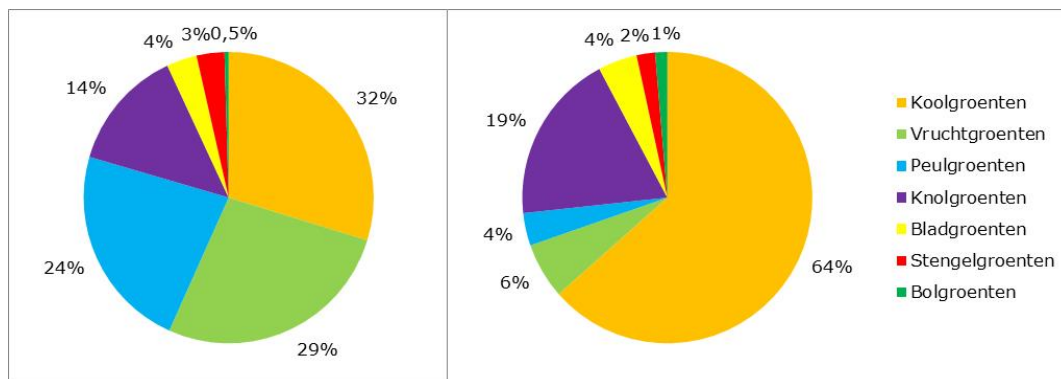
lg: lichaamsgewicht; mediaan: 50<sup>ste</sup> percentiel; P95: 95<sup>e</sup> percentiel

#### PFOA

Voor PFOA waren de inname lager dan voor GenX (Tabel 4) door lagere concentraties (Tabel 3). In het maximale scenario waren de gemiddelde, mediane en hoge (P95) inname gelijk aan respectievelijk 1,2, 0,5 en 4,6 ng/kg lg per dag. De inname waren een factor 1,7 lager in het minimale scenario.

Evenals bij GenX droegen koolgroenten met 64% het meeste bij aan de inname van PFOA in het maximale scenario (Figuur 7B). Deze groenten hadden de hoogste PFOA concentratie in dit scenario (Tabel 3). Ook voor PFOA werden binnen deze categorie de grootste bijdragen geleverd door broccoli en bloemkool. Een andere bron die verantwoordelijk was voor meer dan 10% van de inname van PFOA waren de knolgroenten met 19%. Binnen deze categorie werden de grootste bijdragen geleverd door wortel en aardappel. De bijdrage van aardappel kwam niet door een hoge PFOA concentratie (Tabel 3), maar omdat aardappel vaak wordt gegeten.

Wanneer voor PFOA gekeken wordt naar de individuele groenten en hun bijdrage aan de totale innameverdeling droeg broccoli met 20% het meeste bij, gevolgd door bloemkool met 16%, wortels met 10%, aardappelen en spruitjes met 7%, en witte kool met 6%. De overige groenten droegen minder dan 5% bij aan de inname van PFOA in het maximale scenario.



Figuur 7. Bijdrage (%) van de categorieën aan de totale innameverdeling van GenX (A) en PFOA (B) in de Nederlandse populatie van 1 t/m 79 jaar door de consumptie van groenten bemonsterd in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond in het maximale scenario

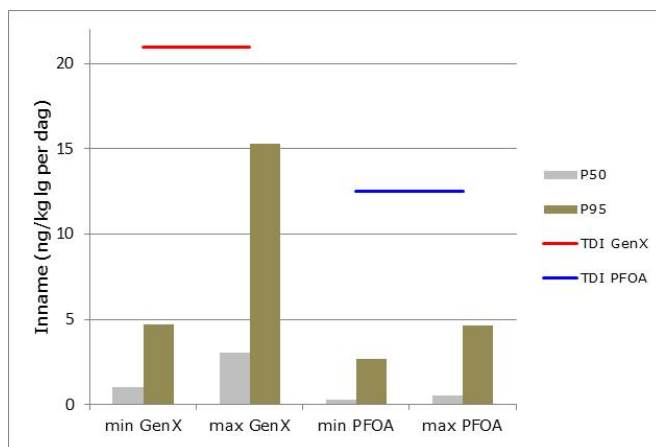
### Lange-termijn inname

De inname van GenX en PFOA bij vooral jonge kinderen lag hoger dan voor de totale populatie van 1 t/m 79 jaar. De reden hiervoor is dat jonge kinderen meer voedsel consumeren per kilogram lichaamsgewicht dan oudere kinderen en volwassenen. Omdat de TDI voor beide stoffen is gebaseerd op levenslange inname hoeft een tijdelijke, hogere inname gedurende de kindertijd geen nadelige gevolgen voor de gezondheid te hebben, zolang de inname op de langere termijn (inclusief tijdens volwassenheid) laag genoeg blijft. Daarom is in dit rapport de inname berekend over de gehele leeftijdsperiode die gedekt wordt door de voedselconsumptiegegevens.

## 4.3 Risicobeoordeling

Voor de risicobeoordeling zijn de berekende inname van GenX en PFOA vergeleken met de TDI van respectievelijk 21,0 en 12,5 ng/kg lg per dag. Alle berekende inname (gemiddelde, P50 en P95; paragraaf 3.3.3) lagen in het minimale en maximale scenario onder deze grenswaarden (Tabel 4). In Figuur 8 zijn de berekende inname van GenX en PFOA (P50 en P95) visueel afgezet tegen de TDI's.

Om rekening te kunnen houden met andere innamebronnen wordt vaak de "opvulling" van de TDI berekend, dat wil zeggen het percentage van de TDI dat wordt opgevuld door een bepaalde bron of bronnen van blootstelling. Voor de berekende inname van GenX en PFOA was de opvulling van de TDI door de consumptie van groenten respectievelijk maximaal 71% en 37% voor de hoge inname in het maximale scenario (uitgaande van de hoogst gemeten concentraties; paragraaf 3.3.2).



Figuur 8. De berekende inname van GenX en PFOA in het minimale (min) en maximale (max) scenario vergeleken met de TDI van GenX (21 ng/kg lg per dag) en PFOA (12,5 ng/kg lg per dag)

## 4.4 Onzekerheidsanalyse

### 4.4.1 *Inname*

De berekende inname wordt beïnvloed door onzekerheden in

- De gemeten concentraties van GenX en PFOA;
- De consumptiegegevens uit de VCP;
- De koppeling tussen de gemeten en geconsumeerde groenten;
- Het gebruikte model voor de berekening van de inname.

Deze onzekerheden worden hieronder besproken.

#### *Concentraties*

De inname is berekend volgens een minimaal en maximaal scenario (paragraaf 3.3.2). Dit is gedaan om twee onzekerheden in de concentratiegegevens mee te nemen in de berekening:

1. De onzekerheid met betrekking tot de monsters met een gemeten concentratie onder de LOQ. In dat geval is alleen bekend dat de werkelijke concentratie van GenX en PFOA lager is dan 0,1 ng/g. In het minimale scenario hebben deze monsters een concentratie gelijk aan de helft van de LOQ gekregen en in het maximale scenario een concentratie gelijk aan de LOQ.
2. De onzekerheid met betrekking tot het beperkte aantal monsters per groente (en categorie) dat is gemeten en de spreiding in de concentraties binnen en tussen de gemeten groenten (Bijlage D). In het minimale en maximale scenario zijn respectievelijk de laagst en hoogst gemeten concentratie toegekend aan een groente.

De berekende inname voor het minimale en maximale scenario geven zo de bandbreedte weer van de inname van GenX en PFOA op basis van de gemeten concentraties. De inname van GenX en PFOA verschilde voor de hoge (P95) inname respectievelijk een factor 3 en 2 tussen het minimale en maximale scenario. Door genoemde onzekerheden kunnen de GenX en PFOA inname berekend volgens het maximale scenario als conservatief worden beschouwd op basis van de beschikbare gegevens. Bijvoorbeeld, de aanname dat alle monsters met een concentratie onder de LOQ de stof op het niveau van de LOQ bevatten, is niet waarschijnlijk. Deze onzekerheid was vooral belangrijk voor PFOA met 12 van de 25 monsters met een concentratie onder de LOQ. Voor GenX hadden slechts drie monsters een concentratie onder de LOQ.

Voor tomaat zijn analyses uitgevoerd voor tomaten die binnen en buiten zijn geteeld. De concentraties van GenX en PFOA in de tomaten die binnen zijn geteeld waren hoger dan die voor de tomaten die buiten zijn geteeld (Bijlage D). Door het geringe aantal monsters is niet te achterhalen of dit een echt of toevallig verschil is.

GenX en PFOA kunnen bij een hoge, langdurige inname nadelig zijn voor de gezondheid. De metingen geven een beeld van de concentraties op het moment van monsternamen. De verwerking van GenX en PFOA houdende producten is gestopt (paragraaf 1.1). De concentraties van beide stoffen in groenten zullen in de toekomst waarschijnlijk dalen. De berekende inname vormen dus een momentopname en zeggen niets over de inname in het verleden en de toekomst.

### *Consumptiegegevens*

De onzekerheid betreffende de consumptiegegevens heeft vooral te maken met de vraag of de consumptiegegevens van groenten van de Nederlandse bevolking representatief zijn voor moestuinhouders. De consumptiegegevens zijn afkomstig van een representatieve steekproef van de Nederlandse bevolking. Moestuinhouders consumeren waarschijnlijk grotere hoeveelheden van de door hen geteelde groenten dan de algemene bevolking. Een studie uit 2007 heeft laten zien dat de gemiddelde consumptie van zelf geteelde aardappelen door moestuinhouders (en hun gezinnen) 1,1 keer hoger was dan voor de gemiddelde Nederlander. Voor de overige groenten was dat 1,2 keer hoger voor baby's en niet-schoolgaande kinderen en 1,7 hoger voor schoolgaande kinderen en volwassenen (Swartjes et al., 2007). Deze verschillen zijn gebaseerd op een voedingsstudie onder 154 huishoudingen met moestuinen uit 1988 en de Nederlandse Voedselconsumptiepeiling van 1997/1998. De factoren zijn daardoor zeer waarschijnlijk niet meer accuraat, maar laten wel zien dat het waarschijnlijk is dat moestuinhouders de door hen geteelde moestuingroenten in grotere hoeveelheden zullen consumeren dan de gemiddelde Nederlander. Voor de berekening van de inname van GenX en PFOA is de hele verdeling van gegeten hoeveelheden groenten door de Nederlandse bevolking meegenomen, inclusief liefhebbers van groenten. De verwachting is dat daardoor ook de hogere consumptie van moestuingroenten door moestuinhouders is geadresseerd.

Naast groenten is ook bladselderij bemonsterd met concentraties van GenX en PFOA boven de LOQ. Bladselderij is een kruid en de consumptie hiervan wordt niet nagevraagd in de VCP. Dit kruid kon daardoor niet meegenomen worden in de innameberekeningen. Naar verwachting is de levenslange, dagelijkse consumptie van dit kruid echter zo laag dat de inname van GenX en PFOA door consumptie van dit product verwaarloosbaar is.

### *Koppeling gemeten en gegeten groenten*

Voor de berekening van de inname van GenX en PFOA zijn de gemeten en gegeten groenten gekoppeld voor verschillende categorieën (paragraaf 3.3.1). Hierbij is ervan uitgegaan dat de concentraties van GenX en PFOA in de gemeten groenten binnen een categorie gelijk waren aan de concentraties in alle groenten behorend tot een dergelijk categorie. Bijvoorbeeld koolgroenten droegen significant bij aan de inname van GenX en PFOA (paragraaf 4.2). Deze bijdrage werd bepaald door de consumptie van (niet gemeten) broccoli en bloemkool in combinatie met de gemeten GenX en PFOA concentraties in boerenkool. Deze keuze is gemaakt om een onderschatting van de inname te voorkomen. In hoeverre deze werkwijze heeft geleid tot een realistische innameberekening is met de huidige gegevens niet aan te geven. De concentraties GenX en PFOA tussen groenten binnen een categorie konden sterk verschillen (Tabel 3).

Bij de berekening van de inname is aangenomen dat moestuinhouders de groenten uit de verschillende categorieën (Bijlage C) uit eigen tuin eten. De meeste moestuinhouders zullen echter ook commercieel geteelde groenten eten die geen GenX en PFOA bevatten, bijvoorbeeld gedurende de winterperiode.

*Effect van bereiding*

Groenten worden veelal na bereiding, zoals wassen, schillen of koken, gegeten. In de innameberekeningen is het effect hiervan op de GenX en PFOA concentraties in groenten niet meegenomen. Het moestuinonderzoek in Dordrecht heeft laten zien dat het wassen van een groente tot een iets lagere concentratie van GenX kan leiden (Mengelers et al., 2018). Dit gold ook voor PFOA, maar deze waarneming was alleen gebaseerd op gemeten concentraties in bieten.

*Het gebruikte model*

OIM is gebruikt voor de berekening van de langdurige inname (paragraaf 3.3.3). Met dit model wordt de gemiddelde inname over de twee dagen in de VCP gebruikt als voorspeller van de langdurige inname. Statistische analyses hebben laten zien dat dit model de gemiddelde en mediane inname in een populatie goed kan voorspellen, maar dat de inname in de rechterstaart van de innameverdeling, zoals de P95, te hoog wordt berekend (Boon & van der Voet, 2015). Er zijn modellen beschikbaar om de langdurige inname in de rechterstaart van de verdeling beter te berekenen. Die modellen vereisen echter meer gemeten concentraties in groenten dan hier beschikbaar waren en daarom is een dergelijk model hier niet gebruikt.

*Samenvattend*

In Tabel 5 zijn de verschillende bronnen van onzekerheid samengevat voor het maximale scenario, inclusief de richting (onder- of overschatting) en een schatting van de grootte van de onzekerheid. Alles overwegend schatten we in dat het maximale scenario heeft geresulteerd in een overschatting van de inname van GenX en PFOA door moestuinhouders met een moestuin in het volkstuinencomplex Sluisdijk in Helmond op basis van de gemeten concentraties. Ook het minimale scenario heeft waarschijnlijk geresulteerd in een overschatting van de werkelijke inname door de aanname dat moestuinhouders hun hele leven de groenten eten uit hun eigen moestuin, voor zover die groenten vallen onder de verschillende categorieën.

## 4.4.2

*Toxiciteit*

De TDI's voor GenX en PFOA die zijn gebruikt in de risicobeoordeling (paragraaf 3.5) zijn afgeleid op basis van diertoxiciteit. Het gebruik van diertoxiciteit voor de afleiding van de TDI's leidt tot onzekerheden, die voortkomen uit:

- de keuze van de diertoxiciteit die als uitgangspunt is genomen voor het afleiden van de TDI;
- de manier waarop deze toxiciteitsdata (statistisch) zijn geanalyseerd;
- de manier waarop deze toxiciteit van dier naar mens is vertaald.

De onzekerheden bij de vertaling van dier naar mens worden weergegeven in de vorm van een "overall" onzekerheidsfactor. In de risicobeoordeling van chemische stoffen heeft deze factor gebruikelijk een waarde van 100-200 (EFSA, 2012). Met deze factor wordt een 'veiligheidsmarge' in de TDI ingebouwd.

De "overall" onzekerheidsfactoren die zijn gebruikt voor de afleiding van de TDI's voor GenX en PFOA zijn conservatiever (lees: groter) dan

gebruikelijk. De toxicologische gegevens van PFOA en GenX zijn echter niet toereikend om kleinere onzekerheidsfactoren te gebruiken. Echter, zolang de TDI niet wordt overschreden is de conclusie gerechtvaardigd dat er geen gezondheidsrisico is op basis van de beschikbare toxiciteitsgegevens.

Tabel 5. Bronnen, richting en grootte van de onzekerheid in de innameberekening van GenX en PFOA volgens het maximale scenario

Onzekerheidsbron	Richting & grootte <sup>1</sup>
<b>Concentraties van GenX en PFOA</b>	
Concentratie < LOQ gelijk gesteld aan LOQ	++
Toekennen hoogst gemeten concentratie aan een hele categorie	++
Representativiteit van gemeten groenten voor een hele categorie	- of +
<b>Gegeten groenten</b>	
Hoeveelheden gegeten door moestuinhouders zoals door (liefhebbers binnen) de algemene Nederlandse bevolking	◇ <sup>2</sup>
Moestuinhouders eten hun hele leven groenten behorend tot de verschillende categorieën alleen uit eigen moestuin	++
Inname via bladselderij is niet meegenomen	◇
<b>Rekenmodel</b>	
OIM	++ <sup>3</sup>
<b>Bereiding</b>	
Bereiding zoals wassen en schillen zijn niet meegenomen in de analyse	+
<b>Samenvattend:</b> Gebaseerd op de evaluatie van de verschillende bronnen van onzekerheid concluderen we dat de hoge inname van GenX en PFOA op basis van de beschikbare concentraties en voedselconsumptiegegevens is overschat in het maximale scenario. Dit kwam voornamelijk door <ul style="list-style-type: none"> <li>• het toekennen van de LOQ aan de metingen met een concentratie lager dan de LOQ;</li> <li>• het toekennen van de hoogst gemeten concentratie aan een hele categorie;</li> <li>• de aanname dat moestuinhouders hun hele leven de groenten eten uit eigen moestuin, voor zover die groenten vallen onder de verschillende categorieën;</li> <li>• het gebruik van een conservatief rekenmodel.</li> </ul>	++

LOQ: kwantificatielimiet; OIM: Observed Individual Mean; P95: 95<sup>ste</sup> percentiel

<sup>1</sup> +, ++ = onzekerheid resulteert waarschijnlijk in een kleine of medium overschatting van de berekende inname; - = onzekerheid resulteert waarschijnlijk in een kleine onderschatting van de berekende inname; ◇ = onzekerheid resulteert waarschijnlijk in een verwaarloosbaar effect op de berekende inname

<sup>2</sup> Doordat de berekening is gebaseerd op de totale verdeling van gegeten hoeveelheden in de Nederlandse populatie is een hogere consumptie van moestuingroenten door moestuinhouders geadresseerd

<sup>3</sup> Betreft overschatting van de hoge inname (P95). De mediane en gemiddelde inname worden niet overschat

## 5 Discussie

Dit rapport beschrijft de risicobeoordeling van GenX en PFOA door de consumptie van moestuingroenten uit moestuinen in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond. In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken.

### 5.1 Vergelijking met eerder onderzoek gerelateerd aan voedsel

De inname van PFOA door voedsel en drinkwater is beschreven in een Nederlandse studie uit 2011 (Noorlander et al., 2011) en in een opinie van het EFSA Contaminantenpanel uit 2018 (EFSA, 2018). In deze twee studies is de inname van GenX niet meegenomen. In het moestuinonderzoek in Dordrecht is de inname van GenX en PFOA berekend door de consumptie van moestuingroenten geteeld in de buurt van de fabriek Chemours/Dupont in Dordrecht (Mengelers et al., 2018). Recentelijk is ook een rapport verschenen over de aanwezigheid van perfluorverbindingen, waaronder GenX en PFOA, in voedselcontactmaterialen (Bokkers et al., 2019). Deze vier studies worden hieronder kort beschreven.

#### *Nederlandse studie uit 2011*

In de Nederlandse studie uit 2011 is de inname van PFOA berekend op basis van concentraties van PFOA in voedingsmiddelen gekocht in diverse supermarkten en een concentratie van 9 ng/L in drinkwater afkomstig van EFSA (2008) en voedselconsumptiegegevens van de voedselconsumptiepeiling onder personen van 1 t/m 97 jaar uit 1997/1998 (Kistemaker et al., 1998). Uitgaande van gemeten concentraties en de aanname dat de concentraties lager dan de detectielimiet (LOD) gelijk zijn aan nul, was de mediane inname van PFOA 0,2 ng/kg lg per dag en de hoge inname (P95) 0,4 ng/kg lg per dag<sup>9</sup>. In deze studie werd de inname voor een belangrijk deel bepaald door de consumptie van groenten, fruit en granen (meel).

#### *EFSA (2018)*

In 2018 heeft het Contaminantenpanel van EFSA de inname van PFOA door voedsel en drinkwater berekend (EFSA, 2018). Deze innameberekeningen zijn gebaseerd op concentraties van PFOA in allerlei voedselgroepen, waaronder vlees, vis, melk, en drinkwater van 16 Europese landen en op consumptiegegevens uit nationale voedselconsumptiepeilingen. Van de concentratiegegevens lag 91% onder de detectie- (LOD) of kwantificatielimiet (LOQ). Voor de berekeningen zijn deze concentraties gelijk gesteld aan nul of aan de gerapporteerde limietwaarde. De berekeningen zijn uitgevoerd per voedselconsumptiepeiling en leeftijdsgroep waarbij gemiddelde consumptiehoeveelheden per individu zijn gekoppeld aan de relevante gemiddelde PFOA concentraties gebaseerd op de gegevens uit alle landen. Voor Nederland zijn de consumptiegegevens gebruikt van

<sup>9</sup> De berekende inname waren zogenaamde lange-termijn inname, waarbij een statistisch model is gebruikt om tot een optimale schatting te komen van de lange termijn inname op basis van een beperkt aantal consumptiedagen beschikbaar in de voedselconsumptiepeiling (zie ook paragraaf 4.4.1).

Tabel 6. Berekende inname van PFOA door voedsel en drinkwater per leeftijdsgroep voor Nederland zoals gerapporteerd in EFSA (2018)

Leeftijdsgroep (jaar)	Inname van PFOA (ng/kg lg per dag)	
	Gemiddelde	P95
2	0,45	5,3
3-9 <sup>1</sup>	0,52	4,0
10-17	0,31	2,5
18-64	0,32	1,8
65-74 <sup>2</sup>	0,48	1,7
75 en ouder	0,44	1,5

Ig: lichaamsgewicht; P95: 95<sup>ste</sup> percentiel

<sup>1</sup> Voor deze leeftijdsgroep zijn twee inname gerapporteerd in de opinie: inname gebaseerd op de consumptiegegevens van de peiling onder kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008) en de inname gebaseerd op die onder personen van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011). De inname in Tabel 6 zijn de hoogst gerapporteerde inname voor deze leeftijdsgroep en zijn gebaseerd op de peiling onder personen van 7 t/m 69 jaar

<sup>2</sup> Voor deze leeftijdsgroep zijn ook twee inname gerapporteerd in de opinie: inname gebaseerd op de consumptiegegevens van de peiling onder personen van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011) en de inname gebaseerd op die onder ouderen van 70 jaar en ouder (Ocké et al., 2013). De inname in Tabel 6 zijn de hoogst gerapporteerde P95 inname en zijn gebaseerd op de peiling onder ouderen

de peilingen onder kinderen van 2 t/m 6 jaar (Ocké et al., 2008), personen van 7 t/m 69 jaar (van Rossum et al., 2011) en ouderen van 70 jaar en ouder (Ocké et al., 2013). Deze consumptiegegevens zijn ouder dan de gegevens gebruikt in huidig rapport. De inname waarbij de concentraties onder de LOD of LOQ gelijk zijn gesteld aan nul, zijn door het panel gebruikt voor de risicobeoordeling, vanwege het hoge percentage concentraties onder de LOD of LOQ. Hieronder worden alleen de op deze manier berekende inname besproken.

De voor Nederland berekende inname van PFOA per leeftijdsgroep door het panel staan vermeld in Tabel 6. De belangrijkste bronnen voor de inname van PFOA waren melk(producten), drinkwater en vis. De gemiddelde concentratie PFOA in water die is gebruikt in de berekening was 9 ng/L.

Om inzicht te krijgen in de mogelijke achtergrondinname van PFOA door voedsel en drinkwater bovenop de inname door de consumptie van moestuingroenten, hebben we de inname van het panel omgerekend naar een mogelijk levenslange inname van PFOA door voedsel en drinkwater. De inname gerapporteerd door Noorlander et al. (2011) hebben we hiervoor niet gebruikt, omdat deze gebaseerd zijn op verouderde consumptiegegevens. De inname berekend door het panel zijn gerapporteerd per leeftijdsgroep (Tabel 6). Voor een schatting van de levenslange inname zijn deze inname per leeftijdsgroep vermenigvuldigd met het aantal jaren per leeftijdscategorie en vervolgens gedeeld door het totaal aantal jaren. Hierbij hebben we de leeftijdscategorie van 2 jaar meegeteld als zijnde twee jaren (1- en 2-jarigen) en die van 75 jaar en ouder als vijf jaren (75 t/m 79 jaar). Op deze manier was het totale aantal jaren gelijk aan 79, en vergelijkbaar met de leeftijdsrange van de consumptiegegevens gebruikt in de huidige studie. De berekende levenslange gemiddelde 'achtergrondinname' door voedsel en drinkwater was gelijk aan 0,4 ng/kg lg per dag en de P95 inname was gelijk aan 2,1 ng/kg lg per dag. Deze inname resulteren in een opvulling van de TDI van respectievelijk 3% en 17%. De op deze



manier berekende levenslange P95 inname is daarbij conservatief omdat de berekening ervan uitgaat dat iemand levenslang een hoge inname van PFOA zal hebben. Verder omvat de berekende levenslange 'achtergrondinname' ook de inname door groenten en is de gebruikte concentratie PFOA in drinkwater hoger dan geldt voor de omgeving Helmond (paragraaf 5.2).

#### *Studie moestuingroenten Dordrecht*

In 2018 is een vergelijkbare studie naar de inname van GenX en PFOA door de consumptie van moestuingewassen gepubliceerd door het RIVM (Mengelers et al., 2018). In deze studie zijn verschillende groenten en appels en peren onderzocht die waren geteeld in moestuinen in de buurt van de fabriek Chemours/Dupont in Dordrecht. Zoals in de huidige studie zijn de inname berekend volgens een minimaal en maximaal scenario. De berekende inname lagen voor beide scenario's hoger dan de overeenkomstige inname berekend in de huidige studie. De belangrijkste reden hiervoor was een lagere LOQ in de huidige studie, 0,1 versus 1,0 ng/g. Hierdoor waren er meer gekwantificeerde concentraties ('getallen') beschikbaar voor de innameberekening, die veelal onder de LOQ van de Dordrecht studie lagen. Bijvoorbeeld, de GenX concentraties waren in het maximale scenario een factor 1,3 (paprika) tot 8,2 (bladgroenten) hoger in de Dordrecht studie. Alleen voor sperziebonen was de concentratie in de huidige studie een factor 1,5 hoger in het maximale scenario. Voor PFOA waren de meeste concentraties in de Dordrecht studie ook hoger in het maximale scenario variërend van een factor 1,6 (wortel) tot 17 (aardappel) met uitzondering van de koolgroenten waarvoor de concentratie vergelijkbaar was. Voor een vergelijking tussen de concentraties gebruikt in beide studies, zie Bijlage E.

In de Dordrecht studie was aardappel een belangrijk bron voor de inname van beide stoffen. Aardappel zelf was toen niet geanalyseerd en daarom is aangenomen dat de concentraties in aardappel gelijk waren aan de gemeten concentraties in geschilde biet. In de huidige studie zijn wel monsters van aardappel geanalyseerd, en deze hadden een lagere GenX en PFOA concentratie in beide scenario's dan gebruikt in de Dordrecht studie (Bijlage E). Aangezien de concentraties van beide stoffen in bieten in de huidige studie hoger waren dan voor aardappelen (Tabel 3), is de inname van GenX en PFOA door de consumptie van aardappelen in de Dordrecht studie mogelijk overschat.

Een andere reden voor een lagere inname in de huidige studie is dat de inname van GenX en PFOA door de consumptie van appel en peer niet is meegenomen. Deze pitvruchten waren niet voldoende aanwezig tijdens de monsternamen. In de Dordrecht studie lagen de concentraties van GenX en PFOA in appel en peer onder de LOQ van 1,0 ng/g. Tegenover deze mogelijke onderschatting van de inname in de huidige studie (t.o.v. de schatting voor Dordrecht) staat dat de inname van GenX en PFOA door de consumptie van stengelgroenten (zoals prei) en bolgroenten (ui) nu wel is meegenomen. Deze groenten zijn niet meegenomen in de Dordrecht studie door het ontbreken van concentraties. Verder is in de huidige studie gerekend met consumptiegegevens uit de VCP 2012-2016. In de Dordrecht studie is gerekend met de toen beschikbare consumptiegegevens van de VCP

2005-2006 onder jonge kinderen van 2 t/m 6 jaar en de VCP 2007-2010 onder personen van 7 t/m 69 jaar. We hebben deze oudere consumptiegegevens ook gebruikt om de inname van GenX en PFOA te berekenen op basis van de huidige concentraties in de bemonsterde groenten. Dit resulteerde in een iets lagere inname van beide stoffen (resultaten niet weergegeven) doordat de consumptie van groente iets is toegenomen sinds de vorige twee VCP's.

Samenvattend concluderen we dat door een lagere LOQ en recentere voedselconsumptiegegevens de inname van GenX en PFOA in dit rapport realistischer konden worden berekend op basis van de beschikbare concentraties dan in de Dordrecht studie. Echter, door de beperkte hoeveelheid geanalyseerde monsters blijven de inname, net als in de Dordrecht studie, onzeker en geven ze alleen een indruk van de inname op het moment van monsternamen.

#### *Perfluorverbindingen in voedselcontactmaterialen*

Voedselcontactmaterialen zijn voorwerpen en materialen bestemd om met levensmiddelen in aanraking te komen. Voorbeelden van voedselcontactmaterialen zijn gebruiksartikelen zoals pannen, servies en bakvormen en verpakkingsmaterialen voor levensmiddelen. Perfluorverbindingen worden in voedselcontactmaterialen gebruikt omdat ze vet afstoten. Deze verbindingen kunnen echter uit de materialen en voorwerpen vrijkomen en in het voedsel terecht komen.

In het rapport van Bokkers et al. (2019) wordt geconcludeerd dat er onvoldoende informatie beschikbaar is om een betrouwbare blootstellingsschatting en risicobeoordeling uit te voeren van perfluorverbindingen, waaronder GenX en PFOA, die uit voedselcontactmaterialen kunnen vrijkomen.

## **5.2 Blootstelling uit andere bronnen**

Andere bronnen van blootstelling aan GenX en PFOA in Helmond kunnen lokaal verontreinigd drinkwater, lucht en zwembadwater zijn. Deze bronnen worden hieronder besproken. Daarnaast is het ook mogelijk dat andere, lokale bronnen, zoals voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong, kunnen bijdragen aan de totale blootstelling aan GenX en PFOA. Echter, om deze bronnen op een zinvolle wijze mee te kunnen nemen zijn onvoldoende lokale gegevens beschikbaar. Daarom zijn laatstgenoemde bronnen hier buiten beschouwing gelaten.

#### *Drinkwater*

Uit een analyserapport aangeleverd door Brabant Water blijkt dat concentraties van GenX en PFOA (evenals andere perfluorverbindingen) in het drinkwater bij Helmond onder de kwantificatielimiet liggen.

#### *Lucht*

Van 1996 t/m 2012 heeft Custom Powders PFOA-houdend teflonpoeder gedroogd en heeft emissie van PFOA door de lucht plaatsgevonden. Vanaf 2013 is het bedrijf hiermee gestopt en is overgestapt op het drogen van GenX-houdend teflonpoeder. Eind 2017 is Custom Powders ook met deze werkzaamheden gestopt.

Voor de emissie van PFOA in het verleden zijn geen berekeningen uitgevoerd van de verspreiding van PFOA door de lucht. Voor de emissie van GenX is in 2018 door de Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant (ODZOB) een verspreidingsberekening voor FRD-903 uitgevoerd. De berekeningen lieten zien dat in de representatieve bedrijfssituatie de jaargemiddelde GenX concentratie ter hoogte van de meest dichtbij gelegen woning in het stadsdeel Brouwhuis 2,85 ng/m<sup>3</sup> bedroeg<sup>10</sup> (ODZOB, 2018). Uitgaande van deze concentratie en een standaard ademvolume van 20 m<sup>3</sup> lucht per dag voor een volwassene met een lichaamsgewicht van 70 kg (ECHA, 2012) kan in het verleden de blootstelling aan GenX via lucht voor de dichtstbijzijnde bewoners 0,8 ng/kg lg per dag zijn geweest. Daardoor heeft de emissie van GenX gedurende een periode van vijf jaar mogelijke een kleine bijdrage geleverd (4%) aan de levenslange blootstelling aan GenX. Of deze bewoners ook moestuingewassen hebben geconsumeerd of nog steeds consumeren is bij ons niet bekend. In ieder geval vindt vanaf 2018 geen emissie van GenX meer plaats door de lucht. Waarschijnlijk is de inhalatoire blootstelling aan GenX ten tijde van de monsternamen van de moestuingewassen verwaarloosbaar geweest. Dat laat onverlet dat in het verleden bewoners via luchtmissie zijn blootgesteld aan GenX (2013-2017) en PFOA (1996-2012). Zoals eerder vermeld zijn de gezondheidskundige grenswaarden voor GenX en PFOA opgesteld voor een levenslange blootstelling. Het is daarom lastig om een mogelijk langdurige blootstelling aan GenX en PFOA door het eten van moestuingewassen te vergelijken met een tijdelijke blootstelling door de lucht.

#### *Zwemwater*

In de recreatieplas Berkendonk nabij Helmond is in 2018 GenX en PFOA aangetroffen. De recreatieplas wordt gebruikt voor zwemmen, surfen en zeilen. Het RIVM heeft het risico van het gebruik van de recreatieplas beoordeeld (Beekman, 2018; Muller & te Biesebeek, 2018). Op basis van de gevonden concentraties is de conclusie dat de hoeveelheid GenX en PFOA die mensen tijdens het zwemmen in deze recreatieplas binnen kunnen krijgen via inslikken, huidcontact en inademing ruim onder de TDI blijft. Zwemmen in de recreatieplas leidt dus niet tot een gezondheidsrisico. Omdat voor zwemmen de hoogste blootstelling wordt verwacht is ook geconcludeerd dat er geen risico is voor andere recreatie activiteiten, zoals surfen en zeilen.

#### *Samenvattend*

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de blootstelling aan GenX en PFOA uit lokaal verontreinigde bronnen als drinkwater, lucht en zwemwater verwaarloosbaar tot laag is.

### **5.3 Risicobeoordeling**

De risicobeoordeling beschreven in dit rapport is gebaseerd op een onderzoek naar de inname van GenX en PFOA door consumptie van moestuingroenten geteeld in de buurt van Custom Powders. Voor de

<sup>10</sup> Deze jaargemiddelde concentratie is gebaseerd op een emissie tengevolge van 510 uur droogtijd van GenX-houdend teflonpoeder per jaar. In het rapport wordt ook gerekend met een (theoretisch) jaargemiddelde concentratie gebaseerd op een emissie waarbij gedurende het hele jaar (8760 uur) continu GenX-houdend teflonpoeder gedroogd zou zijn. Aangezien dit een onrealistisch scenario is, is dit scenario niet meegenomen.

innameberekening is uitgegaan van een minimaal en een maximaal scenario.

De inname berekend volgens deze scenario's was een overschatting van de werkelijke inname van GenX en PFOA door het eten van moestuingewassen geteeld in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond op basis van de gemeten concentraties (paragraaf 4.4.1; Tabel 5). Daarbij is de inname vergeleken met een gezondheidkundige grenswaarde. Uitgangspunt hierbij is dat de moestuinhouders hun hele leven moestuingroenten eten met de gemeten concentraties van GenX en PFOA. Dit is een conservatieve aanname, omdat de uitstoot van beide stoffen is gestopt. Hierdoor zal de inname van GenX en PFOA door de consumptie van moestuingroenten in de komende jaren waarschijnlijk dalen. Daar staat echter tegenover dat in de perioden dat er uitstoot plaatsvond de inname door de consumptie van moestuingroenten zeer waarschijnlijk hoger is geweest dan nu berekend. Hoeveel hoger is op basis van de beschikbare concentraties niet aan te geven.

## 6 Conclusie

Voor het moestuinonderzoek naar GenX en PFOA zijn twee deelvragen geformuleerd:

1. Wat zijn de concentraties GenX en PFOA in geselecteerde gewassen uit moestuinen in de buurt van Custom Powders?
2. Wordt de TDI van GenX en PFOA overschreden door consumptie van moestuingewassen bij een gebruikelijk consumptiepatroon?

Deelvraag 1 is beantwoord door het meten van 87 monsters (21 mengmonsters) van moestuingroenten uit het volkstuintencomplex Sluisdijk, het dichtstbijzijnde volkstuintencomplex op 450 meter ten noordoosten van Custom Powders in Helmond. Voor de beantwoording van deelvraag 2 is de berekende inname afgezet tegen de TDI's van GenX en PFOA. In het maximale scenario was de hoge inname (P95) lager dan de TDI's voor beide stoffen. Met inachtneming van de onzekerheden in de berekende inname en de toxiciteit van GenX en PFOA, kan geconcludeerd worden dat groenten uit de moestuinen in het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond veilig gegeten kunnen worden. Dit geldt ook wanneer andere bronnen van inname, zoals overig voedsel, drinkwater, lucht en zwembadwater, worden meegenomen.

De resultaten van dit onderzoek zijn gebaseerd op concentraties van GenX en PFOA gemeten op één gegeven moment (eerste helft september 2018). Door de variatie in uitstoot van GenX en PFOA door Custom Powders is de inname door de consumptie van moestuingewassen in het verleden waarschijnlijk hoger geweest. Aangezien de uitstoot is gestopt, zal de inname in de toekomst naar verwachting lager zijn dan hier berekend.



## Dankwoord

De auteurs danken Julie Ng-A-Tham voor haar begeleiding van het project en haar waardevolle input op de toetsversie van het rapport. Martine Bakker, Joke Herremans en Wim Mennes van het RIVM bedanken we voor hun kritische commentaar op de toetsversie van het rapport.

Verder danken de auteurs Tessa Pancras van Expertisecentrum PFAS voor het aanleveren van de tekst over de studieopzet, Björn Berndsen van het RIKILT WUR voor de analyseresultaten van de moestuinmonsters en de tekst betreffende de gebruikte analysemethode, en Jan Dirk te Biesebeek van het RIVM voor zijn kritische blik op de monsternamen en de concentraties gebruikt voor de innameberekeningen.





## Referenties

ATSDR (2018). Toxicological profile for perfluoroalkyls. Draft for public comment June 2018. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Division of Toxicology and Human Health Sciences. Beschikbaar online: [www.atsdr.cdc.gov](http://www.atsdr.cdc.gov).

Beekman M (2018). Voorlopige risicoschatting PFOA in recreatieplas Berkendonk in Helmond. RIVM Memo d.d. 28 mei 2018. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

Beekman MPZ, Muller A, de Vries W, Janssen P, Zeilmaker M (2016). Evaluation of substances used in the GenX technology by Chemours, Dordrecht. RIVM Letter report 2016-0174. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Bokkers BGH, van de Ven B, Janssen P, Bil W, van Broekhuizen F, Zeilmaker M, Oomen AG (2019). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in food contact materials. RIVM Letter report 2018-0181. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Boon PE, van der Voet H (2015). Probabilistic dietary exposure models. RIVM Letter report 2015-0191. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

de Boer WJ, Goedhart PW, Hart A, Kennedy MC, Kruisselbrink J, Owen H, Roelofs W, van der Voet H (2016). MCRA 8.2 a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. Reference Manual. December 2016. Biometris, Wageningen UR, Food and Environmental Research Agency (Fera) and National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Wageningen, Bilthoven, The Netherlands and York, UK.

ECHA (2012). Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.8: Characterisation of dose [concentration]-response for human health. Reference: ECHA-2010-G-19-EN. Beschikbaar online: [www.echa.europa.eu](http://www.echa.europa.eu).

EFSA (2008). Perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA) and their salts. EFSA Journal 653, 131 pp., doi: 10.2903/j.efsa.2008.653. Beschikbaar online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).

EFSA (2012). Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. EFSA Journal 10(3):2579, 32 pp., doi: 10.2903/j.efsa.2012.2579. Beschikbaar online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).

EFSA (2018). Risk to human health related to the presence of perfluorooctane sulfonic acid and perfluorooctanoic acid in food. EFSA Journal 2018;16(12):5194, 284 pp., doi: 10.2903/j.efsa.2018.5194. Beschikbaar online: [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).

FSANZ (2017). Hazard assessment report- perfluorooctane sulfonate (PFOS), perfluorooctanoic acid (PFOA), perfluorohexanesulfonate (PFHxS). Food Standards Australia New Zealand. Beschikbaar online: [www.health.gov.au](http://www.health.gov.au).

Janssen P (2017). Bijlage bij brief 0148/2016/M&V/EvS/AV. Derivation of a lifetime drinking-water guideline for 2,3,3,3-tetrafluoro-2-(heptafluoropropoxy)propanoic acid (FRD-903) – Revised version January 2017.

Kistemaker C, Bouman M, Hulshof KFAM (1998). De consumptie van afzonderlijke producten door Nederlandse bevolkingsgroepen - Voedselconsumptiepeiling 1997-1998 (Consumption of food products by Dutch population groups - Dutch National Food Consumption Survey 1997-1998). Reportnr: V98.812. TNO-Voeding, Zeist.

Mengelers MJB, te Biesebeek JD, Schipper M, Slob W, Boon PE (2018). Risicobeoordeling van GenX en PFOA aanwezig in moestuingewassen in Dordrecht, Papendrecht en Sliedrecht. RIVM Briefrapport 2018-0017. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Muller A, te Biesebeek JD (2018). Voorlopige risicoschatting GenX in oppervlaktewater rondom het bedrijf Custom Powders in Helmond. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven.

NJDWQI (2018). Maximum contaminant level recommendation for perfluorooctanoic acid in drinking water. New Jersey Drinking Water Quality Institute (NJDWQI), New Jersey. Beschikbaar online: [www.nj.gov](http://www.nj.gov).

Noorlander CW, van Leeuwen SPJ, te Biesebeek JD, Mengelers MJB, Zeilmaker MJ (2011). Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in The Netherlands. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59: 7496-7505, doi: 10.1021/jf104943p.

Ocké MC, Buurma-Rethans EJM, de Boer EJ, Wilson-van den Hooven C, Etemad-Ghameshlou Z, Drijvers JJMM, van Rossum CTM (2013). Diet of community-dwelling older adults. Dutch National Food Consumption Survey-Older adults 2010-2012. RIVM report 050413001/2013. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Ocké MC, van Rossum CTM, Franssen HP, Buurma EJM, de Boer EJ, Brants HAM, Niekerk EM, van der Laan JD, Drijvers JJMM, Ghameshlou Z (2008). Dutch National Food Consumption Survey - Young children 2005/2006. RIVM Report 350070001/2008. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

ODZOB (2018). Verspreidingsberekening FRD-903. Custom Powders Helmond. 7 maart 2018. Omgevingsdienst Zuidoost-Brabant Eindhoven.

Swartjes FA, Dirven-Van Breemen EM, Otte PF, van Beelen P, Rikken MGJ, Tuinstra J, Spijker J, Lijzen JPA (2007). Human health risks due to

consumption of vegetables from contaminated sites. Towards a protocol for site-specific assessment. RIVM report 711701040/2007. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Tritium Advies BV (2018). Bodem- en gewasonderzoek moestuin Sluisdijk te Helmond. Documentkenmerk: 1807/098/SR-01. Nuenen. Beschikbaar online: [www.helmond.nl](http://www.helmond.nl).

US EPA (2016). Health Effects Support Document for Perfluorooctanoic acid (PFOA). EPA Document Number: 822-R-16-003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. Beschikbaar online: [www.epa.gov](http://www.epa.gov).

van Rossum CTM, Fransen HP, Verkaik-Kloosterman J, Buurma-Rethans EJM, Ocké MC (2011). Dutch National Food Consumption Survey 2007-2010. Diet of children and adults aged 7 to 69 years. RIVM Report 350050006/2011. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Zeilmaker MJ, Janssen P, Versteegh A, van Pul A, de Vries W, Bokkers B, Wuijts S, Oomen A, Herremans J (2016). Risicoschatting emissie PFOA voor omwonenden. Locatie: DuPont/Chemours, Dordrecht, Nederland. RIVM Briefrapport 2016-0049. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven. Beschikbaar online: [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).



## Bijlage A. Monstername van de moestuingewassen

Per monster is minimaal 100 gram monstermateriaal (eetbare deel) verkregen. Bij het nemen van de monsters is contact met GenX of PFOA houdend materiaal zoveel mogelijk vermeden. Dit geldt ook voor snoeischaar en mes, die tussentijds gewassen zijn met schoon water (niet van locatie), indien noodzakelijk. Bij de monstername zijn geen handschoenen gebruikt. Contact met het eetbare deel van de monsters door handen is zoveel mogelijk vermeden en wanneer dit niet lukte is het contact geminimaliseerd.

Na monstername is het monster direct luchtdicht dichtgeknoopt in een stevige polyetheen (PE) plastic zak. Monsters zijn gewogen (lege zak ook) met een keukenweegschaal (nauwkeurig op 1 gram) en vervolgens op locatie bewaard in een (schone) koelbox. Contact tussen het monster en koelelementen of ijs is vermeden. Monsters zijn vervolgens aangeleverd bij het laboratorium.

De volgende gegevens van het monster zijn genoteerd:

- Datum en tijdstip
- Ligging bemonsteringspunt in het volkstuinencomplex
- Codering monster (combinatie van nummer en moestuin)
- Soort gewas
- Beschrijving locatie monstername (incl. foto nemen).
- Gewicht (inclusief zak)

Voor meer details wordt verwezen naar een rapport van Tritium Advies BV (2018).

## Bijlage B. Monsters en mengmonsters van de diverse groenten

Groente	Mengmonster <sup>1</sup>	Monsters				
Aardappel	1	012-T01	019-T02	045-T06	053-T10	094-T29
	2	058-T08	074-T16	079-T17	003-T21	038-T26
Bieten	3	011-T01	020-T02	028-T05	067-T09	-
Bladselderij	4	006-T01	092-T29	090-T30	-	-
	5	001-T21	024-T37	100-T41	-	-
Boerenkool-	6	018-T01	066-T09	076-T17	-	-
	7	041-T06	103-T12	096-T41	-	-
Komkommer	8	016-T01	088-T30	101-T35	098-T41	-
	9	064-T08	078-T17	080-T18	034-T26	-
Paprika	10	057-T08	071-T16	084-T23	036-T26	025-T37
	11	015-T01	070-T09	082-T18	104-T34	102-T35
Rabarber	12	026-T02	027-T05	091-T30	-	-
Sla	13	010-T01	021-T02	049-T10	086-T23	097-T41
	14	062-T08	068-T09	047-T22	033-T26	105-T34
Sperziebonen	15	014-T01	005-T21	037-T26	022-T37	-
	16	030-T05	059-T08	052-T10	083-T18	046-T22
Tomaat (binnen)	17	009-T01	069-T09	072-T16	081-T18	002-T21
Tomaat (buiten)	18	008-T01	042-T06	050-T10	073-T16	035-T26
Ui	19	004-T21	013-T01	051-T10	039-T26	-
	20	044-T06	060-T08	095-T29	-	-
Wortel	21	029-T05	087-T08	075-T16	077-T17	-

<sup>1</sup> De nummering van de mengmonsters is een willekeurig oplopend nummer die geen relatie heeft met de nummering van de geanalyseerde mengmonsters

### Bijlage C. Indeling van de geconsumeerde groenten per categorie

<b>Categorie<sup>1</sup></b>	<b>Groente</b>	<b>Gemeten<sup>2</sup></b>
Bladgroenten	Andijvie diepvries onbereid	-
	Andijvie gekookt	-
	Andijvie rauw	-
	Postelein gekookt	-
	Postelein rauw	-
	Raapstelen rauw	-
	Sla gekookt	+
	Sla groene gem rauw	+
	Sla ijsberg- rauw	+
	Sla krop- rauw	+
	Sla rode rauw	+
	Sla romaine-	+
	Sla rucola rauw	+
	Sla veld- gekookt	+
	Sla veld- rauw	+
	Slamelange krop- en friseesla	+
	Snijbiet gekookt	-
	Spinazie diepvries gekookt	-
	Spinazie gekookt	-
	Spinazie rauw	-
Witlof gekookt	-	
Witlof rauw	-	
Bolgroenten	Ui rauw	+
	Ui gekookt	+
	Ui sla – rauw	-
	Ui sla - gekookt	-
Knolgroenten	Aardappelen rauw	+
	Aardappelen m schil gekookt gem	+
	Aardappelen z schil gekookt gem	+
	Bieten gekookt	+
	Doperwten m wortelen diepvries onbereid <sup>3</sup>	-
	Koolraap gekookt	-
	Koolrabi gekookt	-
	Pastinaak rauw	-
	Pastinaak gekookt	-
	Peultjes m wortelen gekookt <sup>3</sup>	-
	Peultjes met wortelen gekookt <sup>3</sup>	-
	Radijs rauw	-
	Sap bieten-	+
	Sap wortel-	+
	Schorseneren gekookt	-
	Selderij knol- gekookt	-
	Selderij knol- rauw	-
	Wortelen bospeen rauw	+

Categorie <sup>1</sup>	Groente	Gemeten <sup>2</sup>
	Wortelen bospeen gekookt	+
	Wortelen gekookt gem	+
	Wortelen rauw gem	+
	Wortelen winterpeen rauw	+
	Wortelen winterpeen gekookt	+
Koolgroenten	Broccoli gekookt	-
	Broccoli rauw	-
	Kool bloem- gekookt	-
	Kool bloem- rauw	-
	Kool boeren- diepvries gekookt	+
	Kool boeren- gekookt	+
	Kool boeren- rauw	+
	Kool groene gekookt	-
	Kool rabi rauw	-
	Kool rode gekookt	-
	Kool rode m appeltjes huishoudelijk bereid	-
	Kool rode rauw	-
	Kool savooie- gekookt	-
	Kool savooie- rauw	-
	Kool spits- gekookt	-
	Kool spits- rauw	-
	Kool witte gekookt	-
	Kool witte rauw	-
	Kool zuur- gekookt	-
	Kool zuur- rauw	-
	Spruitjes diepvries gekookt	-
	Spruitjes gekookt	-
	Spruitjes rauw	-
Peulgroenten	Bonen snij- diepvries onbereid	-
	Bonen snij- gekookt	-
	Bonen sperzie- diepvries gekookt	+
	Bonen sperzie- gekookt	+
	Bonen tuin- diepvries onbereid	-
	Bonen tuin- gekookt	-
	Doperwten diepvries gekookt	-
	Doperwten gekookt	-
	Peultjes gekookt	-
Stengelgroenten	Artisjok rauw	-
	Asperges gekookt	-
	Prei gekookt	-
	Prei rauw	-
	Rabarbermoes huishoudelijk bereid m suiker	+
	Rabarbermoes m suiker	+
	Selderij bleek- gekookt	-
	Selderij bleek- rauw	-
	Venkel gekookt	-
	Venkel rauw	-
Vruchtgroenten	Courgette gekookt	-
	Courgette rauw	-



Categorie <sup>1</sup>	Groente	Gemeten <sup>2</sup>
	Komkommer gekookt	+
	Komkommer m schil rauw	+
	Komkommer z schil rauw	+
	Meloen cantaloupe	-
	Meloen net-	-
	Meloen suiker-	-
	Meloen water-	-
	Paprika gekookt gem	+
	Paprika gele gekookt	+
	Paprika gele rauw	+
	Paprika groene gekookt	+
	Paprika groene rauw	+
	paprika ns bereid	+
	paprika ns rauw	+
	Paprika oranje rauw	+
	Paprika rauw gem	+
	Paprika rode gekookt	+
	Paprika rode rauw	+
	Pompoen gekookt	-
	Sap tomaten-	+
	Sap tomatengroenten-	+
	Tomaat gekookt	+
	Tomaat gekookt gem	+
	Tomaat kers- rauw	+
	Tomaat rauw	+
	Tomaat rauw gem	+
	Tomaat tros rauw	+
	Tomaat vlees- gekookt	+
	Tomaat vlees- rauw	+

m: met; z: zonder

<sup>1</sup> Bladselderij is niet meegenomen, omdat de consumptie hiervan niet is nagevraagd in de voedselconsumptiepeiling

<sup>2</sup> - Niet direct gekoppeld aan een geanalyseerde concentratie van GenX en PFOA in overeenkomstige groente, maar wel meegenomen in de innameberekening; + Direct gekoppeld aan een geanalyseerde concentratie van GenX en PFOA in overeenkomstige groente

<sup>3</sup> Concentratie GenX en PFOA toegekend aan deze groenten was 50% wortel / 50% sperziebonen (peulvruchten)

## Bijlage D. Concentraties van GenX en PFOA in diverse monsters

Categorie	Groente	Mengmonster <sup>1</sup>	Concentratie (ng/g) <sup>2</sup>								
			GenX				PFOA				
			Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	Meting 1	Meting 2	Meting 3	Meting 4	
Bladgroenten	Sla	13	<LOQ <sup>3</sup>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
		14	0,64	0,80	0,59	0,61	0,21	0,17	0,19	0,19	
Bolgroenten	Ui	19	0,10	0,19	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
		20	<LOQ	<LOQ	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
Koolgroenten	Boerenkool	6	1,01	1,29	-	-	1,33	1,24	-	-	
		7	4,90	4,51	-	-	2,34	2,46	-	-	
Knolgroenten	Aardappelen	1	0,22	0,19	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
		2	0,27	0,23	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
	Bieten	3	1,71	1,35	-	-	0,62	0,68	-	-	
	Wortel	21	0,26	0,26	-	-	0,61	0,64	-	-	
Kruidgroenten	Bladselderij <sup>4</sup>	4	0,59	0,68	-	-	0,29	0,23	-	-	
		5	4,07	3,89	-	-	1,44	1,51	-	-	
Peulgroenten	Sperziebonen	15	2,69	2,65	-	-	0,29	0,23	-	-	
		16	8,02	7,94	-	-	0,28	0,30	-	-	
Stengelgroenten	Rabarber	12	0,92	1,17	-	-	0,19	0,14	-	-	
Vruchtgroenten	Komkommer	8	0,37	0,39	0,39	0,44	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	
		9	1,82	1,73	1,73	1,58	0,10	0,10	<LOQ	<LOQ	
	Paprika	10	<LOQ	<LOQ	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
		11	0,45	0,34	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	
	Tomaat (binnen)	17	2,21	2,69	-	-	0,11	0,12	-	-	
	Tomaat (buiten)	18	0,88	0,72	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	

LOQ: kwantificatielimit

<sup>1</sup> Zie Bijlage B<sup>2</sup> Sla en komkommer zijn in viervoud gemeten<sup>3</sup> LOQ = 0,1 ng/g<sup>4</sup> Bladselderij is niet meegenomen in de innameberekeningen omdat de consumptie hiervan niet is nagevraagd in de voedselconsumptiepeiling

Bijlage E. Concentraties van GenX en PFOA in diverse groenten en fruit zoals gebruikt in de innameberekeningen in het moestuinonderzoek in Dordrecht en de huidige studie

Categorie	Groente en fruit <sup>3,4</sup>	Concentratie (ng/g) <sup>1</sup>							
		Dordrecht studie <sup>2</sup>				Huidige studie			
		GenX		PFOA		GenX		PFOA	
		Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Bladgroenten	Andijvie	0,25	1,00	0,05	1,00	0,05	0,66	0,05	0,19
	Overige	1,76	5,38	0,05	1,00				
Bolgroenten	Alle	-	-	-	-	0,05	0,15	0,05	0,10
Knolgroenten	Aardappel	0,25	1,00	0,10	1,71	0,20	0,25	0,05	0,10
	Biet	0,50	2,46	1,44	2,48	1,53	1,53	0,65	0,65
	Wortel	0,25	0,50	0,10	1,0	0,26	0,26	0,62	0,62
	Overige	0,25	2,46	0,10	2,48	0,20	1,53	0,05	0,65
Koolgroenten	Alle	0,25	5,38	0,05	2,48	1,15	4,70	1,28	2,40
Peulgroenten	Alle	0,25	5,38	0,05	2,48	2,67	7,98	0,26	0,29
Pitvruchten	Appel en peer	0,25	1,00	0,05	0,10	-	-	-	-
Stengelgroenten	Alle	-	-	-	-	1,04	1,04	0,17	0,17
Vruchtgroenten	Komkommer	0,25	3,32	0,05	1,00	0,40	1,71	0,05	0,10
	Paprika	0,25	0,50	0,50	1,00	0,05	0,39	0,05	0,10
	Tomaat	2,86	3,32	0,50	1,00	0,80	2,45	0,05	0,12
	Overige	0,25	3,32	0,05	1,00	0,05	2,45	0,05	0,12

<sup>1</sup> In groen en rood zijn de concentraties weergegeven die respectievelijk lager en hoger waren in de Dordrecht studie vergeleken met de huidige studie. De niet gekleurde cellen voor de Dordrecht studie verwijzen naar concentraties die niet verschillen met de huidige studie of concentraties waarvoor geen overeenkomstig product in de huidige studie is geanalyseerd

<sup>2</sup> Mengelers et al., 2018

<sup>3</sup> Voor de groenten behorend bij 'Overige' en 'Alle', zie Bijlage C

<sup>4</sup> 'Alle' betekent dat er voor de betreffende categorie maar één groente is gemeten en dat de concentratie van die groente is toegekend aan alle groenten binnen die categorie (paragraaf 3.3.2)

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*