



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

## **Herziening van de risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen in Helmond**

RIVM-briefrapport 2021-0071  
P.E. Boon et al.





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

## **Herziening van de risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen in Helmond**

RIVM-briefrapport 2021-0071  
P.E. Boon et al.

## Colofon

© RIVM 2021

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-2021-0071

P.E. Boon (auteur), RIVM  
J.D. te Biesebeek (auteur), RIVM  
B.G.H. Bokkers (auteur), RIVM  
A.S. Bulder (auteur), RIVM

Contact:  
P.E. Boon  
Afdeling Voedselveiligheid (VVH)  
polly.boon@rivm.nl

Dit onderzoek werd 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

### **Herziening van de risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen in Helmond**

In 2019 heeft het RIVM een risicobeoordeling uitgevoerd van GenX en PFOA (perfluorooctaan zuur) in moestuingewassen uit het volkstuintencomplex Sluisdijk. Deze moestuinten liggen 450 meter ten noordoosten van chemiebedrijf Custom Powders in Helmond. De stoffen, die horen bij de groep poly- en perfluoroalkylstoffen (PFAS), zijn door de uitstoot van dit bedrijf in de bodem terechtgekomen en opgenomen door gewassen in de moestuinten. De conclusie was toen dat de moestuingewassen veilig konden worden gegeten. Dit advies is gegeven op basis van de gezondheidskundige grenswaarden die toen golden en concentraties van GenX en PFOA die in 2018 in deze moestuingewassen zijn gemeten.

In 2020 heeft de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid EFSA een nieuwe gezondheidskundige grenswaarde bepaald voor PFAS. Nieuwe wetenschappelijke informatie was daar de aanleiding voor. De nieuwe grenswaarde is lager, en dus strenger. De stoffen kunnen al bij een lagere blootstelling schadelijk zijn voor de gezondheid. Deze kennis was er bij de eerdere beoordeling niet.

Deze nieuwe grenswaarde is nu vergeleken met de hoeveelheid GenX en PFOA die mensen kunnen binnenkrijgen via de moestuingewassen uit het volkstuintencomplex Sluisdijk. In deze herbeoordeling is ook onderzocht hoeveel PFHpA (perfluorheptaan zuur) mensen kunnen binnenkrijgen; dit is een andere PFAS die is aangetroffen in de moestuingewassen.

Op basis van de nieuwe kennis over PFAS adviseert het RIVM om geen gewassen te eten uit volkstuintencomplex Sluisdijk (Helmond). Bij dit advies is er rekening mee gehouden dat mensen ook via andere bronnen aan deze stoffen worden blootgesteld. Voorbeelden zijn drinkwater en andere voedselproducten dan uit de moestuin.

De risicobeoordeling is gebaseerd op concentraties die in 2018 zijn gemeten. Sinds die tijd is de methode waarmee PFAS worden gemeten, verder verbeterd. Nieuwe metingen in gewassen kunnen daardoor beter inzicht geven in de hoeveelheid PFAS die mensen nu binnen kunnen krijgen via moestuingewassen afkomstig uit de omgeving van het chemiebedrijf.

Kernwoorden: GenX, PFOA, PFHpA, EFSA-TWI, PFAS, risicobeoordeling, moestuin, groente



## Synopsis

### **Revision of the risk assessment of PFAS in vegetable garden crops in Helmond**

In 2019, RIVM carried out a risk assessment of GenX and PFOA (perfluorooctanoic acid) in vegetable garden crops from the Sluisdijk allotment complex. These vegetable gardens are located 450 metres to the north-east of the Custom Powders chemical company in Helmond. These substances, which belong to the group of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS), ended up in the soil after having been emitted by this company and were absorbed by the crops in the vegetable gardens. The conclusion at the time was that it was safe to eat these crops. This advice was based on the health-based guidance values then applicable and concentrations of GenX and PFOA measured in these crops in 2018.

In 2020, the European Food Safety Authority (EFSA) established a new health-based guidance value for PFAS, based on new scientific information. This guidance value is lower and, thus, stricter. This means that the substances in question can be harmful at even lower exposure levels. This was not known at the time of the earlier assessment.

This new guidance value has now been compared with the quantity of GenX and PFOA which people may ingest via the vegetable garden crops from Sluisdijk allotment complex. This reassessment also included how much PFHpA (perfluoroheptanoic acid) people may ingest. This is another PFAS found in the vegetable garden crops.

Based on the new knowledge about PFAS, RIVM recommends that no crops from the Sluisdijk allotment complex in Helmond should be eaten. This advice takes account of the fact that people are also exposed to these substances via other sources, such as drinking water and food products other than those from the vegetable gardens.

The risk assessment is based on concentrations measured in 2018. Since then, the method to measure PFAS has been further improved. New crop measurements can therefore provide a better insight into the quantity PFAS which people may now ingest via vegetable garden crops grown in the vicinity of the chemical company.

Keywords: GenX, PFOA, PFHpA, EFSA-TWI, PFAS, risk assessment, vegetable garden, vegetables





## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding — 9</b>
<b>2</b>	<b>Nieuwe gezondheidkundige grenswaarde voor PFAS — 11</b>
<b>3</b>	<b>Risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen — 13</b>
3.1	Innameberekening in 2019 — 13
3.2	Nieuwe innameberekening — 13
3.2.1	Concentraties PFAS in moestuingewassen — 13
3.2.2	Berekening van de somconcentraties per monster — 15
3.2.3	Resultaten van de innameberekeningen — 18
3.3	Risicobeoordeling van de sominname van PFAS — 20
3.3.1	Vergelijking van de sominname met de EFSA-TWI — 20
3.3.2	Risicobeoordeling met APROBA-Plus methode — 20
3.3.3	Conclusie risicobeoordeling — 22
<b>4</b>	<b>Discussie — 23</b>
4.1	Vergelijking sominname van PFAS met inname van 2019 — 23
4.2	Berekende sominname van PFAS — 24
4.3	Blootstelling aan PFAS via andere bronnen — 25
<b>5</b>	<b>Conclusie — 27</b>
<b>6</b>	<b>Dankwoord — 29</b>
	<b>Literatuurlijst — 31</b>
	<b>Bijlage A. Concentraties van PFAS in de moestuinmonsters — 33</b>
	<b>Bijlage B. Gemiddelde, mediane en hoge sominname — 34</b>
	<b>Bijlage C. Berekeningen met APROBA-Plus methode — 35</b>



## 1 Inleiding

In 2019 heeft het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) een risicobeoordeling uitgevoerd van GenX en PFOA (perfluorooctaanzuur) in moestuingroenten, inclusief aardappel, afkomstig van het volkstuinencomplex Sluisdijk, 450 meter ten noordoosten van het bedrijf Custom Powders in Helmond (Boon et al., 2019). Dit bedrijf heeft tussen 1997 en 2012 PFOA-houdend teflonpoeder gedroogd, waardoor PFOA via de lucht is uitgestoten en in het milieu is terechtgekomen. In 2012 is het bedrijf overgestapt op het drogen van GenX-houdend teflonpoeder, waardoor ook GenX<sup>1</sup> in het milieu is terechtgekomen. In november 2017 is Custom Powders ook met deze werkzaamheden gestopt.

In opdracht van de gemeente Helmond heeft het RIVM in 2019 de inname van beide stoffen berekend via de consumptie van de gewassen afkomstig van het volkstuinencomplex en vergeleken met de gezondheidskundige grenswaarde die toen voor deze stoffen golden (Boon et al., 2019). De toenmalige risicobeoordeling liet zien dat deze gewassen veilig konden worden gegeten.

Op 17 september 2020 heeft de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (*European Food Safety Authority*; EFSA) een nieuwe gezondheidskundige grenswaarde voor een groep van vier poly- en perfluoroalkylstoffen (PFAS) gepubliceerd (EFSA, 2020). PFAS is een verzamelnaam voor een grote groep stoffen, waar GenX en PFOA toebehoren. De nieuwe gezondheidskundige grenswaarde is lager dan de afzonderlijke grenswaarden voor GenX en PFOA die zijn gebruikt in de risicobeoordeling van 2019, omdat de nieuwe grenswaarde gebaseerd is op nieuwe informatie over andere gezondheidseffecten. Dit betekent dat deze stoffen schadelijker zijn voor de gezondheid dan eerder werd aangenomen.

Op basis van deze nieuwe informatie over de schadelijk effecten van PFAS heeft de gemeente Helmond het RIVM gevraagd om de risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingroenten uit 2019 opnieuw uit te voeren. De meetresultaten van 2018 betroffen naast GenX en PFOA ook 16 andere PFAS die destijds niet zijn meegenomen in de risicobeoordeling, omdat er toen geen gezondheidskundige grenswaarden beschikbaar waren voor deze PFAS. Deze PFAS zijn in de huidige beoordeling wel meegenomen, omdat deze stoffen nu gezamenlijk als PFAS kunnen worden beoordeeld (zie hoofdstuk 2).

<sup>1</sup> GenX is strikt genomen geen stof, maar een technologie die wordt gebruikt bij het produceren van fluorhoudende polymeren. Zie het rapport van 2019 voor een beschrijving van GenX.



## 2 Nieuwe gezondheidkundige grenswaarde voor PFAS

EFSA heeft een nieuwe gezondheidkundige grenswaarde afgeleid voor de sominname van vier PFAS: PFOA, PFOS (perfluorooctaansulfonzuur), PFNA (perfluornonaanzuur) en PFHxS perfluorhexaansulfonzuur). Deze vier PFAS worden in dit rapport aangeduid als de 'EFSA-4'.

De gezondheidkundige grenswaarde van de EFSA-4 is gebaseerd op de nieuwste inzichten over de toxiciteit van deze groep stoffen (EFSA, 2020). Deze inzichten laten zien dat de EFSA-4 mogelijk bij een lagere inname effecten kunnen geven op het immuunsysteem<sup>2</sup> vergeleken met de effecten op de lever waarop het RIVM tot nu toe de gezondheidkundige grenswaarde voor PFOA had gebaseerd. De gezondheidkundige grenswaarde voor de EFSA-4 is dan ook lager dan de grenswaarde van alleen PFOA gebaseerd op levereffecten: 4,4 versus 87,5 nanogram (ng)/kg lichaamsgewicht per week.<sup>3</sup> De gezondheidkundige grenswaarde voor de EFSA-4 omvat geen GenX.

De grenswaarde die EFSA heeft afgeleid voor de EFSA-4 is een tolereerbare wekelijkse inname (TWI). Dit is de hoeveelheid van een stof of groep stoffen die levenslang wekelijks kan worden ingenomen zonder dat er nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. Bij de afleiding van de TWI heeft EFSA aangenomen dat de EFSA-4 onderling even schadelijk zijn.

RIVM heeft besloten om de EFSA-TWI te gaan gebruiken. Echter, in de praktijk is er behoefte om de risico's van blootstelling aan mengsels van PFAS goed in te kunnen schatten. Dit vraagt om mogelijkheden om een bredere groep van PFAS te beoordelen dan enkel de EFSA-4. Ook zijn er situaties waarbij alleen individuele risico's van PFAS moeten worden ingeschat, bijvoorbeeld als de EFSA-4 niet allemaal voorkomen. Het RIVM gebruikt de EFSA-TWI daarom in combinatie met relatieve potentiefactoren (RPF's) van individuele PFAS.<sup>4</sup> Deze RPF's drukken de schadelijkheid van individuele PFAS uit ten opzichte van PFOA, de zogenaamde referentiestof. Een PFAS met een RPF van bijvoorbeeld 2 is dan twee keer meer schadelijk dan PFOA. Met behulp van deze RPF's kunnen de concentraties van de individuele PFAS worden opgeteld tot somconcentraties per monster, uitgedrukt in PFOA-equivalenten. Deze somconcentraties worden dan gebruikt om de sominname, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, te berekenen. Deze sominname wordt dan vergeleken met de EFSA-TWI.

Voor 23 PFAS, waaronder GenX, zijn er RPF's afgeleid (Bil et al., 2021; Zeilmaker et al., 2018). Box 1 geeft een voorbeeld van de berekening van somconcentraties van twee fictieve PFAS op basis van RPF's. Voor een uitgebreide toelichting op deze methode, zie RIVM (2021).

<sup>2</sup> Het specifieke effect is een verminderde reactie van het immuunsysteem na vaccinatie (EFSA, 2020).

<sup>3</sup> Deze grenswaarde is berekend door de grenswaarde van PFOA uitgedrukt per dag, 12,5 ng/kg lichaamsgewicht per dag, te vermenigvuldigen met zeven (van per dag naar per week).

<sup>4</sup> Deze aanpak wordt al toegepast voor het berekenen van de sominname van mengsels van dioxinen en dioxine-achtige PCB's, waarbij met toxische equivalentiefactoren (TEF-factoren) een totale Toxische Equivalentie ten opzichte van 2,3,7,8-dioxine (de referentiestof) wordt berekend (zie bijvoorbeeld Boon et al., 2014).

**Box 1:** *Berekening van somconcentraties met relatieve potentiefactoren*

Een fictief monster bevat PFAS#1 en PFAS#2 in concentraties van respectievelijk 0,05 en 0,01 ng per gram.

PFAS#2 is de referentiestof. De relatieve potentiefactoren van beide stoffen zijn 0,1 voor PFAS#1 en 1 voor PFAS#2.

De somconcentratie in dit monster, uitgedrukt in equivalenten van de referentiestof, wordt dan berekend als:

$(0,05 \times 0,1) + (0,01 \times 1) = 0,015$  ng per gram stof uitgedrukt in PFAS#2-equivalenten

Deze somconcentratie uitgedrukt in PFAS#2-equivalenten wordt berekend voor alle monsters waarin beide PFAS aanwezig zijn. Deze somconcentraties worden daarna gebruikt voor de berekening van de sominname van PFAS#1 en PFAS#2, eveneens uitgedrukt in PFAS#2-equivalenten.

## 3 Risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen

### 3.1 Innameberekening in 2019

In 2019 heeft het RIVM de inname van GenX en PFOA in moestuingewassen per stof berekend (Boon et al., 2019). Hiervoor is de consumptie van groenten en aardappel zoals gerapporteerd in de meest recente Nederlandse Voedselconsumptiepeiling (VCP) van 2012-2016 (van Rossum et al., 2020) voor mensen van 1 t/m 79 jaar gecombineerd met gemeten GenX- en PFOA-concentraties in deze gewassen in september 2018. Per gewas zijn één of twee monsters genomen. Elk monster is in duplo gemeten op de aanwezigheid van GenX en PFOA en sommige zelfs in viervoud (zie Bijlage D in het rapport van 2019).

Niet alle gewassen die doorgaans worden geteeld in een moestuin zijn bemonsterd in september 2018. Daarom zijn de gemeten GenX- en PFOA-concentraties ook gebruikt om de inname te berekenen door de consumptie van gewassen die niet zijn bemonsterd. Zo zijn bijvoorbeeld de GenX- en PFOA-concentraties in sla toegekend aan andere bladgroenten, zoals andijvie en spinazie (zie Bijlage C in het rapport van 2019). Daarnaast is in de innameberekening aangenomen dat mensen hun hele leven de gewassen uit hun eigen moestuin eten, voor zover deze zijn gemeten of via toekenning mee zijn genomen in de berekeningen.

In een aantal monsters was de GenX- en/of PFOA-concentratie lager dan de kwantificatielimiet (LOQ), de laagste concentratie die nog betrouwbaar kan worden gekwantificeerd (zie Bijlage D van het rapport van 2019). De werkelijke GenX- en PFOA-concentratie in die monsters is dan niet bekend. Verder was het aantal bemonsterde gewassen en het aantal monsters per gewas beperkt. Om op basis van deze beperkte informatie een indruk te krijgen van de mogelijke inname van GenX en PFOA is de inname berekend voor een minimaal en voor een maximaal scenario:

- Minimaal scenario: het monster met de laagste gemiddelde concentratie over de 2 of 4 metingen voor een gewas is gebruikt;
- Maximaal scenario: het monster met de hoogste gemiddelde concentratie over de 2 of 4 metingen voor een gewas is gebruikt.

Deze twee scenario's gaven op deze manier de bandbreedte weer van de inname van GenX en van PFOA op basis van de gemeten concentraties.

De innameberekening is in detail gerapporteerd in het rapport van 2019. Zoals in het rapport van 2019 wordt voor de leesbaarheid verder in dit rapport met de term 'groente(n)' ook aardappel bedoeld.

### 3.2 Nieuwe innameberekening

#### 3.2.1 Concentraties PFAS in moestuingewassen

In 2019 is de risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen gebaseerd op de aanwezigheid van GenX en PFOA. Bij de nieuwe innameberekening zijn ook de concentraties van 16 andere PFAS (zie

Tabel 1) meegenomen, die ook in 2018 zijn geanalyseerd. De concentraties van deze PFAS, behalve die van perfluorheptaanzuur (PFHpA), lagen allemaal onder de detectielimiet (LOD) van de meetmethode. Dit wil zeggen dat de aanwezigheid van deze PFAS niet kon worden aangetoond in de moestuinmonsters. PFHpA is aangetroffen in beide monsters boerenkool en in een monster sperziebonen. In een monster boerenkool is PFHpA aangetroffen in een concentratie van 0,12 ng per gram. In het andere monster boerenkool en in het monster sperziebonen lagen de concentraties tussen de LOD (= 0,05 ng per gram) en de LOQ (= 0,1 ng per gram). In alle overige monsters lag de PFHpA-concentratie onder de LOD.

Tabel 1 PFAS die naast GenX en PFOA zijn gemeten in de moestuingewassen

PFAS	PFAS-afkorting
<b>Sulfonzuren</b>	
Perfluorbutaansulfonzuur	PFBS
Perfluorhexaansulfonzuur	PFHxS
Perfluorheptaansulfonzuur	PFHpS
Perfluoroctaansulfonzuur	PFOS
Perfluordecaansulfonzuur	PFDS
<b>Carbonzuren</b>	
Perfluorbutaanzuur	PFBA
Perfluorpentaanzuur	PFPeA
Perfluorhexaanzuur	PFHxA
Perfluorheptaanzuur	PFHpA
Perfluornonaanzuur	PFNA
Perfluordecaanzuur	PFDA
Perfluorundecaanzuur	PFUnDA
Perfluordodecaanzuur	PFDoDA
Perfluortridecaanzuur	PFTrDA
Perfluortetradecaanzuur	PFTeDA
<b>Ether carbonzuren</b>	
Natrium 4,8-dioxa-3H-perfluornonanoaat	NaDONA <sup>1</sup>

PFAS: poly- en perfluoroalkylstoffen

<sup>1</sup> NaDONA is het natriumzout van 4,8-dioxa-3H-perfluornonanoaat (DONA). Er is geen RPF beschikbaar voor NaDONA, maar wel voor het ammoniumzout van DONA (ADONA).

Aangezien het waarschijnlijk is dat DONA het toxische effect van deze stoffen veroorzaakt, kan de RPF van ADONA worden gebruikt voor NaDONA.

In het rapport van 2019 zijn de concentraties van GenX en PFOA gerapporteerd als onder de LOQ of boven de LOQ of uitgedrukt in een getal. Als onderdeel van de kwantificering van de concentraties van de overige 16 PFAS is ook extra informatie aangeleverd over de aanwezigheid van GenX en PFOA in de monsters met een concentratie onder de LOQ. Voor deze concentraties kon worden aangegeven welke concentraties onder de LOD en welke tussen de LOD en de LOQ lagen. Deze informatie geeft de mogelijkheid om de innameberekening te verfijnen. Immers, een concentratie tussen de LOD en de LOQ betekent dat de echte concentratie varieert tussen een waarde gelijk aan de LOD of de LOQ, terwijl een concentratie onder de LOD kan variëren van 0 ng per gram tot een waarde gelijk aan de LOD. Op basis van deze extra informatie kon worden vastgesteld dat alle GenX-concentraties onder de LOQ tussen de LOD en de LOQ lagen. Voor PFOA was dit ook het geval,



behalve voor de concentraties in de twee monsters ui en de twee monsters paprika. In deze vier monsters lag de PFOA-concentratie onder de LOD.

Net als in 2019 is de inname berekend volgens een minimaal en maximaal scenario (zie paragraaf 3.1). Op basis van de nieuwe informatie over de GenX- en PFOA-concentraties onder de LOQ en de concentraties van PFHpA in de moestuinmonsters is de toekenning van een lage en hoge concentratie van deze PFAS aan monsters met een concentratie onder de LOQ verfijnd ten opzichte van de innameberekening van 2019:

- Concentraties onder de LOD (= 0,05 ng per gram):
  - Lage concentratie: 0 ng per gram;
  - Hoge concentratie: LOD.
- Concentraties tussen de LOD en de LOQ (= 0,1 ng per gram):
  - Lage concentratie: LOD;
  - Hoge concentratie: LOQ.

Deze lage en hoge concentraties geven respectievelijk de onder- en bovengrens aan van de concentraties die in deze monsters aanwezig kunnen zijn. In 2019 kregen de monsters met een concentratie lager dan de LOQ een lage concentratie gelijk aan  $LOQ/2$  en een hoge concentratie gelijk aan de LOQ toegekend. Merk op dat dit dezelfde waarden zijn als hierboven beschreven voor concentraties tussen de LOD en de LOQ, omdat de LOD (lage concentratie) toevallig gelijk is aan  $LOQ/2$ .

Voor de 15 PFAS met alle concentraties onder de LOD is aangenomen dat zij niet aanwezig zijn in deze gewassen en dat hun inname via de consumptie van de moestuingewassen dus gelijk is aan nul. Concentraties boven de LOQ voor GenX, PFHpA en PFOA zijn als zodanig gebruikt in de innameberekening.

Bijlage A geeft een overzicht van de concentraties per gewas voor de drie PFAS.

### 3.2.2 *Berekening van de somconcentraties per monster*

Zoals beschreven in hoofdstuk 2, gebruikt het RIVM de EFSA-TWI voor de risicobeoordeling van PFAS in combinatie met relatieve potentiefactoren (RPF's) van individuele PFAS. Voor de risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen betekent dit dat de inname van de individuele PFAS wordt opgeteld met behulp van de RPF's voor deze stoffen, en dus niet per stof zoals in 2019. Deze sominname, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, kan dan worden vergeleken met de EFSA-TWI om te bepalen of er een risico is.

De RPF's voor GenX, PFHpA en PFOA zijn respectievelijk 0,06, 1 en 1 (RIVM, 2021). Dit betekent dat GenX zo'n 17 maal minder schadelijk is dan PFOA en dat PFHpA en PFOA even schadelijk zijn.

Om de sominname van GenX, PFHpA en PFOA, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, te kunnen berekenen, zijn de GenX-, PFHpA- en PFOA-concentraties voor elk monster opgeteld met behulp van deze RPF's (zie Box 1 in hoofdstuk 2). Hiervoor is als eerste een lage en hoge

concentratie toegekend aan de concentraties onder de LOD en tussen de LOD en de LOQ, zoals beschreven in paragraaf 3.2.1. Na toekenning zijn de concentraties per PFAS en per monster gemiddeld over de duplometingen. De gemiddelde GenX-concentraties zijn daarna vermenigvuldigd met 0,06 en die voor PFOA en PFHpA met 1 (RIVM, 2021), zodat ze worden uitgedrukt in PFOA-equivalenten. Tabel 2 (op pagina 17) geeft een voorbeeld van de berekening van de GenX-, PFHpA- en PFOA-concentraties uitgedrukt in PFOA-equivalenten voor de twee aardappelmonsters.

Deze gemiddelde concentraties per stof, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, zijn vervolgens opgeteld tot een laagste en hoogste somconcentratie voor elk monster (zie Tabel 3). Vervolgens is per gewas de laagste somconcentratie van de monsters gebruikt voor de berekening van de sominname voor een minimaal scenario en de hoogste concentratie voor de sominname voor een maximaal scenario. Zie Tabel 3 voor een voorbeeld voor de twee aardappelmonsters uit Tabel 2.

*Tabel 3 Voorbeeld aardappel: berekening van de somconcentratie van GenX, PFHpA en PFOA voor de twee aardappelmonsters<sup>1</sup> en toekenning aan een minimaal en maximaal scenario voor de berekening van de sominname*

Stof	Concentratie in ng per gram, uitgedrukt in PFOA-equivalenten			
	Monster 1		Monster 2	
	Laagste	Hoogste	Laagste	Hoogste
GenX	0,0123		0,015	
PFHpA	0	0,05	0	0,05
PFOA	0,05	0,1	0,05	0,1
Som <sup>2</sup>	0,0623	0,1623	0,065	0,165
Scenario	Minimaal	-	-	Maximaal

<sup>1</sup> Zie Tabel 2 voor de berekening van de gemiddelde concentraties per stof en monster.

<sup>2</sup> Somconcentratie is berekend door de laagste en hoogste concentraties per monster op te tellen. Bijvoorbeeld voor monster 1 en de laagste concentratie:  $0,0123 + 0 + 0,05 = 0,0623$  ng per gram, uitgedrukt in PFOA-equivalenten.

Deze berekening van de somconcentraties en selectie van de concentraties voor een minimaal en maximaal scenario is toegepast op alle gewassen. Tabel 4 geeft een overzicht van de somconcentraties per scenario, waarbij de gewassen zijn ingedeeld in zeven categorieën. De gewassen die zijn bemonsterd zijn sla (categorie bladgroenten), ui (categorie bolgroenten), boerenkool (categorie koolgroenten), aardappelen, bieten en wortel (categorie knolgroenten), sperziebonen (categorie peulgroenten), rabarber (categorie stengelgroenten), en komkommer, paprika en tomaat (categorie vruchtgroenten). De somconcentraties van deze gewassen zijn ook gebruikt voor gewassen die tot dezelfde categorie behoren, maar die niet zijn bemonsterd en wel kunnen worden geteeld in een moestuin (zie paragraaf 3.1). Bijvoorbeeld, aan overige vruchtgroenten als courgette is in het minimale scenario 0,003 ng per gram (op basis van paprika) toegekend en in het maximale scenario 0,312 ng per gram (op basis van tomaat) (zie Tabel 4). Dit is in overeenstemming met de berekening uit 2019.

Tabel 2 Voorbeeldberekening voor aardappel: berekening van de gemiddelde concentratie van GenX, PFHpA en PFOA uitgedrukt in PFOA-equivalenten voor de twee aardappelmonsters op basis van twee metingen per monster

Stof en monster	Concentratie in ng per gram				RPF	
	Meting 1		Meting 2			
	Gemeten	Toekenning <sup>1</sup>	Gemeten	Toekenning		
Monster 1						
GenX	0,22		0,19		0,0123 <sup>3</sup>	0,06
PFHpA Lage = 0 Hoge = LOD	<LOD <sup>4</sup>	0 0,05	<LOD	0 0,05	0 <sup>5</sup> 0,05	1
PFOA Lage = LOD Hoge = LOQ	<LOQ <sup>4,6</sup>	0,05 0,1	<LOQ	0,05 0,1	0,05 <sup>7</sup> 0,1	1
Monster 2						
GenX	0,27		0,23		0,015	0,06
PFHpA Lage = 0 Hoge = LOD	<LOD	0 0,05	<LOD	0 0,05	0 0,05	1
PFOA Lage = LOD Hoge = LOQ	<LOQ	0,05 0,1	<LOQ	0,05 0,1	0,05 0,1	1

LOD: detectielimiet; LOQ: kwantificatielimiet; RPF: relatieve potentiefactor

<sup>1</sup> Zie paragraaf 3.2.1 voor de toekenning van een lage en hoge concentratie aan de monsters met een concentratie onder de LOD (< LOD) of tussen de LOD en de LOQ (< LOQ).

<sup>2</sup> Om de concentraties uit te drukken in PFOA-equivalenten zijn de GenX-concentraties vermenigvuldigd met een RPF van 0,06 en die voor PFHpA en PFOA met een RPF van 1.

<sup>3</sup> Deze gemiddelde concentratie, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, is berekend als  $(0,22 + 0,19)/2 \times 0,06$ .

<sup>4</sup> LOD = 0,05 ng per gram; LOQ = 0,1 ng per gram

<sup>5</sup> Deze gemiddelde concentratie, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, is berekend als  $(0 + 0)/2 \times 1$ .

<sup>6</sup> < LOQ = concentratie tussen de LOD en de LOQ

<sup>7</sup> Deze gemiddelde concentratie, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, is berekend als  $(0,05 + 0,05)/2 \times 1$ .

Tabel 4 Somconcentraties van GenX, PFHpA en PFOA in moestuingewassen zoals gebruikt in de berekening van de sominname van deze stoffen voor een minimaal en maximaal scenario

Categorie	Gewas <sup>2</sup>	Somconcentratie in ng per gram gewas per scenario, uitgedrukt in PFOA-equivalenten	
		Minimaal	Maximaal
Bladgroenten	Alle	0,053	0,280
Bolgroenten		0,003	0,109
Knolgroenten	Aardappel	0,062	0,165
	Biet	0,742	0,792
	Wortel	0,641	0,691
	Overige	0,062	0,792
Koolgroenten	Alle	1,404	2,792
Peulgroenten		0,420	0,869
Stengelgroenten		0,228	0,278
Vruchtgroenten	Komkommer	0,074	0,253
	Paprika	0,003	0,124
	Tomaat	0,098	0,312
	Overige	0,003	0,312

<sup>1</sup> Voor de gewassen behorend bij 'alle' en 'overige', zie rapport van 2019 (Boon et al., 2019).

<sup>2</sup> Alle' betekent dat er voor de betreffende categorie maar één groente is gemeten en dat de somconcentratie van die groente is toegekend aan alle groenten binnen de categorie. Voor bladgroenten is dit sla, voor bolgroenten is dit ui, voor koolgroenten is dit boerenkool, voor peulgroenten is dit sperziebonen en voor stengelgroenten is dit rabarber (zie Bijlage A). Aan de 'overige' gewassen van knol- en vruchtgroenten is de laagste en hoogste somconcentratie van de drie gemeten gewassen per categorie toegekend.

Met de somconcentraties in Tabel 4 is vervolgens de sominname van GenX, PFHpA en PFOA berekend voor een minimaal en maximaal scenario. Bij deze berekening zijn dezelfde voedselconsumptiegegevens gebruikt als in 2019 (zie paragraaf 3.1). Voor het gebruikte model voor de berekening van de sominname wordt verwezen naar het rapport van 2019 en Bijlage B in het huidige rapport.

### 3.2.3 Resultaten van de innameberekeningen

Tabel 5 geeft de sominname van GenX, PFHpA en PFOA weer voor de twee scenario's op basis van de somconcentraties in Tabel 4.<sup>5</sup> De gemiddelde en mediane sominname varieerde tussen respectievelijk 0,7 en 1,5 ng/kg lichaamsgewicht per dag en 0,3 en 0,8 ng/kg lichaamsgewicht per dag. Voor mensen met een hoge consumptie van moestuingewassen varieerde de sominname tussen 2,7 en 5,6 ng/kg lichaamsgewicht per dag. Voor een korte toelichting op de berekende innameparameters, zie Bijlage B.

In het maximale scenario was de sominname zo'n factor 2 hoger dan in het minimale scenario. Deze factor laat vooral de onzekerheid zien in de berekende sominnames door de aannames over de aanwezigheid van GenX, PFHpA en PFOA in monsters met een concentratie onder de LOD of tussen de LOD en de LOQ (zie paragraaf 3.2.1) en door de variatie in

<sup>5</sup> De sominname van GenX, PFHpA en PFOA is berekend met de consumptiegegevens van mensen van 1 t/m 79 jaar (zie paragraaf 3.1). De sominname van de drie PFAS zal voor jonge kinderen hoger zijn dan voor de totale populatie. Echter, de EFSA-TWI heeft betrekking op langdurige blootstelling, waardoor de relevante inname die op de langere termijn (inclusief tijdens volwassenheid) is. Daarom is in dit rapport alleen de sominname gerapporteerd over de gehele leeftijdsperiode, zoals gedekt door de voedselconsumptiegegevens.

somconcentraties tussen de twee gemeten monsters voor eenzelfde gewas. Bijvoorbeeld, de gemiddelde GenX- en PFOA-concentraties in de twee monsters boerenkool waren 1,2 en 4,7 ng per gram voor GenX en 1,29 en 2,40 ng per gram voor PFOA (zie Bijlage A).

Tabel 5 Dagelijkse sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen voor een minimaal en maximaal scenario<sup>1</sup>

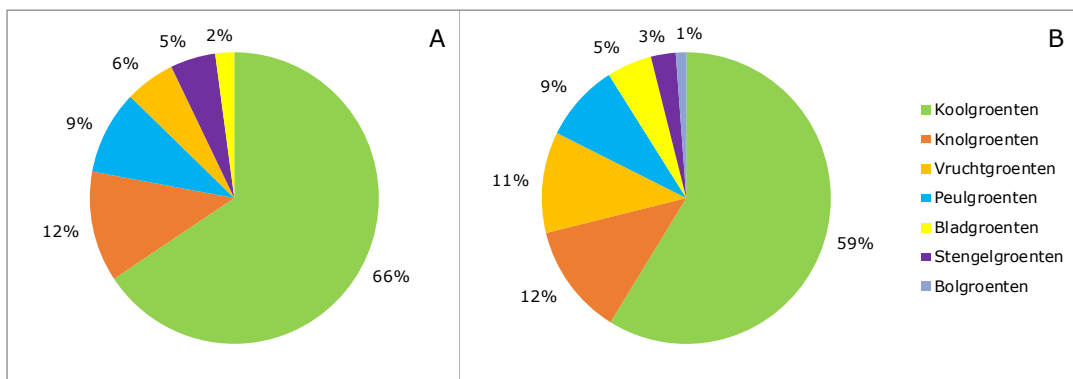
Inname-parameter <sup>2</sup>	Sominname per scenario, in ng/kg lichaamsgewicht per dag en scenario, uitgedrukt in PFOA-equivalenten	
	Minimaal	Maximaal
Gemiddelde	0,7	1,5
P50	0,3	0,8
P95	2,7	5,6

P50: mediaan, 50<sup>e</sup> percentiel; P95: 95<sup>e</sup> percentiel

<sup>1</sup> Sominnames zijn berekend met de GenX-, PFHpA- en PFOA-concentraties in moestuingewassen uit het volkstuinencomplex Sluisdijk.

<sup>2</sup> Voor een korte toelichting op de berekende innameparameters, zie Bijlage B.

In Figuur 1 zijn de bijdragen van de zeven categorieën moestuingewassen aan de totale sominnameverdeling van GenX, PFHpA en PFOA weergegeven voor de twee scenario's. Koolgroenten droegen het meeste bij aan de sominname in beide scenario's: 59-66% (zie Figuur 1). Deze bijdrage werd grotendeels geleverd door broccoli en bloemkool. Na koolgroenten droegen knolgroenten het meeste bij aan de sominname met een bijdrage van 12% in beide scenario's. Deze bijdrage werd grotendeels bepaald door de consumptie van aardappel.



Figuur 1 Bijdrage (%) van de zeven categorieën moestuingewassen aan de sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen voor een minimaal (A) en maximaal (B) scenario. De bijdrage van bolgroenten was 0% in het minimale scenario.

Wanneer wordt gekeken naar de individuele gewassen, dan droeg broccoli het meeste bij aan de sominname van GenX, PFHpA en PFOA: 21% in het minimale scenario en 19% in het maximale scenario. Bloemkool (16% en 14%), aardappel (8% en 9%), spruitjes (7% en 6%), sperziebonen (beide 6%), en witte kool en boerenkool (beide 6% en 5%) volgden respectievelijk in beide scenario's. De overige gewassen droegen minder dan 5% bij aan de sominname in beide scenario's.

Bijdragen van gewassen aan de sominname worden bepaald door een combinatie van concentraties en consumpties. De hoge bijdrage van broccoli en bloemkool in beide scenario's wordt bepaald door een hoge consumptie en relatief hoge somconcentraties (zie Tabel 4). De bijdrage van aardappel in beide scenario's komt doordat aardappel veel wordt geconsumeerd in Nederland.

### 3.3 Risicobeoordeling van de sominname van PFAS

#### 3.3.1 *Vergelijking van de sominname met de EFSA-TWI*

Voor de risicobeoordeling is de berekende sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van de moestuingewassen, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, vergeleken met de EFSA-TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht (zie hoofdstuk 2). De sominnames in Tabel 5 zijn voor deze vergelijking vermenigvuldigd met zeven (van dag naar week). De sominname is ook uitgedrukt als fractie van de EFSA-TWI. Hierbij is de sominname gedeeld door de EFSA-TWI, waarbij een fractie groter dan 1 betekent dat de sominname groter is dan de EFSA-TWI. De resultaten staan in Tabel 6.

Tabel 6 *Wekelijkse sominname van GenX, PFHpA en PFOA en de sominname als fractie van de EFSA-TWI door de consumptie van moestuingewassen voor een minimaal en maximaal scenario<sup>1</sup>*

Inname-parameter <sup>2</sup>	Sominname per scenario, in ng/kg lichaamsgewicht per week <sup>3,4</sup>		Fractie van de EFSA-TWI per scenario <sup>5,6</sup>	
	Minimaal	Maximaal	Minimaal	Maximaal
Gemiddelde	4,9	11	1,1	2,5
P50	2,1	5,6	0,5	1,3
P95	19	39	4,3	8,9

EFSA: European Food Safety Authority (Europese Voedselveiligheidsautoriteit); P50: mediaan, 50<sup>ste</sup> percentiel; P95: 95<sup>ste</sup> percentiel; TWI: tolereerbare wekelijkse inname

<sup>1</sup> Sominname is berekend met de GenX-, PFHpA- en PFOA-concentraties in moestuingewassen afkomstig van het volkstuinencomplex Sluisdijk.

<sup>2</sup> Voor een korte toelichting op de berekende innameparameters, zie Bijlage B.

<sup>3</sup> Sominname is uitgedrukt in PFOA-equivalenten (zie hoofdstuk 2 en paragraaf 3.2.2).

<sup>4</sup> Sominname per week is berekend door de sominname per dag in Tabel 5 te vermenigvuldigen met zeven (van dag naar week).

<sup>5</sup> De EFSA-TWI is 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week.

<sup>6</sup> Fracties zijn berekend door de gemiddelde, P50- en P95-sominname per week te delen door de EFSA-TWI. Een fractie groter dan 1 betekent dat de sominname groter is dan de EFSA-TWI.

Alle sominnameschattingen voor het maximale scenario overschreden de EFSA-TWI met een factor variërend van 1,3 (P50) tot 8,9 (P95). Voor het minimale scenario was de hoge sominname (P95) een factor 4,3 hoger dan de EFSA-TWI. De mediane sominname (P50) voor dit scenario bleef onder de grenswaarde en de gemiddelde sominname lag min of meer op de EFSA-TWI (zie Tabel 6).

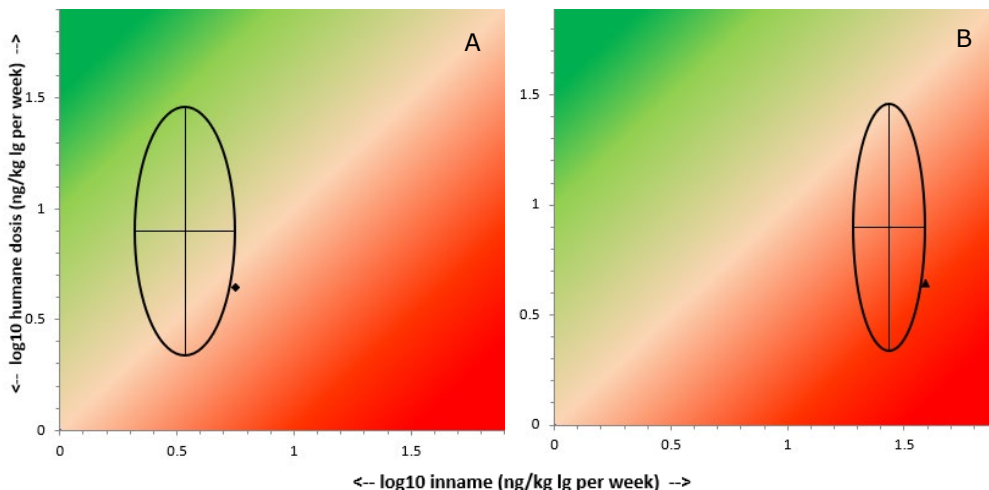
#### 3.3.2 *Risicobeoordeling met APROBA-Plus methode*

De risicobeoordeling van de sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen is uitgebreid met de APROBA-Plus methode. Dit is gedaan gezien de geconstateerde overschrijdingen van de EFSA-TWI (zie paragraaf 3.3.1). Met deze methode kunnen de onzekerheden in de inname en toxiciteit op kwantitatieve wijze worden geëvalueerd en dat resulteert daardoor in een beter inzicht in risico's

van de inname van stoffen (Bokkers et al., 2017). Deze methode is niet toegepast in 2019, omdat toen, op basis van hogere gezondheidskundige grenswaarden, de berekende innames deze grenswaarden niet overschreden. Voor details over de toepassing van deze methode in dit rapport wordt verwezen naar Bijlage C.

Het resultaat van een APROBA-Plus analyse is een figuur met een ellips die aangeeft waar de combinatie ligt van de humane effectdosis (of inname) waarbij een negatief effect op de gezondheid wordt verwacht (op de y-as) en de inname via bijvoorbeeld voedsel (op de x-as). Hoe groter de ellips, hoe onzekerder het is waar deze combinatie ligt. Verder wordt in de figuur met een rood deel aangegeven waar de inname groter is dan de humane effectdosis, dus waar er een risico is ("niet veilig") en met een groen deel waar de inname kleiner is dan de humane effectdosis, dus waar er geen risico is ("veilig"). De 'witte' diagonale lijn tussen het rode en groene gebied geeft de grens aan tussen "veilig" en "niet veilig".

Figuur 2 geeft het resultaat van de APROBA-Plus analyse weer voor de sominname van GenX, PFHpA en PFOA in moestuingewassen. Beide assen zijn op logaritmische schaal uitgezet. De ellipsen geven weer waar de combinatie van de humane effectdosis van de EFSA-4 die een effect kan geven op het immuunsysteem (verticale as) en de sominname van GenX, PFHpA en PFOA voor het minimale en maximale scenario (horizontale as). Figuur 2A geeft dit weer voor de mediane (P50) sominname en Figuur 2B voor de hoge (P95) sominname. De sominnames zijn afkomstig uit Tabel 6.



*Figuur 2 Grafische weergave van de onzekerheid in de risicobeoordeling voor de mediane (P50) (A) en P95 (B) sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen, uitgedrukt in PFOA-equivalenten. De verticale lijn geeft de onzekerheid weer in de berekening van de 'humane effectdosis' waarbij een effect op het immuunsysteem kan optreden. De horizontale lijn geeft de range weer in de sominname van GenX, PFHpA en PFOA berekend voor een minimaal (linkeruiteinde van de lijn) en maximaal scenario (rechteruiteinde van de lijn); lg: lichaamsgewicht*

De ellips voor de mediane sominname ligt voor een klein deel in het rode (d.w.z. niet "veilige") gebied, terwijl de ellips voor de hoge

sominname in zijn geheel in dit gebied ligt. Verder laat de analyse zien dat de onzekerheid in de humane effectdosis groter was dan de onzekerheid in de sominname. Het zwarte ruitje en driehoekje in respectievelijk Figuur 2A en 2B geven de combinatie weer van de EFSA-TWI van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week en de mediane en hoge sominname op basis van het maximale scenario. Het ruitje en driehoekje liggen net buiten de ellips en geven daarmee een groter risico aan dan de APROBA-Plus analyse.<sup>6</sup> Dit illustreert dat de vergelijking tussen de sominname van GenX, PFHpA en PFOA en de EFSA-TWI, zoals beschreven in paragraaf 3.3.1, conservatief is en maar een beperkt beeld geeft van de werkelijkheid en de beschikbare kennis daarover.

### 3.3.3 *Conclusie risicobeoordeling*

De vergelijking van de sominname van GenX, PFHpA en PFOA met de EFSA-TWI voor mensen met een hoge consumptie van moestuingewassen (P95) laat een overschrijding van deze grenswaarde zien voor beide scenario's. Op basis van deze vergelijking kan een risico op negatieve gezondheidseffecten niet worden uitgesloten. Dit geldt ook voor mensen met een gemiddelde en mediane consumptie (P50) van moestuingewassen voor het maximale scenario en een gemiddelde consumptie voor het minimale scenario.

De uitbreiding van de risicobeoordeling met de APROBA-Plus methode, die ook rekening houdt met de onzekerheid in de toxiciteit, laat zien dat de ellips voor mensen met een hoge consumptie van moestuingewassen in zijn geheel in het "onveilige" gebied (= rood) ligt en de ellips voor mensen met een mediane consumptie voor een kleiner deel in dit gebied ligt. Ook deze analyse laat daarom zien dat voor beide consumptiehoeveelheden een risico op een negatief effect op het immuunsysteem niet kan worden uitgesloten door het eten van moestuingewassen afkomstig van het volkstuinencomplex Sluisdijk. Dit kan pas als de ellips in zijn geheel in het "veilige" gebied ligt.

Zoals beschreven in het rapport van 2019 eten mensen met een moestuin zeer waarschijnlijk de door hen geteelde moestuingewassen in grotere hoeveelheden dan de gemiddelde Nederlander. Deze hogere consumptie wordt weergegeven door de hoge (P95) consumptie.

<sup>6</sup> Het ruitje en driehoekje liggen buiten de ellipsen, omdat bij de afleiding van de EFSA-TWI meerdere conservatieve aannames zijn opgestapeld waardoor het uiteindelijke risico ook conservatiever is dan in APROBA-Plus analyse. In de APROBA-Plus analyse worden deze onzekerheden zodanig meegenomen dat opstapeling ervan wordt voorkomen.



## 4 Discussie

Dit rapport is een herziening van de risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen afkomstig van het volkstuintencomplex Sluisdijk in Helmond uit 2019. Deze beoordeling verschilt van deze eerdere beoordeling door het gebruik van een nieuwe, strengere gezondheidskundige grenswaarde voor deze stoffen (zie hoofdstuk 2). Verder is voor de huidige beoordeling de sominname van GenX en PFOA berekend met behulp van relatieve potentiefactoren (zie paragraaf 3.2.2), waarbij ook de inname van PFHpA is opgeteld. In 2019 is de inname voor GenX en PFOA per stof berekend. Wat in deze herziene beoordeling niet is veranderd ten opzichte van 2019 zijn de onderliggende aannames van de innameberekening, en is er gerekend met dezelfde GenX- en PFOA-concentraties in de moestuingewassen en dezelfde voedselconsumptiegegevens. De inname van GenX en PFOA is dan ook niet veranderd ten opzichte van 2019, maar is op een andere manier berekend. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de herziene risicobeoordeling besproken.

### 4.1 Vergelijking sominname van PFAS met inname van 2019

De sominname van GenX, PFHpA en PFOA, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, lag dichtbij de inname van alleen PFOA, zoals berekend in 2019 (zie Tabel 7). De reden hiervoor is de lage relatieve toxiciteit van GenX ten opzichte van PFOA; GenX is zo'n 17 maal minder toxisch.

Tabel 7 Inname van GenX, PFOA en de som van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen voor een minimaal en maximaal scenario

Inname-parameter <sup>1</sup>	Inname per scenario, in ng/kg lichaamsgewicht per dag					
	GenX <sup>2</sup>		PFOA <sup>2</sup>		Som GenX, PFHpA en PFOA <sup>3,4</sup>	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Gemiddelde	1,6	4,8	0,7	1,2	0,7	1,5
P50	1,0	3,1	0,3	0,5	0,3	0,8
P95	4,7	15	2,6	4,6	2,7	5,6

Max: maximaal; Min: minimaal; P50: mediaan, 50<sup>e</sup> percentiel; P95: 95<sup>e</sup> percentiel

<sup>1</sup> Voor een korte toelichting op de berekende innameparameters, zie Bijlage B.

<sup>2</sup> Inname zoals berekend in het rapport van 2019 (Boon et al., 2019).

<sup>3</sup> Sominname zoals berekend in het huidige rapport (zie Tabel 5).

<sup>4</sup> Sominname is uitgedrukt in PFOA-equivalenten (zie hoofdstuk 2 en paragraaf 3.2.2).

Broccoli en bloemkool, de gewassen die het meeste bijdroegen aan de sominname van GenX, PFHpA en PFOA, droegen ook in 2019 het meeste bij aan de inname van PFOA in het maximale scenario: 33% voor de sominname en 36% voor de PFOA-inname in 2019. Voor GenX droegen sperziebonen met 17% en tomaat met 16% veel bij aan de inname van GenX in 2019. Deze gewassen droegen nu minder dan 10% bij aan de sominname: 6% voor sperziebonen en minder dan 5% voor tomaat. Bijdragen aan de GenX- en PFOA-inname in het minimale scenario zijn niet gerapporteerd in 2019 (Boon et al., 2019).

## 4.2 Berekende sominname van PFAS

De onzekerheden van de verschillende aannames die de huidige sominnameschattingen hebben beïnvloed zijn dezelfde als beschreven in het rapport van 2019 (Boon et al., 2019). De belangrijkste aanname die heeft bijgedragen aan een overschatting van de sominname in beide scenario's was de aanname dat mensen het hele jaar en gedurende hun hele leven de gewassen uit eigen moestuin eten. In het maximale scenario is de sominname ook overschat doordat de berekening gebaseerd is op de monsters met de hoogste somconcentraties van GenX, PFHpA en PFOA. Onderschatting van de sominname is mogelijk voor het minimale scenario doordat hier alleen de monsters met de laagste somconcentraties zijn gebruikt. Op basis van de onzekerheden werd in het rapport van 2019 geconcludeerd dat de inname berekend voor het maximale scenario een conservatieve schatting (overschatting) is van de werkelijke inname van GenX en PFOA door mensen met een moestuin in het volkstuinencomplex Sluisdijk. Dit was ook waarschijnlijk voor het minimale scenario, doordat werd ingeschat dat de overschatting van de aanname van levenslange consumptie van moestuingewassen, voor zover meegenomen in de berekening, groter was dan de mogelijke onderschatting door uit te gaan van de laagste somconcentraties. Deze conclusie voor beide scenario's is ook van toepassing op de huidige resultaten.

De berekende sominnames zijn gebaseerd op concentraties van GenX, PFHpA en PFOA die zijn gemeten in september 2018. De emissie van beide stoffen is inmiddels gestopt: van PFOA vanaf begin 2013 en van GenX vanaf november 2017. Aangezien de emissie is gestopt, zal de sominname in de toekomst mogelijk lager zijn dan hier berekend.

In de huidige berekeningen is, naast GenX en PFOA, ook PFHpA meegenomen. Deze stof is aangetroffen in de twee monsters boerenkool en de twee monsters sperziebonen in lage concentraties (zie Bijlage A). De aanwezigheid van deze stof komt zeer waarschijnlijk door vervuiling van GenX en/of PFOA. PFHpA verdampt net als deze twee stoffen bij het drogen van teflonpoeder. De andere 15 PFAS die zijn geanalyseerd in de monsters konden niet worden aangetoond. Concentraties van deze stoffen zijn gelijkgesteld aan nul in beide scenario's. De sominname in het minimale scenario is hier niet door beïnvloed, omdat deze stoffen in dit scenario zouden zijn meegenomen met een concentratie gelijk aan 0 ng/g (zie paragraaf 3.2.1). Echter, in het maximale scenario, zouden ze zijn meegenomen met een concentratie gelijk aan de detectielimiet (LOD). In combinatie van de RPF's van de verschillende stoffen zou dit hebben geleid tot een onrealistische hoge sominname. De aanname dat de concentraties van deze 15 PFAS gelijk is aan nul is een potentiële bron van onderschatting van de sominname van PFAS voor beide scenario's, wanneer deze stoffen toch aanwezig zouden zijn in concentraties lager dan de LOD. Dit is vooral een bron van onzekerheid voor PFAS met een hoge relatieve potentiefactor (RPF), zoals perfluornonaanzuur (PFNA). PFNA heeft een RPF van 10 en kan daardoor al bij kleine hoeveelheden, zoals net onder de LOD, een grote bijdrage leveren aan de sominname van PFAS. Een meetmethode met een lagere LOD is nodig om deze onzekerheid in de berekende sominnames te verminderen.

Bij een lagere consumptie van moestuingewassen zal de sominname van GenX, PFHpA en PFOA via deze gewassen afnemen en mogelijk lager worden dan de EFSA-TWI. Deze consumptie zal dan lager moeten zijn dan de aanbeveling in 2018 voor de consumptie van gewassen uit moestuinen binnen een straal van 1 kilometer rondom het chemiebedrijf DuPont/Chemours in Dordrecht (Mengelers et al., 2018). Toen is aanbevolen om de gewassen uit deze moestuinen niet te vaak en niet te veel te eten. Deze aanbeveling was gebaseerd op een hoge inname van GenX en van PFOA die gelijk was aan de toenmalige gezondheidskundige grenswaarden van beide stoffen voor een maximaal scenario. De hoge sominname berekent in het huidige rapport ligt een factor 4 en 9 boven de EFSA-TWI voor respectievelijk het minimale en maximale scenario (zie Tabel 6). De consumptie moet dus aanmerkelijk lager zijn. Omdat wij dit niet realistisch achten voor mensen met een moestuin, is hier geen aanbeveling voor geformuleerd.

De resultaten laten zien dat koolgewassen, en dan vooral broccoli en bloemkool, het meeste bijdragen aan de sominname van GenX, PFHpA en PFOA. Geen broccoli en bloemkool meer eten uit de moestuinen zou dan mogelijk resulteren in een lagere sominname. De onderliggende concentratiegegevens van GenX, PFHpA en PFOA zijn gebaseerd op slechts één of twee monsters per gewas. Daarnaast zijn aan veel gewassen concentraties toegekend, omdat ze niet zelf zijn geanalyseerd. Dit maakt het niet mogelijk om betrouwbare consumptieaanbevelingen voor individuele moestuingewassen te formuleren.

Door de uitstoot van GenX en PFOA door het chemiebedrijf Custom Powders zijn de bodemconcentraties van PFOA in een grotere straal rond het bedrijf verhoogd (Expertisecentrum PFAS, 2020). Het is daarom waarschijnlijk dat ook gewassen geteeld in tuinen die verder dan 450 meter van het bedrijf liggen PFAS kunnen bevatten. Metingen in moestuinen in dit gebied kunnen hier inzicht in geven. Mochten zulke metingen worden uitgevoerd, bevelen we aan om ook PFAS in de bodem van deze tuinen te meten om met de uitkomst beter inzicht te krijgen in de relatie tussen PFAS in de bodem en PFAS in moestuingewassen (Wintersen & Otte, 2021). Door de beperkte kennis over deze relatie is het op dit moment niet te garanderen dat als de PFAS-concentraties in de bodem met als functie 'Wonen met moestuin' onder de risicogrens voor bodem blijven de moestuingewassen die op deze bodem zijn geteeld veilig kunnen worden gegeten. Andersom betekent dit dat als de risicogrens voor bodem wordt overschreden dit niet hoeft te betekenen dat de geteelde gewassen niet veilig kunnen worden gegeten. Door meer inzicht te krijgen in de relatie tussen bodem- en gewasconcentraties, kan deze onzekerheid in de risicogrens voor bodem met als functie 'Wonen met moestuin' worden verminderd.

### 4.3 Blootstelling aan PFAS via andere bronnen

EFSA heeft een gezondheidskundige grenswaarde voor de som van PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS afgeleid (zie hoofdstuk 2). Deze EFSA-4 zijn gezamenlijk beoordeeld, omdat EFSA ervan uitgaat dat deze PFAS hetzelfde kritische (immuun)effect hebben en dit voor andere PFAS niet kon worden vastgesteld. Verder zijn dit de PFAS die veelal in het bloed van mensen zijn aangetroffen (EFSA, 2020). Het is echter aannemelijk

dat ook andere PFAS kunnen bijdragen aan de toxiciteit van de totale sominname van PFAS, zoals bekend is voor andere effecten op basis waarvan relatieve potentiefactoren zijn afgeleid (RIVM, 2021).

Naast de sominname van PFAS via de moestuingewassen, kunnen mensen ook worden blootgesteld aan PFAS via de consumptie van drinkwater en andere voedselproducten (EFSA, 2020; Noorlander et al., 2011; van der Aa et al., 2021). In Helmond is de blootstelling via de lucht aan GenX en PFOA, en andere PFAS, nu mogelijk laag tot verwaarloosbaar, omdat het drogen van PFOA-houdend teflonpoeder is gestopt in 2013 en dat van GenX-houdend teflonpoeder sinds eind 2017.

## 5 Conclusie

In dit rapport is een risicobeoordeling uitgevoerd van de sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van moestuingewassen afkomstig van het volkstuinencomplex Sluisdijk, 450 meter ten noordoosten van het bedrijf Custom Powders in Helmond. Hiervoor is de sominname van deze stoffen berekend voor een minimaal en maximaal scenario. De sominname is vervolgens vergeleken met de gezondheidkundige grenswaarde voor deze stoffen, die is afgeleid door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) in 2020. De consumpties van moestuingewassen zijn gebaseerd op een consumptiepatroon van de Nederlandse populatie.

De berekende sominname door mensen met een hoge consumptie (P95) van deze gewassen overschrijdt de gezondheidkundige grenswaarde voor beide scenario's. Dit is ook het geval voor mensen met een mediane consumptie (P50) van deze moestuingewassen voor een maximaal scenario.<sup>7</sup> In beide scenario's kan een risico op negatieve gezondheidseffecten daarom niet worden uitgesloten. Deze conclusie is bevestigd in een uitgebreidere risicobeoordeling met de APROBA-Plus methode.

Op basis van deze resultaten adviseren we om geen gewassen die zijn geteeld in het volkstuinencomplex te eten. Bij dit advies is meegenomen dat mensen die deze gewassen eten ook kunnen worden blootgesteld aan PFAS via de consumptie van andere voedselproducten en drinkwater en ook aan de 15 PFAS in moestuingewassen waarvoor in de huidige berekening is aangenomen dat zij niet in deze gewassen zitten. In de risicobeoordeling uit 2019 was de conclusie dat deze moestuingewassen wel veilig konden worden gegeten (Boon et al., 2019). Echter, de gezondheidkundige grenswaarde van 2020 is lager dan de grenswaarden die in 2019 zijn gebruikt. Dit betekent dat deze stoffen schadelijker zijn voor de gezondheid dan eerder bekend was. In 2019 lag de hoge inname ruim onder de gezondheidkundige grenswaarden van beide stoffen voor beide scenario's.

De herziene risicobeoordeling van PFAS in moestuingewassen is gebaseerd op moestuingewassen die in 2018 zijn bemonsterd en geanalyseerd. Sinds 2018 is de methode voor het meten van PFAS verder verbeterd. Nieuwe metingen kunnen daardoor beter inzicht geven in de huidige sominname van PFAS door de consumptie van moestuingewassen.

<sup>7</sup> Voor een toelichting op de hoge, gemiddelde en mediane sominname, zie Bijlage A.



## 6 Dankwoord

De auteurs danken Julia Verhoeven en Marcel Mengelers van het RIVM voor hun waardevolle bijdrage aan dit rapport. De auteurs danken ook Liz Leenders en Stefan van Leeuwen van Wageningen Food Safety Research (WFSR) voor de kwantificering van de concentraties van 16 additionele PFAS in de moestuinmonsters en een verdere specificering van de GenX- en PFOA-concentraties met een gerapporteerde concentratie onder de kwantificatielimiet in 2018.





## Literatuurlijst

Bil W, Zeilmaker M, Fragki S, Lijzen J, Verbruggen E, Bokkers B (2021). Risk assessment of per - and polyfluoroalkyl substance mixtures: A relative potency factor approach. *Environmental Toxicology and Chemistry* 40: 859-870, doi: 10.1002/etc.4835.

Bokkers B, Mengelers M, Bakker M, Chiu W, Slob W (2017). APROBA-Plus: A probabilistic tool to evaluate and express uncertainty in hazard characterization and exposure assessment of substances. *Food and Chemical Toxicology* 110: 408-417, doi: 10.1016/j.fct.2017.10.038.

Boon PE, te Biesebeek JD, de Wit-Bos L, van Donkersgoed G (2014). Dietary exposure to dioxins in the Netherlands. RIVM Letter report 2014-0001. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Boon PE, Zeilmaker MJ, Mengelers MJB (2019). Risicobeoordeling van GenX en PFOA in moestuingewassen in Helmond. RIVM Briefrapport 2019-0024. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. doi: 10.21945/RIVM-2019-0024. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

EFSA (2020). Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. *EFSA Journal* 2020;18(9):6223, 391pp., doi: 10.2903/j.efsa.2020.6223. Beschikbaar op [www.efsa.europa.eu](http://www.efsa.europa.eu).

Expertisecentrum PFAS (2020). Onderzoek naar PFOA en GenX in het milieu in Helmond. Kenmerk: 083847085B, d.d. 20 november 2020. Beschikbaar op [www.helmond.nl](http://www.helmond.nl).

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, doi: 10.21945/RIVM-2018-0017. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

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

RIVM (2020). Notitie: definitieve EFSA-opinie PFAS – wetenschappelijke overwegingen voor RIVM besluitvorming over EFSA-TWI, 15 december 2020. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

RIVM (2021). Notitie implementatie van de EFSA som-TWI PFAS, 7 april 2021. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

van der Aa, M, Hartmann J, te Biesebeek JD (2021). Analyse bijdrage drinkwater en voedsel aan blootstelling EFSA-4 PFAS in Nederland en advies drinkwaterrichtwaarde. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

van Rossum CTM, Buurma-Rethans JM, Dinnissen CS, Beukers MH, Brants HAM, Dekkers ALM, Ocké MC (2020). The diet of the Dutch. Results of the Dutch National Food Consumption Survey 2012-2016. RIVM report 2020-0083. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, doi: 10.21945/RIVM-2020-0083. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Wintersen A, Otte P (2021). Achtergrondwaarden en risicogrenzen ten behoeve van onderbouwing Maximale Waarden PFAS voor toepassen van grond en baggerspecie. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

Zeilmaker MJ, Fragki S, Verbruggen EMJ, Bokkers BGH, Lijzen JPA (2018). Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach. RIVM Report 2018-0070. National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven. doi: 10.21945/RIVM-2018-0070. Beschikbaar op [www.rivm.nl](http://www.rivm.nl).

## Bijlage A. Concentraties van PFAS in de moestuinmonsters

Categorie	Gewas	Concentratie in ng per gram <sup>1,2,3</sup>											
		GenX				PFHpA				PFOA			
		M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
Bladgroenten	Sla	<LOQ <sup>3</sup>	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
		0,64	0,80	0,59	0,61	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,21	0,17	0,19	0,19
Bolgroenten	Ui	0,10	0,19	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	-
		<LOQ	<LOQ	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	-
Koolgroenten	Boerenkool	1,01	1,29	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	1,33	1,24	-	-
		4,90	4,51	-	-	<LOQ	0,12	-	-	2,34	2,46	-	-
Knolgroenten	Aardappel	0,22	0,19	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-
		0,27	0,23	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-
	Biet	1,71	1,35	-	-	<LOD	<LOD	-	-	0,62	0,68	-	-
	Wortel	0,26	0,26	-	-	<LOD	<LOD	-	-	0,61	0,64	-	-
Peulgroenten	Sperziebonen	2,69	2,65	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	0,29	0,23	-	-
		8,02	7,94	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	0,28	0,30	-	-
Stengelgroenten	Rabarber	0,92	1,17	-	-	<LOD	<LOD	-	-	0,19	0,14	-	-
Vruchtgroenten	Komkommer	0,37	0,39	0,39	0,44	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
		1,82	1,73	1,73	1,58	<LOD	<LOD	<LOD	<LOD	0,10	0,10	<LOQ	<LOQ
	Paprika	<LOQ	<LOQ	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	-
		0,45	0,34	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOD	<LOD	-	-
	Tomaat (binnen)	2,21	2,69	-	-	<LOD	<LOD	-	-	0,11	0,12	-	-
Tomaat (buiten)	0,88	0,72	-	-	<LOD	<LOD	-	-	<LOQ	<LOQ	-	-	

LOD: detectielimiet; LOQ: kwantificatielimiet; M: meting

<sup>1</sup> Sla- en komkommermonsters zijn in viervoud gemeten.

<sup>2</sup> LOD = 0,05 ng per gram; LOQ = 0,1 ng per gram

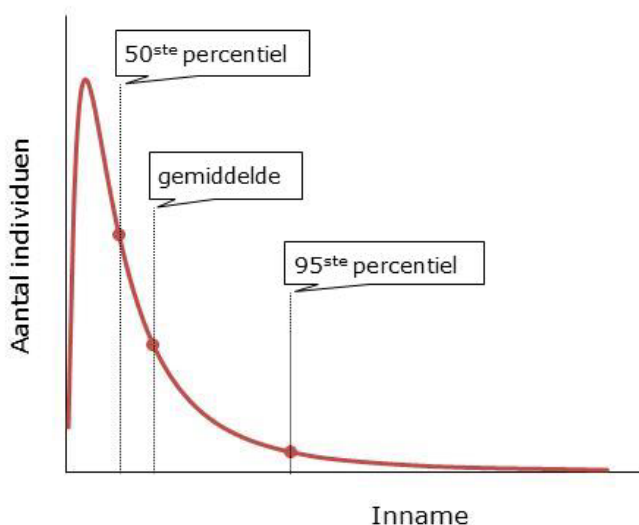
<sup>3</sup> < LOQ = concentratie tussen de LOD en LOQ.

## Bijlage B. Gemiddelde, mediane en hoge sominname

De sominname van GenX, PFHpA en PFOA is berekend door de gemiddelde consumpties van de moestuingewassen per dag en per individu, zoals gerapporteerd in de voedselconsumptiepeiling voor de Nederlandse populatie, te vermenigvuldigen met de somconcentratie van deze PFAS, uitgedrukt in PFOA-equivalenten, in deze gewassen voor een minimaal en maximaal scenario (zie Tabel 4). Het resultaat is een verdeling van sominnames per individu en scenario. Deze verdeling per scenario geeft de variatie in de sominname weer in een populatie, doordat individuen verschillende hoeveelheden van de gewassen eten. De sominname is voor elk scenario gekwantificeerd als de

- gemiddelde sominname: gemiddelde waarde van alle sominnames per individu in de verdeling;
- mediane (50<sup>ste</sup> percentiel; P50) sominname: de middelste waarde van de verdeling. Dat wil zeggen dat 50% van de individuen een sominname heeft die onder de mediaan ligt en 50% erboven. Bij een volledig symmetrische verdeling is de gemiddelde sominname gelijk aan de mediane sominname;
- hoge (95<sup>ste</sup> percentiel; P95) sominname: 95% van de individuen heeft een sominname onder deze waarde en 5% erboven.

Ter illustratie is in Figuur B.1 een voorbeeld gegeven van een verdeling van de sominname (voor één scenario) door een fictieve populatie en de bijbehorende gemiddelde, mediane (50<sup>ste</sup> percentiel) en hoge (95<sup>ste</sup> percentiel) sominname. Personen met een hoge sominname zijn mensen met een hoge consumptie van moestuingewassen die PFAS bevatten.



*Figuur B.1 Voorbeeld van een verdeling van de sominname (voor één scenario) door een fictieve populatie en de bijbehorende gemiddelde, mediane (50<sup>ste</sup> percentiel) en hoge (P95<sup>ste</sup> percentiel) sominname (deze figuur is afkomstig uit Boon et al., 2019); inname op de x-as refereert in het huidige rapport naar de sominname*

## Bijlage C. Berekeningen met APROBA-Plus methode

Hieronder wordt kort beschreven hoe de APROBA-Plus methode is gebruikt voor de risicobeoordeling van de sominname van GenX, PFHpA en PFOA door de consumptie van gewassen afkomstig van volkstuinencomplex Sluisdijk in Helmond, en hoe de onzekerheden voor de sominname en de toxiciteit zijn gekwantificeerd.

### *Sominname*

De onzekerheden in de gemeten concentraties zijn gekwantificeerd door de sominname van GenX, PFHpA en PFOA te berekenen voor een minimaal en maximaal scenario en meegenomen in de APROBA-Plus berekening zoals vermeld in Tabel 6. De andere bronnen van onzekerheid met betrekking tot de sominname kunnen alleen kwalitatief worden ingeschat en zijn niet meegenomen in de APROBA-Plus berekening.

### *Toxiciteit*

De onzekerheden in de afleiding van de EFSA-TWI van PFAS zijn gekwantificeerd. Dit betrof de onzekerheden in de dosis-effect relatie in de onderliggende epidemiologische studie en de daaruit afgeleide dosis die als basis dient voor het afleiden van de TWI: de kritische bloedconcentratie in jonge kinderen. De vertaling van de interne blootstelling (kritische bloedconcentratie in het kind) naar de externe blootstelling (TWI voor de moeder) bevat eveneens onzekerheden.

### *APROBA-Plus*

De onzekerheden in de kritische bloedconcentratie (BMDL; ondergrens van een benchmark dosis) in kinderen zijn als volgt gekwantificeerd. EFSA heeft in haar opinie een BMDL afgeleid van 17,5 ng/ml en BMDU (bovengrens van de benchmark dosis) van 56,3 ng/ml. Deze twee grenswaarden zijn gebruikt in de APROBA-analyse (zie Tabel C.1).<sup>8</sup> Tijdens de publieke consultatie van de opinie heeft RIVM opgemerkt dat het niet kan worden uitgesloten dat de BMDU veel hoger is dan 56,3 ng/ml en de BMDL mogelijk lager dan 17,5 ng/ml (RIVM, 2020). Een hogere BMDU zal ertoe leiden dat de bovenkant van de twee ellipsen in Figuur 2 naar boven verschuift (het groene gebied in), terwijl de onderkant van de ellips mogelijk verder naar onder verschuift (verder het rode gebied in).

*Table C.1 APROBA-Plus inputs related to study, endpoint and protection goals*

<b>Description</b>	<b>Inputs</b>
Endpoint	Decreased antibody concentration
Data type	Continuous
Data route	Oral
Study type	Repro/Developmental
Test species	NA

<sup>8</sup> De tekst in de tabellen zijn in het Engels, omdat het vertalen van die termen ingewikkeld is en ook verwarrend in vergelijkingen met de literatuur (in het Engels).

Description	Inputs
Body weight test species (kg)	NA
Human median body weight (kg)	NA
Target BMR (= <i>M</i> , user input for BMDLs only)	10%
Population incidence goal	NA
Probabilistic coverage goal	95%
PoD type	BMDL
PoD value	17.5
BMDU (User input for BMDL PoDs)	56.3
PoD units	ng/mL
Deterministic overall AF	4.0
Deterministic RfD	4.4 (ng/kg body weight per week)
Exposure estimate (optional)	--

M: Magnitude of the effect corresponding to the PoD; AF: assessment factor; BMDL: lower 5<sup>th</sup> confidence limit of the benchmark dose; BMDU: upper 95<sup>th</sup> confidence limit of the benchmark dose; BMR: benchmark response; NA: not available; NOAEL: no-observed adverse effect level; PoD: point of departure; Repro: reproduction; RfD: reference dose

De vertaling van de kritische bloedconcentratie in het kind naar de TWI voor de moeder bedraagt een factor 4,0 en het resultaat van een omrekening (uitgevoerd door EFSA) met behulp van verdelingsfactoren en kinetiekmodellen. Deze factoren en de parameters in de kinetiekmodellen bevatten onzekerheden. In het beschikbare korte tijdsbestek was het niet mogelijk om van elk van deze factoren en parameters de onzekerheid in kaart te brengen en (met kinetiekmodellen) door te rekenen naar de onzekerheid in de vertaling naar de TWI. Daarom is ervoor gekozen om rondom de factor 4,0 een onzekerheid te veronderstellen van een factor 10. Met andere woorden, de factor voor de vertaling wordt verondersteld te liggen tussen 1,26 en 12,6 (respectievelijk  $4,0/\sqrt{10}$  en  $4,0 \times \sqrt{10}$ ). Deze waarden zijn opgenomen in de invoer van APROBA-Plus (zie Tabel C.2).

In Tabel C.1 is de invoer voor APROBA-Plus weergegeven die is gerelateerd aan de onderliggende epidemiologische studie en het niveau van bescherming, de zogenaamde beschermingsdoelen ('protection goals'). Invoer van soort en lichaamsgewichten is niet nodig, omdat de extrapolatie van dier naar mens ('interspecies') niet van toepassing is (kritische bloedconcentratie is gebaseerd op epidemiologische gegevens). De 'incidence goal' is niet van toepassing aangezien er niet geëxtrapoleerd hoeft te worden van de gemiddelde mens naar een gevoelige subgroep: de eventuele onzekerheid over kinetiekverschillen binnen kinderen en binnen moeders wordt verdisconteerd in de factor voor de vertaling van bloedconcentratie in het kind naar de TWI in de moeder. De eenheid van de 'PoD' is in ng/ml, maar wordt m.b.v. de factor voor de vertaling van bloedconcentratie in het kind naar de TWI in de moeder omgezet in ng/kg lichaamsgewicht per dag.

In Tabel C.2 staat de invoer voor de benodigde extrapolaties en aanpassingen. Deze zijn allen uitgezet, d.w.z. op een factor 1 gezet, met

uitzondering van de factor voor de vertaling van bloedconcentratie in het kind naar de TWI in de moeder.

*Table C.2 APROBA-Plus inputs related to variability and uncertainty of the hazard characterization*

<b>Hazard characterization aspect</b>	<b>LCL or UCL</b>	<b>Inputs</b>
PoD (Modelled BMD uncertainty)	LCL	17.5
	UCL	56.3
NOAEL to BMD (NOAEL only)	LCL	1.00
	UCL	1.00
Interspecies scaling (Allometric for oral)	LCL	1.00
	UCL	1.00
Interspecies TK/TD (Remaining TK & TD)	LCL	1.00
	UCL	1.00
Duration extrapolation	LCL	1.00
	UCL	1.00
Intraspecies	LCL	1.00
	UCL	1.00
Other aspect #1 (blood child -> external mother)	LCL	1.26
	UCL	12.6
Other aspect #2 (Description here)	LCL	1.00
	UCL	1.00
Other aspect #3 (Description here)	LCL	1.00
	UCL	1.00

BMD: benchmark dose; LCL: lower confidence limit; NOAEL: no-observed adverse effect level ; PoD: point of departure; TD: toxicodynamic; TK: toxicokinetic; UCL: upper confidence limit

In Tabel C.3 worden de invoerwaarden gegeven voor de sominname zoals hierboven beschreven.

*Table C.3 APROBA-Plus inputs related to the sum exposure to GenX, PFHpA and GenX*

<b>Description</b>	<b>Inputs</b>	<b>Reported exposure in ng/kg body weight per week</b>	
		<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>
Exposure #1	P50	2.1	5.6
Exposure #2	P95	19	39

P50: median, 50<sup>th</sup> percentile; P95: 95<sup>th</sup> percentile

Met de invoer opgesomd in Tabellen C.1, C.2 en C.3 is Figuur 2 in paragraaf 3.3.2 verkregen. De bijdrage van de verschillende bronnen van onzekerheid gerelateerd aan de toxiciteit is een resultaat van de APROBA-Plus analyse en is weergegeven in Tabel C.4.

*Table C.4 Contribution of the various sources of uncertainty to the overall uncertainty in the APROBA hazard assessment*

<b>Aspect</b>	<b>To overall uncertainty</b>
PoD	20%
NOAEL to BMD	--
Interspecies scaling	--
Interspecies TK/TD	--
Duration extrapolation	--
Intraspecies	--
Other aspect #1 Blood child -> external mother	80%

BMD: benchmark dose; NOAEL: no-observed adverse effect level; PoD: point of departure; TD: toxicodynamic; TK: toxicokinetic





**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*