



# Gewijzigd 2de Gefaseerd Beschrijvend Bodemonderzoek

Gebied ten zuiden van de autosnelweg  
E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane  
risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

31 maart 2023

Project nr. 0540247

---

Document details	
Titel van het document	Gewijzigd 2 <sup>de</sup> Gefaseerd Beschrijvend Bodemonderzoek
Ondertitel van het document	Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem
Project nr.	0540247
Datum	31 maart 2023
Versie	1.0
Geschreven door	Sarah Verhulst, Nel Van Houdt, Ronald Ruijter, Pieter Schrooten, Jan Van linden en Dirk Nuyens
Klant	3M Belgium bvba

---

## Handtekening

31 maart 2023

---



Dirk Nuyens  
Principal Partner



Jan Van linden  
Associate Partner

ERM nv, Posthoflei 5 bus 6, 2600 Antwerpen-Berchem

© Copyright 2023 door ERM Worldwide Group Ltd en/of haar dochterondernemingen ("ERM"). Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ERM.

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

**INHOUD****ADMINISTRATIEVE GEGEVENS .....A****NIET-TECHNISCHE SAMENVATTING ..... I****1. INLEIDING ..... 1**

1.1	Achtergrond van het project en regelgevend kader .....	1
1.2	Projectgebied.....	3
1.3	Opmerkingen OVAM op eerste gefaseerd BBO .....	4
1.4	Toelichting elementen 2 <sup>de</sup> gefaseerd BBO.....	11

**2. SITUATIESCHETS ..... 28**

2.1	Milieukenmerken en beschrijving van het projectgebied.....	28
2.1.1	Beschrijving van het projectgebied .....	28
2.2	Beschrijving van andere potentiële bronnen buiten het terrein .....	35
2.2.1	Gebruik van blusschuim.....	35
2.2.2	Aanwezigheid van PFAS in afvalwater .....	37
2.2.3	Stortplaatsen.....	38
2.2.4	Droogkuisen.....	38
2.2.5	Ruimen verontreinigd slib .....	38
2.2.6	Land- en tuinbouw .....	39
2.2.7	Andere mogelijke PFAS-bronnen.....	39
2.2.8	Bij OVAM bekende dossiers .....	39
2.3	Bouwwerkzaamheden Oosterweel .....	41
2.4	Geologische en hydrogeologische gegevens .....	42
2.4.1	Geologische opbouw .....	42
2.4.2	Grondwaterstand .....	44
2.4.3	Grondwaterstromingsrichting .....	44
2.4.4	Grondwaterwinningen, waterwingebieden en beschermingszones .....	44
2.4.5	Grondwaterkwetsbaarheid .....	45
2.4.6	Oppervlaktewater.....	46
2.5	Atmosferische depositie.....	48
2.5.1	Windroos resultaten .....	48
2.5.2	Studie atmosferische depositie BBO 2006.....	49
2.5.3	Studie atmosferische depositie VITO 2022.....	49
2.5.4	Emissiemetingen 3M site i.k.v. veiligheidsmaatregel .....	51
2.5.5	Evaluatie obstakels in de omgeving van de 3M site.....	54
2.6	Vergunningen .....	54
2.7	Historisch Onderzoek .....	54
2.7.1	Algemeen.....	54
2.7.2	Overzicht van de huidige en vroegere opslagtanks .....	54
2.7.3	3M-activiteiten: door de cliënt verstrekte informatie .....	55
2.7.4	Informatie van (historische) luchtfoto's.....	58
2.8	Conclusies van eerdere bodemonderzoeken.....	58
2.8.1	BBO 2006 .....	58
2.8.2	Saneringsproject 2008 .....	60
2.8.3	Bemonstering voor bouwwerkzaamheden Oosterweel .....	61
2.8.4	Eerste gefaseerd BBO 2022 .....	62
2.8.5	Eerste gefaseerd BSP 2022 .....	63
2.9	Kenmerken van de verontreiniging .....	64
2.9.1	Algemeen.....	64
2.9.2	Toelichting rond PFAS-precursoren.....	66

**BODEMONDERZOEK****Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**

Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

2.10	Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen en gebruiksadviezen .....	68
2.10.1	Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen .....	68
2.10.2	Gebruiksadvies .....	69
2.11	Terreinbezoek.....	71
<b>3.</b>	<b>BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE .....</b>	<b>72</b>
3.1	Stap 1 - Evaluatie van de beschikbare gegevens .....	72
3.2	Stap 2 – Afperking van de bodemverontreiniging op basis van de voorgestelde bodemsaneringsnormen .....	72
3.3	Stap 3 - Onderzoek in verband met de risico-evaluatie .....	73
3.4	Stap 4 - integratie van bemonsteringscampagnes voor de bodem door derden.....	73
3.5	Beoordelingskader bodem en grondwater .....	75
3.5.1	Toetsingswaarden voor bodemsanering vaste deel van de aarde .....	76
3.5.2	Toetsingswaarde richtwaarde vaste deel van de aarde .....	77
3.5.3	Toetsingswaarde streefwaarde vaste deel van de aarde.....	77
3.5.4	Toetsingswaarden voor bodemsanering grondwater .....	77
3.5.5	Bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de andere COC's.....	77
3.6	Beoordelingskader voor voedsel gerelateerde producten.....	77
<b>4.</b>	<b>VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES .....</b>	<b>79</b>
4.1	Algemeen.....	79
4.2	Afperking van de bodemverontreiniging .....	79
4.2.1	Staalnamecampagne – april 2022 .....	79
4.2.2	Staalnamecampagne –juni/ juli 2022 .....	81
4.2.3	Staalnamecampagne - september 2022 .....	85
4.2.4	Analyses .....	93
4.3	Bemonstering voor de risico-evaluatie .....	94
4.3.1	Bemonstering van top laag en gewassen – juni/juli 2022 .....	94
4.3.2	Bemonstering van top laag en gewassen – augustus/september 2022 .....	94
4.3.3	Bemonstering gewassen – november 2022.....	94
4.3.4	Installatie peilbuizen en grondwaterbemonstering – april & juni/juli 2022 .....	95
4.3.5	Analyses .....	97
<b>5.</b>	<b>RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK.....</b>	<b>100</b>
5.1	Veldonderzoek.....	100
5.1.1	Zintuiglijke waarnemingen .....	100
5.1.2	Veldmetingen grondwater .....	100
5.2	Parameters voor bodemsamenstelling en bodemstructuur.....	101
5.3	Resultaten monsters vaste deel van de aarde.....	101
5.3.1	Algemeen.....	101
5.3.2	PFAS-verbindingen.....	102
5.3.3	Precursoren .....	105
5.4	Resultaten grondwatermonsters .....	106
5.4.1	Algemeen.....	106
5.4.2	PFAS-verbindingen.....	106
5.4.3	Precursoren .....	110
5.5	Resultaten in voedingsmiddelen .....	110
5.5.1	Dierlijke producten .....	110
5.5.2	Groenten en gewassen.....	112
5.5.3	Fruit.....	115
5.5.4	Producten voor diervoeding .....	116
5.6	Resultaten sediment- en oppervlaktewatermonsters .....	117
<b>6.</b>	<b>EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS.....</b>	<b>118</b>

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

6.1	Plaatselijke geologie en hydrogeologie.....	118
6.2	Interpretatie PFAS-resultaten vaste deel van de aarde .....	118
6.2.1	Milieuhygiënische evaluatie en visualisatie van de resultaten .....	118
6.2.2	Gebruik verrijgingsfactoren .....	136
6.2.3	PFOS-isomeren – vertakt en lineair .....	139
6.2.4	Precursoren .....	140
6.2.5	Brononderzoek.....	140
6.2.6	Activiteiten 3M-site en verspreiding .....	144
6.2.7	Conclusie PFOS-verontreiniging in vaste deel van de aarde ten zuiden van E34 ....	144
6.3	Afperking PFAS-verontreiniging afkomstig van 3M.....	146
6.3.1	Inleiding .....	146
6.3.2	Horizontale afperking PFAS-verontreiniging 3M .....	146
6.3.3	Verticale afperking PFAS-verontreiniging 3M .....	152
6.3.4	Specificaties van de verontreiniging.....	154
6.3.5	Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging 3M.....	155
6.4	Resultaten grondwateranalyses.....	157
6.4.1	Inleiding .....	157
6.4.2	Interpretatie van PFAS-verbindingen met de voorgestelde bodemsaneringsnormen	157
6.4.3	Visualisatie van de PFAS-verbindingen .....	159
6.5	Bespreking van de voedingsmiddelen voor consumptie .....	160
6.5.1	PFAS in eieren.....	160
6.5.2	PFAS in gewassen.....	161
6.6	Conceptueel site model (CSM) .....	168
6.7	Algemene conclusie.....	168
<b>7.</b>	<b>BEPALING VAN DE TOXICOLOGISCHE RISICO'S VOOR DE MENS TEN GEVOLGE VAN PFAS-BODEMVERONTREINIGING .....</b>	<b>171</b>
7.1	Inleiding .....	171
7.2	Toe te passen richtlijnen voor humaantoxicologische risico-evaluatie voor PFAS.....	171
7.3	S-Risk .....	179
7.4	Blootstellingsroutes en media .....	181
7.4.1	PFAS in stof .....	183
7.4.2	PFAS in eieren.....	187
7.4.3	PFAS in gewassen.....	194
7.5	Consumptie dierlijke producten en groenten.....	202
7.6	Toe te passen bodemgebruiken .....	203
7.7	Grondwaterverbruik .....	204
7.8	Bodemtype.....	204
7.9	Risicogrenswaarden .....	204
7.9.1	Berekening risicogrenswaarden volgens EPA 2016 .....	204
7.9.2	<i>Evaluatie bodemgegevens ten opzichte van risicogrenswaarden.....</i>	<i>214</i>
7.9.3	<i>Conclusie over RGW's.....</i>	<i>215</i>
7.10	Bloedmetingen en vermindering van de blootstelling.....	217
7.11	Conclusie van de humaan toxicologische risico-evaluatie van de PFAS-grondverontreiniging .	219
7.12	Reflecties met betrekking tot de blootstelling aan PFAS en verdere te nemen acties .....	220
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIES .....</b>	<b>223</b>
8.1	Algemeen.....	223
8.2	Besluit per verontreiniging - PFAS (ID 40) - Q .....	227
8.2.1	Specificaties.....	227
8.2.2	Noodzaak tot sanering .....	227
8.2.3	Saneringsprioriteit .....	227
8.2.4	Noodzaak van veiligheids- en voorzorgsmaatregelen.....	228
8.2.5	Noodzaak van aanbevelingen inzake landgebruik ("gebruiksadviezen") .....	229

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site** Zwijndrecht  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

8.3	Volgende stappen.....	230
<b>9.</b>	<b>RANDVOORWAARDEN .....</b>	<b>231</b>
<b>10.</b>	<b>DISCLAIMER.....</b>	<b>232</b>
<b>11.</b>	<b>VERKLARING EN HANDTEKENING .....</b>	<b>233</b>

### Lijst van bijlagen en figuren

<b>BIJLAGE 1</b>	<b>OVERZICHT KADASTRALE PERCELEN</b>
<b>BIJLAGE 2</b>	<b>OVERZICHT GRONDWATERONTTREKINGEN</b>
<b>BIJLAGE 3</b>	<b>MEEST RECENTE OMGEVINGSVERGUNNING VAN 3M</b>
<b>BIJLAGE 4</b>	<b>LUCHTDEPOSITIEONDERZOEK UIT INITIEEL BBO (2006) &amp; VITO (2022)</b>
<b>BIJLAGE 5</b>	<b>HISTORISCHE LUCHTFOTO'S 3M-SITE</b>
<b>BIJLAGE 6</b>	<b>RAPPORTEN VAN BODEMONDERZOEKEN DOOR DERDEN</b>
<b>BIJLAGE 7</b>	<b>BODEMPROFIELEN</b>
<b>BIJLAGE 8</b>	<b>FOTOREPORTAGE</b>
<b>BIJLAGE 9</b>	<b>VOORBEHANDELING MONSTERS SCIENSANO</b>
<b>BIJLAGE 10</b>	<b>TOETSINGSTABEL</b>
<b>BIJLAGE 11</b>	<b>LABOCERTIFICATEN</b>
<b>BIJLAGE 12</b>	<b>S-RISK OUTPUT VOOR DE RISICO-EVALUATIE</b>
<b>BIJLAGE 13</b>	<b>EVALUATIE PRECURSOREN</b>
<b>FIGUUR 1</b>	<b>TOPOGRAFISCHE KAART MET LIGGING ONDERZOEKSGBIED</b>
<b>FIGUUR 2</b>	<b>ONDERZOEKSGBIED OP HET GEWESTPLAN</b>
<b>FIGUUR 3</b>	<b>KAART MET LOCATIES POTENTIEEL ANDERE BRONNEN IN HET GROTE GEBIED ROND DE 3M-SITE</b>
<b>FIGUUR 4</b>	<b>GEDETAILLEERD PLAN ONDERZOEKSLOCATIE</b>
<b>FIGUUR 5</b>	<b>OVERZICHT BEMONSTERINGSLOCATIES</b>
<b>FIGUUR 6</b>	<b>KAARTEN MET RESULTATEN IN VASTE DEEL VAN DE AARDE</b>
<b>FIGUUR 7</b>	<b>VISUALISATIE RESULTATEN O.B.V. IDW INTERPOLATIE</b>
<b>FIGUUR 8</b>	<b>KAARTEN MET DE RESULTATEN IN GRONDWATER</b>
<b>FIGUUR 9</b>	<b>KAARTEN MET RESULTATEN IN VOEDINGSMIDDELEN</b>
<b>FIGUUR 10</b>	<b>TOETSING RESULTATEN IN VOEDINGSMIDDELEN</b>
<b>FIGUUR 11</b>	<b>VISUALISATIE OUTPUT STATISTIEK</b>
<b>FIGUUR 12</b>	<b>DOORSNEDEN</b>
<b>FIGUUR 13</b>	<b>KAARTEN MET CONTOURLIJNEN VOOR PFAS</b>
<b>FIGUUR 14</b>	<b>VISUELE WEERGAVE PRECURSOREN</b>
<b>FIGUUR 15</b>	<b>GEBRUIKSADVIES</b>

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

**Overzicht illustraties**

Illustratie 2-1 Luchtfoto projectgebied 1971 .....	29
Illustratie 2-2 Luchtfoto projectgebied 1979-1990 .....	30
Illustratie 2-3 Luchtfoto projectgebied 2000-2003 .....	31
Illustratie 2-4 Luchtfoto projectgebied 2021 .....	32
Illustratie 2-5 Luchtfoto zone 1A-1B 1971 en 1979-1990 .....	33
Illustratie 2-6 Luchtfoto zone 1A-1B 1979-1990 en 2000-2003 .....	33
Illustratie 2-7 Luchtfoto zone 1A-1B 2000-2003 en 2005-2007 .....	34
Illustratie 2-8 Locaties met PFAS in afvalwater - Linkeroever .....	37
Illustratie 2-9 Gebied van Oosterweel werken .....	41
Illustratie 2-10 Plaatselijke hydrogeologische structuur .....	42
Illustratie 2-11 Onttrekkingsputten in/rond het projectgebied .....	45
Illustratie 2-12 Kwetsbaarheid van het grondwater (Geopunt) .....	46
Illustratie 2-13 Overzicht van de oppervlaktewaterlichamen in het projectgebied .....	47
Illustratie 2-14 Windroos resultaten voor meetpunt in Deurne .....	48
Illustratie 2-15 Resultaat van SF6-verspreidingsmodellering (Protec, 1999) .....	49
Illustratie 2-16 Resultaten dispersiemodelering VITO (2022) .....	50
Illustratie 2-17 Contour PFAS depositie FLM24332-proces (Arche, 2022) .....	52
Illustratie 2-18 PFOS-depositieflux vanuit de waterzuivering (Arche, 2022) .....	53
Illustratie 2-19 Evolutie PFAS-productie in Zwijndrecht .....	55
Illustratie 2-20 Overzicht PFAS-proces - ECF .....	56
Illustratie 2-21 Overzicht PFAS-proces - batch .....	56
Illustratie 2-22 Aanduiding bronzones voor de ontstane PFAS-verontreiniging .....	59
Illustratie 2-23 Ligging Z-wells .....	61
Illustratie 2-24 Vermoedelijke afbraakroute PFOS-precursoren .....	68
Illustratie 4-1 Staalnamelocaties april 2022 .....	80
Illustratie 4-2 Staalnamelocaties juni/juli 2022 .....	82
Illustratie 4-3 Staalnamelocaties - september 2022 .....	86
Illustratie 4-4 Extra peilbuizen - juni 2022 .....	95
Illustratie 5-1 'Som totaal PFAS' grondwatermonsters .....	109
Illustratie 5-2 'Som 20 EU DWRL' grondwatermonsters .....	109
Illustratie 6-1 Horizontale verdeling PFOS-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv) .....	120
Illustratie 6-2 Horizontale verdeling PFOS-concentraties (0,5 – 1,0 m-mv) .....	121
Illustratie 6-3 Horizontale verdeling PFSA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv) .....	122
Illustratie 6-4 Horizontale verdeling PFOA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv) .....	123
Illustratie 6-5 Horizontale verdeling PFCA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv) .....	124
Illustratie 6-6 Horizontale verdeling PFAS-som-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv) .....	125
Illustratie 6-7 Ligging profielen 1 t.e.m. 4 .....	127
Illustratie 6-8 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 1 .....	128
Illustratie 6-9 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 2 .....	129
Illustratie 6-10 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 3 .....	130
Illustratie 6-11 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 4 .....	131
Illustratie 6-12 Distributie PFOS-concentraties Scheldepad .....	132
Illustratie 6-13 Grafisch verloop PFOS-concentraties Scheldepad .....	132
Illustratie 6-14 Grafisch verloop PFAS-concentraties Scheldepad .....	133
Illustratie 6-15 Verticale verdeling PFOS-concentraties (bestemmingstype II/III) .....	134
Illustratie 6-16 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 2 .....	135
Illustratie 6-17 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 3 .....	135
Illustratie 6-18 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 4 .....	136
Illustratie 6-19 Visualisatie resultaten verrijkingfactor PFSA .....	137
Illustratie 6-20 Visualisatie resultaten verrijkingfactor PFCA .....	138



**BODEMONDERZOEK**

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Illustratie 6-21 Verdeling vertakte en lineaire PFOS (0 – 0,5 m-mv) .....	139
Illustratie 6-22 Correlatie mogelijke bronnen met ruimtelijke spreiding PFOS-verontreiniging (0 – 0,5 m-mv) .....	142
Illustratie 6-23 Correlatie mogelijke bronnen met ruimtelijke spreiding PFOS-verontreiniging (0,5 – 1,0 m-mv) .....	142
Illustratie 6-24 Omvang zones PFOS-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv).....	147
Illustratie 6-25 Omvang zones PFOS-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv).....	148
Illustratie 6-26 Omvang PFOA-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv) .....	149
Illustratie 6-27 Omvang PFOA-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv) .....	150
Illustratie 6-28 Omvang PFAS-som-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv).....	151
Illustratie 6-29 Omvang PFAS-som-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv).....	152
Illustratie 6-30 Verticale afperking PFAS-profiel 1 (A1-A2).....	153
Illustratie 6-31 Verticale afperking PFAS-profiel 2 (A1-A3).....	153
Illustratie 6-32 Verticale afperking PFAS-profiel 3 (A1-A4).....	154
Illustratie 6-33 Verticale afperking PFAS-profiel 4 (A1-A5).....	154
Illustratie 6-34 Toetsing 20 EU DWRL .....	158
Illustratie 6-35 Toetsing PFAS-som .....	159
Illustratie 6-36 Conceptueel site model.....	168
Illustratie 7-1 Blootstellingsroutes in S-Risk.....	180
Illustratie 7-2 Verdeling PFAS-componenten in zwevend stof.....	185
Illustratie 7-3 Verdeling PFAS-componenten in depositie .....	186
Illustratie 7-4 Relatie grond – ei concentratie voor PFOS.....	190
Illustratie 7-5 Relatie grond – ei concentratie voor 4 EFSA .....	191
Illustratie 7-6 Relatie grond – ei concentratie voor PFSA-som .....	191
Illustratie 7-7 Relatie grond – ei concentratie voor PFAS-som .....	192
Illustratie 7-8 Lineaire versus exponentiële ei-grond relatie voor PFOS .....	193
Illustratie 7-9 Relatie concentratie PFAS-som in grond en groeten.....	196
Illustratie 7-10 Relatie concentratie PFAS-som in grond en fruit (met outlier).....	197
Illustratie 7-11 Relatie concentratie PFAS-som in grond en fruit (zonder outlier).....	198
Illustratie 7-12 Relatie concentratie PFAS-som in grond en voedergewassen.....	199

**Overzicht Tabellen**

Tabel 0-1 Administratieve gegevens van het verslag .....	A
Tabel 0-2 Identificatie van betrokken gronden .....	C
Tabel 1-1 Opmerkingen OVAM.....	5
Tabel 2-1 Hydrogeologische schematische voorstelling.....	43
Tabel 2-2 Tijdslijn COC's .....	57
Tabel 2-3 Verdachte stoffen.....	65
Tabel 2-4 Evaluatie precursoren CMA-parameters .....	67
Tabel 2-5 Gebruiksadviezen .....	69
Tabel 2-6 Geldende gebruiksadviezen .....	70
Tabel 3-1 De huidige bodemsaneringsnormen voor het vaste deel (µg/kg ds) voor PFOS .....	76
Tabel 3-2 De huidige bodemsaneringsnormen voor het vaste deel (µg/kg ds) voor PFOA .....	76
Tabel 3-3 Bijgesteld toekomstig normeringskader voor PFOS en PFOA voor het vaste deel (µg/kg ds) .....	77
Tabel 3-4 Actiewaarden voor levensmiddelen van toepassing vanaf 1/1/2023.....	78
Tabel 3-5 EAC uit spoedraadgeving FAVV 10-2021 .....	78
Tabel 4-1 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname- april 2022 .....	80
Tabel 4-2 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname- juni/juli 2022.....	82
Tabel 4-3 Overzicht van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname – september 2022.....	86
Tabel 4-4 Overzicht van de op bodemonsters uitgevoerde analyses.....	93

**BODEMONDERZOEK****Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**

Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Tabel 4-5 Samenvattende informatie voor peilbuizen en bijbehorende bodemmonsters - april & juni/juli 2022 .....	95
Tabel 4-6 Overzicht van de analyses die zijn uitgevoerd op monsters die in het kader van de risico-evaluatie zijn genomen .....	97
Tabel 5-1 Resultaten veldmetingen .....	100
Tabel 5-2 Gehalte aan organische stof en klei en pH-KCl gemeten tijdens de huidige studie.....	101
Tabel 5-3 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen - type II.....	102
Tabel 5-4 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen - type III.....	103
Tabel 5-5 Resultaten PFAS-som kwantitatief .....	104
Tabel 5-6 Evaluatie precursoren PFOS .....	105
Tabel 5-7 Evaluatie precursoren PFBS .....	106
Tabel 5-8 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen grondwatermonsters (concentraties in µg/l) ....	106
Tabel 5-9 'Som totaal PFAS' en 'Som 20 EU DWRL' grondwater.....	108
Tabel 5-10 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen eiermonsters 2021.....	111
Tabel 5-11 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen eiermonsters 2022.....	111
Tabel 5-12 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen groentemonsters 2021 .....	113
Tabel 5-13 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen groentemonsters 2022 .....	113
Tabel 5-14 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen voedergewassen 2021 .....	114
Tabel 5-15 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen voedergewassen 2022 .....	114
Tabel 5-16 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen fruitmonsters 2022.....	115
Tabel 5-17 PFAS-verbindingen in appeldelen .....	116
Tabel 6-1 PFAS-verbindingen vergeleken met voorgestelde bodemsaneringsnorm (vBSN) en richtwaarden (vRW) .....	119
Tabel 6-2 Vuilvrachtinschatting PFOS .....	156
Tabel 6-3 Vuilvrachtinschatting PFOA .....	156
Tabel 6-4 Verdeling vuilvracht per zone .....	157
Tabel 6-5 Gemeten PFAS-concentraties per groentengroep .....	162
Tabel 6-6 Gemeten PFAS-concentraties in de fruitmonsters .....	165
Tabel 6-7 Gemeten PFAS-concentraties in voedergewassen.....	166
Tabel 7-1 PFCA's, PFSA's en andere PFAS .....	175
Tabel 7-2 Actuele toetsingswaarden PFOS en PFOA .....	178
Tabel 7-3 Geactualiseerde toetsingswaarden PFOS en PFOA (Principieel goedgekeurd door Vlaamse regering 16 dec 2022) .....	179
Tabel 7-4 Gemiddelde gemeten stofconcentraties .....	186
Tabel 7-5 Ei-analyses .....	189
Tabel 7-6 Verbruikshoeveelheden per type landgebruik .....	202
Tabel 7-7 Berekende risicogrenswaarden in de grond voor verschillende geëvalueerde vormen van grondgebruik .....	209
Tabel 7-8 Risicogrenswaarden met EFSA 2020 TWI .....	213
Tabel 7-9 Aanbevolen gebruik in relatie tot de PFOS-grondconcentratie .....	216
Tabel 8-1 Gebruiksadviezen .....	229

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**  
 Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

**Lijst van acroniemen van afkortingen**

<b>Naam</b>	<b>Beschrijving</b>
10:2 FTS	10:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (10:2 FTS)
4:2 FTS	4:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (4:2 FTS)
6:2 FTS	6:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (6:2 FTS)
6:2/8:2 FTPD	6:2/8:2 Fluortelomeer fosfaat diëster
8:2 FTS	8:2 Fluortelomeer-sulfonzuur (8:2FTS)
AOF	Absorbeerbare organische fluor
b2PFHEP (6:2 diPAP)	bis[2-(perfluorhexyl)ethyl]fosfaat
BBO	Beschrijvend Bodemonderzoek
bPFDP (8:2 diPAP)	bisperfluorodecyl fosfaat
CMA	Compendium voor Monsternamen en Analyse
COC	Compound of Concern
DONA	4,8-Dioxa-3H-perfluorononaanzuur (DONA)
ds	Droge stof
EAC	Geschatte aanvaardbare concentratie (Estimated Acceptable Concentration)
EFSA	European Food Safety Agency
EtPFOSA	N-Ethyl perfluorooctaansulfonamide (EtPFOSA)
FAVV	Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen
HFPO-DA	Hexafluorpropyleenoxide-dimeerzuur, GenX (HFPO-DA)
m-mv	meter min maaiveld
NEtPFOSAA	N-ethylperfluorooctaansulfonamidoazijnzuur (NEtPFOSAA)
NMePFBSA	N-Methylperfluorbutaansulfonamide
NMePFBSAA	Perfluorbutaansulfonylamido(methyl)acetaat
NMePFOSA	N-Methylperfluorooctaansulfonamide (NMePFOSA)
NMePFOSAA	N-methylperfluor-n-octaansulfonamido-azijnzuur (MeFOSAA)
ng	Nat gewicht
OVAM	Openbare Vlaamse Afvalstoffen Maatschappij
PFAS	PerFluor-Alkyl Stoffen
PFBA	Perfluorbutaanzuur (PFBA)
PFBS	Perfluorobutaansulfonzuur (PFBS)
PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide (FBSA)
PFDA	Perfluorodecaanzuur (PFDA)
PFDODA	Perfluorododecaanzuur (PFDODA)
PFDODS	Perfluorododecanesulfonzuur (PFDODS)
PFDS	Perfluorodecaan sulfonzuur (PFDS)
PFECHS	Cyclohexaansulfonzuur
PFHpA	Perfluorheptaanzuur (PFHpA)
PFHpS	Perfluorheptaansulfonzuur (PFHpS)
PFHxA	Perfluorhexaanzuur (PFHxA)
PFHxDA	Perfluorhexadecaanzuur (PFHxDA)
PFHxS	Perfluorhexaansulfonzuur (PFHxS)
PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide (PFHxSA)
PFNA	Perfluorononanzuur (PFNA)
PFNS	Perfluoronaansulfonzuur (PFNS)
PFOA	Perfluorooctaanzuur (PFOA)
PFODA	Perfluorooctadecaanzuur (PFODA)
PFOS	Perfluorooctaansulfonzuur (PFOS)
PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide (FOSA)
PFPeA	Perfluoropentaanzuur (PFPeA)

**BODEMONDERZOEK**

**Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht**  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

<b>Naam</b>	<b>Beschrijving</b>
PFPeS	Perfluoropentaansulfonzuur (PFPeS)
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur (PFTeDA)
PFTrDA	Perfluorotridecaanzuur (PFTrDA)
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur (PFUnDA)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid & Milieu (Nederlandse autoriteit)
TFA	Trifluorazijn

## **DEEL 3**                      **VERSLAG**

## 1. INLEIDING

### 1.1 Achtergrond van het project en regelgevend kader

In opdracht van 3M Belgium (3M) is ERM als onafhankelijk bodemsaneringsdeskundige gestart met de actualisatie van het initiële beschrijvend bodemonderzoek (BBO) (Arcadis, 2006, referentie 11/003094) voor de 3M-site te Zwijndrecht (nabij Antwerpen, België). OVAM verzocht om deze actualisatie via een brief van 4 april 2019 (referentie BB-IKB-KUDH-20190174355). De deadline voor het indienen van het 1<sup>ste</sup> gefaseerde BBO op 31 januari 2022 werd geformaliseerd via een brief van 23 december 2021. Na het vermelden van een kleine vertraging aan OVAM heeft ERM het eerste BBO ingediend op 10 februari 2022.

Zoals overeengekomen met de OVAM in juli 2021 spitste omwille van prioriteitsstelling deze eerste fase van het BBO zich toe op het potentiële humane risico voor het off-site gebied in de zuidelijke omgeving van de 3M-site in Zwijndrecht, met de nadruk op het residentiële en agrarische landgebruik dat dominant is in dit gebied, met een afzonderlijk BBO-rapport voor PFAS in het vaste deel van de aarde.

In haar brief van 7 april 2022 (referentie BB-BEDR-BVG-20220162957), waarin een uitspraak gedaan is over dit eerste gefaseerde BBO, geeft OVAM onder meer aan dat men een volgend gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek dient uit te voeren (in te dienen vóór 1 december 2022) voor de bodemverontreiniging met PFAS-componenten in het vaste deel van de aarde voor de woon- en landbouwgebieden ten zuiden van de E34 waar nog geen beslissing is genomen over de aard en de ernst van de bodemverontreiniging. In haar brief heeft de OVAM ook een onderscheid gemaakt tussen zone 1, waar de hoogste concentraties aan PFAS-componenten zijn gemeten in de bodem, en zone 2, het overige gebied binnen het projectgebied van het eerste gefaseerd BBO. In een later stadium is deze zone 1 verder opgesplitst door OVAM in een zone 1A en 1B, waarbij in juli 2022 een BSP is ingediend voor zone 1A.

In datzelfde schrijven heeft OVAM een opsomming gemaakt van opmerkingen die in de verdere gefaseerde BBO's moeten verwerkt worden, deze opsomming staat verder in dit hoofdstuk opgelijst.

Op 30 november 2022 heeft ERM aan de OVAM aangegeven dat deze termijn niet haalbaar is, en gevraagd om het rapport in te dienen op 19 januari 2023. In haar schrijven van 8 december 2022 (referentie BB-BEDR-SF-20220878288) geeft OVAM aan dat het gefaseerd BBO uiterlijk op 31 december 2022 moet ingediend worden, waarop ERM het 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO op 29 december 2022 heeft ingediend. Het BBO-verslag geeft duidelijk 1) de afbakening van de PFAS-bodemverontreiniging aan tot aan de richtwaarde, en 2) dat er saneringsnoodzaak is voor de zones gelegen binnen de contourwaarde en zone 1A (die reeds onderwerp uitmaakt van een conform verklaard bodemsaneringsproject). Tevens zijn er indicaties van mogelijke vermengde bodemverontreiniging buiten de zone waar duidelijk de impact van hoofdzakelijk de 3M fabriek werd vastgesteld. Verder onderzoek is noodzakelijk om dit verder te bevestigen.

In haar schrijven van 28 februari 2023 (referentie BB-BEDR-BVG-20230094702) stelt OVAM dat het tweede gefaseerd BBO niet voldoet aan de standaardprocedure. Na het evalueren van de adviezen van verschillende partijen stelt de OVAM dat (1) de soort, aard, hoeveelheid en concentratie van de verontreiniging onvoldoende bekend is, (2) dat de oorsprong en de omvang van de verontreiniging onvoldoende bekend is en (3) de mogelijkheid op blootstelling eraan van mensen onvoldoende bekend is. Dezelfde brief omvat ook verdere verduidelijking en opsomming van de verschillende adviezen die tot dit besluit geleid hebben. Dit wordt verder in dit hoofdstuk toegelicht.

Op 3 maart 2023 heeft 3M een aanmaning (referentie BB-BEDR-SF-20230146606) ontvangen van de OVAM om een nieuw gewijzigd beschrijvend bodemonderzoek in te dienen tegen 31 maart 2023, voor de bodemverontreiniging met PFAS-componenten in het vaste deel van de aarde voor de woon- en landbouwgebieden ten zuiden van de E34 waar nog geen beslissing is genomen over de aard en de ernst van de bodemverontreiniging. Parallel met deze aanmaning heeft OVAM ook

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

voorzorgsmaatregelen (referentie BB-BEDR-BVG-20230141652) opgelegd voor deze zone waarvoor tot op heden nog geen beslissing is. Een plan van aanpak voor het uitvoeren van deze voorzorgsmaatregelen is op 15 maart 2023 bij de OVAM ingediend. Dit plan van aanpak is door de OVAM goedgekeurd op 23 maart 2023 (referentie BB-BEDR-BVG-20230190185).

Onderhavig rapport is het volgende gefaseerde BBO voor bovenvermelde zone ten zuiden van de E34, met name het "gewijzigde 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO".

Sinds de opmaak van het eerste gefaseerd BBO (februari 2022) is er een nieuw tijdelijk handelingskader, opgenomen in het tweede rapport van opdrachthouder Prof. Karl Vranken<sup>3</sup>, dat van toepassing is sinds 19 april 2022. Dit tijdelijk handelingskader bevat de bodemsaneringsnormen voor PFOS en PFOA, en is gebruikt in onderhavig rapport voor de bespreking van de analyseresultaten. Daarnaast heeft de OVAM een code van goede praktijk uitgebracht met richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS, dat in werking is gegaan op 15 mei 2022<sup>4</sup>. Ook deze code van goede praktijk is toegepast voor onderhavig rapport, wat onder meer betekent dat er geen bodemsaneringsnormen meer berekend moeten worden voor andere PFAS-componenten dan PFOS en PFOA. De normen die ERM voor PFHxS, PFHxA, PFBS en PFBA heeft berekend in het eerste gefaseerd BBO zijn bijgevolg niet meer van toepassing. Op 16 december 2022 is het nieuwe handelingskader voor PFAS principieel goedgekeurd door de Vlaamse regering. Tijdens de opmaak van onderhavig rapport is dit evenwel nog niet van kracht (nog niet gepubliceerd), en zal nog steeds gebruik gemaakt worden van het huidige vigerende handelingskader dat sinds 19 april 2022 van kracht is.

Zoals in het eerste gefaseerd BBO is aangegeven, en ook in het tweede gefaseerd BBO is doorgezet, is er besloten om het BBO gefaseerd aan te pakken, waarbij de eerste fase beperkt blijft tot de bodem (vaste deel van de aarde). In de volgende fase van het BBO zal het grondwater nader onderzocht worden, de bijhorende risico's worden bepaald, en zullen de finale eindconclusies worden getrokken.

In dit verslag verwijst *bodem* naar het vaste deel van de aarde.

Het analysepakket voor grondmonsters die door ERM zijn verzameld en ingezet voor analyse is in lijn met de CMA/3/D versie van november 2021 zoals bepaald in de code van goede praktijk van 12 mei 2022, en bestaat uit 40 afzonderlijke PFAS-verbindingen die opgesplitst zijn naar kwantitatieve en indicatieve parameters. Hetzelfde geldt voor de beperkte grondwatermonsters, die geanalyseerd zijn volgens de WAC/IV/A/025 versie van november 2021.

Zoals beschreven in het Vlarebo<sup>5</sup>, omvat het doel van een beschrijvend bodemonderzoek de volgende taken:

- Het type, de aard en de oorsprong van verontreinigende stoffen bepalen;
- Bepaling van de hoeveelheid, de concentraties en de omvang van de verontreinigende stoffen die op het terrein zijn aangetroffen;
- Het risico van verspreiding van deze verontreinigende stoffen te evalueren; en
- De risico's van de verontreinigende stoffen voor de volksgezondheid en het milieu evalueren.

Op basis van deze doelstellingen kan een besluit worden genomen over de noodzaak tot sanering en, indien sanering inderdaad nodig is, over de prioriteiten en de urgentie.

<sup>3</sup> Tweede tussentijds PFAS-rapport 'Van Kennis naar actie', van 29 maart 2022. [Van kennis naar actie. Tweede tussentijds rapport | Vlaanderen.be](#)

<sup>4</sup> Code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS – in werking vanaf 15 mei 2022, gepubliceerd door OVAM op 3 mei 2022. [Code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS – in werking vanaf 15 mei 2022 | Vlaanderen.be](#)

<sup>5</sup> Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering, 2008, meest recente versie 1 september 2020

Dit gefaseerde BBO is uitgevoerd in overeenstemming met de richtlijnen van OVAM: Standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek (april 2020) die een gefaseerde beschrijvend bodemonderzoeksaanpak omvat, rekening houdend met de aanvullende richtlijnen voor bodemverontreinigingen met PFAS (15 mei 2022).

Dit gewijzigd 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO omvat enkel de beoordeling van het humaan toxicologisch risico voor de vastgestelde PFAS-concentraties in de bodem voor het gebied gelegen in de zuidelijke omgeving van de 3M-site in Zwijndrecht, met de nadruk op het residentieel en agrarisch grondgebruik dat dominant is in dit gebied. De beoordeling van het verspreidingsrisico en het ecotoxicologische risico voor de waargenomen PFAS-verbindingen, alsook de beoordeling van het humane risico voor de overige landgebruiken (inclusief op het 3M-terrein), zullen in een volgende fase van het BBO (reeds in uitvoering) worden besproken.

## 1.2 Projectgebied

Het projectgebied voor de risico-evaluatie van dit BBO bevindt zich ten zuiden van de productiefaciliteit van 3M en omvat hoofdzakelijk het niet-industriële grondgebied van de gemeente Zwijndrecht en een deel van het aangrenzende grondgebied van de gemeente Beveren en Kruibeke.

Om de verontreinigingssituatie van het projectgebied van onderhavig BBO goed te kunnen beoordelen heeft ERM een 'studiezone' bepaald, die omvangrijker is dan het projectgebied van het eerste gefaseerd BBO waarvoor nog geen gefaseerd BSP is ingediend, meer specifiek voor de zone 2 (de gele zone) en de zone 1B (de oranje zone) zoals door OVAM omschreven. In deze studiezone zijn zowel de reeds beschikbare bodemresultaten, als de gegevens van de nieuw uitgevoerde boringen in kader van onderhavig gewijzigd BBO opgenomen met het oog op het verder afperken van de PFAS-bodemverontreiniging tot de richtwaarde.

Na het evalueren van de gegevens binnen de studiezone, wat verder in onderhavig rapport zal toegelicht worden, is het projectgebied gedefinieerd van onderhavig BBO. Het is binnen dit projectgebied dat ERM de bodemverontreiniging afkomstig van de 3M-activiteiten in Zwijndrecht afgebakend heeft tot de richtwaarde zoals gevraagd in de standaardprocedure (contour richtwaarde).

Het projectgebied van onderhavig BBO beslaat een oppervlakte van ongeveer 15,3 km<sup>2</sup>.

Finaal beslaat het gebied binnen de richtwaarde van onderhavig gewijzigd beschrijvend onderzoek een totale oppervlakte van ongeveer 7,6 km<sup>2</sup>, en omvat het meer dan 5.000 kadastrale percelen.

Een lijst van de betrokken kadastrale percelen die binnen de vastgestelde contour richtwaarde liggen, is terug te vinden in [Bijlage 1](#).

De grenzen van de studiezone en projectgebied voor dit BBO zijn weergegeven in [Illustratie 1-1](#), respectievelijk aangeduid met een blauwe en gele contour. Op deze illustratie zijn ook de zone 1 (oranje) en 2 (groen) te zien die door OVAM zijn gedefinieerd bij de behandeling van het eerste gefaseerd BBO.



## Illustratie 1-1 Grenzen van de studiezone en projectgebied



### 1.3 Opmerkingen OVAM op eerste gefaseerd BBO

In de brief naar aanleiding van het eerste gefaseerd BBO (februari 2022) heeft OVAM enkele opmerkingen geformuleerd waarmee de saneringsdeskundige dient rekening te houden bij de opmaak van saneringsprojecten en verder bijkomend onderzoek. Deze opmerkingen zijn geformuleerd op basis van (1) input die OVAM heeft ontvangen van het VITO, het FAVV, het Departement Omgeving, de VMM, de gemeente Zwijndrecht, de gemeente Beveren, het Agentschap Zorg en Gezondheid, de coalitie Grondrecht en Zwijndrecht Gezond, (2) op basis van de bevindingen van het tweede tussentijds rapport van de opdrachthouder voor de Vlaamse overheid Prof. Karl Vrancken, en (3) op basis van de volgende stappen die ERM heeft geformuleerd in het rapport van het eerste gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek (februari 2022).

In [Tabel 1-1](#) staan deze opmerkingen samengevat. Daarnaast is ook aangegeven welke opmerkingen zijn verwerkt in onderhavig gewijzigd BBO-rapport en welke opmerking er in de lopende onderzoeken zijn opgenomen.

**Tabel 1-1 Opmerkingen OVAM**

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
<p>Voor de bepaling van de toetsingswaarden en terugsaneerwaarden moet gebruik worden gemaakt van de actuele wetenschappelijke inzichten, zowel wat betreft de kennis over het gedrag van PFAS in de verschillende milieucompartmenten als gezondheidskundige aspecten zoals humaan toxicologische criteria. Er wordt hierbij verwezen naar de inzichten van het tweede tussentijds rapport van 25 maart 2022 van de opdrachthouder Prof. Karl Vrancken over de toepassing van het voorzorgsbeginsel en van de EFSA 2020 waarden.</p>		X	
<p>In het besluit van de humaan-toxicologische risico-evaluatie (paragraaf 7.9) wordt aangegeven dat het actuele gebruik van het gebied gelijk is aan het potentiële gebruik aangezien er geen veranderingen worden verwacht in bestemmingen of grondgebruik die meer gevoelig zijn dan de geëvalueerde bodemgebruiken. Er moet bij opmaak van de bodemsaneringsprojecten rekening mee gehouden worden dat binnen de bestemmingstypes wel wijzigingen van het grondgebruik mogelijk zijn. Op terreinen in woongebied zonder tuin kan in de toekomst bijvoorbeeld wel een moestuin worden aangelegd.</p>	Rekening gehouden bij uitwerking varianten		
<p>De Standaardprocedure Beschrijvend Bodemonderzoek bepaalt dat de gefaseerde uitvoering van een sanering geen negatieve invloed mag hebben op het gedrag van andere verontreinigingskernen die misschien in een latere fase gefaseerd moeten worden gesaneerd.</p>	Rekening gehouden bij uitwerking varianten		
<p>De ligging van de bronlocaties op het terrein van 3M moet verduidelijkt worden. Het is aangewezen een figuur op te maken met onder meer aanduiding van gebouw 16, gebouw 3, hopen grond blusschuim testzone, voormalige slibbekken, zone uitspreiding slib, rioolnetwerk, schouwen, lozingspunt, ...</p>		X (Sectie 2.7.1)	
<p>In het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek worden gebieden aangeduid waar andere bronnen bijgedragen zouden hebben tot de bodemverontreiniging met PFAS-componenten. Op illustratie 6.6 worden zones aangeduid waar vermenging van verontreiniging uit meerdere bronnen kan opgetreden zijn. De standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek bepaalt dat aangetoond moet worden dat de verontreiniging (deels) op een andere grond tot stand gekomen is. De huidige onderbouwing bestaat uit een evaluatie van de horizontale verdeling van de concentraties en de aanduiding</p>		X	

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
<p>van locaties waar mogelijk PFAS-verbindingen gebruikt werden. Dit is onvoldoende onderbouwing om bodemverontreiniging als vermengde verontreiniging te beschouwen. Verder onderzoek is noodzakelijk om de oorzaak van de verontreiniging na te gaan en om te bepalen of er sprake is van vermengde bodemverontreiniging. Fingerprinting van de verontreiniging kan mogelijk ondersteunen om het onderscheid tussen verschillende bronnen van verontreiniging te maken. Het onderscheid tussen vertakte en lineaire isomeren kan hiervoor relevant zijn.</p>			
<p>Resultaten van lucht- en depositiemodellerings kunnen ondersteunen bij de validatie van de verontreinigingshypothese. Hierbij moet rekening gehouden worden met wijzigingen in emissies doorheen de tijd.</p>		X (Sectie 2.5)	
<p>Verspreiding via de lucht leidt tot een heterogeen verontreinigingsbeeld. Lokale vroegere of huidige terreinkenmerken kunnen invloed hebben gehad op de depositie op de specifieke locatie. Locaties voor staalnames dienen doordacht geselecteerd te worden.</p>		X	
<p>Een verdachte stof is een stof waarvoor op basis van de voorstudie kan worden afgeleid dat ze mogelijk bodemverontreiniging kan veroorzaken ter hoogte van de onderzochte locatie. Een verdachte stof is gerelateerd aan een potentiële verontreinigingsbron die op een onderzoekslocatie aanleiding kan of kon geven tot een bodemverontreiniging. In het verslag van gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek zijn 9 'contaminants of concern' (COC) aangeduid. Er wordt aangegeven dat de selectie van de COC gebaseerd is op de huidige en voormalige productie van PFAS-componenten en op de bijhorende volumes op het 3M-terrein. De afweging die hiervoor gebruikt is ontbreekt in het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek. Figuur 2.12 uit het eerste gefaseerd BBO moet verduidelijkt worden met stofspecifieke omschrijvingen in plaats van groepsomschrijvingen. Er moet nagegaan worden of er relevante precursoren en intermediairen zijn. De data van start en stopzetting van de productie van de PFAS-componenten moet worden nagegaan. Het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek vermeldt dat sinds 1990 metingen worden uitgevoerd op de gassen die vrijkomen tijdens de processen. De resultaten van deze meetcampagnes en de resultaten van de metingen op het effluent moeten worden besproken in functie van de selectie</p>		X (Niet meer van toepassing omdat niet meer met gidsstoffen mag gewerkt worden en de evaluatie gedaan wordt voor PFSA en PFCA, respectievelijk de som carboxylzuren en som sulfonzuren) (Toelichting precursoren in sectie 6.2.4)	

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
van COC. Mogelijk moet de selectie van de COC nog uitgebreid worden.			
In het beschrijvend bodemonderzoek van 2006 werden verhoogde concentraties waargenomen voor PFHS, NFBS, EtPFOSE, MePFOSE en PFOSAA (maximale concentraties van respectievelijk 817, 6.450, 93.900, 12.600 en 57.000 µg/kg ds) op het terrein van 3M. Er moet onderbouwd worden waarom deze parameters niet werden beschouwd als COC.		X (niet meer van toepassing (zie hierboven) (Toelichting precursoren in sectie 6.2.4)	
Naast de 9 COC worden 21 andere PFAS-verbindingen boven de detectielimieten vastgesteld. Een aantal van de niet COC wordt gedetecteerd in een procentueel groot aantal monsters. Het historisch onderzoek vermeldt dat HxFPO-DA, 6:2 FTS en PFAS-telomeren niet intentioneel geproduceerd zijn op de locatie maar mogelijk ontstonden als bijproduct of aanwezig waren als onzuiverheid in grondstoffen. In 12,2% en 11,9% van de monsters wordt respectievelijk HxFPO-DA en 6:2 FTS gemeten. PFNA wordt gedetecteerd in 12,6% van de monsters. De correlatie tussen het voorkomen van PFAS-verbindingen moet worden nagegaan. Er moet nagegaan worden welke concentraties worden vastgesteld ter hoogte van de 3M-site zelf en hoe deze zich verhouden tot de nabije omgeving en de mogelijke andere bronnen van PFAS-verontreiniging.		X (zie sectie 6.2.2)	
In functie van de bepaling van de COC kan op een aantal selectief uitgekozen locaties bodemstalen genomen worden voor een non-target analyse. De non-target analyses kunnen aangeven welke specifieke PFAS, die niet zijn opgenomen in de target analyses, in significante mate aanwezig zijn in de bodem en eventueel bijdragen tot een mogelijke fingerprint van de verontreiniging.		X (niet meer van toepassing)	Eventueel kan overwogen top assay uit te voeren
Het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek vermeldt dat bijkomende gegevens beschikbaar zijn waarmee nog geen rekening werd gehouden (paragraaf 3.4). De resultaten van het bodemonderzoek moeten minstens getoetst worden aan gegevens die beschikbaar zijn uit andere bronnen.	Nieuwe gegevens gebruikt voor bepaling vuilvracht	X (resultaten zijn toegevoegd in database)	
Verspreiding door depositie wordt bepaald door de windrichting. In de profielen van de afname van PFAS-analyses in functie tot de afstand tot de 3M-locatie (paragraaf 6.2.1.2) moet rekening gehouden worden met windrichting in dewelke de stalen genomen zijn.		X (nieuwe profielen opgemaakt die rekening houden met de	

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
		windrichting zie sectie 6.3.2)	
In het bodemonderzoek wordt de verontreiniging afgeperkt tot door het gebruik van een BSN-index die gebaseerd is op de bodemsaneringsnorm type II. De afperking van de verontreiniging moet worden uitgevoerd tot op de richtwaarden tenzij kan worden aangetoond dat de verhoogde concentraties volledig veroorzaakt zijn door een andere bron dan het 3M terrein.		X	
In het beschrijvend bodemonderzoek voor de verontreiniging in het grondwater moet de link tussen de verontreiniging in het vaste deel van de aarde en het grondwater nagegaan worden. In zones waar de bodem verstoord is door ingrepen kunnen de analyses van het vaste deel van de aarde een verkeerd beeld geven van de afperking van de verontreiniging. Onderzoek van de verontreiniging in het grondwater is minder gevoelig voor plaatselijke anomalieën.			X (volgend gefaseerd BBO voor grondwater)
Het wordt aangeraden om ter hoogte van locaties met hogere waargenomen concentraties in de toplaag na te gaan of ook hier geen overschrijdingen van de voorgestelde bodemsaneringsnorm op grotere diepte wordt waargenomen.	Extra analyses uitgevoerd van diepere lagen binnen te saneren zone	X (analyses uitgevoerd op diepere monsters)	
In het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek wordt verwezen naar bedrijven waar PFAS-verbindingen worden gemeten in afvalwater (paragraaf 2.2.12). Het is niet duidelijk wat bedoeld wordt met de verwijzing naar deze lozingen.		X	
Er wordt in het verslag van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek geen richtwaarde afgeleid voor de vier andere contaminants of concern (paragraaf 3.5.2.3). Voor de parameter PFBA is een streefwaarde opgenomen in deel 2 het rapport 'Deel 2: Afleiden streefwaarden voor perfluorverbindingen en enkele andere 'emerging contaminants' van 5 maart 2021. Voor de andere PFAS-componenten zijn in dit rapport ook gegevens opgenomen over vaststelling en concentraties. De achtergrondniveaus waarnaar verwezen wordt in de conclusies moeten verduidelijkt worden.		Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of	

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
		groepen van PFAS-parameters. <sup>6</sup>	
<p>Er wordt een statistische evaluatie uitgevoerd van de gemeten concentraties per bestemmingstype (tabellen 5.3 tot en met 5.5). De aangegeven minimale concentratie ligt echter onder de detectielimieten (paragraaf 4.5). De evaluatie moet rekening houden met de detectie limieten.</p>		X	
<p>Er werd reeds een omvangrijke dataset opgebouwd. Verwerking van de dataset met klassiek statistische tools waaronder bijvoorbeeld multivariantanalyse en/of correlatiematrixes in combinatie met de geostatistische analyse wordt aanbevolen om eventuele ruimtelijke tendensen te herkennen.</p>		X (zie sectie 6.2.2)	
<p>Voor parameters waarvoor geen bodemsaneringsnormen beschikbaar zijn moet door de erkende bodemsaneringsdeskundige een toetsingswaarde worden afgeleid voor de richtwaarde en de bodemsaneringsnorm. De afleiding van deze waarden moet gebeuren volgens 'Deel 1 - Basisinformatie voor risico-evaluaties: Werkwijze voor het opstellen van bodemsaneringsnormen, toetsingswaarden, richtwaarden en streefwaarden (OVAM, 2016)'. Voor PFHxS, PFBA en PFBS wordt in paragraaf 3.5.2.1 verwezen naar TOI waarden uit meer recente bronnen dan deze vermeld in bijlage 6 in het BBO. De impact van deze meer recente waarden op de afleiding van de bodemsaneringsnormen moet worden verduidelijkt.</p>		Het is niet de bedoeling dat de saneringsdeskundige bijkomende toetsingswaarden "richtwaarde" of "bodemsanering" ontwikkelt voor individuele of groepen van PFAS-parameters	
<p>Hoewel de consumptie van zelfgekweekte groenten slechts in beperkte mate een rol lijkt te spelen in de blootstelling aan PFAS wordt door de erkende bodemsaneringsdeskundige aanbevolen om deze route verder te onderzoeken. Er is verder onderzoek nodig naar de bodem-plant relatie om een beter gefundeerde uitspraak te kunnen doen over de mate waarin PFAS vanuit de bodem in planten worden opgenomen. Een deel van de gewassen werd enkel geanalyseerd op de EFSA 4-parameters. In volgende staalnamecampagnes moet de uitgebreide PFAS-stoffenreeks gebruikt worden. Bij de analyses van gewassen</p>		X	

<sup>6</sup> Code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS d.d. 15 mei 2022

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
moet de staalvoorbereiding (al dan niet wassen en/of schillen) verduidelijkt worden.			
Er moet rekening worden gehouden met ontwikkelingen in de mogelijkheden op het vlak van analyses en detectielimieten. Voor levensmiddelen zouden de rapporteringsgrenzen van de meest performante Belgische laboratoria sinds juni 2021 verlaagd zijn van ca. 0,5 µg/kg per PFAS component (PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS) tot momenteel ca. 0,02 µg/kg vg (melk), 0,1 µg/kg vg (eieren) en 0,05 µg/kg vg (vlees, groenten en fruit). Er wordt aangeraden om bij toekomstige meetcampagnes van levensmiddelen een laboratorium te selecteren dat deze detectielimieten kan halen.		X (voor de analyses op levensmiddelen zijn er labo's geselecteerd die lagere detectielimieten halen (zie sectie 4.3.5))	
Consumptie van zelfgekweekte eieren blijkt in belangrijke mate de huidige blootstelling aan PFAS vanuit de bodem te bepalen. Er dient verder onderzoek te worden uitgevoerd om de opname via eieren beter te beschrijven. Het aantal analyses van eieren is zeer beperkt (paragraaf 5.6.1.3). Op basis van dit beperkt aantal gegevens kan geen representatieve biotransferfactor bepaald worden (paragraaf 7.2). Voor onderzoek van eieren wordt verwezen naar de 'Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren' (OVAM, december 2017). Analyses op eieren moeten uitgevoerd worden op een mengstaal van eieren verzameld over een periode van enkele weken.		X (extra ei-analyses conform 'Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren' (OVAM, december 2017))	
De resultaten van analyses van voedingsmiddelen moeten worden bezorgd en toegelicht aan de betrokken eigenaars en gebruikers.	Resultaten staalnames BBO zijn per brief bezorgd aan eigenaars en gebruikers.	Resultaten staalnames in juni/juli 2022 zijn per brief bezorgd aan eigenaars en gebruikers. Resultaten staalnames in augustus/september 2022 zijn per brief bezorgd aan eigenaars en gebruikers.	
De resultaten van het bodemonderzoek moeten in de mate van het mogelijke getoetst worden aan de resultaten van het bloedonderzoek en de bevindingen van de geplande humane biomonitoring. Er moet een evaluatie worden		Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzo	

Opmerking geformuleerd door OVAM <sup>(1)</sup>	Verwerkt in eerder gefaseerd BSP	Verwerkt in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO	Uit te voeren in volgende BBO's
gemaakt van de bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes vanuit de bodem ten opzichte van de totale blootstelling aan PFAS.		ek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.	
Het belang van opname van bodemdeeltjes, stof en bodemstof in de blootstelling PFAS moet worden nagegaan. Het bloedonderzoek dat werd uitgevoerd in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid geeft immers aan dat ook bij niet ei-etters zeer hoge PFAS-gehalten gemeten worden in het bloed in vergelijking met de referentiemonitoring in algemeen Vlaanderen en in vergelijking met de gezondheidskundige advieswaarden in bloed.	Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen	Meer gedetailleerde gegevens bloedonderzoek voor te saneren zones opgevraagd bij AZG, doch tot op heden nog niet mogen ontvangen.	

*Noot: (1) de vermelding van hoofdstukken, paragrafen, tabellen, enz. in de "Opmerkingen geformuleerd door de OVAM" hebben betrekking op het eerste gefaseerd BBO (februari 2022) en niet op dit tweede gewijzigd gefaseerd BBO.*

## 1.4 Toelichting elementen 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO

In het schrijven van 28 februari 2023 (BB-BEDR-BVG-20230094702) haalt de OVAM de volgende elementen aan op basis waarvan zij besluiten dat het BBO-rapport van 29 december 2022 niet voldoet aan de standaardprocedure:

- De soort, aard, hoeveelheid en concentratie van de verontreiniging is onvoldoende bekend;
- De oorsprong en de omvang van de verontreiniging is onvoldoende bekend; en
- De mogelijkheid op blootstelling eraan van mensen is onvoldoende bekend.

Gelet op de zeer korte timing die werd opgelegd om onderhavig gewijzigd rapport op te stellen, is het niet mogelijk geweest om extra stalen te nemen van grond, grondwater, of gewassen voor bijkomende analyse op PFAS. Bijgevolg zijn de uitspraken in dit rapport gebaseerd op dezelfde dataset opgenomen in het rapport van 29 december 2022, maar werd er getracht naar best vermogen een antwoord te geven op een groot aantal bemerkingen die door OVAM en de adviesverlenende stakeholders werden gemaakt.

ERM is evenwel van mening dat conclusies met betrekking tot de afperking naar richtwaarde en de vastgestelde saneringsnoodzaak zoals beschreven in het rapport van 29 december 2022 nog steeds correct zijn, en de basis kunnen vormen voor de opmaak van een bodemsaneringsproject.



Om dit verder te onderbouwen is besloten om in onderhavig gewijzigd BBO-rapport bijkomende duiding gegeven omtrent de afperking van de bodemverontreiniging en in meer detail te kijken naar de relevante geteste PFAS-precursoren (zie hoofdstukken 5 & 6). Daarnaast is het belangrijk te verwijzen naar de beschikbare data buiten de projectzone van dit gewijzigd beschrijvend bodemonderzoek, want het is noodzakelijk dat men dit onderzoek plaatst binnen het grotere geïntegreerde PFAS-impact beeld dat zich presenteert op basis van alle lopende bodemonderzoeken. De gegevens verzameld binnen het projectgebied rond Blokkersdijk en de grondboringen langsheen het Scheldepad (lopende van de 3M fabriek naar de Schelde) zullen worden toegelicht om de vastgestelde afperking van de bodemverontreiniging verder te onderbouwen.

Wat betreft het element rond mogelijke vermengde bodemverontreiniging, heeft ERM in het rapport van 29 december 2022 aangegeven dat er indicaties zijn van mogelijke vermenging, maar ook duidelijk vermeld dat verder onderzoek nodig is, o.a. van het grondwater, om deze eventuele externe bronnen verder in kaart te brengen en de vermeende vermengde bodemvermenging te bevestigen. Bij OVAM zijn er momenteel reeds enkele dossiers bekend waar een andere niet 3M-gerelateerde bron voor PFAS-verontreiniging is vastgesteld, zoals bijvoorbeeld het militair domein 'Fort Brosius'.

Voorliggend gewijzigd BBO, bespreekt net zoals het BBO-rapport van 29 december 2022 enkel de bodemverontreiniging met PFAS. Het blijkt op basis van de beschikbare onderzoeksresultaten dat de bodemimpact ten gevolge van de 3M-activiteiten in Zwijndrecht grotendeels gerelateerd zijn met de historische C8- en C6- PFAS chemie, met PFOS als de belangrijkste en meest dominante risicodragende parameter. ERM is van mening dat de impact van deze parameter duidelijk in kaart is gebracht, rekening houdend met de resultaten in de ganse studiezone, en dit tot op richtwaarde.

Wat betreft de processen die mogelijks hebben geleid tot de vastgestelde verspreiding van PFAS in de bodem, zal ook hier extra duiding gegeven worden in [sectie 2.5](#), waar de relevante beschikbare informatie rond atmosferische depositie wordt besproken.

De uitgevoerde risico-evaluatie, via een pragmatische benadering die ook reeds werd toegepast in het eerste goedgekeurde beschrijvend BBO (februari 2022) bevestigt de saneringsnoodzaak. De kritieke blootstellingsroutes worden bevestigd, maar er is overleg nodig met AZG om de juiste invulling te geven, binnen de context van het gezondheidkundig aandachtsgebied en de noodzaak om de PFAS-blootstelling te verminderen, aan de nodige saneringsacties en de perimeter waar deze dienen te worden geïmplementeerd.

In onderstaande tabel staan de belangrijkste opmerkingen op het onderzoeksrapport BBO van 29 december 2022 vermeld, samen met de feedback van ERM, en de bijhorende voorziene acties in volgende onderzoeksfasen.

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<b>Met betrekking tot de soort, aard, hoeveelheid en concentratie van de verontreiniging</b>			
<p>De 'Code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS – in werking vanaf 15 mei 2022' van 3 mei 2022 geeft aan dat PFAS als groep moet worden beschouwd en dat er geen beperking van analyses tot gidsstoffen toegestaan is. Dit betekent niet dat onderzoek naar het voorkomen van individuele PFAS-componenten als verdachte stof niet meer aangewezen is.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>De belangrijkste onderzoeksparameters zijn bij de start van het BBO opgesteld en de gidsstoffen zijn voorgelegd aan de OVAM op 8 april 2020. Deze stoffen zijn ook vermeld in het 1e en 2e gefaseerd BBO (ingediend op 10 februari 2022 resp 29 december 2022). In lijn met de procedure die de OVAM heeft opgelegd, zijn steeds alle PFAS volgens de geldende CMA geanalyseerd. Om die redenen is deze kritiek van de OVAM onverwacht en was hij onvoorzienbaar.</p> <p>De standaardprocedure BBO laat toe om een parametergroep te evalueren op basis van geselecteerde gidsstoffen. Het lopende onderzoek geeft aan dat het humane risico voor het vaste deel (Bodem) grotendeels is gerelateerd met PFOS.</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal zowel voor een geselecteerd aantal bodem en grondwater-stalen een PFAS TOP assay test worden uitgevoerd.</p> <p>Dit is evenwel geen erkende en gecertificeerde labotest.</p> <p>Het is wel belangrijk op te merken dat de erkend bodemsaneringsdeskundige volgens de code van goede praktijk geen risicowaarden meer mag afleiden voor niet genormeerde PFAS-verbindingen. Er is dus een verantwoording nodig waarom wordt gevraagd om van de code van goede praktijk af te wijken.</p>	<p>Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
<p>De code van goede praktijk van 3 mei 2022 is opgesteld voor de sites waar fluor- of PFAS-houdend blusschuim is gebruikt of waar PFAS een verdachte stof betreft, zoals voor PFAS verwerkende industrieën, waterzuiveringen, stortplaatsen, afvalverbrandingsinstallaties, grondreinigingscentra of tijdelijke opslagplaatsen. Het document is niet specifiek opgemaakt in de optiek om ook betrekking te hebben op de sites waar PFAS geproduceerd wordt of werd. Het 3M-terrein is een zeer specifieke site waarvoor de code van goede praktijk als richtinggevend beschouwd moet worden maar waar nodig afgeweken kan worden van de code.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Het is de taak en de verantwoordelijkheid van de erkend bodemsaneringsdeskundige om de toepasselijke codes van goede praktijk te volgen. Daarbij dient men ook steeds te verklaren dat het onderzoek is uitgevoerd volgens de codes van goede praktijk. Afwijkingen zijn enkel mogelijk mits strikte motivatie. Dat geldt <i>a fortiori</i> wanneer de deskundige de decretale doelstellingen kan bereiken in overeenstemming met de codes van goede praktijk. In dergelijke omstandigheden <i>toch</i> afwijken zou strijden met het Bodemdecreet.</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zullen bijkomende analyses van zowel bodem als grondwater worden uitgevoerd, om bijkomend uitsluitel te geven of er nog andere risico-houdende PFAS-verbindingen eventueel een impact hebben gehad. Hiervoor is een formele instructie van de OVAM vereist die de afwijking van de code van goede praktijk rechtvaardigt.</p> <p>Er moet evenwel benadrukt worden dat de saneringsnoodzaak binnen de reeds afgebakende zone vandaag reeds vast staat. Er valt niet in te zien hoe deze</p>	<p>Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	De code van goede praktijk bevat geen enkele indicatie dat zij niet van toepassing zou zijn in het voorliggende geval. Tijdens de verschillende overlegmomenten hebben we duidelijk onze aanpak voorgesteld en medegedeeld dat we deze code van goede praktijk zouden toepassen en wat daar dan de gevolgen van zouden zijn. De OVAM heeft hier toen of later nooit afwijzend op gereageerd.	bijkomende actie iets aan die conclusie zou kunnen veranderen.	
Zowel in functie van het identificeren van de bron van de verontreiniging op de 3M-terreinen (emissies, verwaaiing, aerosols, ...) als in functie van het identificeren van andere bronnen van PFAS-verontreiniging is het relevant om de individuele componenten te beschouwen. In de beslissing van de OVAM van 7 april 2022 werd gevraagd om relevante grondstoffen, precursoren en intermediairen na te gaan. Er werd gevraagd om de resultaten van de metingen die volgens het rapport van 7 februari 2022 sinds 1990 zijn uitgevoerd op de emissies van gassen te bespreken.	<p>De reeds uitgevoerde analyses waren in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en lieten toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>C8-precursoren van PFOS &amp; PFOA zijn mee opgenomen in de analyses, de ruimtelijke verspreiding is op basis van de beschikbare gegevens grotendeels beperkt tot de 3M-fabriek en zijn directe omgeving (miv zone 1A, reeds onderwerp van een leeflaagsanering). Er dient te worden opgemerkt dat deze precursoren verder afbreken in PFOA &amp; PFOS, welke steeds werden geanalyseerd.</p> <p>Zoals aangegeven op bladzijde 34 van het reeds ingediende gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek is de ECF-productie een gesloten systeem. De gassen worden gekoeld tot -70° C om productverliezen van PFAS tot een minimum te beperken. Er zijn meetcampagnes uitgevoerd om de samenstelling van de gassen die afgevangen worden uit het systeem te bepalen en te kwantificeren.</p> <p>Tijdens de voormalige productieprocessen van de C8-chemie, bestond een dergelijk gas uit laag kokende componenten zonder detecteerbare concentraties van C8 moleculen zoals PFOS of PFOA, wat te verwachten is na afkoeling van de gassen tot -70° C. Een extra gaswasser wordt gebruikt om de resterende laag kokende gassen te behandelen.</p>	<p>1. Verduidelijken dat er binnen 3M geen emissiemetingen beschikbaar zijn die aan deze opmerking een afdoend antwoord kunnen bieden.</p> <p>2. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zullen bijkomende analyses naar TOP assay, of grondstoffen / precursoren / intermediairen worden uitgevoerd voor zover deze door een erkend labo geanalyseerd kunnen worden.</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
Er werd in de beslissing van 7 april 2022 aanbevolen om een aantal non-targetanalyses uit te voeren om na te gaan of andere specifieke PFAS-componenten aanwezig zijn. In het rapport wordt aangegeven (paragraaf 2.9) dat de	De reeds uitgevoerde analyses waren in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en lieten toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.	Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zullen zowel voor een geselecteerd aantal bodem en	Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>detectielimiet van absorbeerbare organische fluor (AOF) hoger ligt dan de gemeten somconcentratie van PFAS-parameters in het onderzoeksgebied. Er zijn nochtans in zone 1A hogere concentraties aan PFAS-totaal gemeten dan de detectielimiet voor AOF. Er wordt aangegeven dat eerder AOF-onderzoek op het terrein in het grondwater geen betrouwbare resultaten gaf. Voor een aantal grondwaterstalen is de AOF lager dan de som van de PFAS-componenten (paragraaf 2.9). Er moet worden nagegaan wat de verklaring is van deze discrepantie. De uitvoering van non-target analyses moet gezien worden als een aanvulling op de target analyses in het kader van een verdere karakterisering van de verontreiniging veroorzaakt door 3M en is bijgevolg nog steeds relevant.</p>	<p>De AOF-analysetechniek die werd toegepast door SGS stond evenwel nog niet op punt en daardoor was het niet mogelijk om de bekomen resultaten afdoende te kunnen verklaren, verder onderzoek is inderdaad noodzakelijk.</p> <p>Dit heeft evenwel geen invloed op de conclusies van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek, omdat de hoogste C8-gehalten (PFOS, PFOA en gemeten precursoren) zijn teruggevonden in de directe omgeving van de 3M-fabriek.</p>	<p>grondwater-stalen PFAS TOP assay tests worden uitgevoerd.</p> <p>Het is wel belangrijk op te merken dat de erkend bodemsaneringsdeskundige volgens de code van goede praktijk geen risicowaarden meer mag afleiden voor niet genormeerde PFAS-verbindingen. Er is dus een verantwoording nodig waarom wordt gevraagd om van de code van goede praktijk af te wijken.</p>	<p>opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
<p><b>Met betrekking tot de bepaling van de oorsprong en omvang van de verontreiniging</b></p>			
<p>Er is een discrepantie tussen de resultaten van de studies naar atmosferische depositie (hoofdstuk 2.5) en de vastgestelde contouren van de bodemverontreiniging. Het is niet duidelijk of er is nagegaan of dit effect kan verklaard worden door versturende invloeden (variatie in atmosferische depositie, staalname geroerde bodems, heropwaaing, effect landbouw, omzetting van PFAS in andere componenten, ...).</p> <p>Het aandeel van de uitstoot van PFAS-componenten (waaronder PFOS) uit de schouwen en productie-eenheid wordt als zeer beperkt ingeschat (paragraaf 6.2.5). Er zijn evenwel geen emissiemetingen of emissievracht-inschattingen beschikbaar, noch van de procesemissies, noch van de blustesten. De installatie van de thermische oxidatie-eenheid in 1997 en verklaringen in de parlementaire onderzoekscommissie geven aan dat minstens tot 1997 er toch een relevante uitstoot via de schouw moet geweest zijn.</p> <p>Hierdoor kan niet zomaar gesteld worden dat emissies uit het proces geen relevante bijdrage hebben geleverd aan de waargenomen verontreinigingen. Een mogelijke verklaring voor de waargenomen niet-homogeen dalende concentratieprofielen kan evenzeer een combinatie zijn van</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een risico-evaluatie te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p> <p>De bevindingen over de perimeter zijn bovendien in lijn met deze uit de niet verstoorte omgeving van bijvoorbeeld Blokkersdijk.</p> <p>Het is duidelijk dat de vastgestelde PFAS-distributie in de bodem het resultaat is van verschillende processen en versturende effecten, zoals onder meer de atmosferische depositie afkomstig van de 3M fabriek (kwaliteitstesten en productie), meteorologische condities en aanwezige terreinobstakels, brandoefeningen en branden in de omgeving, stofverwaaing, de landbouwactiviteiten (bemesten, inploegen, gebruik van pesticiden/insecticiden, ...), het ruimen van beken en grachten (met al dan niet depositie</p>	<p>1. Nogmaals duidelijk vermelden in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek dat de richtwaardecontour geldt voor PFAS in de grond en dat contour richtwaarde grondwater en eventuele bijhorende saneringsverplichting zal volgen in het convergerend BBO waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p> <p>2. De meer uitlogbare PFAS verbindingen worden voornamelijk verder in kaart gebracht tijdens het grondwateronderzoek.</p>	<p>1. In onderhavig rapport.</p> <p>2. Het grondwateronderzoek zal deel uitmaken van het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>hoge en lage emissiebronnen (schouwen productie-eenheid versus waterzuivering en blustesten).</p>	<p>van het geruimd slib op de oeverbanken), grondverzet, ... . De relatieve bijdragen van al deze processen laten zich niet eenvoudig inschatten. Verder bodemonderzoek, bronkarakterisatie en de integratie van de grondwaterresultaten kunnen mogelijks verdere opheldering bieden.</p> <p>De observatie blijft dat (1) de concentratie aan PFOS, de PFAS-verbinding die geïdentificeerd werd als <i>driver</i> voor de risicobeoordeling, duidelijk afneemt met afstand tot de 3M-site, dat (2) de grootste vuilvracht zich bevindt in de zone gelegen in de nabijheid van de fabriek, en dat (3) de PFOS-impact in de vaste bodem in het onderzoek werd afgebakend tot richtwaarde.</p> <p>Het is belangrijk op te merken dat wij de uitspraak over het aandeel PFAS-uitstoot (waaronder PFOS) uit de schouwen en productie-eenheid – dat als zeer beperkt wordt ingeschat – enkel hebben gedaan voor de langere C6- en C8-PFAS-verbindingen. Grondwateronderzoek zal uitwijzen of de meer uitlogbare korte PFAS-verbindingen (zoals PFBA &amp; PFBS) zich anders hebben verspreid. Het is evenwel zo dat deze kort uitlogbare PFAS-verbindingen nauwelijks in het vaste deel van de aarde zijn aangetroffen, en dat het tweede gefaseerd BBO enkel uitspraak doet over grond.</p>		
<p>De standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek geeft aan dat voor verontreiniging die niet tot stand gekomen is op de onderzoekslocatie moet aangetoond worden dat deze op een andere grond is ontstaan. Het bronperceel van de verontreiniging moet gemotiveerd worden aangeduid. Er wordt in het rapport gesteld dat de verminderde afname of stijging van concentraties in functie van de afstand tot de 3M-fabriek wijzen op de aanwezigheid van andere bronnen (paragraaf 6.2.1.3). Dit volstaat echter niet om verontreiniging aan te duiden als (deels) afkomstig van een anderen bron.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>De standaardprocedure BBO vermeldt: <i>“Verontreiniging niet tot stand gekomen op de onderzoekslocatie, zoals onderstroming, verwaaiing,... Als uit bijkomende analyses blijkt dat de verontreiniging niet tot stand kwam op de onderzoekslocatie dan moet deze verontreiniging niet verder afgeperkt worden. U toont in het beschrijvend bodemonderzoek (of in een onderzoeksverslag) aan dat de verontreiniging op een andere grond tot stand</i></p>	<p>1. Verduidelijken in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek dat het gaat om indicaties die verder onderzocht worden.</p> <p>2. Bijkomend onderzoek van zowel bodem als grondwater zullen worden uitgevoerd in de volgende fase van het gefaseerd onderzoek zodat een meer gefundeerde uitspraak omtrent bodemvermenging en mogelijke bronpercelen kan worden gemaakt.</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Het grondwateronderzoek zal deel uitmaken van het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p> <p>Dit verhindert niet dat er reeds een bodemsaneringsproject kan</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p><i>kwam.</i> <i>U duidt het bronperceel of de bron van de verontreiniging aan en motiveert dit. Als er voor deze verontreiniging al een bodemonderzoek is dan voegt u de relevante plannen toe aan het beschrijvend bodemonderzoek.”</i></p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om te besluiten dat de verontreiniging (minstens grotendeels) afkomstig is van de vestiging van 3M Belgium. Op basis van die informatie kan reeds worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone. Maar zoals aangegeven in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek is (buiten die reeds afgebakende zone) verder (bron)onderzoek (incl. grondwater) noodzakelijk om hier definitief een uitspraak over te doen. Het BBO-rapport geeft aan dat er indicaties zijn van (mogelijke) vermenging, sommige zones zijn reeds gekend door bodemonderzoeken (zoals Fort Brosius).</p>	<p>Een aantal gekende bronpercelen ten noorden van de E34 hebben nog geen onderwerp uitgemaakt van een bodemonderzoek (bijvoorbeeld Ispec, brandweeroefenterrein Beveren).</p>	<p>worden opgesteld voor de reeds afgebakende zone.</p>
<p>In het rapport zelf wordt aangegeven dat de voornaamste bron van de verontreiniging in de omgeving de kwaliteitstesten met blusschuim zijn. In het rapport wordt aangegeven dat “een dergelijk schuim stabiel is en door de wind kan verspreid worden. De afstand tot waar dit kan verspreiden hangt af van de wind, de stabiliteit van het schuim en is nagenoeg onmogelijk te voorspellen” (paragraaf 6.2.5).</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Zie tevens de voorgaande opmerkingen en commentaren m.b.t het verspreidingsmodel en de relatie met 3M.</p> <p>Verder onderzoek inzake verspreiding zal de conclusie over de afbakening die reeds kon worden gemaakt (namelijk dat binnen die afbakening de verontreiniging voornamelijk van 3M Belgium afkomstig is en dat er een saneringsnoodzaak is) niet wijzigen. Er kan dus gestart worden met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor dat gebied, terwijl verder onderzoek over de overige zones voortgaat.</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zullen de inmiddels beschikbare resultaten binnen het natuurgebied en langsheen het Scheldepad mee gebruikt worden om de impact van de voornaamste bron (blusschuim) verder te duiden in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek.</p>	<p>In onderhavig rapport.</p>
<p>De profielen (paragraaf 6.2.1.3) zijn opgesteld op basis van geïnterpoleerde gegevens en met een logaritmische schaal op de Y-as. De knik in profielen 2 en 4 is geplaatst bij een anomalie zodat het profiel een vertekend beeld geeft. Er is</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p>	<p>1. Verduidelijken in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek dat het gaat om indicaties die verder onderzocht worden.</p>	<p>1. In onderhavig rapport. 2. Het grondwateronderzoek zal deel uitmaken van het</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>onvoldoende onderbouwd dat de stijgingen het gevolg zijn van de aanwezigheid van andere bronnen.</p>	<p>Zie tevens de voorgaande opmerkingen en commentaren m.b.t. het verspreidingsmodel en de relatie met 3M.</p> <p>Zoals figuur 7 van het ingediende gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek duidelijk aantoont, maakt het grote aantal staalnames dat de interpolatie zeer conservatief is gebeurd.</p> <p>Weergave van de profielen op een lineaire schaal in plaats van een logaritmische schaal, (zie een voorbeeld in bijlage 2) versterkt alleen maar de conclusie dat de duidelijke impact van de 3M-vestiging bijna compleet verdwijnt rond een afstand van 300 meter.</p> <p>Spreken over een ‘anomalie’ is overigens niet correct of minstens onprecies. Verschillende datapunten geven voor deze locaties immers verhoogde concentraties weer. Deze metingen zijn dus geen anomalie, maar een betrouwbare weergave van de daadwerkelijke situatie.</p> <p>Om die redenen is deze kritiek van de OVAM onverwacht en was hij onvoorzienbaar.</p>	<p>2. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal bijkomend onderzoek van zowel bodem als grondwater worden uitgevoerd in de volgende fase van het gefaseerd onderzoek zodat een meer gefundeerde uitspraak omtrent bodemvermenging en mogelijke bronpercelen kan worden gemaakt.</p>	<p>convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
<p>De dichtheid van de staalnames neemt af met de afstand tot het 3M-terrein. Indien hierbij stalen zijn genomen in geroerde bodems of op beschutte locaties, kan dit een vertekend beeld opleveren. Bovendien wordt in de code van goede praktijk van 3 mei 2022 een bemonsteringsdiepte tot 15 cm-mv vooropgesteld voor het nagaan van de impact van atmosferische depositie. In het onderzoek werd gedeeltelijk een diepte van 30 cm-mv gehanteerd, hierdoor kan ook verdunning optreden en kan het verontreinigingsbeeld vertekend zijn.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>De aanpak van de bemonstering over 0-15 cm of 0-30 cm is reeds door de OVAM aanvaard in de eerste fase van het beschrijvend bodemonderzoek, de resultaten van een vergelijkende campagne werd met OVAM besproken en gevalideerd.</p> <p>Wij zien geen verklaring waarom deze aanpak goedgekeurd werd voor zone 1A, maar plots niet aanvaardbaar zou zijn voor zone 1B en 2.</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal de strategie 0-30 cm versus 0-15 cm nogmaals verduidelijkt worden in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek.</p> <p>2. Eventueel kunnen enkele bijkomende staalnames worden genomen om dit nogmaals te bevestigen.</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p>Afname van de staalnamedensiteit met de afstand tot de 3M fabriek is logisch, gezien het gebied alleen maar groter wordt (&gt;5 km<sup>2</sup>).</p> <p>De kritiek van geroerde bodem en beschutte locaties geldt universeel: elk bodemonderzoek wordt met dat probleem geconfronteerd en bovendien wordt ook enkel bemonsterd waar het mogelijk/toegelaten is.</p>		
<p>De afstand waarop de stoffen zijn neergeslagen en zich al dan niet verder hebben verspreid zal sowieso resulteren in een diffuus verontreinigingsbeeld. Circulatie van wind en dus afzettingen van emissies wordt bepaald door obstakels in het landschap. De morfologie van het landschap en de omgeving bepalen mee het neerslagpatroon.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Zie voorgaande opmerkingen en commentaren m.b.t. het verspreidingsmodel en de relatie met 3M.</p>	<p>Aan de hand van luchtfoto's sinds de start van de PFOS-productie kan nagegaan worden op welke locaties een 'normaal' verspreidingspatroon verstoord kan worden, bijvoorbeeld door nieuwe obstakels, gebouwen en dergelijke meer.</p>	<p>Gelet op de omvang van het onderzoek dat nodig is om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
<p>Bij de bepaling van de horizontale omvang van de verontreiniging moet rekening gehouden worden met de mobiliteit en de uitloogbaarheid van de PFAS-componenten. Uitloogbare PFAS zullen eerder worden aangetroffen in diepere bodemlagen. Voor PFOA wordt bijvoorbeeld aangegeven dat er op afstand van 3M op diepte spots worden vastgesteld. Er wordt aangegeven dat de ligging van deze individuele verontreinigingssspots niet altijd samenvalt met de ondieper aanwezige PFOA-spots (paragraaf 6.3.2.2). In verstedelijkt gebied kan de doorlaatbaarheid van percelen onderling zeer verschillend zijn. Er kan daarom niet verondersteld worden dat deze verontreinigingen op basis van een ruimtelijk patroon niet toewijsbaar zijn aan 3M.</p>	<p>Met de aangehaalde overwegingen is daadwerkelijk rekening gehouden. De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Het dieper voorkomen is een indicatie voor een mogelijke hotspot en gelet op de meer homogene, diffuse verspreiding van PFAS bij atmosferische depositie, is het weinig waarschijnlijk dat deze een dergelijke lokale hotspot zou creëren. Daarbij moet er dan op één locatie meer vuilvracht zijn terecht gekomen omdat er meer bodem met hogere concentraties is verontreinigd, wat dus op een hotspot wijst die eerder door een lokale impact kan worden verklaard, dan door een globale depositie (cfr. zware metalen in Hoboken rond Umicore). Noteer ook dat PFOA meer uitloogbaar is, en</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek nogmaals verduidelijkt worden dat het gaat om indicaties die verder onderzocht worden.</p> <p>2. Bijkomende onderzoek van zowel bodem als grondwater zal worden uitgevoerd in de volgende fase van het gefaseerd onderzoek zodat een meer gefundeerde uitspraak omtrent bodemvermenging en mogelijke bronpercelen kan worden gemaakt.</p> <p>Dit verhindert niet dat er reeds een bodemsaneringsproject kan worden</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Het bijkomend (grondwater)onderzoek zal deel uitmaken van het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023</p>



Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p>dat de verhoogde PFOA-waarden voornamelijk op de fabriek en zijn directe omgeving zijn waargenomen.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een toewijzing te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p> <p>Voor de zone buiten de reeds gemaakte afbakening, is verder onderzoek voor dergelijke hotspots noodzakelijk binnen de beoordelingscontext vermengde verontreiniging en (externe) bronnen.</p>	<p>opgesteld voor de reeds afgebakende zone.</p>	
<p>Het gebruik van verrijkingfactoren kan inderdaad een bewijs leveren over de aanwezigheid van andere bronnen van PFAS-verontreiniging. Er is enkel een figuur opgenomen met de verrijkingfactor van PFCA. Het is niet duidelijk waarom de figuur voor PFSA niet is opgenomen aangezien deze groep meer relevant is dan PFCA. Er wordt aangegeven dat nog geen doorgedreven statistische evaluatie werd uitgevoerd voor de bepaling van de verrijkingfactoren om na te gaan welke individuele PFOS of PFOA-component dominant is (paragraaf 6.2.2.1). Er wordt aangegeven dat dit zal gebeuren wanneer de dataset volledig is, zowel in grond als grondwater, voor de 3M-site en de ganse omgeving. Ter hoogte van zone 1 wordt verhoogde aanwezigheid vastgesteld van 6:2 FTS en 8:2 FTS. Er wordt aangegeven dat dit gerelateerd kan zijn aan testen bij 3M van blusschuim van andere producenten. Verhoogde aanwezigheden van 6:2 diPAP en PFBA worden toegeschreven aan respectievelijk papierafval of slib uit de papierindustrie en textielbehandeling, insecticiden of pesticiden (paragraaf 6.2.2.3). Er is onvoldoende onderbouwd dat deze verhogingen toegeschreven kunnen worden aan andere bronnen.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een toewijzing te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p> <p>De vermelde tekst komt integraal uit ons rapport, en hierin wordt duidelijk aangegeven dat dit verder dient te worden onderzocht. 6:2 diPAP kan afkomstig zijn van papier, het is geweten dat dit gebruikt wordt voor toiletpapier, het uitrijden van mest afkomstig van beerputten op landbouwterreinen kan bijgevolg niet worden uitgesloten als een mogelijke bron van 6:2 diPAP.</p> <p>De figuur voor PFSA is niet opgenomen omdat PFOS de dominante component is, slechts op één locatie is PFHxS meer dominant dan PFOS. Deze figuur bevestigt nogmaals dat PFOS de belangrijkste component is om de impact ten gevolge van de 3M site in het vaste deel van de aarde in kaart te brengen, het doel van het BBO, en dat deze component is afgeperkt tot aan de richtwaarde.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek nogmaals verduidelijkt worden dat het gaat om indicaties die verder onderzocht worden.</li> <li>Bijkomende onderzoek van zowel bodem als grondwater zullen worden uitgevoerd in de volgende fase van het gefaseerd onderzoek zodat een meer gefundeerde uitspraak omtrent bodemvermenging en mogelijke bronpercelen kan worden gemaakt.</li> </ol> <p>Dit verhindert niet dat er reeds een bodemsaneringsproject kan worden opgesteld voor de reeds afgebakende zone.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>In onderhavig rapport</li> <li>Het bijkomend (grondwater)onderzoek zal deel uitmaken van het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</li> </ol>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>Bij de analyse van de verdeling tussen vertakte en lineaire PFOS-isomeren vertoont het onderzoeksgebied nog grote hiaten. Het voorkomen van spots kan een gevolg zijn van de lagere staalname-dichtheid. Er wordt aangegeven dat dit beoordeeld zal worden in een volgende fase van het beschrijvend bodemonderzoek. Het rapport geeft aan dat door het niet beschikken over de resultaten van bloedserumanalyses er geen verder onderzoek kon worden gedaan naar de correlatie tussen concentraties in de bodem en in bloedserum (paragraaf 7.10). In het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid bij het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek wordt aangegeven dat door hen nagegaan wordt hoe de zonering van het beschrijvend bodemonderzoek kan worden opgenomen in de projectplanning van het bloedonderzoek.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een risicobeoordeling te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p> <p>Het erkende labo SGS was tijdens de eerste staalnamecampagne (in het kader van het eerste gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek) niet in staat om lineaire en vertakte componenten te rapporteren. Deze evaluatie kan dus niet in hetzelfde detail uitgevoerd worden, want de data zijn niet voorhanden.</p> <p>Het Agentschap Zorg en Gezondheid heeft geweigerd om enige informatie aan te leveren over het door hen gevoerde bloedserumonderzoek.</p>	<p>Er lijken geen bijkomende acties te zijn die tegemoet kunnen komen aan de opmerking over de verdeling tussen vertakte en lineaire componenten.</p> <p>De overige opmerkingen lijken geen bijkomende acties te vereisen.</p>	<p>n.v.t.</p>
<p>De dominante windrichting is inderdaad vanuit het zuidwesten maar de windrozen tonen ook een aandeel vanuit het noordoosten (paragraaf 2.5.1). Gelet op de lange periode van productie van PFAS-componenten door 3M is een gedeeltelijke verspreiding in zuidwestelijke richting dan ook niet onwaarschijnlijk.</p>	<p>Noteer dat de modellering die werd uitgevoerd door VITO, aangeeft dat de PFOS-impact naar het zuidwesten minder groot is.</p> <p>Hoe dan ook, de opmerking is op zich correct en zone 1A, 1B en 2 liggen dan ook ten zuidwesten van 3M.</p>	<p>Deze opmerking lijkt geen bijkomende actie te vereisen.</p>	<p>n.v.t.</p>
<p>Er wordt vermeld dat er nog geen toetsingskader bestaat voor de beoordeling van PFAS-deposities (paragraaf 7.4.1.2). Aangezien er wel significante concentraties worden gemeten in depositie t.o.v. de achtergrondlocatie, en mensen hieraan eveneens worden blootgesteld, dient dit in de besluiten van het onderzoek mee vermeld te worden. Er is namelijk een onderschatting van het berekende risico als er geen rekening gehouden wordt met depositie.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>De stelling over het ontbreken van een toetsingskader komt uit de VITO studie zelf. Daarnaast stelt VITO dat deze concentraties geen gezondheidsrisico vormen (VITO, VMM, <i>Studie naar PFAS in lucht en deposities in de omgeving van 3M en Zwijndrecht</i>, Mol, april 2022, 50).</p>	<p>Dit wordt herschreven en verduidelijkt in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek.</p>	<p>In onderhavig rapport</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p>Ten tweede is er wel degelijk rekening gehouden met de gemeten depositie. Zo is de maximale waarde uit de VITO studie meegenomen in de risico-evaluatie met S-Risk. Er is dus gerekend met de reële metingen.</p> <p>Hieruit bleek dat er weinig verschil was met de door het model berekende stofconcentratie die iets lager ligt, maar wel representatief is voor het onderzoeksgebied gezien de andere VITO metingen aanzienlijk lagere concentraties hebben.</p> <p>Er is dus in de risico-evaluatie wel degelijk met deze depositie (stof) rekening gehouden. Het risico is niet onderschat, zo blijkt uit de evaluatie. Daarbij gaf de risico-evaluatie aan dat stofopname (de blootstelling aan depositie) geen relevante blootstellingroute is in de volledig blootstelling aan PFAS. Depositie op gewassen wordt meegenomen via de niet-gewassen groenten en fruitanalyses.</p>		
<p>De stelling dat gelijkaardige concentraties aan PFCA in eieren bij variërende afstand tot het 3M-terrein wijzen op relatief recente bronnen verder weg van het 3M-terrein (paragraaf 6.5.1), is een combinatie van meerdere hypotheses.</p>	<p>Het is niet duidelijk of de OVAM meent dat deze opmerking een aanpassing vereist, en zo ja welke.</p>	<p>Deze opmerking lijkt geen bijkomende actie te vereisen.</p>	<p>n.v.t.</p>
<p><b>Met betrekking tot de mogelijkheid op blootstelling van mensen aan de verontreiniging</b></p>			
<p>Er wordt aangegeven dat voor groenten geen link kan worden gelegd tussen de gemeten concentraties in het gewas en de verontreinigingsgraad in de bodem (paragraaf 6.5.2.1). Voor fruit kan geen eenduidig verband worden gelegd tussen verhoogde PFAS-concentraties in fruit en de verontreinigingsgraad van de bodem. Er wordt door de deskundige aangeraden om de relatie van PFAS in fruit en de verontreinigingsgraad na te gaan op het vlak van de grondwaterverontreiniging en eventueel de opgeloste PFAS in het poriënwater. De concentraties in het poriënwater zullen ook bepalend zijn voor de concentraties in groenten. Er wordt aangegeven dat ook de kwaliteit van het irrigatie- of sproeiwater mee bepalend is voor de PFAS die door de planten kan worden opgenomen (paragraaf 6.5.2.2). Voor voedergewassen blijkt dat voor het gras de PFAS-spreiding</p>	<p>Feitelijke mededeling die in lijn ligt met de bevindingen van het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een risicobeoordeling te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p>	<p>Uitvoeren grond-, poriënwater- en grondwateranalyses ter hoogte van moestuinen samen met analyse van bijhorende gewassen in de periode juni /september en bespreken resultaten om eventuele linken te leggen tussen de verschillende media.</p>	<p>Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>niet samenvalt met de verontreinigingsgraad van de bodem (paragraaf 6.5.2.3).</p> <p>Het rapport is onduidelijk over het aandeel aan groentestalen waarin PFAS werd gemeten, mogelijk door de resultaten van de campagnes van 2021 en 2022 met verschillende detectiegrenzen bij elkaar te nemen. Er wordt aangegeven dat in 10% van de geanalyseerde monsters PFAS-componenten is gemeten (paragraaf 6.7) terwijl volgens de bespreking van de resultaten van 2022 in 67% van de stalen PFAS werd aangetroffen met name in 54 van de 81 monsters (paragraaf 5.5.2.1). Ook voor fruitstalen worden verschillende waarden opgegeven voor het aandeel met aangetoonde concentraties PFAS (paragraaf 6.5.2.2).</p>	<p>Dat klopt, verder onderzoek is noodzakelijk zoals ook werd aangegeven in het beschrijvend bodemonderzoek.</p> <p>Binnen de reeds afgebakende zone volstond deze aanpak om een risicobeoordeling te maken op basis waarvan reeds kan worden gestart met de opmaak van een bodemsaneringsproject voor deze afgebakende zone.</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek nogmaals verduidelijkt worden welk aandeel van de analyses (2021) met hoge detectielimiet, en welk aandeel (2022) met lage detectielimiet werd uitgevoerd.</p> <p>2. Verder onderzoek in nieuw oogstseizoen uit te voeren.</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Gelet op de noodzaak om bijkomende analyses uit te voeren om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal deze actie uitgevoerd worden binnen het convergerend BBO (integratie bodem, grondwater &amp; ecotox), waarvan de indiening gepland is voor eind 2023.</p>
<p>De conclusies over de bioconcentratiefactor (BCF) voor groenten en fruit zijn opgesteld op basis van een beperkte dataset. Het is niet duidelijk of de beschikbare resultaten van groenten en fruit representatief zijn voor het hele gebied. Uit de kaarten bij figuur 9 wordt afgeleid dat er slechts 9 moestuinen werden bemonsterd. Het is onduidelijk of voor de concentraties en structuurparameters (klei, organische stof) in het vaste deel van de aarde gebruik is gemaakt van analyses van de moestuin zelf of van mengstalen over de volledige tuin. Deze kunnen immers verschillen. Er wordt in het rapport voorgesteld om PFAS in dierlijke producten (vlees en melk) na te gaan. Er wordt door de bodemsaneringdeskundige aangeraden om de dataset met groenten- en fruitanalyses verder uit te breiden (paragraaf 7.9.3). Er zijn daarnaast geen gegevens beschikbaar over de variabiliteit bij analyses van gewassen in een tuin.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Vergelijk met de dataset die VITO heeft gebruikt om de BCF's te bepalen die nu door iedereen in Vlaanderen gebruikt worden om de risico's van PFAS via de opname van groenten en fruit te bepalen. VITO heeft zich hiervoor gebaseerd op de studie van Ghisi et al (2019) waarbij voor groenten 4 wortels, 2 selders, 2 komkommers, 4 salades, 2 erwten, 2 aardappelen, 2 spinazie, 2 radijzen en 4 tomaten (totaal dus 24 groenten) zijn gebruikt, waarbij geen enkel monster afkomstig was uit Vlaanderen.</p> <p>De dataset van 82 groentestalen uit het onderzoeksgebied is dus voldoende representatief voor de regio Zwijndrecht om te concluderen dat er geen goede correlatie tussen grond en plant mogelijk is. Daarbij dient opgemerkt te worden dat Lesmeister et al. (2020) heeft aangetoond dat het systeem van opname van PFAS door planten zeer complex is en dat de</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek verduidelijkt worden dat de dataset groenten om de BCF al dan niet te bepalen, groter is dan de dataset van VITO in het kader van het tijdelijk handelingskader.</p>	<p>In onderhavig rapport</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p>verschillende studies waaronder deze van Ghisi et al. (2019) tegenstrijdige informatie geven.</p> <p>In het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek is een zinvolle en bruikbare conclusie gemaakt over de mogelijke risico's van blootstelling aan PFAS via gewassen die in lijn is met het voorzichtigheidsbeginsel zoals door professor Karl Vrancken voorgesteld. Er is op basis van dit BBO geen noodzaak om verder groenten of andere media te analyseren om de nodige maatregelen te treffen om de bevolking te beschermen tegen PFAS-blootstelling.</p>		
<p>Het labo van Sciensano blijkt niet in staat PFBA in gewasmonsters op betrouwbare wijze kwantitatief te meten (paragraaf 4.3.5). Het gaat om een stof die wordt beschouwd als 'contaminant of concern'. Het rapport geeft aan dat gelet op de goede wateroplosbaarheid van PFBA en daardoor de betere opname in planten, PFBA mogelijk wel aanwezig is in de monsters waar deze parameter niet gekwantificeerd is (paragraaf 6.5.2.1). Het aandeel groentemonsters met gehalten PFAS is hierdoor mogelijk nog onderschat.</p>	<p>Die conclusie is in lijn met de bevindingen van de erkend bodemsaneringsdeskundige.</p> <p>Dit probleem is grotendeels in de risico-evaluatie ondervangen door enkel te rekenen met de gemiddelden van de gemeten PFAS-concentraties (incl. de beschikbare PFBA-analyses) waardoor concentraties onder detectielimiet niet zijn meegenomen en er dus een overschatting is gemaakt van de gemiddelde PFAS-samenstelling. Bijgevolg is er geen noodzaak om de conclusie over de saneringsnoodzaak bij te stellen of te wijzigen, wegens onvoldoende PFBA-analyses.</p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek verduidelijkt worden dat er geen onderschatting is door de gehanteerde berekeningswijze.</p>	<p>In onderhavig rapport</p>
<p>Er wordt besloten dat gelet op de ontbrekende relatie tussen PFAS in groenten en grond op basis van de uitgevoerde metingen, het aangeraden is om systematisch metingen uit te voeren om het PFAS-gehalte in groenten te controleren (paragraaf 7.9.1.12). Het is niet duidelijk in het beschrijvend bodemonderzoek bij wie de verantwoordelijkheid komt te liggen voor deze metingen, zij het 3M of zij het de eigenaar of gebruiker van de moestuin.</p>	<p>Het is niet aan de erkend bodemsaneringsdeskundige om een verantwoordelijke aan te duiden. Zo vermeldt de deskundige in een beschrijvend bodemonderzoek ook niet wie welke verontreiniging moet saneren of wie welke maatregelen moet nemen. Het is aan de OVAM om op basis van het beschrijvend bodemonderzoek en overeenkomstig het Bodemdecreet maatregelen aan deze of gene partij op te leggen (art. 10.3.3, §3-4 DABM).</p>	<p>Deze opmerking lijkt geen bijkomende actie te vereisen.</p>	<p>n.v.t.</p>
<p>Er wordt aangegeven dat het noodzakelijk is om bij concentraties PFOS in de bodem die hoger zijn dan de bodemsaneringsnorm type I/II analyses uit te voeren op groenten en fruit om na te gaan of deze voldoen aan de EAC van het FAVV. Er wordt aangegeven dat wanneer PFOS is gedetecteerd in de bodem de consumptie van eigen vlees, melk en melkproducten moet vermeden worden behalve als</p>	<p>Het Bodemdecreet kent aan de erkend bodemsaneringsdeskundige niet de bevoegdheid toe om te bepalen hoe dit gebruiksadvies in de praktijk omgezet moet worden en wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van deze staalnames (zie bespreking vorige opmerking).</p>	<p>Deze opmerking lijkt geen bijkomende actie te vereisen.</p>	<p>n.v.t.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
<p>analyses aantonen dat ze voldoen aan de Europese normen of de EAC van het FAVV (paragraaf 7.9.3).</p> <p>Het is niet duidelijk hoe dit gebruiksadvies in de praktijk omgezet moet worden en wie verantwoordelijk is voor het uitvoeren van deze staalnames.</p>			
<b>Met betrekking tot de risico-evaluatie</b>			
<p>Twee van de 'contaminants of concern' (COC) PFBSA en PFHxSA die bepaald werden in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek van 10 februari 2022 worden niet meegenomen in de risico-evaluatie, aangezien deze niet tot de PFCA of PFSA-groep behoren. Nochtans wordt voornamelijk PFBSA frequent gemeten in de verschillende soorten stalen met relevante concentraties. Op het bronperceel zijn in de eerdere onderzoeken hoge concentraties aangetoond aan EtPFOSE, MePFOSE en PFOSAA. Deze parameters worden niet beschouwd in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek. Er wordt in de risico-evaluatie geen melding gemaakt van deze hiaten, noch van de mogelijke consequenties van het niet evalueren van deze parameters.</p>	<p>Precursoren worden grotendeels in de nabijheid van de 3M site aangetroffen, ook de bijdrage van PFBSA en PFHxSA aan de grondverontreiniging lijkt op basis van de beschikbare gegevens beperkt te zijn.</p> <p>Zie ook de bespreking van de opmerkingen over de C8-precursoren.</p> <p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Er dient opgemerkt te worden dat er zeer uitdrukkelijk (in vet en met onderlijning) in de code van goede praktijk van 3 mei 2022 het volgende wordt vermeld: <i>"Het is <b>N</b> IET de bedoeling dat via S-Risk risico-evaluaties voor andere PFAS-parameters worden uitgevoerd."</i> Daarbij schrijft OVAM ook het volgende: <i>"In het S-Risk model zijn momenteel enkel PFOS en PFOA opgenomen. Hierdoor kan enkel voor deze 2 parameters een locatiespecifieke humane risico-evaluatie uitgevoerd worden, waarbij rekening kan gehouden worden met 'locatiespecifieke' elementen zoals het uitschakelen van bepaalde blootstellingswegen, aanpassing van het bodemprofiel, aanpassingen aan terrein- en gebouwparameters, enz.";</i> specifiek voor GenX en/of ADONA is nog volgende vermeld: <i>"Indien voor GenX en/of ADONA de maximale gemeten concentratie in het vaste deel van de aarde de van toepassing zijnde toetsingswaarde "bodemsanering" voor PFOS overschrijdt, voert u een aanvullende derde evaluatie uit in S-Risk. Hierbij geeft u in S-Risk de maximale gemeten</i></p>	<p>Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zullen in het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek kaarten met precursoren, PFHxA en PFBSA worden geïntegreerd met een beschrijving van de impact binnen het onderzoeksgebied. Er zal nogmaals benadrukt worden dat het in lijn met de standaardprocedure niet de bedoeling is om individuele componenten te evalueren.</p>	<p>In onderhavig rapport</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p><i>concentratie in het vaste deel van de aarde van hetzij GenX hetzij ADONA en de bijhorende maximale concentratie voor het grondwater in voor PFOS. PFOS wordt hierbij dus gehanteerd als vertegenwoordiger."</i></p> <p>Hierin is niets opgenomen over PFBSA en PFHxSA. Om die redenen is deze kritiek van de OVAM onverwacht en was hij onvoorzienbaar.</p> <p>Men zou deze naar analogie met GenX en/of ADONA kunnen evalueren. Echter is de vraag of er wel effectief PFBSA en PFHxSA grondverontreinigingen op de onderzoekslocatie voorkomen met concentraties boven de BSN van PFOS. Dit zullen we nader toelichten. Noteer dat PFHxSA een relative potency factor heeft die 100 keer lager is dan PFOS, m.a.w. het risico wordt gedragen door PFOS.</p>		
<p>Het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid stelt: <i>"We streven ernaar de hotspots (of MGAGs) in Vlaanderen uit te vlakken tot minimaal een achtergrondniveau. In principe, gezien de humane belasting die er al is en we niet zomaar kwijt raken, zouden we eigenlijk strenger moeten zijn. [...]Het absolute minimum is het uitvoeren van het handelingskader PFAS"</i>.</p> <p>Dit advies gaat verder dan de reactie van het Agentschap Zorg en Gezondheid van 19 oktober 2022 op het eerste gefaseerde bodemsaneringsproject waarin voorwaardelijk gunstig werd geadviseerd met betrekking tot een saneringsaanpak die gericht is op het maximaal beperken van de blootstelling aan de bodemverontreiniging met PFAS-componenten voor het openbaar domein en het bos dat deel uitmaakt van zone 1A.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Het is niet duidelijk waar men met deze opmerking naartoe wil (Wat is het achtergrondniveau in Vlaanderen voor PFAS? De richtwaarden?)</p> <p>Daarbij wordt de werkwijze om blootstelling te bepalen eenduidig en duidelijk vastgelegd in het Bodemdecreet, het Vlarebo, de standaardprocedures en de codes van goede praktijk en heeft deze enkel en alleen betrekking op bodemverontreiniging. Als er andere bronnen van PFAS-blootstelling zijn dan vallen deze buiten het Bodemdecreet en de bijhorende risico-evaluatie.</p> <p>Het opgemaakt BBO stelt ook duidelijk dat het voorzichtigheidsbeginsel uit het Vlaamse handelingskader PFAS is toegepast, bijgevolg is hieraan voldaan. Overige na te streven doelen in het BBO en de eventueel daaruitvolgende sanering worden bepaald door het Bodemdecreet en</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal dit in het besluit over de risico-evaluatie van het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek nogmaals ter verduidelijking worden meegenomen.</p> <p>2. Overleg met OVAM/AZG noodzakelijk. Tijdens het overleg tussen ERM en OVAM van 21 maart, begrepen wij dat dit overleg dient plaats te vinden in de context van het opstellen van een bodemsaneringsproject.</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Overleg dient plaats te vinden binnen context opstellen bodemsaneringsproject zone 1B en 2.</p>

Beoordeling OVAM	Bespreking	Haalbare acties	Haalbare timing
	<p>bijhorende richtlijnen. Beslissingen van andere overheden kunnen enkel meegenomen worden in een BBO zolang ze wettelijk in lijn zijn met het Bodemdecreet en enkel betrekking hebben op de materie van het Bodemdecreet, en door OVAM worden onderschreven. Zo zijn de doelstellingen voor een sanering van een niet-genormeerde parameter in het Bodemdecreet duidelijk bepaald als een risicogebaseerde sanering, waarbij de bepaling van dit risico dient te verlopen volgens de regels voorzien in het Bodemdecreet en alle bijhorende regels en richtlijnen.</p>		
<p>Er wordt aangegeven dat de berekende risicogrenswaarden voorlopig zijn en kunnen worden herzien op basis van verder onderzoek (paragraaf 7.9.3). Hoewel de bepaling van terugsaneerwaarden geen deel uitmaakt van een beschrijvend bodemonderzoek maar van een bodemsaneringsproject, wordt door de aanpak van de risico-evaluatie in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek al een eerste stap gezet in de uitwerking van de doelstellingen van het bodemsaneringsproject. De door de bodemsaneringsdeskundige uitgewerkt risico-evaluatie geeft aan wat de voornaamste routes zijn van de blootstelling aan de verontreiniging met PFAS met als vermoedelijk oogpunt op basis hiervan de verschillende bodemsaneringsvarianten uit te werken. Deze aanpak is in tegenspraak met het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid. Het is daarom noodzakelijk om de uitwerking van de risico-evaluatie af te stemmen met het Agentschap Zorg en Gezondheid.</p>	<p>De gehanteerde aanpak was in overeenstemming met de standaardprocedure, met de codes van goede praktijk en liet toe om de decretale doelstellingen van dit gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek te bereiken.</p> <p>Het kader waarbinnen de erkend bodemsaneringsdeskundige een risico-evaluatie dient uit te voeren is zeer duidelijk en afgelijnd vastgelegd. De standaardprocedure vereist dat de berekening van de humane blootstelling en de humane risico's gebeurt via een door de OVAM aanvaard blootstellingsmodel.</p> <p>Het is niet duidelijk op welke manier dit in tegenspraak is met het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid.</p> <p>De aanduiding van de bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes laat toe om te bepalen via welke blootstellingsroutes het blootstellingseffect zo maximaal mogelijk kan aangepast worden. Als ingestie 99% van de blootstelling uitmaakt en inhalatie slechts 1% dan is het zinvol om de maatregelen te richten op ingestie en niet alle inspanningen op inhalatie te richten.</p> <p>In het BBO is nergens gesproken over het toepassen van risicogrenswaarden als terugsaneerwaarden of zelfs het uitwerken van bodemsaneringsvarianten, dit zijn acties die de bodemsaneringsdeskundige dient te doen bij het opstellen van het bodemsaneringsproject.</p>	<p>1. Om bijkomend tegemoet te komen aan deze opmerking, zal dit in het besluit over de risico-evaluatie van het huidige gefaseerde beschrijvend bodemonderzoek nogmaals ter verduidelijking worden meegenomen.</p> <p>2. Overleg met OVAM/AZG noodzakelijk. Tijdens het overleg tussen ERM en OVAM van 21 maart, begrepen wij dat dit overleg dient plaats te vinden in de context van het opstellen van een bodemsaneringsproject</p>	<p>1. In onderhavig rapport</p> <p>2. Overleg dient plaats te vinden binnen context opstellen bodemsaneringsproject zone 1B en 2.</p>



## 2. SITUATIESCHETS

### 2.1 Milieukenmerken en beschrijving van het projectgebied

Deze tweede fase van het BBO richt zich op het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de 3M-site gelegen in de door OVAM aangegeven zone 1B en zone 2. Het natuurgebied Blokkesdijk, Antwerpen Linkeroever, en het 3M-terrein zelf zijn niet in deze studie opgenomen en zullen deel uitmaken van op zichzelf staande gefaseerde BBO-rapporten (reeds in uitvoering). De door OVAM geclassificeerde zone 1A is opgenomen in een bodemsaneringsproject (ERM, 2022, referentie R001-0642375 v1.0). Het BSP is conform verklaard door OVAM op 27 oktober 2022.

Een overzicht van het projectgebied op het gewestplan is weergegeven in [Figuur 2](#). Het onderzochte gebied omvat delen van de gemeenten Zwijndrecht, Beveren en Kruibeke.

#### 2.1.1 Beschrijving van het projectgebied

De dichtstbijzijnde woonwijk ligt op 150-200 m van de zuidelijke grens van de 3M-site. De woonzones bevatten meestal vrijstaande woningen of halfopen bebouwingen met twee of drie verdiepingen en een tuin. Sommige bewoners hebben een moestuin, fruitbomen en/of een kippenren voor eigen gebruik. In dit stadium van het BBO is geen gedetailleerde inventarisatie gemaakt van de daadwerkelijke aanwezigheid van kippenrennen met vrije uitloop, en moestuinen of fruitbomen op individuele perceelsbasis binnen het gehele projectgebied. Dit is wel voorzien in het kader van het besluit van de OVAM van 3 maart 2023 houdende voorzorgsmaatregelen voor woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht zone 1B en zone 2) – 3M Belgium bv – plan van aanpak.

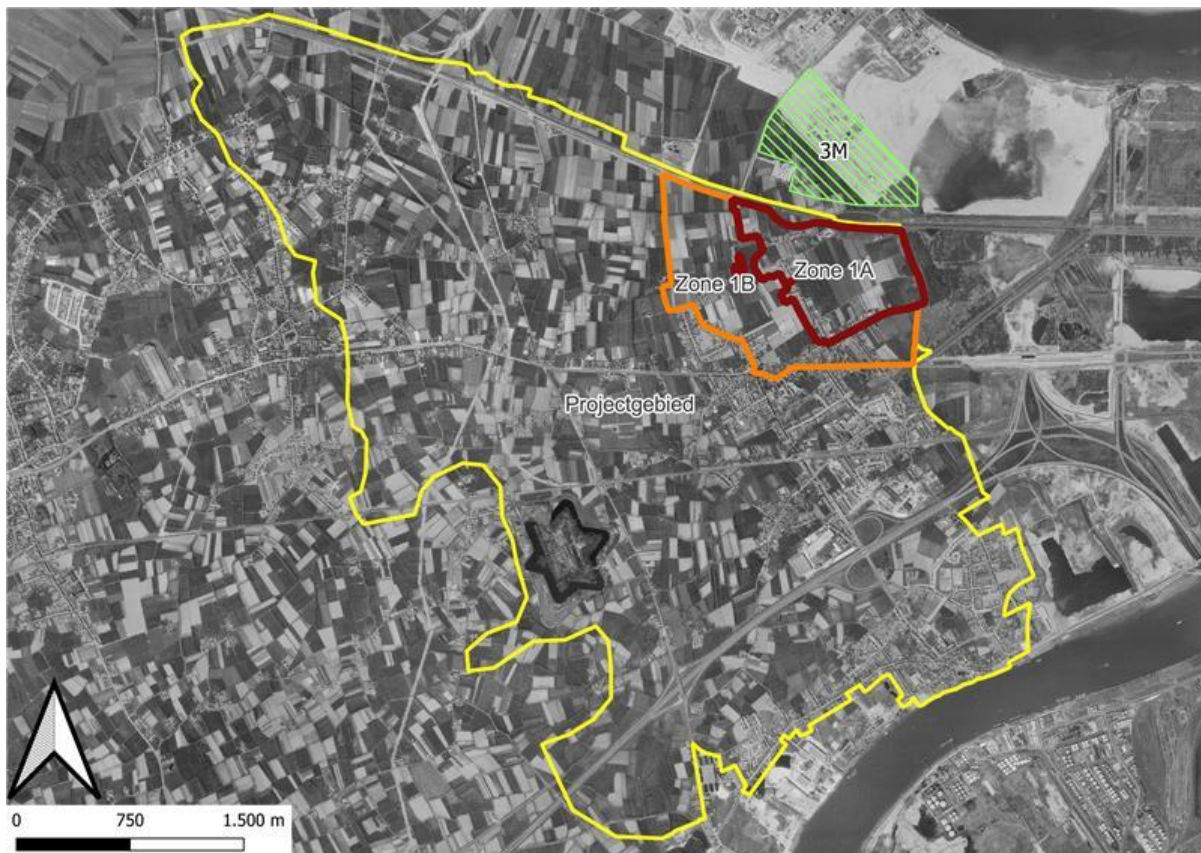
Wat de moestuinen betreft, heeft ERM tijdens de staalnamecampagnes in 2021 en deze van juni/juli en september 2022 vastgesteld dat de bewoners een grote variatie aan groenten en fruit telen, zoals peulvruchten, bladgroenten, wortelgewassen, en zacht/hard fruit. De oppervlakte van de individuele moestuinen kan oplopen tot ca. 200 m<sup>2</sup>. Een impressie van de moestuinen aanwezig binnen het projectgebied kan teruggevonden worden op de foto's in [Bijlage 8](#).

Wegen en voetpaden zijn over het algemeen verhard. Een inschatting op basis van een kleurenanalyse van de beschikbare luchtfoto's geeft aan dat tot ongeveer 65% van het oppervlak in het woongebied bedekt is met gebouwen of bestrating.

Aan de hand van een overzicht van openbaar beschikbare luchtfoto's van het projectgebied sinds de aanvang van de 3M productieactiviteiten in de jaren 1970 zijn de volgende zaken waargenomen voor het projectgebied:

1. 1971

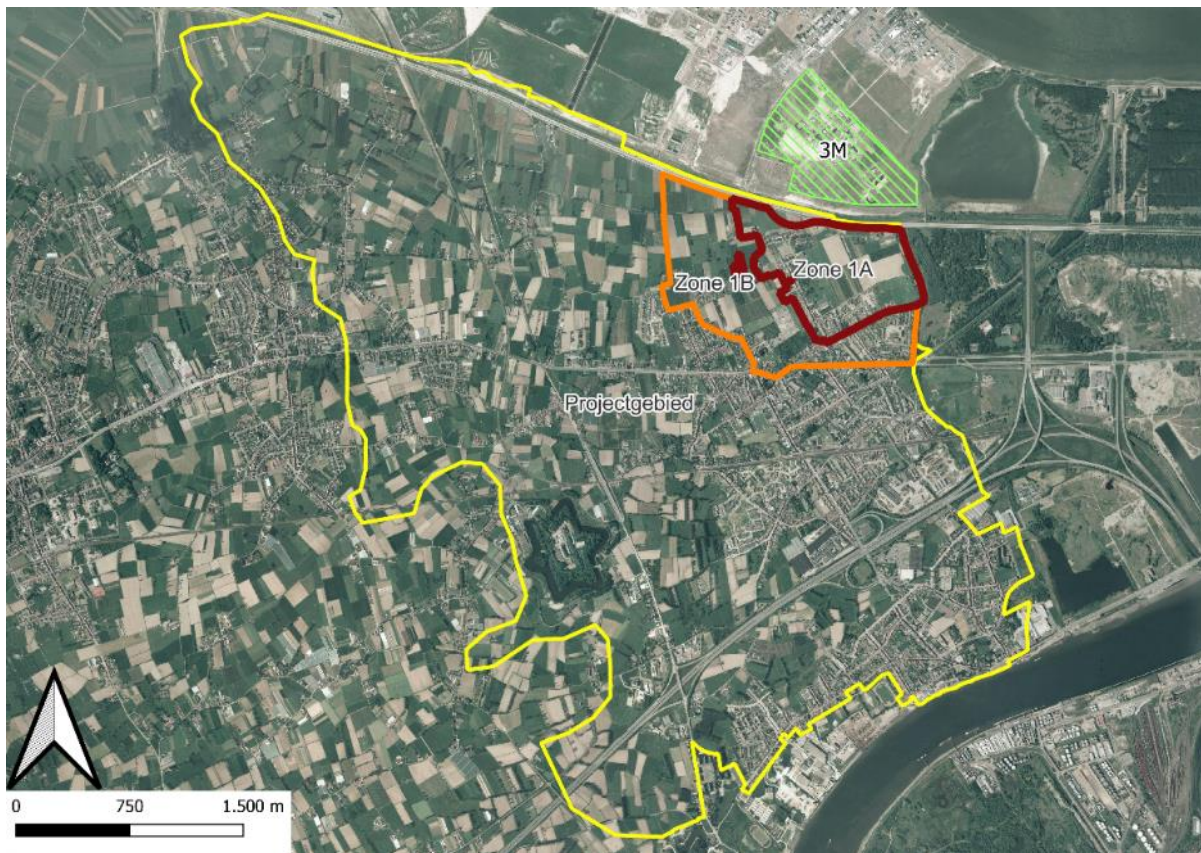
### Illustratie 2-1 Luchtfoto projectgebied 1971



- Op de 3M-site is er een beperkte industriële activiteit;
- De woonwijken zijn voornamelijk gelegen in het centrum van de gemeente Zwijndrecht en zuidelijk van de E17 gelegen tegen de Schelde. Links in het projectgebied, gelegen in Beveren, is ook beperkte bebouwing aanwezig. De andere delen van het projectgebied dienen voornamelijk voor landbouwactiviteiten; en
- Links van de Krijgsbaan is het militaire 'Fort Brosius' aanwezig (met 'hexagone' watergracht).

2. 1979-1990

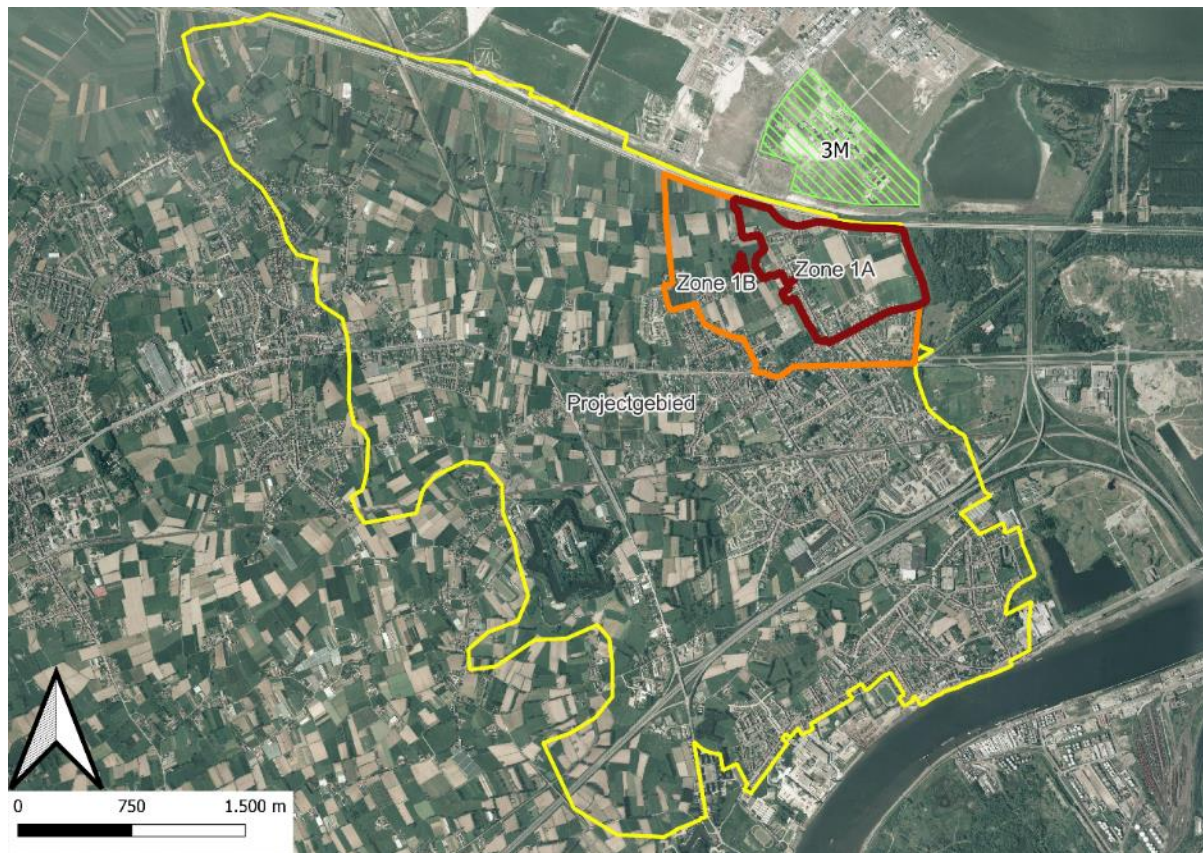
**Illustratie 2-2 Luchtfoto projectgebied 1979-1990**



- Uitbreiding industriële activiteit op de 3M-site;
- Uitbreiding van de woonwijk in gemeente Zwijndrecht ter hoogte van Dorp West, Vromenhoven, Heidestraat, Fortlaan, Lindenstraat en de Nieuwlandstraat. Rond de Beverstraat in Beveren is de woonwijk verder uitgebreid; en
- Op de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is er beperkte industriële activiteit.

3. 2000-2003

**Illustratie 2-3 Luchtfoto projectgebied 2000-2003**



- Verdere uitbreiding woonwijk gemeente Zwijndrecht ter hoogte van de Heidestraat, Dorp West, Vromenhoven. De woonwijk rond de Willem Elsschotlaan in Beveren is vergroot;
- Industriële activiteit rond de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is verder uitgebreid; en
- Opbouw serre complex in de Blauwe Hoevestraat.

4. 2021

### Illustratie 2-4 Luchtfoto projectgebied 2021



- Verdere uitbreiding woonwijk rond de Perzikenlaan;
- Industriële activiteit rond de kruising van de E17 en de Krijgsbaan is uitgebreid; en
- Verdere opbouw serre complex in de Blauwe Hoevestraat.

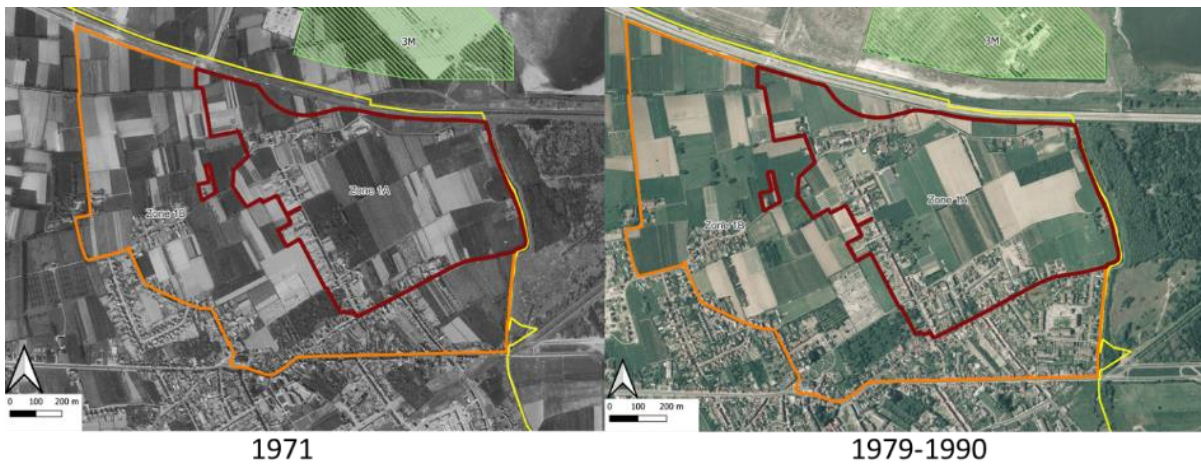
Op basis van deze beoordeling kan worden geconcludeerd dat de huidige inplanting in het projectgebied reeds grotendeels aanwezig was sinds 2000. Buiten de aanwezige woningen, met een iets dichtere bebouwing rond het centrum van Zwijndrecht, de N70 en de Krijgsbaan, en enkele grote serreconstructies voor tuinbouwactiviteiten, zijn er geen andere noemenswaardige obstakels vast te stellen die de eventuele atmosferische depositie sterk kunnen beïnvloeden in het projectgebied in de zuidwestelijke richting (de 2<sup>de</sup> dominante windrichting).

#### 2.1.1.2 Beschrijving van woongebieden in directe omgeving 3M

Aan de hand van de beschikbare luchtfoto's zijn de volgende zaken waargenomen voor het gebied in de directe omgeving van de 3M-site, met de focus op zone 1B, aangezien voor zone 1A er al een conform verklaard BSP is:

1. 1971

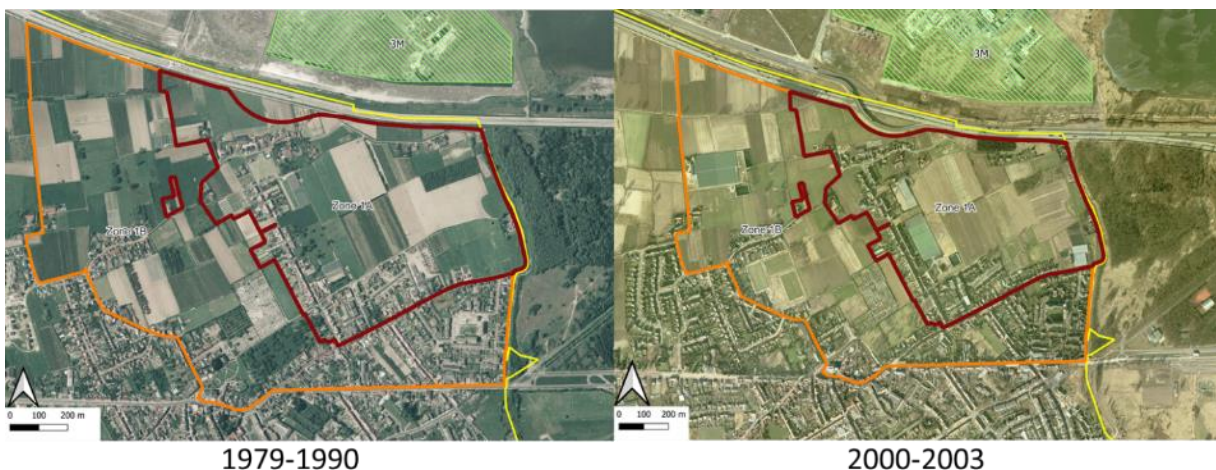
**Illustratie 2-5 Luchtfoto zone 1A-1B 1971 en 1979-1990**



- De bewoning ten zuiden van de Polderstraat en westen van het Vlietbos is pas na 1971 tot ontwikkeling gekomen; en
- In 1971 was er voornamelijk bewoning langsheen de belangrijke straten zoals de Suikerdijkstraat die de Polderstraat verbindt met de N70; de Polderstraat en de N70.

2. 1979-1990

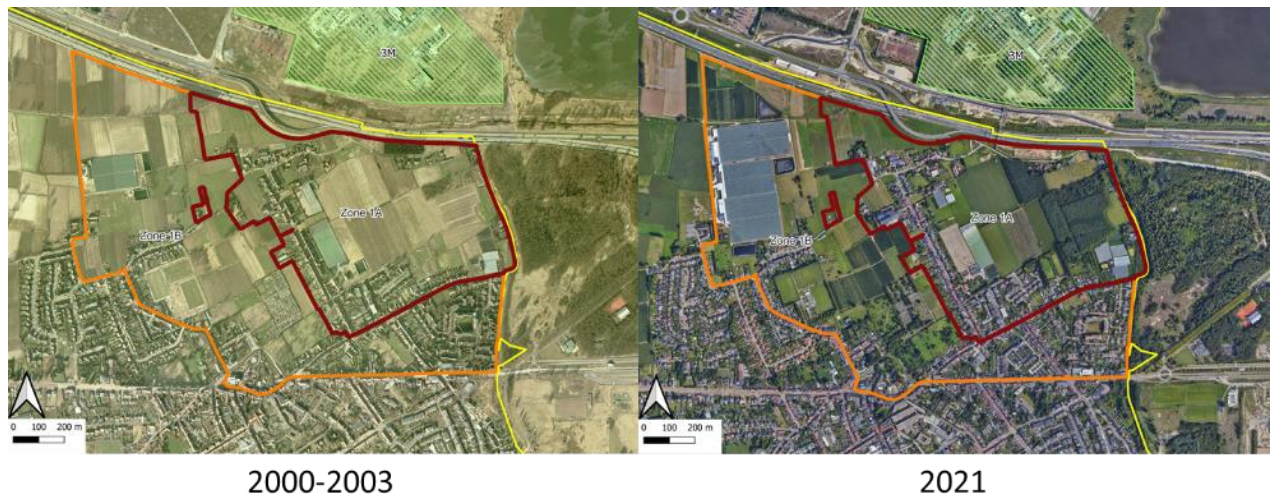
**Illustratie 2-6 Luchtfoto zone 1A-1B 1979-1990 en 2000-2003**



- Ten zuiden van de Polderstraat zijn er enkele woningen bijgekomen. De driehoek tussen de N70-Polderstraat-Suikerdijkstraat is nog niet verder ontwikkeld.

### 3. 2000-2003

#### Illustratie 2-7 Luchtfoto zone 1A-1B 2000-2003 en 2005-2007



- Vanaf 2005 is gestart met de ontwikkeling van de driehoek tussen de N70-Polderstraat-Suikerdijkstraat.

Foto's die tijdens een terreinbezoek ter plaatse in de woonwijk zijn genomen om een algemeen overzicht te geven van de woonwijk binnen het projectgebied, zijn terug te vinden in [Bijlage 8](#).

Zoals reeds eerder vermeld zijn er in de zuidwestelijke richting geen noemenswaardige bijkomende obstakels voor eventuele atmosferische depositie naast de aanwezige bewoning en de aanwezige tuinbouwserres. Het is wel belangrijk op te merken dat de serreconstructie ter hoogte van de Blauwe Hoeve zijn volledige huidige 'footprint' heeft gekregen na 2000-2003, de periode waarin 3M de productie van PFOS in Zwijndrecht heeft stopgezet.

#### 2.1.1.3 Beschrijving van de landbouwgebieden binnen het projectgebied

In de landbouwgebieden is het terrein meestal gebruikt als weiland of voor de teelt van maïs, klover, aardappelen en graan. De weiden worden voornamelijk gebruikt voor het grazen van koeien voor melkproductie voor verkoop. Het overgrote deel van deze landbouwgebieden bevindt zich in zone 2.

Daarnaast zijn er ook omvangrijke boomgaarden voor het kweken van hardfruit (appels en peren) aanwezig, deze bevinden zich voornamelijk in zone 1B, en dus dicht bij de 3M-site.

Bijkomend is er een serrecomplex met aanzienlijke afmetingen voor het kweken van tomaten op substraat, dewelke gelegen is aan de Blauwe Hoevestraat in zone 1B. Ter hoogte van zone 2 bevinden zich ook enkele bijkomende serrecomplexen, onder andere langsheen de Hennenneststraat, de Varenstraat, de Kalishoekstraat, de Grote Baan en de Patrijzenstraat op grondgebied Beveren Deze zijn qua omvang echter beduidend kleiner zijn dan de Blauwe Hoeve serrecomplex gelegen in zone 1B.

Zoals in het eerste gefaseerd BBO is vermeld is het serrecomplex in 1B pas sinds begin 2000 aanwezig. Op de historische luchtfoto's beschikbaar op Geopunt, zijn de serres ter hoogte van de Grote Baan, de Patrijzenstraat en de Kalishoekstraat, samen met een deel van de serres aan de Hennenneststraat zichtbaar vanaf 1979-1990. Het resterende deel van de huidige serres aan de Hennenneststraat en het eerste deel van de serres aan de Varenstraat zijn pas zichtbaar op luchtfoto's vanaf 2000 – 2003. Op de luchtfoto van 2021 is de serre aan de Hennenneststraat niet meer aanwezig.

Foto's die tijdens een terreinbezoek ter plaatse in landbouwgebied zijn genomen om een algemeen overzicht van het landbouwgebied te geven, zijn terug te vinden in [Bijlage 8](#).

## 2.2 Beschrijving van andere potentiële bronnen buiten het terrein

In een studie<sup>7</sup> naar het voorkomen van PFAS in Vlaanderen, is vastgesteld dat er voor bepaalde activiteiten een grotere kans bestaat dat PFAS is vrijgekomen in het leefmilieu. PFAS zijn geproduceerd, verwerkt en gebruikt op diverse locaties.

OVAM heeft informatie verzameld over locaties waar PFAS is gebruikt. In totaal zijn er momenteel 789 locaties geïdentificeerd waar blusschuim is gebruikt, hetzij op oefenlocaties, hetzij op locaties van branden, waarvoor een eerste bodem- en grondwateronderzoek vereist is. Daarnaast zijn industriële locaties geïdentificeerd waar mogelijk PFAS is gebruikt op basis van de evaluatie van vergunningen, wat resulteert in meer dan 4.000 locaties met een potentieel risico voor een verontreiniging met PFAS in bodem of grondwater<sup>8</sup>.

Gezien het ruime gebruik van PFAS-houdende materialen in zowel productieprocessen als tijdens brandoefeningen en bij het bestrijden van brandincidenten, kan de aanwezigheid van andere externe PFAS-bronnen in de omgeving van het 3M-terrein (en de ruimere Antwerpse havenregio) niet worden uitgesloten.

Bovendien kunnen PFAS door hun aanwezigheid in afvalwater ook in het milieu terecht komen via uitwisseling tussen oppervlaktewater en grondwater, en via het uitloggen van verontreinigd sediment dat in het verleden op de nabijgelegen oevers van oppervlaktewaters terecht kwam bij ruimingswerken.

### 2.2.1 Gebruik van blusschuim

PFAS-verbindingen kunnen worden aangetroffen in blusschuim. Vandaag de dag hebben veel brandweerkorpsen nog steeds blusschuim in voorraad waarin PFAS-verbindingen aanwezig zijn, die kunnen bestaan uit C4, C6, C8 PFAS, andere ketenlengtes en telomeren.

Daarom kunnen branden die met dergelijke schuimen worden bestreden een (lokale) PFAS-bron zijn voor verontreiniging in de bodem en/of het grondwater<sup>9</sup>.

Op basis van een beperkte internetzoektocht op nieuwswebsites zijn er op de volgende plaatsen teruggevonden waar branden zijn geweest. Op deze plaatsen is de aanwezigheid van PFAS aangetoond op basis van analyses van grondmonsters, wat verder toegelicht zal worden in het gefaseerde BBO voor het projectgebied Linkeroever (in afwerking):

- Op 14 februari 2000 heeft een grote brand gewoed op het terrein van Sanyo & Universal Shipping aan de Katwilgweg 4, 2050 Antwerpen, ten zuidoosten van het 3M-terrein; en
- In de Ernest Claesstraat, Linkeroever, is een grote brand geweest in de voormalige "Vliegtuigschool";
- In 2000 is er een brand geweest in kerk aan de Gloriantlaan, die bekend staat als de kern van Sint Annastrand;
- In 2007 is er een brand geweest aan de Thonetlaan ter hoogte van de jachthaven van Linkeroever uitgebroken; en

<sup>7</sup> Onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in grondwater, bodem en waterbodem ter hoogte van risicoactiviteiten in Vlaanderen, OVAM, 2018

<sup>8</sup> Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>

<sup>9</sup> Meer informatie over de resultaten van de onderzochte brandbestrijdingsgebieden is te vinden op de website <https://www.vlaanderen.be/>



Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- In 2003 heeft er een brand gewoed in een loods waar een jacht werd hersteld aan de Beatrijslaan.

Op verzoek van ERM heeft de brandweerpost van het Waasland (gevestigd in Melsele) een lijst verstrekt van branden waarbij PFAS-houdend blusschuim is gebruikt. Deze locaties zijn aangegeven op de kaart in [Figuur 3](#).

Helaas is in dit stadium van het BBO dergelijke gedetailleerde informatie niet ontvangen van de brandweerkorpsen van Linkeroever en Antwerpen, en dit specifiek voor de gebieden Zwijndrecht en Linkeroever.

Een beperkte internet zoektocht stelde ERM in staat enkele recente branden te lokaliseren in Zwijndrecht waar al dan niet PFAS houdend blusschuim is gebruikt. De locaties zijn aangegeven op de kaart in [Figuur 3](#), en zijn hieronder opgelijst.

- Op 14 november 2013 vond er een brand plaats in het lokaal van de Hells Angels op de Krijgsbaan in Zwijndrecht;
- Op 18 maart 2015 heeft er een brand gewoed in de Statiestraat door een haag die vuur vatte;
- Op 17 maart 2018 vond er een woningbrand plaats in de Molenstraat 192 te Zwijndrecht;
- Op 20 april 2018 vond er bij Katoen Natie (Keetberglaan te Zwijndrecht) een onderhoud aan de brandmeldinstallatie plaats die ervoor zorgde dat deze vermoedelijk accidenteel is afgegaan. Hierop is de automatische schuimblusinstallatie in werking getreden, waarbij het magazijn werd opgevuld met licht schuim. Doch omwille van openstaande poorten is een beduidend deel van het buitenterrein onder een dikke laag schuim te komen liggen<sup>10</sup>;
- Op 23 augustus 2018 is een caravan uitgebrand op de E17 ter hoogte van afrit Zwijndrecht;
- Op 22 maart 2021 vond er een woningbrand plaats in de Pastoor Coplaan 20 te Zwijndrecht;
- Op 14 april 2021 vond er een tuinhuisbrand plaats in de Lindenstraat te Zwijndrecht;
- Op 19 juli 2021 heeft er een grote brand gewoed in een loods aan de Antwerpsesteenweg in Zwijndrecht; en
- Op 13 november 2022 vond er autobrand plaats nabij de Heilig-Kruiskerk van Zwijndrecht.

Er is momenteel geen archiefstudie (ingescande papieren kranten) uitgevoerd naar branden die enkel werden gepubliceerd in kranten en niet digitaal publiek beschikbaar zijn op het internet.

Naast branden kunnen ook brandweeroefenlocaties beschouwd worden als een potentiële bron voor een PFAS-verontreiniging wegens het gebruik van blusschuim voor opleidingsdoeleinden. Op basis van de informatie van het korps van Melsele en gegevens opgenomen in het onderzoeksrapport van de biomonitoring opgesteld op vraag van het AZG zijn de volgende opleidingsfaciliteiten aanwezig in de omgeving van de 3M-site:

- Het Industrieel Opleidings- en Trainingscentrum voor Veiligheid en Noodsituaties (ISEC) aan de Keetberglaan in Beveren (enkele kilometers ten westen van het 3M-terrein);
- Het brandweeropleidingscentrum in Melsele, gelegen Keetberglaan 7 in Beveren;
- De brandweeroefenplaats van Linkeroever, gelegen aan de Halenwijnlaan 82 te Antwerpen;
- De brandoefeninstallatie van Total, gelegen op de Recheroever aan de Scheldelaan 4; en
- De brandoefenfaciliteit van ExxonMobil, gelegen op de Recheroever aan de Scheldelaan 676.

<sup>10</sup> Leren van interventies – Case study: Schuiminjectie in magazijn gevaarlijke stoffen – manschappen verloren in het schuim. [retex\\_schuimincident - katoen\\_natie\\_dd20.04.2018.pdf \(civiele-bescherming.be\)](#)

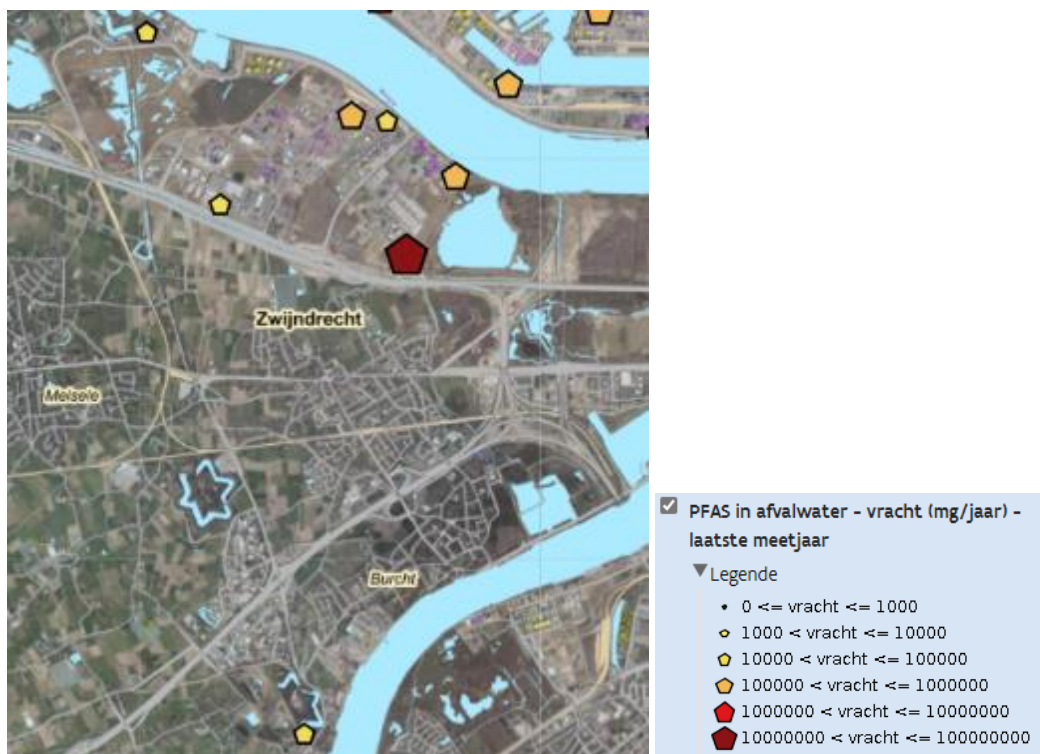
Naast de informatie van het korps van Melsele, heeft ERM ook de informatie van het korps van Antwerpen ontvangen via OVAM, met name de locatie van de brandweerkazernes en een beperkte lijst van incidenten of branden waar schuim is gebruikt voor de periode 1989 tot 2017. Nagenoeg alle locaties liggen (ver) buiten het projectgebied van onderhavig rapport op Rechteroever, en zijn daarom niet opgenomen op [Figuur 3](#).

Op basis van beschikbare informatie is er vastgesteld dat verschillende industriële bedrijven in het Antwerpse havengebied, waaronder die op Linkeroever, op hun terreinen een brandoefenzone hebben of in het verleden hebben gehad, een brandbestrijdingssysteem (sprinkler) hebben of hadden dat gebruikmaakt(e) van PFAS houdend blusschuim (waarbij mogelijk schuim is vrijgekomen door onbedoelde activering van het systeem of doordat het systeem regelmatig (en in vele gevallen verplicht) moest worden getest), of waar een belangrijk brandincident heeft plaatsgevonden waarbij het gebruik van speciaal brandblusschuim nodig was. Verder onderzoek is noodzakelijk.

## 2.2.2 Aanwezigheid van PFAS in afvalwater

In de onlangs op de DOV-website gepubliceerde PFAS-viewer zijn de volgende bedrijven in de omgeving van de 3M-site aanwezig op de Linkeroever van de Schelde geïdentificeerd met PFAS-verbindingen in hun afvalwater<sup>11</sup>. De ligging van deze bedrijven is te vinden op [Illustratie 2-8](#) hieronder.

**Illustratie 2-8 Locaties met PFAS in afvalwater - Linkeroever**



- Van Moer Cleaning & Repair, gevestigd op Vitshoekstraat 7, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 2.065,66 mg PFOS/jaar, 20.053,55 mg PFAS/jaar, in 2019);
- Ineos, gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 714.351,73 mg PFOS/jaar, 942.564,14 mg PFAS/jaar, in 2019);

<sup>11</sup> PFAS-viewer en bijbehorende informatie inzake lozing kunnen worden geraadpleegd op de webpagina [PFAS \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/pfas-viewer)

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- Exxon Mobil Petroleum & Chemical bv - Antwerp Polymer plant , gevestigd op Scheldedijk 50, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 13.018,76 mg PFAS/jaar, in 2011);
- DEME Contractors, - slibverwerkingscentrum 'Krankeloon', dichtstbijzijnde adres is Kapeldijkstraat 2X, 9120 Beveren (gerapporteerde lozing van 4.380,37 mg PFOS/jaar, 35.623,44 mg PFAS/jaar, in 2018);
- Arlanxeo Belgium, gevestigd op Canadastraat 21, 2070 Zwijndrecht (gerapporteerde lozing van 63.316,63 mg PFOS/jaar, 104.401,39 mg PFAS/jaar, in 2018); en
- De Vlaamse Waterweg, Argex Zwijndrecht, gelegen aan Burchtstraat 200, 9150 Kruibeke (gerapporteerde lozing van 0 mg PFOS/jaar, 11.353,62 mg PFAS/jaar, in 2015).

Voor de volledigheid, de gepubliceerde PFOS-lozing van de 3M-locatie op dezelfde website bedroeg 1.013.783,39 mg/jaar in 2021.

Het is belangrijk op te merken dat de aanwezigheid van PFAS in het afvalwater niet direct wil zeggen dat het bedrijf in kwestie ook aan de oorsprong ligt van deze detectie. Verder onderzoek is toch noodzakelijk om dit uit te klaren.

### 2.2.3 Stortplaatsen

Behalve de locaties waar PFAS-verbindingen zijn geproduceerd of worden toegepast, kunnen ook stortplaatsen als een potentiële risicolocatie aanzien worden. Stortplaatsen kunnen een bron zijn van PFAS bij het vergaan van PFAS-houdende afvalmaterialen zoals tapijten, meubels, kleding, impregneermiddelen, bouwpuin, hout, etc.

Een inventarisatie van de reeds gekende stortplaatsen in Zwijndrecht is terug te vinden via het Geoloket van OVAM<sup>12</sup>. De stortplaatsen zijn aangegeven op de kaart in [Figuur 3](#).

### 2.2.4 Droogkuisen

Droogkuisactiviteiten zijn ook een mogelijke bron van PFAS door de behandeling van textiel (waterdicht/vetafstotend maken van gewassen kledij). Om deze reden zijn alle nog actieve gekende droogkuisen in de nabijheid van het 3M-terrein in kaart gebracht. Deze droogkuisen zijn aangegeven op de kaart in [Figuur 3](#).

- Zelfwasserij De Zonnebloem bvba (Verbrandendijk 17, Zwijndrecht)
- Wassalon De Zonnebloem (Laarstraat 2, Zwijndrecht)
- Droogkuis Ooms (Dorp West 70, Zwijndrecht)

### 2.2.5 Ruimen verontreinigd slib

In opdracht van de OVAM zijn er sedimentstalen genomen van de Karperreed, een gracht die parallel loopt met de Keetberglaan, ten noorden van de E34 langsheen de bedrijfsterreinen. In deze sedimentstalen zijn PFOS-concentraties gemeten die variëren tussen de 3,3 & 79,3 µg/kg ds. Aangezien deze stalen geen 'aflopend' patroon vertonen met toenemende afstand van de 3M site, is de oorzaak van deze PFOS-verontreiniging niet éénduidig te achterhalen. Wel valt op dat ter hoogte van Ispec, plots opnieuw hogere PFOS-concentraties zijn gemeten, in vergelijking met stalen die ten oosten en ten westen van deze site zijn gemeten.

In een artikel in de Gazet van Antwerpen van 28 februari 2012<sup>13</sup> is melding gemaakt dat vervuild slib van de Palingbeek op de oever in het natuurreservaat Blokkesdijk werd gelegd. Een soortgelijke ruiming van andere waterlopen in het onderzoeksgebied (waaronder de Rotbeek, Laarbeek, de

<sup>12</sup> [Kaart stortplaatsen in Vlaanderen](#)

<sup>13</sup> [Vervuild slib op oever Palingbeek in Zwijndrecht \(Zwijndrecht\) | Gazet van Antwerpen \(gva.be\)](#)

Vlietbosbeek, ...), kan niet uitgesloten worden. ERM heeft contact opgenomen met de beheerder van de belangrijkste waterlopen om na te gaan of er in het verleden verontreinigd slib werd geplaatst op de oeverbanken, het geruimd slib eventueel werd toegepast als bodemverbeteraar en wat de actuele procedures zijn die worden toegepast bij toekomstige ruimingswerken. Deze informatie zal verwerkt worden in het volgende onderzoeksverslag.

### **2.2.6 Land- en tuinbouw**

Op basis van beschikbare informatie en publicaties is het niet uit te sluiten dat door land- en tuinbouwactiviteiten er PFAS in het milieu terecht komen. PFAS worden toegepast in formuleringen pesticiden en beschermingsmiddelen, en kunnen ook aanwezig zijn in bodemverbeteraars, slib en mest (van dierlijke en menselijke oorsprong), irrigatie/drenkwater die worden gebruikt bij het uitvoeren van de activiteiten.

Recentelijk is aan het licht gekomen dat ook in toiletpapier PFAS (vnl. 6:2 diPAP) worden teruggevonden.

### **2.2.7 Andere mogelijke PFAS-bronnen**

PFAS-toepassingen zijn ook terug te vinden in de grafische industrie, garages met carrosserie activiteiten, car- & truck wash installaties, en bedrijven waar oppervlaktebehandeling van metalen plaatsvindt of heeft plaatsgevonden (voornamelijk chromeringsactiviteiten). ERM heeft in het kader van voorliggend onderzoek nog geen gedetailleerde inventarisatie gemaakt van het bestaan van dergelijke mogelijke risico-activiteiten binnen het projectgebied. Een dergelijke inventarisatie is wel voorzien in het kader van de volgende fase van het beschrijvend bodemonderzoek.

Daarnaast kan ook grondverzet zorgen voor de verspreiding van PFAS houdende gronden.

### **2.2.8 Bij OVAM bekende dossiers**

Binnen het projectgebied zijn meerdere locaties bekend waar bodemonderzoeken hebben aangetoond dat PFAS aanwezig is in grond en grondwater door activiteiten op die locatie die volledig losstaan van 3M Belgium. Deze onderzoeken zijn bij de OVAM bekend, de gegevens ervan zijn mee verwerkt in onderhavig onderzoek. Het gaat meer bepaald om het 'Fort Brosius' in Burcht, het perceel op de Antwerpsesteenweg 81 te Zwijndrecht, de tuin van de voormalige directeurswoning van Sidal te Zwijndrecht, en het terrein van Lidl Zwijndrecht.

#### **2.2.8.1 Fort Brosius**

Fort Brosius betreft een militair domein. In kader van een verkennend bodemonderzoek PFAS zijn er op 5 locaties bodem en grondwatermonsters genomen. De maximale gemeten PFOS-concentratie in de bodem bedraagt 14 µg/kg ds, de maximale gemeten PFOS concentratie in grondwater bedraagt 1540 ng/l. PFOA werd ook aangetroffen in de bodemstalen (max. concentratie 1,8 µg/kg ds) Er werd naast PFOS in het grondwater ook PFBS, PFBA, PFHxA, PFPeA, PFPeS. In peilbuis PM5-1-1, de som PFAS in deze peilbuis is hoger dan 3.000 ng/l.

Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een historische verontreiniging gezien de ouderdom van de vestiging op de onderzoek locatie en omdat aangenomen wordt dat de verontreiniging veroorzaakt is door het uitoefenen van blusoefeningen en de militaire activiteiten op de locatie met PFAS-houdende middelen, ten tijde van 1970-1985.

Het is belangrijk te vermelden dat zowel de Rotbeek als de Laarbeek in de omgeving van Fort Brosius ontspringen.

### 2.2.8.2 Voormalige directeurswoning van Sidal (terrein Neusenbergh z/n te 2070 Zwijndrecht)

Ter aanleiding van de inventarisatie van mogelijke PFAS-verontreinigingen in Vlaanderen is in opdracht van OVAM in de tuin die hoort bij de vroegere directeurswoning van de industriële Sidal site een verkennend bodemonderzoek PFAS uitgevoerd door RSK.

Op dit perceel is een beschrijvend bodemonderzoek lopende, in opdracht van de OVAM, voor een VOCI verontreiniging in het grondwater (D-95224).

Gezien de onderzoekslocatie zich in de gemeente Zwijndrecht bevindt, is door de OVAM gevraagd 2 bodemonmonsters en 1 grondwatermonster te laten analyseren op PFAS. De maximale gemeten concentratie in grond bedraagt 6 µg/kg DS (PFOS). De maximale gemeten concentratie in grondwater bedraagt 700 ng/l (perfluorbutaan-*z*uur (PFBA)).

Op het naastliggende terrein, perceel 500H3, werd in het verleden een aluminiumfabriek geëxploiteerd (periode 1933-1993). Het is niet geweten of er daarbij PFAS-houdende stoffen werden aangewend in het galvanisatieproces. Bij galvanisatie werd PFAS vooral gebruikt bij het verchromen van metalen, en in de verschillende milieuvergunningen van de voormalige aluminiumfabriek is er geen directe vermelding naar de aanwezigheid van chroombaden. RSK geeft aan dat de kans op gebruik van PFAS niet uitgesloten kan worden.

RSK besluit dat de bron van de PFAS-verontreinigingen op heden nog niet is gekend, waardoor deze zowel nieuw als historisch van aard kunnen zijn.

### 2.2.8.3 Lidl Zwijndrecht

Naar aanleiding van de stopzetting van de risicoactiviteiten (Voormalig tankstation) op perceel 972D (Burchtsestraat 14 te Zwijndrecht) is een OBO uitgevoerd. Op twee plaatsen zijn oppervlakkige bodemonmonsters genomen en in twee ondiepe peilbuizen zijn grondwatermonsters genomen.

De maximale gemeten PFOS-concentratie in grond is 14 µg/kg ds. De maximale gemeten concentratie in grondwater bedraagt 1.800 ng/l (PFOS), terwijl de som PFAS (totaal) 3164 ng/l bedraagt.

Deze verhoogde concentraties worden beschouwd door de bodemsaneringsdeskundige ABO als een gemengd overwegend historische verontreiniging (74% historisch) omdat de bodemsaneringsdeskundige verklaart dat de verontreinigingen veroorzaakt zijn door de activiteiten van 3M.

ERM merkt op dat de Laarbeek in het verleden werd gedempt op het perceel en dat de loop van deze beek werd verplaatst naar het zuiden, aanpalend aan het terrein in kwestie. Het grondwater resultaat (op de figuur in het rapport verkeerdelijk uitgedrukt in µg/l) voor PBS5-1-1 toont dat naast PFOS (1.800 ng/l) er ook PFPeA, PFHxA, PFOA, PFHxS, PFBA en PFBA met een concentratie ≥ 100 ng/l. De 2<sup>de</sup> peilbuis die op dit kleine perceel werd geanalyseerd PBS1-1-1 heeft een veel lagere som PFAS totaal gehalte van 804 ng/l, met daarvan slechts 8 ng/l PFOS.

### 2.2.8.4 Garden Center Holding NV

Naar aanleiding van een overdracht van perceel A590z3 (Hoefijzersingel 1 te Zwijndrecht) is een OBO uitgevoerd. De voorstudie wijst uit dat er geen activiteiten hebben plaatsgevonden met beperkte of grote kans op vrijkomen van PFAS. Gezien de ligging van de onderzoekslocatie in Zwijndrecht op ca. 3,5 km ten zuidoosten van 3M is atmosferische depositie niet uitgesloten. PFAS is bijgevolg als een verdachte stof beschouwd. Op tien plaatsen zijn bodemonmonsters genomen en in twee ondiepe peilbuizen zijn grondwatermonsters genomen.

De maximale gemeten PFOS-concentratie in grond is 5,3 µg/kg ds. De maximale gemeten concentratie in grondwater is 51 ng/l (voor het fluortelomeer 6:2 FTS).

Deze verhoogde concentraties worden beschouwd als een gemengde verontreiniging omdat aangenomen wordt dat zij veroorzaakt zijn door atmosferische depositie (vermoedelijke aanvang begin de jaren '70).

Alle locaties zijn aangegeven op de kaart in [Figuur 3](#).

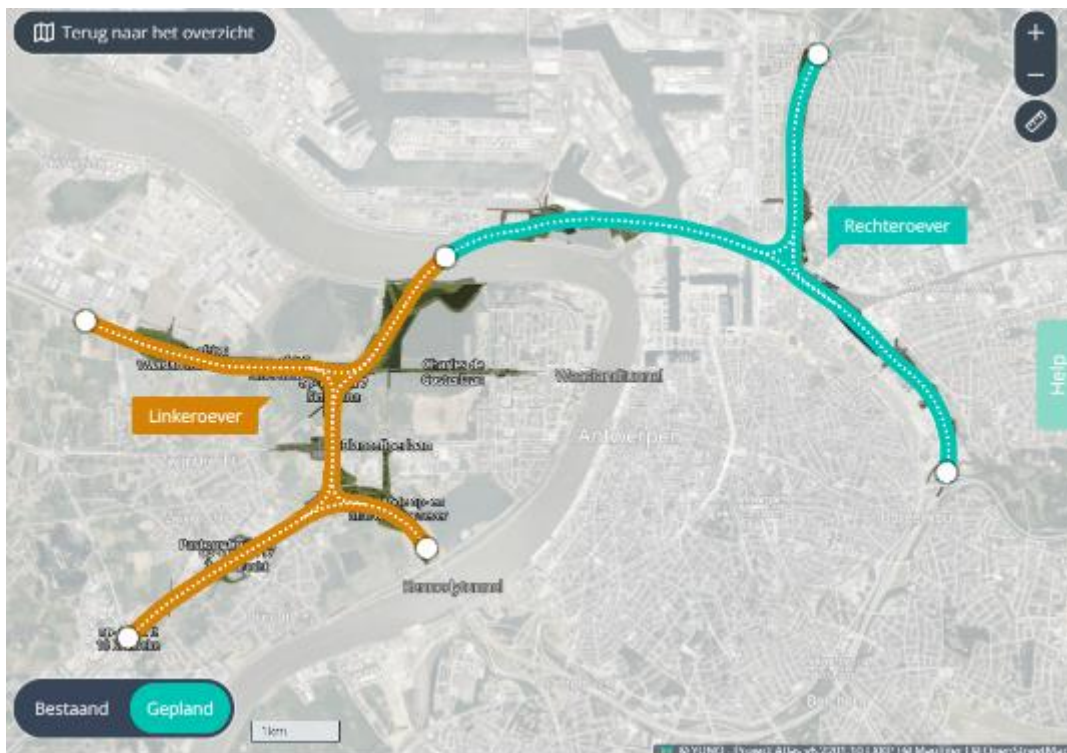
### 2.3 Bouwwerkzaamheden Oosterweel

In omgeving rond de 3M locatie zijn momenteel grote infrastructuurwerken aan de gang, genaamd project Oosterweel. Ten zuidoosten van de 3M-site wordt een knooppunt van autosnelwegen aangelegd, dat zal aansluiten op nieuwe tunnels onder de Schelde en het Albertkanaal (richting Antwerpse Ring). Deze werken omvatten grootschalige grondwerken en bijhorende bemalingen, met name voor de bouw van de nieuwe tunnels. Deze werken zullen een aanzienlijke impact hebben op de milieucondities rond de 3M-site en de directe omgeving ervan.

Sommige waterlopen zullen worden heringericht, hetgeen ook gevolgen zal hebben voor de hydrogeologische situatie in dit gebied.

Op basis van de huidige planning, ervan uitgaande dat er geen vertragingen optreden, wordt verwacht dat het grootste deel van deze bouwwerkzaamheden tegen eind 2025 voltooid zal zijn. De werfzone van de Oosterweelwerken is aangegeven op [Illustratie 2-9](#), zoals weergegeven op de website van Project Atlas, met details over de Oosterweelwerken<sup>14</sup>.

**Illustratie 2-9** Gebied van Oosterweel werken



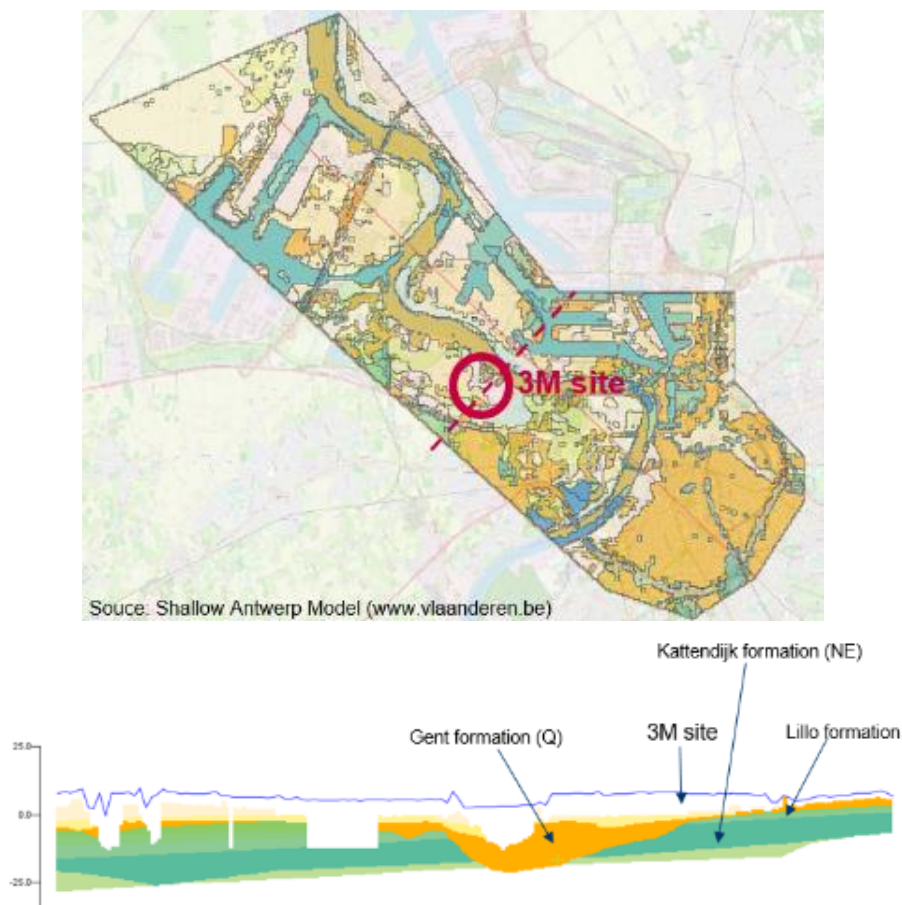
<sup>14</sup> De figuur is te vinden via deze website: [Project Atlas | Oosterweelverbinding](#)

## 2.4 Geologische en hydrogeologische gegevens

### 2.4.1 Geologische opbouw

De hydrogeologische opbouw van de onderzoekslocatie is beschreven op basis van gegevens uit de Databank Ondergrond Vlaanderen (dov.vlaanderen.be) en uit vroegere bodemonderzoeken. De verschillende lagen zijn samengevat in Tabel 2-1 en voorgesteld op de kaart hieronder (Illustratie 2-10). Enkele lagen (bv. de formatie van Kattendijk) zijn niet over het gehele projectgebied aanwezig. Daarom zijn de dieptes in Tabel 2-1 per definitie bij benadering en bovendien variëren ze naargelang de locatie. Aangezien de Polderklei alleen aanwezig is nabij de Schelde, is deze kleilaag niet aanwezig binnen het projectgebied van het huidige gefaseerde BBO.

#### Illustratie 2-10 Plaatselijke hydrogeologische structuur



**Tabel 2-1 Hydrogeologische schematische voorstelling**

Geschatte diepte (m-mv)	Textuur	Heterogeniteit en gelaagdheid	Stratigrafie	Doorlaatbaarheid (m/s)*
0-10	Fijn zand-leisteen	Grof zand van getijdengeulen, fijn waddenzand en vlakke klei t.g.v. de getijden, alsmede eolische afzettingen	Formatie van Vlaanderen (Boven Kwartair)	$1.0 \cdot 10^{-5}$ - $1.7 \cdot 10^{-5}$
10-13	Zand	Bestaat voornamelijk uit eolisch dekzand	Formatie van Gent (Pleistoceen)	$9.8 \cdot 10^{-5}$ - $1.3 \cdot 10^{-4}$
13-15	Zand	Kleiige bijmenging in het onderste gedeelte en met verschillende, duidelijke schelpenlagen.	Formatie van Lillo (Pliocene)	$5.8 \cdot 10^{-5}$ - $2.1 \cdot 10^{-4}$
15-22	Zand	Donkergrijs tot groengrijs, fijn tot matig fijn, glauconiethoudend zand, zwak kleiig	Formatie van Kattendijk (Pliocene)	$4.6 \cdot 10^{-5}$ - $2.3 \cdot 10^{-4}$
22-80	Klei	De Boomse klei is een grijze lemige klei of kleiige leem met constante chemische en mineralogische eigenschappen. Deze klei is rijk aan pyriet en bevat glauconiet in de meest siltige horizonten	Formatie van Boom (Oligocene)	$1.0 \cdot 10^{-10}$

*Stratigrafische naam zoals gebruikt in de databank ondergrond Vlaanderen\**  
: Bron: SCK-CEN. Hydrogeologie van Noordoost-België. December 2013



### 2.4.2 Grondwaterstand

Het freatische grondwater in het projectgebied varieert tussen 1,06 en 4,18 m onder het maaiveld, op basis van de grondwaterstanden die zijn verzameld tijdens de bemonstering in mei en juni/juli 2022 en zijn weergegeven in [Tabel 5-1](#).

### 2.4.3 Grondwaterstromingsrichting

In het BBO van 2006 beschreef Arcadis dat de algemene grondwaterstroming in de Kwartaire afzettingen ten zuiden van de Palingbeek, dus binnen het projectgebied van onderhavig BBO, naar het noorden is, in de richting van de Palingbeek. In het kader van dit gefaseerd BBO is de grondwaterstroming niet bepaald door het inmeten van de grondwaterstand in de nieuw geplaatste peilbuizen ten opzichte van een vast referentiepunt. Dit zal gebeuren in de volgende onderzoeksfase.

In het MER-deelrapport voor bodem en grondwater, opgesteld door Antea voor de Oosterweelwerken op Linkeroever in opdracht van BAM<sup>15</sup>, is het projectgebied van het huidige gefaseerd BBO opgenomen in het grondwatermodel. In dit document wordt gesteld dat de grondwaterstroming sterk wordt beïnvloed door Blokkersdijk en de oppervlaktewaters die binnen het gemodelleerde gebied aanwezig zijn. Het gebied nabij de E34 wordt beïnvloed door de nabijgelegen oppervlaktewaters Palingbeek en Karperreed, daarom stroomt het grondwater in het gebied ten zuiden van de E34 naar het noorden. Bovendien wordt het gebied tussen de R1, E17 en E34 beïnvloed door de afwatering van de oppervlaktewaters in dat gebied, zoals de Vlietbosbeek, Laarbeek, en het oppervlaktewater en de vijver in het natuurgebied Middenvijver, gelegen ten oosten van de E34, tussen de N49a en de N70.

In hetzelfde Antea-rapport staat dat de grondwaterstromingsrichting in de tweede watervoerende laag (formatie van Lillo en Berchem) wordt beïnvloed door getijdenwerking van de Schelde. Dit is gebaseerd op grondwaterstandgegevens die in 2002 en 2003 zijn verzameld. Bovendien is het tweede watervoerend pakket ingesloten.

In opdracht van 3M werkt ERM momenteel aan een grondwaterstromingsmodel en stoftransportmodel voor het 3M-terrein en zijn wijdere omgeving. De huidige versie van het grondwaterstromingsmodel is gekalibreerd op basis van stijghoogtes in 614 peilbuizen, waarbij een combinatie gebruikt is van publiek beschikbare gegevens en metingen gedaan door ERM tot op heden.

Dit grondwaterstromingsmodel toont aan dat binnen het projectgebied de stroming van het grondwater een radiaal patroon vertoont. In het westelijke deel van het projectgebied stroomt het grondwater voornamelijk naar het noordwesten en noorden, in de richting van de Karperreed. In het oostelijke deel van het projectgebied daarentegen stroomt het grondwater voornamelijk naar het oosten, in de richting van de Vlietbosbeek.

Momenteel is bijkomend veldwerk lopend (en gepland) voor verdere afperking en karakterisering, alsook om de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater beter te begrijpen. Op basis daarvan zal het grondwaterstromingsmodel worden verfijnd en zal het stoftransportmodel verder worden geoptimaliseerd.

De actuele stand van zaken werd toegelicht aan het Beheerscomité van het Saneringsverbond op 13 maart 2023.

### 2.4.4 Grondwaterwinnings, waterwingebieden en beschermingszones

In het projectgebied en in een straal van 500 m rondom het projectgebied zijn verschillende (huidige en voormalige) vergunde grondwateronttrekkingsputten gekend. Een schermafbeelding met paarse

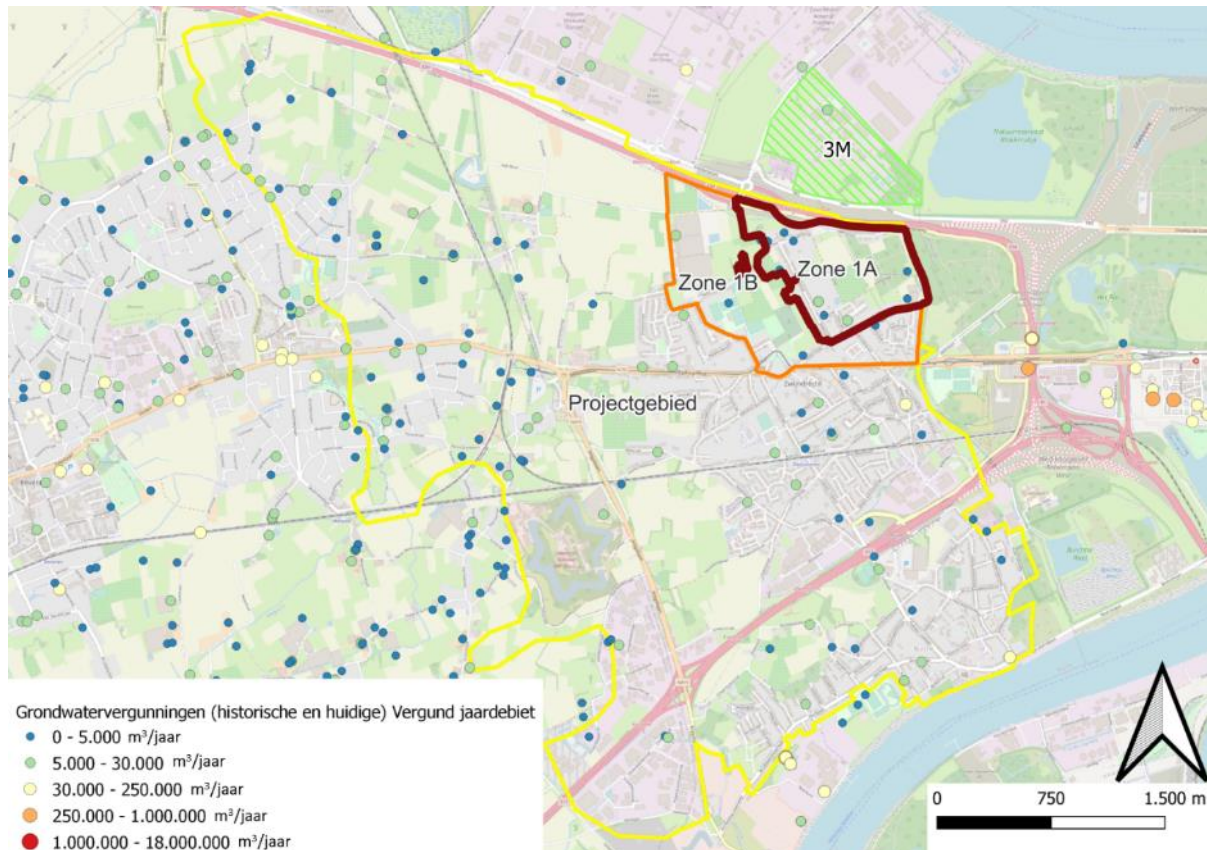
<sup>15</sup> ProjectMER Infrastructuurwerken Linkeroever, deelrapport Discipline Bodem en Grondwater, 3 juni 2016 opgesteld door Antea in opdracht van BAM

onttrekkingsputten (zowel huidige als voormalige putten) zoals aanwezig op de DOV-website is gevisualiseerd in [Illustratie 2-11](#).

De meest voorkomende onttrekkingsdiepte situeert zich tussen 5 en 20 m-mv. Enkele onttrekkingen gaan echter dieper tot op de Boomse klei.

Een uitdraai van de vergunde extracties is opgenomen in [Bijlage 2](#). Kortstondige grondwateronttrekkingen komen soms voor als gevolg van bouwwerkzaamheden (woningbouw, installatie of reparatie van riolering, aanleg van wegenis, ...) binnen het ganse projectgebied.

### Illustratie 2-11 Onttrekkingsputten in/rond het projectgebied



Gebaseerd op informatie verzameld tijdens de bemonsteringscampagne, en gedocumenteerd in het rapport van de biomonitoring, uitgevoerd door AZG in 2021, wordt het grondwater in het projectgebied hoofdzakelijk gebruikt voor irrigatie van (moes)tuinen, voor het schoonmaken (auto's, bestrating, ...), het vullen van het zwembad, en voor eigen consumptie (drinken, koken).

Volgens de website van de DOV zijn er in een straal van 2 km rond het projectgebied geen drinkwaterwingebieden of bijbehorende beschermingszones. Het dichtstbijzijnde winningsgebied ligt op 14 km afstand, in Kapellen aan de noordoostkant van de stad Antwerpen, aan de andere kant van de Schelde (rechteroever).

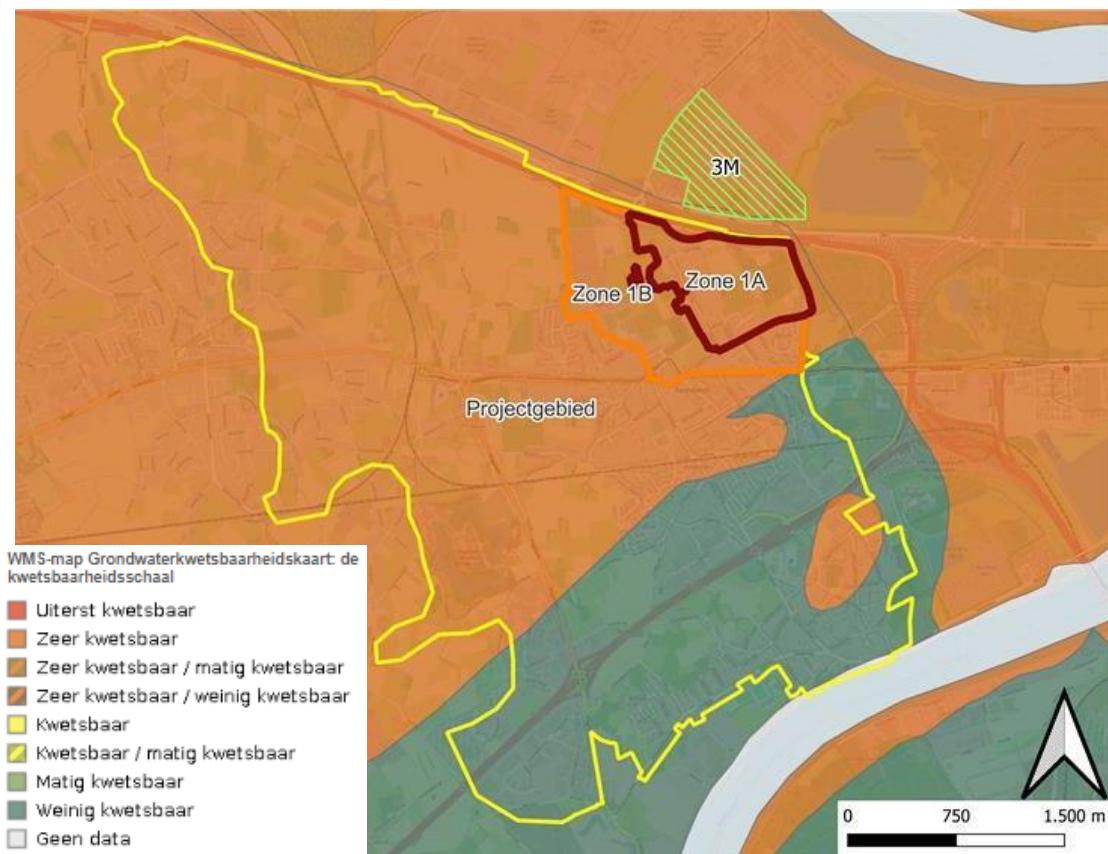
#### 2.4.5 Grondwaterkwetsbaarheid

Volgens Geopunt ligt het projectgebied grotendeels in een gebied met zeer kwetsbaar grondwater, categorie Ca1 (bruin gebied op onderstaande illustratie), waarbij een zandige toplaag niet wordt afgedekt door een afsluitende (slecht doorlatende) laag, de onverzadigde zone die zich binnen 10 m vanaf het oppervlak bevindt, en het grondwater zandig/verzilt is. De kwetsbaarheid zoals terug te

vinden in Geopunt staat weergegeven in [Illustratie 2-12](#). Het gebied in het grijsgroen heeft een lage kwetsbaarheid (code Dc).

Op basis van de veldmetingen tijdens de grondwaterbemonstering is geen zoutwater intrusie waargenomen, de gemeten conductiviteit varieert tussen 283 – 2.129  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , zoals weergegeven in [Tabel 5-1](#). In het bovengenoemde MER-deelrapport kan ook worden vastgesteld dat het projectgebied van het huidige BBO buiten het gebied met zoutwaterintrusie ligt.

### Illustratie 2-12 Kwetsbaarheid van het grondwater (Geopunt)



#### 2.4.6 Oppervlaktewater

In en rond het projectgebied zijn de volgende oppervlaktewaters aanwezig:

- De Schelde is het grootste oppervlaktewater in het gebied, zij begrenst het onderzoeksgebied in het noorden en het oosten;
- De Palingbeek, ten noorden, noordoosten van ons projectgebied, stroomt eerst oostelijk, dan noordelijk en mondt uit in de Schelde;
- De bron van de Karperreed ligt ongeveer 500 m ten westen van die van de Palingbeek, en stroomt naar het westen, waar ze overgaat in een gracht (Dijkgracht);
- Kleinere waterlopen zijn de Rotbeek (ontspringt t.h.v. Fort Brosius), Langgemet, Burchtse Scheibeek, Laarbeek, Slijkhoekbeek, Vlietbosbeek, Kleine Kerkenkauterbeek,...; en
- Blokkersdijkvijver en Middenvijver, ten noorden en noordoosten van het projectgebied.

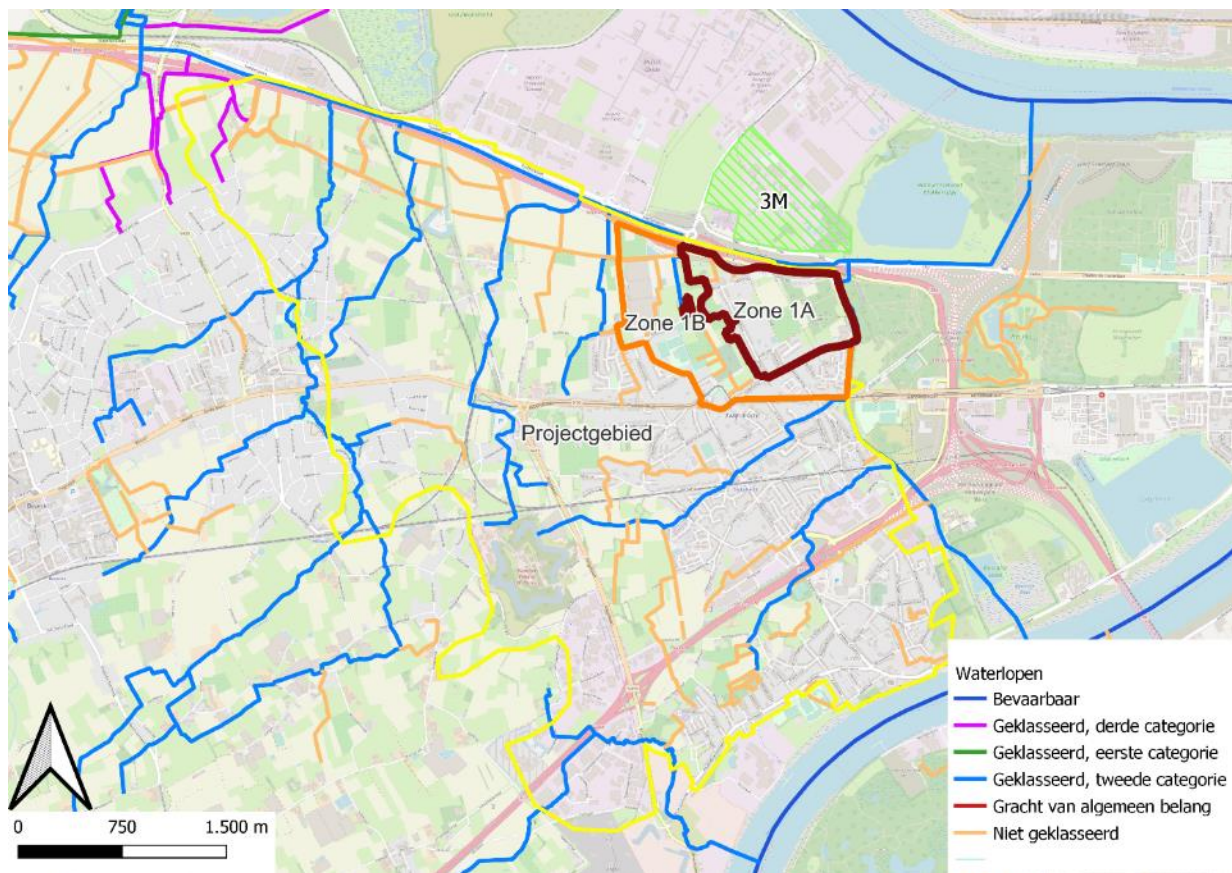
Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

De Oosterweelwerken zullen gevolgen hebben voor sommige waterlopen in het gebied. Zo zijn er plannen voor de herinrichting van de Vlietbosbeek en de Palingbeek en voor een nieuwe verbinding tussen de Karperreed en de Palingbeek, met inbegrip van een herprofilering van deze laatste.

De oppervlaktewaters zullen waarschijnlijk allemaal een drainerende werking hebben op het ondiepe grondwater, vergelijkbaar met de Middenvijver, zoals vermeld in [sectie 2.4.2](#). Anderzijds kan bij hoge oppervlaktewaterstanden niet worden uitgesloten dat het oppervlaktewater in omgekeerde richting stroomt, bijvoorbeeld van de Palingbeek naar de Vlietbosbeek.

Een kaart met de oppervlaktewaters en de bijbehorende categorie, samen met zone 1A (donkerrood), zone 1B (oranje) en het projectgebied (geel) is weergegeven op [Illustratie 2-13](#).

### Illustratie 2-13 Overzicht van de oppervlaktewaterlichamen in het projectgebied

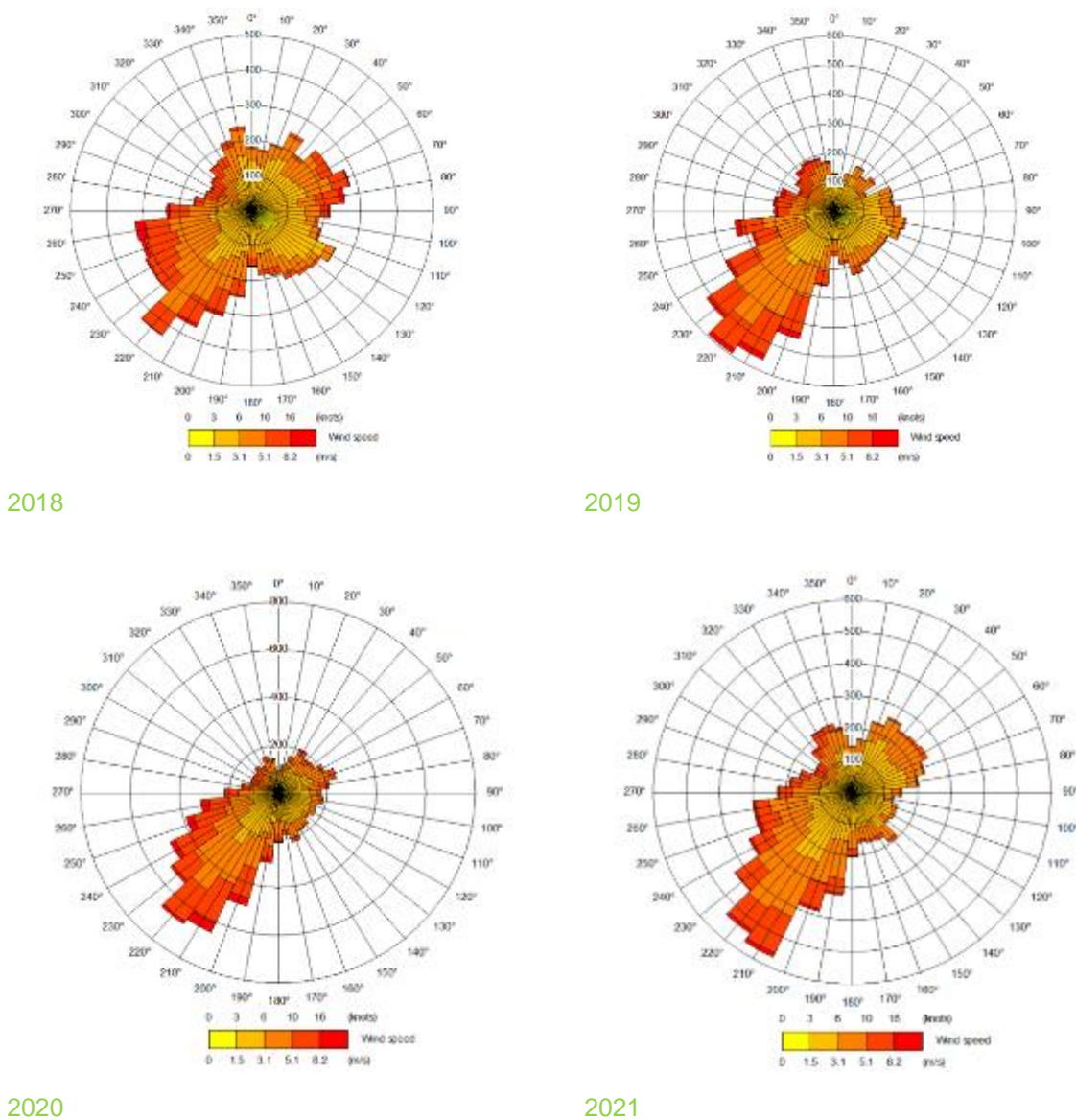


## 2.5 Atmosferische depositie

### 2.5.1 Windroos resultaten

Een analyse van de geregistreerde windpatronen in het betrokken gebied geeft aan dat de wind voornamelijk naar het noordoosten waait in de richting van het Antwerpse havengebied. Dit is duidelijk zichtbaar op de windrozen van het meetstation in Deurne voor 2018, 2019, 2020 & 2021<sup>16</sup> in [Illustratie 2-14](#). De windroos geeft de richting weer waar de wind vandaan komt, niet de richting waarheen de wind waait. Enkel in 2018 is er een meer 'diffuus' patroon aanwezig, maar voor de 3 laatste jaren wordt de dominante windrichting vanuit het zuidwesten naar het noordoosten bevestigd. De historische gegevens geven ook aan dat een wind vanuit het noordoosten naar het zuidwesten meestal de 2<sup>de</sup> meest dominante windrichting is.

**Illustratie 2-14 Windroos resultaten voor meetpunt in Deurne**

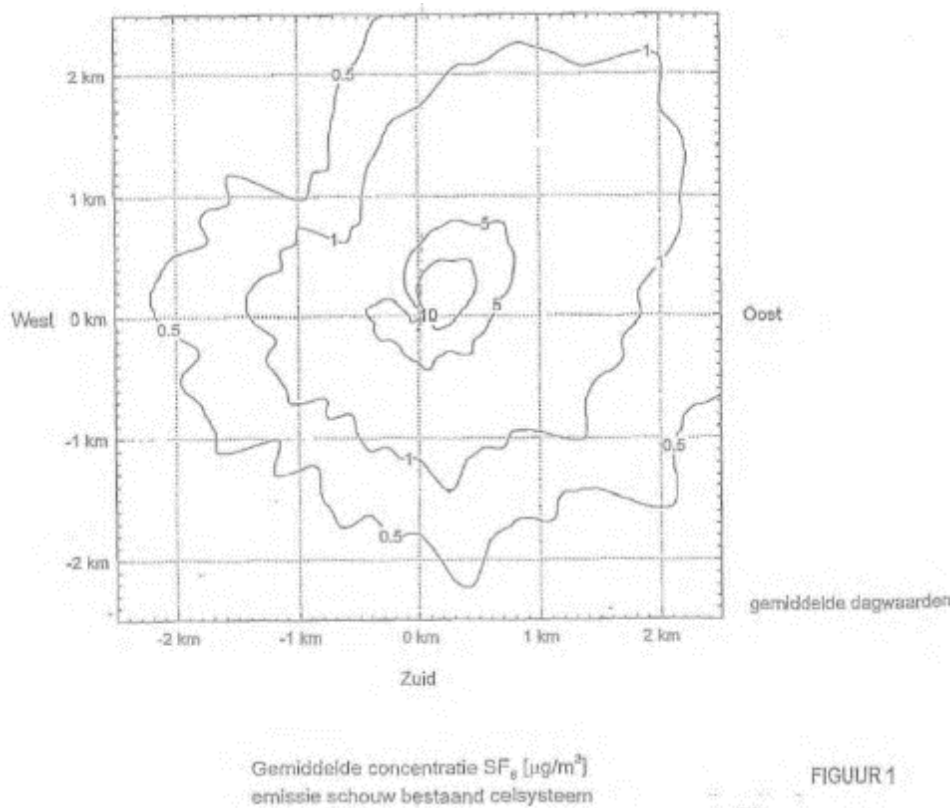


<sup>16</sup> Gegevens verkregen via [Met Data Search - ADM \(aboutair.com\)](https://aboutair.com), voor het meetstation in Deurne, bij Antwerpen. De ruwe gegevens zijn gebruikt in AERMET software om windroos te creëren.

### 2.5.2 Studie atmosferische depositie BBO 2006

In het eerste BBO dat voor de 3M site werd opgesteld (Arcadis 2006) is een evaluatie gebeurd van mogelijke atmosferische depositie van PFAS afkomstig van de 3M-site. In dat BBO-rapport wordt verwezen naar de dispersieberekeningen die Protec Engineering in 1999 heeft uitgevoerd (opgenomen in [Bijlage 4 hieronder](#)). In deze studie was een evaluatie gemaakt van de potentiële effecten van de laag kokende gassen die vrijkomen uit de schoorsteen van de PFAS-productie-eenheid op de omgeving. Uit de simulaties met het opgestelde dispersiemodel bleek dat de hoogste immissies zullen worden aangetroffen binnen een straal van 1 km van de 3M-site. Op basis van dezelfde berekeningen blijkt ook dat de immissies voor de meeste laag kokende rookgassen met een factor 10 dalen binnen een straal van 2 km van de 3M-site (zoals geïllustreerd voor de rookgasverbinding SF<sub>6</sub> in [Illustratie 2-15 hieronder](#)).

#### Illustratie 2-15 Resultaat van SF<sub>6</sub>-verspreidingsmodellering (Protec, 1999).



De bovengenoemde resultaten van het verspreidingsmodel zijn door Arcadis (2006) gebruikt om een bodemonderzoek uit te voeren om het effect van luchtdepositie op de bodem- en grondwaterkwaliteit na te gaan. Het resultaat van dat beschrijvend onderzoek is samengevat in [sectie 2.8.1](#) van dit gefaseerd BBO-rapport.

### 2.5.3 Studie atmosferische depositie VITO 2022

In opdracht van de stad Antwerpen heeft VITO een studie atmosferische depositie uitgevoerd<sup>17</sup> ([Bijlage 4](#)) op een dataset van bodemonsters die door de stad Antwerpen ter beschikking is gesteld, waaronder ook een deel van de resultaten die in het eerste gefaseerd BBO (ERM februari 2022) zijn opgenomen.

<sup>17</sup> Predictions of PFOS concentrations in soil from Antwerp, VITO, reference 2022/RMA/R/2780, van oktober 2022

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Aan VITO was gevraagd om bestaande interpolatiekaarten te verbeteren, wat VITO gedaan heeft door onder meer een atmosferisch dispersiemodel toe te passen dat gebaseerd is op de emissie resultaten van PFK (perfluorkoolwaterstoffen) die 3M gerapporteerd heeft in de periode 2004-2020, en uitgaande van een puntbron via schouw. Met het atmosferisch dispersiemodel IFDM werd een dispersiepatroon bepaald voor de PFOS-concentraties in de bovenste bodemlaag (0-20 cm).

De resultaten van deze dispersiemodellering (met inbegrip van de interpolatieoefening) worden geïllustreerd in **Illustratie 2-16**.

### Illustratie 2-16 Resultaten dispersiemodellering VITO (2022)

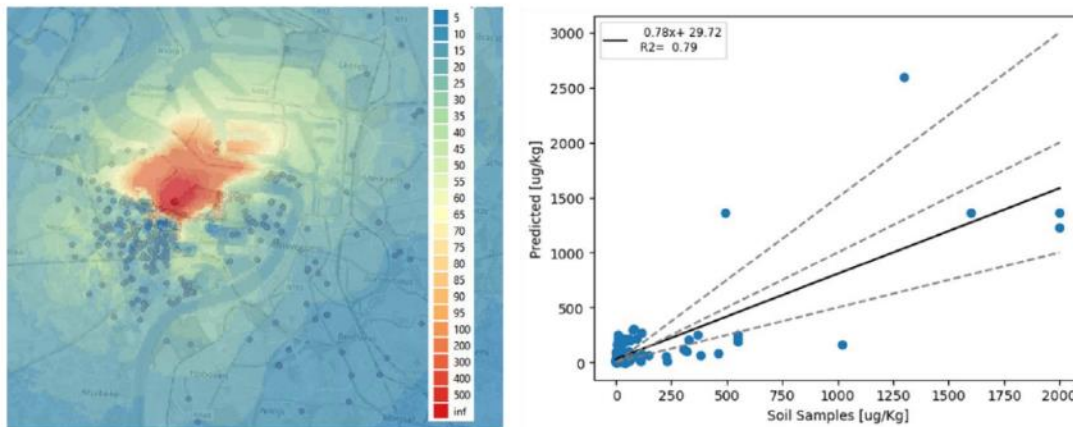


Figure 9. Left - PFOS concentration in soil after data fusion with the samples. Right - Scatter plot comparison of the samples with the modeled results

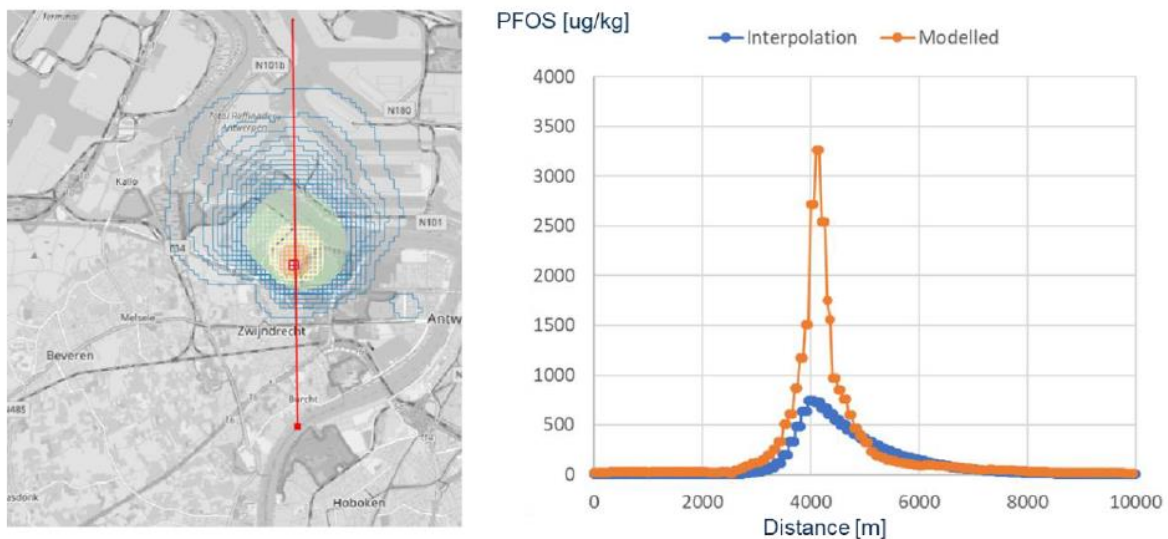


Figure 10. Concentration profiles for the 2 different approaches

Op basis van de resultaten van het door de VITO opgestelde dispersiemodel, waarbij de Kalman filter voor data fusie werd toegepast, kan men afleiden dat de mogelijke invloed via een eventuele schouwemissie zich voor PFOS (waarvan de productie is gestopt in 2000) uitstrekt tot circa 1,5 km vanuit de 3M-site in Zwijndrecht. De impact naar het noordoosten is beduidend meer prominent, de impact naar het zuiden toe is beperkter.

Hierbij dient te worden opgemerkt dat de VITO modellering gebaseerd is op de totale PFK-emissievracht die door 3M werd gerapporteerd voor de periode 2004-2020, waarvan door VITO werd aangenomen dat 70 % PFOS emissies zijn. Binnen die periode is er evenwel geen PFOS meer geproduceerd op de 3M-site, de PFKs binnen die periode zijn perfluorcomponenten van het type amine-inerten.

## 2.5.4 Emissiemetingen 3M site i.k.v. veiligheidsmaatregel

Op 29 oktober 2021 heeft het departement Omgeving afdeling Handhaving Omgevingsinspectie veiligheidsmaatregelen uitgevaardigd. Hierdoor moesten productieprocessen waar mogelijk PFAS vrijkomen in de atmosfeer stilgelegd worden totdat aangetoond kon worden dat het proces veilig kan worden geacht. Arche is door 3M aangesteld om deze productieprocessen kritisch te evalueren en de gepaste risicobeoordeling uit te voeren, door het bepalen of eventuele luchtmissies van de fabriek afdoende worden beheerst.

Arche heeft hiertoe berekeningen uitgevoerd van het iMix- het Mil- en het NOVEC 1230 proces en ook emissies via de waterzuivering werden berekend. Arche heeft gebruik gemaakt van het IMPACT-model om luchtconcentraties van PFAS op grondniveau te berekenen evenals de PFAS-depositieflux. Hiervoor zijn telkens de piekdepositiefluxen van industrie en woongebieden gebruikt om de accumulatie van procesemissies op de bovenste laag van de bodem te berekenen.

### 2.5.4.1 Relevante resultaten productieproces simulatie

In het rapport van Arche<sup>18</sup> voor het FLM24332-proces is een zone gemodelleerd waar de PFAS-componenten die bij bovenstaande productieprocessen vrijkomen kunnen neerkomen en aanrijken in de toplaag van de bodem. Het spreekt voor zich dat het gaat om componenten die bij de huidige processen vrijkomen, en niet over componenten die bij het voormalige stopgezette PFOS-productieproces vrijgekomen zijn.

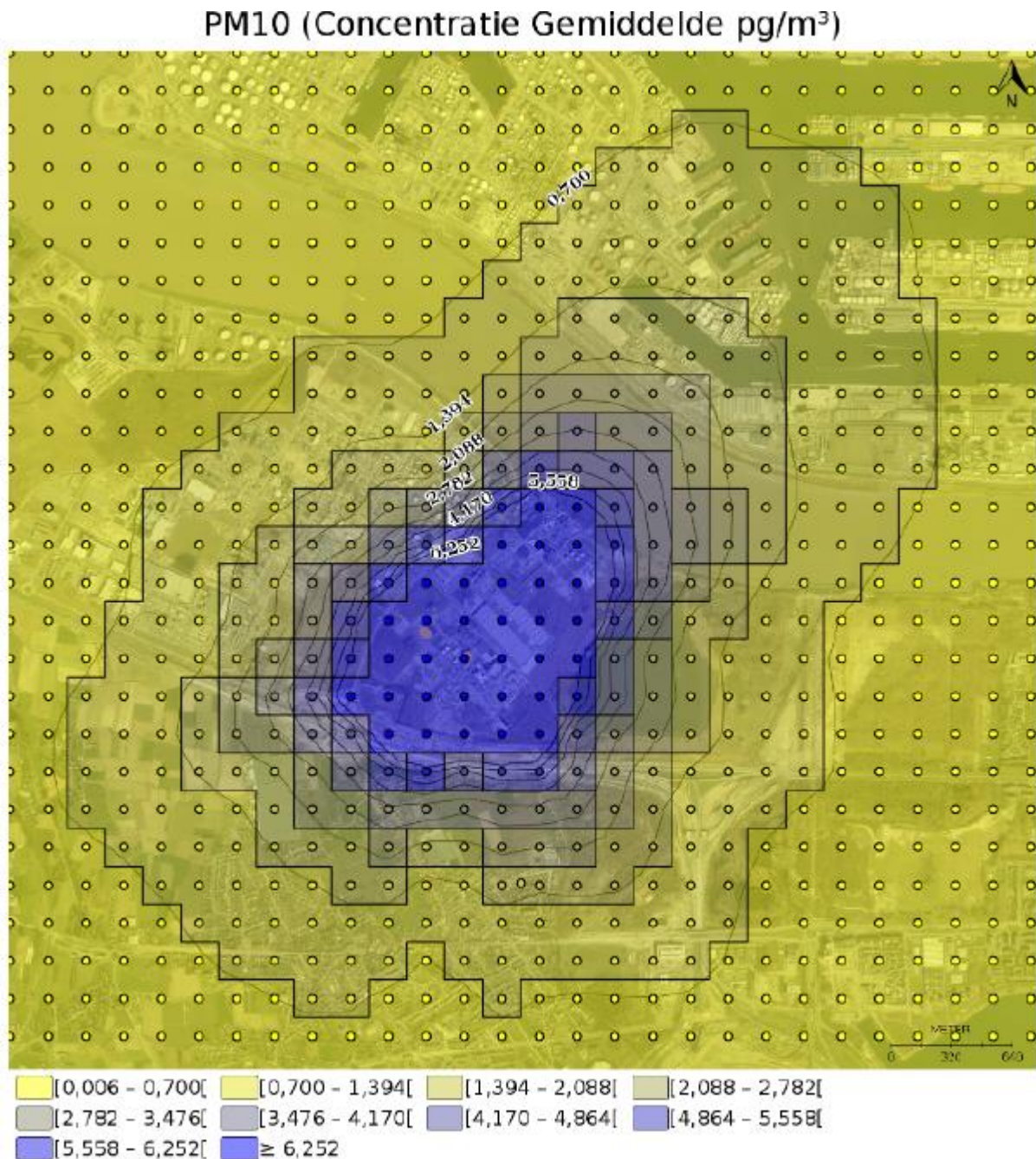
In onderstaande [Illustratie 2-19](#) van de gelopen simulatie is de contour zichtbaar van de mogelijke PFAS-depositie afkomstig van het FLM24332-proces, waaruit blijkt dat deze beperkt is tot die zone waar de hoogste PFOS-bodemconcentraties zijn vastgesteld (de 3M fabriek en zijn directe omgeving).

---

<sup>18</sup> Expert opinie: Karakterisering en bijhorende risico-beoordeling van de PFAS-emissies tijdens het FLM24332 proces, van 23-02-2023



### Illustratie 2-17 Contour PFAS depositie FLM24332-proces (Arche, 2022)



**Figuur 3. Beoordeling van de effecten van procesemissies van MON09262 en MON089045 en FLM24332 op PFAS concentraties op leefniveau**

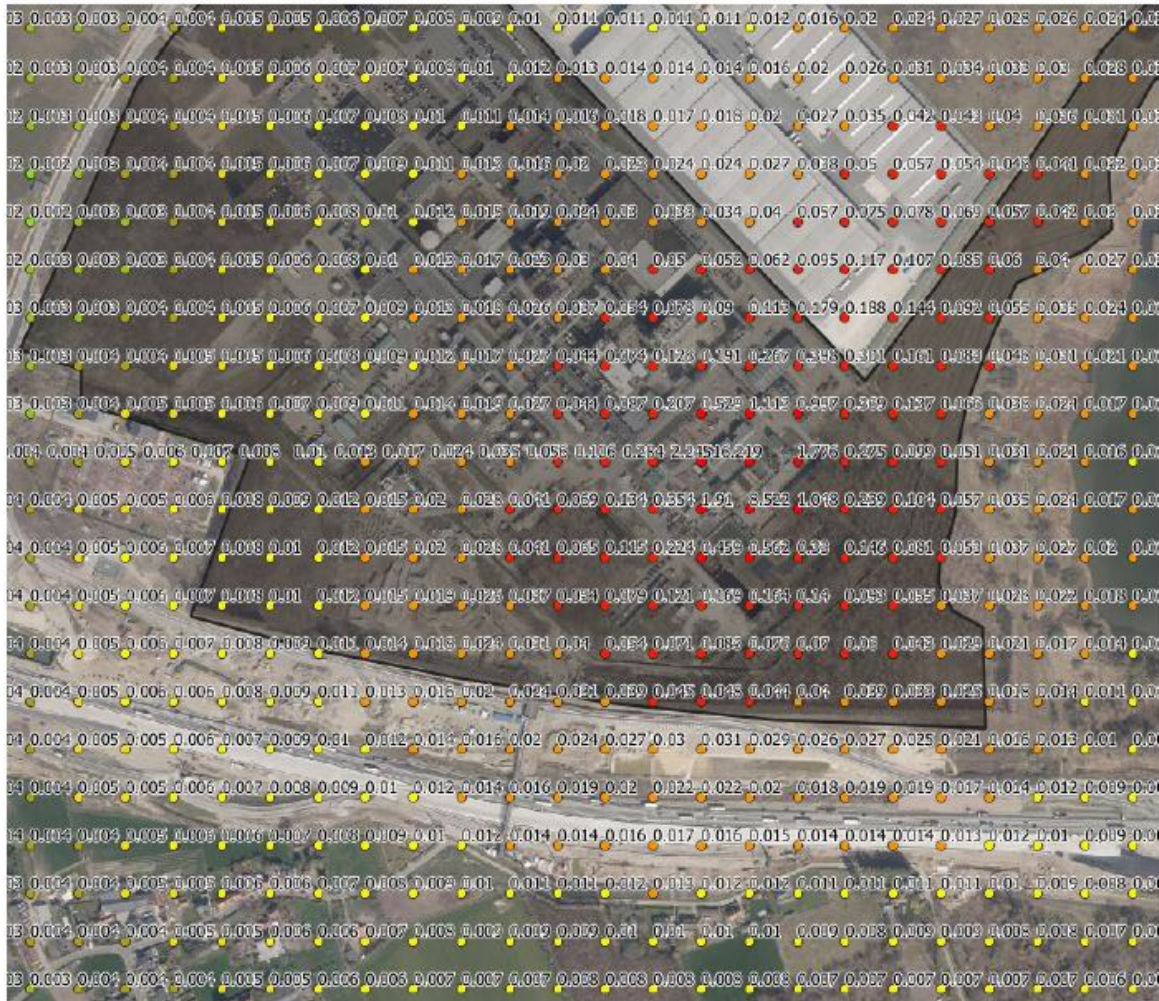
#### 2.5.4.2 Relevante resultaten waterzuivering simulatie

Wat betreft de waterzuivering is vooral onderzoek gedaan naar de emissie van PFAS-verbindingen vanuit de eventuele gevormde aerosolen in de waterzuivering. Hiertoe zijn luchtstalen boven het wateroppervlak genomen ter hoogte van de beluchting tanken en geanalyseerd naar PFAS. De hoogste PFAS-concentraties zijn net boven het wateroppervlak gemeten. Uit deze resultaten blijkt dat

PFOS als parameter aangetroffen wordt in de hoogste concentratie, van 0.00122 mg/m<sup>3</sup>, deze waarde is gebruikt om de depositieflux met het IMPACT-model te berekenen.

In onderstaande **Illustratie 2-18** is het resultaat van de simulatie van de PFOS-depositieflux, uitgedrukt in µg/m<sup>2</sup>/dag. Hieruit blijkt ook dat de mogelijke atmosferische depositie impact op de bodem ook hier eerder beperkt is tot. tot die zone waar de hoogste PFOS-bodemconcentraties zijn vastgesteld (de 3M fabriek en zijn directe omgeving). Enkel een beperkt deel in het noordelijk gebied van zone 1A (directe nabijheid van de 3M fabriek) staat mogelijks onder invloed van beide processen.

### Illustratie 2-18 PFOS-depositieflux vanuit de waterzuivering (Arche, 2022)



**Figuur 4: Jaargemiddelde van PFOS-depositie flux in µg/m<sup>2</sup>/dag**

Een dergelijke depositie zal leiden tot accumulatie van PFOS in de bodem. Arche heeft ook deze accumulatie berekend, volgens het ééncompartimentenmodel overeenkomstig de ECHA-methodiek (hoofdstuk R.16, A16-3.3.6 Berekening van de PEC<sub>local</sub> voor het bodemcompartiment, uit 2016). Dit model gaat ervan uit dat PFOS uit de bodem enkel verdwijnt ten gevolge van uitspoeling met regenwater. Op basis van de hierboven getoonde depositie van PFOS afkomstig van de waterzuivering is berekend dat de bodemconcentratie voor een periode van 80 jaar significant onder de meest strenge saneringsnorm van 3.8 µg/kg ds zal blijven.

Bovenstaande elementen kunnen gebruikt worden, als bijkomend argument, om de invloedssperimeter te achterhalen van de zone die via atmosferische depositie geïmpacteerd is ten gevolge van de (historische) activiteiten op de 3M fabriek.

### 2.5.5 Evaluatie obstakels in de omgeving van de 3M site

Aan de hand van luchtfoto's is getracht een beeld te vormen van eventuele relevante obstakels ten zuiden van de 3M site die gedurende de periode dat er op de 3M site PFOS werd geproduceerd en er kwaliteitstesten met het blusschuim plaatsvonden een 'normaal atmosferisch depositiepatroon' kunnen verstoren. Dit met het oog op het identificeren van zones die mogelijk meer of minder belast zijn met PFAS-componenten ten gevolge van stijg/dalwinden nabij obstakels.

Uit deze oefening blijkt dat in zuidwestelijke richting voornamelijk de aanwezigheid van de tuinbouwserres in de Blauwe Hoevestraat een mogelijk verstorend effect kan gehad hebben. Deze serres zijn echter pas na 2000 opgetrokken, wat betekent dat de impact ervan slechts een beperkt effect zal hebben gehad op de ruimtelijke verspreiding van PFOS via de lucht aangezien de productie en bijhorende kwaliteitstesten in 2002 werden stopgezet.

De aanwezige bebouwing in het centrum van Zwijndrecht heeft mogelijks het vastgestelde verspreidingspatroon beïnvloed, de vastgestelde PFOS-bodemconcentraties vóór en ná de intensere bebouwde zones zijn beduidend verschillend.

## 2.6 Vergunningen

De meest recente omgevingsvergunning van 3M is als bijlage aan dit verslag toegevoegd (Bijlage 3). De oude vergunningen zijn terug te vinden in het oorspronkelijke BBO (Arcadis, 2006) en het meest recente periodiek oriënterend bodemonderzoek (ERM, 2018) dat werd uitgevoerd.

## 2.7 Historisch Onderzoek

### 2.7.1 Algemeen

Het historisch onderzoek is gebaseerd op de volgende gegevens:

- Eerdere onderzoeksrapporten;
- Digitale, openbare databanken (DOV, [Portaal \(vlaanderen.be\)](https://portaal.vlaanderen.be));
- Geopunt, ([Kaart | Geopunt Vlaanderen](#));
- Informatie verstrekt door 3M en opgenomen in de oorspronkelijke BBO (Arcadis, 2006);
- Interviews met het management van 3M Zwijndrecht;
- Bezoeken ter plaatse;
- (Historische) Luchtfoto's;
- Informatie verstrekt door de OVAM, de gemeente Zwijndrecht, de stad Antwerpen & de gemeente Beveren; en
- Gegevens op de PFAS-website Vlaanderen, informatie ontvangen van de brandweer Melsele, publicaties en resultaten van de Universiteit Antwerpen.

### 2.7.2 Overzicht van de huidige en vroegere opslagtanks

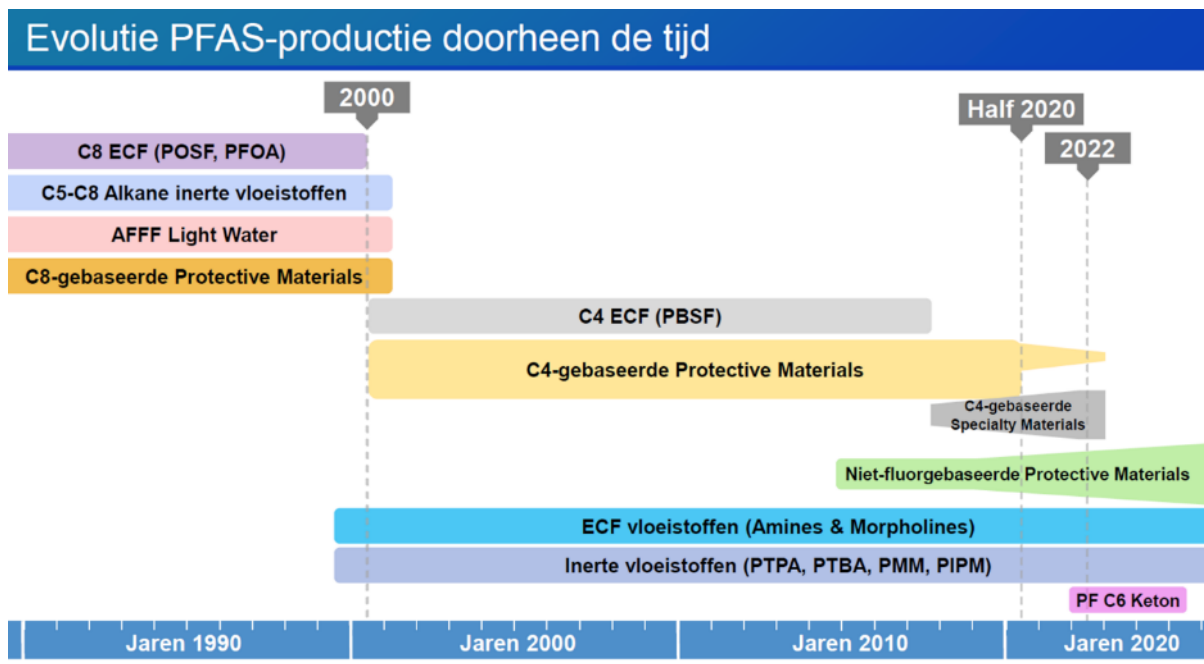
Niet van toepassing voor dit gefaseerde BBO in het projectgebied. Opslagtanks bij omwonenden zijn niet opgenomen, aangezien dit niet het onderwerp van dit onderzoek is.

### 2.7.3 3M-activiteiten: door de cliënt verstrekte informatie

De 3M-site in Zwijndrecht is gebouwd in 1970 en is gelegen in het Antwerps havengebied op de Linkeroever van de Schelde. Deze fabriek produceert zowel organofluorchemicaliën (PFAS) als niet-fluorchemicaliën (zoals acrylaten, enz.). 3M produceert zowel de PFAS-precusoren als de uiteindelijke commerciële producten en formulaties.

3M produceert PFAS (waaronder PFOS en PFOA) sinds het midden van de jaren '70 in Zwijndrecht. 3M is in 2002 gestopt met de productie van PFAS met lange ketens (C6 of C8) waaronder PFOS en PFOA. In de loop van 2022 is ook de productie van de C4 chemie (waaronder PFBS) stopgezet. Een overzicht is te vinden in [Illustratie 2-19](#).

#### Illustratie 2-19 Evolutie PFAS-productie in Zwijndrecht



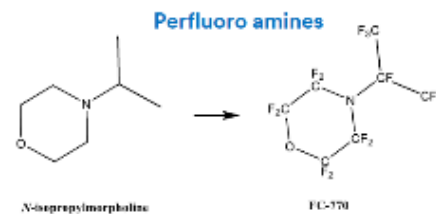
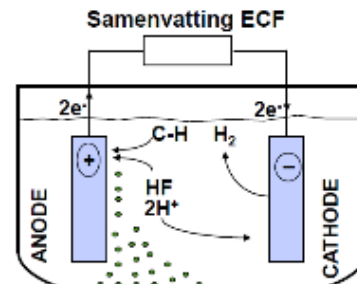
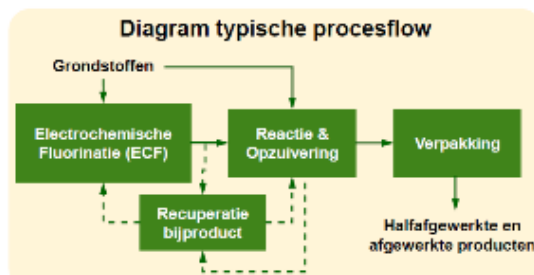
De productie van PFAS in Zwijndrecht bestaat in wezen uit twee hoofdproductiefasen:

- Elektrochemische fluorinatie (ECF), waarbij gefluoreerd materiaal wordt geproduceerd door elektrochemische uitwisseling van waterstof met fluoratomen. De ECF-fase is een continu proces. Deze activiteit is gesitueerd in gebouwen 16 en 36 en gevisualiseerd in [Illustratie 2-20](#); en
- Zuiverings- en reactiefase, die typisch uit een reeks batch processen bestaat. Deze activiteiten zijn hoofdzakelijk gesitueerd in gebouw 3, en gevisualiseerd in [Illustratie 2-21](#). Hier werd brandblusschuimen geproduceerd, evenals andere niet-PFAS-verbindingen (fenolharsen, polyurethaanpolymeren, enz.). De niet-PFAS-verbindingen worden geproduceerd in specifiek daarvoor toegewezen reactorsystemen die nooit gebruikt worden om PFAS te produceren, om eventuele contaminatie te vermijden.

## Illustratie 2-20 Overzicht PFAS-proces - ECF

### Overzicht PFAS-processen – Continu (ECF) en batch

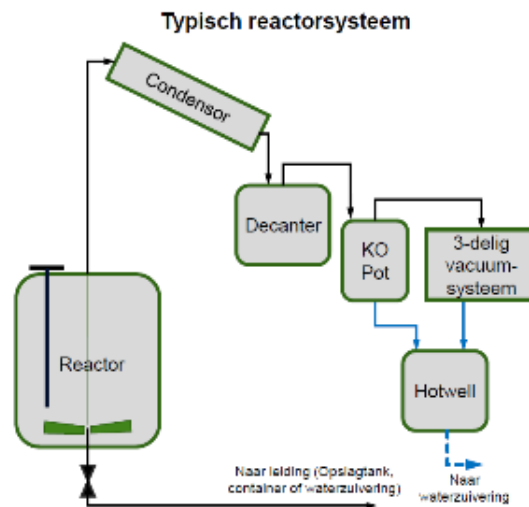
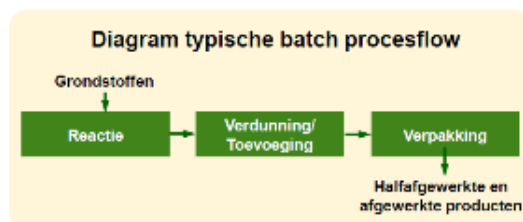
- Twee productiegebouwen & naverbrander (TO)
- Twee ECF-systemen
- Twee batch-fractionatie systemen
- Drie reactor- en opzuiveringssystemen
  - 15,000-23,000 liter, variërende constructie materialen
  - Uiteenlopende bijbehorende apparatuur
- Nieuwe procesinstallatie en naverbrander zijn in laatste fase van aanbouw



## Illustratie 2-21 Overzicht PFAS-proces - batch

### Overzicht PFAS-processen – Continu (ECF) en batch

- Batch:
- Drie productiegebouwen
  - 24+ reactorsystemen
    - 750–30,000 liter capaciteit
    - Roestvrij staal, glasbekleding, speciale legeringen
    - Uiteenlopende bijbehorende apparatuur



De ECF-productie is een gesloten systeem. De gassen worden gekoeld tot  $-70^{\circ}\text{C}$  om productverliezen van PFAS tot een minimum te beperken. Er zijn meetcampagnes uitgevoerd om de samenstelling van de gassen die afgevangen worden uit het systeem te bepalen en te kwantificeren. Tijdens de voormalige productieprocessen van de C8-chemie, bestond een dergelijk gas uit laag kokende componenten zonder detecteerbare concentraties van C8 moleculen zoals PFOS of PFOA, wat te verwachten is na afkoeling van de gassen tot  $-70^{\circ}\text{C}$ . Een extra gaswasser wordt gebruikt om de resterende laag kokende gassen te behandelen. In 1997 is een eerste thermische oxidatie-eenheid geïnstalleerd om alle uit de ECF afkomstige gassen te verbranden.

De zuiverings- en reactiefase omvat gewoonlijk verscheidene productiestappen, waaronder een scheidingsfase. Dit zijn allemaal batchprocédés in een gesloten systeem die onder verschillende omstandigheden qua druk plaatsvinden. De gassen die afgevangen worden uit de batchprocessen worden gekoeld tot omgevingstemperatuur om productverliezen te minimaliseren. De actieve behandeling van het verontreinigd gas bestond in het verleden uit een gaswasser of een afblaastank. Sinds 1997 worden de gassen die afgevangen worden tijdens de scheidingsfase ook behandeld in de thermische oxidatie-eenheid. Door het ontbreken van betrouwbare meetmethoden zijn vóór 1990 geen systematische meetcampagnes uitgevoerd om de samenstelling van dergelijke gassen afkomstig van deze batchprocessen te bepalen. Lage concentraties aan C8 componenten zoals PFOS of PFOA in de dampfase kunnen vroeger mogelijk aanwezig geweest zijn in de gassen, gelet op het feit dat deze gassen niet zijn afgekoeld tot extreem lage temperaturen zoals bij het ECF-proces. Het volume aan gas uit deze batchprocessen was eerder beperkt en de snelheid in de schoorstenen was eerder laag, wat resulteert in een beperkte opwaartse beweging, waardoor PFOS en PFOA maar een beperkte afstand konden afleggen alvorens neer te slaan op de bodem.

In de periode 1974-2002 produceerde 3M Zwijndrecht zowel producten op basis van PFOS als PFOA. De productie van PFOA was echter vrij beperkt, doorgaans slechts één productiecampagne per jaar gedurende één week. Producten op basis van PFOS werden in wezen het hele jaar door geproduceerd.

In het kader van de productie van blusschuim werd elke partij aan een kwaliteitstest onderworpen. Deze test bestond uit het bestrijden van een kerosinebrand met het schuim. De productie van brandblusschuim is stopgezet op hetzelfde moment dat ook de productie van PFOS is gestopt, waarbij dan ook de kwaliteitstesten ter hoogte van de testzone zijn stopgezet.

Tabel 2-2 geeft een overzicht van de periode van de verschillende PFAS-componenten op het 3M-terrein die weerhouden zijn als verdachte stoffen.

**Tabel 2-2 Tijdslijn COC's<sup>19</sup>**

Chemie	Samengesteld	CAS nr	Tijdslijn
C4	PFBA	375-22-4	2001 – 2022
	PFBS	375-73-5	2001 – 2022
	PFBSA	30334-69-1	2001 - 2022
C6	PFHxA	307-24-4	1976-2001
	PFHxS	355-46-4	1976-2001
	PFHxSA	41997-13-1	1976-2001
C8	PFOA	335-67-1	1980-2007
	PFOS	1763-23-1	1976-2002
	PFOSA	754-91-6	1976-2002

De typische, historische isomeerverdeling voor de C8 PFAS-verbindingen in de 3M-site was 70 tot 80% lineair tegenover 20 tot 30% vertakt isomeer. Daarenboven is het eigen aan het ECF-proces voor C8-verbindingen, dat er enkel C8-verbindingen geproduceerd worden, lineair en vertakt, en eventueel een beperkt deel onzuiverheden die bestaan uit lagere C-verbindingen (C7-, C6-verbindingen), maar zeker geen hogere C-verbindingen zoals C9-, C10-verbindingen en hoger. Dit in tegenstelling tot de telomeerchemie, waarbij een Gaussiaanse verdeling noodzakelijk is binnen het productieproces, waarbij C4, C6, C8, C10, C2, C14 mengsels bekomen worden. Telomeerchemie levert ook uitsluitend lineaire materialen, geen vertakte vormen. 3M heeft nooit telomeerchemie toegepast.

<sup>19</sup> Bepaalde producten zijn enkel intentioneel geproduceerd, andere ontstaan als afbraak- of nevenproduct

De thans beschikbare gegevens (toxicologische eigenschappen) over het specifieke gedrag van beide isomeren (lineair en vertakt) zijn beperkt. Het is echter bekend dat vertakte verbindingen mobieler (meer uitloogbaar) zijn dan lineaire.

Volgens de informatie van 3M zijn HFPO-DA (Gen-X) en PFAS-telomeren niet (intentioneel) geproduceerd op de locatie. Aangezien HFPO-DA echter sporadisch in afvalwater van de 3M-locatie is aangetroffen, kan niet worden uitgesloten dat HxPFO-DA als onzuiverheid in een grondstof aanwezig was of als onbedoeld bijproduct ontstaan is in zeer kleine hoeveelheden. PFAS-telomeren (zoals 8:2 FTS en 6:2 FTS) zijn niet geproduceerd, maar worden sporadisch teruggevonden mogelijks doordat ze aanwezig waren in het referentie blusschuimproduct van derden dat werd gebruikt voor vergelijkende brandblusproeven.

### 2.7.4 Informatie van (historische) luchtfoto's

Historische luchtfoto's geven een overzicht van de productiegiedenis op de 3M-site. Vooral foto's van Geopunt ([Kaart | Geopunt Vlaanderen](#)) zijn hiervoor gebruikt. De geschiedenis van de site kan als volgt samengevat worden:

- 1969: Vóór de aanvang van de activiteiten op het 3M-terrein is dit terrein gebruikt voor landbouwdoeleinden;
- 1971: Industriële activiteit is zichtbaar in de noordoostelijke helft van de huidige terreinindeling. De zuidoostelijke helft van het terrein wordt nog steeds ingenomen door percelen die voor landbouw worden gebruikt;
- 1979 - 1990: De activiteit op het 3M-terrein heeft zich uitgebreid. Het zuidwestelijke deel van het terrein heeft geen begroeiing meer en wordt niet meer voor landbouw gebruikt. De algemene vorm van het 3M-perceel is dezelfde als nu;
- 2000 - 2003: Lichte uitbreiding van de installaties naar het zuidwesten; en
- 2021: Lichte uitbreidingen van de installaties in het zuidoosten. Nieuwe gebouwen op aangrenzend perceel ten noordoosten van het 3M-terrein.

Alle luchtfoto's zijn terug te vinden in [Bijlage 5](#).

## 2.8 Conclusies van eerdere bodemonderzoeken

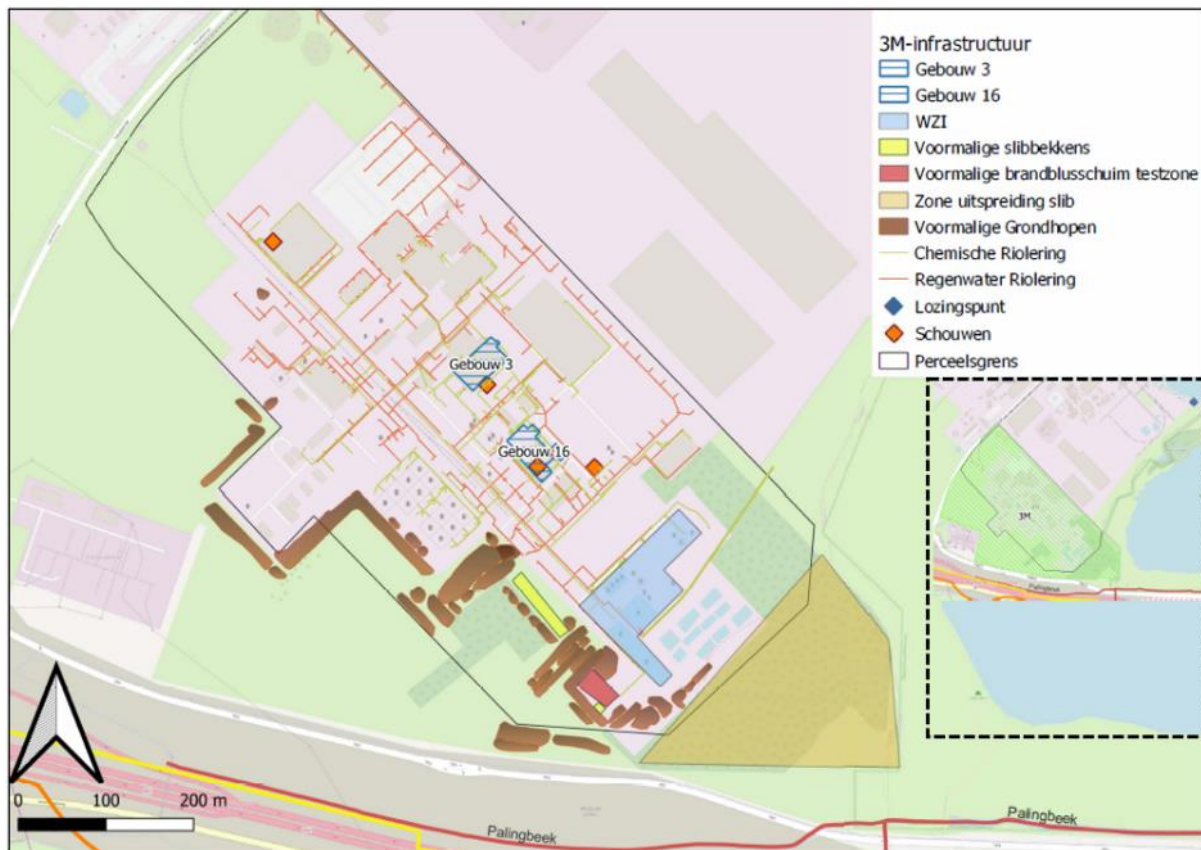
### 2.8.1 BBO 2006

#### 2.8.1.1 Aanwezige Bronzones op site en luchtdepositieonderzoek

In het BBO van 2006 heeft Arcadis vijf bronzones voor de ontstane PFAS-verontreiniging geïdentificeerd, waarbij PFAS zijn aangetroffen in de bodem op het 3M-terrein:

1. De productiezone (gebouw 16): in deze zone waren lekken geweest in de chemische riolering, totdat deze riolering is vervangen;
2. Het gebied ten oosten van de waterzuiveringsinstallatie: dit is de locatie van de voormalige slibbekkens;
3. Testzone in open lucht voor blusschuim (kwaliteitstest van elke partij);
4. Het gebied ten oosten van de waterzuiveringsinstallatie, waar slib afkomstig van de biologie van de waterzuivering werd verspreid als test; en
5. Het gebied ten zuidwesten van de testzone voor brandschuim, waar de grond werd opgehoogd.

## Illustratie 2-22 Aanduiding bronzones voor de ontstane PFAS-verontreiniging



In het BBO van 2006 zijn ook verontreinigingen met PFAS vastgesteld op aanpalende percelen die grenzen aan de 3M-locatie, alsook verontreinigingen in grondwater stroomopwaarts van de 3M-locatie, op de Lanxess-locatie. Arcadis gaf aan dat de PFAS-verontreiniging in het grondwater op de Lanxess-site allicht op een andere manier is ontstaan dan via verspreiding met het grondwater alleen, bijvoorbeeld via depositie vanuit de lucht, en heeft onder meer daarom een onderzoek naar depositie vanuit de lucht uitgevoerd.

Arcadis heeft verschillende verspreidingsmechanismen geïdentificeerd voor PFAS van de 3M-site naar omliggende terreinen:

- Het verspreiden via schoorstenen;
- Het verspreiden tijdens de testen met blusschuim;
- Het verspreiden van schuim uit de waterzuiveringseenheid; en
- Het verspreiden van opwaaiend verontreinigd stof en slib met de wind.

Modelberekeningen naar atmosferische depositie die toen werden uitgevoerd, gaven aan dat de verontreinigende stoffen die op het 3M-terrein werden uitgestoten omliggende bodems konden bereiken via depositie in de lucht. Er zijn bodemonsters genomen op het Lanxess-terrein en op het 3M-pad in de richting van de Schelde. Eén referentiemonster werd genomen in de Neerstraat, in Zwijndrecht. Volgende resultaten zijn beschreven in het BBO van 2006:

- Zowel op de Lanxess-locatie als op het 3M-pad zijn concentraties waargenomen die ruim onder de normen lagen die in het BBO-rapport van 2006 werden gehanteerd, dewelke voor industriële gebieden werden vastgelegd op 40 mg/kg ds voor PFOS en 200 mg/kg ds voor PFOA bepaald door het Minnesota Department of Health (MDH); en



- Op de referentielocatie in de Neerstraat is een PFOA-concentratie van 0,022 mg/kg gerapporteerd in het ondiepe bodemmonster 0,05-0,15 m-mv. Deze concentratie in het off-site bodemmonster lag ruim onder de toenmalige norm voor woongebieden van 30 mg/kg ds voor PFOA, opgesteld door MDH, die in het BBO van 2006 als drempelwaarde voor woongebruik is gehanteerd.

Op basis van deze resultaten is onderzoek buiten het terrein onnodig geacht en bijgevolg is geen verder onderzoek buiten het terrein uitgevoerd. Bovengenoemde conclusies zijn te vinden in de paragrafen 10.2.5 en 10.6.3 van het BBO-rapport van 2006.

### 2.8.1.2 Algemene conclusie BBO 2006

De algemene conclusies van het BBO opgesteld in 2006 voor de onderzochte PFAS-verbindingen luiden als volgt:

- Er is een grondwaterverontreiniging met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA. Er is aangenomen dat deze verontreiniging in het grondwater historisch van aard is; en
- Op basis van de risico-evaluatie wordt geen risico voor de mens verwacht. Op basis van de ecotoxicologische risico-evaluatie kan een ecotoxicologisch risico niet worden uitgesloten. Er is ook een potentieel verspreidingsrisico voor de verontreiniging in het grondwater met PFOS, PFOA, PFHS PFOSA en TFA.

Een saneringsplan is nodig voor de grondwaterverontreiniging met PFOS, PFOA, PFHxS, PFOSA en TFA op het 3M-terrein. Ook voor de verontreiniging in het grondwater buiten het terrein zijn maatregelen nodig.

### 2.8.2 Saneringsproject 2008

In 2008 heeft Arcadis een bodemsaneringsproject<sup>20</sup> (BSP) opgesteld voor de grondwaterverontreiniging op en buiten het terrein. De algemene doelstelling van de sanering, zoals beschreven in dit BSP, is om de verontreiniging met PFAS in de bronzones te beheersen en zoveel als technisch/financieel mogelijk massa te verwijderen, om zo de verspreiding van de verontreiniging te beperken.

#### 2.8.2.1 Sanering op het terrein

Wat de verontreiniging op het 3M-terrein betreft, kan een ruimtelijk onderscheid worden gemaakt tussen de PFAS-verontreiniging in grondwater op het zuidelijke deel van het terrein (perceelsgrens) en deze in de buurt van de productieruimte (gebouw 16) en ter hoogte van de waterzuiveringsinstallatie (WZI). Daarom werd een gefaseerde saneringsaanpak voorgesteld. De saneringswerkzaamheden voor de bronzones ter hoogte van gebouw 16 en de WZI zijn kort na de goedkeuring van het BSP opgestart en bestaan uit een P&T (pump & treat) systeem om de verontreiniging in de eerste aquifer te beheersen. Het monitoringsprogramma om de doeltreffendheid van de sanering op te volgen, omvat peilbuizen in de eerste aquifer, alsook peilbuizen in de tweede aquifer en het oppervlaktewater bij Blokkersdijk.

Voor de verontreiniging ter hoogte van de zuidelijke perceelsgrens van het terrein werd aangegeven dat de sanering zou beginnen na de voltooiing van het Oosterweelproject, aangezien de plannen voor de herinrichting van de Palingbeek nog niet klaar waren toen het BSP werd opgesteld.

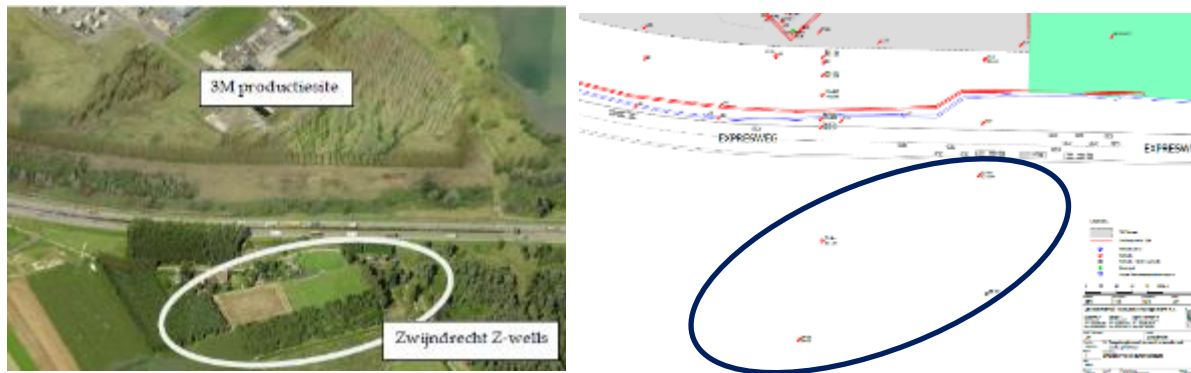
<sup>20</sup> Saneringsplan "Bodemsaneringswerken 3M Belgium nvb, Haven 1005, Candastraat 11 te Zwijndrecht (11/003460) opgesteld door Arcadis Belgium, d.d. 29 oktober 2008, en de conformiteitsverklaring met referentie C4177, d.d. 9 februari 2009.

### 2.8.2.2 Sanering buiten het terrein (Z-wells)

Wat de verontreiniging buiten het terrein van 3M betreft, is in het BSP van 2008 een grondwatermonitoring voorgesteld.

Voor de monitoring van de off-site grondwaterkwaliteit zijn negen Z-wells (Zwijndrecht wells, peilbuizen geïnstalleerd door Arcadis in functie van het BBO) geselecteerd ten zuiden van het 3M-terrein en de E34 in Zwijndrecht, in overeenstemming met het goedgekeurde BSP.

#### Illustratie 2-23 Ligging Z-wells



De Z-wells zijn tussen 2002 en 2014 getest op aanwezigheid van PFHxS, PFOSA, PFOS en PFOA. Ter hoogte van de peilbuizen Z1-10m, Z3-10m, Z3-3m, Z5-8m, en Z6-3m lag meer dan 90% van de resultaten onder de toen geldende detectielimiet van het labo (en maximumwaarden tussen 0,5 en 1 µg/l). Andere peilbuizen hadden maximumwaarden van minder dan 4 µg/l, met één uitzondering (4,32 µg/l voor PFOA) in peilbuis Z4-8m.

Op basis van de monitoringresultaten van 2002 tot 2014 heeft ERM in oktober 2014 een eindevaluatierapport opgesteld waarin wordt gesteld dat, met het op dat moment geldende referentiekader, geen verdere saneringsmaatregelen nodig zijn voor de PFAS-grondwaterverontreiniging ten zuiden van de E34. De OVAM was het ermee eens dat de grondwaterkwaliteit ten gevolge van de saneringsactiviteiten geen ernstige verontreiniging meer vormde en dat er bijgevolg geen bijkomende nood was aan grondwatersanering of monitoring van deze peilbuizen.

In de periode december 2015 - januari 2016 zijn alle negen Z-wells door ERM en Servaco (een onderaannemer) buiten gebruik gesteld volgens de voorgeschreven procedure (CMA/1/A.2), om te voorkomen dat deze peilbuizen zouden kunnen fungeren als preferentiële stroombaan voor verontreinigende stoffen naar het grondwater.

### 2.8.3 Bemonstering voor bouwwerkzaamheden Oosterweel

De voorbereidende werkzaamheden voor de bouw van het Oosterweelproject hebben geleid tot een reeks grondwater- en bodem staalnamescampagnes langsheen het traject van de nieuwe snelweginfrastructuur en tunnels. Deze campagnes zijn uitgevoerd onder begeleiding van de bodemsaneringsdeskundigen Sweco en Witteveen & Bos in opdracht van BAM/Lantis. De gegevens van deze campagne zijn mee gebruikt om de bemonsteringsstrategie voor onderhavig BBO te ontwikkelen, en de beschikbare analyseresultaten van de bodemmonsters van deze campagne zijn ook gebruikt in de besluitvorming van het voorliggend rapport.

## 2.8.4 Eerste gefaseerd BBO 2022

ERM heeft in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uitgevoerd van het initiële BBO van 2006 voor de 3M-site in Zwijndrecht (nabij Antwerpen).

De eerste fase van dit BBO is het bodemonderzoek voor een groot aantal PFAS-verbindingen in een specifiek gebied met een straal van ongeveer 2,5 tot 3 km ten zuiden en zuidwesten van de 3M-site met landgebruik types landbouw en woongebied. De impact buiten de 3M-site als gevolg van atmosferische depositie maakt deel uit van dit gewijzigd gefaseerd BBO. Het bepalen van de concentratie van PFAS-verbindingen in het grondwater behoorde niet tot het huidige werkplan en zal uitgevoerd worden in een volgende BBO-fase. Er zijn echter verschillende peilbuizen bemonsterd voor PFAS-analyses op het grondwater om een eerste zicht te krijgen op de grondwaterkwaliteit in het projectgebied en de verdere strategie te bepalen.

### 2.8.4.1 Algemene conclusies eerste gefaseerd BBO 2022

De algemene conclusies van het eerste gefaseerd BBO opgesteld in 2022 voor de onderzochte PFAS-verbindingen luiden als volgt:

- Historische PFAS-bronnen in de bodem en het grondwater als gevolg van de 3M-activiteiten waren blusschuim testen, onbedekte bodem op de site, de voormalige slibbekkens en vroegere testen met het slib van de waterzuivering, lekkage uit rioleringen en lozingen, alsook emissies via schouwen. PFAS kwamen in het milieu terecht via luchtdepositie, bodemverontreiniging en migratie naar en met het grondwater;
- De analyseresultaten en de beschikbare gegevens suggereren dat de PFOS-concentraties in de bodem afkomstig van 3M-activiteiten zich uitstrekken tot een gebied van ongeveer 2 km rond de site binnen het projectgebied van het eerste gefaseerde BBO met concentraties die hoger zijn dan de door OVAM voorgestelde bodemsaneringsnormen. Het bereik van 2 km lijkt plausibel, wanneer de resultaten van in het verleden uitgevoerde luchtverspreidingsmodellen van schoorstenen worden in acht genomen, die aantonen dat binnen dat afstandsbereik de concentratie van de emissies met een factor 10 dalen. Het bereik van emissies ontstaan ter hoogte van testgebied voor blusschuim is kleiner;
- De woon- en landbouwgebieden in de directe omgeving van de 3M-site, gelegen langs de Neerstraat, de Polderstraat & de Molenstraat, vertonen de meest verhoogde PFAS-grondconcentraties, met hogere concentraties in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv);
- Uit de gegevens blijkt dat buiten de 2 km-perimeter, PFAS uit andere bronnen buiten de 3M-site zich in sommige gebieden vermengen met de verontreiniging gerelateerd aan 3M. De bronnen buiten het bedrijfsterrein (niet-3M) houden verband met brandoefenterreinen, bluswerkzaamheden in het verleden en andere bedrijven die momenteel PFAS gebruiken of vroeger PFAS hebben gebruikt. De concentraties van PFOS (en andere PFAS), gemeten in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), nemen af naarmate men zich verder van de 3M-site verwijderd, totdat de invloed van vermengende bronnen wordt waargenomen, hetgeen resulteert in opnieuw stijgende concentraties;
- De dominante stof aanwezig is PFOS, terwijl het gehalte van de andere PFAS-componenten een orde van grootte lager liggen, binnen het 2 km-bereik. Het gehalte C4 PFAS-stoffen buiten het 2 km-bereik schommelt over het algemeen rond het achtergrondniveau, met uitzondering van de gebieden die onder invloed zouden kunnen staan van andere PFAS-bronnen die niet aan 3M kunnen worden toegeschreven;
- Uit de beperkte grondwatergegevens die tot dusver beschikbaar zijn, blijkt dat de PFOS- en PFOA-gehalten de voorgestelde bodemsaneringsnormen in de onmiddellijke omgeving van de locatie overschrijden. Ook andere PFAS-verbindingen (voornamelijk PFBA en PFBS) zijn in het grondwater van de onderzochte peilbuizen aangetroffen. Zoals gepland zal een volgende fase

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

van het beschrijvend onderzoek worden uitgevoerd, waarbij de nadruk zal liggen op het grondwater in het gebied in de directe omgeving van de 3M-site en op de interactie tussen het oppervlaktewater en het freatische grondwater; en

- De resultaten van de staalname van de voedingsmiddelen, waarbij het SGS-labo voor de tests is gebruikt, wijzen op de aanwezigheid van PFAS-verbindingen in sommige van de geteste groenten (voornamelijk PFBA, PFOA & PFOS) en fruit (alleen PFBA). In de geteste eieren van scharrelkippen en melkmonsters zijn hogere gehalten aangetroffen die echter de FAVV-actiewaarden niet overschrijden, met uitzondering van de actiewaarde voor PFOS in beide eiermonsters op één locatie.

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de PFAS-verontreiniging in de bodem een "ernstige bodemverontreiniging" betreft, aangezien er humaan toxicologische risico's kunnen verwacht worden voor het bodemgebruik dat is omschreven in "woongebied" en "landbouwgebied". De belangrijkste risicofactor is de consumptie van eieren van kippen met vrije uitloop en melk, vlees en van melk afgeleide producten van koeien die binnen het gespecificeerde landgebruik leven.

Volgens artikel 19, §2 van het decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming is in dit geval sanering noodzakelijk. Voor de PFAS-verontreiniging met ID 40 is een saneringsprioriteit 1 vastgesteld.

### 2.8.5 Eerste gefaseerd BSP 2022

In 2022 heeft ERM een bodemsaneringsproject (BSP) opgesteld voor een deel van de grondverontreiniging buiten het 3M-terrein ten zuiden van de E34, concreet aangeduid als zone 1A.

Subzone 1A is het gebied tussen de E34 in het noorden, de Polderstraat in het oosten en het zuiden en de Molenstraat in het westen waarbij de huizen en bijhorende tuinen van de Molenstraat aan beide zijden van de weg in dit gebied horen; een aantal huizen in de Neerstraat zijn ook in deze subzone 1A opgenomen. Dit gebied kent de hoogste gemiddelde PFOS (meest dominante en risico-dragende vastgestelde PFAS verbinding) concentratie in de toplaag van de bodem. Verder valt dit gebied volledig binnen de zone op circa 1,5 km afstand van de 3M-site, waar verhoogde PFAS-concentraties gemeten zijn in het bloedserum bij inwoners van Zwijndrecht.

De algemene doelstelling van de sanering, zoals beschreven in dit BSP, is het wegnemen van de PFAS-blootstelling aanwezig in het vaste deel van de aarde om het humaan-toxicologisch risico te verminderen. Dit saneringsproject is dan ook enkel opgesteld voor de sanering van de grond, niet voor het grondwater. Dit betekent dan ook dat het gebruiksadvies rond het niet gebruiken van grondwater blijft behouden, ook nadat de bodemsaneringswerken die beschreven zijn in dit saneringsproject zijn afgerond.

#### 2.8.5.1 Sanering in gebieden met woonfunctie

Wat betreft gebieden met een woonfunctie is bij de finale keuze van de saneringsvariant niet enkel rekening gehouden met de uitkomst van de multicriteria analyse, maar ook met de PFAS-resultaten in het bloedserum van de bewoners, en de uitdrukkelijke vraag van AZG om elke bijkomende blootstelling aan PFAS te vermijden. Concreet betekent dit dat een meer doorgedreven variant weerhouden is dan deze die volgens de multicriteria analyse als voorkeursvariant uit de evaluatie gekomen is, met name het uitgraven van de niet verharde delen van de tuinen tot een diepte van 70 cm, en vervangen door schone grond. Dit kan men ook omschrijven als leeflaagsanering, en moet het mogelijk maken de bovenste laag grond nu en in de toekomst onbepaald te gebruiken voor kippenrennen, moestuinen en reguliere tuintoepassingen in woonwijken. De saneringsdiepte van 70 cm is groter dan de typische bewortelingsdiepte van de meeste groenten- en fruitgewassen in moestuinen en dan de diepte waarop graafwerkzaamheden kunnen worden verwacht voor het planten van bomen of struiken of voor het plaatsen van tuinhuisjes.

### 2.8.5.2 Sanering in gebieden met landbouw functie

Wat betreft landbouwgebieden, is de sanering gericht op het kunnen blijven uitoefenen van de landbouwactiviteiten en het voorkomen van verwaaien van stof naar de nabijgelegen woongebieden.

Voor subzone 1A, is gekozen voor een volledige leeflaagsanering van het landbouwgebied, zowel voor de akkers, weilanden als boomgaarden. Dit betekent dat het volledige terrein tot 70 cm diepte afgegraven zal worden en opnieuw opgevuld met schone grond. De diepte van 70 cm is gekozen als een conservatieve leeflaagsaneringsdiepte, die zowel de typische bewortelingsdieptes van de meeste in subzone 1A geteelde landbouwgewassen als de typische bodembewerkingsdieptes overschrijdt.

Voor de serreteelt is geen actieve sanering voorzien op dit moment, omdat er geen kans is op stofvorming en de gewassen in de serre niet in contact komen met de grond (watercultuur of substraat). Wanneer de serreteelt (gedeeltelijk) stopt zal er nagekeken worden welke de nodige saneringsmaatregelen zijn.

### 2.8.5.3 Sanering in gebieden met recreatiefunctie

Binnen subzone 1A gaat het hier over het Vredesbos. De risico evaluatie in het eerste gefaseerd BBO heeft aangegeven dat er geen risico uitgaat voor het normale gebruik binnen dit gebied, maar ook hier is de gekozen saneringsaanpak ingegeven met het oog op het maximaal vermijden van humane blootstelling, namelijk via stof en directe onbedoelde blootstelling via ingestie (inname via mond) en huidcontact met de bodem.

Concreet zal het Vredesbos worden gesaneerd door de toegankelijke paden en open ruimtes in het bos tot een diepte van 70 cm af te graven, waarbij de diepte in overeenstemming is met gebieden met een woon- en landbouwfunctie. Daarbij is het rooien van bomen niet noodzakelijk.

### 2.8.5.4 Sanering in openbare gebieden

Het openbaar domein omvat straten, voet- en fietspaden die volledig verhard zijn, en ook onverharde delen zoals bijvoorbeeld bermen langsheen wegen, ronde punten met struiken, bloemperken nabij openbare gebouwen, etc.

Aangezien de consumptie van eigen geteelde dierlijke of plantaardige producten hier uitgesloten is, is voor de aanpak van de onverharde gebieden geen actieve sanering voorzien. Wel moet ten allen tijde gezorgd worden dat er geen stofvorming kan optreden en in geval van grondwerkzaamheden is de grondverzetsregeling van toepassing.

## 2.9 Kenmerken van de verontreiniging

### 2.9.1 Algemeen

PFAS vormen een groep van duizenden meestal door de mens vervaardigde chemische stoffen die op grote schaal worden gebruikt in diverse technische toepassingen in de samenleving vanwege hun unieke fysische en chemische eigenschappen. Aangezien zij chemisch en thermisch stabiel zijn en water en olie afstoten, worden zij gebruikt in producten zoals water- en vlekafstotend textiel, blusschuim, materialen die met levensmiddelen in aanraking komen en cosmetica. Er zijn in totaal ongeveer 730 PFAS-gerelateerde CAS-nummers geïdentificeerd.

In het milieu aangetroffen PFAS hebben doorgaans een fluorkoolstof "staart" en een niet-gefluoreerde "kop" die bestaat uit een polaire functionele groep. De staart is hydrofoob en lipofob, terwijl de kopgroepen polair en hydrofiel zijn. De concurrerende tendensen van de kop en de staart kunnen leiden tot een brede verspreiding over de verschillende milieucompartmenten (bodem, organische stof, grondwater, bodemlucht, lucht, ...).

De selectie van de verdachte stoffen is gebaseerd op de huidige en voormalige productie van PFAS-componenten en de bijhorende volumes op het 3M-terrein. Deze lijst bevat de verdachte stoffen uit

het BBO van Arcadis van 2006, en is vervolledigd met de chemicaliën die momenteel door 3M worden geproduceerd. Dit resulteert in negen verdachte stoffen, vermeld in [Tabel 2-3](#).

**Tabel 2-3 Verdachte stoffen**

		Chemische naam	CAS#
C8	PFOA	Perfluorooctaanzuur	335-67-1
	PFOS	Perfluorooctaansulfonaat	1763-23-1
	PFOSA	Perfluorooctaansulfonamide	754-91-6
C6	PFHxA	Perfluorhexaanzuur	307-24-4
	PFHxS	Perfluorhexaansulfonaat	355-46-4
	PFHxSA	Perfluorhexaansulfonamide	41997-13-1
C4	PFBA	Perfluoroboterzuur	375-22-4
	PFBS	Perfluorobutaansulfonaat	375-73-5
	PFBSA	Perfluorobutaansulfonamide	30334-69-1

Voor de 3M site zelf is de stof trifluorazijnzuur (TFA) een verdachte stof waarvoor sanering noodzakelijk is in het grondwater (zie BBO 2006). In het kader van het onderzoek voor het BSP voor de meest verontreinigde zone 1A zijn er evenwel geen TFA-concentraties in het vaste deel van de aarde aangetroffen boven de detectielimiet. Om deze reden wordt TFA ook niet verder onderzocht in zone 1B en 2.

Er is geen non-target analyse uitgevoerd. Tot op heden ligt de labo detectielimiet (20-40 µg/kg) van Absorbeerbare organische fluor (AOF) hoger dan de gemeten somconcentratie van de PFAS-parameters in het onderzoeksgebied. Het labo SGS heeft ook bevestigd dat deze analyse nog niet op punt stond op het moment van de uitvoering, en zoals eerder aangehaald was het niet mogelijk om in het korte beschikbare tijdsbestek nog een nieuwe analyse te laten uitvoeren.

Eerder onderzoek op het 3M-terrein in grondwater gaf ook geen betrouwbare resultaten. Hierbij lagen de gemeten AOF-concentraties lager dan de berekende somconcentraties PFAS in grondwater.

Een zogenaamde TOP (*total oxidizable precursors*) Assay analyse is evenmin uitgevoerd. Het is belangrijk op te merken dat een dergelijke analyse nog geen erkende labomethode is, en dat dit een destructieve methode is. Met een dergelijke analyse kan de aanwezigheid van PFAS-verbindingen (waaronder precursoren) vastgesteld worden die nog niet aangetoond kunnen worden door middel van de PFAS-target analyses. Indien aangetoond, wil dat evenwel niet zeggen dat onder natuurlijke condities al deze verbindingen zullen omzetten naar bv. PFOS of PFOA. De toepassing van deze methode is nog in volle evolutie en maakt het onderwerp uit van veel lopende wetenschappelijke onderzoeken. Een recente publicatie van Göckener<sup>21</sup> (2022) geeft aan dat TOP assay een nuttig hulpmiddel kan zijn bij onderzoek, maar dat er noodzaak is aan standaardisatie en wettelijke verankering van deze methode.

Tot slot is uit recente resultaten van het influent van de waterzuivering op de 3M site ook duidelijk geworden dat naast TFA ook andere kortere PFAS-componenten aanwezig zijn in het afvalwater, de

<sup>21</sup> Göckener et al., Environmental Sciences Europe 2022 34:52, Digging deep - implementation, standardisation and interpretation of a total oxidisable precursor (TOP) assay within the regulatory context of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) in soil

zogenaamde ultrakorte keten PFAS-componenten zoals bijvoorbeeld PFPrA en PFPrS (C3 PFAS). Aangezien er voor deze componenten nog geen erkende analysemethode bestaan, zijn deze nog niet geanalyseerd in het kader van onderhavig onderzoek. Indien een meetmethode op punt gesteld en gevalideerd wordt en de erkende labo's dit kunnen uitvoeren, kan eventueel overwogen worden om dit mee te nemen in een volgende fase van het BBO, wanneer het grondwater meer in detail in kaart gebracht wordt. Er dient te worden opgemerkt dat deze ultrakorte keten PFAS zeer mobiel, uitloogbaar en wateroplosbaar zijn.

## 2.9.2 Toelichting rond PFAS-precursoren

### 2.9.2.1 Inleiding

In deze sectie is dieper ingegaan rond de problematiek van PFAS-precursoren, omdat dit in de evaluatie van de ingediende 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO (december 2022) als onvolledig werd beschouwd.

Met de term PFAS-precursoren worden de verbindingen bedoeld die eens ze buiten de productieomgeving terechtkomen door verdere (biotische en abiotische) omzetting kunnen aanleiding geven tot de finale afbraakproducten, zoals bijvoorbeeld PFOS.

Dit betekent concreet voor de onderzoeken op en rond de 3M site dat al de celproducten, bouwstenen, intermediairen, bijproducten en finale gewenste producten kunnen beschouwd worden als precursoren die 'worst case' volledig kunnen omgezet worden tot de finale PFAS-afbraakproducten. Dit proces van omzetting, buiten het productieproces om, gebeurt, door (1) micro-organismen in bodem en water, (2) hydroxyradicalen in de troposfeer of (3) chemische reacties in de natuur (hydrolyse, photooxidatie, ...).

Eenzelfde benadering wordt gehanteerd in het rapport dat Deltares<sup>22</sup> heeft opgemaakt in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in Nederland waarin de aanwezigheid van PFAS precursoren in water en sediment werd nagegaan. Relevante resultaten uit deze studie worden verder in deze sectie toegelicht.

### 2.9.2.2 Precursoren opgenomen in het CMA

Wat betreft de aanwezigheid van precursoren in de bodem die opgenomen zijn in de CMA, is bepaald of de component onderdeel uitmaakt van het ECF-proces, dat bij 3M heeft plaatsgevonden zoals eerder toegelicht in [sectie 2.7.3](#), dan wel volgens het telomeer productieproces, dewelke nooit zijn toegepast op de 3M site in Zwijndrecht. Vervolgens is nagegaan welke van de 40 parameters uit de CMA beschouwd kunnen worden als precursor voor de sulfonzuren volgens de bovenstaande terminologie. Ook voor de overige componenten van de CMA is het terminale afbraakproduct vermeld. Wat betreft de componenten uit de telomeer chemie kan geen éénduidig terminaal afbraakproduct bepaald worden, aangezien deze degraderen en 'uiteenvallen' in diverse perfluorcarboxylzuren van verschillende ketenlengtes. Zo is uit de wetenschappelijke literatuur gekend dat telomeren zoals 6:2 FTS, een in het milieu veel voorkomende telomeer precursor, afbreken naar PFBA, PFPeA en PFHxA. Dergelijke telomeren worden door andere producenten dan 3M, ook gebruikt in brandblusschuim formuleringen.

In onderstaande tabel zijn de precursoren weergegeven voor de sulfonzuren die als COCs zijn gedefinieerd in het voorliggend BBO. De opdeling voor alle parameters van de CMA kan men terugvinden in [Bijlage 13](#).

<sup>22</sup> Literature study n PFAS precursors in sediments and surface water, Deltares, ref 11208091-003, from 19-12-2022

**Tabel 2-4 Evaluatie precursoren CMA-parameters**

Stof	COC sulfonzuur
EtPFOSA, MePFOSA, PFOSA, MePFOSAA, EtPFOSAA,	PFOS
PFHxSA	PFHxS
MePFBSA, PFBSAA, PFBSA	PFBS

Bij de bespreking van de resultaten is een specifieke sectie opgenomen rond de aanwezigheid van deze PFAS-precursoren binnen het projectgebied van dit BBO.

### 2.9.2.3 Precursoren PFOSAA, EtPFOSE en MePFOSE

Naast de PFOS-precursoren vermeld in bovenstaande tabel zijn de componenten PFOSAA, EtPFOSE en MePFOSE ook beschouwd als precursoren voor het finale afbraakproduct PFOS volgens bovenstaande terminologie. Deze producten zijn momenteel niet opgenomen in de CMA en werden ook nog niet geanalyseerd binnen onderhavig BBO.

PFOSAA is een precursor die gevormd wordt buiten de productieomgeving door één van bovenstaande processen. Het is geen intermediair of bouwsteen binnen het ECF-proces. Deze stof is relatief goed afbreekbaar en wordt in aerobe condities binnen een periode van enkele jaren verder omgezet tot PFOS. Aangezien de productie van de C8 chemie reeds meer dan 20 jaar is stopgezet, is het vrij aannemelijk dat er geen residuele concentraties van deze precursor aanwezig zijn in de bodem. Vandaar dat er tot op heden nog geen analyse naar deze stof werd uitgevoerd in het kader van dit BBO.

Wat betreft EtPFOSE en MePFOSE, deze alcoholen zijn wel intentioneel geproduceerd geweest op de 3M site, wat ook verklaart waarom deze in hoge concentraties zijn aangetroffen op de site zelf in het oorspronkelijke BBO (Arcadis 2006). Deze stoffen zitten echter niet in blusschuim, en kunnen bijgevolg niet verspreid zijn door het uitvoeren van de blusschuim kwaliteitstesten. De beschikbare informatie in de lopende BBO's geeft aan dat het allicht deze historische activiteit is geweest die geleid heeft tot het vastgestelde impactpatroon van de PFOS-bodemverontreiniging in de directe omgeving van de 3M fabriek. Het is evenwel niet uit te sluiten dat deze alcoholen via schouwen ontsnapt zijn. Indien deze stoffen via atmosferische depositie verspreid worden, gebeurt het afbraakproces volgens 3M experts vrij snel, in kwestie van dagen, en is de kans klein dat deze stof als dezelfde molecule op de grond terecht komt, en verloopt het aerobe proces verder bij aanraking op de grond.

In de studie van Deltares (2022) wordt aangehaald dat bovenstaande alcoholen kunnen beschouwd worden als de moederproducten van EtPFOSAA en MePFOSAA, beide PFOS-precursoren die wel meegenomen zijn in de CMA. Deze laatste sulfonamides zijn ook de meest voorkomende precursoren die werden aangetroffen in de sedimenten en fijne partikels die in Nederland bestudeerd zijn. Deze studie geeft ook aan dat aerobe afbraak van deze precursoren optreedt, zowel wat betreft de alcoholen als de sulfonamides. Anaerobe afbraak van deze stoffen is niet aangetoond, anaerobe condities komen veelal eerder voor in sedimenten, en niet in toplagen van de bodem die onderhevig is aan de mens en het weer.

Anderzijds, deze studie geeft ook aan dat ook SAmPAP esters eveneens belangrijke precursoren van PFOS kunnen zijn, deze stof werd als commercieel product op de markt gebracht, o.a. door 3M. Deze stof degradeert evenwel naar EtPFOSE, in aerobe omstandigheden. De Deltares studie (2022) concludeert dat wat betreft de precursoren, SAmPAP esters en EtPFOSE en MePFOSE allicht de belangrijkste precursoren zijn naast EtPFOSAA en MePFOSAA (en verder naar PFOS als



eindafbraak PFAS), maar dat deze gemakkelijk degraderen en bijgevolg niet in grote concentraties aangetroffen zullen worden.

Een overzicht van de vermoedelijke afbraak van precursoren van PFOS is weergegeven in onderstaande **Illustratie 2-24**, afkomstig uit het bovenvermelde artikel van Deltares.

### Illustratie 2-24 Vermoedelijke afbraakroute PFOS-precursoren

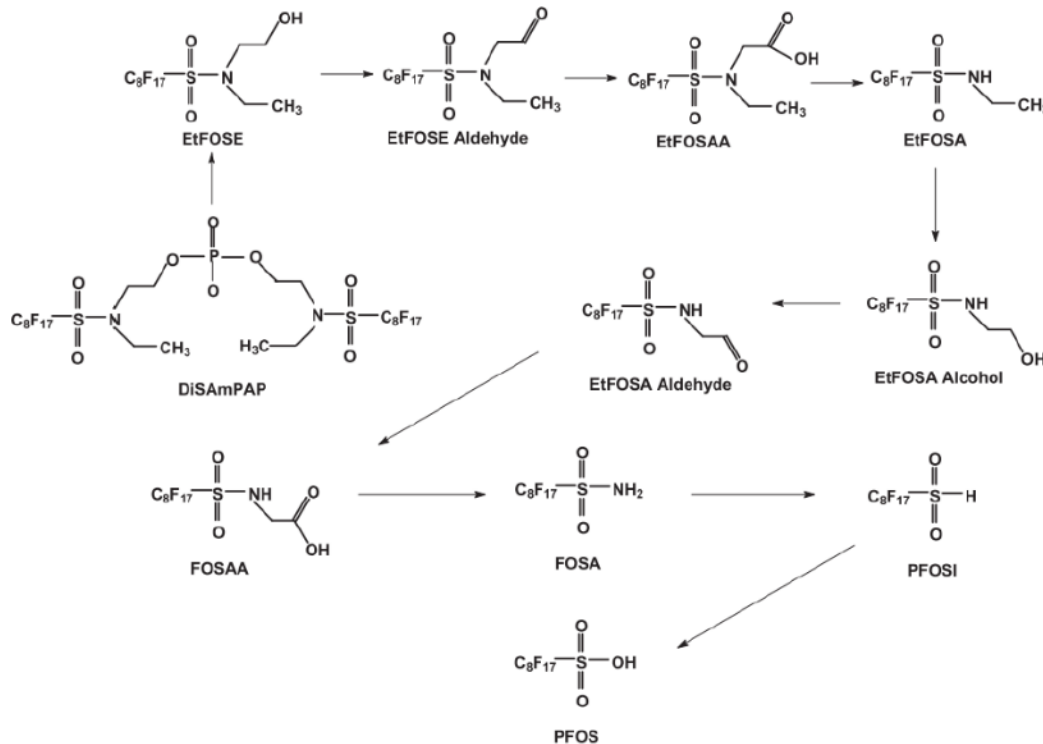


Figure 3.4: Proposed metabolic pathways for biotransformation of FOSAMs (from Zhang et al. 2021).

Omwille van deze redenen is dan ook geopteerd om deze stoffen niet te analyseren binnen het onderhavig BBO, het is mogelijk wel interessant om eventueel een aantal TOP assay testen uit te voeren in de volgende onderzoeksfases, ondanks het feit dat deze test nog niet is gecertificeerd en geregulariseerd.

## 2.10 Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen en gebruiksadviezen

### 2.10.1 Voorzorgsmaatregelen/veiligheidsmaatregelen

Voorzorgsmaatregelen zijn acties die bij verontreinigde bodem onder leiding van een bodemsaneringsdeskundige moeten worden uitgevoerd om mensen of het milieu te beschermen tegen de risico's die verbonden zijn aan de verontreinigde bodem, in afwachting van bodemsaneringswerkzaamheden. Onder maatregelen wordt verstaan het verwijderen, neutraliseren, immobiliseren, isoleren of afschermen van verontreinigde grond.

Voor de waargenomen PFAS-verontreiniging in de bodem is ERM van mening dat er geen voorzorgsmaatregelen nodig zijn naast de huidige 'no regret'-maatregelen in afwachting van acties die zullen worden gedefinieerd in het bodemsaneringsproject. De Vlaamse regering heeft 'no regret'-maatregelen geadviseerd ter bescherming van de volksgezondheid, die van toepassing zijn op gebieden binnen 1,5; 3; 5; en 10 km van de 3M-site. De meest recente 'no regret'-maatregelen kunnen worden geraadpleegd op de website van [www.vlaanderen.be](http://www.vlaanderen.be).

De OVAM heeft in haar besluit van 3 maart 2023 houdende voorzorgsmaatregelen dat werd medegedeeld middels haar schrijven van 3 maart 2023 (referentie BB-BEDR-BVG-20230141652) beslist dat voor het woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht in zone 1B en 2, zoals bepaald in de goedkeuring van het eerste gefaseerd BBO, toch voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden. OVAM baseert zich op een korte nota die de deskundige Antea in haar opdracht heeft opgemaakt, op basis van de gegevens van het eerste gefaseerd BBO, het tweede onderzoeksverslag van 29 december 2022, de informatie over de resultaten van analyses van bloedserum in het gebied, de grootschaligheid van het gebied met bodemverontreiniging en het advies van AZG op het onderzoeksverslag van 29 december 2022. In dezelfde nota komt Antea tot het besluit dat uit de risico-analyse is gebleken dat de verontreiniging risico's inhoudt voor de bewoners ten gevolge van de consumptie van scharreleieren, van dierlijke producten (vlees en melk) en van groenten en fruit.

De volgende voorzorgsmaatregel moet uitgevoerd worden voor de gronden in het woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht die gelegen zijn in zone 1B en 2:

- Algemene communicatie van de globale adviezen met betrekking tot maatregelen om de blootstelling aan de verontreiniging te voorkomen of beperken (de no-regret maatregelen); en
- Het opmaken van een plan van aanpak voor een inventarisatie van de openstaande kritieke blootstellingsroutes op perceel niveau, samen met een uitvoeringsplanning voor het uitvoeren van deze inventarisatie.

ERM heeft in opdracht van 3M Belgium het plan van aanpak opgesteld en ingediend bij de OVAM op 15 maart 2023, dit plan van aanpak werd op 23 maart 2023 goedgekeurd (referentie BB-BEDR-BVG-20230190185).

Er gelden geen specifieke veiligheidsmaatregelen voor de verontreiniging, bovenop de 'no regret'-maatregelen in afwachting van de effectieve bodemsanering.

## 2.10.2 Gebruiksadvies

In het eerste gefaseerd BBO van 2022 heeft ERM gebruiksadviezen opgesteld in afwachting van de bodemsanering. Deze zijn gebaseerd op verschillen in concentraties in het gebied en een evaluatie van het feitelijk terreingebruik dat niet altijd overeenkomt met het gebruik volgens het bestemmingstype (gewestplan), zijnde landbouwgebied en woongebied. Enerzijds zijn er veel huizen in gebieden die als landbouwgebied zijn gedefinieerd, anderzijds kunnen bewoners in woongebied hetzelfde "grote consumptiegedrag" hebben voor groenten en eieren.

Gelet op het feit dat het feitelijk terreingebruik niet gekend is, gelet op overlap tussen de voorgestelde gebruiksadviezen GA5a, GA5b en GA5c, weerhoudt OVAM enkel een aangepast gebruiksadvies GA5a dat stelt dat consumptie van combinaties van zelfgekweekte/zelfgeproduceerde eieren, groenten, vlees, melk of melk van afgeleide producten moet worden voorkomen. De van toepassing zijnde gebruiksadviezen binnen het projectgebied zijn opgenomen in [Tabel 2-5](#) zoals opgenomen in de brief die OVAM heeft opgesteld voor het eerste gefaseerd BBO.

**Tabel 2-5 Gebruiksadviezen**

Zone	ERM specifiek	Slib	OVAM specifiek
Zone GA5a	GA5a	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4
Zone GA5d	GA5a, GA5d	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Grotere projectgebied:

- SL1: Bagger- en ruimingsslib dat vrijkomt bij het ruimen van oppervlaktewaterlichamen moet op PFAS worden geanalyseerd en adequaat worden verwerkt als de toepasselijke normen overschreden worden.
- GA5a: De 'no regret'-maatregelen blijven van toepassing. Onder andere moet de consumptie van eieren van eigen kippen worden vermeden.
- GA5d: De consumptie van zelf geteelde groenten moet worden voorkomen. Bij dit feitelijk grondgebruik wordt ervan uitgegaan dat de consumptie van zelfgeproduceerde eieren, vlees, melk en van melk afgeleide producten niet van toepassing is.
- Alsook deze vermeld in onderstaande [Tabel 2-6](#):

**Tabel 2-6 Geldende gebruiksadviezen**

GA code + zone	Omschrijving van werken	Standaardzinnen	Mogelijke impact	Mogelijke Maatregel
<b>GA1a</b>  <b>Grotere projectgebied</b>	Grondverzet	Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Extra kosten als de afgevoerde bodem gereinigd moet worden.</li> <li>■ Impact op het nieuw ontwerp.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Opmaak technisch verslag: bijkomende staalname en analyse nodig, inclusief een her-evaluatie van de gekende verontreiniging in functie van de geplande werken.</li> <li>■ Hergebruik van gronden binnen of buiten de kadastrale werkzone – te bepalen op basis van het technisch verslag.</li> <li>■ Afvoer en verwerking van bodem – te bepalen op basis van het technisch verslag.</li> <li>■ Actualisatie van de risico-evaluatie uitvoeren om mogelijkheden voor hergebruik van bodem te evalueren – te bepalen op basis van het technisch verslag.</li> <li>■ Ontwerp afstemmen op de gekende resultaten (bijvoorbeeld: locatie van de te ontgraven zone / kelder aanpassen).</li> </ul>
<b>GA2a</b>  <b>Grotere projectgebied</b>	Uitvoering bemaling i.k.v. bouwwerken	Bij de uitvoering van bemalingen is het aangewezen om maatregelen te nemen om de verspreiding van de grondwaterverontreiniging tegen te gaan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verspreiding verontreiniging in het grondwater (horizontaal/verticaal).</li> <li>■ Lozing van verontreinigende stoffen in riolering of op oppervlaktewater.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uitvoering maatregelen om verspreiding verontreiniging tegen te gaan.</li> <li>■ Opsplitsen van de bemalingsstreng (deel binnen en deel buiten de verontreiniging).</li> <li>■ Gebruik maken van een waterzuivering.</li> <li>■ Opvolgen van concentraties in opgepompt en/of geloosd water door erkend bodemsaneringsdeskundige.</li> <li>■ Aanvragen van een lozingsvergunning.</li> <li>■ Nagaan of andere maatregelen mogelijk zijn voor ontgraving: beperken diepte en/of vermijden bemaling.</li> </ul>
<b>GA2b</b>  <b>Grotere projectgebied</b>	Oppompen van grondwater voor eigen gebruik voor consumptie en persoonlijke hygiëne (drinkwater en drinkwater)	Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken als drinkwater of voor persoonlijke hygiëne. Ook gebruik als drinkwater voor vee is af te raden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Blootstelling door dermaal contact bij gebruik water (douche, bad).</li> <li>■ Blootstelling door inname van verontreinigd water (drinken).</li> <li>■ Blootstelling door inname van groenten besproeid met verontreinigd water of vlees van dieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uitvoering nieuwe risico-evaluatie – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan de saneringsnoodzaak wijzigen en kan alsnog sanering nodig zijn.</li> <li>■ Bijkomende controle grondwater op andere parameters i.k.v. gebruik voor consumptie (brochure website VMM).</li> <li>■ Nagaan mogelijkheden tot gebruik grondwater uit andere grondwaterlagen en/of op andere locaties – evaluatie impact op</li> </ul>

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

GA code + zone	Omschrijving van werken	Standaardzinnen	Mogelijke impact	Mogelijke Maatregel
			gedrenkt met verontreinigd water. <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verspreiding verontreiniging in het grondwater (hor./vert.).</li> </ul>	verontreiniging en gebruik grondwater.
<b>GA2c</b> <b>Grotere projectgebied</b>	Oppompen van grondwater voor overig gebruik in huis, tuin of industriële toepassing	Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken voor de tuin. Ook een industriële toepassing zonder de risico's te laten evalueren, is af te raden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Blootstelling door dermaal contact bij gebruik van water (poetsen, auto wassen,...).</li> <li>■ Horizontale of verticale verspreiding van verontreiniging in het grondwater.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn.</li> <li>■ Mogelijkheden voor gebruik van grondwater uit andere grondwaterlagen of op andere locaties nagaan – evaluatie van de impact op verontreiniging en gebruik van grondwater.</li> </ul>
<b>GA2d</b> <b>Grotere projectgebied</b>	Gebruik grondwater voor andere doeleinden (warmtepompen, )	Wordt het grondwater gebruikt voor doeleinden zoals een warmtepomp, dan wordt aangeraden om maatregelen te nemen ter bescherming van het systeem.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aantasting materiaal</li> <li>■ Blootstelling door inhalatie.</li> <li>■ Blootstelling voor werknemers bij aanleg van het systeem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Afstemmen ontwerp o.b.v. de gekende resultaten.</li> </ul>
<b>GA3b</b> <b>Grotere projectgebied</b>	Aanleg moestuin	Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen op het perceel.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Blootstelling door ingestie van groenten.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn.</li> <li>■ De locatie van de moestuin wijzigen.</li> </ul>
<b>GA3d</b> <b>Grotere projectgebied</b>	Herontwikkeling met wijziging terreingebruik: afbraak gebouw en nieuwbouw met andere karakteristieken (diepte kelder,...) of andere bouwzone	Wijzigt het terreingebruik door bijvoorbeeld afbraak of nieuwbouw, dan is een herevaluatie van de mogelijke risico's aangewezen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Risico's door wijziging van het terreingebruik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Een nieuwe risico-evaluatie uitvoeren – afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan er toch nog een bodemsanering nodig zijn.</li> <li>■ De inplanting of locatie van gebouwen, tuin,... aanpassen.</li> <li>■ De keuze voor een kelder herbekijken.</li> <li>■ Bij overschrijding van de beleidsmatige waarden moet een bodemsaneringsproject worden opgesteld.</li> </ul>
<b>GA4</b> <b>Grotere projectgebied</b>	Herontwikkeling met wijziging bodembestemming	Bij de herontwikkeling van het terrein met een bestemmingswijziging is een nieuwe risico-evaluatie aangewezen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Risico's door wijziging van het bestemmingstype.</li> <li>■ Beperkingen bij bepaald type/gebruik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Uitvoeren nieuwe risico-evaluatie - afhankelijk van het besluit van deze risico-evaluatie kan de saneringsnoodzaak wijzigen en kan alsnog sanering nodig.</li> <li>■ Aanpassen inplanting van gebouwen, recreatiezones, speelterreinen, industrie, ...</li> <li>■ Evaluatie rekening houdend met de mogelijkheden vermeld bij GA3.</li> </ul>

## 2.11 Terreinbezoek

Het projectgebied is in kader van het eerste gefaseerd BBO reeds verschillende keren bezocht. Een fotoreportage met een impressie van het gebied is opgenomen in [Bijlage 8](#).

### 3. BEPALING VAN DE ONDERZOEKSSTRATEGIE

Voor de voltooiing van deze tweede fase van het BBO heeft ERM een stapsgewijze aanpak toegepast. In dit hoofdstuk worden de vier stappen beschreven van de onderzoeksstrategie die voor deze fase van het BBO van toepassing is.

#### 3.1 Stap 1 - Evaluatie van de beschikbare gegevens

ERM heeft een desktopstudie uitgevoerd om alle recente beschikbare gegevens te verzamelen met het oog op het opstellen van een bemonsteringsplan voor het veldwerk, alsook om de administratieve gegevens en het conceptueel site model bij te werken en de verdachte stoffen te weerhouden.

Alle gegevens zijn samen beheerd in een EquIS database, en samengebracht in QGIS voor visualisatie. De verzamelde gegevens omvatten:

- De doorlopende monitoringgegevens die door 3M zijn verzameld;
- De door BAM/Lantis verzamelde gegevens voor de Oosterweel werken;
- De gegevens die door Arcadis (BBO 2006) zijn verzameld voor hun onderzoek naar atmosferische depositie;
- De gegevens uit het eerste gefaseerd BBO (ERM, 2022, referentie 0540247 versie 1); en
- De gegevens uit reeds gekende OVAM-dossiers en studies van derden (zie [sectie 2.2.5](#) en [3.4](#)).

#### 3.2 Stap 2 – Afperking van de bodemverontreiniging op basis van de voorgestelde bodemsaneringsnormen

In het kader van dit tweede gefaseerd BBO zijn twee nieuwe omvangrijke staalnamecampagnes uitgevoerd, in juni/juli 2022 en september 2022. Het doel van deze campagnes was de horizontale en verticale verspreiding van verontreinigende stoffen (PFAS) in de bodem in kaart te brengen. De campagnes waren vooral gericht op het uitbreiden van de dataset en op het verfijnen van de afperking van de verspreiding in de bodem.

Daarnaast zijn er in de periode maart – mei 2022 eveneens boorwerkzaamheden uitgevoerd met het oog op het opstellen van het eerste gefaseerd bodemsaneringsproject. De resultaten hiervan zijn gerapporteerd in het eerste gefaseerd BSP, maar worden in onderhavig rapport wel gebruikt om de conclusies van dit gefaseerd BBO verder te onderbouwen.

De staalnamelocaties en -diepte zijn bepaald aan de hand van de reeds beschikbare informatie rekening houdend met het belang van de eventuele atmosferische depositie voor de verspreiding van verontreinigende stoffen. In het kader van de verticale afperking van PFAS in de bodem, zijn monsters genomen volgens het waargenomen bodemprofiel (bodemhorizonten; waar aanwezig en wanneer niet verstoord door grondwerken en/of ploegwerkzaamheden) met een bemonsteringsdiepte tot aan de freatische aquifer (1<sup>ste</sup> watervoerende laag). Op sommige locaties waar monitoringspeilbuizen zijn geplaatst, zijn soms ook grondmonster genomen onder de watertafel.

In het OVAM schrijven van 28 februari 2023 als reactie op het rapport van 29 december 2022 was ook een opmerking gemaakt over het diepte-interval van de stalen die genomen zijn voor afperking van de atmosferische depositie. In het eerste gefaseerd BBO is op vraag van de OVAM op verschillende locaties een gedetailleerd onderzoek gedaan naar de PFOS-concentratie in functie van de staalnamediepte. Op 4 locaties zijn stalen genomen op volgende diepte intervallen in m-mv: 0-0,15; 0-0,3; 0-0,5; 0,15-0,3 en 0,3-0,5. Uit de evaluatie van deze gegevens is besloten dat de resultaten voor PFOS gelijkaardig waren, en dat bijgevolg de stalen die genomen zijn voor het bodeminterval 0-0,3 m-mv voldoende zijn om de atmosferische depositie in kaart te brengen.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

De locaties voor het nemen van bodemmonsters zijn gekozen binnen een straal van 3,5 tot 4 km ten zuiden van de 3M-site in Zwijndrecht, hoofdzakelijk om te streven naar afperking tot de richtwaarde, maar ook al met het oog op een voldoende dekking van het onderzoeksgebied om de eventuele mogelijke aanwezigheid van andere niet-3M gerelateerde bronnen binnen het projectgebied in deze fase van het onderzoek te achterhalen. Bovendien is ernaar gestreefd monsters te nemen in gebieden met zowel agrarisch als residentieel landgebruik.

### 3.3 Stap 3 - Onderzoek in verband met de risico-evaluatie

ERM voerde aanvullend onderzoek uit met het doel de belangrijkste blootstellingsroutes en de potentiële risico's voor landbouwers en bewoners in het projectgebied te verifiëren.

ERM heeft bijkomende monsters genomen van de toplaag binnen de gemeente Zwijndrecht. De locaties voor het nemen van bodemmonster zijn hoofdzakelijk gekozen met het oog op een goede dekking van het onderzoeksgebied binnen een straal van 3,5 tot 4 km ten zuiden van de 3M-site in Zwijndrecht. Bovendien is ernaar gestreefd monsters te nemen in gebieden met zowel agrarisch als residentieel landgebruik.

Naast monsters van de toplaag verzamelde ERM ook gewassen (waaronder verschillende groenten, fruit, gras en maïs), eieren en kippenvlees (slechts 1 monster). Gewassen die oogstklaar waren zijn verzameld op zowel particuliere moestuinen als landbouwgrond. Voor elk monster van groenten, fruit, gras, maïs en dierlijke producten is een bijhorend monster van de toplaag genomen om het mogelijke verband tussen de gedetecteerde PFAS-concentraties in de voedingsmaterialen en de aanwezige PFAS-concentraties in de bodem na te gaan.

De keuze van de staalname locatie voor gewassen bij particulieren is gebaseerd op de locaties die bemonsterd zijn voor het eerste gefaseerd BBO, en op de gegevens die de gemeente Zwijndrecht verzameld heeft bij haar bewoners, wat verder in dit hoofdstuk staat toegelicht. Op deze manier was er steeds een grondmonster beschikbaar op een locatie waar gewassen zijn bemonsterd.

ERM heeft in deze onderzoeksfase ook 25 nieuwe monitoringspeilbuizen geplaatst binnen het projectgebied en hieruit het freatische grondwater bemonsterd. Gelieve op te merken dat een gedetailleerde karakterisering en afperking van het grondwater niet het doel is van deze 2<sup>de</sup> fase van het BBO, een doorgedreven evaluatie zal in een volgende onderzoeksfase worden uitgevoerd.

### 3.4 Stap 4 - integratie van bemonsteringscampagnes voor de bodem door derden

Sinds eind april 2021 hebben verschillende andere partijen bodem- en/of grondwaterbemonsterings- en -analysecampagnes uitgevoerd in de omgeving van de 3M-site, binnen of nabij het projectgebied waarop dit BBO betrekking heeft. De volgende evenementen zijn uitgevoerd:

- In opdracht van de gemeente Zwijndrecht<sup>23</sup> heeft PIH 2 staalnamecampagnes uitgevoerd. Tijdens een eerste campagne eind april 2021 zijn 3 grondmonsters en 2 grondwatermonsters verzameld binnen een straal van 1 tot 1,5 km van de 3M-locatie. De bodemmonsters zijn genomen van de toplaag (0-0,15 m-mv). Elk bodemmonster is een samengesteld monster van ongeveer 10 grondboringen. Tijdens een tweede campagne werden 4 bodem- en 5 grondwatermonsters genomen binnen een straal van 2,5 km rond de 3M-locatie. De bodemmonsters werden genomen zoals in de vorige campagne. Alle grond- en grondwatermonsters werden geanalyseerd op de 28 PFAS-verbindingen overeenkomstig de CMA/3/D;

<sup>23</sup> Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater t.h.v. Neerstraat, Polderstraat en Bembdt te Zwijndrecht" en "Indicatief onderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater te Zwijndrecht, campagne 2", beide opgesteld door PIH

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- In opdracht van de stad Antwerpen<sup>24</sup> heeft ABO in totaal 12 bodemmonsters verzameld op 4 geselecteerde locaties in Antwerpen op de Linkeroever van de Schelde. Op elke locatie werden 3 duplo ongeroerde bodemmonsters genomen met een steekbus. Alle bodemmonsters zijn geanalyseerd op 37 PFAS-verbindingen;
- In opdracht van OVAM<sup>25</sup> heeft Arcadis 11 bodemmonsters verzameld tijdens een eerste campagne, en 12 bodemmonsters tijdens een tweede campagne. De staalnamelocaties zijn geselecteerd binnen een straal van 3 km van de 3M-site, in de steden Zwijndrecht, Antwerpen en Beveren. Twee van deze monsters zijn genomen in de buurt van het ISEC-opleidingscentrum voor industriële veiligheid en noodgevallen, waar mogelijk brandoefeningen hebben plaatsgevonden. De bodemmonsters zijn genomen van de toplaag (0-0,15 m-mv). Elk monster is een samengesteld monster van ongeveer 10 grondboringen. Alle bodemmonsters zijn geanalyseerd op 37 PFAS-verbindingen CMA;
- In opdracht van de gemeente Beveren<sup>26</sup> heeft Artemis Milieu bv een Verkennend bodemonderzoek naar aanwezigheid van PFAS in bodem en grondwater binnen het grondgebied van de gemeente Beveren-Waas uitgevoerd. Er zijn in totaal 18 bodemmonsters en 4 grondwatermonsters verzameld op 3 geselecteerde locaties in Melsele en 1 in Kallo. Van het vaste deel van de aarde zijn in eerste instantie de toplaagmonsters geanalyseerd op het pakket PFAS (29). Enkel indien hier verhoogde gehalten zijn aangetroffen, kunnen eventueel ook diepere monsters aan analyse onderworpen worden. De grondwatermonsters worden eveneens geanalyseerd op PFAS (29 componenten);
- In opdracht van de stad Antwerpen<sup>27</sup> heeft ABO een Verkennend bodemonderzoek uitgevoerd naar de aanwezigheid van verhoogde concentraties aan PFAS in de toplaag van de bodem, grondwater en gewassen. In fase I zijn op 4 locaties te Linkeroever telkens drie monsters in duplo van de toplaag bemonsterd. In fase II zijn in totaal 51 bodemmonsters van de toplaag verzameld op 17 geselecteerde locaties in 2000 Antwerpen, 2050 Linkeroever, 2060 Antwerpen, 2180 Ekeren, 2170 Merksem, 2100 Deurne en 2610 Wilrijk. Op 5 locaties is ook putwater bemonsterd. In fase III zijn op drie reeds bemonsterde locaties, waar in fase II verhoogde concentraties aan PFAS-verbindingen werden aangetroffen, een bijkomende peilbuis geplaatst alsook op elke locatie bodemmonsters van de laag onder de toplaag en de laag rond de grondwatertafel bemonsterd. Tot slot zijn drie verschillende gewassen bemonsterd op elk van deze drie locaties. Van elk type gewas is een gereinigd en een niet gereinigd monster genomen en geanalyseerd. Van het vaste deel zijn de monsters geanalyseerd op het pakket PFAS (37 componenten). Het putwater en het grondwater uit een peilbuis zijn respectievelijk geanalyseerd op het pakket PFAS (28 componenten) en pakket PFAS (36 componenten). De gewassen zijn geanalyseerd op het pakket PFAS (32 componenten);
- In opdracht van OVAM<sup>28</sup> heeft RSK 2 bodemmonsters en 1 grondwater monster verzameld op het terrein Neusenbergh z/n te 2070 Zwijndrecht in het kader van een verkennend bodemonderzoek PFAS. Het vaste deel van de aarde en het grondwater zijn geanalyseerd op het pakket PFAS (36 componenten);

<sup>24</sup> Verkennend bodemonderzoek PFAS, 2050 Linkeroever, opgesteld door ABO, d.d. 14 juni 2021

<sup>25</sup> Memo "Resultaten controlestaalname PFAS fase 1+2 - OVAM", opgesteld door Arcadis, dd. 12 juli 2021

<sup>26</sup> Verkennend bodemonderzoek naar aanwezigheid PFAS in bodem en grondwater binnen het grondgebied van de gemeente Beveren-Waas, opgesteld door Artemis milieu bv, d.d. 12 juli 2021

<sup>27</sup> Verkennend bodemonderzoek PFAS, 2000 Antwerpen, 2050 Linkeroever, 2060 Antwerpen, 2180 Ekeren, 2170 Merksem, 2100 Deurne, 2610 Wilrijk, opgesteld door ABO, d.d. 15 oktober 2021

<sup>28</sup> Verkennend bodemonderzoek PFAS, OVAM, Neusenbergh z/n/ te 2070 Zwijndrecht, opgesteld door RSK, d.d. 20 oktober 2021

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- In opdracht van OVAM<sup>29</sup> heeft BOVA ENVIRO+ NV 5 grondmonsters en 5 grondwatermonsters verzameld op het terrein Defensie, kwartier Brosius te 2070 Zwijndrecht. Het vaste deel van de aarde en het grondwater zijn respectievelijk geanalyseerd op het pakket PFAS (35 componenten) en het pakket PFAS (36 componenten); en
- In opdracht van de gemeente Zwijndrecht heeft het PIH-grondmonsters genomen bij particulieren in Zwijndrecht in februari 2022. Deze monsters zijn genomen van de toplaag, tussen 0-15 cm-mv, en vervolgens door Servaco geanalyseerd naar PFAS volgens de CMA/2II/A.1. In totaal zijn er 109 topmonsters genomen op 109 verschillende adressen. Tegelijkertijd heeft de gemeente Zwijndrecht aan die bewoners ook de volgende vragen gesteld: (1) *hebt u of wenst u een moestuin of fruitbomen?* (2) *hebt u of wenst u kippen?* en (3) *hebt u sinds 2002 wijzigingen aan de bodem aangebracht?* Van dit onderzoek heeft ERM enkel de certificaten ontvangen en de antwoorden op deze drie vragen, er is geen rapport opgesteld.

De resultaten van deze monsternemingen zijn allemaal opgenomen in de EquiS database en geïntegreerd in het voorliggend BBO-rapport.

De overige dossiers vermeld in [sectie 2.2.58](#) die hierboven niet vermeld zijn, zijn niet opgenomen in de EquiS database. De vaststellingen uit deze rapporten zijn wel meegenomen in dit rapport vooral met het oog op het identificeren van eventuele andere PFAS-bronnen.

Tot slot heeft ERM in de loop van januari 2023 analyseresultaten ontvangen van bodem- en grondwaterstalen die de erkend bodemsaneringsdeskundige ROTS (Sweco, en Witteveen & Bos) in opdracht van Lantis heeft verzameld binnen het projectgebied van de Oosterweelwijken, en die binnen het projectgebied van onderhavig BBO gelegen zijn. Deze resultaten zijn momenteel reeds gedeeltelijk opgenomen in de EquiS database en mee verwerkt in de evaluatie, meer specifiek voor het opmaken van de kaarten om de horizontale verspreiding van de bodemverontreiniging te bespreken. Deze resultaten zijn niet mee opgenomen in de tabellen die opgemaakt zijn voor hoofdstuk 5 waar de statistische evaluatie van de resultaten is besproken, aangezien het algemene beeld van de verontreiniging niet gewijzigd is in vergelijking met de resultaten opgenomen in het BBO-onderzoeksverslag van 29 december 2022.

Bovengenoemde verslagen met uitzondering van de rapporten die bij OVAM ingediend en dus beschikbaar zijn, zijn te vinden in [Bijlage 6](#). De certificaten van het onderzoek van de topmonsters door de gemeente Zwijndrecht in februari 2022 zijn niet mee opgenomen.

### 3.5 Beoordelingskader bodem en grondwater

Bij de opmaak van onderhavig rapport is het tijdelijk handelingskader uit het tweede rapport van de opdrachthouder Prof. Karl Vranken van toepassing. Dit handelingskader is in voege sinds 19 april 2022 voor grond en grondwater, na publicatie door OVAM op 4 april 2022<sup>30</sup>. Deze normen zijn berekend door VITO, waarbij voor de humaan toxicologisch waarde gebruik is gemaakt van de S-Risk toepassing voor de berekening van normen, met toepassing van de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) van 20 ng/kg lw/d (EPA 2016). Aan dit normeringskader zal er in onderhavig rapport getoetst worden.

Voor de volledigheid is het bijgesteld toekomstig normeringskader ook toegelicht indien dit wijzigingen bevat t.o.v. het huidige normeringskader. Dit aangepast normeringskader is opgesteld door VITO<sup>31</sup>, waarbij voor de humaan toxicologisch waarde gebruik is gemaakt van de S-Risk toepassing voor de berekening van normen, met toepassing van de EFSA 2020 gezondheidskundige grenswaarde

<sup>29</sup> Verkennend bodemonderzoek voor PFAS-verontreiniging t.h.v. risicoactiviteiten terrein defensie kwartier Brosius te Gavers, 2070 Zwijndrecht, opgesteld door BOVA ENVIRO+ NV, d.d. 8 februari 2022

<sup>30</sup> Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en voor PFAS in grondwater, aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluaties, publicatiedatum 4 april 2022

<sup>31</sup> Bindend normenkader voor PFOS en PFOA, opgesteld door VITO van 5 oktober 2022



(GGW) van 4,4 ng/kg lw/w. Dit bijgesteld normeringskader is op 16 december principieel goedgekeurd door de Vlaamse regering. Op 7 februari 2023 heeft de Dienst Milieueffectrapportage aangegeven dat dit handelingskader voldoende onderzocht en onderbouwd is, waardoor er geen MER meer nodig is. Tot op heden is dit nieuwe kader evenwel nog niet van kracht omdat het nog niet definitief werd goedgekeurd.

### 3.5.1 Toetsingswaarden voor bodemsanering vaste deel van de aarde

Tabel 3-1 en Tabel 3-2 toont de huidige bodemsaneringsnormen PFOS en PFOA opgesteld door OVAM (2022), en geldig sinds 4 april 2022. Tabel 3-3 toont het bijgesteld toekomstig normeringskader, dit normenkader is op 16 december 2022 principieel goedgekeurd door de Vlaamse regering. Voor woongebied is er een bodemsaneringsnorm voor PFOS en PFOA die van toepassing is voor tuinen met moestuin en kippen met vrije uitloop, en een norm voor tuinen zonder moestuin en kippen met vrije uitloop.

**Tabel 3-1 De huidige bodemsaneringsnormen voor het vaste deel (µg/kg ds) voor PFOS**

Landgebruik (bestemmingstype)	I (Natuur) & II (landbouw)	III (Woongebied)	IV (Recreatie)	V (Industrieel)
Voorstel humaantox	3,1	205	1949	1949
Voorstel ecotox	3	18	110	9100
<b>Voorstel bodemsaneringsnorm (µg/kg ds)</b>	<b>3,8</b>	<b>3,8*/18</b>	<b>110</b>	<b>110</b>

\* bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en kippen met vrije uitloop

**Tabel 3-2 De huidige bodemsaneringsnormen voor het vaste deel (µg/kg ds) voor PFOA**

Landgebruik (bestemmingstype)	I (Natuur) & II (landbouw)	III (Woongebied)	IV (Recreatie)	V (Industrieel)
Voorstel humaantox	4,3	205	643	643
Voorstel ecotox	7	89	1.100	50.000
<b>Voorstel bodemsaneringsnorm (µg/kg ds)</b>	<b>4,3</b>	<b>4,3*/89</b>	<b>643</b>	<b>643</b>

\* bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en kippen met vrije uitloop.

**Tabel 3-3 Bijgesteld toekomstig normeringskader voor PFOS en PFOA voor het vaste deel ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )**

Landgebruik (bestemmingstype)	I (Natuur) & II (landbouw)	III (Woongebied)	IV (Recreatie)	V (Industrieel)
Bijgestelde bodemsaneringsnorm PFOS ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )	3,8	4,9	110	268
Bijgestelde bodemsaneringsnorm PFOA ( $\mu\text{g}/\text{kg ds}$ )	2,5	7,9	632	303

### 3.5.2 Toetsingswaarde richtwaarde vaste deel van de aarde

VITO heeft in opdracht van de OVAM toetsingswaarden voor de 'waarde vrij gebruik/ richtwaarde' vaste deel van de aarde afgeleid, waarbij rekening is gehouden met de achtergrondconcentraties (streefwaarden) en de voorgestelde bodemsaneringsnormen (toetsingswaarden).

De richtwaarde/waarde vrij gebruik bedraagt  $3,0 \mu\text{g}/\text{kg ds}$  voor PFOS en  $3,0 \mu\text{g}/\text{kg ds}$  voor PFOA. Wegens het ontbreken van data en kennis over de andere PFAS-verbindingen zal voor de waarde vrij gebruik en de richtwaarde voorlopig een pragmatische toetsing worden gevolgd. Namelijk, de som van de gemeten PFAS is getoetst aan  $8 \mu\text{g}/\text{kg ds}$ . Parameters waarvan de gemeten waarde onder de rapporteringsgrens ligt, worden in de sommatie niet meegenomen.

In het bijgesteld toekomstig normeringskader is de richtwaarde/waarde vrij gebruik van PFOA teruggebracht naar  $2,0 \mu\text{g}/\text{kg ds}$ , voor PFOS blijft deze waarde behouden op  $3 \mu\text{g}/\text{kg ds}$ .

### 3.5.3 Toetsingswaarde streefwaarde vaste deel van de aarde

VITO heeft in opdracht van de OVAM toetsingswaarden voor de streefwaarde vaste deel van de aarde afgeleid.

De streefwaarde bedraagt  $1,5 \mu\text{g}/\text{kg ds}$  voor PFOS en  $1,0 \mu\text{g}/\text{kg ds}$  voor PFOA.

### 3.5.4 Toetsingswaarden voor bodemsanering grondwater

Als toetsingswaarde voor de bodemsaneringsnorm voor grondwater geldt de Europese limiet voor drinkwater (EU Richtlijn 2020/2184). Deze bedraagt  $0,1 \mu\text{g}/\text{l}$  ( $100 \text{ ng}/\text{l}$ ) voor de som van 20 PFAS (kwantitatieve) en  $0,5 \mu\text{g}/\text{l}$  ( $500 \text{ ng}/\text{l}$ ) voor de som van alle PFAS.

### 3.5.5 Bepaling van de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor de andere COC's

De code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS (d.d. 15 mei 2022) geeft aan dat het niet aan de bodemsaneringsdeskundige is om toetsingswaarde 'richtwaarde' of 'bodemsanering' te ontwikkelen voor individuele groepen van PFAS-parameters.

De overige PFAS-componenten geanalyseerd conform het CMA/3/D en WAC/IV/A/025 die niet vernoemd zijn in bovenstaande tabellen worden gecoverd in de toetsing som PFAS.

## 3.6 Beoordelingskader voor voedsel gerelateerde producten

De resultaten van voedsel gerelateerde producten afkomstig van dierlijke oorsprong die tijdens de staalnamecampagnes zijn verkregen, zijn getoetst aan de Europese actiewaarden voor levensmiddelen die sinds 1 januari 2023 van kracht zijn. Deze actielimieten zijn weergegeven in [Tabel](#)

3-4<sup>32</sup>. Deze Europese normen zijn gebaseerd op de EFSA 2020 gezondheidskundige grenswaarde (GGW) (TWI=4,4 ng/kg lw/w).

**Tabel 3-4 Actiewaarden voor levensmiddelen van toepassing vanaf 1/1/2023**

µg/kg	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Som PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS
Eieren	1,0	0,3	0,7	0,3	1,7
Kippenvlees	0,3	0,8	0,2	0,2	1,3

Wat betreft groenten en fruit, zijn er geen actielimieten zoals voor vlees en eieren. Het opstellen ervan is een bevoegdheid van de FOD Volksgezondheid. In haar spoedraadgeving 10-2021 heeft het Wetenschappelijke comité ingesteld bij het FAVV zogenaamde EACs (geschatte aanvaardbare concentraties) af te leiden voor onder meer groenten voor de som van PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA, ofwel de 4 EFSA parameters. Voor groenten is een onderscheid gemaakt tussen zetmeelrijke wortels en knollen en andere groenten, zoals is aangegeven in onderstaande Tabel 3-5.

Hoewel het FAVV in haar reactie op het BBO-onderzoeksrapport van 29 december 2022 heeft aangegeven dat er geen vastgelegde normen bestaan inzake PFAS voor levensmiddelen van plantaardige oorsprong om te oordelen over conformiteit van deze producten en de onderstaande EAC bijgevolg niet beschouwd kunnen worden als normen, zal ERM deze in voorliggend onderzoek wel verder hanteren voor een eerste screeningstoetsing en als indicatieve waarde voor de risico evaluatie. De FAVV bevestigde dat de EAC-waarden rekening houden met de EFSA 2020 blootstellingsdosis.

**Tabel 3-5 EAC uit spoedraadgeving FAVV 10-2021**

µg/kg	Som PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS
Vlees	0,07
Melk	0,02
Eieren	0,02
Vis	0,15
Fruit	0,04
Groenten	0,05
Zetmeelrijke wortels en knollen (aardappelen, zoete aardappelen,...)	0,08

<sup>32</sup> Verordening (EU) 2022/2388 van de commissie van 7 december 2022: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2022/2388/oj>

## 4. VELDWERK EN CHEMISCHE ANALYSES

### 4.1 Algemeen

Na 10 februari 2022 heeft ERM bijkomend veldwerk verricht. In totaal zijn 344 nieuwe grondboringen geplaatst, waarvan er 25 zijn afgewerkt tot grondwatermonitorspeilbuis. Daarnaast zijn er ook 23 nieuwe bodemstalen van de toplaag genomen in een kippenren of nabij gewassen bij bewoners.

In dit onderzoek zijn naast de nieuwe gegevens en de reeds beschikbare gegevens van ERM ook metingen van derden geïntegreerd. De gegevens zijn geselecteerd op basis van de relevantie voor dit rapport. Er zijn in totaal 800 boringen en 79 waterstalen in deze evaluatie genomen. De waterstalen zijn afkomstig van peilbuizen van ERM of derden, van waterputten van particulieren en van monitoringsputten van VMM (waarvan PFAS-resultaten op DOV zijn gepubliceerd). Een overzicht van de locaties is terug te vinden op [Figuur 5](#).

Een overzicht van de analyseresultaten van 2022 is terug te vinden in Bijlage 11. Analyseresultaten van monsters van derden zijn opgenomen in de databank van ERM. Deze zijn niet opgenomen in [Bijlage 11](#) maar zijn vervat in de verslagen van deze derde partijen zelf. Tot slot zijn ook de analyseresultaten van ERM die in het eerste gefaseerd BBO zijn gerapporteerd niet opnieuw in [Bijlage 11](#) opgenomen.

[Hoofdstuk 4](#) vermeldt enkel de details van het nieuwe veldwerk uitgevoerd door ERM na 10 februari 2022 met relevantie voor dit onderzoek en die nog niet gerapporteerd zijn in eerdere onderzoeken of saneringsprojecten.

De boringen en de bemonsteringen zijn uitgevoerd volgens de verplichte CMA-procedures CMA/1/A.1 en CMA/1/A.2, conform de OVAM-richtlijnen. Voor de bemonsteringen uitgevoerd voor 19 april 2022<sup>33</sup> is het bemonsteringsprotocol voor PFAS gevolgd zoals vermeld in de Richtlijn PFAS-onderzoek d.d. 5 maart 2021. Voor de bemonsteringen uitgevoerd na 19 april 2022<sup>34</sup> is het bemonsteringsprotocol voor PFAS gevolgd zoals vermeld in de Richtlijn PFAS-onderzoek d.d. 19 april 2022.

### 4.2 Afperking van de bodemverontreiniging

#### 4.2.1 Staalnamecampagne – april 2022

In april 2022 selecteerde ERM 21 staalname locaties binnen een straal van 4,5 km rond de 3M-site in gebieden waar recreatie de hoofdactiviteit is, zoals petanque terreinen, speeltuinen, ... Deze locaties zijn in samenspraak met de gemeente Zwijndrecht gekozen en zijn terug te vinden op [Illustratie 4-1](#).

Handmatige grondboringen zijn uitgevoerd door ASA tot 2 m-mv. Bodemonsters zijn genomen van 0-0,3 m-mv, 0,3-0,5 m-mv en dan per 50 cm. Uit elke boring werden de ondiepe (0-0,3 m-mv, de 'wortelzone' en 0,3-0,5 m-mv) bodemonsters geselecteerd voor laboratoriumanalyse. De locatie van de boring bepaalde of de diepere monsters ook werden geselecteerd voor analyse. Op deze monsters is er naast een analyse op PFAS ook een algemene screening uitgevoerd.

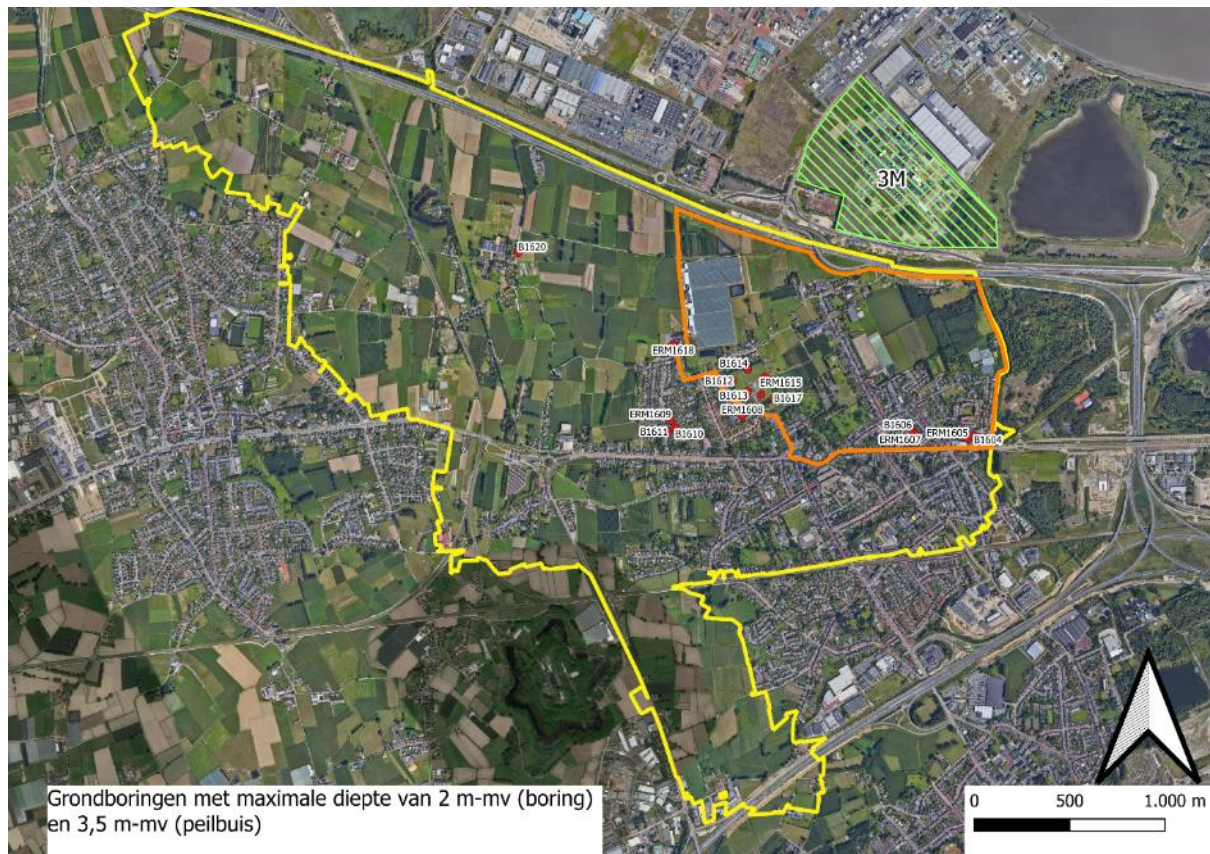
Een samenvatting van het veldwerk wordt gegeven in [Tabel 4-1](#).

<sup>33</sup> Richtlijn PFAS-onderzoek, opgesteld door OVAM, d.d. 5 maart 2021

<sup>34</sup> Richtlijn PFAS-onderzoek, opgesteld door OVAM, d.d. 19 april 2022

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 4-1 Staalnamelocaties april 2022



**Tabel 4-1 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname-april 2022**

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1604	147971.00	212257.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1606	147645.00	212289.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type III-Residential
B1610	146404.00	212296.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type III-Residential
B1611	146365.00	212276.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type III-Residential
B1612	146706.00	212543.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type IV-Recreational
B1613	146783.00	212489.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type IV-Recreational
B1614	146783.00	212603.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type IV-Recreational
B1616	146854.00	212471.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type IV-Recreational
B1617	146921.00	146921.00	19-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type IV-Recreational
B1619	145663.98	213199.03	20-4-2022	2	??	??
B1620	145579.03	213213.67	20-4-2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
ERM1605	147939.00	212239.00	19-4-2022	3.2	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,2-3,2	Type II-Agricultural
ERM1607	147664.00	212266.00	19-4-2022	3.5	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,5-3,5	Type III-Residential
ERM1608	146754.00	212360.00	19-4-2022	3.5	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,5-3,5	Type III-Residential
ERM1609	146381.00	212336.00	19-4-2022	3.2	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,2-3,2	Type III-Residential
ERM1615	146875.00	212565.00	19-4-2022	3.5	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,5-3,5	Type IV-Recreational
ERM1618	146392.41	212734.93	21-4-2022	3.2	0-0,2; 0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 2,2-3,2	Type II-Agricultural

De bovenvermelde locaties ERM1605, ERM1607, ERM1608, ERM1609, ERM1615 en ERM1618 zijn afgewerkt tot een peilbuis. De filtergegevens zijn weergegeven in [Tabel 4-5](#).

#### 4.2.2 Staalnamecampagne –juni/ juli 2022

In juni 2022 selecteerde ERM 82 staalname locaties (rode punten) binnen een straal van 4,5 km rond de 3M-site, zoals weergegeven op [Illustratie 4-2](#). Deze boringen zijn voornamelijk uitgevoerd met het oog op het in kaart brengen van mogelijke andere niet 3M-gerelateerde PFAS-bronnen die eventueel kunnen bijdragen aan de PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied. Daarnaast zijn ook boringen uitgevoerd buiten het projectgebied van het eerste gefaseerd BBO met als doel de afperking tot de richtwaarde, zoals op onderstaande illustratie te zien is.

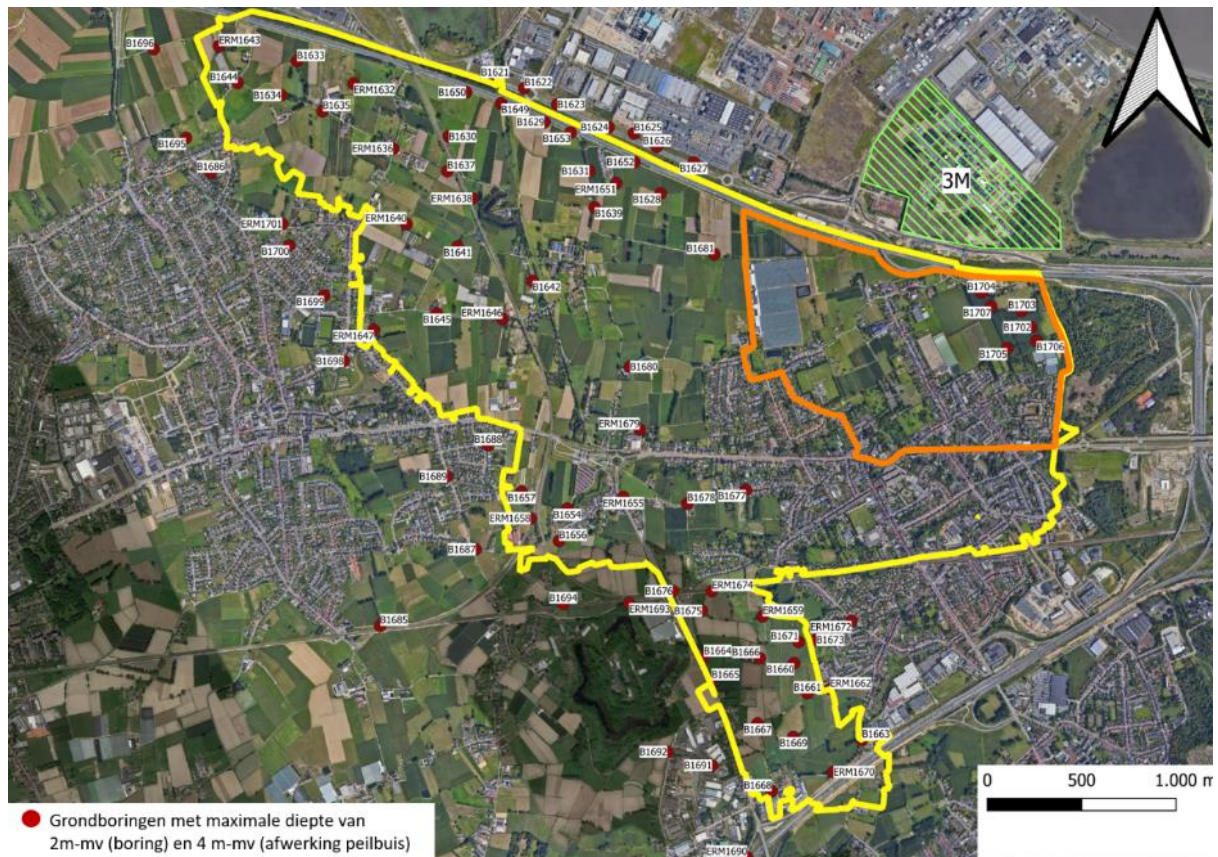
Samen met deze boorcampagne zijn ook de gewassen bemonsterd bij particulieren die in juni/juli 2022 oogst klaar waren, zoals verder in [sectie 4.3](#) is toegelicht.

Handmatige grondboringen zijn uitgevoerd door ASA en Servaco tot 2 m-mv. Bodemonsters zijn genomen van 0-0,3 m-mv, 0,3-0,5 m-mv en dan per 50 cm. Uit elke boring werden de ondiepe (0-0,3 m-mv, de 'wortelzone' en 0,3-0,5 m-mv) bodemonsters geselecteerd voor laboratoriumanalyse. De locatie van de boring bepaalde of de diepere monsters al dan niet werden geselecteerd voor analyse.

Een samenvatting van het veldwerk wordt gegeven in [Tabel 4-2](#).

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 4-2 Staalnamelocaties juni/juli 2022



Tabel 4-2 Samenvatting van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname-juni/juli 2022

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsterings-datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1621	145093.7	214144.99	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1622	145248.76	214091.79	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1623	145423.21	214006.61	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1624	145694.81	213885.32	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1625	145830.04	213853.17	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1626	145951.24	213782.65	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1627	146146.9	213699.43	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type V-Industrial
B1628	145971.43	213535.11	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1629	145355.32	213912.8	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1630	144847.73	213837.06	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1631	145593.07	213653.9	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1633	144042.41	214234.49	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1634	143959.14	214055.01	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1635	144178.79	213969.72	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1637	144839.85	213653.09	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1639	145621.37	213461.14	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1641	144894.82	213254.1	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1642	145292.8	213072.13	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1644	143728.29	214119.77	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1645	144785.52	212899.8	11/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1649	145126,00	214011.63	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1650	144939.36	214070.37	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1652	145832.52	213701.64	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1653	145493.78	213857.37	16/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1654	145475.37	211866.33	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1656	145432.65	211695.64	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1657	145233.92	211956.03	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1660	146679.53	211048.86	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1661	146750.32	210889.36	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1663	147039.7	210642.21	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type I-Natural
B1664	146200.09	211082.46	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1665	146241.67	210956.72	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1666	146497.73	211075.15	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1667	146485.5	210729.47	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1668	146560.39	210370.16	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1669	146675.49	210657.99	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1671	146702.85	211161.01	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1673	146796.95	211172.55	13/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1675	146190.52	211325.87	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural



Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1676	146036.22	211430.38	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1677	146423.27	211966.19	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1678	146113.15	211894.08	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1680	145809.04	212618.1	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1681	146256.33	213213.05	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
B1685	144483.59	211246,00	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1686	143586.08	213645.56	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1687	144990.62	211650.96	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
B1688	145056.55	212201.97	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1689	144838.73	212037.23	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1691	146243.82	210508.11	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type V-Industrial
B1692	146006.82	210579.24	14/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type I-Natural
B1694	145454.94	211362.46	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1695	143454.1	213828.68	13/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1696	143283.37	214298.25	13/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1698	144291.24	212647.56	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
B1699	144186.78	212993.63	15/06/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1700	144002.25	213259.9	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1702	147936.44	212826.89	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1703	147887.4	212913.9	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1704	147671.95	213010.14	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1705	147808.53	212716.2	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1706	147964.9	212755.11	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
B1707	147723.26	212936.11	12/07/2022	2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5; 1,5-2,0	Type II-Agricultural
ERM1632	144343.77	214116.09	13/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
ERM1636	144552.87	213773.44	12/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
ERM1638	144973.3	213508.53	11/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1640	144623.74	213372.75	13/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
ERM1643	143628.94	214315.12	12/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
ERM1646	145132.42	212871.53	11/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1647	144451.06	212813.15	11/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1651	145735.4	213589.13	12/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0; 1,0-1,5	Type II-Agricultural
ERM1655	145773.41	211927.71	14/06/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1658	145281.36	211815.59	15/06/2022	3.2	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1659	146511.42	211296.35	14/06/2022	3	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1662	146870.26	210911.06	13/06/2022	3.5	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
ERM1670	146887.67	210472.84	13/06/2022	3.5	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1672	146983.5	211272.64	13/06/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type III-Residential
ERM1674	146243.45	211430.18	14/06/2022	3	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1679	145860.53	212285.28	15/06/2022	3.5	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1690	146431.04	210020.73	13/06/2022	6	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type I-Natural
ERM1693	145804.07	211366.54	15/06/2022	3	0-0,3; 0,3-0,5; 0,5-1,0	Type II-Agricultural
ERM1701	143965.09	213373.37	12/07/2022	4	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential

De bovenvermelde locaties ERM1632, ERM1636, ERM1638, ERM1640, ERM1643, ERM1646, ERM1647, ERM1651, ERM1655, ERM1658, ERM1659, ERM1662, ERM1670, ERM1672, ERM1674, ERM1679, ERM 1690, ERM 1693 en ERM1701 zijn afgewerkt tot een grondwater-monitoringspeilbuis.

### 4.2.3 Staalnamecampagne - september 2022

In september 2022 selecteerde ERM een 250 extra staalname locaties (rode punten) binnen een straal van 4,5 km rond de 3M-site, zoals weergegeven op [Illustratie 4-3](#). De staalname locaties zijn gekozen op basis van de resultaten van juni/juli 2022 met het oog op een verdere verfijning binnen het projectgebied zowel binnen zone 2 als zone 1B in het kader van de latere opmaak van een gefaseerd BSP voor deze zone. Daarnaast zijn er ook boringen in landbouwgebied uitgevoerd om een topmonster (bodem) te kunnen vergelijken met het gewas dat op dezelfde locatie is bemonsterd.

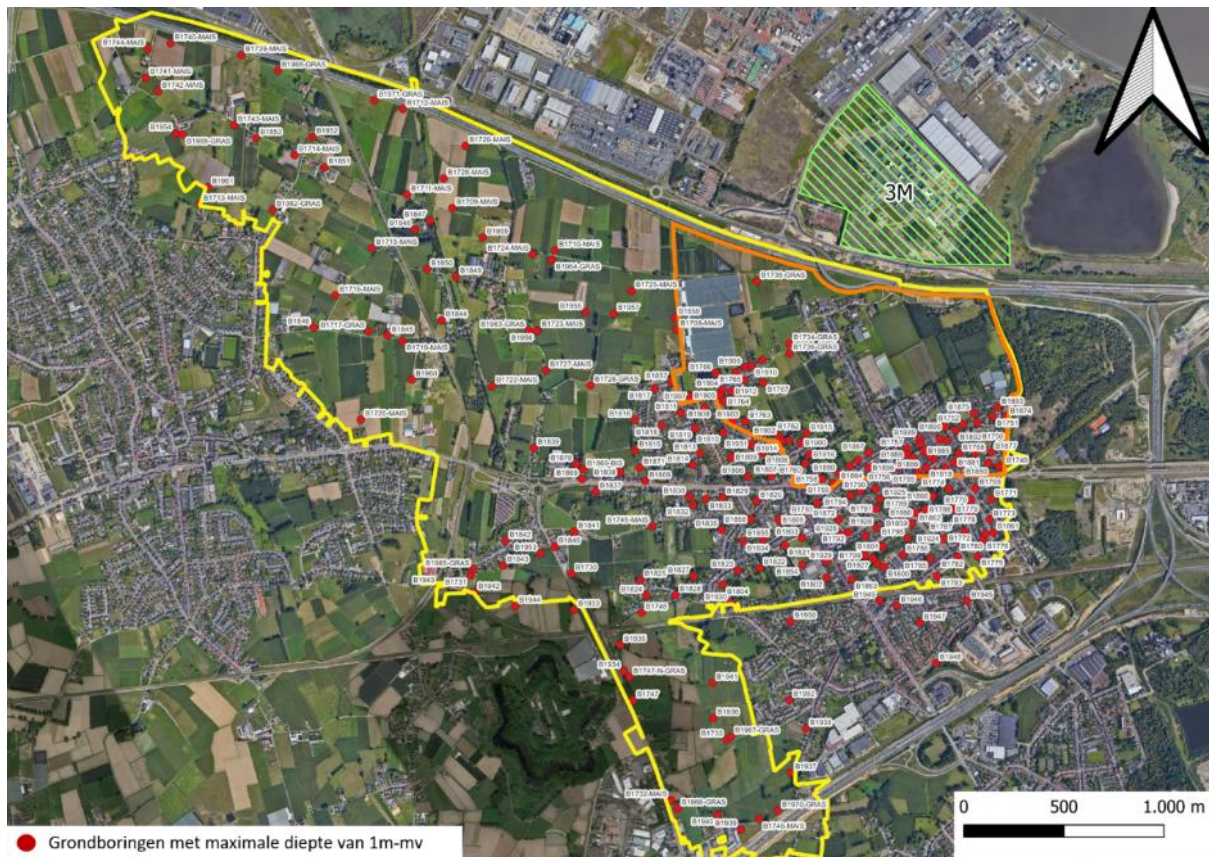
Samen met deze grootschalige boorcampagne zijn ook de gewassen bemonsterd bij particulieren die in september 2022 oogstklaar zijn, zoals verder in [sectie 4.3](#) is toegelicht.

Handmatige grondboringen zijn uitgevoerd door Servaco en BoutenGeotron tot een diepte van 1 m-mv. Bodemonsters zijn genomen van 0-0,3 m-mv, 0,3-0,5 m-mv en 0,5-1,0 m-mv. Uit elke boring zijn de ondiepe (0-0,3 m-mv, de 'wortelzone' en 0,3-0,5 m-mv) bodemonsters geselecteerd voor laboratoriumanalyse.

Een samenvatting van het veldwerk wordt gegeven in [Tabel 4-3](#).

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 4-3 Staalnamelocaties - september 2022



**Tabel 4-3** Overzicht van de boorwerkzaamheden voor grondstaalname – september 2022

Monster ID	X-Coördinaat	Y-coördinaat	Bemonsteringsdatum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1708-MAIS	146425,80	212918,84	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1709-MAIS	145306,34	213524,02	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1710-MAIS	145819,02	213313,62	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1711-MAIS	145079,67	213591,53	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1712-MAIS	145059,46	214019,05	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1713-MAIS	144042,31	213544,14	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1714-MAIS	144517,77	213789,47	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1715-MAIS	144904,20	213325,02	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1716-MAIS	144722,90	213088,84	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1717-GRAS	144887,93	212908,76	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1719-MAIS	145057,48	212861,32	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1720-MAIS	144849,31	212467,67	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1722-MAIS	145504,82	212635,02	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1723-MAIS	145733,31	212914,75	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1724-MAIS	145708,41	213293,66	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1725-MAIS	146203,06	213110,49	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1726-GRAS	145997,72	212639,62	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1727-MAIS	145774,29	212714,24	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1728-MAIS	145263,06	213671,67	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1729-MAIS	145372,02	213834,52	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1730-PEER	146002,96	211654,25	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1731-MAIS	145434,33	211648,36	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1732-MAIS	146399,92	210568,20	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1733-MAIS	146644,30	211062,35	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1734-GRAS	146990,31	212847,70	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1736-GRAS	146991,00	212800,24	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1737-GRAS	146856,48	212766,87	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1738-GRAS	146828,94	213158,23	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1739-MAIS	144252,51	214288,18	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1740-MAIS	143898,30	214347,22	6/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1741-MAIS	143775,40	214175,08	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1742-MAIS	143835,08	214108,48	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1743-MAIS	144214,27	213938,71	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1744-MAIS	143785,67	214319,89	5/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1745-MAIS	146306,40	211935,62	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1746-MAIS	146840,10	210472,98	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1747	146209,26	211066,19	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1747-N-GRAS	146191,51	211183,15	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1748	146252,78	211504,34	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1749	148055,10	212234,07	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1750	147933,89	212384,42	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1751	148007,85	212484,61	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1752	147862,43	212443,96	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1753	147779,23	212363,68	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1754	147721,14	212209,18	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1755	147638,24	212204,10	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1756	147468,24	212215,48	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1757	147578,09	212324,49	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1758	147153,05	212170,70	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1759	147211,69	212151,04	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1760	147071,20	212249,43	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1761	146988,81	212363,48	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV-Recreational
B1762	146911,63	212404,27	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV-Recreational
B1763	146770,37	212459,42	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV-Recreational
B1764	146662,65	212558,45	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1765	146722,81	212702,40	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1766	146621,74	212700,11	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1767	146859,68	212652,87	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV-Recreational
B1768	147839,00	212298,78	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1769	147920,90	212125,01	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1770	147899,58	212067,56	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1771	147999,87	212069,94	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1772	147868,84	211909,43	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1773	147991,30	211969,62	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1774	147787,28	212122,82	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1775	147931,72	211785,75	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1776	147958,76	211870,26	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1777	147971,60	211897,99	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1778	147894,15	212003,07	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1779	147805,44	212022,15	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1780	147827,96	211868,96	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1782	147832,86	211781,46	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1783	147729,13	211687,11	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1785	147697,32	211772,18	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1786	147557,84	211794,24	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1787	147823,85	211965,90	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1788	147670,83	212019,29	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1789	147552,46	212016,88	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1790	147345,78	212111,94	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1791	147425,09	212023,18	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1792	147286,71	211906,15	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1793	147129,84	212052,02	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1794	147297,15	212090,25	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1796	147371,74	211887,30	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1797	147421,37	212121,52	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1798	147582,63	211876,03	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1799	147369,48	211789,53	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1800	147463,54	211731,67	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1801	147458,06	211833,83	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1802	147177,52	211678,66	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1803	147055,07	211877,20	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1804	146658,54	211644,07	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1805	146935,92	211966,83	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1806	146784,25	212183,24	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1807	146901,76	212186,72	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1808	146856,43	212299,97	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1809	146701,82	212281,28	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1810	146660,71	212403,49	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1811	146449,19	212502,08	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1813	146545,67	212299,95	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1814	146508,90	212241,31	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1815	146220,28	212314,45	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1816	146219,08	212466,58	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1817	146319,23	212622,53	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1818	146352,76	212440,14	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1819	146520,33	212426,05	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1820	146826,47	212062,12	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1821	146968,41	211839,16	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1822	146843,62	211728,03	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1823	146732,92	211716,12	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1824	146277,02	211589,47	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1825	146247,74	211668,09	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1827	146513,40	211687,54	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1828	146422,36	211592,26	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1829	146656,95	212079,68	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1830	146490,97	212082,68	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1832	146509,85	212041,27	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1833	146573,87	212071,83	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1834	146758,46	211860,41	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1835	146653,24	211917,40	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1837	146023,92	212108,72	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1838	146144,52	212205,30	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1839	145713,73	212326,76	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1840	145818,22	211832,90	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1841	145915,58	211908,89	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1842	145571,70	211862,83	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1843	145560,63	211739,73	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1844	145253,34	212964,93	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1845	144983,20	212887,64	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1846	144614,06	212929,22	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1847	145195,71	213462,25	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1848	145121,00	213418,00	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1849	145324,66	213180,98	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1850	145180,56	213218,57	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1851	144667,69	213726,96	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1852	144607,09	213879,38	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1853	144325,98	213874,07	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1854	147055,78	211743,24	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1855	146861,65	211870,96	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1857	146402,38	212655,68	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1858	146796,69	211970,00	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1859	147602,89	211949,55	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1860	147708,31	212085,93	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1861	148010,61	211905,00	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1862	147721,99	211945,94	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1863	147303,30	211671,65	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1864	147330,04	212156,96	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1866	147624,00	212002,90	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1867	147431,04	211749,63	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1868	146270,39	212161,90	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1869	145954,63	212170,73	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1869-BIS	145959,66	212219,10	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1870	145925,46	212245,14	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1871	146242,14	212227,71	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1872	147239,73	211969,01	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1874	148074,30	212481,09	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1875	147913,47	212501,40	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1877	147999,75	212305,47	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1878	147985,69	212251,24	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1879	148036,94	212234,70	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1880	147852,07	212242,88	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1881	147813,84	212254,54	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1882	147771,83	212225,66	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1883	147921,05	212301,38	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1884	147712,10	212269,30	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1885	147663,68	212313,00	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1886	147609,23	212279,62	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1888	147578,59	212293,46	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1889	147641,78	212371,82	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1890	147768,58	212431,50	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1892	147822,65	212415,07	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1893	148033,05	212528,64	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1895	147537,53	212231,46	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1896	147386,43	212228,05	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1897	147386,42	212302,71	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1898	147334,20	212264,15	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1899	147239,74	212196,88	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1900	147047,08	212352,98	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1902	146942,72	212381,08	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1903	146710,97	212463,92	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1904	146656,82	212617,44	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1905	146643,03	212589,36	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type III-Residential
B1907	146495,32	212585,38	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1908	146566,00	212528,88	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1909	146769,04	212729,68	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1910	146802,36	212737,47	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1911	146765,06	212665,45	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1912	146700,28	212610,11	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1913	146693,10	212501,75	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1914	146952,83	212357,52	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1915	147078,40	212399,98	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1916	147090,71	212294,65	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1917	147294,71	212236,27	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1918	147529,81	212291,74	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1919	147676,20	212228,94	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1920	147690,56	212288,28	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1921	147647,11	212347,26	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1922	147741,38	212370,58	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1923	147929,78	212454,45	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1924	147760,84	211873,12	15/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1925	147443,74	212073,45	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential



Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1926	147426,53	211927,81	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1927	147409,30	211774,79	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1928	147251,00	211892,52	13/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1929	147176,75	211760,06	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1930	146699,70	211552,13	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1931	146802,00	212346,34	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1933	145915,29	211518,58	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1934	146165,32	211212,97	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1935	146146,14	211344,42	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1936	146610,51	210978,62	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1937	146998,94	210704,52	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1938	147073,84	210925,24	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1939	146749,31	210422,03	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1940	146632,32	210494,38	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1941	146606,50	211153,22	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1942	145415,93	211605,76	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1943	145238,47	211636,38	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1944	145621,03	211537,31	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1945	147880,15	211562,08	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1946	147528,30	211539,29	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1947	147643,86	211454,04	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1948	147722,72	211252,26	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1949	147441,38	211563,97	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1950	146997,80	211461,43	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1952	146990,43	211068,48	21/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1953	145748,19	211801,00	19/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1954	143925,88	213897,80	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1955	145973,26	213004,81	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1956	145728,86	212910,44	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1957	146113,13	212997,32	12/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1958	146417,31	212977,58	20/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1959	145458,80	213377,86	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1960	145103,98	212667,81	8/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5 (*)	Type II-Agricultural
B1961	144086,23	213629,29	7/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1962-GRAS	144408,66	213516,37	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1963-GRAS	145689,08	212912,93	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1964-GRAS	145803,50	213265,47	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1965-GRAS	145411,72	211720,72	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Monster ID	X- Coördinaat	Y- coördinaat	Bemonsterings- datum	Totale diepte (m)	Geanalyseerde monsters	Bestemming
B1966-GRAS	146431,95	210527,24	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1967-GRAS	146698,46	210885,55	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type IV- Recreational
B1968-GRAS	144434,37	214210,30	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural
B1969-GRAS	143958,81	213891,91	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1970-GRAS	146933,59	210515,08	22/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type III-Residential
B1971-GRAS	144916,61	214061,83	23/09/2022	1	0-0,3; 0,3-0,5	Type II-Agricultural

(\*) Monsters geanalyseerd op de hoeveelheid organische materiaal en korrelgrootte.

#### 4.2.4 Analyses

Alle grondmonsters zijn geanalyseerd in geaccrediteerde laboratoria en de analyses zijn uitgevoerd overeenkomstig CMA/3/D. Een samenvatting van de geanalyseerde PFAS-componenten (met inbegrip van een aantal relevante precursoren) in de verschillende staalnamecampagnes is vermeld in Tabel 4-4. De volledige lijst van geanalyseerde verbindingen is te vinden in de tabellen met getoetste analyseresultaten in Bijlage 10 en op de analysecertificaten in Bijlage 11.

**Tabel 4-4 Overzicht van de op bodemonsters uitgevoerde analyses**

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd labo	Analyses
April 2022	Vaste deel van de aarde	SGS	De monsters zijn geanalyseerd op 31+9 PFAS-componenten volgens de toen geldende CMA/3/D-procedure. PFNS werd niet gerapporteerd.  De monsters zijn onderworpen aan een ruim screeningspakket (Zware metalen, aromaten, PAK, alifaten/aromaten, alcoholen, pH, klei, organische stof, ...) in het kader van de opmaak van een gefaseerd BSP. Deze analyses zijn niet verder besproken in dit onderzoek.
Juni 2022	Vaste deel van de aarde	Eurofins	De monsters zijn geanalyseerd op 31+9 PFAS-componenten volgens de toen geldende CMA/3/D-procedure.
September 2022	Vaste deel van de aarde	Eurofins	De monsters zijn geanalyseerd op 31+9 PFAS-componenten volgens de toen geldende CMA/3/D-procedure.

Als detectielimieten voor PFAS,  
heeft het SGS-labo de volgende waarden gerapporteerd:

- Grond: 0,5 µg/kg ds; en

heeft het Eurofins-labo de volgende waarden gerapporteerd:

- Grond: 0,5 of 1,0 µg/kg ds.

## 4.3 Bemonstering voor de risico-evaluatie

### 4.3.1 Bemonstering van toplaag en gewassen – juni/juli 2022

In juni/juli 2022 heeft ERM 34 groentemonsters, 8 fruitmonsters, 1 kippenvlees monster en 16 eiermonsters verzameld. De volgende groenten werden bemonsterd: bloemkool, spitskool, andijvie, rucola, selder, sla, aardappelen, biet, spinazie, asperges en rabarber. Wat fruit betreft, zijn aardbeien, frambozen, kruisbessen en kersen verzameld. Het dient vermeld dat alleen groenten en fruit zijn bemonsterd die klaar waren om te worden geoogst. Deze monsters werden verzameld binnen een straal van 0,7 tot 3 km rond de 3M-site.

Gewassen zijn in het veld verzameld in zakken die door het SGS-labo ter beschikking werden gesteld. ERM heeft de monsters op het veld niet gewassen, noch gehomogeniseerd. Met uitzondering van enkele monsters is telkens het volledige gewas meegenomen. Alle gewassen zijn in het veld gewogen om voldoende monstermateriaal aan het labo te kunnen leveren.

Eiermonsters zijn conform de code van goede praktijk 'Richtlijn voor onderzoek van moestuinen of kippenrennen'<sup>35</sup>, verzameld over meerdere weken.

Bijhorend aan het gewasmonster of eiermonsters zijn, waar deze nog niet beschikbaar waren uit eerdere veldwerkcampagnes, bodemonsters van de toplaag verzameld in Zwijndrecht. De bodemonsters zijn verzameld uit de bovenste 10 cm van de bodem (van 0 tot 10 cm-mv).

### 4.3.2 Bemonstering van toplaag en gewassen – augustus/september 2022

Tijdens een tweede campagne in het kader van de risico-evaluatie zijn opnieuw monsters genomen in Zwijndrecht in de periode augustus/september 2022, parallel met de grootschalige boorcampagne. ERM heeft 23 fruitmonsters (9 appels, 10 peren, 1 druif en 3 frambozen), en 92 gewassen en groenten (maïs, aardappelen, augurk, rucola, komkommer, paprika, bonen, tomaten, biet, spinazie, pompoen, rozemarijn, venkel, knolselder, rabarber, wortel, prei, selder, warmoes, keukenraap, broccoli, graan en gras) verzameld.

Bijhorend aan het gewasmonster zijn opnieuw, waar deze nog niet beschikbaar waren uit eerdere veldwerkcampagnes, bodemonsters van de toplaag verzameld in Zwijndrecht. De bodemonsters zijn verzameld uit de bovenste 30 cm van de bodem (van 0 tot 30 cm-mv).

In augustus en september 2022 zijn dezelfde bemonsterings- en conserveringsmethodes ter plaatse gevolgd als werden toegepast voor de campagne van juni/juli 2022.

Er dient te worden opgemerkt dat de staalname enkel werd uitgevoerd op percelen waar de mensen medewerking hebben verleend, en waar ook oogstbare gewassen aanwezig waren voor analyse.

### 4.3.3 Bemonstering gewassen – november 2022

In november heeft ERM opnieuw appels uit de Poldertuin boomgaard van de gemeente Zwijndrecht laten analyseren bij Eurofins. Voor deze analyse heeft de gemeente Zwijndrecht samen met de vereniging Velt vzw de appels geschild, en vervolgens de schil, het klokhuis en het vruchtvlees apart aangeleverd. Deze aparte delen zijn vervolgens geanalyseerd naar PFAS.

35 [Code van goede praktijk \(vlaanderen.be\)](https://www.vlaanderen.be/Code-van-goede-praktijk)

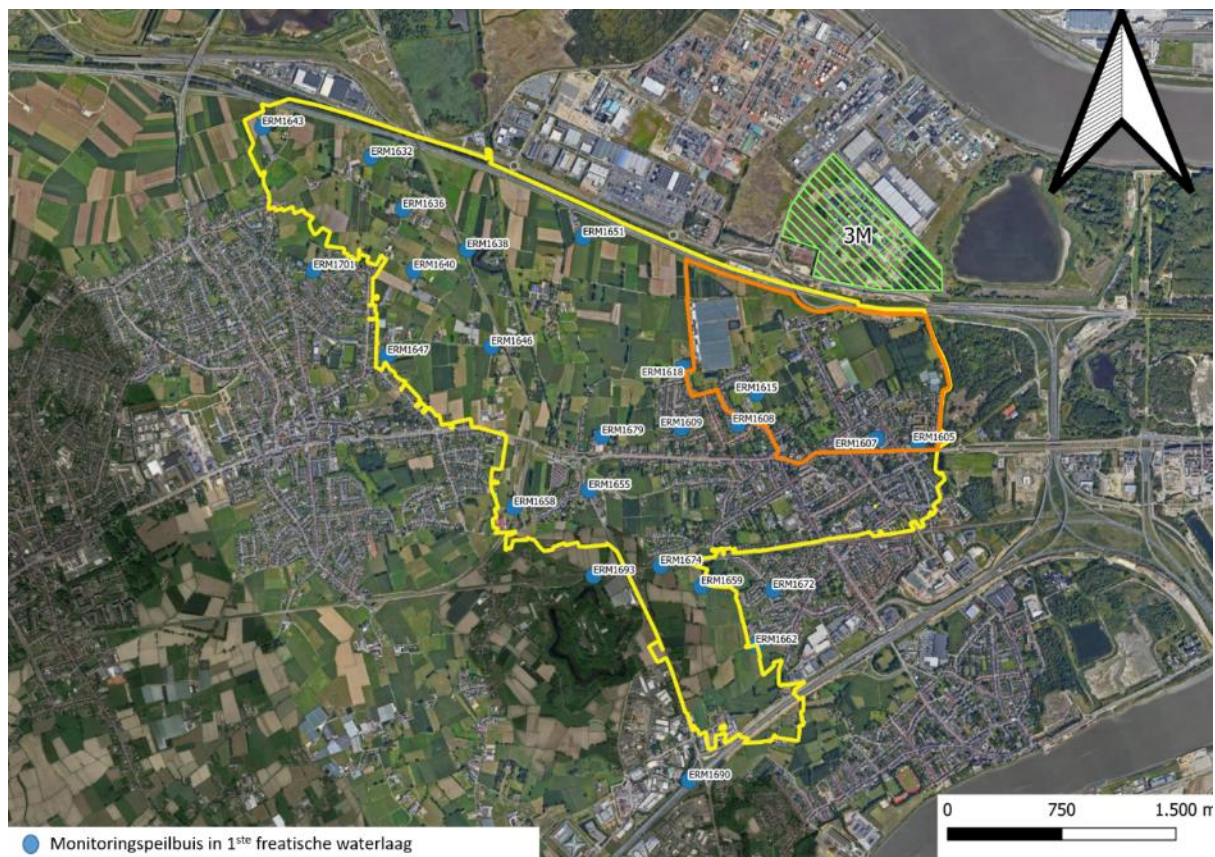
Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### 4.3.4 Installatie peilbuizen en grondwaterbemonstering – april & juni/juli 2022

In het kader van de risico-evaluatie zijn 29 monitoringspeilbuizen geïnstalleerd in de freatische waterlaag, zoals weergegeven op [Illustratie 4-4](#). ERM1674 is niet weergegeven op [Illustratie 4-4](#) daar deze vernield was voor bemonstering.

Een samenvatting van de peilbuisgegevens staat gegeven in [Tabel 4-5](#). Een overzicht van de grondmonsters die tijdens de installatie van de peilbuizen genomen zijn, staat gegeven in [Tabel 4-1](#) en [Tabel 4-2](#).

**Illustratie 4-4 Extra peilbuizen - juni 2022**



**Tabel 4-5 Samenvattende informatie voor peilbuizen en bijbehorende bodemonsters - april & juni/juli 2022**

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Begin filter (m-mv)	Einde filter (m-mv)	Datum bemonstering
ERM1600	148194.74	212552.07	2,2	3,2	5/4/2022
ERM1601	148272.83	212393.93	1,5	2,5	5/4/2022
ERM1602	148153.00	212382.00	2,2	3,2	5/4/2022
ERM1603	148371.26	212570.80	1,3	2,3	5/4/2022
ERM1605	147939.00	212239.00	2,2	3,2	5/4/2022
ERM1607	147664.00	212266.00	2,5	3,5	5/4/2022

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Punt ID	X-coördinaat	Y-coördinaat	Begin filter (m-mv)	Einde filter (m-mv)	Datum bemonstering
ERM1608	146754.00	212360.00	2,5	3,5	5/4/2022
ERM1609	146381.00	212336.00	2,2	3,2	5/4/2022
ERM1615	146875.00	212565.00	2,5	3,5	5/4/2022
ERM1618	146392.41	212734.93	2,2	3,2	5/4/2022
ERM1632	144343.77	214116.09	3	4	25/7/2022
ERM1636	144552.87	213773.44	3	4	25/7/2022
ERM1638	144973.3	213508.53	3	4	25/7/2022
ERM1640	144623.74	213372.75	3	4	25/7/2022
ERM1643	143628.94	214315.12	3	4	25/7/2022
ERM1646	145132.42	212871.53	3	4	25/7/2022
ERM1647	144451.06	212813.15	3	4	25/7/2022
ERM1651	145735.4	213589.13	3	4	25/7/2022
ERM1655	145773.41	211927.71	3	4	29/6/2022
ERM1658	145281.36	211815.59	2,2	3,2	29/6/2022
ERM1659	146511.42	211296.35	2	3	29/6/2022
ERM1662	146870.26	210911.06	2,5	3,5	29/6/2022
ERM1670	146887.67	210472.84	2,5	3,5	-*
ERM1672	146983.5	211272.64	3	4	29/6/2022
ERM1674	146243.45	211430.18	2	3	29/6/2022
ERM1679	145860.53	212285.28	2,5	3,5	29/6/2022
ERM1690	146431.04	210020.73	5	6	29/6/2022
ERM1693	145804.07	211366.54	2	3	29/6/2022
ERM1701	143965.09	213373.37	3	4	29/6/2022

\*GW niet bemonsterd - vernield

In april 2022 zijn de peilbuizen bemonsterd door ERM, in juli 2022 door Servaco onder begeleiding van ERM. De grondwatermonsters zijn genomen conform de "micropurging/low-flow" staalnameprocedure volgens CMA/1/A.2. Bij deze staalnametechniek wordt het monster genomen zonder een verlaging van het waterniveau in de peilbuis te creëren, en met een minimum aan turbulentie. Hierdoor worden beter reproduceerbare gegevens bekomen. Tijdens de grondwaterbemonstering zijn ook de diepte van de grondwatertafel, de temperatuur, de pH en de conductiviteit gemeten.

### 4.3.5 Analyses

De monsters zijn deels geanalyseerd in het geaccrediteerde labo SGS, deels in geaccrediteerde labo Eurofins en deels in het onafhankelijk labo Sciensano.

De analyses zijn uitgevoerd overeenkomstig de CMA/3/D voor de bodem, de WAC/IV/A/025 voor het grondwater en de SANTE\_2021\_10010 voor voedingsmiddelen.

Een samenvatting van de geanalyseerde PFAS-componenten in de verschillende staalnamecampagnes is vermeld in [Tabel 4-6](#). De volledige lijst van geanalyseerde verbindingen is te vinden in de tabellen met getoetste analyseresultaten in [Bijlage 10](#) en op de analysecertificaten in [Bijlage 11](#). Een deel van de monsters zijn voorbehandeld door Sciensano, deze monsters met de voorbehandeling zijn terug te vinden in [Bijlage 9](#).

Wat betreft de analyses bij Sciensano, heeft dit erkend labo aangegeven dat zij niet in staat waren om de parameter PFBA betrouwbaar te kwantificeren in de te testen monsters. Omwille van een mogelijk belangrijke bijdrage vanuit de labo-analyseapparatuur waren zij niet in staat om het aandeel 'storing' en het aandeel in het geteste monster te scheiden van elkaar.

**Tabel 4-6 Overzicht van de analyses die zijn uitgevoerd op monsters die in het kader van de risico-evaluatie zijn genomen**

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd labo	Analyses
April 2022	Grondwater	SGS	Geanalyseerd op 43 PFAS-componenten (30 kwantitatieve en 13 indicatieve) als omschreven in de op dat moment geldende WAC/IV/A/025.  AOF, TFA en totaal fluor zijn ook geanalyseerd.
Juni 2022	Voedingsproducten	Sciensano	Enkel het eetbare gedeelte van het gewas is geanalyseerd. Alle monsters zijn vóór de analyse met water gewassen, waarbij ervoor werd gezorgd dat er via het waswater geen extra PFAS-verontreiniging werd geïntroduceerd. De monsters werden alleen geschild als de schil geen algemeen geconsumeerd deel van het monster was. Behalve bij aardappelen, waarbij de schil niet werd verwijderd vóór het homogeniseren.  De gewassen zijn geanalyseerd op 21 PFAS-componenten.  Het eigeel en eiwit is afzonderlijk geanalyseerd om vervolgens op basis van het relatief gewicht een concentratie te bereken op het volledige ei.  De eieren en kip zijn geanalyseerd op 20 PFAS-componenten.
	Vaste deel van de aarde	SGS	De monsters zijn geanalyseerd op 31+9 PFAS-componenten volgens de toen

Bemonsteringsronde	Type monster	Geaccrediteerd labo	Analyses
			geldende CMA/3/D-procedure. PFNS is niet gerapporteerd.
	Grondwater	Eurofins	Geanalyseerd op 43 PFAS-componenten (30 kwantitatieve en 13 indicatieve) als omschreven in de op dat moment geldende WAC/IV/A/025.
September 2022	Voedingsproducten	Sciensano & Eurofins	<p>Enkel het eetbare gedeelte van het gewas is geanalyseerd. Alle monsters zijn vóór de analyse met water gewassen, waarbij ervoor werd gezorgd dat er via het waswater geen extra PFAS-verontreiniging werd geïntroduceerd. De monsters werden alleen geschild als de schil geen algemeen geconsumeerd deel van het monster was. Behalve bij aardappelen, waarbij de schil niet werd verwijderd vóór het homogeniseren (m.u.v. BL21-AARD-002).</p> <p>De monsters zijn geanalyseerd op 32 (Eurofins) of 21 (Sciensano) PFAS-componenten.</p>
	Vaste deel van de aarde	Eurofins	De monsters zijn geanalyseerd op 31+9 PFAS-componenten volgens de toen geldende CMA/3/D-procedure.
November 2022	Voedingsproducten	Eurofins	<p>De schil, het klokhuis en het vruchtvlees van de appels zijn apart geanalyseerd.</p> <p>De monsters zijn geanalyseerd op 32 PFAS-componenten.</p>

Als detectielimieten voor PFAS,

- heeft het SGS-labo de volgende waarden gerapporteerd:
  - Grond: 0,5 µg/kg ds;
  - Grondwater: 0.5 ng/l;
- heeft het Eurofins-labo de volgende waarden gerapporteerd:
  - Grond: 0,5 of 1,0 µg/kg ds;
  - Grondwater: tussen 1 ng/l en 10 ng/l;
  - Gewassen en dierlijke producten:

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Detectielimiet (µg/kg ng)	PFAS-component
0,01	PFOS, PFOA en PFHxS
0,005	PFNA
0,1	PFBS, PFBA, PFPeS, PFPeA, PFHxA, PFHpS, PFHpA, PFOSA, PF-3,7-DMOA, PFDS, PFDA, PFUnA, PFDoA, PFTrA, PFTA en 4:2FTS
0,3	H4PFUnA, 6:2FTS en 8:2FTS
0,5	10:2FTS
1	HPFHpA, H2PFDA, N-MeFOSA, N-EtFOSA, N-MeFOSE, N-EtFOSA, N-MeFOSAA en PFOSAA

- heeft het Sciensano-labo de volgende waarden gerapporteerd:
  - Gewassen en dierlijke producten: 0.020 µg/kg voor PFOS en PFHxS, 1 µg/kg voor HFPO-DA en 0.05 µg/kg voor alle andere stoffen.

Het labo Sciensano heeft laten weten dat zij hebben vastgesteld dat het gemeten signaal voor PFBA niet eenduidig aan het geanalyseerde staal kon worden toegewezen en dat er mogelijk een verhoging door een labotoestelstoring is.



## 5. RESULTATEN VELD EN ANALYTISCH ONDERZOEK

### 5.1 Veldonderzoek

Zoals omschreven in hoofdstuk 4, zijn er in het kader van dit gefaseerde BBO nog extra boringen en grondwaterstaalnames uitgevoerd ten opzichte van de onderzoeksinspanningen in 2020-2021. De zintuiglijke waarnemingen en veldmetingen hiervan, zijn in hoofdstuk 5.1.1 en 5.1.2 verder toegelicht

#### 5.1.1 Zintuiglijke waarnemingen

De zintuiglijke waarnemingen tijdens de veldwerkactiviteiten zijn opgenomen in de boorstaten in Bijlage 7. Met uitzondering van de aanwezigheid van puin in enkele grondboringen zijn tijdens de bemonsteringswerkzaamheden geen afwijkende zintuiglijke waarnemingen of aanwijzingen voor bodemverontreiniging geregistreerd.

Tijdens de bemonstering van de geïnstalleerde peilbuizen werden evenmin zintuiglijke afwijkingen geregistreerd.

#### 5.1.2 Veldmetingen grondwater

De resultaten van de tijdens de grondwaterbemonstering verrichte veldmetingen zijn opgenomen in Tabel 5-1. Het dient opgemerkt dat redox niet steeds gemeten is, nieuwe (aanvullende) metingen staan ingepland.

**Tabel 5-1 Resultaten veldmetingen**

Peilbuis ID	Diepte boring (m-mv)	Filter diepte (m-mv)	Datum	Diepte grondwater (m-mv)	Temperatuur (°C)	pH	Redox (mV)	Geleidbaarheid (µS/cm)
ERM1605	3,2	2,2-3,2	3/5/2022	1,29	11,1	5,81	-72,4	283
ERM1607	3,5	2,5-3,5	3/5/2022	1,93	10,2	5,71	-29,4	429
ERM1608	3,5	2,5-3,5	3/5/2022	2,13	10,8	5,76	-86,7	316
ERM1609	3,2	2,2-3,2	4/5/2022	1,48	9,8	5,97	-38,6	288
ERM1615	3,5	2,5-3,5	3/5/2022	1,77	11,7	5,93	-61	386
ERM1618	3,2	2,2-3,2	4/5/2022	1,51	10,7	6,02	-44,1	319
ERM1632	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	2,50	16,5	7,01	-29,1	1.434
ERM1636	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,93	20,3	6,67	-	2.129
ERM1638	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	2,85	15,8	6,81	-7,6	1.600
ERM1640	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,06	17,6	7,08	-34,1	1.059
ERM1643	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,40	19,0	7,21	-	1.078
ERM1646	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,89	15,0	6,38	45,9	1.731
ERM1647	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,87	16,6	7,24	-	881
ERM1651	4,0	3,0-4,0	25/7/2022	1,13	16,8	7,15	-	1.176
ERM1655	4,0	3,0-4,0	29/6/2022	3,93	17,2	6,56	-	1.866
ERM1658	3,2	2,2-3,2	29/6/2022	2,18	16,9	6,91	-	839
ERM1659	3,0	2,0-3,0	29/6/2022	2,39	17,3	7,13	-	808
ERM1662	3,5	2,5-3,5	29/6/2022	1,34	18,5	7,30	-	850
ERM1672	4,0	3,0-4,0	29/6/2022	1,54	18,0	6,69	-	1.438
ERM1674	3,0	2,0-3,0	29/6/2022	1,70	16,7	6,31	-	492
ERM1679	3,5	2,5-3,5	29/6/2022	3,23	14,5	6,35	-	719
ERM1690	6,0	5,0-6,0	29/6/2022	4,18	24,9	6,21	-	1.452
ERM1693	3,0	2,0-3,0	29/6/2022	1,83	17,1	6,72	-	875

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de  
bodem

Peilbuis ID	Diepte boring (m-mv)	Filter diepte (m-mv)	Datum	Diepte grondwater (m-mv)	Temperatuur (°C)	pH	Redox (mV)	Geleidbaarheid (µS/cm)
ERM1701	4,0	3,0-4,0	29/6/2022	1,44	20,2	6,96	-	1.180

De pH in het grondwater varieert tussen 5,7 - 7,3. De conductiviteit varieert van 283 – 2.129 µS/cm. Beide waarden zijn normaal voor de regio en vertonen geen afwijkingen wanneer deze waarden worden vergeleken met de kwaliteitsnormen voor grondwater zoals beschreven in Bijlage 2.4.1 van de Vlarem II-verordening.

## 5.2 Parameters voor bodemsamenstelling en bodemstructuur

Over het diepteprofiel tot maximaal 4,5 m-mv zijn tijdens de boorwerkzaamheden afwisselingen van siltig zand, zandige klei en zandige leem waargenomen. De eerste 1,5 m (max. 2,0 m-mv) betreft veelal een antropogene laag, bestaande uit zandig tot kleiig materiaal met daarin plaatselijk bijmenging van puin.

Voor de bepaling van de bodemstructuur zijn bodemmonsters op verschillende diepten geselecteerd. Het gemiddelde gehalte aan organische stof en klei per bodeminterval, op basis van stalen die ERM verzameld heeft in 2021 en 2022, wordt weergegeven in Tabel 5-2.

**Tabel 5-2 Gehalte aan organische stof en klei en pH-KCl gemeten tijdens de huidige studie**

Bodem interval	Interval diepte (m - mv)	Gemiddeld org. stofgehalte (%)	Gemiddeld kleigehalte (%)	Bodemsamenstelling
1	0,0-0,5	2,7	9,9	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandig leem
2	0,5-3,0	1,5	6,8	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandig leem
3	3,0-4,5	3,2	8,3	Afwisseling van siltig zandige en zandige klei

## 5.3 Resultaten monsters vaste deel van de aarde

### 5.3.1 Algemeen

Voor de beoordeling van de bodemkwaliteit in deze fase van het gefaseerde BBO zijn alle beschikbare bodemresultaten in aanmerking genomen. Dit omvat niet alleen de door ERM genomen monsters, maar ook de door derden verzamelde bodemmonsters, zoals eerder in sectie 3.4.

Een overzicht van de analyseresultaten van 2022 zijn terug te vinden in Bijlage 11. Analyseresultaten van ERM die dateren van de periode vóór 2022, en analyseresultaten van monsters van derden zijn opgenomen in de databank van ERM, maar niet opgenomen in Bijlage 11.

De toetsing van de analyseresultaten voor PFOS en PFOA aan de voorgestelde richtwaarden en bodemsaneringsnormen per bestemmingstype wordt weergegeven in Bijlage 10. De toetsing van de analyseresultaten voor PFAS-som aan de richtwaarde wordt eveneens weergegeven in Bijlage 10.

De PFOS-, PFOA- en PFAS-somconcentraties stoffen zijn gevisualiseerd in Figuur 6. Voor wat betreft deze visualisatie is rekening gehouden met de monsters van het vaste deel van de aarde tussen 0 –

0,5 m-mv of monsters van het vaste deel van de aarde waarvan het zwaartepunt tussen 0 en 0,5 m-mv gelegen is (bijvoorbeeld 0,3 – 0,6 m-mv).

### 5.3.2 PFAS-verbindingen

Ter herinnering, de verdachte stoffen zijn de C8-verbindingen PFOS, PFOA & PFOSA, de C6-verbindingen PFHxS, PFHxA & PFHxSA en de C4-verbindingen PFBS, PFBA & PFBSA.

In dit deel worden alleen de resultaten besproken, met inbegrip van een beknopte statistische evaluatie. De resultaten zijn besproken per bestemmingstype. Er is rekening gehouden met alle monsters van het vaste deel van de aarde die genomen zijn in de periode 2017-2022 binnen het projectgebied. Dit betekent dat zowel de data die in het eerste gefaseerd BBO als de nieuwe data verzameld tijdens de opmaak van onderhavig BBO opgenomen zijn in deze evaluatie.

De interpretatie van de gegevens, met inbegrip van de ruimtelijke verdeling, wordt besproken in hoofdstuk 6.

#### 5.3.2.1 Bestemmingstype II - landbouw

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen voor monsters genomen over het volledige diepteprofiel binnen bestemmingstype II is opgenomen in Tabel 5-3. In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarvoor geldt dat in tenminste 5% van de geanalyseerde monsters concentraties (in µg/kg ds) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

**Tabel 5-3 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen - type II**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min	Max	Avg.	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
PFOS	1.009	931	92%	0,22	290,00	14,51	3,10	6,70	16,00	34,00	50,40
PFOA	1.010	630	62%	0,20	24,00	1,31	0,60	0,90	1,40	2,49	3,30
PFBA	1.010	401	40%	0,11	4,70	0,91	0,50	0,70	1,15	1,70	2,10
PFBS	1.010	252	25%	0,10	32,00	0,99	0,35	0,60	1,00	1,87	2,44
PFHxS	790	149	19%	0,11	11,00	1,03	0,25	0,46	0,93	2,40	4,45
PFBSA	925	168	18%	0,16	37,00	1,01	0,33	0,63	1,10	1,60	2,00
PFHxA	220	21	10%	0,51	6,50	1,52	0,72	1,30	1,75	2,48	6,10
PFPeA	998	80	8%	0,10	3,50	0,43	0,22	0,30	0,56	0,71	1,00
PFHxSA	1.010	78	8%	0,12	1,80	0,45	0,23	0,36	0,52	0,80	1,12
PFOSA	1.010	71	7%	0,11	6,00	1,25	0,32	0,62	1,30	3,72	5,20
NMePFBSA	491	25	5%	0,39	8,20	3,35	2,35	3,30	4,35	5,86	7,57
6:2 FTS	955	48	5%	0,20	15,00	2,40	0,30	0,92	1,60	8,96	13,10
NEtPFOSAA	658	31	5%	0,08	24,00	4,32	0,50	1,40	5,30	17,20	21,00
PFNA	998	47	5%	0,11	1,00	0,24	0,16	0,20	0,27	0,35	0,60

concentratie in µg/kg ds

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- PFOS blijft de belangrijkste individuele PFAS-verbinding met het hoogste percentage monsters met detecties. Voor PFOS is eveneens de hoogste maximumwaarde gemeten. Ongeveer 70% van de monsters met PFOS detecties heeft een PFOS-concentratie die de voorgestelde bodemsaneringsnorm overschrijdt, aangezien slechts 25% van de monsters een concentratie van minder dan 3,1 µg/kg ds heeft, wat net onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 3,8

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

mg/kg ds ligt. De mediaan bodemconcentratie voor PFOS bedraagt voor de huidige dataset en dit bestemmingstype 6,7 µg/kg ds;

- De op één na belangrijkste individuele PFAS-verbinding qua detectie blijft PFOA met ongeveer 62% van de detecties in de geanalyseerde monsters. De PFOA-concentratie overschrijdt de voorgestelde bodemsaneringsnorm maximaal in slechts 5% van het totale aantal monsters aangezien de 95-percentielwaarde lager is dan de voorgestelde bodemsaneringsnorm;
- Andere individuele PFAS-verbindingen die in een relevant percentage geanalyseerde monsters gemeten is zijn PFBA, PFBS, PFHxS en PFBSA, maar de absolute concentraties zijn aanzienlijk lager dan de vastgestelde PFOS- en PFOA-concentraties. Zoals eerder vermeld in het eerste gefaseerd BBO, is de hoogste PFBSA-concentratie van 37 µg/kg ds gemeten in het teeltsubstraat dat bemonsterd is in de serre voor aardbeiteelt aan de Neerstraat 18A. Van de 4 EFSA 2020 PFAS verbindingen zijn PFOS en in mindere mate PFOA & PFHxS de belangrijkste gemeten verbindingen, PFNA komt in mindere mate voor;
- De meest relevant verhoogd gemeten concentraties aan PFAS-verbindingen betreffen alle vooropgestelde COC-verbindingen; en
- De precursoren NMePFBSA en NEtPFOSAA, en het fluortelomeer 6:2 FTS werden slechts in een beperkt aantal bodemstalen (5%) teruggevonden.

### 5.3.2.2 Bestemmingstype III - residentieel

Een statistische momentopname van de analyseresultaten voor de onderzochte PFAS-verbindingen voor monsters genomen over het volledige diepteprofiel binnen bestemmingstype III is opgenomen in Tabel 5-4. In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarvoor geldt dat in tenminste 2% van de geanalyseerde monsters concentraties (in µg/kg ds) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

**Tabel 5-4 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen - type III**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min	Max	Avg.	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
PFOS	504	486	96%	0,24	120,00	8,68	3,00	5,40	9,80	18,00	28,00
PFOA	504	322	64%	0,18	8,10	0,90	0,50	0,70	1,10	1,57	2,20
PFBA	504	182	36%	0,11	4,20	0,97	0,60	0,80	1,10	1,67	2,10
PFBSA	495	69	14%	0,20	2,80	0,91	0,53	0,73	1,20	1,60	2,20
PFBS	504	66	13%	0,17	3,50	0,73	0,42	0,60	0,87	1,40	1,50
PFHxS	483	22	5%	0,14	2,50	0,62	0,33	0,46	0,80	1,38	2,35
PFPeA	502	22	4%	0,15	2,10	0,54	0,27	0,51	0,62	0,75	1,90
PFNA	502	15	3%	0,13	1,20	0,35	-	-	-	-	-
PFDA	502	14	3%	0,13	1,30	0,50	-	-	-	-	-
PFHxA	504	12	2%	0,11	0,85	0,55	-	-	-	-	-
HFPO-DA	495	10	2%	0,27	8,00	1,91	-	-	-	-	-
PFOSA	504	9	2%	0,13	1,50	0,47	-	-	-	-	-
b2PFHEP	489	8	2%	1,00	17,00	4,45	-	-	-	-	-

concentratie in µg/kg ds

percentielen bepaald op monsters met minimaal 20 detecties

Uit de analyseresultaten blijkt dat:

- Naar analogie met landbouwgebied, blijft PFOS de belangrijkste individuele PFAS-verbinding, met het hoogste percentage monsters met detecties. De maximumwaarde die binnen type III is gemeten, bedraagt 120 µg/kg ds. Ongeveer 70% van de monsters met detecties voor PFOS

heeft een PFOS-concentratie die de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en kippen met vrije uitloop overschrijdt, aangezien slechts 25% van de monsters een concentratie van minder dan 3 µg/kg ds heeft, wat onder de voorgestelde bodemsaneringsnorm van 3,8 µg/kg ds ligt. De mediaan bodemconcentratie voor PFOS bedraagt voor de huidige dataset en dit bestemmingstype is 5,4 µg/kg ds;

- De op één na belangrijkste individuele PFAS-verbinding blijft PFOA met ongeveer 64% van de detecties in de geanalyseerde monsters. De PFOA-concentratie overschrijdt de voorgestelde bodemsaneringsnorm maximaal in 5% van het totale aantal monsters aangezien de 95-percentielwaarde lager is dan de voorgestelde bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en kippen met vrije uitloop van 4,3 µg/kg ds;
- Andere individuele PFAS-verbinding die in een relevant percentage geanalyseerde monsters gemeten werden zijn PFBA, PFBSA en PFBS, maar de absolute concentraties zijn aanzienlijk lager dan de PFOS- en PFOA-concentraties;
- PFOSA en B2PFHEP (of 6:2 diPAP) is in slechts 2% van de geteste stalen aangetroffen, de belangrijkste geanalyseerde PFOS precursoren zijn niet aangetroffen boven detectielimiet in de geteste bodemstalen; en
- De meest relevant verhoogd gemeten concentraties aan PFAS-verbindingen betreffen alle COC-verbindingen.

### 5.3.2.3 PFAS-som (kwantitatief)

Voor wat betreft de bespreking van de resultaten voor PFAS-som kwantitatief is geen onderscheid gemaakt tussen bestemmingstype II (landbouw) en bestemmingstype III (residentieel), omdat de toetsingswaarde enkel een richtwaarde betreft die onafhankelijk is van het bestemmingstype.

De samenvatting van de resultaten voor PFAS-som kwantitatief is opgenomen in Tabel 5-5.

**Tabel 5-5 Resultaten PFAS-som kwantitatief**

PFAS-som (kwantitatief)	
Aantal geanalyseerde monsters:	1.550
Aantal monsters met concentratie > RW:	668 (43,1%)
Max. concentratie	291,2 µg/kg ds
25 <sup>th</sup> Perc.	3,1 µg/kg ds
50 <sup>th</sup> Perc.	6,7 µg/kg ds
55 <sup>th</sup> Perc.	7,6 µg/kg ds
75 <sup>th</sup> Perc.	14,2 µg/kg ds
90 <sup>th</sup> Perc.	30,3 µg/kg ds
95 <sup>th</sup> Perc.	47,0 µg/kg ds

In ongeveer 43% van de geanalyseerde monsters is de concentratie PFAS-som kwantitatief hoger dan de richtwaarde van 8 µg/kg ds, het is belangrijk op te merken dat in de huidige dataset 55% van de bodemstalen een PFAS-som concentratie heeft van 7,6 µg/kg ds.

### 5.3.3 Precursoren

Zoals in [sectie 2.9.2](#) is toegelicht, kunnen een deel van de CMA-parameters beschouwd worden als precursoren voor de sulfonzuren PFBS, PFHxS en PFOS. In deze sectie wordt dieper ingegaan op hun relatieve bijdrage ten opzichte van de finale sulfonzuren. Deze evaluatie gebeurt voor de bestemmingstypes II & III samen.

#### 5.3.3.1 Precursoren PFOS

Van de 5 precursoren voor PFOS in het CMA-pakket zijn er 4 gemeten in de grondstalen die in onderhavig BBO zijn geëvalueerd, dewelke in onderstaande [Tabel 5-6](#) zijn opgelijst. NMePFOSA werd niet gedetecteerd. PFOSA is de meest aangetroffen geteste PFOS-precursor, en werd gemeten in 5% van de stalen (op 80 van 1514 gemeten stalen), met een maximale concentratie van 12 µg/kg ds. De andere relevante PFOS-precursor, NetPFOSAA, is gemeten met een maximale concentratie van 24 µg/kg ds, deze precursor werd slechts in 3% van de geanalyseerde stalen aangetroffen.

PFOSAA, dat geen onderdeel uitmaakt van de CMA, is geanalyseerd op 232 stalen en werd slechts in 4 stalen gemeten (2% van de stalen), met een maximale concentratie van 2 µg/kg ds.

Ter herinnering, PFOS is aangetroffen in 94% van de stalen, met een maximale concentratie van 290 µg/kg ds. Hieruit kan men afleiden dat het merendeel van de geteste PFOS-precursoren al is omgezet naar PFOS. Ter volledigheid is naast de maximale precursor-concentratie in de laatste kolom van onderstaande tabel de PFOS-concentratie tussen haakjes vermeld die in hetzelfde staal is gemeten.

**Tabel 5-6 Evaluatie precursoren PFOS**

Component	Totaal aantal monsters II & III	Aantal monsters met detectie II & III	% monsters met detectie II& III	Min conc. II& III in µg/kg ds	Max conc. II & III in µg/kg ds
PFOS	1513	1417.00	94%	0.22	290
PFOSA	1514	80.00	5%	0.11	12 (90)
NEtPFOSAA	1114	35.00	3%	0.08	24 (82,2)
NMePFOSAA	1114	20.00	2%	0.07	24 (90)
PFOSAA	232	4.00	2%	0.80	2,9 (110)
EtPFOSA	1337	4.00	0%	0.60	1.80 (60)

#### 5.3.3.2 Precursor PFHxS

Wat de precursor voor PFHxS betreft, met name PFHxSA, deze component is slechts in 1 staal waargenomen, op de 756 stalen die geanalyseerd zijn, met een concentratie van 0.46 µg/kg ds. Ter herinnering, PFHxS is aangetroffen in 13% van de geanalyseerd stalen met een maximale concentratie van 11 µg/kg ds.

#### 5.3.3.3 Precursoren PFBS

Alle drie geteste precursoren voor PFBS in het CMA-pakket zijn aangetroffen in grondstalen die in onderhavig BBO zijn geëvalueerd, zoals is weergegeven in onderstaande [Tabel 5-7](#). PFBSA is het meest aangetroffen, meer bepaald in 17% van de stalen. Dit percentage is min of meer te vergelijken met het voorkomen van PFBS, dat is aangetroffen in de 21 % van de stalen. De overige 2 precursoren zijn slechts in 3% van de geteste stalen aangetroffen.

De maximale gemeten concentratie van PFBSA is 37 µg/kg ds, zoals reeds vermeld is dit gemeten in het teeltsubstraat (niet in de bodem zelf) dat bemonsterd is in de serre voor aardbeiteelt aan de Neerstraat 18A, en is bijgevolg niet representatief als bodemstaal.

**Tabel 5-7 Evaluatie precursoren PFBS**

Component	Totaal aantal monsters II & III	Aantal monsters met detectie II & III	% monsters met detectie II& III	Min II& III	Max II & III
PFBS	1514	318.00	21%	0.10	32.00
PFBSA	1420	237.00	17%	0.16	37.00
NMePFBSA	909	26.00	3%	0.39	8.20
NMePFBSAA	909	10.00	1%	0.17	1.70

## 5.4 Resultaten grondwatermonsters

### 5.4.1 Algemeen

Net als bij grondmonsters zijn in deze fase van het gefaseerde BBO alle beschikbare grondwaterresultaten in aanmerking genomen, met een filterdiepte tot 6 meter onder het maaiveld. Dit omvat zowel alle door ERM genomen monsters als de waterstalen afkomstig van derden.

Een overzicht van de analyseresultaten van 2022 zijn terug te vinden in Bijlage 11. Analyseresultaten van ERM die dateren van vóór 2022, en analyseresultaten van waterstalen van derden zijn opgenomen in de databank van ERM, maar niet opgenomen in dit rapport.

De toetsing van de grondwateranalyses aan de voorgestelde bodemsaneringsnormen is weergegeven in Bijlage 10. De concentraties van enkele geselecteerde PFAS-componenten zijn gevisualiseerd in Figuur 8.

### 5.4.2 PFAS-verbindingen

De beknopte statistische evaluatie van de analyseresultaten van de PFAS-verbindingen voor de watermonsters uit alle peilbuizen en bestaande bemonsterde private grondwaterwinningen binnen het projectgebied is opgenomen in Tabel 5-8. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de landgebruik types, omdat de beschikbare grondwaternormen voor alle bestemmingstypes gelden. Zowel de data die in het eerste gefaseerd BBO als de nieuwe gegevens, verzameld tijdens de opmaak van onderhavig BBO, zijn opgenomen in deze evaluatie.

De bodemsaneringsnorm voor grondwater die wordt toegepast is de Europese limiet voor drinkwater (EU Richtlijn 22/2184). Deze bedraagt 0,1 µg/l (100 ng/l) voor de som van 20 PFAS ('20 EU DWRL') en 0,5 µg/l (500 ng/l) voor de som van alle PFAS ('som-totaal-PFAS').

In de tabel zijn alle individuele PFAS-verbindingen opgenomen waarvoor geldt dat in tenminste 10% van de geanalyseerde monsters concentraties (in µg/l) boven de detectiegrens zijn aangetoond.

**Tabel 5-8 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen grondwatermonsters (concentraties in µg/l)**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min	Max	Avg.	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
PFBA	78	77	99%	0,040	4,900	0,461	0,165	0,250	0,520	0,972	1,185
PFBS	78	77	99%	0,004	5,700	0,565	0,104	0,230	0,725	1,420	2,030
PFHxA	78	76	97%	0,003	1,100	0,121	0,036	0,063	0,128	0,211	0,436
PFHxS	69	66	96%	0,002	2,700	0,250	0,039	0,088	0,245	0,593	1,330
PFOA	78	73	94%	0,003	1,400	0,240	0,044	0,130	0,295	0,696	0,865
PFPeA	75	70	93%	0,004	0,800	0,078	0,025	0,045	0,090	0,149	0,194
PFOS	78	64	82%	0,001	1,540	0,192	0,016	0,039	0,200	0,645	1,170

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	% monsters met detectie	Min	Max	Avg.	25th Perc.	50th Perc.	75th Perc.	90th Perc.	95th Perc.
PFPeS	74	60	81%	0,001	0,530	0,049	0,009	0,020	0,036	0,076	0,270
PFHpA	78	61	78%	0,001	0,260	0,041	0,011	0,023	0,047	0,108	0,176
PFHpS	74	39	53%	0,001	0,093	0,019	0,002	0,004	0,031	0,071	0,077
6:2 FTS	74	38	51%	0,001	0,690	0,043	0,001	0,003	0,017	0,045	0,614
PFBSA	60	29	48%	0,001	0,350	0,049	0,005	0,011	0,063	0,160	0,260
HFPO-DA	53	25	47%	0,001	0,069	0,013	0,001	0,003	0,005	0,060	0,069
PFOSA	78	31	40%	0,001	0,069	0,009	0,001	0,003	0,012	0,022	0,051
NMePFBSAA	50	19	38%	0,001	0,035	0,010	-	-	-	-	-
NMePFOSAA	54	19	35%	0,001	0,051	0,013	-	-	-	-	-
PFHXSA	47	13	28%	0,002	2,100	0,171	-	-	-	-	-
NEtPFOSAA	67	18	27%	0,002	0,073	0,013	-	-	-	-	-
PFNA	75	19	25%	0,001	0,033	0,004	-	-	-	-	-
PFTrDA	74	14	19%	0,001	0,004	0,002	-	-	-	-	-
PFECHS	70	10	14%	0,001	0,011	0,004	-	-	-	-	-
NMePFBSA	50	7	14%	0,001	0,046	0,011	-	-	-	-	-
PFUnDA	75	9	12%	0,001	0,008	0,003	-	-	-	-	-
PFDA	75	8	11%	0,001	0,090	0,014	-	-	-	-	-

concentratie in µg/l

percentielen bepaald voor een dataset met minimaal 20 detecties

De analyseresultaten in combinatie met Figuur 8 tonen aan dat:

- De C4 PFAS verbinding PFBA is de meest dominante PFAS-component die in 99% van de grondwatermonsters is aangetroffen, waarbij de meest verhoogde PFBA-gehalten ten zuiden van de 3M-site worden aangetroffen. De concentraties variëren van 0,04 tot 4,9 µg/l. De concentraties nemen over het algemeen af naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt. Verder weg van de 3M-site, ter hoogte van een akker ingesloten door de Molenbeekweg en de Vogelkerslaan op een afstand van 3,5 km van de 3M-site, is een sterk verhoogde PFBA-concentratie gemeten van 1,5 µg/l (monster WSW3,5);
- Ook het C4 sulfonaat PFBS wordt gerapporteerd in 99% van de grondwatermonsters. Verhoogde PFBS-grondwaterconcentraties zijn aanwezig ten zuiden van de 3M-site, vergelijkbaar met de waargenomen PFBA-detecties. De concentraties liggen tussen 0,004 en 5,7 µg/l. De concentraties nemen over het algemeen af naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt;
- Hogere grondwaterconcentraties voor de C6 PFAS verbindingen PFHxA en PFHxS zijn ook aanwezig ten zuiden van het 3M-site. De concentraties nemen opnieuw over het algemeen af naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt. Ter hoogte van de kruising van de Krijgsbaan en de Melsestraat op een afstand van 2,5 km van de 3M-site zijn verhoogde concentraties gemeten voor PFHxS van 2,7 µg/l en voor PFHxA van 0,87 µg/l (ERM1655);
- Net als bij de bodemonsters buiten het 3M-site zijn 6:2 FTS en HFPO-DA (GenX) gemeten in enkele grondwatermonsters, terwijl deze verbindingen niet op de site (intentioneel) zijn geproduceerd. 6:2 FTS is over het algemeen aanwezig in grondwatermonsters die zich op grotere afstand van de 3M-site bevinden, met uitzondering van één peilbuis die zich ten zuiden van de 3M-site bevindt (ERM 672). HFPO-DA (Gen-X) is gerapporteerd met de voornaamste locaties van deze monsters ten zuiden van de 3M-site. Meer westelijk op de Krijgsbaan, op een afstand van 2,5 tot 3,5 km en nabij het militair fort Brosius, liggen ook drie peilbuizen waarin HFPO-DA wordt gemeten (ERM1638, ERM1655 en KR196-GW);



Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- PFOA-concentraties zijn gerapporteerd in 94% van de grondwatermonsters. De maximale PFOA-concentratie bedraagt 1,4 µg/l. De hoogste concentraties zijn gemeten ten zuiden van de 3M-site, verder weg, nemen de concentraties over het algemeen af. Ter hoogte van de Krijgsbaan, de Varenstraat en de Duivestraat, zijn opnieuw hogere concentraties gemeten;
- PFOS-concentraties zijn gerapporteerd in 81% van de grondwatermonsters waarbij de concentraties liggen tussen 0,001 tot 1,54 µg/l. De hoogst gemeten PFOS-concentratie bevindt zich ten westen van de Krijgsbaan nabij het Fort Brosius (PBM5). Over het algemeen nemen de concentraties af naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt tot concentraties onder de detectielimiet;
- Andere PFAS-verbindingen die detecties vertonen van meer dan 0,1 µg/l zijn PFPeA, PFPeS, PFHpA, PFHpS en PFBSA. Over het algemeen zijn de hoogste concentraties gemeten ten zuiden in de directe omgeving van de 3M-site; en
- Voor zes PFAS-verbindingen zijn geen detecties boven de detectielimiet gerapporteerd in de geteste watermonsters :
  - 10:2 FTS
  - 6:2/8:2 FTPD
  - 8:2 FTS
  - PFDS
  - NMePFOSA
  - PFDoDS

#### 5.4.2.1 Bodemsaneringsnorm grondwater

Zoals reeds vermeld in sectie 3.5.4 wordt er twee keer een som van PFAS-verbindingen bepaald waarvoor een voorgestelde bodemsaneringsnorm voor grondwater geldt. Tabel 5-9 geeft een samenvatting van de 'Som totaal PFAS' en de 'Som 20 EU DWRL' van de gemeten grondwatermonsters.

**Tabel 5-9 'Som totaal PFAS' en 'Som 20 EU DWRL' grondwater**

	Som totaal PFAS	Som 20 EU DWRL
Norm	0,5 µg/l	0,1 µg/l
% monsters > norm	84%	99%
norm < % monsters < 80 % norm	6%	-
% monsters < 80% norm	10%	1%

In nagenoeg alle grondwatermonsters overschrijden de gemeten concentraties de voorgestelde normen voor Som totaal PFAS en Som 20 EU DWRL.

Illustratie 5-2 geven dit visueel weer. Hierbij betekent een rode bol dat de norm wordt overschreden, een oranje bol dat 80% van de norm wordt overschreden en een groene bol dat de som onder 80% van de respectievelijke norm ligt.

### Illustratie 5-1 'Som totaal PFAS' grondwatermonsters



### Illustratie 5-2 'Som 20 EU DWRL' grondwatermonsters



### 5.4.3 Precursoren

Naar analogie met grond, is ook voor het grondwater een korte bespreking opgenomen voor de precursoren van de sulfonzuren. Zoals reeds vermeld zal een meer doorgedreven analyse en het verband met de verontreinigingen in het vaste deel van de aarde deel uitmaken van een volgende fase van het BBO. Het betreft hier enkel de monitoringspeilbuizen in de eerste watervoerende laag.

Wat betreft de precursoren voor PFOS, zijn deze in verhouding tot grondstalen in meerdere grondwaterstalen aangetroffen, variërend tussen 27% (NetPFOSAA) en 40% (PFOSA). EtPFOSA is slechts in één grondwaterstaal gemeten. PFOS zelf is in 82% van de waterstalen gemeten. De maximale precursorconcentratie is wel beduidend lager, 0,073 µg/l voor NetPFOSAA, in vergelijking met de maximale PFOS-concentratie van 1,54 µg/l.

Wat betreft PFHxSA, deze parameter is in 28% van de stalen gemeten, terwijl PFHxS in 96% van de stalen is gemeten. De maximale concentratie voor beide parameters is vergelijkbaar, 2,1 µg/l voor PFHxSA en 2,1 µg/l voor PFHxS.

Wat de precursoren voor PFBS betreft, is hetzelfde beeld zichtbaar. PFBS is in op één na alle waterstalen gedetecteerd, met een maximale concentratie van 5,4 µg/l. Het sulfonamide is de meest aangetroffen precursor, met 48%, en met een maximale concentratie van 0,35 µg/l. De maximale concentratie van de andere 2 C4-precursoren ligt nog een factor 10 lager, met 0,046 µg/l voor NMePFBSA.

Algemeen kan men stellen dat de verhouding wat betreft aanwezigheid in het vaste deel van de aarde/grondwater afhankelijk is van de ketenlengte. Hoe langer de keten, hoe minder oplosbaar en dus minder aanwezig in grondwater.

## 5.5 Resultaten in voedingsmiddelen

De resultaten van het onderzoek van geteste voedingsmiddelen worden gebruikt als input voor de risico-evaluatie die in [hoofdstuk 7](#) wordt besproken. De resultaten worden gevisualiseerd op de kaarten in [Figuur 9](#) en in tabelvorm weergegeven in [Bijlage 10](#). De voedingsmiddelen betreffen dierlijke producten (melk, eieren, en kippenvlees), groenten, voedergewassen en fruit. Daarnaast is ook kippenvoer bemonsterd.

### 5.5.1 Dierlijke producten

#### 5.5.1.1 Algemeen

In totaal zijn 2 monsters van dierlijke producten geanalyseerd, verzameld tijdens campagnes in 2021 en 2022.

Twee monsters betreffen melk, telkens op dezelfde boerderij genomen, gelegen in de Neerstraat 57 te Zwijndrecht. Deze melkmonsters zijn niet opnieuw genomen in 2022. In de volgende sectie is het resultaat van 2021 hernomen.

Wat de eiermonsters betreft, zijn er:

- 7 eieren verzameld in juni 2021
- 4 eieren in september 2021; en
- 16 eieren in juli 2022.

Vanaf september 2021 is de eidooier en het eiwit van de verzamelde eieren afzonderlijk geanalyseerd, waarbij de totale ei-concentratie is gerapporteerd op basis van de resultaten voor de dooier en het eiwit en hun individuele gewicht. Zoals eerder vermeld zijn de eiermonsters van juni 2022 volgens de code van goede praktijk verzameld, met name een mengstaal van 10 tot 15 eieren verzameld over een periode van een 4-tal weken.

In juli 2022 is een individueel monster verkregen van kippenvlees.

### 5.5.1.2 Melk

In het eerste melkmonster dat op 17 juni 2021 is verzameld, is een PFOS-concentratie van 0,98 µg/kg ds gemeten. Deze concentratie ligt meer dan 6 keer onder de FAVV-actiewaarde, geldend in 2022. De andere PFAS-verbindingen die door het labo werden getest (PFHxS, PFNA en PFOA; EFSA4 reeks) zijn niet boven de detectielimiet teruggevonden.

Op 8 september 2021 is op dezelfde boerderij een nieuw melkmonster genomen. Ditmaal bestond het analysepakket uit 37 verbindingen. In dit tweede monster zijn geen detecties voor PFOS of enige andere PFAS-verbinding boven de detectielimiet gerapporteerd.

Er zijn geen nieuwe melkmonsters genomen in 2022.

### 5.5.1.3 Eieren

Alle in juni 2021 verzamelde eiermonsters zijn enkel geanalyseerd op de 4 PFAS-verbindingen die in de EFSA 2020 TWI zijn opgenomen (PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA). In september 2021 zijn de 28+8 PFAS-verbindingen overeenkomstig de op dat moment geldende CMA/3/D in het analysepakket opgenomen. In 2022 zijn de eiermonsters geanalyseerd op 20 PFAS-componenten conform de SANTE\_2021\_10010 voor voedingsmiddelen.

Om het eventuele verschil in resultaat tussen de staalname in 2021 en 2022 na te gaan, is in deze sectie de eenvoudige statistische evaluatie van 2021 opnieuw opgenomen. De resultaten van de analyses (in µg/kg) van de geteste eiermonsters in 2022 zijn opgenomen in [Bijlage 10](#). De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022 zijn respectievelijk weergegeven in [Tabel 5-10 en](#)

[Tabel 5-11](#). De detectielimiet gehanteerd in 2021 is 0,5 µg/kg nat gewicht. In 2022 is een lagere detectielimiet gehanteerd van 0,1 µg/kg nat gewicht.

**Tabel 5-10 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen eiermonsters 2021**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFOS	11	11	100%	3,30	310,00
PFHxS	11	8	73%	0,66	4,40
PFBA	5	3	60%	0,63	3,70
PFTeDA	5	2	40%	0,78	0,90
PFOA	11	3	27%	0,56	0,63
PFDoDA	5	1	20%	0,63	0,63
PFHpS	5	1	20%	0,98	0,98
PFTTrDA	5	1	20%	0,64	0,64

**Tabel 5-11 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen eiermonsters 2022**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFOS	16	16	100%	4,70	180,00
PFHxS	16	16	100%	0,05	2,80
PFDoDA	16	16	100%	0,09	2,60
PFTTrDA	16	16	100%	0,06	2,20
PFUnDA	16	16	100%	0,07	1,50

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFDA	16	16	100%	0,10	1,10
PFNA	16	16	100%	0,09	0,86
PFOA	16	16	100%	0,05	0,81
PFHpS	16	14	88%	0,06	1,60
PFBS	16	12	75%	0,03	0,71
PFNS	16	11	69%	0,04	0,42
PFDS	16	6	38%	0,04	0,30

Over het algemeen zijn voor alle geteste eiermonsters in 2021 verschillende PFAS-verbindingen gedetecteerd, waarbij PFOS de dominante PFAS-verbinding was, gevolgd door PFHxS, maar dan in beduidend lagere concentraties. De resultaten van de eieren in 2022 bevestigden dit.

De gemeten PFOS-concentraties overschrijden in alle eiermonsters de huidige actienorm van 1 µg/kg (nat gewicht). Ook de meeste PFOA-concentraties overschrijden de norm, en hetzelfde geldt voor PFHxS. De norm voor PFNA wordt slechts één enkele keer overschreden. De nieuwe normen van kracht sinds 1 januari 2023 definiëren ook een som (PFOS, PFOA, PFNA en PFHxS), die in elk getest eiermonster wordt overschreden.

De maximale PFOS-concentratie in 2021 is 310 µg/kg nat gewicht en overschrijdt hiermee ook de voormalige actiewaarde, geldend in 2022 van 100 µg/kg nat gewicht, met een factor 3,1. In 2022 overschrijden twee van de 16 geteste monsters deze voormalige actiewaarde. In september 2021 zijn er geen verbindingen gedetecteerd in het eiwit boven de detectielimiet van 0,5 µg/kg nat gewicht, met inbegrip van PFOS. In 2022 werden er, met een lagere detectielimiet van 0,1 µg/kg nat gewicht, opnieuw geen verbindingen gedetecteerd boven de detectielimiet in het eiwit. Deze waarneming kan erop wijzen dat de resultaten in juni 2021 mogelijk zijn beïnvloed door de micro-emulsie die ontstaat wanneer het eiermonster in het labo wordt gehomogeniseerd door het eiwit en het eigeel te mengen.

In 2022 zijn beduidend meer verschillende PFAS-verbindingen gedetecteerd in de eiermonsters, dit zou kunnen worden verklaard door de lagere detectielimiet die is gebruikt in de campagne van 2022. Zo zitten de meeste gemeten concentraties van de gemeten PFAS-verbindingen in 2022 wel onder de 0,5 µg/kg nat gewicht, dit was de gehanteerde detectielimiet in 2021.

De hogere PFAS-concentraties in eieren van kippen met vrije uitloop worden waargenomen in de monsters die zijn genomen in de directe omgeving van de 3M-site langs de Neerstraat en de T-splitsing Neerstraat/Molenstraat.

#### 5.5.1.4 Kippenvlees

In 2022 heeft ERM één enkel monster kippenvlees gekregen van een inwoner in Zwijndrecht, van kippen die op zijn terrein gekweekt worden voor eigen gebruik. Dit monster is geanalyseerd op 20 PFAS-componenten. PFOS is de enige verbinding die hier gedetecteerd is met een waarde van 0,53 µg/kg nat gewicht boven de detectielimiet van 0,05 µg/kg. Deze PFOS-concentratie overschrijdt deze de huidige actiewaarde van kracht sinds 1 januari 2023 ongeveer met een factor 2. De voormalige FAVV-actiewaarde van 2022 was niet overschreden.

#### 5.5.2 Groenten en gewassen

In 2021 zijn voedingsmiddelen verzameld tijdens twee staalnamecampagnes, in juni en september 2021. Alle in juni verzamelde monsters zijn alleen geanalyseerd naar de 4 PFAS-verbindingen die in de EFSA 2020 TWI zijn opgenomen (PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA). In september zijn de 28+8 PFAS-verbindingen overeenkomstig met het op dat moment geldende CMA/3/D in het analysepakket

opgenomen. In 2021 zijn de analyses uitgevoerd bij SGS die een detectielimiet hanteerde van 0,5 µg/kg nat gewicht.

Ook in 2022 zijn voedingsmiddelen verzameld tijdens twee staalnamecampagnes, in juli en september 2022. Deze keer is gebruik gemaakt van een labo dat lagere detectielimieten kon bereiken. De groenten en gewassen zijn, afhankelijk van het labo, geanalyseerd op 32 (Eurofins) of 21 (Sciensano) PFAS-componenten conform de SANTE\_2021\_10010-richtlijn voor voedingsmiddelen.

### 5.5.2.1 Groenten

De analyseresultaten van de groentemonsters in 2022 zijn weergegeven in [Bijlage 10](#). De beknopte statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022 zijn respectievelijk weergegeven in [Tabel 5-12](#) en [Tabel 5-13](#).

Ook hier is gekozen om de resultaten van 2021 opnieuw toe te lichten, gelet op het verschil in detectielimiet tussen beide jaren.

**Tabel 5-12 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen groentemonsters 2021**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFBA	39	9	23%	0,58	4,00
PFOA	74	5	7%	0,50	0,68
PFBS	39	2	5%	0,55	0,70
6:2 FTS	39	1	3%	1,10	1,10
4:2 FTS	39	1	3%	1,10	1,10
HFPO-DA	39	1	3%	0,82	0,82
PFBSA	39	1	3%	0,62	0,62

**Tabel 5-13 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen groentemonsters 2022**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFBA	12	6	50%	0,22	1,89
PFOS	81	34	42%	0,02	0,55
PFBS	81	27	33%	0,03	0,88
PFPeA	81	13	16%	0,06	0,27
PFOA	81	5	6%	0,01	0,08
PFHxS	81	3	4%	0,01	0,02
PFNA	81	2	2%	0,01	0,04
PFHxA	81	1	1%	0,06	0,06

In 2021 zijn in 16 van de 74 geteste groentemonsters PFAS-componenten aangetroffen boven de door het labo gehanteerde detectielimiet. In 2022 zijn in 54 van de 81 geteste groentemonsters PFAS-componenten gedetecteerd. De concentraties van het merendeel van de aangetoonde PFAS-verbindingen in 2022 liggen onder de 0,5 µg/kg nat gewicht.

In zowel 2021 als 2022 is PFBA de belangrijkste verbinding die is gedetecteerd met een maximale concentratie van 4 µg/kg nat gewicht. De hoogste PFBA-concentraties zijn gedetecteerd in de directe

omgeving van de 3M-site, ten zuiden van de E34 en langs de Neerstraat en de T-kruising Neerstraat/Molenstraat. Zoals eerder aangehaald was het labo Sciensano niet in staat om PFBA kwantitatief te rapporteren voor de geanalyseerde monsters. Dat verklaart het verschil in totaal aantal monsters voor PFBA en de andere PFAS-componenten. In 2022 is in 42 % van de monsters PFOS gedetecteerd boven de detectielimiet. In 2021 zijn er geen PFOS-concentraties gemeten boven de detectielimiet. Met uitzondering van één monster liggen alle gemeten PFOS-concentraties in 2022 onder 0,5 µg/kg nat gewicht.

PFOA is in 2021 aangetroffen in 5 groentemonsters (2 sla-, 2 aardappel- en 1 bonenmonster), in concentraties net boven de detectielimiet van 0,5 µg/kg nat gewicht, die alle langs de Molenstraat waren verzameld. In 2022 zijn geen PFOA-concentraties boven de detectielimiet gedetecteerd in monsters genomen in tuinen langsheen de Molenstraat.

PFBS wordt zowel in 2021 en 2022 gedetecteerd in de groentemonsters in hogere concentraties met een maximum van 0,88 µg/kg nat gewicht.

6:2 FTS (paprika) en 4:2 FTS (snijboon) zijn elk slechts in één monster gedetecteerd in 2021, beide in een concentratie van 1,1 µg/kg nat gewicht. Ook HFPO-DA werd in 2021 gedetecteerd in één courgettemonster, in een concentratie van 0,89 µg/kg nat gewicht. Fluortelomeren en HFPO-DA (Gen-X) worden respectievelijk niet en niet intentioneel geproduceerd op de 3M-site. In 2022 zijn geen concentraties van 6:2 FTS, 4:2 FTS en HFPO-DA gemeten boven de detectielimiet.

### 5.5.2.2 Voedergewassen (klaver, gras, graan en maïs)

De analyseresultaten van de voedergewassen in 2022 zijn weergegeven in [Bijlage 10](#). De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2021 en 2022 zijn respectievelijk weergegeven in [Tabel 5-14](#) en

[Tabel 5-15](#).

**Tabel 5-14 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen voedergewassen 2021**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFOS	15	5	33%	1,60	23,00
6:2 FTS	8	1	13%	1,30	1,30
PFHxS	15	1	7%	0,90	0,90

**Tabel 5-15 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen voedergewassen 2022**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFNA	47	27	57%	0,01	0,03
PFOA	47	27	57%	0,01	0,09
PFBA	46	19	41%	0,12	18,50
PFOS	47	19	40%	0,02	0,32
PFBS	47	18	38%	0,02	3,30
PFHxS	47	11	23%	0,02	0,26
PFPeA	47	6	13%	0,11	0,60
4:2 FTS	46	1	2%	0,36	0,36
6:2 FTS	46	1	2%	52,30	52,30
NMePFOSA	46	1	2%	1,28	1,28
PFHxA	47	1	2%	0,05	0,05

In totaal zijn PFAS-componenten gedetecteerd in 6 van de 15 gewasmonsters in 2021 en in 40 van de 47 gewasmonsters in 2022.

In 2021 is PFOS de dominante verbinding waarbij een maïsmonster de hoogst gemeten PFOS-concentratie heeft met 23 µg/kg nat gewicht. Dit monster (ZW019-MAIS) bevindt zich op 2 km afstand van de 3M-site, in een akker tussen de Melselestraat en de Heilig Geesthoek in Zwijndrecht. Op dezelfde locatie bedroeg de PFOS-concentratie in de bodem 6,7 µg/kg ds. Aangezien in geen van de andere geteste maïsmonsters op een vergelijkbare of kleinere afstand van de 3M-site PFOS is aangetroffen, waarbij de PFOS-concentraties in de bodem in dezelfde orde van grootte lagen als in ZW019, kan de maïsconcentratie niet worden verklaard door de opname van bodem naar maïs alleen.

De PFOS-concentraties in de grasmonsters van 2021 variëren van 1,6 tot 8,5 µg/kg nat gewicht en bevinden zich binnen 1,5 km van de 3M-site, met de hoogste concentratie direct ten zuiden van de E34. Er dient op gewezen te worden dat in 2021 de grasmonsters met wortels zijn genomen, wat betekent dat niet kan worden uitgesloten dat aan de wortels vastzittende gronddeeltjes aanwezig waren. In 2022 zijn de grasmonsters genomen door het gras af te knippen. In 2022 is PFOS vastgesteld in alle grasmonsters, maar aan concentraties die veel lager zijn dan in 2021, wat doet vermoeden dat de resultaten van 2021 voornamelijk te wijten zijn aan de aanwezigheid van de gronddeeltjes die mee bemonsterd en geanalyseerd zijn.

In 2022 is de PFAS-component 6:2 FTS gemeten met een concentratie van 52,3 µg/kg nat gewicht in een maïsmonster gelegen in een akker ingesloten tussen de Krijgsbaan, de Nieuwlandstraat en de Heidestraat, ten oosten van Fort Brosius. In 2022 is ook één keer 4:2 FTS gemeten. Zoals eerder vermeld, werden de telomeren 6:2 FTS en 4:2 FTS niet intentioneel geproduceerd op de 3M-site.

Uit bovenstaande tabel blijkt dat voor de C4 PFAS-verbindingen PFBA en PFBS de (absolute) hogere concentraties zijn gemeten. In 2022 is PFBA gemeten in concentraties die gelegen zijn tussen 0,12 µg/kg en 18,5 µg/kg nat gewicht. Deze laatste concentratie is gemeten in een grasmonster. De PFBS-concentraties zijn lager in vergelijking met PFBA en liggen tussen 0,02 en 3,3 µg/kg. De andere gemeten PFAS-componenten in de geteste voedergewassen van 2022 zijn gedetecteerd in beduidend lagere concentraties.

### 5.5.3 Fruit

De analyseresultaten van de fruitmonsters van 2022 zijn opgenomen in [Bijlage 10](#). De eenvoudige statistische evaluatie van de analyseresultaten van 2022 zijn weergegeven in [Tabel 5-16](#). Zoals voor de gewassen is in 2022 een lagere detectielimiet gehanteerd dan in 2021, vandaar dat de resultaten van 2021 hier herhaald worden.

In totaal zijn 46 fruitmonsters verzameld tijdens campagnes in 2021 en 2022, 15 fruitmonsters in 2021 en 31 fruitmonsters in 2022.

Voor alle 15 fruitmonsters (druiven, aardbei, framboos, peer en appel) die tijdens bemonsteringscampagnes in 2021 zijn verzameld, is PFBA de enige PFAS-verbinding die boven de detectielimiet is gerapporteerd. De drie monsters met een verhoogde PFBA-concentratie zijn genomen in de onmiddellijke nabijheid van de 3M-site.

**Tabel 5-16 Statistische evaluatie PFAS-verbindingen fruitmonsters 2022**

Component	Totaal aantal monsters	Aantal monsters met detectie	Percentage monsters met detectie	Min (µg/kg nat gewicht)	Max (µg/kg nat gewicht)
PFPeA	31	4	13%	0,05	0,16
PFOS	31	3	10%	0,02	0,14
PFBS	31	2	6%	0,09	0,09



PFPHxA	31	1	3%	0,01	0,05
--------	----	---	----	------	------

In 2022 zijn vier PFAS-verbindingen gedetecteerd (PFOS, PFPeA, PFHxA en PFBS) in de fruitmonsters (kersen, kruisbessen, druiven, aardbei, framboos, peer en appel). Elke gedetecteerde PFAS-verbinding had een concentratie lager dan 0,5 µg/kg nat gewicht. Ook hier dient vermeld dat Sciensano niet in staat was om PFBA kwantitatief te rapporteren in de fruitmonsters, omwille van interferentie met de analyseapparatuur.

Bijkomend heeft ERM in november 2022 appels uit de boomgaard van de gemeente Zwijndrecht geanalyseerd, waarbij de schil, het klokhuis en het vruchtvlees apart is geanalyseerd. Uit de resultaten blijkt dat voornamelijk PFBA is gemeten, en in mindere mate PFPeA, overige PFAS-componenten zijn niet gedetecteerd. Er is evenwel geen duidelijk verschil in concentratie tussen de verschillende delen van de appel, zoals in [Tabel 5-17](#) is weergegeven. Het is opvallend dat er geen PFOA werd gedetecteerd in de geteste appelstalen.

**Tabel 5-17 PFAS-verbindingen in appeldelen**

Component	Schil (µg/kg nat gewicht)	Klokhuis (µg/kg nat gewicht)	Vruchtvlees (µg/kg nat gewicht)
PFBA	4,44	4,82	1,99
PFPeA	0,196	0,317	0,228

VELT vzw heeft in 2022 appelsap geperst uit appels van een boomgaard gelegen in Zwijndrecht en geanalyseerd op PFAS-componenten waarna AZG deze gegevens heeft laten evalueren. In totaal zijn drie deelmonsters genomen uit één vat appelsap, waarbij in elk monster PFAS-componenten zijn gedetecteerd. Van alle componenten is de concentratie aan PFBA het hoogst gevolgd door PFOA volgens de conclusie van het AZG-verslag<sup>36</sup>.

In het AZG-verslag is de volgende indicatieve conclusie geformuleerd:

- Bij toetsing van de geschatte blootstelling aan EFSA TWI merken we dat dat een hoge consumptie van het appelsap (> 1 liter/week) tot significante bijdrages leidt, hetgeen best te vermijden is; en
- Sporadische of gematigde consumptie van appelsap leidt tot een (zeer) beperkte blootstelling en is daarom niet nodig om af te raden voor de algemene bevolking. Wel wordt aangeraden aan de kwetsbare bevolking om hier voldoende voorzichtig mee om te springen.

De studie besluit ook door aan te geven dat er meer monsters moeten worden geanalyseerd om deze indicatieve conclusie al dan niet te bevestigen, en dat er geen urgente nood is om de no-regret maatregelen aan te passen op basis van de analyseresultaten van één vat appelsap.

#### 5.5.4 Producten voor diervoeding

Zoals in het eerste gefaseerd BBO al is vermeld, zijn in de vier in september 2021 verzamelde kippenvoermonsters (waarvan er drie binnen 300 m van de 3M-site liggen en de vierde op 2,8 km afstand) geen PFAS boven de detectielimiet van 0,5 µg/kg gerapporteerd (37 PFAS-verbindingen geanalyseerd).

In 2022 is deze oefening niet herhaald.

<sup>36</sup> Advies – PFAS in appelsap (Zwijndrecht), opgesteld door auteurs Kathleen De Brouwere (VITO vanuit rol PO MGZ), Lieve Geerts (vanuit rol PO MGZ) en Ilona Gabaret (AZG-PIH), finale versie van 6 december 2022

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de  
bodem

## 5.6 Resultaten sediment- en oppervlaktewatermonsters

In 2022 heeft ERM geen nieuwe sediment- of oppervlaktewatermonsters genomen. Het is voorzien om het sediment- en oppervlaktewateronderzoek in een volgende BBO-fase verder te zetten om de relatie tussen grond, grondwater, oppervlaktewater en slib finaal in kaart te brengen

## 6. EVALUATIE EN BESPREKING VAN DE GEGEVENS

### 6.1 Plaatselijke geologie en hydrogeologie

#### Geologie

Op basis van de boringen die in het projectgebied zijn uitgevoerd, kan de geologie in het onderzochte gebied als volgt worden beschreven:

0,0-2,0 m -mv:	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandige leem	(plaatselijk bijmenging van puin)
2.0-3.0 m -mv:	Afwisselingen van lemig zand, zandige klei en zandige leem	-
3.0-4.5 m -mv:	Afwisselend siltig zandige, zandige klei	-

#### Hydrogeologie

Het freatische grondwaterpeil varieert in de veldmetingen van 2022 van 1,06 – 4,18 m -mv. Gemiddeld ligt het waterpeil op 1,5-2,5 m -mv.

Aangezien ERM het grondwater in het projectgebied tijdens dit gewijzigd 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO niet t.o.v. TAW heeft ingemeten, wordt de plaatselijke hydrogeologie tijdens dit BBO niet geëvalueerd. Zoals vermeld in [sectie 2.4.3](#) ontwikkelt ERM momenteel een numeriek grondwaterstromingsmodel en stoftransportmodel voor het 3M-site en de ruimere omgeving daarvan. Momenteel is bijkomend veldwerk lopend (en gepland) voor verdere afperking en karakterisering, alsook om de interactie tussen grondwater en oppervlaktewater beter te begrijpen. Op basis daarvan zal het grondwaterstromingsmodel worden verfijnd en zal het stoftransportmodel verder worden verfijnd.

### 6.2 Interpretatie PFAS-resultaten vaste deel van de aarde

#### 6.2.1 Milieuhygiënische evaluatie en visualisatie van de resultaten

##### 6.2.1.1 Interpretatie PFAS-verbindingen ten opzichte van voorgestelde normering

Voor de volgende PFAS-verbindingen zijn voorgestelde bodemsaneringsnormen van toepassing:

- PFOS; en
- PFOA.

Voor de parameter PFAS-som<sup>37</sup> is enkel een richtwaarde gedefinieerd.

Tabel 6-1 geeft een overzicht van de vergelijking van de maximale concentraties van de bovengenoemde verbindingen ten opzichte van de voorgestelde bodemsaneringsnorm.

<sup>37</sup> Parameters waarvan de gemeten waarde onder de rapporteringsgrens ligt, worden in de sommatie niet meegenomen.

**Tabel 6-1 PFAS-verbindingen vergeleken met voorgestelde bodemsaneringsnorm (vBSN) en richtwaarden (vRW)**

Verbinding	Landgebruik type II – landbouwgebied	Landgebruik type III – woongebied (laagste norm)	Richtwaarde
PFOS	>vBSN	>vBSN	-
PFOA	>vBSN	>vBSN	-
PFAS-som	-	-	>vRW

Op basis van de gegevens in Tabel 6-1 blijkt dat de concentraties van PFOS en PFOA de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor beide bestemmingstypes overschrijden.

### 6.2.1.2 Horizontale PFAS-verdeling

In sectie 5.3.2 zijn de onderzoeksresultaten voor de componenten PFOS, PFOA en PFAS-som binnen het onderzoeksgebied reeds op boorpuntniveau grafisch en ruimtelijk weergegeven ten opzichte van de 3M-site.

Onderhavige sectie beschrijft de resultaten van de interpolatie van de onderzoeksresultaten die is uitgevoerd met behulp van de interpolatietechniek 'Inverse Distance Weighting' (of IDW<sup>38</sup>) binnen het GIS-programma ARC Map. De interpolatie is uitgevoerd op de dataset gelegen binnen de studiekezone zoals bepaald in sectie 1.2.

Hierbij dient nogmaals benadrukt zoals aangegeven in sectie 1.2 dat de studiekezone veel ruimer is genomen dan het projectgebied waarop dit rapport betrekking heeft, om ook het effect van PFAS-verspreiding in de meer windafwaartse gelegen gebieden onder invloed van de 3M fabriek duidelijk in beeld te krijgen. Dit betekent concreet dat de projectgebieden van het gefaseerde BBO voor de natuurgebieden (Ecotox) en het gefaseerde BBO voor Linkeroever (in uitvoering) op deze figuren staan aangeduid, naast het projectgebied voor het onderhavig BBO-rapport. Daarnaast zijn in deze oefening wel de meest recente data van ROTS in opdracht van Lantis, die momenteel reeds zijn opgeladen in onze databank, ter hoogte van het projectgebied Linkeroever meegenomen.

IDW is een geschikte interpolatietechniek voor fenomenen die gedreven worden door ruimtelijke variatie en die vastgelegd kunnen worden door adequate zoekafstanden te definiëren. Met behulp van de interpolatietechniek IDW kan een onbekende waarde tussen andere bekende meetpunten geschat worden op basis van een bepaalde zoekafstand ten opzichte van de meetpunten, de dichtstbijzijnde meetpunten, de afstandscoëfficiënt (p) en de begrenzing van het zoekgebied.

Voor wat betreft de zoekafstand is gewerkt met een variabele zoekafstand waarbij een cluster van door te rekenen punten uit tenminste 12 meetpunten bestaat. Voor de afstandscoëfficiënt (p) is de waarde 2 gebruikt. Dit wil zeggen dat in de berekening rekening is gehouden met de onderlinge afstanden tussen de meetpunten tot de tweede macht. Dit is een default-instelling van de IDW-instellingen binnen ARC Map en geschikt om lokale verhoogde meetwaarden beter in beeld te brengen. Deze techniek is toegepast binnen de studiekezone, zoals gedefinieerd in sectie 1.2..

De belangrijkste kaarten met visualisatie van de resultaten zijn in onderstaande paragrafen toegelicht. Een overzicht van alle gegenereerde kaarten is opgenomen in Figuur 7.

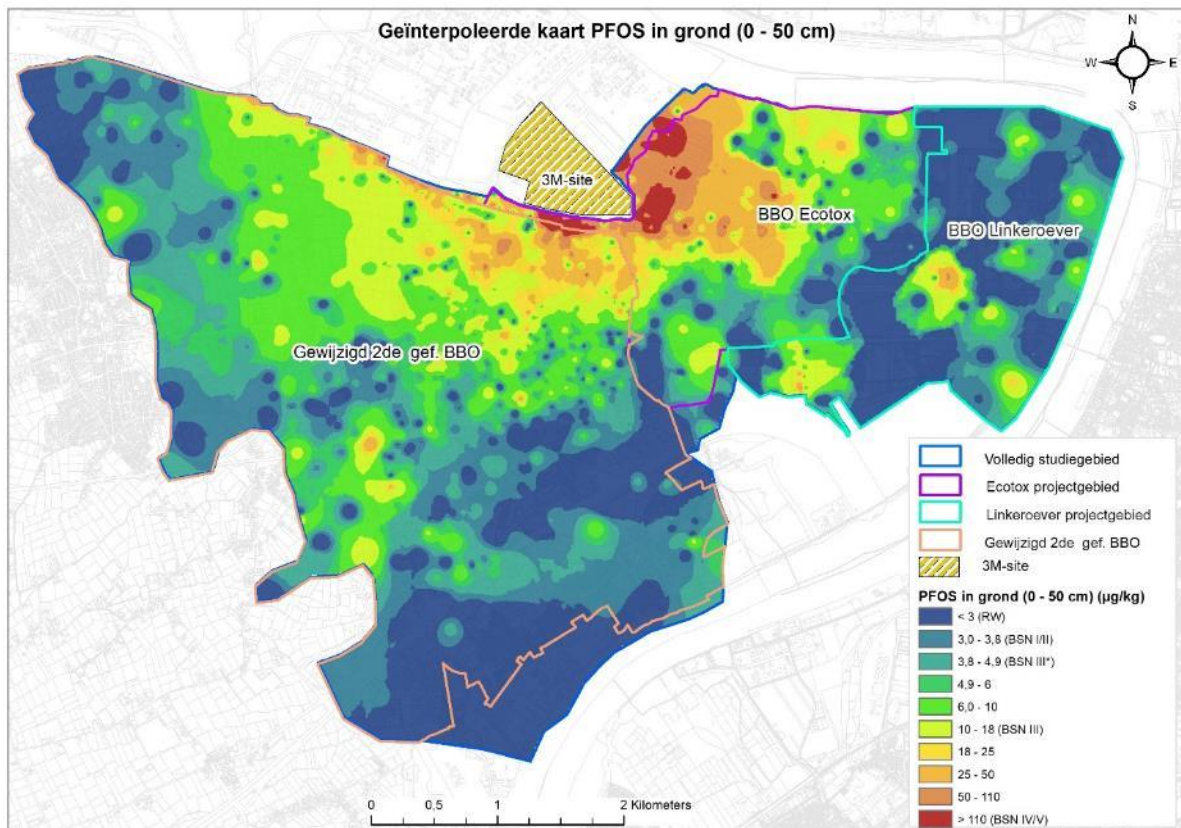
38 <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/analysis/geostatistical-analyst/how-inverse-distance-weighted-interpolation-works.htm>  
<https://gisgeography.com/inverse-distance-weighting-idw-interpolation/>

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

## PFOS

In **Illustratie 6-1** is de horizontale verdeling van de PFOS-concentraties voor de studiezone weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. In **Figuur 7** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen. Tegelijkertijd worden ook de projectgebieden van de andere twee gefaseerde BBO-rapporten (Ecotox & Linkeroever) weergegeven op deze illustratie. De verdere bespreking over de afperking van de PFOS-verontreiniging is weergegeven in **sectie 6.3**.

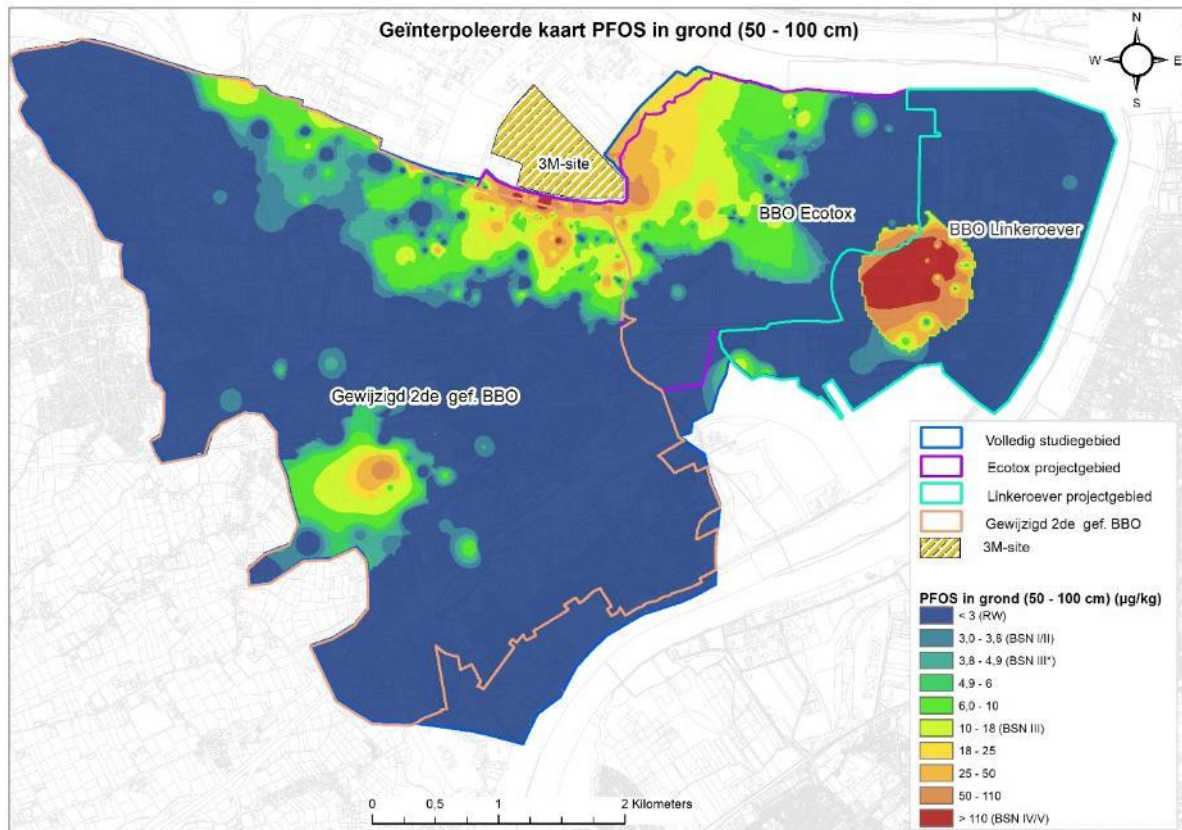
### Illustratie 6-1 Horizontale verdeling PFOS-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv)



Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

In **Illustratie 6-2** is de horizontale verdeling van de PFOS-concentraties voor de studiezone in de diepere bodemlaag van 0,5 tot 1,0 m-mv weergegeven. In **Figuur 7** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

### Illustratie 6-2 Horizontale verdeling PFOS-concentraties (0,5 – 1,0 m-mv)

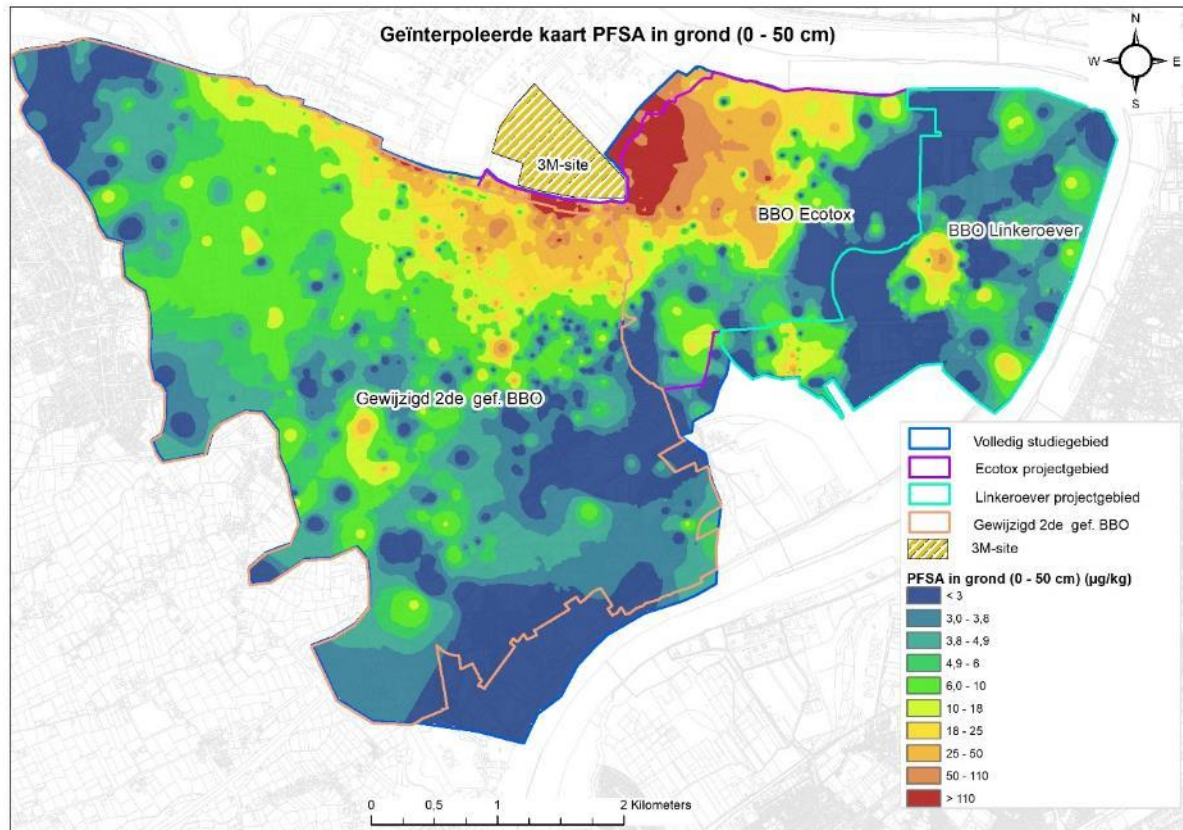


Op deze figuur komen 2 gekende externe bronnen, met name Fort Brosius en brandweerpost Linkeroever duidelijk naar voren, ook de ligging van de Sanyo brand is zichtbaar als een geïsoleerde zone op deze diepte.

### PFSA (PFOS-achtigen)

In **Illustratie 6-3** is de horizontale verdeling van de PFSA-concentraties voor de studiezone weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. In **Figuur 7** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

### Illustratie 6-3 Horizontale verdeling PFSA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv)

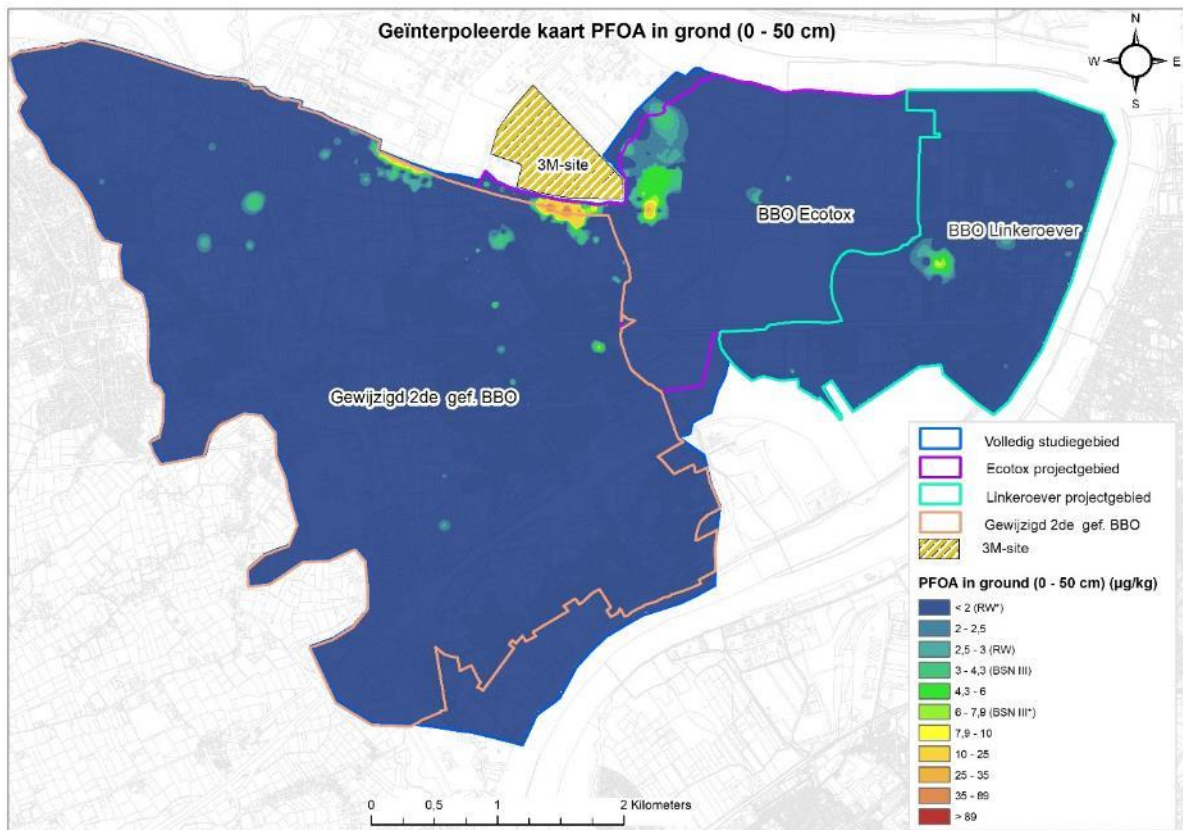


De horizontale ruimtelijke verdeling voor PFSA is nagenoeg identiek aan de figuur die voor PFOS is opgesteld, wat bevestigt dat PFOS de meest dominant aanwezige PFSA-component is binnen de studiezone.

## PFOA

In **Illustratie 6-4** is de horizontale verdeling van de PFOA-concentraties voor de studiezone weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. In **Figuur 7** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

### Illustratie 6-4 Horizontale verdeling PFOA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv)

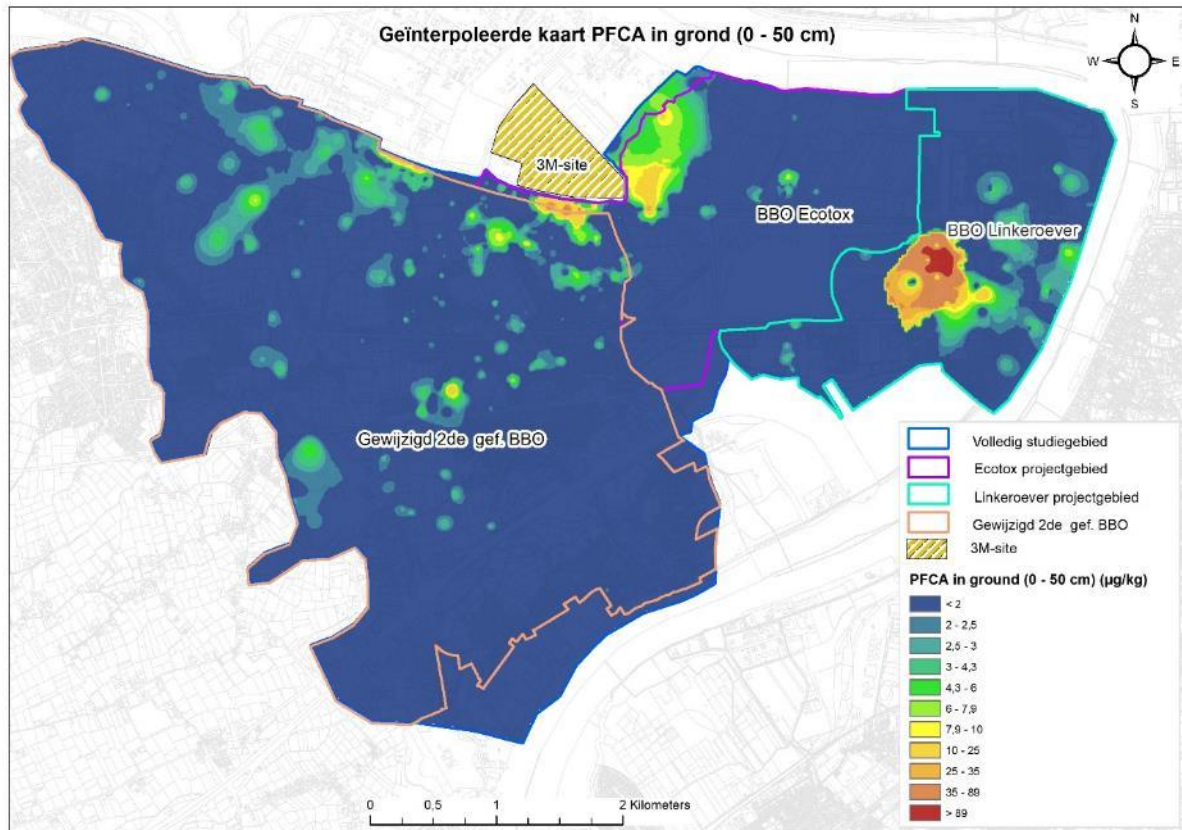




## PFCA (PFOA-achtigen)

In [Illustratie 6-5](#) is de horizontale verdeling van de PFCA-concentraties voor de studiezone weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. In [Figuur 7](#) is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

### Illustratie 6-5 Horizontale verdeling PFCA-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv)

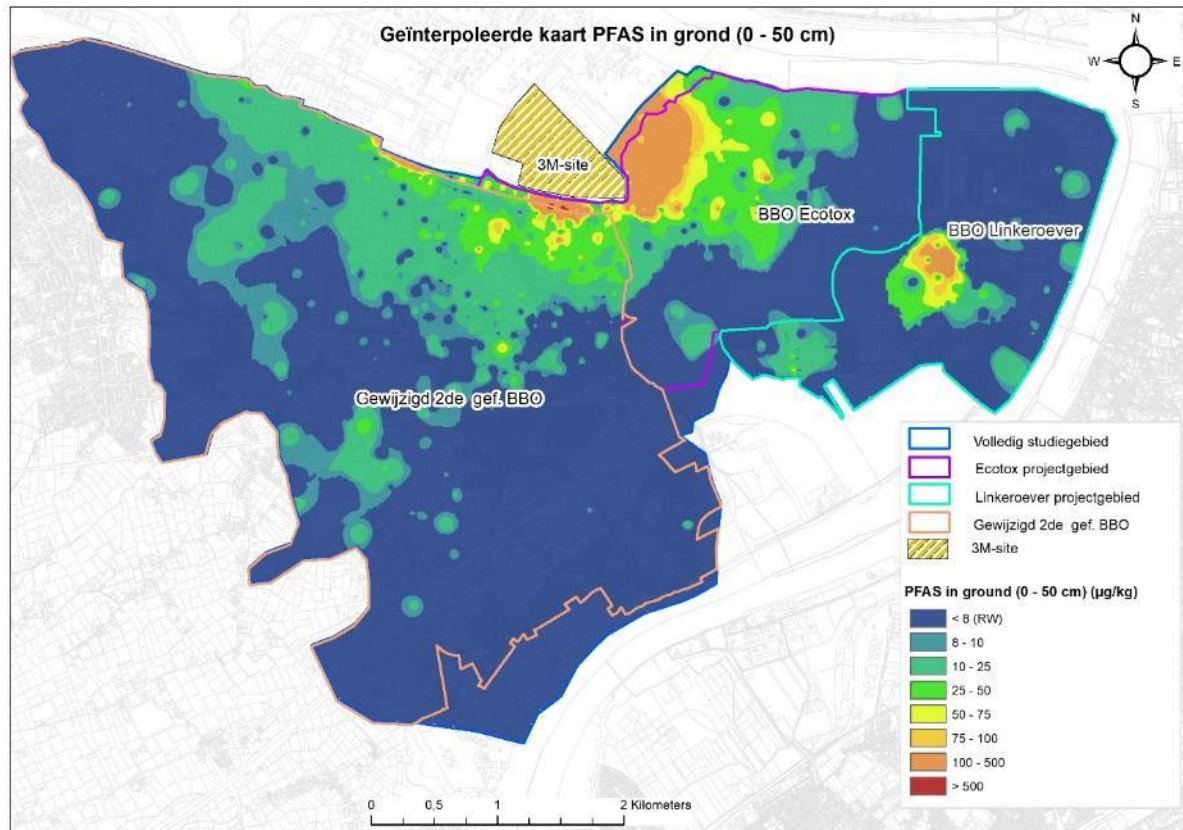


De illustratie voor de ruimtelijke verdeling van PFCA vertoont gelijkenissen met de ruimtelijke verdeling van PFOA, omdat PFOA een belangrijke component is binnen de PFCA-groep. Uit [Illustratie 6-5](#) blijkt echter ook dat er op meerdere plaatsen individuele spots zijn waar concentraties PFCA gemeten zijn boven de richtwaarde voor PFOA, wat betekent dat op die plaatsen andere componenten binnen de PFCA-groep dan PFOA dominant aanwezig zijn. Dit wordt verder in detail besproken in [sectie 6.2.2.3](#).

## PFAS-som

In **Illustratie 6-6** is de horizontale verdeling van de PFAS-som-concentraties voor de studiezone weergegeven voor het diepteprofiel van 0,0-0,5 m-mv. In **Figuur 7** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

### Illustratie 6-6 Horizontale verdeling PFAS-som-concentraties (0,0 – 0,5 m-mv)



In vergelijking met de horizontale verdeling van PFOS voor hetzelfde diepteprofiel, is de verspreiding van de PFAS-som beperkter. Dit is bijkomend een bevestiging dat PFOS de dominante geanalyseerde PFAS-component is binnen de studiezone, omdat nu PFAS-som is vergeleken met de richtwaarde van 8 µg/kg ds.

Ook deze figuur bevestigt duidelijk de impact van de reeds gekende externe PFAS-bronnen voor bodemverontreiniging, met name Fort Brosius, de Sanyo brand en de brandweerkazerne op Linkeroever.

#### 6.2.1.3 Horizontale afname van PFOS-concentraties in functie van de afstand tot 3M-site

##### Inleiding

In deze sectie wordt ingegaan op de afname van PFOS-concentraties in het vaste deel van de aarde in functie van de afstand tot de 3M site, met het oog op het afperken van de verontreiniging tot de richtwaarde, en in tweede instantie om de huidige gekende relatieve bijdrage van 3M aan de PFOS-verontreiniging beter inzichtelijk te maken. Hiervoor is gebruik gemaakt van enerzijds bodemconcentratie profielen doorheen het projectgebied en anderzijds een evaluatie van de PFOS-concentraties in de dominante windafwaartse richting.

Wat betreft de profielen, zijn de geïnterpoleerde concentraties uitgezet in functie van de afstand tot de 3M site. Hiervoor zijn 4 profielen geselecteerd doorheen het projectgebied. Deze profielen zijn uitgezet op logaritmische schaal, een gekende wetenschappelijke manier om eventuele concentratie anomalieën duidelijker weer te geven in figuren en om deze verder te analyseren.

Wat betreft de evaluatie van PFOS-concentraties in de dominante windafwaartse richting (naar het noordoosten), is gebruik gemaakt van de resultaten van grondstalen die op regelmatige afstand genomen zijn langsheen de effluent leiding van de waterzuivering gelegen op het Scheldepad. Deze boringen 'starten' op de 3M site zelf en lopen door tot aan de Schelde, in totaal zijn een 50-tal stalen geanalyseerd naar een zeer uitgebreid analysepakket. Zowel stalen aan de oppervlakte als stalen op diepte van de lozingspijp zelf zijn geanalyseerd, om een eventuele impact van de lozingspijp op de omgeving na te gaan. De evaluatie van deze resultaten geeft een goed beeld van de bodemverontreiniging met PFOS die via atmosferische depositie is ontstaan in de dominante windrichting.

### *Bespreking afname op basis van de profielen*

Op basis van de interpretatie van de analyseresultaten is het duidelijk dat PFOS veruit de belangrijkste aanwezige PFAS-verbinding is binnen de geanalyseerde verdachte stoffen.

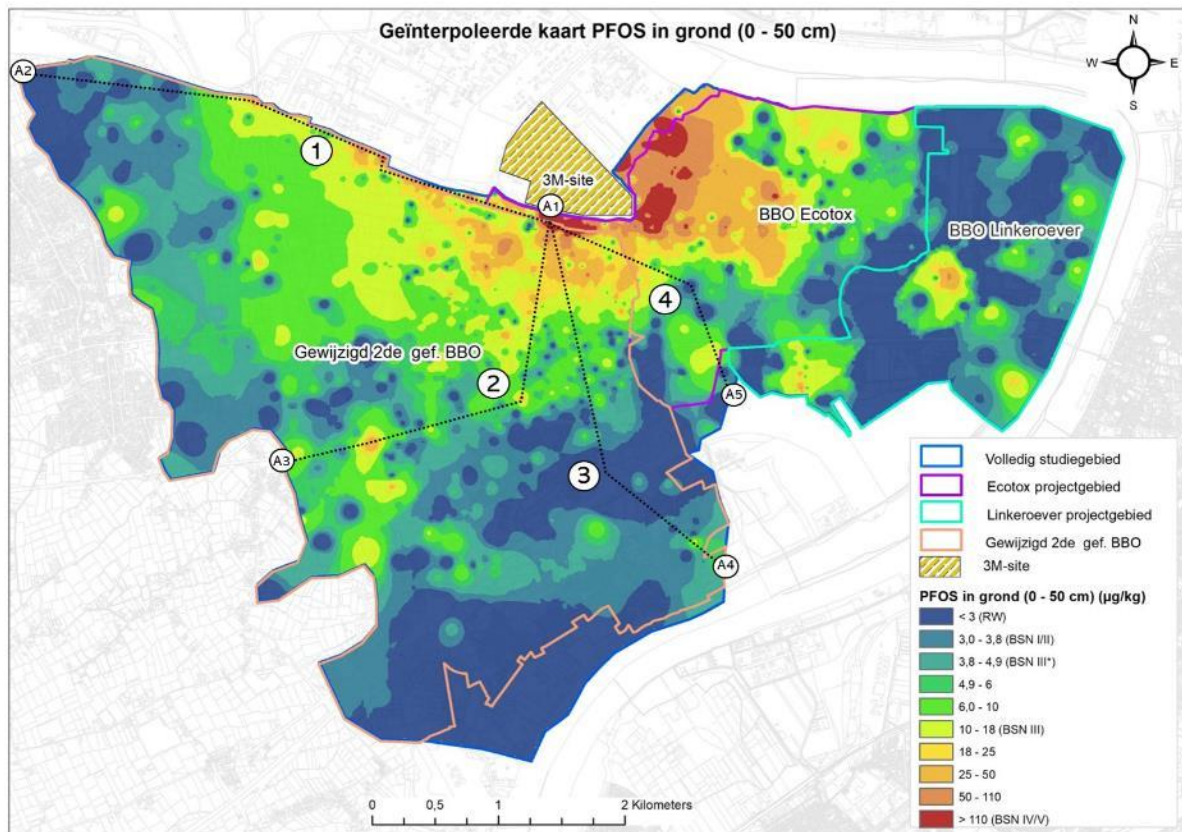
Over het algemeen nemen de bodemconcentraties van PFOS af met toenemende afstand tot de 3M-site. Om dit inzichtelijk te maken zijn vier profielen opgesteld waarop de PFOS-concentraties in de bovenste bodemlaag in functie van de afstand tot de 3M-site zijn weergegeven.

De ligging van de vier profielen is weergegeven in Illustratie 6.7. Deze profielen zijn zodanig gekozen dat de verschillende windrichtingen zijn meegenomen, en dat er verschillende gebruikstypes (wonen, landbouw, natuur, recreatie...) worden doorkruist binnen de BBO-studiezone.

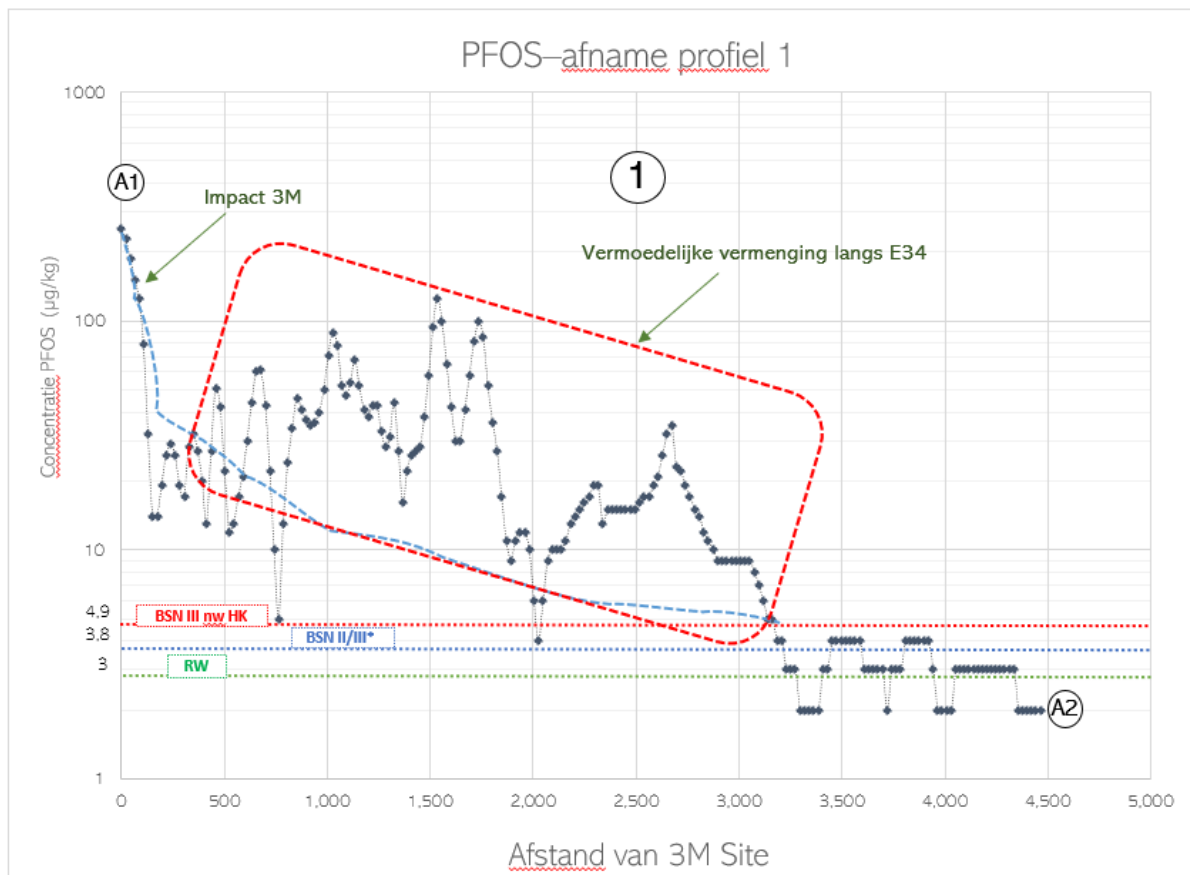
De profielen zelf zijn opgenomen in de Illustraties 6.8 tot 6.11, bij elk profiel is een korte evaluatie gemaakt van het waargenomen verloop van de PFOS-concentraties.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 6-7 Ligging profielen 1 t.e.m. 4

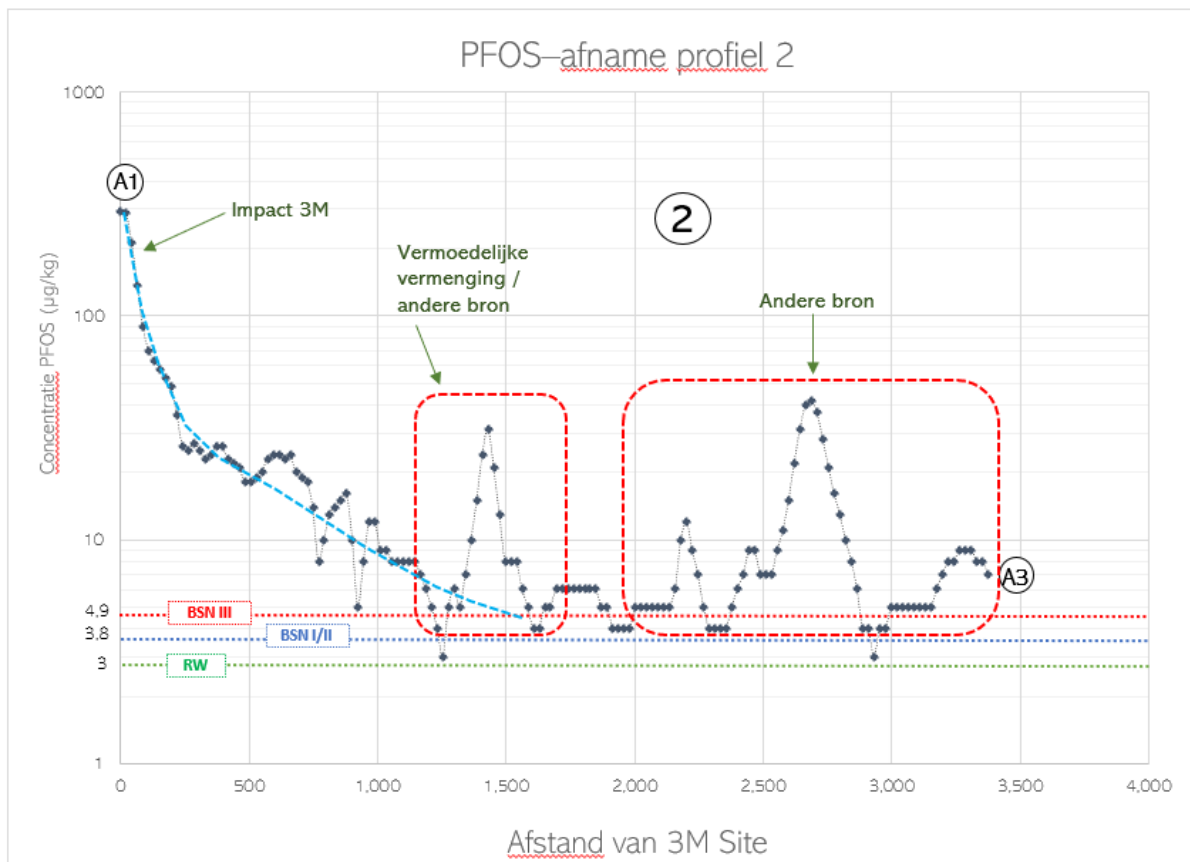


## Illustratie 6-8 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 1



Uit het profiel 1, dat gelegen is aan de noordzijde van de E34, blijkt dat de PFOS-impact sterk exponentieel afneemt ten opzichte van de afstand tot de 3M-site. Op ongeveer 600 m afstand van de fabriek is de PFOS-bodemconcentratie afgenomen tot 11 µg/kg ds. Vanaf 600 m van de fabriek stijgt de concentratie opnieuw tot maximaal 38 µg/kg ds op een afstand van ongeveer 1.700 m. Deze stijging van de bodemconcentratie PFOS nadat de concentratie eerst exponentieel was afgenomen, kan mogelijks wijzen op de aanwezigheid van andere bronnen die bijdragen aan de PFOS-verontreiniging in deze zone. Hierbij valt te denken aan de aanwezige industrie langs de noordkant van de E34, eventuele uitgevoerde grondwerken, branden, brandoefenterreinen, ruimingswerken van de Karperreed, gebruik van PFAS, en dergelijke. Het verdere onderbouwen van de mogelijke vermengde bodemverontreiniging en het identificeren van de mogelijke bronnen (indien van toepassing) zullen deel uitmaken van bijkomend onderzoek.

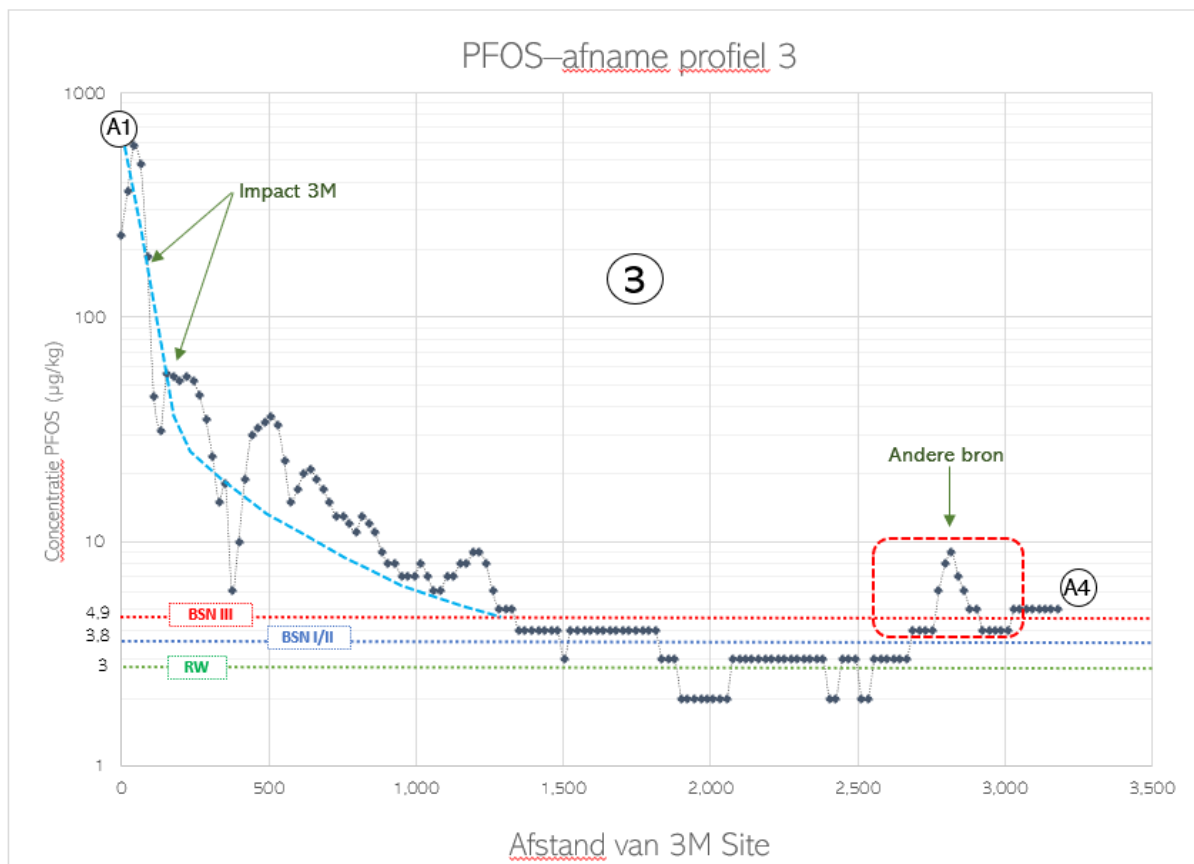
## Illustratie 6-9 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 2



Uit het profiel 2 blijkt dat de PFOS-impact ook in deze richting sterk afneemt ten opzichte van de afstand tot de 3M-site. Op ongeveer 350 m afstand van de fabriek is de bodemconcentratie PFOS afgenomen tot 22 µg/kg ds, om dan verder in wisselende concentraties te dalen tot circa 1.300 m afstand van de 3M-site. Deze variatie in concentratie in het afstandsinterval 350-1.400 m kan mogelijks verklaard worden door het versturende effect van de aanwezige intensere bebouwing (centrum Zwijndrecht) in deze zone in geval van atmosferische PFAS-depositie.

Op grotere afstand van de 3M-site (ongeveer 1.400 m) stijgen de PFOS-concentraties opnieuw nadat deze gedaald waren tot het niveau van de bodemsaneringsnorm voor wonen met moestuin en zelfs tot de richtwaarde, wat doet vermoeden dat er mogelijk een andere bron aanwezig is, of tenminste sprake is van vermenging. De tweede stijging, op een afstand van meer dan 2,5 km kan duidelijk onderscheiden worden als andere bron van de PFOS/PFAS-verontreiniging. Naar alle waarschijnlijkheid is dit toe te schrijven aan de gekende PFAS-verontreiniging ter hoogte van het militaire Fort Brosius, zoals reeds werd toegelicht in [sectie 2.2.7](#).

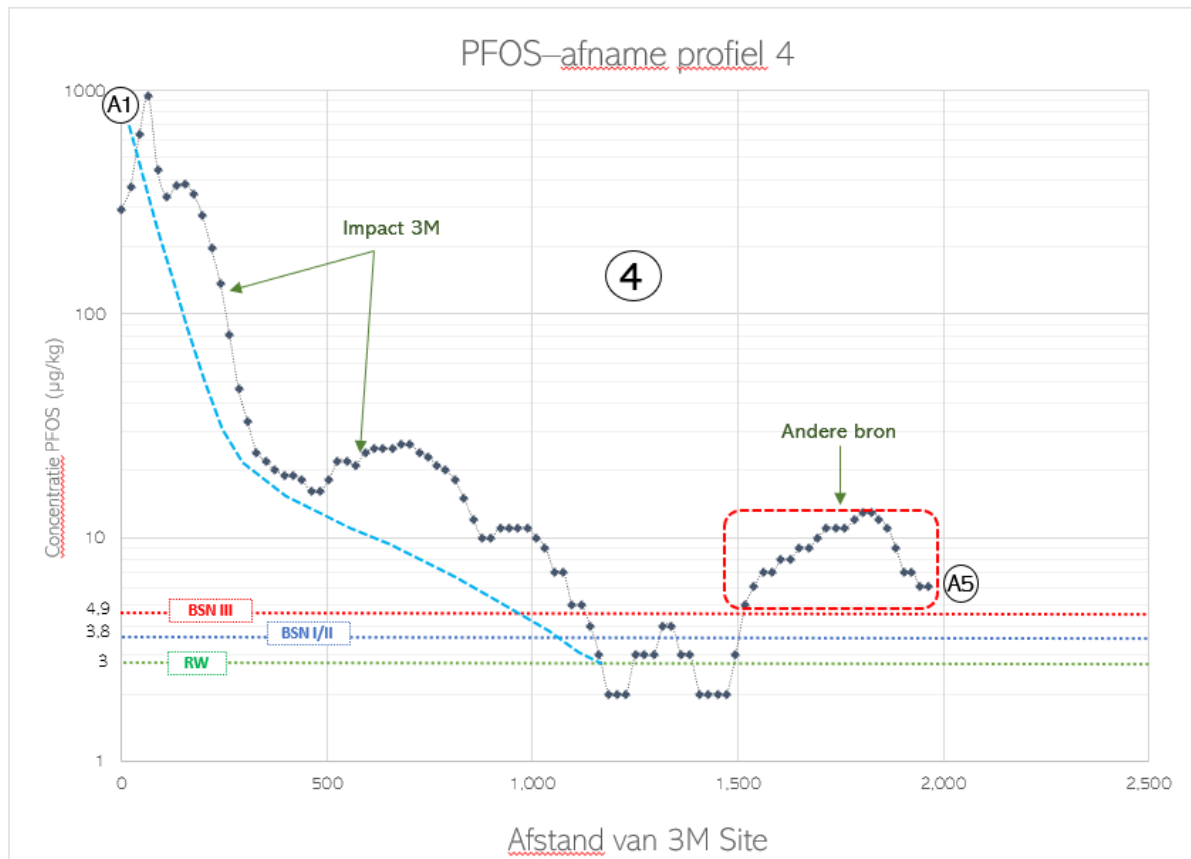
### Illustratie 6-10 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 3



Uit profiel 3 blijkt de exponentiële PFOS-afname met afstand tot de 3M-site, op ongeveer 1.950 m afstand van de 3M-site is de concentratie gedaald tot op richtwaarde-niveau en zelfs lager. Vanaf 2.300 m van de 3M-site stijgt de PFOS-concentratie opnieuw lichtjes. Deze stijging is een duidelijke aanwijzing dat de verhoogde PFOS-concentratie op grotere afstand van de 3M-site een andere verontreinigingsbron betreft. Deze PFAS-verhoging is mogelijk toe te schrijven aan de voormalige Sidal fabriek waarbij de aanwezigheid van PFAS is vastgesteld in een onderzoek uitgevoerd in opdracht van de OVAM zoals besproken in [sectie 2.2.7](#).

Dit concentratieprofiel loopt grotendeels door niet bebouwde zones, die ook tijdens de periode dat C8 PFAS componenten werden geproduceerd op de 3M fabriek niet bebouwd zijn geweest.

## Illustratie 6-11 Afname PFOS-concentraties ten opzichte van 3M-site – profiel 4



Uit het profiel 4 blijkt dat de PFOS-impact opnieuw sterk afneemt naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt. Op een afstand van bijna 1.300 m is de PFOS-concentratie tot het niveau van de richtwaarde gedaald om nadien weer toe te nemen. Deze toename is niet toe te schrijven aan de 3M-site en is een indicatie van de aanwezigheid van een andere verontreinigingsbron van PFAS. In februari 2000 vond er een zware bedrijfsbrand plaats bij het voormalige Sanyo gelegen aan de Katwilgweg, deze werd bestreden met PFAS houdend blusschuim.

### Bespreking afname op basis van grondboringen langs het Scheldepad

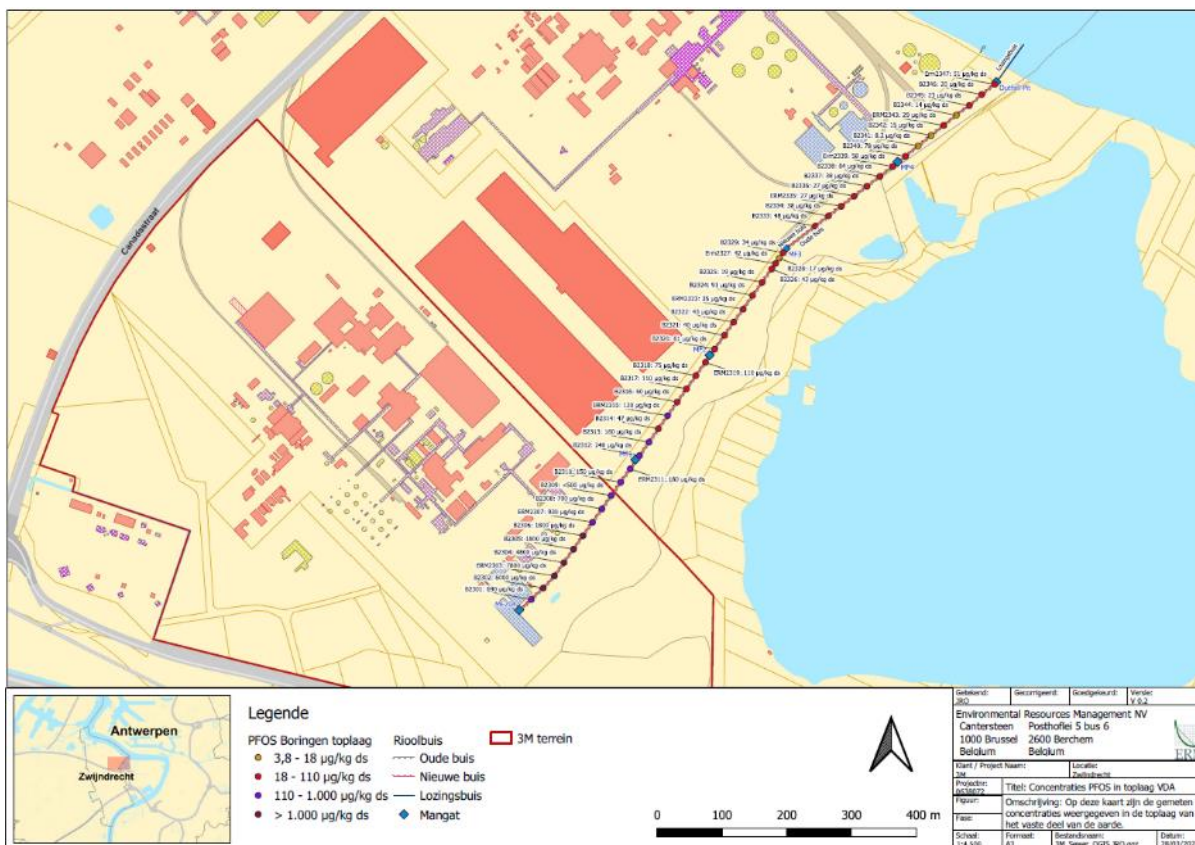
Om de eventuele bodemimpact van de effluent leiding op de omgeving na te gaan heeft ERM een gedetailleerd bodemonderzoek uitgevoerd langsheen deze leiding. In totaal zijn er 44 grondboringen uitgevoerd, waarvan er 11 afgewerkt zijn tot peilbuis.

De boring B2301 bevindt zich nabij de waterzuivering op de 3M site, B2347 is uitgevoerd nabij de Schelde, en is dus het meest windafwaarts gelegen. In onderstaande *Illustratie 6-12* is het concentratieverloop van PFOS in de topstalen weergegeven, in *Illustratie 6-13* is het PFOS-concentratieverloop grafisch weergegeven met behulp van een logaritmische schaal in functie van de relatieve afstand tot het punt B2301, maar wel op basis van de werkelijke afstand. In *Illustratie 6-14* is dezelfde oefening getoond maar dan voor som PFAS.

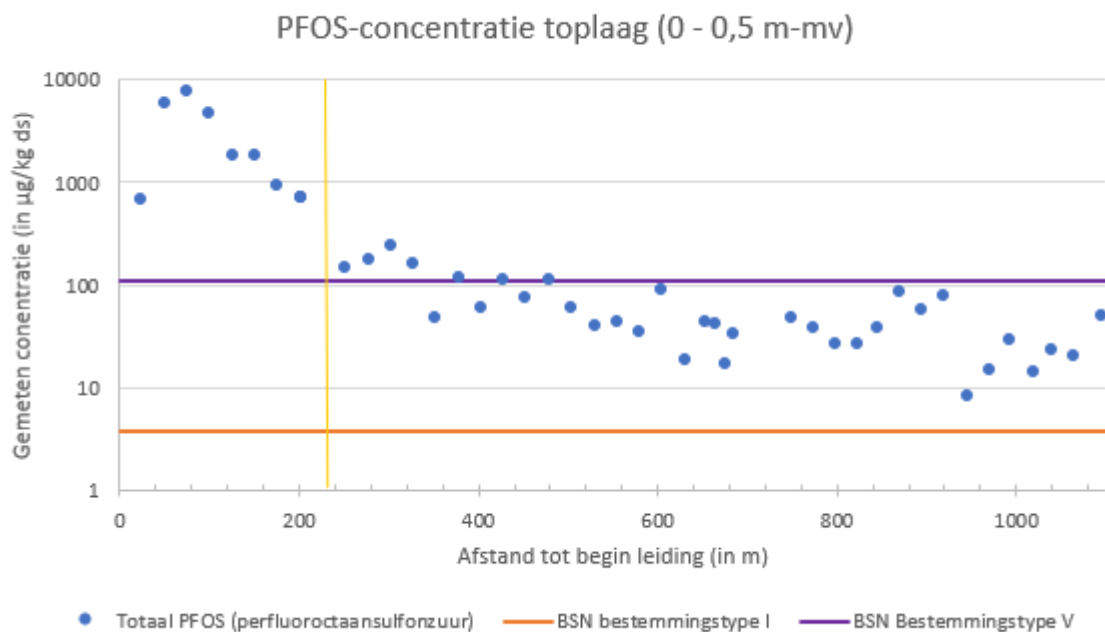


Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 6-12 Distributie PFOS-concentraties Scheldepad

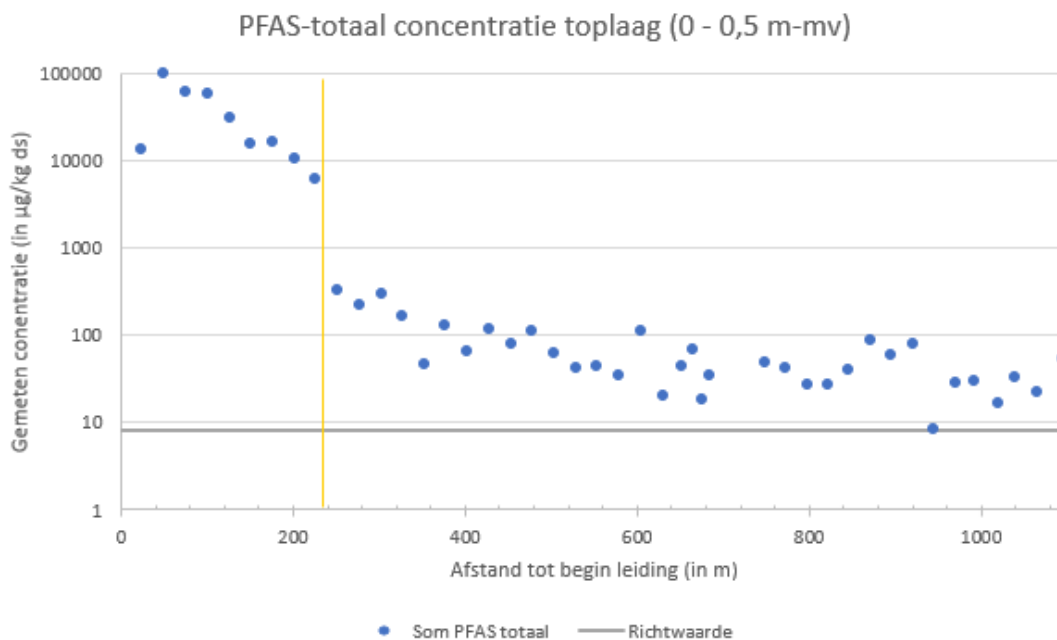


### Illustratie 6-13 Grafisch verloop PFOS-concentraties Scheldepad



Uit deze resultaten blijkt duidelijk de afname van de PFOS-concentratie met toenemende afstand tot de 3M site. De hoogste concentraties worden op de site zelf gemeten, de boringen die op het Scheldepad uitgevoerd zijn starten vanaf 220 m, wat aangeduid is met de gele verticale lijn. Ter hoogte van de Schelde worden nog concentraties gemeten in de bodem die schommelen rond 20 µg/kg ds aan PFOS.

### Illustratie 6-14 Grafisch verloop PFAS-concentraties Scheldepad



Op basis van het concentratieverloop van som-PFAS kan men afleiden dat vooral op de site het verschil met de PFOS-concentratie sterk verschillend is. Ter hoogte van het Scheldepad is het concentratieverloop voor PFOS en som PFAS in functie van afstand tot de waterzuivering nagenoeg gelijk. De hogere som PFAS- concentratie op de site is nagenoeg volledig te wijten aan de aanwezigheid van de precursoren, en dan met name EtPFOSAA en MePFOSAA. In de boringen buiten de site komen deze precursoren nauwelijks voor. Dit is mogelijks een bijkomend argument waarom het huidige off-site PFOS bodemverontreinigingsbeeld vermoedelijk reeds vrij volledig is met het huidige CMA analysepakket.

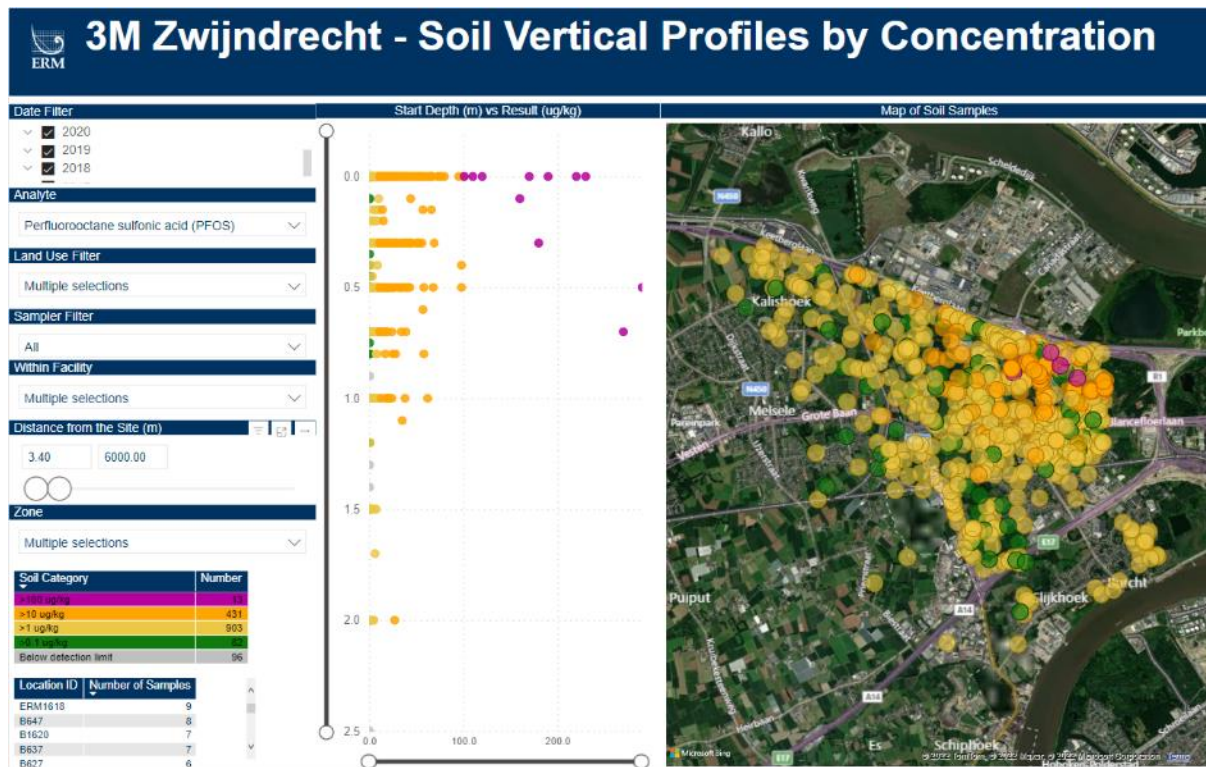
#### 6.2.1.4 Verticale PFOS-verdeling

##### Algemeen

Vergelijkbaar met de horizontale afname van de PFAS-concentraties met toenemende afstand tot de 3M-site, nemen de bodemconcentraties ook af met toenemende diepte onder het maaiveld. PFOS, als de belangrijkste in de bodem aanwezige PFAS-verbinding, is gebruikt om deze waarneming te illustreren in [Illustratie 6-15](#). In deze illustratie zijn alle monsters van het vaste deel van de aarde opgenomen die in de periode 2017-2022 geanalyseerd zijn binnen het projectgebied.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

## Illustratie 6-15 Verticale verdeling PFOS-concentraties (bestemmingstype II/III)



Op basis van de verticale verdeling van de verontreiniging met PFOS blijkt dat de hoogste PFOS-concentraties (en andere PFAS-verbindingen) aanwezig zijn in het bovenste bemonsteringsinterval van 0,0 tot 0,5 m-mv, met inbegrip van de toplaag. Naarmate de diepte toeneemt, nemen de PFOS-concentraties af. Dit is verder toegelicht in volgende sectie waar de verticale verdeling per dwarsprofiel staat beschreven, hetzelfde profielverloop die eerder in [sectie 6.2.1.3](#) zijn gebruikt en weergegeven zijn in [Illustratie 6-7](#).

### Verticale verspreiding ter hoogte van de profielen

De verticale verdeling van de PFOS-concentraties is ook meer in detail bestudeerd aan de hand van de profielen binnen de studiezone die gebruikt zijn in [sectie 6.2.1.3](#). Deze profielen zijn hieronder weergegeven vanaf [Illustratie 6-16](#) tot en met [Illustratie 6-18](#).

Het dient vermeld dat profiel 1 dat de sectie A1-A2 omvat niet in beschouwing is genomen, aangezien deze grotendeels aan de noordzijde van de E34 gelegen is, en dus niet representatief is voor het woon- en landbouwgebied binnen het projectgebied. Enkel de profielen 2, 3 & 4 voor respectievelijk de sectie A1-A3, sectie A1-A4 en sectie A1-A5 zijn hieronder verder toegelicht.

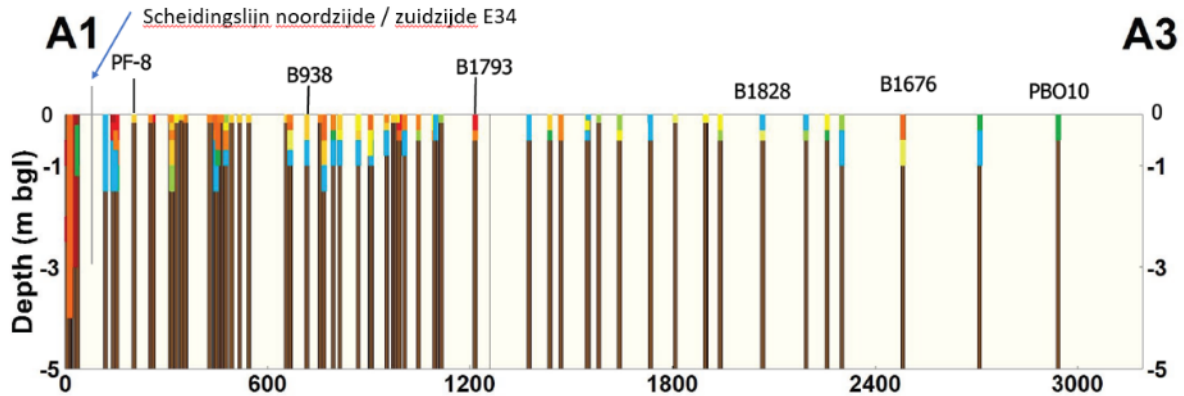
Voorts dient ook vermeld dat het startpunt van de profielen, locatie A1, aan de noordzijde van de E34 ligt, op elk profiel is dan ook aangegeven waar de scheiding noord/zuid van de E34 ligt. Op alle profielen valt duidelijk af te leiden dat de verontreiniging ten noorden van de E34 duidelijk dieper aanwezig is dan ten zuiden van de E34, waar de woon- en landbouwgebieden binnen het projectgebied (onderwerp van het voorliggend BBO) gelegen zijn.

Wat de kleuren betreft op onderstaand secties, staat de legende weergegeven in [Figuur 12](#). Grofweg betekenen de kleuren het volgende:

- Blauw: concentratie onder de richtwaarde
- Groen: concentratie tussen richtwaarde en de bodemsaneringsnorm

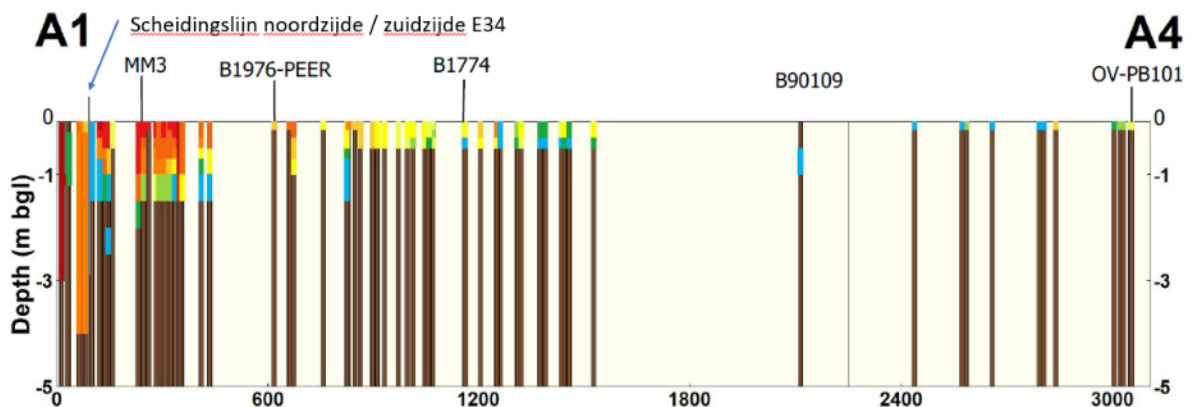
- Geel: concentratie vanaf de bodemsaneringsnorm tot 10 µg/kg ds
- Rood: concentratie verloop vanaf 10 µg/kg ds en hoger

### Illustratie 6-16 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 2



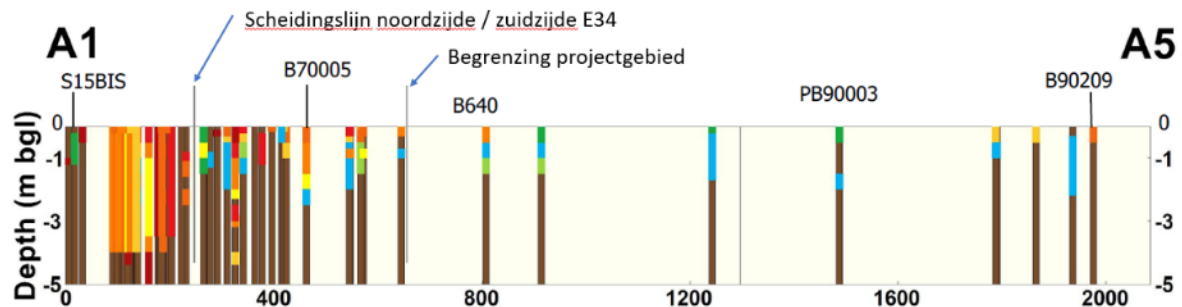
Uit profiel A1-A3 blijkt dat de verontreiniging in de toplaag en de diepere bodemlagen ter hoogte van de referentiemeetpunten B1793 en B1676 opnieuw toenemen op grotere afstanden tot de 3M-site terwijl de concentraties PFOS voor, tussen en voorbij de meetpunten lager zijn.

### Illustratie 6-17 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 3



Uit profiel A1-A4 blijkt dat de concentraties in de bodem vanaf 1.400 m afstand tot de 3M-site relatief gunstig zijn (rechts van referentiemeetpunt B1774). Daarna doorkruist het profiel een (volledig) propere zone. Vanaf 2.800 m afstand nemen de concentraties PFOS opnieuw toe (referentiemeetpunt OV-PB101). Dit laatste meetpunt is gelegen op de voormalige Sidal site met een gekende PFAS-verontreiniging.

## Illustratie 6-18 Verticale verspreiding ter hoogte van profiel 4



Uit profiel A1-A5 blijkt een relatief snelle afname van de concentraties PFOS wanneer de afstand tot de 3M-site toeneemt. Deze afname geldt zowel in het horizontale als het verticale vlak. De diepere verontreiniging aan de zuidzijde van de E34 is vastgesteld in boringen geplaatst in het kader van het grondverzet voor de Oosterweelwerken. De toename van de concentraties ter hoogte van referentiemeetpunt B90209 en het gunstige tussenliggende referentiemeetpunt PB90003 visualiseren goed de impact van de vroegere Sanyo-brand aan de Katwilgweg in februari 2000.

### 6.2.2 Gebruik verrijksfactoren

#### 6.2.2.1 Inleiding

In voorliggend BBO is nog geen doorgedreven statistische evaluatie uitgevoerd op de beschikbare dataset. Een dergelijke evaluatie, waarbij bijvoorbeeld kan gedacht worden aan cluster analyse en/of principale componentenanalyse, zal eventueel uitgevoerd worden wanneer de dataset volledig is, zowel in grond als grondwater, bij totale integratie van alle gegevens voor de 3M-site en de ganse omgeving.

Om de ruimtelijke verdeling en de onderlinge samenhang van de PFAS-componenten binnen het studiegebied beter te begrijpen is gebruik gemaakt van de verrijksfactoren<sup>39</sup> (*Enrichment Factor*).

Verrijksfactoren zijn een middel om de aanwezigheid te kwantificeren van een bepaald element in een monster ten opzichte van een gedefinieerde achtergrondsamenstelling. Hier worden de volgende ratio's van stoffen beschouwd:

- PFOS versus de PFSA-groep (de PFOS-achtigen); en
- PFOA versus de PFCA-groep (de PFOA-achtigen).

Deze techniek is gebruikt om te bepalen op welke plaatsen de individuele PFOS- of PFOA-componenten dominant zijn binnen de stofgroep. De output is een ratio die wordt uitgedrukt als een getalwaarde en op een kaart wordt gevisualiseerd.

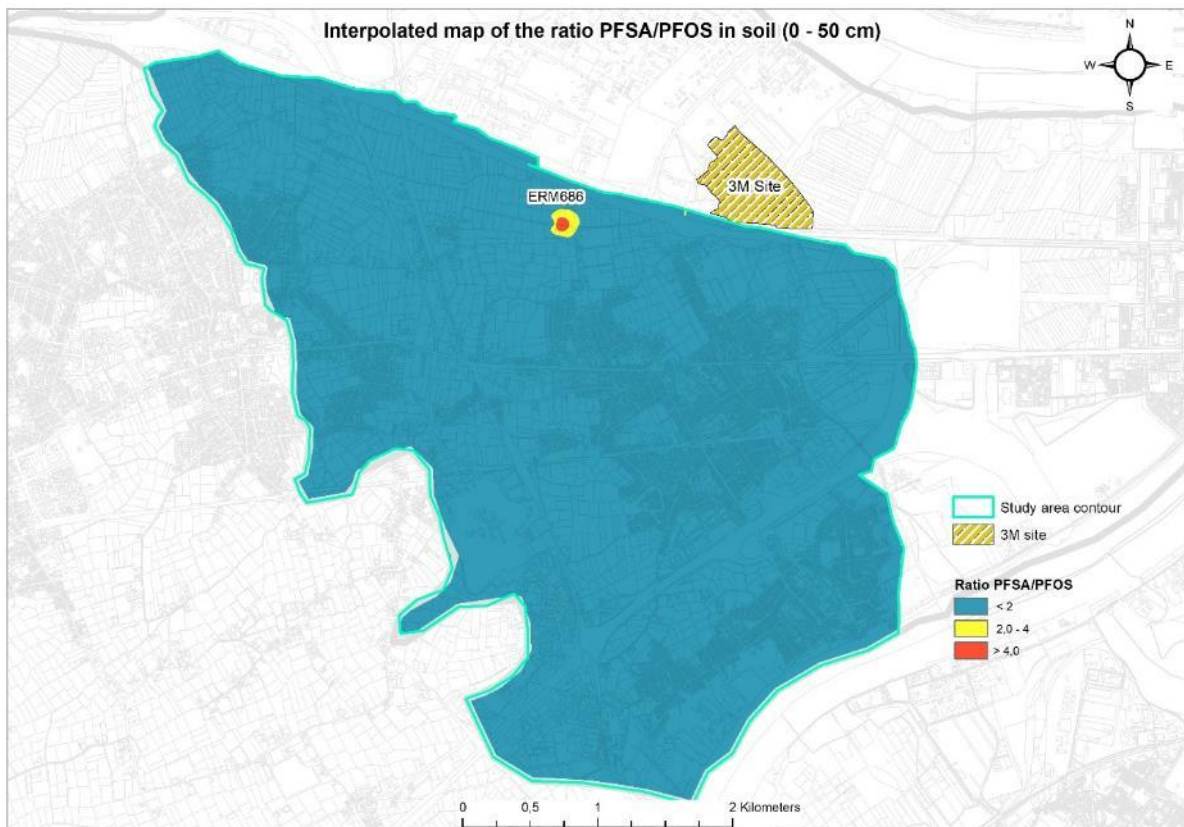
De visualisatie van de verrijksfactoren zijn opgenomen in [Figuur 11](#).

<sup>39</sup> Als verrijksfactor is een arbitraire waarde 2 gekozen hetgeen als een gangbare waarde beschouwd kan worden. Dit betekent dat het specifieke element tenminste voor 50% bijdraagt aan de totale concentratie binnen de stofgroep.

### 6.2.2.2 PFOS versus PFSA-groep

Uit de resultaten van de verrijdingsfactor PFSA/PFOS blijkt nogmaals dat PFOS de meest aanwezige component is binnen de PFSA-groep binnen het gebied dat bemonsterd is (*i.e.* een ratio < 2). Er is slechts één locatie waar PFOS niet de dominante component is met name het datapunt ERM686, zoals weergegeven op onderstaande **Illustratie 6-19**. Op dit specifieke punt is PFHxS de meest dominante component met een concentratie van 1,1 µg/kg, in vergelijking met 0,2 µg/kg PFOS.

### Illustratie 6-19 Visualisatie resultaten verrijdingsfactor PFSA

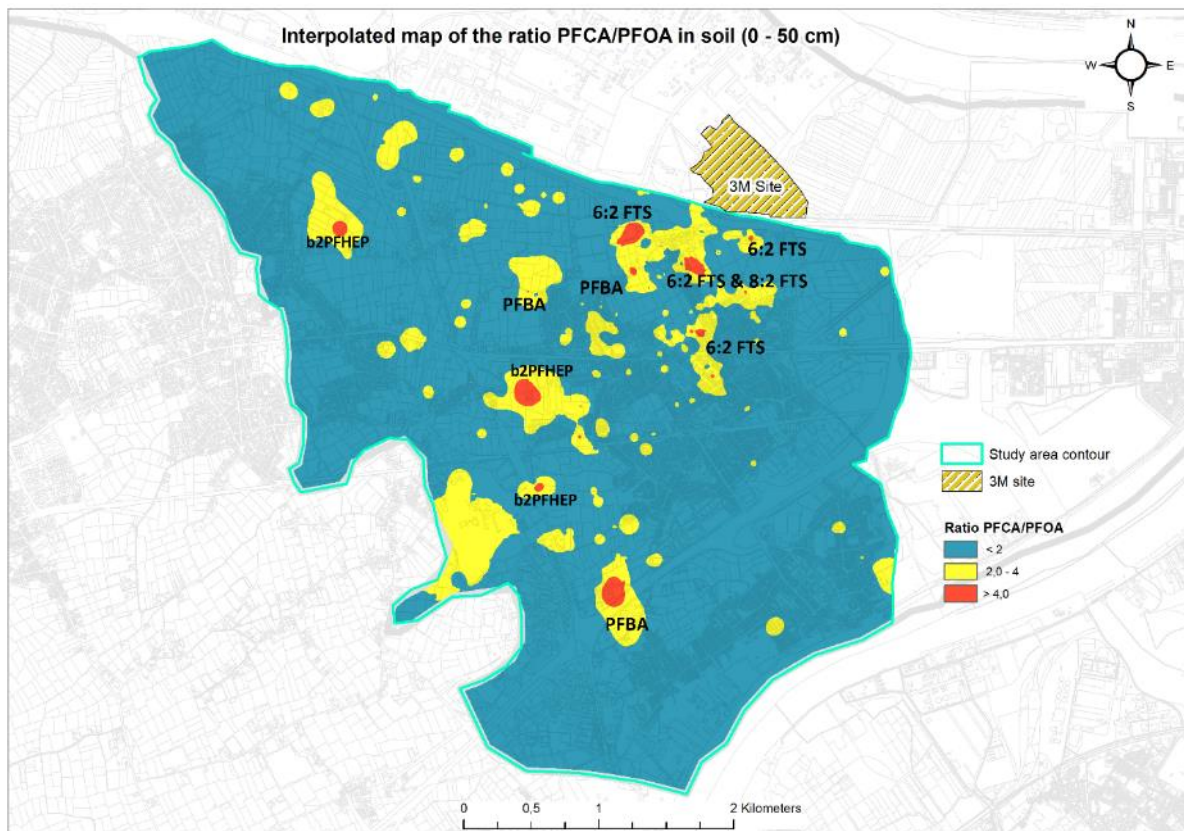


### 6.2.2.3 PFOA versus PFCA-groep

Uit de resultaten van de verrijdingsfactor PFCA/PFOA blijkt dat PFOA in het overgrote deel van het studiegebied de meest aanwezige component is binnen de PFCA-groep, maar in tegenstelling tot PFSA zijn er meerdere gebieden waar een andere component binnen deze stoffengroep domineert. De resultaten van de verrijdingsfactor PFCA/PFOA zijn opgenomen in **Illustratie 6-20**. In **Figuur 11** is dezelfde figuur op een groter A3-blad opgenomen.

De gele en rode kleuren geven de zones aan waar er een afwijking is in de verhouding PFCA/PFOA, op die locatie zijn bijgevolg andere componenten uit de PFCA-groep dominant. Deze componenten zijn eveneens op onderstaande illustratie weergegeven

## Illustratie 6-20 Visualisatie resultaten verrijgingsfactor PFCA



De aanwezigheid van de PFAS-component 6:2 FTS kan bijvoorbeeld een indicatie zijn voor een brand of brandoefening, omdat deze stof aanwezig kan zijn in blusschuim met telomeer-formulering. De blusschuimen van 3M zijn niet geproduceerd volgens het fluortelomeerprincipe en zullen dan ook geen 6:2 FTS bevatten. 3M heeft in het verleden wel vergelijkende kwaliteitstesten uitgevoerd met blusschuimen van andere producenten op de bedrijfseigen testzone, hierin waren fluortelomeren aanwezig.

De PFAS-verbinding b2PFHEP (of 6:2 diPAP) wordt veel toegepast in de papier(verwerkende) industrie, waaronder ook de aanwezigheid van deze stof in WC papier. Het is mogelijk dat deze plaatselijke verhogingen toe te schrijven zijn aan behandeld papierafval of gebruik van slib afkomstig van de waterzuivering van de papierindustrie of van de openbare riolering (grijs water). Meer nog, deze stof is een fosfaat, wat onderhevig is aan verdere afbraak. Een dergelijk afbraakproces verloopt relatief snel, binnen een periode van enkele jaren, wat betekent dat 6:2 diPAP vermoedelijk vrij recent in de bodem is terechtgekomen. De locaties op bovenstaande illustratie zijn zones waar landbouw plaatsvindt. Tot slot, deze stof kan ook verder degraderen tot PFHxA, PFPeA en PFBA.

Wat PFBA betreft, deze stof wordt onder meer gebruikt voor textielbehandeling, en wordt het ook teruggevonden worden in insecticiden en pesticiden. Zoals eerder al aangehaald wordt PFBA in mindere mate aangetroffen in de onderzochte bodem binnen het projectgebied omwille van de sterke uitloogbaarheid van deze verbinding.

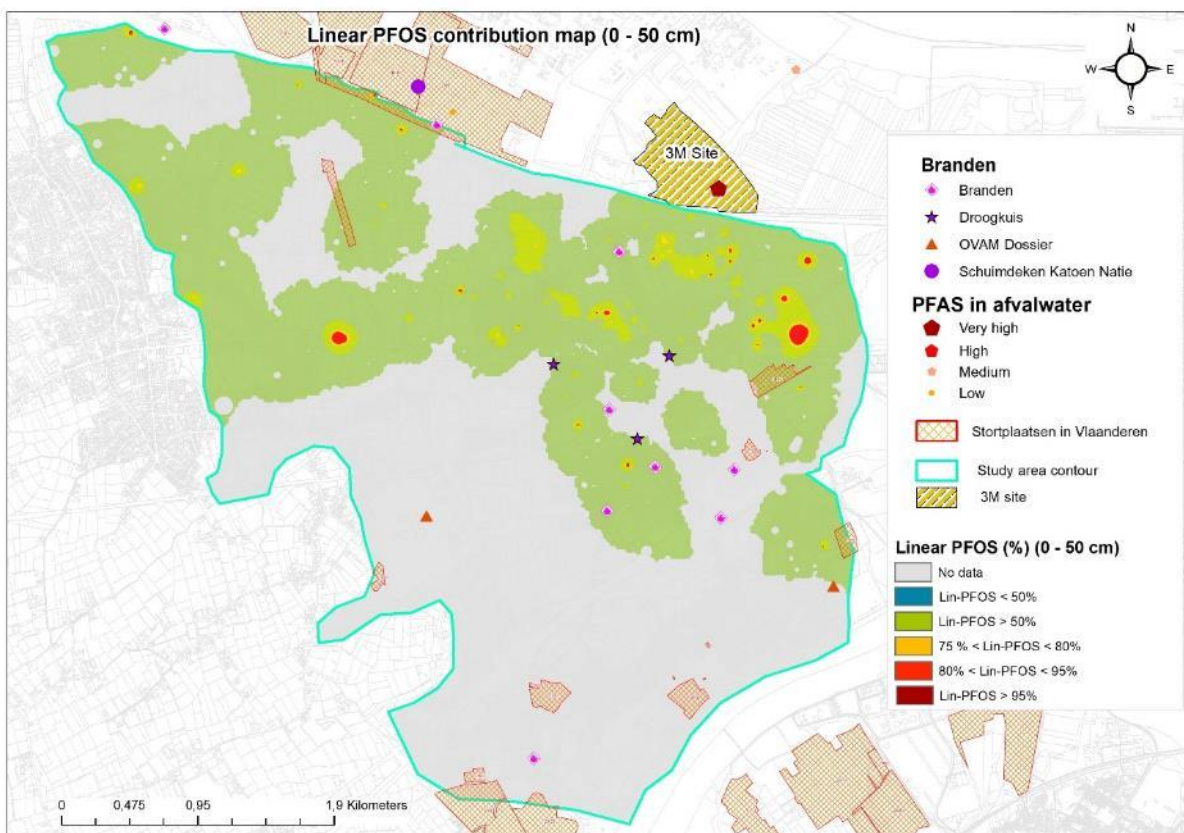
Bovenstaande vaststellingen zijn eveneens indicaties dat er mogelijks andere bronnen kunnen hebben bijgedragen, naast de impact gerelateerd met de 3M fabriek, aan de vastgestelde PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde binnen het projectgebied van voorliggend BBO.

### 6.2.3 PFOS-isomeren – vertakt en lineair

Op een deel van de geanalyseerde monsters van het vaste deel van de aarde is de verdeling tussen de vertakte en lineaire vorm van PFOS gerapporteerd door het labo. De dataset voor wat betreft dit onderscheid is echter beperkter dan de volledige dataset omdat voor de eerste meetcampagnes in de beginperiode van het onderzoek (2020-2021) SGS dit onderscheid niet heeft gerapporteerd.

De verdeling van de vertakte en lineaire vorm van PFOS is weergegeven in **Illustratie 6-21**, een weergave hiervan op A3-formaat is terug te vinden in **Figuur 11**. De typische, historische isomeerverdeling voor PFOS-productie op de 3M-site in Zwijndrecht was 70 tot 80% lineair tegenover 20 tot 30% vertakt isomeer, wat eigen is aan het ECF-productieproces. Met deze verdeling is in de intervalindeling in de onderstaande illustratie rekening gehouden. Gebieden waar geen data beschikbaar is, zijn licht grijs gekleurd.

**Illustratie 6-21 Verdeling vertakte en lineaire PFOS (0 – 0,5 m-mv)**



Op basis van de beschikbare informatie en de waargenomen verdeling tussen de lineaire en de vertakte vormen van PFOS blijkt dat er op een aantal plaatsen een hoger aandeel lineaire PFOS aanwezig is, dan verwacht kan worden op basis van de typische PFOS-isomerenverdeling die kenmerkend was voor de 3M-site in Zwijndrecht.

Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat het gekend is vanuit de wetenschappelijke literatuur dat de vertakte verbindingen mobieler zijn dan lineaire isomeren en dus meer onderhevig zijn aan uitloging. Het dient ook te worden opgemerkt dat er enkele zones zijn vastgesteld waar er meer vertakte PFOS wordt gemeten, waaronder een zone ten oosten van de Blauwe Hoestraat (plaatselijk meer dan 50% vertakte PFOS).



Op dit moment is de beschikbare dataset echter nog te beperkt om verdere conclusies te trekken mede omwille van het feit dat het grondwateronderzoek nog dient te worden afgewerkt. Dit aspect zal dan ook verder beoordeeld worden in de volgende fase van het BBO.

#### 6.2.4 Precursoren

Zoals eerder in [sectie 2.9.2](#) aangehaald, zijn enkel de PFOS-precursoren EtPFOSA, MePFOSA, PFOSA, MePFOSAA, en EtPFOSAA geanalyseerd. Wanneer naar de ruimtelijke verspreiding van deze precursoren gekeken wordt, zoals weergegeven op [Figuur 14](#), kan het volgende vastgesteld worden:

- MePFOSAA is enkel aangetroffen in grondstalen net ten zuiden van de E34, en wat opvalt, vooral in stalen die genomen zijn op de leefbaarheidsberm ter hoogte van de Kluifrotonde, ten gevolge van de recente werken van Oosterweel;
- Voor EtPFOSAA is het beeld redelijk analoog als voor MePFOSAA, voor wat betreft het voorkomen ter hoogte van de leefbaarheidsberm en net ten zuiden van de E34 in zone 1A. Daarnaast zijn er ook enkele geïsoleerde spots binnen het projectgebied, waarvan het niet meteen duidelijk is of deze al dan niet kunnen worden toegeschreven aan de voormalige 3M-activiteiten omwille van de hun ligging;
- De vastgestelde verspreiding van MePFOSAA & EtPFOSAA in de leefbaarheidsberm ter hoogte van de Kluifrotonde laat vermoeden dat dit vermoedelijk artificieel is ontstaan bij de aanleg van de berm binnen het Oosterweel project;
- MePFOSA is niet aangetroffen binnen het projectgebied;
- EtPFOSA is ook vastgesteld in enkele boringen ter hoogte van de leefbaarheidsberm, en op een locatie nabij de N70 in Zwijndrecht.; en
- PFOSA komt meer verspreid voor binnen het projectgebied, en dan voornamelijk binnen zone 1A, wat aangeeft dat deze parameter een meer betrouwbaar beeld geeft van wat de historische invloed is geweest van de voormalige 3M-activiteiten. Daarnaast is deze parameter ook aangetroffen ter hoogte van de leefbaarheidsberm, maar ook in enkele boringen ten noorden van de E34 langsheen de Keetberglaan.

Bovenstaande gegevens bevestigen nogmaals dat het beeld van de historische PFOS-verontreiniging afkomstig van de 3M fabriek voldoende gekend is, en het blijkbaar niet direct noodzakelijk lijkt om de niet geanalyseerde precursoren die op de 3M site zijn vastgesteld in 2006 ook buiten de 3M site te analyseren.

Wat betreft PFHxSA, de precursor van PFHxS, deze werd slechts in één boring net ten zuiden van de E34 en binnen zone 1A vastgesteld.

Wat betreft de PFBS-precursoren betreft, zijn MePFBSA, PFBSAA en PFBSA geanalyseerd. PFBSA is het meest aangetroffen in de stalen van het vaste deel, voornamelijk in en rond zone 1A, maar vreemd genoeg ook op grotere afstand van de 3M- site, zelfs in boringen ten zuiden van de E17, dit dient verder te worden onderzocht Het voorkomen van MePFBSA en MePFBSAA lijkt beperkt tot enkele stalen, verspreid binnen de zone ten noorden van de N70.

#### 6.2.5 Brononderzoek

In het kader van het onderhavige beschrijvend bodemonderzoek is een eerste aanzet gemaakt om de mogelijke externe bronnen, naast de atmosferische PFAS-depositie afkomstig van 3M, te identificeren en in kaart te brengen om een beter inzicht te krijgen in de oorsprong van de PFAS-verontreiniging. Deze bronnen zijn in detail toegelicht in [sectie 2.2](#) en hebben betrekking op:

- Branden die geblust zijn met PFAS-houdend blusschuim;
- Diverse brandweeroefenterreinen;

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- Gekende OVAM PFAS-dossiers in de regio;
- Lozing van PFAS-houdend afvalwater;
- Ruimen verontreinigd slib van waterlopen;
- Landbouwactiviteiten (toepassing van bodemverbeteraars, mest, pesticiden en insecticiden, ...)
- Stortplaatsen; en
- Droogkuisactiviteiten.

Al de bevindingen die uit het brononderzoek naar boven zijn gekomen, zijn ruimtelijk geprojecteerd op een kaart die bijgevoegd is in [Figuur 3](#).

Naast bovenstaande bronnen, dient eveneens vermeld dat PFAS-componenten ook aanwezig kunnen zijn in producten die gebruikt worden bij car/truckwash installaties (wax, polish), carrosserie activiteiten (verf, lakken), oppervlaktebehandeling van metalen (chromering), grafische industrie en drukkerijen en bij de onderhoudswerken van elektrische leidingen (bv. treinsporen).

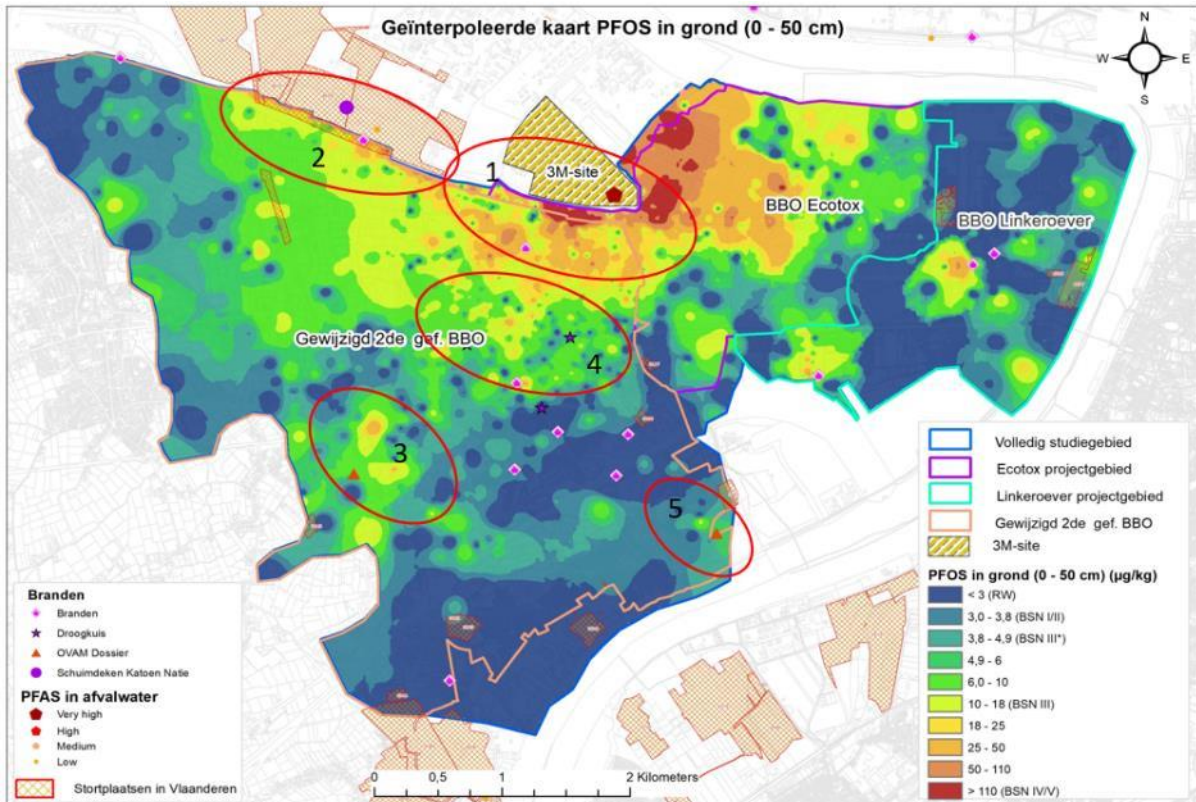
Tot slot kan ook het grondverzet en het ploegen binnen het projectgebied bijgedragen hebben aan de complexe verspreiding van PFAS. Ook lekkende rioleringen die zorgen voor afvoer van sanitair water kunnen een bijdrage hebben geleverd aan de verspreiding van PFAS, wat zich evenwel voornamelijk in de diepere bodemlagen en in het grondwater zal manifesteren.

**De bovenstaande bevindingen zijn eveneens gecorreleerd met de ruimtelijke verdeling van de PFAS-verontreinigingen op basis van de meest dominante PFAS-verbinding PFOS in de bodemlagen van 0,0-0,5 m-mv en 0,5-1,0 m-mv. In onderstaande illustraties is nogmaals de ruimtelijke verspreiding van PFOS aangeduid, waarop eveneens 6 verschillende brongebieden omcirkeld staan die onder de illustratie worden toegelicht. [Illustratie 6-22](#) geeft dit weer voor het ondiepe profiel 0,0-0,5 m-mv,**

[Illustratie 6-23](#) geeft dit weer voor het diepere profiel 0,5-1,0 m-mv.

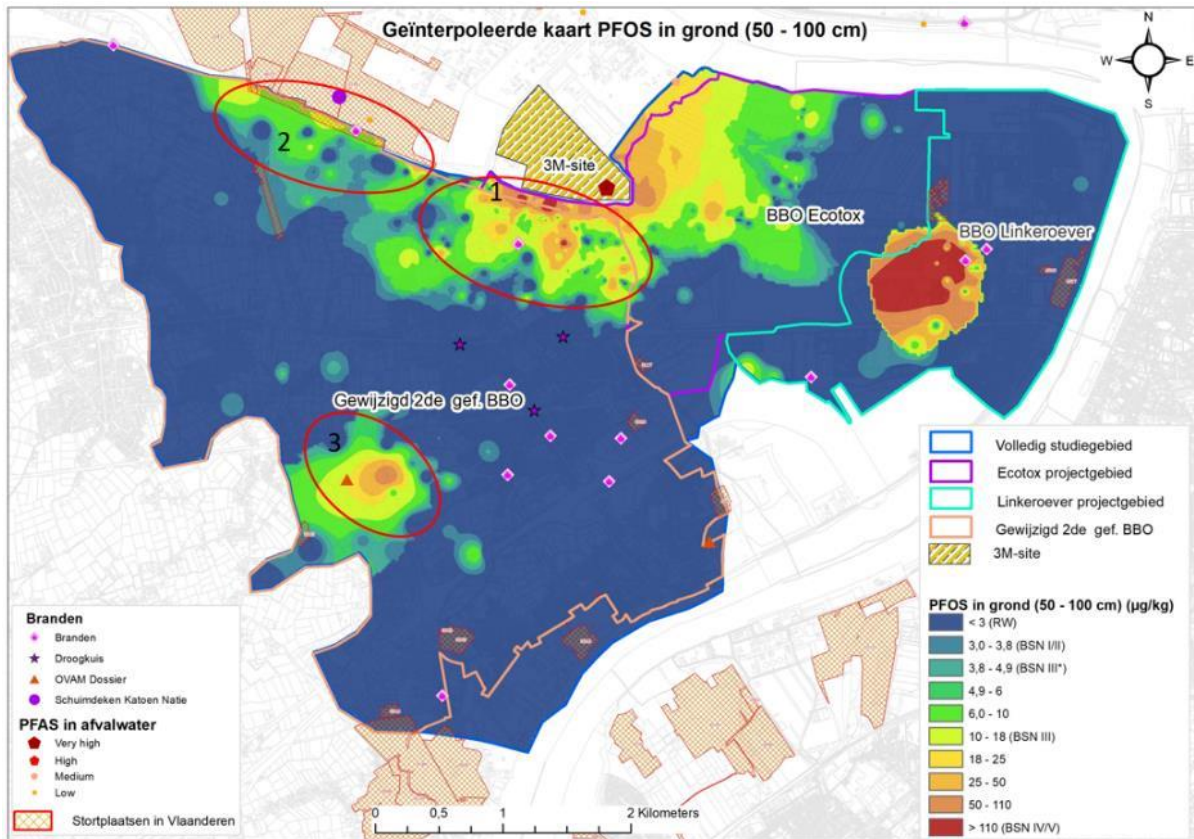
Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

### Illustratie 6-22 Correlatie mogelijke bronnen met ruimtelijke spreiding PFOS-verontreiniging (0 – 0,5 m-mv)



### Illustratie 6-23 Correlatie mogelijke bronnen met ruimtelijke spreiding PFOS-verontreiniging (0,5 – 1,0 m-mv)

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem



Uit **Illustratie 6-22** blijkt dat de PFOS-verontreiniging zich diffuus verspreid heeft over een grote oppervlakte ten zuiden, westen en zuidwesten ten opzichte van de 3M-site. Ondanks dit diffuse karakter kunnen binnen de verontreinigde zone duidelijk afzonderlijke kernen onderscheiden worden.

In totaal kunnen in deze onderzoeksfase vijf (grotere en/of samengestelde) hoofdkernen onderscheiden worden, maar in werkelijkheid zijn er meerdere individuele en kleinere bronnen aanwezig die mogelijks hebben bijgedragen aan de PFOS-verontreiniging.

Dit beeld wordt aanzienlijk duidelijker wanneer de verontreinigingskaart op een diepte van 0,5-1,0 m mv beschouwd wordt. Dan tekenen zich zeer duidelijk nog drie van de vijf te onderscheiden verontreinigingskernen af die ruimtelijk gescheiden zijn. Verontreinigingskernen die zich in de diepte aftekenen kunnen nooit gerelateerd zijn aan dezelfde bron van verontreiniging, maar hangen samen met een andere ontstaansoorzaak.

De vijf te onderscheiden verontreinigingskernen die samenvallen met één of meerdere verontreinigingsbronnen zijn de volgende:

- 1. Activiteiten op de 3M-site & ruimschuttswerken Palingbeek;
- 2. Verontreinigde zone langs E34 (industrie, grondwerken, branden, brandoefenterreinen, incidenten, ruimschuttswerken Karperreed ...);
- 3. Fort Brosius (militair domein);
- 4. Zwijndrecht – zuidkant N70; en
- 5. Antwerpsesteenweg 81 – Zwijndrecht (voormalige Sidal fabriek).

In tegenstelling tot het verslag van 29 december 2022 lijkt er binnen het project gebied van dit BBO geen invloed meer van de Sanyo brand te zijn, omdat door extra data verzameld in de omgeving de impact op de bodem beter afgelijnd kon worden.

De verontreinigingsbronnen 3 en 5 zijn door OVAM reeds bevestigd als twee locaties met PFAS-verontreiniging die losstaan<sup>40</sup> van 3M-site.

### 6.2.6 Activiteiten 3M-site en verspreiding

Zoals eerder in sectie 2.8.1.1 besproken, zijn er verschillende activiteiten op de 3M-site geïdentificeerd die hebben bijgedragen aan de vastgestelde PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied ten zuiden van de 3M-site in Zwijndrecht.

Van deze activiteiten kan men stellen dat allicht de kwaliteitstesten met blusschuim de belangrijkste bron zijn van de bodemverontreiniging met PFOS (en in mindere mate PFHxS) binnen het projectgebied van onderhavig BBO. Een dergelijk schuim is relatief stabiel en kan door de wind verspreid worden, maar bestaat voornamelijk uit vaste stoffen die onderhevig zijn aan de zwaartekracht. De afstand tot waar dit kan verspreiden hangt af van de wind en de stabiliteit van het schuim.

Het is daarom niet evident om een 'vaste' invloedstraal voor dergelijk schuim vast te stellen, maar het beeld van de huidige PFOS-verontreiniging binnen de studiezaak, zowel in de richting van Zwijndrecht als in de dominante windafwaartse richting, samen met het gedetailleerde onderzoek ter hoogte van het Scheldepad, geeft een goede indicatie wat de mogelijke invloedstraal moet zijn geweest. Ook de onderzoeken van OVAM ter hoogte van brandweerkazernes waar soortgelijke testen werden uitgevoerd geven aan dat er geen éénduidige invloedstraal kan afgeleid worden.

De bijdrage van emissie via de schoorstenen gelinkt aan de productie ECF-activiteiten voor de PFOS bodemverontreiniging is volgens de informatie verschaft door 3M Belgium eerder beperkt. Zoals eerder beschreven werden de gassen die vrijkomen bij dit ECF-proces gekoeld tot -70 °C. Bij een dergelijk lage temperatuur is het fysisch niet mogelijk dat er nog zware PFAS-componenten (C8 gebaseerd zoals PFOS) via de gasfase ontsnappen. Het is evenwel niet uit te sluiten dat bepaalde precursoren alsnog via de gasfase in de lucht verspreid zijn binnen het projectgebied, die vrijkomen tijdens de verschillende stappen van opslag/overlag tot eindproduct.

Schuimvorming ter hoogte van de bekkens van de waterzuiveringseenheid hebben mogelijks ook in mindere mate bijgedragen aan de vastgestelde bodemverontreiniging ten zuiden van de E34.

Tot slot dient ook vermeld dat het projectgebied van onderhavig BBO windopwaarts gelegen is van de dominante windrichting die waait van het zuidwesten naar het noordoosten.

Het dient nogmaals benadrukt dat het beeld van de lichtere, meer recent geproduceerde C4 PFAS-componenten zoals PFBA en PFBS anders is, en voornamelijk in het grondwater dient onderzocht te worden. In het vaste deel van de aarde worden ze nauwelijks gemeten, wat ook logisch is gelet op de mobiliteit en uitloogbaarheid van deze stoffen. Dit onderzoek van het grondwater maakt deel uit van een volgende BBO-fase.

### 6.2.7 Conclusie PFOS-verontreiniging in vaste deel van de aarde ten zuiden van E34

Op basis van de resultaten van de uitgevoerde bodemonderzoeken, de milieuhygiënische interpretatie van de resultaten, de horizontale en verticale visualisatie van de resultaten in combinatie met de uitkomst van het nog lopende bronnenonderzoek zijn de volgende vaststellingen gedaan voor wat betreft de PFOS-verontreiniging:

- De PFOS-verontreiniging, die als meest dominante individuele PFAS-parameter aanwezig is, is diffuus aanwezig in de zone ten zuiden, westen en zuidwesten van de 3M-site;

<sup>40</sup> [OVAM vindt twee locaties met PFAS-verontreiniging die losstaat van 3M-fabriek \(Zwijndrecht\) | Gazet van Antwerpen \(gva.be\)](https://www.gva.be/nl/antwerpen/antwerpen-1000/ovam-vindt-twee-locaties-met-pfas-verontreiniging-die-losstaat-van-3m-fabriek-zwijndrecht)

- Binnen de verontreinigde zone zijn individuele zones aan te duiden waar hogere concentraties PFOS aanwezig zijn ('hot spots'). Dit beeld wordt bevestigd in de diepere bodemlagen en geobserveerd in de verticale doorsnede van de vastgestelde bodemverontreiniging binnen het projectgebied. Daar tekenen zich zeer duidelijk individueel te onderscheiden verontreinigingskernen af die ruimtelijk gescheiden zijn door een 'corridor' van lagere concentraties. Verontreinigingskernen die zich in de diepte aftekenen kunnen niet gerelateerd zijn aan dezelfde bron van verontreiniging, maar hangen vermoedelijk samen met een andere ontstaansoorzaak;
- Naarmate de afstand tot de 3M-site toeneemt nemen de concentraties PFOS over het algemeen exponentieel af. Echter op een aantal plaatsen nemen de concentraties PFOS op grotere afstand opnieuw toe, zelfs tegen de meest dominante windrichting in. Op basis van deze vaststelling kan men besluiten dat er indicaties zijn voor meerdere externe niet aan 3M-gerelateerde bronnen die kunnen bijdragen aan de vastgestelde PFAS-bodemverontreiniging, en dat er bijgevolg sprake kan zijn van een 'vermengde zone'. Ook blijkt dat er voorbij deze vermengde zone zelfs sprake is van uitsluitend andere bronnen die tot een PFAS-bodemverontreiniging geleid hebben waar 3M geen relevante bijdrage meer heeft;
- Uit de correlatie van de horizontale verdeling van de PFOS-verontreiniging in combinatie met de resultaten van het bronnenonderzoek blijkt dat er mogelijks zes verontreinigingskernen onderscheiden kunnen worden die samenvallen met één of meerdere mogelijke verontreinigingsbronnen;
- Uit de statistische verrijkingfactor analyse op basis van de PFOA-achtigen (PFCA) blijkt eveneens dat er indicaties zijn dat er binnen het studiegebied mogelijks andere bronnen aanwezig zijn die kunnen bijdragen aan de algemene PFAS-verontreiniging;
- Uit de evaluatie van de geteste precursoren van PFOS en in mindere mate van PFHxS blijkt dat deze nauwelijks nog aanwezig zijn in het studiegebied, wat aangeeft dat het huidige PFOS-beeld vermoedelijk niet sterk zal wijzigen in de toekomst door verdere omzetting van de nog aanwezige niet afgebroken PFOS-precursoren; en
- De resultaten van het bodemonderzoek waarin de omvang van de bodemverontreinigingen is vastgesteld, bevestigen dat de 3M bijdrage voor de C8 en C6 PFAS verbindingen ten zuiden van de E34 grotendeels te wijten is aan de verspreiding van PFAS-houdend brandblusschuim (afkomstig van de kwaliteitstesten van dit schuim), en in minder mate van aerosolen afkomstig van de waterzuivering en de atmosferische depositie via uitstoot langs de schouwen.

Uit de bovenstaande argumentatie blijkt dat de vastgestelde PFOS-bodemverontreiniging binnen het onderzoeksgebied tot stand gekomen is door een combinatie van emissie vanuit de 3M-site enerzijds en een mogelijke vermenging met externe bronnen anderzijds. De zone waar er overlap bestaat tussen de bodemverontreiniging ontstaan vanuit de 3M-site en de mogelijke externe bronnen is aangeduid als de zone 'co-mingling', de zone waar er mogelijk sprake is van een vermengde verontreiniging. Het aanduiden van de eventuele externe bronnen die effectief een vermengde verontreiniging hebben veroorzaakt maakt deel uit van bijkomend onderzoek. De PFOS-bodemverontreiniging die aanwezig is buiten de co-mingling zone of voorbij een propere zone en niet toegeschreven kan worden aan emissie vanuit de 3M-site, wordt beschouwd als veroorzaakt door een andere niet-3M gerelateerde bron. Een aantal van die bronnen zijn reeds gekend en maakten het onderwerp uit van een bodemonderzoek (reeds gerapporteerd bij de OVAM).

De kwantificering van de PFAS-bodemverontreiniging die tenminste toegeschreven kan worden aan emissie vanuit de 3M-site is opgenomen in [sectie 6.3](#).

## 6.3 Afperking PFAS-verontreiniging afkomstig van 3M

### 6.3.1 Inleiding

In deze sectie wordt enkel de PFAS-verontreiniging beschreven die maximaal ontstaan kan zijn door emissie vanuit de 3M-site zoals aangetoond in [sectie 6.2.6](#). Dit is inclusief het gebied dat als co-mingling zone is aangeduid waar mogelijks vermenging optreedt. Verontreinigde zones die niet toegeschreven kunnen worden aan emissie vanuit de 3M-site zijn niet mee opgenomen.

Om te voldoen aan de standaardprocedure voor BBO's, waarbij elke verontreiniging die wordt besproken en afgeperkt een uniek ID-nummer moet krijgen voor verdere verwijzing, is 'PFAS-som' weerhouden als de algemene verontreiniging waarvoor dit gefaseerd BBO een antwoord zal geven voor wat betreft het humaan toxicologisch risico en de noodzaak voor sanering.

Verontreinigingscontouren zijn opgesteld voor de volgende genormeerde parameters of stofgroepen volgens het tijdelijke handelingskader:

- Bodemsaneringsnorm PFOS (3,8 µg/kg ds);
- Bodemsaneringsnorm PFOA (4,3 µg/kg ds);
- Richtwaarde PFOS (3,0 µg/kg ds);
- Richtwaarde PFOA (3,0 µg/kg ds); en
- Richtwaarde PFAS-som (8,0 µg/kg ds).

De bodemsaneringsnormen zijn afhankelijk van het bestemmingstype II of III. Voor bestemmingstype III zijn er 2 normen voor PFOS en PFOA, afhankelijk van de aanwezigheid van moestuin en kippen met vrije uitloop. In onderhavig rapport is er gekozen om voor bestemmingstype III enkel rekening te houden met de meest strenge waarde, voor wonen met moestuin en kippenren. Deze worst-case benadering is gehanteerd, omdat er geen gedetailleerde inventarisatie beschikbaar is van de aan- of afwezigheid van een kippenren en/of moestuin binnen het ganse projectgebied. Dit resulteert in de situatie dat de bodemsaneringsnormen voor zowel PFOS als PFOA binnen bestemmingstype II en III gelijk zijn.

### 6.3.2 Horizontale afperking PFAS-verontreiniging 3M

Op basis van de visualisatie en interpretatie van de onderzoeksresultaten zoals gepresenteerd in [paragrafen 6.2.1 en 6.2.2](#) in combinatie met de uitkomst van het bronnenonderzoek zoals opgenomen in [sectie 6.2.4](#) heeft ERM de verontreinigingscontouren opgemaakt. Voor wat betreft PFOS en PFAS-som is er een onderscheid gemaakt in de volgende drie zones:

- Een zone waar duidelijk de impact zichtbaar is die direct afkomstig is van de 3M-site 41;
- Een zone waar indicaties zijn dat vermenging optreedt; i.e. de co-mingling zone waar naast de impact afkomstig van de 3M-site allicht ook andere bronnen mogelijks hebben bijgedragen aan de vastgestelde bodemverontreiniging in deze zone; en
- Een zone buiten of voorbij de co-mingling zone waar een PFAS-impact meetbaar is, maar die niet afkomstig is van de 3M-site.

Voor PFOA is dit onderscheid niet van toepassing, omdat binnen het onderzoeksgebied slechts één zone is aan te duiden waar verhoogde concentraties PFOA voorkomen boven de bodemsaneringsnorm en dat is direct ten zuiden van het fabrieksterrein.

<sup>41</sup> Zelfs binnen deze zone dragen andere bronnen bij aan de totale PFAS-verontreiniging, maar de bijdrage van de andere bronnen is nagenoeg verwaarloosbaar binnen het geheel.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

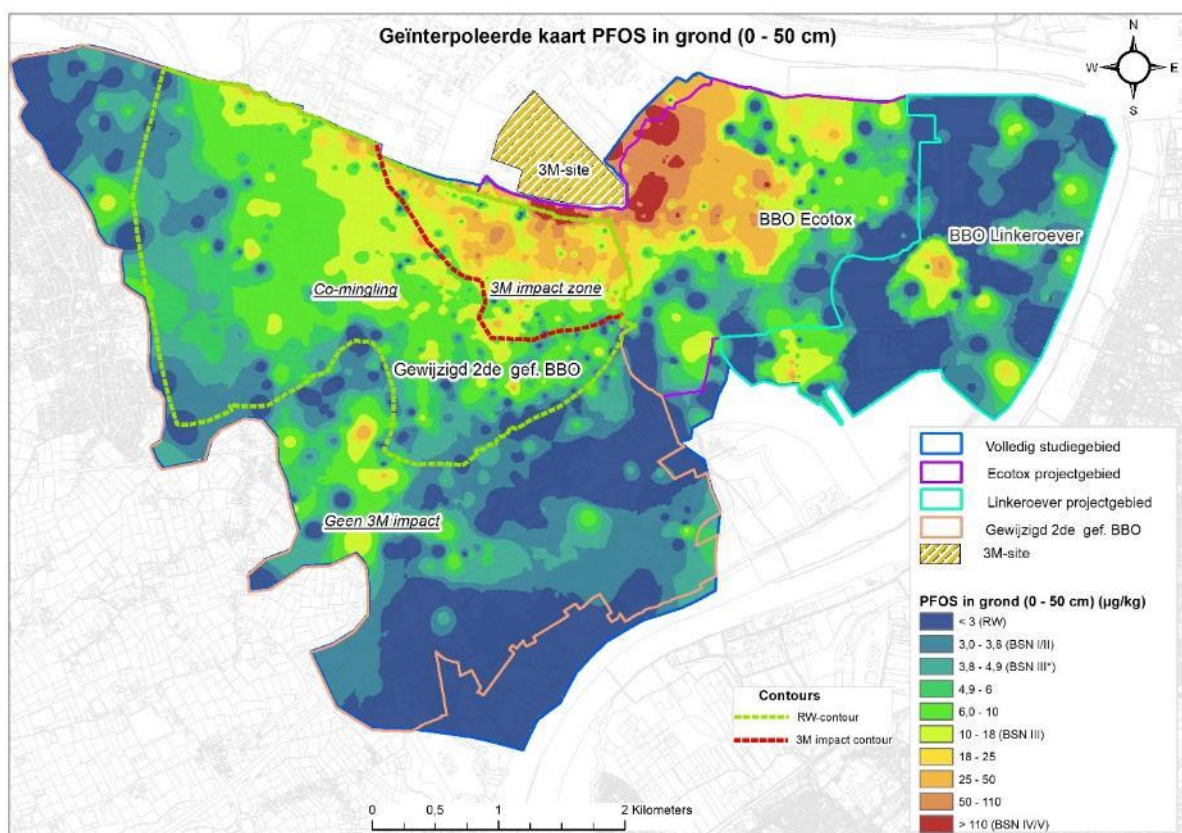
De figuren van de verontreinigingssituatie zijn op A3-formaat opgenomen in [Figuur 13](#). De figuren zijn over het algemeen opgemaakt voor drie diepteniveaus tussen het maaiveld en 1,5 m diepte.

De omvang van de PFAS-verontreinigingen en bijhorende vuilvracht is opgenomen in [sectie 6.3.5](#).

### 6.3.2.1 PFOS

In [Illustratie 6-24](#) zijn de contouren van de hierboven vermelde zones aangeduid binnen het projectgebied voor PFOS in de bovenste bodemlaag. De zone binnen de rode contour is de verontreiniging die direct afkomstig is van de 3M-site (3M-impact zone). De zone buiten de rode contour maar binnen de contour richtwaarde is de co-mingling zone waar indicaties van vermenging zijn, de zone buiten de richtwaarde contour binnen het projectgebied is niet meer toe te wijzen aan 3M (Geen 3M impact).

#### Illustratie 6-24 Omvang zones PFOS-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv)



Uit deze figuur valt duidelijk af te leiden dat de PFOS-verontreiniging zich voornamelijk verspreid heeft in noordoostelijke richting, ten gevolge van de dominante windrichting uit het zuidwesten. Maar ook de verspreiding naar het projectgebied van onderhavig BBO is zichtbaar, evenwel in mindere mate.

Op deze illustratie is ook het verschil in beeld van de PFOS-verspreiding merkbaar tussen het natuurgebied ten oosten van 3M, en het residentiële gebied ten zuiden van de 3M site binnen het project gebied van onderhavig BBO. Binnen het natuurgebied is de oorsprong van de PFOS-verontreiniging nagenoeg enkel het gevolg van de 3M activiteiten, terwijl in een residentiële omgeving mogelijks ook andere bronnen naast 3M aan de oorsprong kunnen liggen van de PFOS-verontreiniging in de bodem.

Ondanks dat de verontreiniging diffuus verspreid voorkomt, is het mogelijk gebleken om de contour richtwaarde voor PFOS in voldoende betrouwbare mate te bepalen. Deze contour kon getrokken



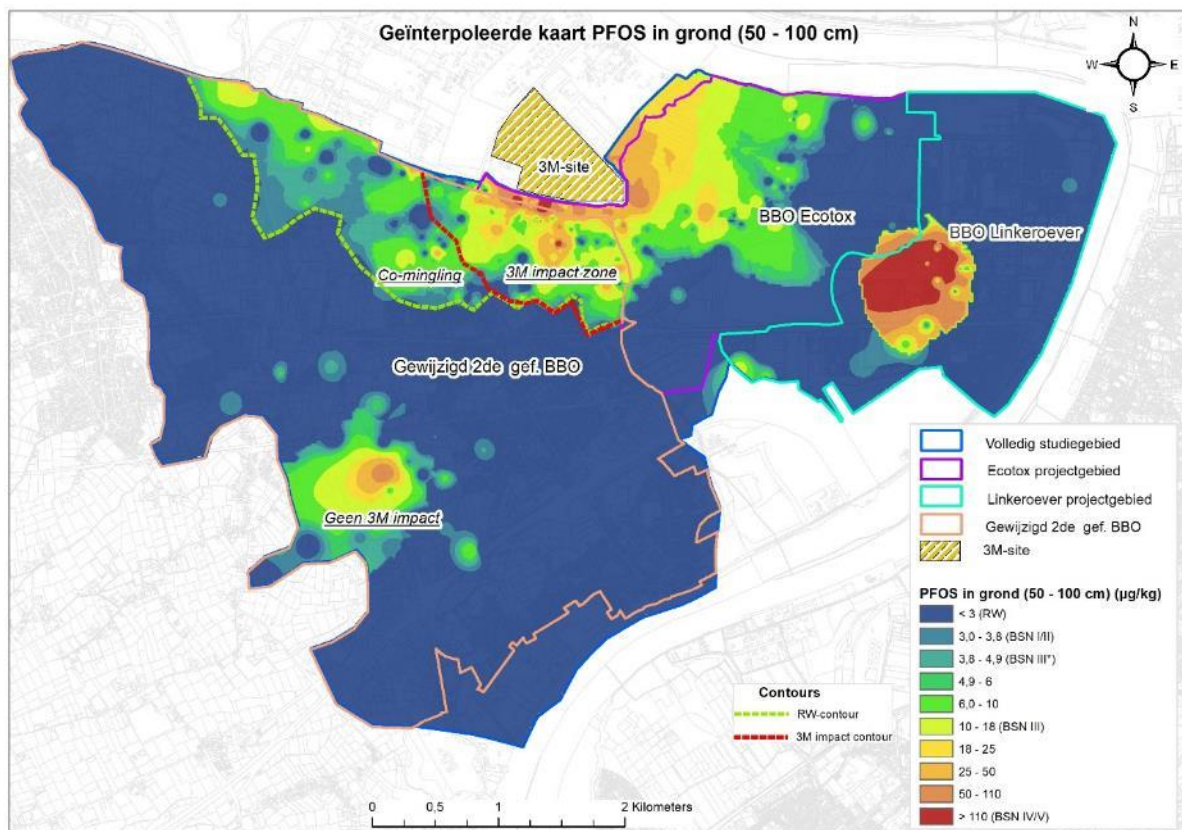
Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

worden door de 'corridor' van 'blauwe zones' die aanwezig zijn. In de blauwe zones is de concentratie PFOS namelijk lager dan de richtwaarde. De contour richtwaarde vertoont een aanzienlijke uitbreiding in westelijke richting omwille van indicaties van vermenging.

De rode '3M-impact contour' is een indicatieve contour die aangeeft tot waar de grootste impact van 3M meetbaar is.

In **Illustratie 6-25** zijn de contouren van de verschillende zones opgenomen voor PFOS in de bodemlaag 0,5–1,0 m-mv.

### Illustratie 6-25 Omvang zones PFOS-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv)

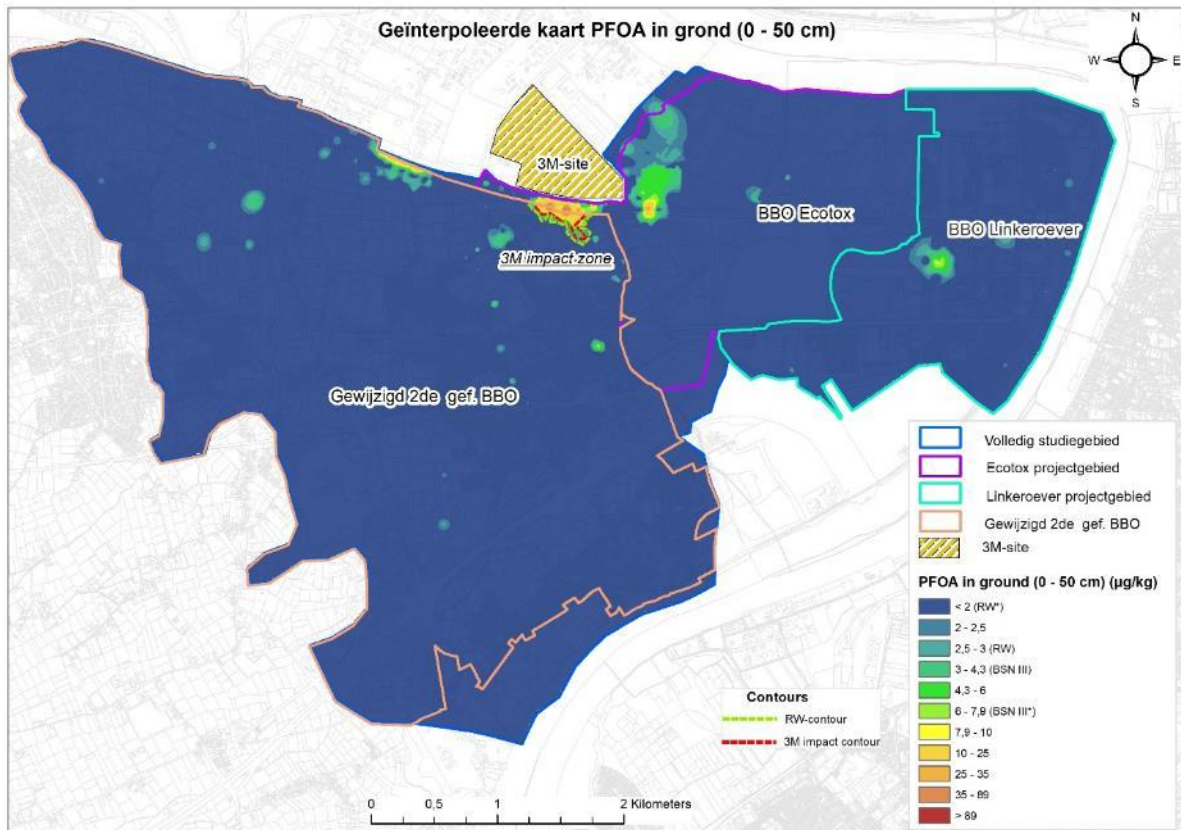


Uit **Illustratie 6-25** blijkt duidelijk dat de horizontale impactzone van de bodemverontreiniging sterk afneemt met de diepte.

### 6.3.2.2 PFOA

In **Illustratie 6-26** zijn de verontreinigingscontouren opgenomen voor PFOA in de bovenste bodemlaag.

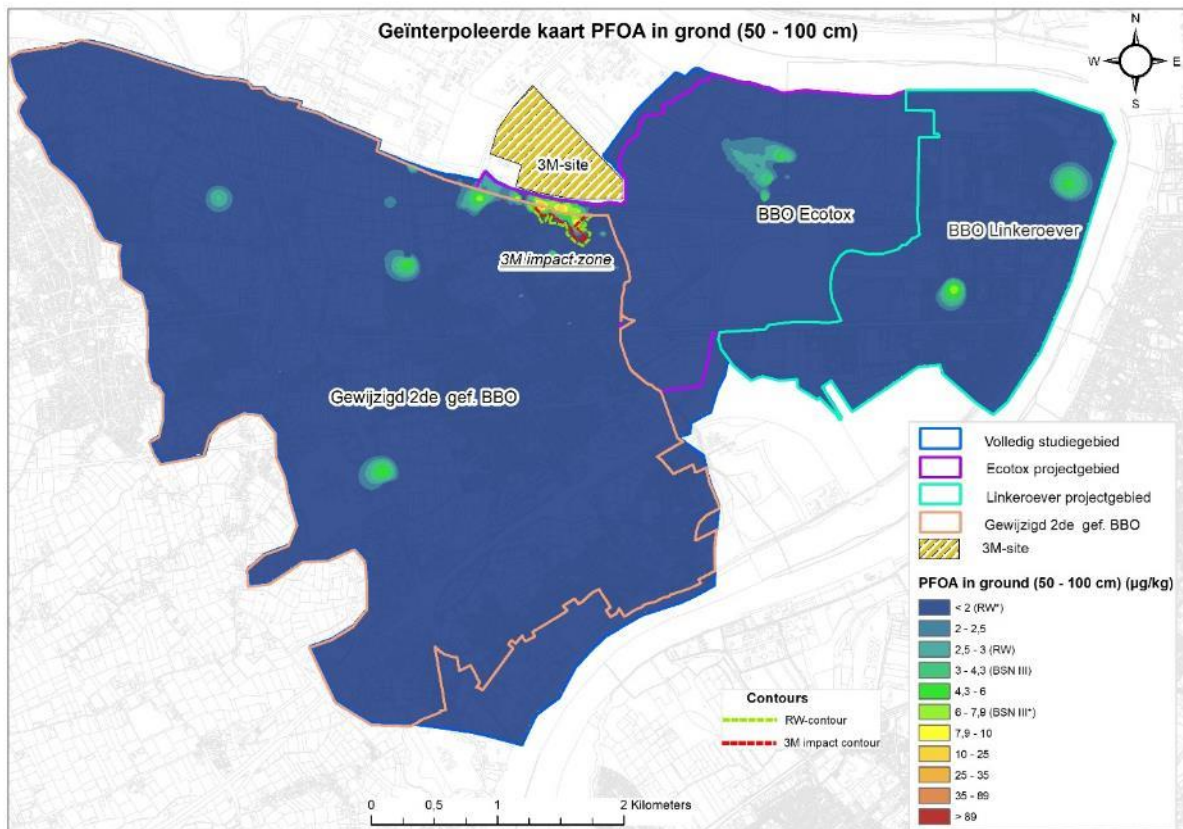
#### Illustratie 6-26 Omvang PFOA-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv)



Uit **Illustratie 6-26** blijkt dat de PFOA-impact vanuit de 3M-site beperkt blijft tot de zone direct ten zuiden van de fabriek in de noordoostelijke hoek van het onderzoeksgebied. Buiten deze zone zijn er lokaal relatief beperkte verontreinigingsspots aangetoond waar de PFOA-concentraties hoger zijn dan de voorgestelde bodemsaneringsnorm. Deze individuele verontreinigingsspots zijn vermoedelijk niet gelinkt aan de beperkte verontreiniging die vanuit de 3M-site ontstaan is gelet op de ruimtelijke scheiding. Ondanks dat deze individuele verontreinigingsspots relatief beperkt in omvang zijn, bevestigen deze wel de indicaties van vermenging.

In **Illustratie 6-27** zijn de verontreinigingscontouren opgenomen voor PFOA in de bodemlaag 0,5–1,0 m-mv.

### Illustratie 6-27 Omvang PFOA-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv)

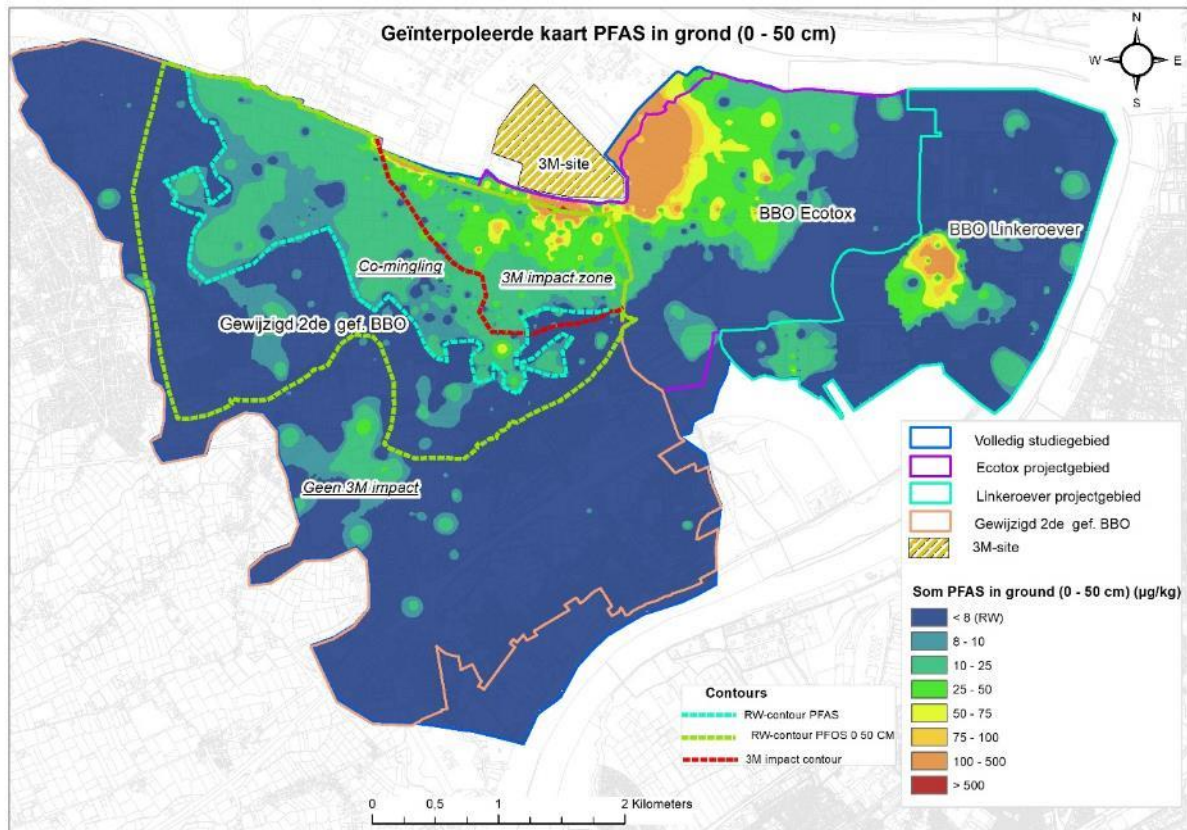


Uit [Illustratie 6-26](#) blijkt dat de PFOA-bodemimpact die gerelateerd is aan 3M snel afneemt met de diepte, naar analogie met PFOS. In de diepere bodemlaag zijn net als in de ondiepe bodemlaag ook individuele hotspots zichtbaar. Deze individuele verontreinigingsspots zijn niet gelinkt aan de beperkte PFOA-bodemverontreiniging die vanuit de 3M-fabriek ontstaan is gelet op de ruimtelijke scheiding. Het valt op dat de ligging van deze individuele verontreinigingsspots niet altijd samenvalt met de ondieper aanwezige PFOA-spots.

### 6.3.2.3 PFAS-som kwantitatief

In Illustratie 6-28 zijn de verontreinigingscontouren opgenomen voor PFAS-som kwantitatief in de bovenste bodemlaag.

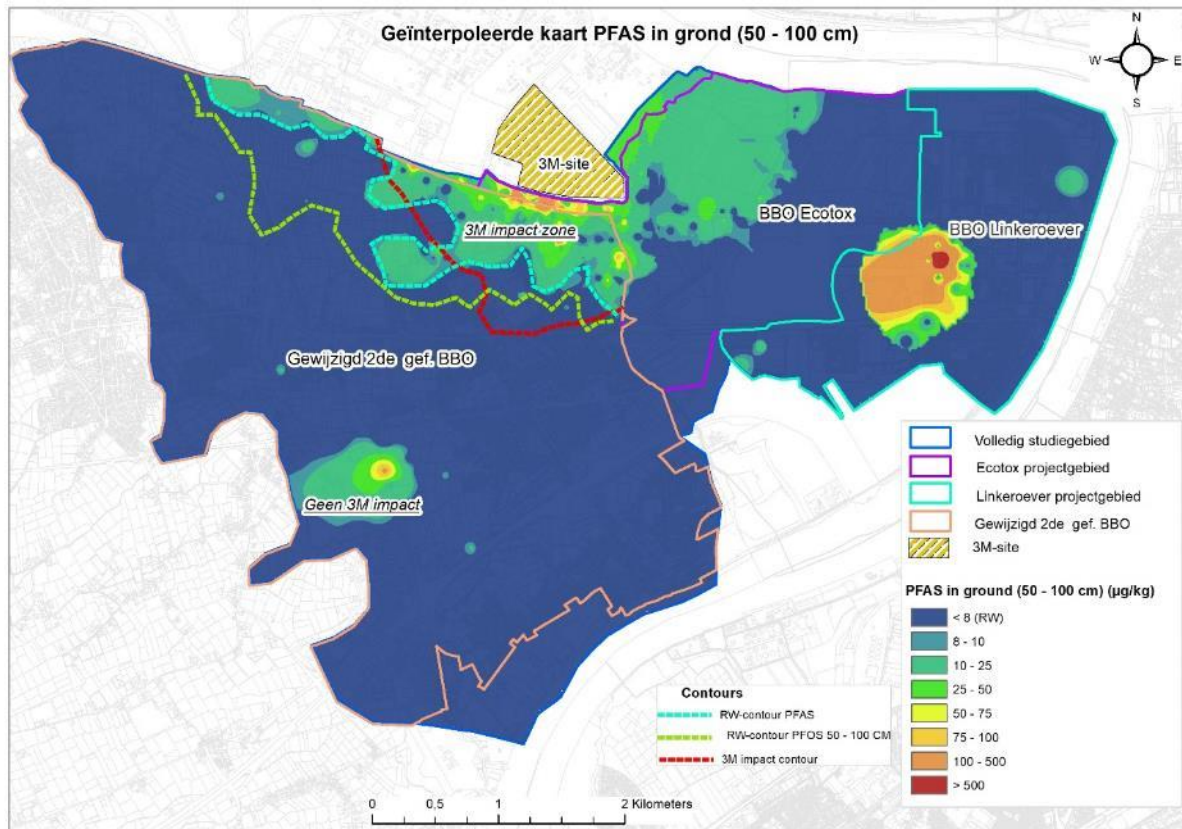
#### Illustratie 6-28 Omvang PFAS-som-verontreiniging (0,0-0,5 m-mv)



Op bovenstaande illustratie is de contour richtwaarde twee keer aangeduid, de contour voor PFAS-som op basis van de richtwaarde van 8 µg/kg ds (blauw) en de eerder getoonde contour richtwaarde voor PFOS (groen). Aangezien PFOS ook opgenomen is in PFAS-som en de individuele richtwaarde contour van PFOS gebaseerd is op een waarde van 3 µg/kg ds is de richtwaarde voor PFAS-som bijgesteld naar de richtwaarde voor PFOS. Dit betekent dat de contour richtwaarde voor PFOS dezelfde is als voor som-PFAS.

In **Illustratie 6-29** zijn de verontreinigingscontouren opgenomen voor PFAS-som kwantitatief in de bodemlaag 0,5–1,0 m-mv.

### Illustratie 6-29 Omvang PFAS-som-verontreiniging (0,5-1,0 m-mv)



Uit **Illustratie 6-29** blijkt, naar analogie met de overige verontreinigingsfiguren, dat de omvang van de contour richtwaarde afneemt met de diepte. Op dit diepteniveau geldt eveneens dat de omvang van de contour richtwaarde voor PFAS-som bijgesteld is naar de contour richtwaarde voor PFOS op hetzelfde diepteniveau.

#### 6.3.3 Verticale afperking PFAS-verontreiniging 3M

Om een inschatting te maken van de verticale verspreiding van de PFAS-bodemverontreiniging zijn in totaal vier dwarsdoorsnede profielen met de concentraties PFOS opgemaakt, naar analogie met de horizontale PFAS-verspreiding waar de contour PFAS gelijkgesteld is aan de contour PFOS. De ligging van de profielen is opgenomen in **Figuur 12** en zijn hieronder weergegeven van **Illustratie 6-30** tot en met **Illustratie 6-33**. Het zijn dezelfde profielen 1 tot en met 4 die eerder besproken zijn in **sectie 6.2.1.4**, waar de verticale PFOS-verdeling is toegelicht.

Alle onderstaande profielen vertrekken vanuit hetzelfde punt, met name A1, gelegen aan de noordzijde van de E34. Ter hoogte van deze zone zijn in boringen die in het kader van bijkomend onderzoek voor de verontreiniging langsheen de Palingbeek een PFOS-impact vastgesteld tot minstens 5 m diep. Deze boringen bevinden zich dan ook vlakbij de 3M-site, en zijn niet representatief voor het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de E34. Bij de bespreking van onderstaande profielen zal bijgevolg niet de diepe verontreiniging besproken worden ten noorden van de E34, maar enkel de globaal voorkomende diepte langsheen het profiel ten zuiden van de E34 voor de zone die het onderwerp uitmaakt van voorliggend BBO. Per profiel is eveneens de overgang

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

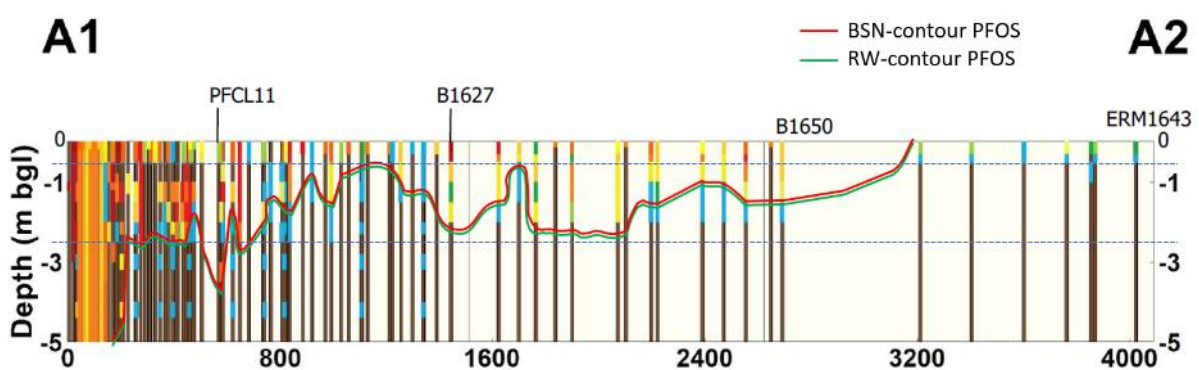
noord/zuidzijde E34 aangeduid, met uitzondering van profiel 1 (sectie A1-A2) dat nagenoeg volledig aan de noordzijde van de E34 is gelegen.

Ter herinnering, volgende legende kan gehanteerd worden voor lezing van de profielen, de volledige legende is terug te vinden op [Figuur 12](#).

Grofweg betekenen de kleuren het volgende:

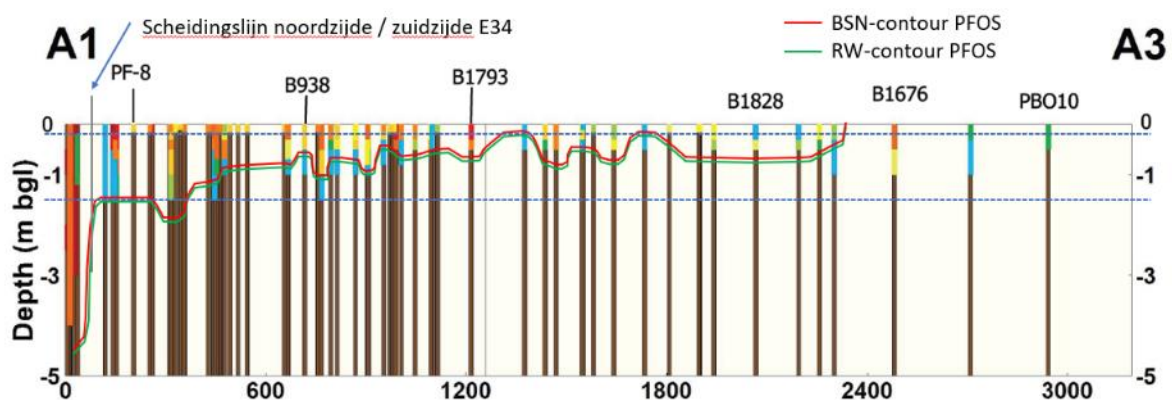
- Blauw: concentratie onder de richtwaarde;
- Groen: concentratie tussen richtwaarde en de bodemsaneringsnorm;
- Geel: concentratie vanaf de bodemsaneringsnorm tot 10 µg/kg ds; en
- Rood: concentratie verloop vanaf 10 µg/kg ds en hoger.

### Illustratie 6-30 Verticale afperking PFAS-profiel 1 (A1-A2)



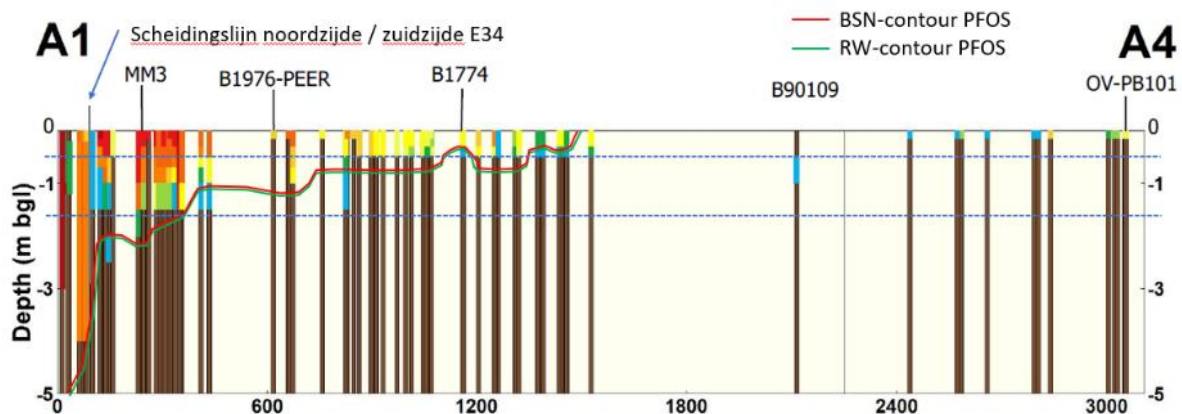
Over het algemeen fluctueert de diepte van de verontreiniging langs profiel A1-A2 tussen 0,6 – 2,5 m. Zoals eerder aangehaald, zijn de diepere verontreinigingen vanaf 1.400 m afstand van de site afkomstig van andere bronnen.

### Illustratie 6-31 Verticale afperking PFAS-profiel 2 (A1-A3)



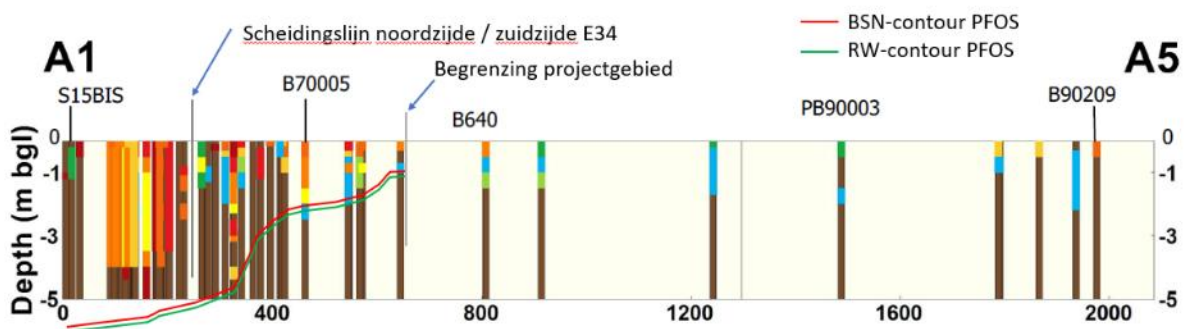
Over het algemeen fluctueert de diepte van de verontreiniging langs profiel A1-A3 tussen 0,2 – 1,5 m.

### Illustratie 6-32 Verticale afperking PFAS-profiel 3 (A1-A4)



Over het algemeen fluctueert de diepte van de verontreiniging langs profiel A1-A4 tussen 0,5 – 1,6 m-mv.

### Illustratie 6-33 Verticale afperking PFAS-profiel 4 (A1-A5)



De diepte van de verontreiniging langs profiel A1-A5 neemt af van >5 m-mv tot ongeveer 1 m-mv ter hoogte van de begrenzing van het projectgebied.

## 6.3.4 Specificaties van de verontreiniging

### 6.3.4.1 Aard van de verontreiniging

Hoewel de OVAM een referentiekader voor PFOS, PFOA en PFAS-som heeft gepubliceerd, blijven deze verbindingen niet-genormeerd aangezien de bodemsaneringsnormen nog steeds voorstellen zijn en niet in het uitvoeringsbesluit Vlarebo zijn en worden opgenomen.

Voor niet-genormeerde parameters moet de aard van de verontreiniging worden bepaald wanneer er een "duidelijke aanwijzing van een ernstige bodemverontreiniging" is. Voor zowel PFOS als PFOA is dit het geval aangezien er al een noodzaak was voor uitvoering van een beschrijvend bodemonderzoek op basis van voorgaande onderzoeken.

De PFAS-verontreiniging houdt verband met de activiteiten van 3M. 3M produceert sinds het midden van de jaren '70 PFAS (waaronder producten die omzetten tot PFOS, en PFOA) in Zwijndrecht. 3M is in 2002 gestopt met de productie van lange ketencomponenten (C8, perfluoro-octanyl). De oorsprong van de PFAS-verontreiniging in het projectgebied van het huidige gefaseerde BBO is voornamelijk in verband te brengen met emissies in de lucht en atmosferische depositie.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

Op basis van informatie van de opdrachtgever, was de productie van PFOA doorgaans beperkt tot één productiecampagne van één week per jaar. Producten die aanleiding geven tot PFOS werden het hele jaar door geproduceerd. Dit verschil in productievolumes komt tot uiting in de omvang van de waargenomen PFOS-concentraties in de bodem, die veel hoger zijn dan voor PFOA.

Op basis van de productieperiode<sup>42</sup> is de PFAS-verontreiniging gemengd, hoofdzakelijk historisch van aard (74%).

#### 6.3.4.2 Verontreinigings-ID

De PFAS-verontreiniging krijgt verontreinigingscode 40<sup>43</sup>. Deze code is niet gewijzigd ten opzichte van het eerste gefaseerd BBO.

#### 6.3.4.3 Bepaling van de noodzaak van sanering

De noodzaak tot sanering van een gemengde, hoofdzakelijk historische en niet-gereguleerde verontreiniging wordt bepaald op basis van een risico-evaluatie. De risico-evaluatie voor PFAS is uitgewerkt in [hoofdstuk 7](#).

### 6.3.5 Inschatting vuilvracht PFAS-verontreiniging 3M

De vuilvrachtinschatting voor de PFAS-verontreiniging binnen de contour richtwaarde is gebeurd op basis van de individuele PFAS-verbindingen PFOS en PFOA. In de inschatting is rekening gehouden met de volgende elementen:

- Er is een opsplitsing gemaakt voor de zone '3M-impact' en de zone boven de richtwaarde, omwille van het verschil in gemiddelde concentratie in beide gebieden. Dit betekent ook dat de zone waar allicht vermenging optreedt volledig wordt meegenomen in de vuilvrachtberekening, zodat de totale vuilvracht vermoedelijk een overschatting is van die vuilvracht die enkel van 3M afkomstig is;
- Enkel de boringen die representatief zijn voor het woon- en landbouwgebied ten zuiden van de E34 zijn mee in deze vuilvrachtberekening opgenomen, zodat op dezelfde manier gewerkt is als het eerste gefaseerd BBO. Wel is voor wat de oppervlakte betreft rekening gehouden met het projectgebied, wat betekent dat deze wel doorloopt ten noorden van de E34;
- De omvang van de richtwaardencontouren voor PFOS en PFOA in de bodemintervallen 0,0-0,5 m-mv, 0,5-1,0 m-mv en >1,5 m-mv; en
- De omvang van de zone waar de 3M-impact zich duidelijk aftekent en waar hogere concentraties PFOS en PFOA voorkomen in de bodemintervallen 0,0-0,5 m-mv, 0,5-1,0 m-mv en >1,5 m-mv. Voor deze zone wordt rekening gehouden met de gemiddelde diepte van 3,2 m-mv voor het diepste interval, wat voornamelijk gebaseerd is op profiel A1-A5.

Binnen deze zones is steeds rekening gehouden met de gemiddelde PFOS- en PFOA-concentraties. Zoals eerder al aangehaald blijkt op basis van de beschikbare informatie dat het aandeel PFAS-precursoren beperkt is, zodat door enkel met PFOS-rekening te houden de vuilvracht voldoende in kaart is gebracht.

De inschatting van de vuilvracht voor respectievelijk PFOS en PFOA is opgenomen in [Tabel 6-2](#) en [Tabel 6-3](#).

<sup>42</sup> De productieperiode liep van 1 juli 1976 (midden jaren 70) tot 1 juli 2002 (stopzetting in 2002).

<sup>43</sup> Elke verontreiniging in grond, grondwater of puur product krijgt een unieke ID volgens de Vlaamse bodemprocedure. Clustering van individuele verbindingen in één ID is toegestaan. Dit ID blijft van toepassing gedurende het gehele traject van onderzoek en sanering om de verontreiniging te kunnen volgen.



**Tabel 6-2 Vuilvrachtinschatting PFOS**

Contourlijnen	Begindiepte (m-mv)	Einddiepte gem. (m-mv)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Bodemvolume (m <sup>3</sup> )	Representatieve conc. (µg/kg ds)	Vuilvracht (kg)
3M-impact zone	0,0	0,5	1.430.500	715.250	24,5	31,5
3M-impact zone	0,5	1,0	1.003.000	501.500	21,0	19,0
3M-impact zone)	1,0	3,2	446.500	982.300	6,6	11,7
RW-contour (incl. BSN-contour)*	0,0	0,5	6.265.000	3.132.500	8,2	46,4
RW-contour (incl. BSN-contour)*	0,5	1,0	1.771.400	885.700	4,2	6,6
RW-contour (incl. BSN-contour)*	1,0	2,0	825.700	825.700	3,2	4,8
<b>Totaal</b>						<b>120,05</b>
Dichtheid bodem (gecompacteerd) = 1.800 kg/m <sup>3</sup>						
* = inclusief vermengde zone						

**Tabel 6-3 Vuilvrachtinschatting PFOA**

Contourlijnen	Begindiepte (m-mv)	Einddiepte gem. (m-mv)	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Bodemvolume (m <sup>3</sup> )	Representatieve conc. (µg/kg ds)	Vuilvracht (kg)
RW-contour (incl. BSN-contour)	0,0	0,5	145.400	72.700	3,2	0,4
RW-contour (incl. BSN-contour)	0,5	1,0	139.250	69.625	2,7	0,3
RW-contour (incl. BSN-contour)	1,0	2,0	51.900	51.900	1,1	0,1
<b>Totaal</b>						<b>0,9</b>
Dichtheid bodem (gecompacteerd) = 1.800 kg/m <sup>3</sup>						

Op basis van de bovenstaande berekening is de vuilvracht voor de PFAS-verontreiniging in de bodem binnen de contour richtwaarde van dit gefaseerde BBO ingeschat op ongeveer 121 kg. De vuilvracht wordt voornamelijk bepaald door de individuele component PFOS in de bovenste bodemlaag 0-0,5 m-mv, met circa 65 % van de totale vuilvracht. Het is belangrijk te noteren dat ongeveer 50 % van de totale PFOS-vuilvracht zich bevindt binnen de zone waar 3M duidelijk de grootste bijdrage in de vastgestelde bodemverontreiniging heeft geleverd (= '3M impact zone'), dewelke substantieel kleiner is in oppervlakte (ongeveer 20%) dan de RW-contour waarbinnen indicaties van vermengde bodemverontreiniging is vastgesteld.

In onderstaande Tabel 6-4 is voorts een onderscheid gemaakt van bovenstaande vuilvracht verdeeld over de 3 zones binnen het projectgebied, met name zone 1A, zone 1B zoals gedefinieerd na het eerste BBO van 10 februari 2022 en het resterende deel binnen de contour richtwaarde. Het verschil tussen de som zone 1A en 1B in onderstaande tabel en wat berekend is voor 3M-impact zone in bovenstaande tabel is te verklaren door het verschil in gemiddelde concentratie voor de verschillende dieptes dat gebruikt is voor de berekeningen. De gemiddelde concentratie in de toplaag voor zone 1A is 34,7 µg/kg ds, terwijl dit voor zone 1B 14,6 µg/kg ds bedraagt.

**Tabel 6-4 Verdeling vuilvracht per zone**

	<b>Zone 1A (in kg)</b>	<b>Zone 1B (in kg)</b>	<b>Contour richtwaarde (in kg)</b>
Profiel 0-0,5 m-mv	19,5	9,1	46,4
Profiel 0,5-1 m-mv	12,4	2,2	6,6
Profiel > 1 m-mv	11,1	0,5	4,8
Totaal:	43,1	11,8	57,9

De berekening bevestigt nogmaals dat de voorziene leeflaagsanering in de zone 1A het overgrote deel van de vuilvracht binnen deze zone zal verwijderen.

Tot slot is de vuilvracht herrekend naar een vuilvracht per km<sup>2</sup> voor de 3 verschillende zones, zone 1A, zone 1B en contour richtwaarde. Met een respectievelijke oppervlakte van 0,624 km<sup>2</sup> en 0,69 km<sup>2</sup> voor zone 1A en 1B, en 6,26 km<sup>2</sup> voor contour richtwaarde zoals weergegeven in Tabel 6-2 komt dit neer op 68,9 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1A, 17,06 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1B en 9,24 kg/km<sup>2</sup> voor de contour richtwaarde. Ook deze berekening geeft duidelijk aan dat veruit de meest vuilvracht aanwezig is in zone 1A en dat de vuilvracht afneemt met toenemende afstand van de 3M-site.

## 6.4 Resultaten grondwateranalyses

### 6.4.1 Inleiding

Voorliggend tweede gefaseerd BBO heeft niet tot doel om de grondwaterverontreiniging met PFAS af te perken of al een uitspraak te formuleren naar saneringsnoodzaak voor grondwater. Dit zal in een volgend gefaseerd BBO worden uitgevoerd. Ook een evaluatie van de relatie grond – grondwater is op dit moment nog niet mogelijk, gelet op de beperkte dataset voor grondwater. De bespreking van de tot op heden gekende PFAS-grondwaterverontreiniging in het onderzoekgebied heeft tot doel om een eerste interpretatie van de verspreiding aan te geven.

### 6.4.2 Interpretatie van PFAS-verbindingen met de voorgestelde bodemsaneringsnormen

Op dit moment zijn er nog geen bodemsaneringsnormen voor PFAS in grondwater in het bodemdecreet opgenomen. Daarom dient gebruik gemaakt te worden van de toetsingswaarden voor PFAS in grondwater opgesteld door de OVAM (dd. 4 april 2022) en van kracht sinds 19 april 2022. In dit document worden voor grondwater volgende bodemsaneringsnormen gebaseerd op de Europese limiet voor drinkwater voorgesteld:

- 0,1 µg/l voor som 20 EU DWRL (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFPeS, PFHxS, PFHpS, PFOS, PFNS, PFDS, PFUnDS, PFDoDS, PFTrDS); en
- 0,5 µg/l voor som totaal PFAS (alle PFAS-componenten volgens het WAC dat van toepassing is tijdens de uitvoering van onderhavig BBO).

Deze waarden worden ook toegepast in het nieuwe normenkader dat op 16 december 2022 door de Vlaamse regering principieel is goedgekeurd, maar nog niet in voege is. Hieruit volgt dat er geen toetsing voor individuele PFAS-stoffen wordt uitgevoerd, maar dat dit op basis van de som wordt gedaan. Hieronder wordt dan ook in eerste instantie de toetsing voor beide sommen (20 PFAS en alle PFAS) besproken voor het ondiepe grondwater, waarna de individuele PFAS-stoffen worden besproken.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

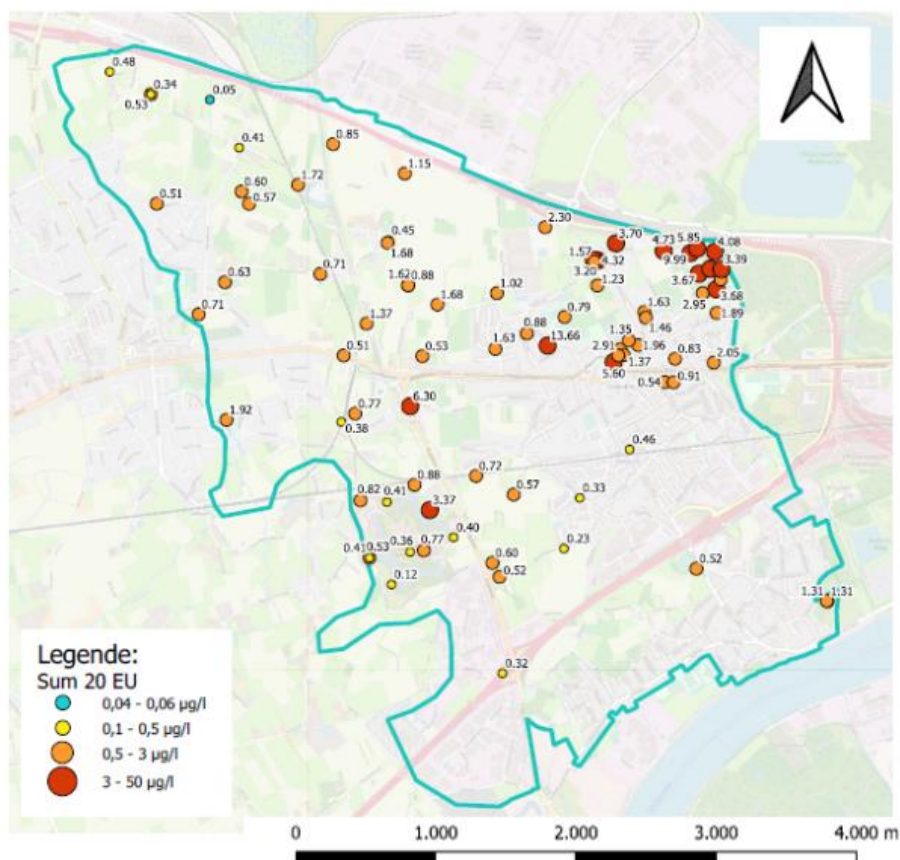
**Illustratie 6-34** geeft de toetsing aan de 20 EU DWRL norm weer. Hieruit blijkt dat binnen het onderzoekgebied er in slechts één van de bemonsterde peilbuizen geen overschrijding van deze norm is gemeten. In alle andere peilbuizen ligt de som 20 PFAS boven 0,1 µg/l. Voor het grootste deel liggen deze overschrijdingen 5 tot 20 keer boven deze norm. Hogere overschrijdingen, met meer dan 30 keer de norm zijn gemeten tot circa 500 m ten zuiden van de 3M-site en op individuele locaties in Zwijndrecht centrum, langs de Krijgsbaan en ter hoogte van Fort Brosius. Er dient opgemerkt te worden dat er vanaf de 3M-site naar het zuiden een sterke afname van de 20 PFAS som concentraties merkbaar is waarna er lokaal in Zwijndrecht centrum opnieuw verhogingen optreden. Dergelijke lokale verhogingen duiden op de aanwezigheid van andere externe PFAS-bronnen die het grondwater hebben geïmpacteerd.

Voor de toetsing aan de norm som totaal PFAS is het beeld gelijkaardig, wat is weergegeven op

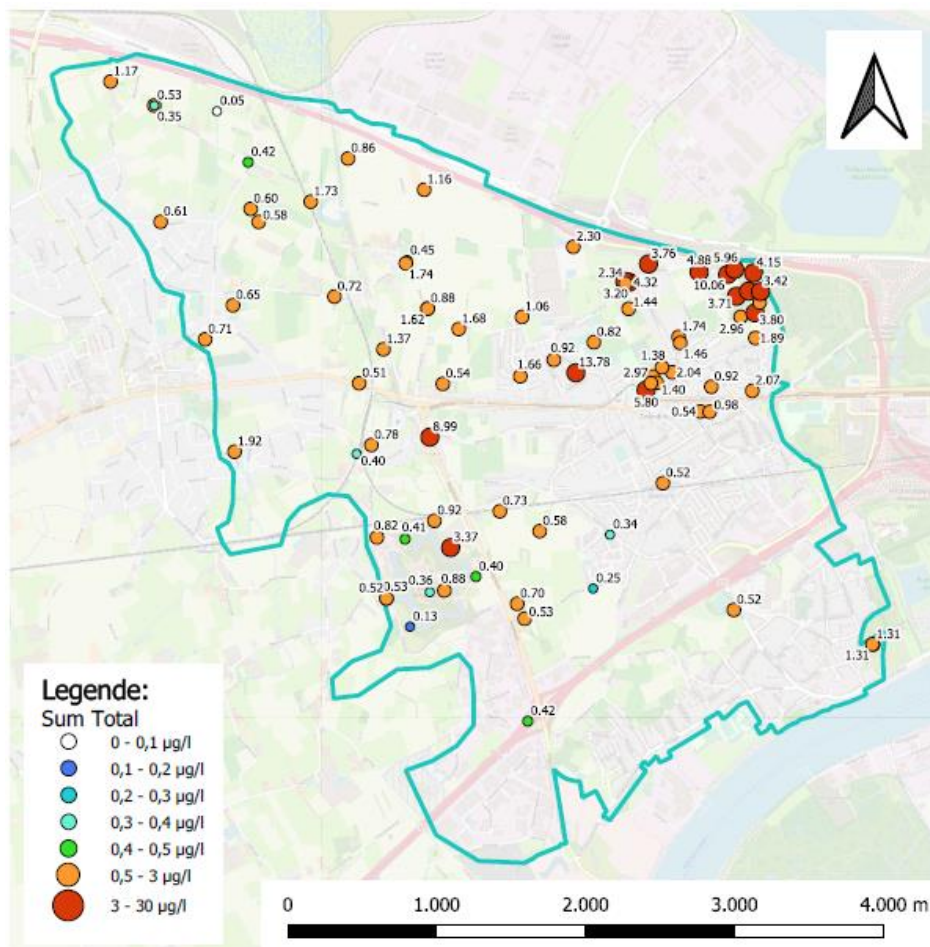
**Illustratie 6-35**. Door de iets hogere toetsingswaarde zijn er meer locaties waar deze somnorm niet is overschreden (in de meest noordwestelijke hoek van het onderzoeksgebied, in en rond fort Brosius, in het zuidelijke deel van het woongebied van Zwijndrecht en ter hoogte van de E17 in het zuidwestelijke deel van het onderzoeksgebied). Zowel ter hoogte van de sterk verhoogde locaties en de overige somconcentraties die de PFAS-som norm overschrijden zijn de gemeten PFAS-somconcentraties vergelijkbaar met deze voor de 20 PFAS som. De bijkomende PFAS (verschil tussen 20 PFAS som en PFAS som) geven geen indicatie voor een andere verspreiding.

Op basis van de beschikbare metingen dient besloten te worden dat voor het ganse onderzoeksgebied de aanwezige PFAS-concentraties de toe te passen grondwaternormen overschrijden. Het is niet mogelijk om binnen dit gebied in deze fase van het onderzoek al een afperkende contour te bepalen.

### Illustratie 6-34 Toetsing 20 EU DWRL



### Illustratie 6-35 Toetsing PFAS-som



#### 6.4.3 Visualisatie van de PFAS-verbindingen

Om een beter inzicht te krijgen in de verdeling van de mogelijke oorsprong en verdeling van PFAS in grondwater zijn in dit hoofdstuk de individuele PFAS-componenten besproken. Gezien hiervoor geen toetsingswaarden bodemsaneringsnorm beschikbaar zijn, is de laagste van de twee grondwaternormen toegepast om een indicatie te krijgen van de impact per PFAS.

In **Figuur 8** is per individuele PFAS de gemeten concentraties in µg/l weergegeven met een opdeling <detectielimiet (DL), >DL, >0,1 µg/l en >1 µg/l. Dit is enkel uitgevoerd voor de individuele PFAS waarvoor de norm van 0,1 µg/l is overschreden. Gelet op de ruimtelijke spreiding kunnen de individuele PFAS in drie groepen opgedeeld worden:

- Stoffen waarvoor enkel verhoogde waarden boven 0,1 µg/l net ten zuiden van de 3M-site zijn gemeten: PFHpS, PFDA, PFNS, PFNA;
- Stoffen waar zowel net ten zuiden van de 3M-site als op andere locaties waarden boven 0,1 µg/l zijn gemeten, met meer verhoogde concentraties ter hoogte van:
  - De 3M-site en het fort Brosius voor PFOS;
  - De 3M-site, Zwijndrecht centrum, de Krijgsbaan en fort Brosius voor PFOA en minder uitgesproken voor PFHpA;
  - De 3M-site en de Krijgsbaan voor PFBSA en PFHxSA;
  - De 3M-site, ten zuiden van de 3M site (max 500 m) en Zwijndrecht centrum voor PFBS;

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

- De 3M-site, Zwijndrecht centrum en de Krijgsbaan voor PFHxS, PFHxA en minder uitgesproken PFPeA en PFPeS;
  - De 3M-site, Zwijndrecht centrum, ten westen van Zwijndrecht centrum en nabij Melsele voor PFBA; en
- Stof waar er net ten zuiden van de 3M-site geen maar op andere locatie wel waarden boven 0,1 µg/l gemeten is: 6:2 FTS.

Op basis van bovenstaande vaststellingen is het op dit moment niet mogelijk om reeds in detail aan te geven welke mogelijke externe bronnen de vastgestelde verontreiniging in grondwater kunnen verklaren. Enerzijds is er nog geen volledig beeld van mogelijke zones waar PFAS is gebruikt (zoals droogkuis, carrosserie, stortplaatsen, branden, brandoefenterreinen, car/truck wash, lekke rioleringen, bemesting, uitrijden slib waterzuivering,...) binnen het projectgebied, anderzijds is het meetnet nog niet voldoende fijnmazig in vergelijking met de reeds beschikbare bodeminformatie en is ook de interactie met oppervlaktewater binnen het projectgebied nog niet duidelijk.

In een volgende fase is het aangewezen om het aantal peilbuizen drastisch uit te breiden en deze in te meten (met inbegrip van de aanwezige grachten en beken) ten opzichte van TAW zodat binnen het projectgebied de grondwaterstroming in detail bepaald kan worden, samen met de mogelijke interactie van het grondwater met het oppervlaktewater.

## 6.5 Bespreking van de voedingsmiddelen voor consumptie

### 6.5.1 PFAS in eieren

**Figuur 10** toont de monsternamelocaties waar zowel eieren als de grond zijn geanalyseerd met als achtergrond de contourenkaart voor PFOS. Per meetpunt zijn de ei-concentraties voor PFOS, PFSA, PFCA en PFAS weergegeven.

Hieruit kunnen volgende zaken worden afgeleid:

- De concentratie aan PFOS en PFSA in de eieren neemt toe hoe dichter men bij de 3M-site komt. Voor PFCA is deze toename minder duidelijk;
- De locaties LA28, LE04 en LI30 bevinden zich in gebieden waar de PFOS-concentraties in grond rond de richtwaarde van 3 µg/kg ds schommelen. De ei-analyses op deze locaties overschrijden de nieuwe Europese norm;
- Op basis van de contour richtwaarde voor de PFAS-verontreiniging liggen de locaties LI30 en ANT133 buiten deze contour. Locatie ANT133 bevindt zich in de buurt van de verontreiniging toegeschreven aan de brand van de directeurswoning op de voormalige Sidal site; en
- De locaties NE18A, NE67, NE88, PO20 en PO238 bevinden zich aan de rand of binnen de contour waar de 3M impact dominant is. Voor de locaties NE67, NE88, PO20 en PO238 blijken de PFCA-concentraties vergelijkbaar te zijn met de PFCA-concentraties voor de meetpunten die verder weg liggen van de 3M-site. Dit is vermoedelijk deels te wijten aan het feit dat PFCA minder goed in het ei worden geaccumuleerd in vergelijking met PFSA. Echter wijst dit er ook op, gezien de meest voorkomende PFCA's goed oplosbaar zijn en dus sneller uit de bodem uitloggen, dat de verhoogde PFCA-concentraties verder weg van de 3M-site wijzen op andere, relatief recente PFAS-bronnen en dus indicatief zijn voor vermenging. Indien PFCA enkel en alleen van de 3M-site afkomstig zou zijn dan zou een vergelijkbare afname met toenemende afstand van de 3M-site analoog met deze geobserveerd voor PFOS moeten worden zijn waargenomen.

## 6.5.2 PFAS in gewassen

### 6.5.2.1 Algemene

#### 6.5.2.2 PFAS in groenten

Onderstaande Tabel 6-5 geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groentegroep weer voor PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, PFBS, PFBA, 4 EFSA, PFAS (som), PFSA (som) en PFCA (som) voor de stalen geanalyseerd in 2022. Ook de EAC van het FAVV is weergegeven, die ERM hanteert als toetsingswaarde. De code van goede praktijk voorziet dat de risico-berekeningen met het S-Risk model dienen uitgevoerd te worden voor PFOS, PFOA, PFSA (som) als PFOS ingevoerd en PFCA (som) als PFOA ingevoerd. PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS en 4 EFSA zijn weergegeven om te kunnen toetsen aan de EAC van het FAVV. PFBS en PFBA zijn weergegeven gelet op de korte keten en goede wateroplosbaarheid om aan te geven welke PFAS naast de 4 EFSA ook preferentieel worden opgenomen. Bij de bepaling van het gemiddelde in onderstaande tabel zijn enkel de metingen boven detectielimiet meegerekend. Dit is een worst case benadering in vergelijking met het FAVV die het gemiddelde bepaalt op basis van alle stalen, wat betekent dat het gemiddelde kleiner wordt naarmate er meer stalen zijn waar geen componenten boven de detectielimiet gemeten zijn. Per parameter is ook aangegeven hoeveel monsters een concentratie boven de detectielimiet hebben. Overschrijdingen van één van de 4 EFSA of de som van de 4 EFSA voor de EAC van het FAVV zijn in vet aangeduid.

**Tabel 6-5 Gemeten PFAS-concentraties per groentengroep**

µg/kg	Bladgewassen				Knolgewassen				Wortelgewassen				Andere gewassen			
# monsters	39				9				7				27			
EAC FAVV (4 EFSA)	0,05				0,08				0,08				0,05			
	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max
PFOS	24	<DL	<b>0,123</b>	<b>0,55</b>	6	<DL	0,064	<b>0,19</b>	2	<DL	0,058	0,076	1	<DL	0,021	0,021
PFOA	4	<DL	0,049	<b>0,083</b>	0	<DL	<DL	<DL	0	<DL	<DL	<DL	1	<DL	0,010	0,010
PFNA	2	<DL	0,027	0,044	0	<DL	<DL	<DL	0	<DL	<DL	<DL	0	<DL	<DL	<DL
PFHxS	1	<DL	0,017	0,021	0	<DL	<DL	<DL	0	<DL	<DL	<DL	0	<DL	<DL	<DL
4 EFSA	27	<DL	0,121	0,55	6	<DL	0,064	0,19	2	<DL	0,058	0,076	2	<DL	0,016	0,021
PFBS	18	<DL	0,217	0,88	0	<DL	<DL	<DL	3	<DL	0,065	0,080	6	<DL	0,173	0,540
PFBA	3*	<DL*	0,803	1,89	1*	<DL*	0,83	0,83	0*	n.a.	n.a.	n.a.	2*	n.a.	0,462	0,691
PFAS (som)	30	<DL	0,347	2,76	6	<DL	0,16	0,83	4	<DL	0,096	0,155	10	<DL	0,25	0,81
PFSA (som)	29	<DL	0,239	1,00	6	<DL	0,064	0,19	4	<DL	0,078	0,096	7	<DL	0,176	0,561
PFCA (som)	8	<DL	0,434	2,25	1	<DL	0,83	0,83	1	<DL	0,075	0,075	9	<DL	0,19	0,70

Zoals eerder al toegelicht is PFBA niet in alle groentemonsters gekwantificeerd. In het labo Sciensano is namelijk vastgesteld dat het gemeten signaal voor PFBA niet eenduidig aan het geanalyseerde staal kon worden toegewezen en dat er mogelijk een verhoging door een labotoestelstoring is. Gelet op de goede wateroplosbaarheid van PFBA en daardoor de betere opname in planten, is PFBA vermoedelijk wel aanwezig in de monsters waar deze parameter niet gekwantificeerd is.

Op basis van de uitgevoerde groenteanalyses komen volgende waarnemingen naar voor:

- Voor de bladgewassen en de knolgewassen blijkt in de meeste gevallen PFOS geanalyseerd te worden, terwijl dit voor de wortelgewassen en andere gewassen niet het geval is.
- PFOA is enkel boven detectielimiet gemeten in de gewasgroepen waar een grote dataset voor is geanalyseerd (meer dan 20 monsters);
- Er zijn voor PFNA en PFHxS enkel meetbare concentraties bij de bladgewassen vastgesteld;
- Wanneer PFBA kan worden gemeten, worden voor deze stof de hoogste concentraties van alle gemeten individuele PFAS gerapporteerd. Voor PFBS wordt hetzelfde vastgesteld, maar dan wel lagere concentraties in vergelijking met PFBA. PFBA en PFBS zijn niet mee opgenomen in de 4 EFSA; en
- Overschrijdingen van de EAC's van het FAVV voor de 4 EFSA wordt vastgesteld in 41% van de analyses op bladgewassen, in 11% van de analyses op knolgewassen. Voor de wortelgewassen en andere gewassen zijn de EAC's niet overschreden.

Uit de verzamelde metingen blijkt dat de belangrijkste PFAS aanwezig in groenten PFBA (wanneer de stof gemeten kan worden) en in minder mate PFBS zijn. In bladgewassen zijn daarnaast ook PFOS, PFHxS, PFOA, PFPeA en PFNA gemeten. Voor de wortelgewassen is dit enigszins vergelijkbaar. Alhoewel PFBA hier niet kon gemeten worden, zijn ook hier PFOS en PFPeA gemeten. In de knolgewassen is PFBS niet gedetecteerd, enkel PFOS en PFBA zijn gemeten. Voor de andere groentegewassen wordt weinig PFOS en PFOA gedetecteerd en vormt PFBA de hoofdbrok gevolgd door PFBS. Daarnaast zijn ook PFHxS en PFPeA in deze gewassen gemeten. Voor wat de groenten algemeen betreft kan gesteld worden dat PFBA, PFBS, PFOS, PFOA, PFHxS, PFPeA en PFNA de enige detecteerbare PFAS zijn. Er zijn dan ook geen precursoren (analyse uitgevoerd op (N)EtPFOSA, EtPFOSAA, MePFOSA en MePFOSAA) in de geanalyseerde groenten gedetecteerd.

In de Europese normen voor PFAS in voedselproducten die van 1 januari 2023 van toepassing zullen zijn, zijn geen normen voor groenten opgenomen. Er kan dus voor groenten nog niet bepaald worden of deze voldoen aan de normen voor voedselveiligheid. De overschrijdingen van de EAC's zijn indicatief voor een mogelijke verhoogde inname van PFAS ten opzichte van de 4 EFSA. De EAC's kunnen voor groenten aangewend worden als een eerste screening om aan te geven dat er mogelijk een risico uitgaat van de gemeten concentraties, rekening houdend met de EFSA 2020 GGW.

**Figuur 10** tonen de verspreiding van de bladgewassen en knolgewassen getoetst aan de EAC's van het FAVV. De overschrijdingen zijn in rood aangegeven.

Hieruit blijkt dat voor de bladgewassen er geen eenduidige relatie is tussen verhoogde concentraties voor de 4 EFSA in het gewas en de concentraties in de grond. Er komen overschrijdingen van de EAC voor in zowel gebieden met lage als een hoge verontreinigingsgraad en omgekeerd wordt hetzelfde vastgesteld voor de niet overschrijdingen van de EAC. Er kan ook geen link gelegd worden tussen de grootte van de gemeten concentratie in het bladgewas en de verontreinigingsgraad in de bodem.

Bij de knolgewassen is er slechts één overschrijding van de EAC gemeten. Het betreft een meting binnen de 3M impact contour. Hiervan kan evenwel niets uit afgeleid worden omdat er binnen deze contour nog twee andere metingen zijn waar respectievelijk geen overschrijding van de EAC en een waarde onder detectielimiet zijn gemeten. Net als voor de bladgewassen geldt ook dat er voor de



knolgewassen geen eenduidige link kan gelegd worden tussen de verontreinigingsgraad van de bodem en de concentraties gemeten in de gewassen voor de 4 EFSA parameters.

Uit de spreiding van de metingen op basis van de PFSA (som), PFCA (som) en PFAS (som) concentraties komt het volgende naar voor:

- Voor bladgewassen zijn de hoogste PFAS (som) en PFSA (som) concentraties gemeten ter hoogte van meetlocatie SM11. Deze ligt het meest westelijke in de vermengde zone (co-mingling) tussen de 3M impact contour en de richtwaarde contour. Zowel in de 3M impact contour als meer ten zuiden naar de grenswaarde contour zijn PFAS (som) concentraties gemeten boven 0,4 µg/kg ns, maar evengoed concentraties beneden de detectielimiet. De PFCA (som) concentraties voor de bladgroenten liggen overwegend rond of beneden de detectielimiet;
- Voor de knolgewassen zijn de hoogste PFAS (som) concentraties binnen de 3M impact contour gemeten. Hierbij wordt voor beide monsters (MO157 en BL21) een duidelijk verschil vastgesteld. In monster MO157 zijn het enkel PFSA's die de totale PFAS-concentratie vormen, terwijl het in monster BL21 enkel PFCA's zijn. Hieruit blijkt dat er geen eenduidige opname van PFAS plaatsvindt. Buiten de 3M impact contour en binnen de richtwaarde contour worden alle gemeten PFAS (som) concentraties door PFSA's gevormd;
- Voor de wortelgewassen is de hoogste PFAS (som) concentratie ook binnen de 3M impact contour gemeten. Deze bestaat ook volledig uit PFSA. Dit blijkt ook zo te zijn voor de overige wortelgewassen waar PFAS boven de detectielimiet zijn gemeten. Gelet op de beperkte dataset kan voor de wortelgewassen ook niet eenduidig een relatie tussen de verontreinigingsgraad van de grond en de concentratie gemeten in de gewassen worden bepaald; en
- Voor de andere groentegewassen zijn de hoogste PFAS-concentraties buiten de 3M impact contour gemeten (locaties SM11 en HG16). Binnen de 3M impact contour vormen PFSA's de totale gemeten PFAS-concentratie terwijl buiten de 3M impact contour dit hoofdzakelijk PFCA's zijn.

De vakliteratuur geeft aan dat in bladgroenten PFOS voornamelijk in de wortels wordt aangetroffen, veel minder in het blad zelf. Voornamelijk zuren rijken aan in het blad (PFBA, PFPeA, PFHxA & PFOA) en ook PFBS als sulfonzuur. Dit doet vermoeden dat er mogelijks kruiscontaminatie is vanuit stofpartikels op de bladgewassen, ondanks de labo-voorbehandeling waarbij de (blad)groenten zijn gewassen.

### 6.5.2.3 PFAS in fruit

Tijdens het 1<sup>ste</sup> gefaseerde BBO is fruit uit verschillende moestuinen verzameld en op PFAS geanalyseerd. De detectielimiet voor die eerste analyses bedroeg 0,5 µg/kg ng. Deze waarde ligt 10 keer hoger dan de EAC van 0,04 µg/kg ng bepaald door het FAVV in de spoedraadgeving van 2021. Daarom is voor voorliggend 2<sup>de</sup> gBBO een nieuwe monsternamen campagne uitgevoerd waarbij de fruitmonsters door een ander labo zijn geanalyseerd met een detectielimiet van 0,02 tot 0,05 µg/kg ng.

De methodiek voor de monsternamen en analyses is in [sectie 4.3](#) besproken.

Onderstaande [Tabel 6-6](#) geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groep weer voor PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, PFBS, PFBA, 4 EFSA, PFAS (som), PFSA (som) en PFCA (som). Ook de EAC van het FAVV is weergegeven. De code van goede praktijk voorziet dat de risicoberekeningen met het S-Risk model dienen uitgevoerd te worden voor PFOS, PFOA, PFSA (som) als PFOS ingevoerd en PFCA (som) als PFOA ingevoerd. PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS en 4 EFSA zijn weergegeven om te kunnen toetsen aan de EAC van het FAVV. PFBS en PFBA zijn weergegeven gelet op de korte keten en goede wateroplosbaarheid om aan te geven welke PFAS naast de 4 EFSA ook preferentieel worden opgenomen.

Naar analogie met groenten, zijn bij de bepaling van het gemiddelde in onderstaande tabel enkel de metingen boven detectielimiet meegerekend. Per parameter is ook aangegeven hoeveel monsters een concentratie boven de detectielimiet hebben. Overschrijdingen van één van de 4 EFSA of de som van de 4 EFSA voor de EAC van het FAVV zijn in het vet aangeduid.

**Tabel 6-6 Gemeten PFAS-concentraties in de fruitmonsters**

<b>µg/kg</b>	<b>Fruit</b>			
<b># monsters</b>	<b>32</b>			
<b>EAC FAVV (4 EFSA)</b>	<b>0,04</b>			
	# >DL	Min	Gemid	Max
PFOS	3	<DL	<b>0,062</b>	<b>0,140</b>
PFOA	0	<DL	<DL	<DL
PFNA	0	<DL	<DL	<DL
PFHxS	0	<DL	<DL	<DL
4 EFSA	3	<DL	0,062	0,140
PFBS	2	<DL	0,093	0,095
PFBA	1*	0,55*	0,55*	0,55*
PFAS (som)	8	<DL	0,170	0,550
PFSA (som)	3	<DL	0,124	0,235
PFCA (som)	6	<DL	0,164	0,550

\* PFBA is slechts in één staal gemeten.

Voor alle andere monsters is deze meting niet uitgevoerd. In het labo werd namelijk vastgesteld dat het gemeten signaal voor PFBA niet eenduidig aan het geanalyseerde staal kon worden toegewezen en dat er mogelijk een verhoging door een toestelstoring werd gemeten. Daarom zijn mogelijk de gerapporteerde resultaten voor PFBA in het fruit in het algemeen onderbelicht. Gelet op de goede wateroplosbaarheid van PFBA en daardoor de makkelijke opname in planten, is het aandeel PFBA in de geanalyseerde gewassen vermoedelijk groter. Om deze mogelijke onderschatting van het PFBA-gehalte in fruit te ondervangen is in de verdere risico-evaluatie naast de evaluatie voor de gemiddelde fruitconcentraties eenzelfde evaluatie voor de maximale gemeten concentraties uitgevoerd.

Uit deze analyses blijkt dat in slechts 19% van de geanalyseerde fruitmonsters PFAS zijn gedetecteerd. In één van de drie monsters waar PFOS is gemeten, overschrijdt de gemeten concentratie de EAC van het FAVV, met name op locatie NE67. Van de PFSA's is er naast PFOS ook sporadisch PFBS gemeten (6% van de monsters). PFOA is in geen enkel staal gemeten. Van de PFCA's zijn PFBA (3% van de monsters, zie bemerking hiervoor) PFPeA (13% van de monsters) en PFHxA (3% van de monsters) gemeten.

VITO heeft in opdracht van AZG op basis van analyseverslagen van appelsap van Velt de Poldertuin boomgaard (onder beheer Velt vzw) te Zwijndrecht op 6 december 2022 een evaluatie uitgevoerd. In totaal zijn 3 monsters genomen waarin volgende gemiddelde concentraties zijn gemeten: PFBA 1657 ng/l, PFPeA 42,8 ng/l en PFOA 107 ng/l. Deze metingen geven aan dat het aandeel in de fruitanalyses voor dit gefaseerd BBO voor PFBA mogelijk zijn onderschat. De meting van PFPeA in het appelsap sluit aan bij de fruitanalyses. Deze voor PFOA echter niet, gezien PFOA niet is gedetecteerd in de fruitanalyses.

Op basis van de uitgevoerde analyses zijn in 25% van de monsters één of meerdere PFAS gemeten met een concentratie boven de detectielimiet. De locaties waar deze monsters zijn genomen liggen voornamelijk binnen de 3M impact contour. Van deze 6 locaties met gemeten PFAS-concentraties

liggen er 5 binnen de 3M impact contour. Eén locatie (BE38) bevindt zich langs de richtwaarde contour. Op deze locatie is de PFAS-concentratie in peren gemeten. Enkel ter hoogte van locatie NE67 zijn er PFSA's in het fruit gemeten. In de 4 andere locaties zijn er enkel PFCA's gemeten. Op basis van deze metingen zou men kunnen vermoeden dat de hogere verontreinigingsgraad van de bodem aanleiding kan geven tot verhoogde PFAS-concentraties in het fruit. Dit is evenwel niet eenduidig, gelet op het feit dat er in de 3M impact zone in 7 van de 14 monsters geen PFAS zijn gemeten. Appel- en perenbomen wortelen dieper dan kleinfruit zoals frambozen of aardbeien. Bomen zullen makkelijker grondwater opnemen en de daar aanwezige PFAS, terwijl kleinfruit eerder de opgeloste PFAS in het poriënwater van de onverzadigde bodem zullen opnemen. Het is dan ook aangeraden om de relatie van PFAS in fruit en de verontreinigingsgraad na te gaan op het vlak van de grondwaterverontreiniging en eventueel de opgeloste PFAS in het poriënwater. De concentraties in het poriënwater zullen ook bepalend zijn voor de concentraties in groenten. Uiteraard zal de kwaliteit van het irrigatie-/sproeiwater mede bepalend zijn voor welke opgeloste PFAS door planten kunnen worden opgenomen.

#### 6.5.2.4 PFAS in voedergewassen

Naast groenten en fruit zijn ook voedergewassen bemonsterd en op PFAS geanalyseerd. Het betreft gras en mais. Het gras is afgeknipt en ongewassen geanalyseerd. Eventuele grondpartikels op het gras zijn dan mee geanalyseerd. Op deze wijze wordt het grazen van vee gesimuleerd wat toelaat om de doorvergifting vanuit het veevoeder naar het vee en de dierlijke producten in te schatten.

De methodiek voor de monsternamen en analyses is verder in detail in [sectie 4.3](#) besproken.

Onderstaande [Tabel 6-7](#) geeft de spreiding van de gemeten concentraties per groep weer voor PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS, PFBS, PFBA, 4 EFSA, PFAS (som), PFSA (som) en PFCA (som). Ook de EAC van het FAVV is weergegeven. De code van goede praktijk voorziet dat de risico-berekeningen met het S-Risk model dienen uitgevoerd te worden voor PFOS, PFOA, PFSA (som) als PFOS ingevoerd en PFCA (som) als PFOA ingevoerd. PFBS en PFBA zijn eveneens weergegeven om aan te geven welke PFAS naast de 4 EFSA ook preferentieel worden opgenomen. Naar analogie met groenten en fruit, zijn bij de bepaling van de gemiddelde in onderstaande tabel enkel de metingen boven detectielimiet meegerekend. Per parameter is ook aangegeven hoeveel monsters een concentratie boven de detectielimiet hebben.

**Tabel 6-7 Gemeten PFAS-concentraties in voedergewassen**

µg/kg	Gras				Mais			
	# monsters	17				28		
	# >DL	Min	Gemid	Max	# >DL	Min	Gemid	Max
PFOS	17	0,026	0,131	0,320	1	<DL	0,020	0,020
PFOA	13	<DL	0,028	0,087	12	<DL	0,019	0,037
PFNA	7	<DL	0,008	0,013	19	<DL	0,013	0,033
PFHxS	10	<DL	0,082	0,259	0	<DL	<DL	<DL
4 EFSA	17	0,031	0,203	0,675	19	<DL	0,018	0,070
PFBS	17	0,022	0,279	1,55	0	<DL	<DL	<DL
PFBA	17	0,187	2,59	18,5	2	<DL	0,131	0,142
PFAS (som)	17	0,301	3,148	19,7	21	<DL	1,95	52,8
PFSA (som)	17	0,076	0,458	2,13	2	<DL	0,046	1,28
PFCA (som)	17	0,200	2,69	19,1	20	<DL	1,91	52,8

In alle grasanalyses is PFOS gedetecteerd. Ook PFBS en PFBA blijken in alle grasmonsters gemeten te zijn. Daarnaast wordt PFOA in 76%, PFHxS in 59%, PFNA in 41% en PFPeA in 19% van de geanalyseerde grasmonsters gedetecteerd. Andere PFAS zijn niet boven de detectielimiet gemeten. De aanwezigheid van PFOS in alle grasmonsters geeft aan dat er inderdaad grondpartikels op het gras bij analyse aanwezig waren. PFOS is in de grond de dominante PFAS-component. Echter in gewassen monsters is dit niet het geval. Daarom kan de gemeten PFOS toegeschreven worden aan de aanwezigheid van grondpartikels op het geanalyseerde gras. Ook PFBS en PFBA zijn in alle grasmonsters gemeten. Deze zijn niet dominant in de bodem aanwezig. Ze worden wel gekenmerkt door een goede oplosbaarheid. Ze zullen deels ook opgenomen worden door de plant. Langs de andere kant kunnen ze ook via neerslag en opspattend water op het gras terecht komen. Ze blijken effectief in depositie dominant aanwezig te zijn (zie studie VITO besproken in [sectie 7.4.1](#)). In tegenstelling tot de groenten en het fruit zijn de grasmonsters niet gewassen voor analyse. Bijgevolg zijn eventuele PFAS die via de waterfase op het gras zijn terecht gekomen niet afgewassen. PFBA vormt ook de bulk (van 46% tot 94%) van de PFAS die in de grasmonsters zijn gemeten.

In alle maismonsters is slechts in één staal (B1733) PFOS gedetecteerd. PFOA blijkt in de mais meer (in 43% van de monsters) te worden gemeten. PFNA wordt het meest (in 68% van de monsters) gemeten. Dit is vermoedelijk te verklaren door de lagere detectielimiet van 0,005 µg/kg ng voor PFNA in vergelijking met de detectielimieten van 0,01, 0,1, 0,3, 0,5 en 1,0 µg/kg ng voor de andere PFAS. Dit verschil in detectielimieten geeft mogelijk een vertekend beeld van de aanwezige PFAS. Echter voor de 4 EFSA liggen de detectielimieten voldoende laag 0,01 µg/kg ng of lager om ze onderling te kunnen vergelijken. PFBA lijkt maar beperkt aanwezig (in 7% van de monsters), maar dit is mogelijk een gevolg van de hogere detectielimiet van 0,1 µg/kg ng. In de monsters waar PFBA is gemeten zijn geen PFOS of PFOA gemeten. De precursor NMePFOSA is in het staal B1715-MAIS gedetecteerd. In het staal B1733-MAIS is een zeer hoge 6:2 FTS-concentratie van 52,3 µg/kg ng gemeten, en werd er ook 4:2 FTS gedetecteerd.

**Tabel 6-7** geeft voor respectievelijk gras en mais de gemeten PFSA (som), PFCA (som) en PFAS (som) concentraties ter hoogte van de monsterlocaties weer.

De hoogste PFAS (som) concentratie (19,7 µg/kg ng) in een grasstaal is ter hoogte van locatie B1717-GRAS gemeten. Deze locatie ligt 2,5 km ten zuidwesten van de 3M-site. Grasanalyses tussen dit punt en de 3M-site in de vermengde zone liggen circa 10 keer lager. Binnen de 3M impact contour liggen de PFAS (som) concentraties tussen 1,06 en 6,73 µg/kg ng. De meest zuidelijke grasmonsters (B1967-GRAS, B1966-GRAS en B1970-GRAS) nabij de E17 hebben gelijkaardige concentraties als deze gemeten binnen de 3M impact contour. Uit deze spreiding van de metingen blijkt dat voor het gras de PFAS-spreiding niet samenvalt met de verontreinigingsgraad van de grond. Er worden verhoogde PFAS-concentraties in het gras gemeten vergelijkbaar met deze die het dichtst bij de 3M-site worden gemeten in een zone waar de PFAS-grondconcentraties onder de richtwaarde van 8 µg/kg ds liggen.

Uit de maisanalyses blijkt de hoogste PFAS (som) concentratie (52,8 mg/kg ng) gemeten ter hoogte van locatie B1733-MAIS circa 500 m ten oosten van het Fort Brosius. Dit staal wordt gekenmerkt door een hoge 6:2 FTS-concentratie. Ook 4:2 FTS en PFOS zijn in dit staal gemeten. Deze stoffen zijn in geen andere maismonsters gemeten. Deze parameters wijzen op een andere PFAS-bron dan 3M gezien 3M te Zwijndrecht geen telomeren heeft geproduceerd en de aanwezigheid van telomeren vastgesteld is in de directe omgeving van de 3M fabriek, waar in het verleden vergelijkende blusschuim testen (met telomeren) werden uitgevoerd. De overige maisanalyses tonen geen verhoogde waarden in functie van de verontreinigingsgraad van de grond. Er is ook geen verhoging van maisconcentraties in de richting van de 3M-site merkbaar. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er geen maisanalyses beschikbaar zijn binnen de 3M impact contour.

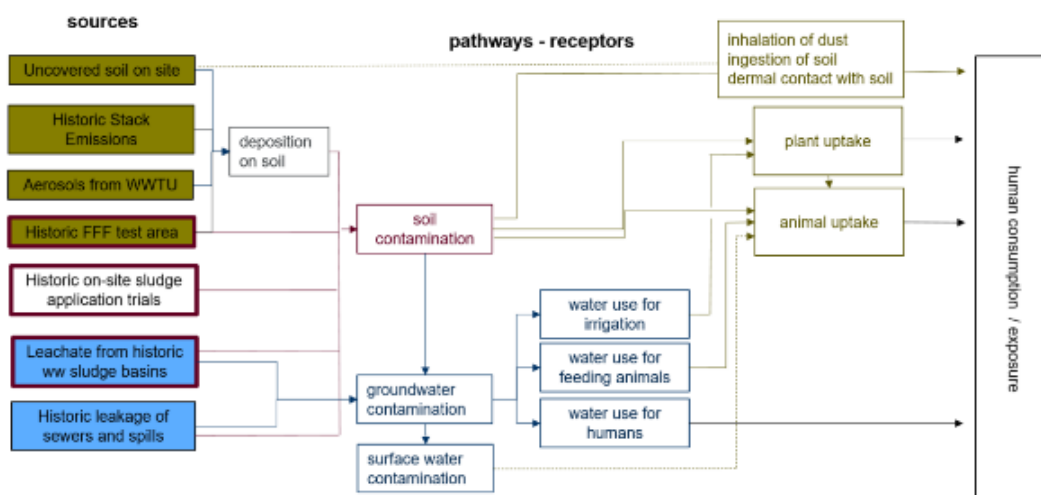
## 6.6 Conceptueel site model (CSM)

Het conceptuele site model voor de PFAS-verontreiniging is weergegeven in onderstaande **Illustratie 6-36**. Het conceptuele site model illustreert de bronnen van de verontreiniging, de blootstellingsroutes en de uiteindelijke receptoren.

De bronnen die op de 3M-site zijn geïdentificeerd en die hebben bijgedragen tot de migratie in de bodem buiten de site, zijn hieronder in het groen aangegeven, namelijk onbedekte bodem op de site, historische emissies uit de schouwen, aerosolen van de waterzuiveringsinstallatie (WZI) en de voormalige testzone voor blusschuim voor brandbestrijding. Zoals eerder in **sectie 6.2.6** al aangegeven zijn de aerosolen van de blusschuimtesten veruit de belangrijkste factor die bijgedragen hebben tot de verspreiding van de aangetroffen PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde. In mindere mate, maar volgens hetzelfde principe geldt dat ook voor de aerosolen van de waterzuivering. Voor de zwaardere componenten, zoals PFOS die dominant in het projectgebied aanwezig is, hebben historische emissies uit de schouwen nauwelijks of niet gespeeld, aangezien deze niet meer aanwezig waren in de gassen die tot -70°C werden afgekoeld.

De andere brongebieden zijn eerder gelinkt met verontreinigingen die op het terrein aanwezig zijn. Een nadere verduidelijking van deze bronnen is te vinden in het BBO-rapport van 2006.

**Illustratie 6-36 Conceptueel site model**



Naast het bovenstaande kan de aanwezigheid van met PFAS verontreinigde sedimenten in het projectgebied niet worden uitgesloten. Bij het verwijderen/afgraven van sedimenten was het in het verleden gebruikelijk om de sedimenten op de oevers naast het oppervlaktewater uit te spreiden. In het geval van verontreinigde sedimenten kan deze werkwijze een plaatselijke verontreiniging in de bodem hebben veroorzaakt.

## 6.7 Algemene conclusie

Op basis van de informatie besproken in Hoofdstuk 4 en de evaluatie van de gegevens in dit hoofdstuk worden de volgende algemene conclusies getrokken:

- De historische bronnen voor de PFOS-verontreiniging (productie stopgezet in 2002) in het vaste deel van de aarde zijn voornamelijk toe te schrijven aan de blusschuim testen, maar ook door de emissies via schouwen en aerosolen afkomstig van de waterzuivering;

- Binnen de groep van PFAS-verbindingen is PFOS veruit de meest dominant aanwezige component, zowel in percentage verhoogde meetresultaten als in absolute concentratie, gevolgd door PFOA;
- De beschikbare gegevens binnen de studiezaak van dit beschrijvend bodemonderzoek, met inbegrip van de resultaten binnen het bredere projectgebied waaronder het lopende BBO-natuurgebied Blokbersdijk en de staalnames langs het Scheldepad, geven aan dat de PFOS-bodemimpact gerelateerd met 3M zich grotendeels uitstrekt tot een gebied van ongeveer 1.250 à 1.500 m rond de fabriekssite, de zogenaamde 3M impact zone. Deze perimeter komt ook vrij goed overeen met de beschikbare indicatieve atmosferische depositiemodeleringen uitgevoerd door Arche (2022), Vito (2022) en Protec (1999); ;
- De analyseresultaten voor de geteste PFOS-precursoren laten vermoeden dat het huidige PFOS-verontreinigingsbeeld niet sterk zal wijzigen in de toekomst. Er worden slechts in een beperkt aantal bodemstalen nog PFOS-precursoren aangetroffen. Het analyseren van de nog niet geteste precursoren zoals EtFOSE en MeFOSE, die door Arcadis in het oorspronkelijke BBO (2006) werd aangetroffen op de fabriek kan eventueel overwogen worden in een volgende onderzoeksfase. Gelet op de stopzetting van de C8 PFAS-productie meer dan 20 jaar geleden en het feit dat deze precursoren onder aerobe omstandigheden degraderen, is het weinig waarschijnlijk dat deze producten nog in significante bodemconcentraties zullen worden aangetroffen;
- De maximale verspreiding van de PFAS-bodemverontreiniging tot aan de contour richtwaarde bedraagt ongeveer 3.250 m in zuidwestelijke richting. De verspreiding in deze richting is tegen de overwegend heersende windrichting in;
- De resultaten verzameld tijdens deze fase van het gefaseerd BBO bevestigen dat de woon- en landbouwgebieden in de directe omgeving van de 3M-site, gelegen langs de Neerstraat, de Polderstraat & de Molenstraat, de meest verhoogde PFAS-grondconcentraties vertonen, met hogere concentraties in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv). Dit gebied is gekend als zone 1A, en voor deze meest geïmpacteerd zone is er in november 2022 een saneringsproject goedgekeurd dan later dit jaar in uitvoering zal gaan;
- Uit het onderzoek blijkt dat de concentraties aan PFOS (en andere PFAS), gemeten in de bovenste bodemlaag, (exponentieel) afnemen met de afstand tot de 3M-site om op grotere afstand van de fabriek opnieuw toe te nemen. Dit is een indicatie van bijmenging van bodemverontreiniging ontstaan door andere bronnen. De zone waar deze indicaties aanwezig zijn wordt als co-mingling zone genoemd. Meer specifiek, dit is dus een zone waar het vermoeden bestaat dat er naast de PFAS-impact afkomstig van de 3M fabriek mogelijk ook andere bronnen kunnen hebben bijgedragen. Er zijn momenteel reeds verschillende 'lines of evidence' die deze aanwezigheid van vermenging waarschijnlijk maken, er is echter nog bijkomend onderzoek vereist om deze mogelijke externe PFAS-bronnen verder in kaart te brengen en de relevantie ervan te bevestigen. Dit zal gebeuren in de volgende fase van gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek dat eind 2023 zou moeten zijn afgerond;
- Voorbij deze co-mingling zone zijn er andere PFAS-verontreinigde zones aangetoond, maar die zijn niet gerelateerd aan activiteiten van de 3M-site. Een aantal van deze externe PFAS-bronnen zijn reeds gerapporteerd in bodemdossiers die zijn ingediend bij de OVAM;
- Op basis van de verzamelde PFOS- en PFOA-concentraties is een inschatting gemaakt van de vuilvracht aan PFAS binnen de afbakeningscontour richtwaarde. Deze vuilvracht is berekend op ongeveer 121 kg. Wanneer per deelzone dezelfde oefening wordt gemaakt, dan is de vuilvracht voor zone 1A berekend op ongeveer 43,1 kg, voor zone 1B op ongeveer 11,8 kg en voor het resterende deel binnen de afbakeningscontour richtwaarde, met name de zone met vermengde PFAS-verontreiniging, ongeveer 57,9 kg. Gelieve te noteren dat deze laatste zone qua oppervlakte ongeveer 10 keer groter is dan de meest geïmpacteerd zone 1A. De vuilvracht

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de bodem

herrekend naar de oppervlakte van elke zone komt neer op 68,9 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1A, 17,06 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1B en 9,24 kg/km<sup>2</sup> voor de contour richtwaarde;

- De densiteit van het grondwateronderzoek binnen het huidige gefaseerde BBO is momenteel beperkt in vergelijking met het bodemonderzoek. De gemeten concentraties 'overschrijden de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor 'som 20 EU DWRL' en 'som-totaal-PFAS'. Uit de beperkte set grondwatermetingen blijkt dat de meest dominante verontreinigingen in het grondwater betrekking hebben op de individuele PFAS-componenten PFBA, PFBS, PFHxA, PFHxS, PFOA en PFOS. Deze zes componenten zijn in meer dan 80% van de geanalyseerde grondwatermonsters gemeten in een concentratie hoger dan 1 µg/l (of 10 keer de grondwaternorm EU 20 DWRL). In een volgende fase dient verder onderzoek te worden verricht naar verdere afbakening en (bron)karakterisatie, en naar de interactie tussen de verontreinigde bodem, het oppervlaktewater en het freatische grondwater; en
- De resultaten van de uitgevoerde bemonsteringscampagne duiden op de aanwezigheid van sommige PFAS-verbindingen in enkele van de geteste groenten en voedergewassen. De meest voorkomende PFAS-verbindingen die werden gedetecteerd zijn PFBA, PFOS, PFBS en PFPeA. De gemeten gehalten zijn meestal niet hoger dan 0,5 µg/kg (of ng/g). Het perfluorbutaan zuur (PFBA) en perfluorbutaansulfonzuur (PFBS) blijkt het best te worden opgenomen in de planten. Er dient echter te worden opgemerkt dat Sciensano door toestelinterferentie geen PFBA kon kwantificeren, enkel Eurofins heeft voor PFBA een resultaat gerapporteerd. De preferentiële aanwezigheid van de C4 PFAS verbindingen in gewassen is in menig wetenschappelijke publicaties bevestigd. Het is opvallend dat de hogere PFAS-concentraties worden gemeten in groenten die vallen onder de groep bladgewassen. De geteste fruitmonsters vertonen aanzienlijk lagere PFAS-concentraties, met PFBA (indien gerapporteerd), PFPeA en PFOS als belangrijkste aangetroffen PFAS-verbindingen. Voor sommige geteste gewassen (bladgewassen en fruit) is de door het FAVV voorgestelde EAC-waarde<sup>44</sup> overschreden, noteer dat ERM deze in het gewijzigd gefaseerd BBO enkel hanteert als indicatieve screening waarde. De verhoogde PFAS-detecties zijn niet alleen aangetroffen in de 3M impact zone, ook in de zone met vermeende vermengde bodemverontreiniging zijn PFAS-verbindingen in een aantal geteste stalen van plantaardige oorsprong, soms met vergelijkbare of zelfs hogere concentraties dan de stalen uit de 3M impact zone, aangetroffen. Dit laat vermoeden dat er andere processen spelen dan louter het lokaal aanwezige PFAS-gehalte in de verontreinigde bodem, verder onderzoek is noodzakelijk om dit verder uit te klaren; en
- In de geteste eieren van scharrelkippen zijn voor een verschillende individuele PFAS-componenten verhoogde concentraties gemeten. PFOS is de meest dominant aanwezige parameter met concentraties tot 180 µg/kg ds. Voor PFOS is de Europese actiewaarde van 1 µg/kg ds, van kracht vanaf 1 januari 2023, overschreden in elk getest ei dat in kader van dit gefaseerd BBO is geanalyseerd. Dit is opmerkelijk genoeg ook het geval voor de eieren die zijn genomen in een zone met een PFOS-gehalte in de bodem lager dan de richtwaarde van 3 µg/kg ds.

<sup>44</sup> . In haar spoedraadgeving 10- 2021 heeft het Wetenschappelijke comité ingesteld bij het FAVV zogenaamde EACs (geschatte aanvaardbare concentraties) af te leiden voor onder meer groenten voor de som van PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA, ofwel de 4 EFSA parameters

## **7. BEPALING VAN DE TOXICOLOGISCHE RISICO'S VOOR DE MENS TEN GEVOLGE VAN PFAS-BODEMVERONTREINIGING**

### **7.1 Inleiding**

In dit hoofdstuk wordt de humaan-toxicologische risico-evaluatie besproken. Gelet op het feit dat de OVAM in mei 2022 een code van goede praktijk voor het opmaken van een BBO voor PFAS-bodemverontreiniging heeft gepubliceerd met daarin strikte regels voor de uitvoering van de risico-evaluatie, heeft voorliggende risico-evaluatie dan ook een andere benadering, inhoud en numerieke uitkomst als de humaan-toxicologische risico-evaluatie die in het eerste gefaseerde BBO van 10 februari 2022 werd gerapporteerd. De belangrijkste verandering hierin is dat niet langer de risico-evaluatie op basis van individuele PFAS-stoffen wordt uitgevoerd maar dat wordt gewerkt met de somconcentraties voor de perfluor-alkylcarboxylzuren groep (PFCA's) en perfluor-alkylsulfonzuren groep (PFSA's). Dit is verder toegelicht in de volgende hoofdstukken.

In de niet-conformverklaring van de eerste versie van het 2<sup>e</sup> gefaseerd BBO (december 2022), waarna voorliggende gewijzigd 2<sup>e</sup> gefaseerd BBO is ingediend, stelt OVAM dat deze code van goede praktijk niet is bedoeld voor sites waar PFAS wordt of werd geproduceerd: *“Het 3M-terrein is een zeer specifieke site waarvoor de code van goede praktijk als richtinggevend beschouwd moet worden maar waar nodig afgeweken kan worden van de code.”*

Gezien het Bodemdecreet duidelijk stelt dat een bodemonderzoek dat niet is uitgevoerd volgens de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek geen beschrijvend bodemonderzoek is en deze standaardprocedure verwijst naar de verschillende codes van goede praktijk, is ERM als erkende bodemsaneringsdeskundige decretaal verplicht om de standaardprocedures en codes van goede praktijk zo goed mogelijk toe te passen. Afwijkingen zijn enkel mogelijk voor zover dit is toegelaten in deze documenten. In de code van goede praktijk van 3 mei 2022 betreffende de uitvoering van een BBO voor PFAS is deze door OVAM in de niet-conformverklaring vermelde richtinggevende toepasbaarheid voor PFAS-productiesites niet opgenomen, waardoor ERM deze afwijkende toepassing bijgevolg ook niet heeft kunnen en mogen toepassen. In voorliggende risico-evaluatie zijn de “afwijkende” toepassingen van deze code van goede praktijk mee verwerkt. ERM heeft deze afwijkingen op expliciete vraag van OVAM toegevoegd en moet dan ook het nodige voorbehoud formuleren in de mate waarin enig beroep tegen dit voorliggend BBO zou worden ingediend als gevolg van het niet volledig toepassen van de codes van goede praktijk.

Aanvullend op de “code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS” is de code van goede praktijk ‘methodologie “DAEB”, risico-evaluatie en risicogebaseerde terugsaneerwaarden’ van de OVAM van 28 oktober 2021 toegepast.

Er dient opgemerkt te worden dat aangezien het beschrijvend bodemonderzoek voor de PFAS-verontreiniging afkomstig van het 3M-site opgedeeld is in verschillende fasen, dit deel van de risico-evaluatie enkel het humaan-toxicologisch risico evalueert voor blootstelling aan de grondverontreiniging door personen buiten de site van 3M, meer bepaald bewoners en landbouwerfamilies in Zwijndrecht en in een deel van Beveren en Kruibeke, binnen de richtwaarde-contour.

### **7.2 Toe te passen richtlijnen voor humaan-toxicologische risico-evaluatie voor PFAS**

Op 15 mei 2022 heeft OVAM de “code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS” gepubliceerd. Deze richtlijn legt een strikte werkwijze op voor het uitvoeren van risico-evaluaties voor PFAS. Voor het uitvoeren van een humaan-toxicologische risico-evaluatie dient volgende werkwijze te worden toegepast:



### “2.10.1 Uitgangspunten

*In het S-Risk model zijn momenteel enkel PFOS en PFOA opgenomen. Hierdoor kan enkel voor deze 2 parameters een locatiespecifieke humane risico-evaluatie uitgevoerd worden, waarbij rekening kan gehouden worden met 'locatiespecifieke' elementen zoals het uitschakelen van bepaalde blootstellingswegen, aanpassing van het bodemprofiel, aanpassingen aan terrein- en bouwparameters, enz.*

*Het is **NIET** de bedoeling dat via S-Risk risico-evaluaties voor andere PFAS-parameters worden uitgevoerd.*

### 2.10.2 Concrete toepassing van S-Risk

*Zoals steeds vertrekt u vanuit het scenario dat het best aansluit bij het feitelijke of potentieel gebruik.*

*Indien nodig (bijvoorbeeld bij verschillende types van feitelijk terreingebruik omwille van de horizontale verspreiding van de bodemverontreiniging met PFAS of bij verschillende scenario's voor de actuele en potentiële situatie, ...) voert u meerdere risico-evaluaties met verschillende locatiespecifieke scenario's uit. Hierbij houdt u steeds rekening met de specifieke scenario-selectie zoals vermeld in 2.10.2.1.*

*Vervolgens voert u de nodige locatiespecifieke aanpassingen, bijvoorbeeld voor bodemopbouw, vastgestelde concentraties, ... door. Bij aanpassing van 'defaultparameters' voegt u steeds een onderbouwing toe.*

*Per risico-evaluatie voert u dus minimaal 2 keer een evaluatie uit in S-Risk waarbij PFOS gehanteerd wordt als vertegenwoordiger voor groep 1 (PFSA) en PFOA de vertegenwoordiger is voor groep 2 (PFCA). Telkens geeft u in S-Risk de overeenstemmende somconcentratie PFAS som (PFSA - kwantitatief) en PFAS som (PFCA - kwantitatief) in voor het vaste deel van de aarde en het grondwater voor respectievelijk PFOS en PFOA.*

*Indien voor GenX en/of ADONA de maximale gemeten concentratie in het vaste deel van de aarde de van toepassing zijnde toetsingswaarde "bodemsanering" voor PFOS overschrijdt, voert u een aanvullende derde evaluatie uit in S-Risk. Hierbij geeft u in S-Risk de maximale gemeten concentratie in het vaste deel van de aarde van hetzij GenX hetzij ADONA en de bijhorende maximale concentratie voor het grondwater in voor PFOS. PFOS wordt hierbij dus gehanteerd als vertegenwoordiger.*

#### 2.10.2.1 Specifieke scenarioselectie

*Op basis van de momenteel gekende studies blijkt de opname van PFAS via voeding, en specifiek eigen geteelde groenten en eigen gekweekte eieren, te beschouwen als belangrijkste blootstellingsroutes.*

*Bij toepassing van S-Risk voor locaties waar moestuinen of rennen voor pluimvee (kippen, kalkoenen, ...) met vrije uitloop effectief aanwezig zijn of aanwezig kunnen zijn, gebruikt u **ALTIJD** het in S-Risk gedefinieerde standaardscenario 'landbouw'. U voert dus geen wijzigingen op vlak van 'Bodemgebruik' (blootstellingsroutes, tijdspatronen, ...) door. In dit geval werkt u dus **NIET** met een scenario op basis van 'wonen'.*

*Bij effectieve of mogelijke aanwezigheid van een ren voor pluimvee (kippen, kalkoenen, ...) met vrije uitloop en effectieve consumptie van lokale eieren selecteert u **ALTIJD** (ook in het voormelde standaardscenario 'Landbouw') aanvullend de blootstellingsroute 'opname via lokaal geproduceerde eieren'. Deze blootstellingsroute is immers niet standaard aangevinkt in S-Risk.*

*Bij toepassing van S-Risk voor locaties met effectief of potentieel gebruik als industrie (bestemmingstype V) selecteert u **ALTIJD** het in S-Risk gedefinieerde standaardscenario 'dagrecreatie – outdoor sport'. U voert dus geen wijzigingen op vlak van 'Bodemgebruik'*

(blootstellingsroutes, tijdspatronen, ...) door. In dit geval werkt u dus NIET met een scenario op basis van 'lichte industrie' of 'zware industrie'.

### **2.10.2.2 Impact van locatiespecifieke aanpassingen in S-Risk**

De concentratie in de toplaag van 0-30 cm-mv is bepalend voor de opname door planten (groenten en voeder). Vaak wordt in een eerste conservatieve benadering in de eerste stap van de risico-evaluatie gebruik gemaakt van 'maximale' gemeten concentraties in het vaste deel van de aarde ter hoogte van de locaties (individuele moestuin, collectieve moestuin, volkstuinten, plukboerderij, ...).

Wanneer dit aanleiding geeft tot een risico, dan kan u in een volgende stap nagaan of een meer representatieve concentratie voor de toplaag 0-30 cm-mv van de locaties kan ingevoerd worden op basis van voor de betrokken locatie beschikbare metingen of na het uitvoeren van aanvullende bodemmetingen.

U kan er voor opteren om mengstalen van het vaste deel van de aarde te nemen. Zie de CVGP "Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren". Deze concentraties worden in S-Risk ingevoerd bij de routespecifieke bodemconcentraties in het tabblad 'concentraties' (bodem - planten).

### **2.10.2.3 Landbouwproductie**

Indien de concentratie-index (CI) voor groenten of voedergewassen na invoer van een representatieve bodemconcentratie of route-specifieke bodemconcentratie nog steeds wordt overschreden, dan kan u gericht gaan meten (gewasonderzoek, zie verder).

Wanneer het gaat over landbouwproductie (kweken van gewassen voor menselijke of dierlijke consumptie of het kweken van dieren (klein- of grootvee) dan volgt u de geldende richtlijnen van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). U gaat dit na bij het FAVV.

### **2.10.2.4 Moestuin**

Indien de blootstellingsroute 'inname via groenten' na invoer van een representatieve bodemconcentratie nog steeds de dominante blootstellingsroute is die bijdraagt tot een humaan risico, dan kan u steeds gerichte metingen (gewasonderzoek) uitvoeren om het actueel humaan risico te bepalen.

Als meerdere particuliere (kleine) moestuinten (> 3) of een grotere moestuin (volkstuinten, collectieve moestuin, plukboerderij, ...) gelegen is/zijn in één van de iso-concentratielijnen toetsingswaarde 'richtwaarde' voor het vaste deel van de aarde voert u in principe altijd een gewasonderzoek uit.

Als u beslist om alsnog geen gerichte metingen (gewasonderzoek) uit te voeren, neemt u hiervoor een zéér grondige motivatie op in het beschrijvend bodemonderzoek en besluit u dat er tot bodemsanering moet worden overgegaan.

Voor het potentieel humaan risico gaat u na of de aanwezigheid van een moestuin binnen één van de isoconcentratielijnen toetsingswaarde voor het vaste deel van de aarde 'richtwaarde' realistisch is. Niet elk mogelijk gebruik van een grond of zelfs elke tuin leent zich immers voor het aanleggen van een moestuin.

Concreet voorbeeld: in een sterk verstedelijkte omgeving is een woning met een klein stadstuintje gelegen binnen de iso-concentratielijn toetsingswaarde voor het vaste deel van de aarde 'richtwaarde'. Momenteel is er geen moestuin aanwezig. Op basis van de locatiespecifieke omstandigheden (zoals ligging, oppervlakte, verharding, zontoetreding, ...) is een moestuin in de toekomst ook niet realistisch.

Ook hiervoor verwijzen we naar de CVGP “Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren”. Indien de aanwezigheid van een moestuin binnen één van de iso-concentratielijnen toetsingswaarde ‘richtwaarde’ voor het vaste deel van de aarde realistisch is, selecteert u altijd het voormelde scenario ‘landbouw’ in S-Risk.

#### **2.10.2.5 Gerichte metingen – gewasonderzoek - concentraties in transfermedia (AHR)**

In de CVGP “voor onderzoek van moestuin of kippenren” wordt beschreven hoe u een gewasonderzoek uitvoert.

Hierbij streeft u er naar om per locatie minstens 1 gewas te analyseren uit het volgende ‘standaard groentepakket’:

- een bladgewas (bij voorkeur sla, spinazie);
- een knolgewas (bij voorkeur aardappel);
- een wortelgewas (bij voorkeur wortel);
- een 4de gewastype (peul-, kool-, bol- en/of vruchtgewas; bij voorkeur kool).

Indien mogelijk opteert u per onderverdeling (bladgewas, knolgewas,...) steeds voor hetzelfde gewas voor elke onderzochte locatie.

De concentraties gemeten in groenten (mg/kg vg) kunnen in S-Risk in de ‘uitgebreide modus’ ingevoerd worden bij ‘concentraties in transfermedia’ en dan via de knop ‘planten’.

#### **2.10.2.6 Een ren voor pluimvee (kippen,...) met vrije uitloop**

De huidig gekende studies geven aan dat zelfs bij lage bodemconcentraties (bv. lager dan de achtergrondconcentratie voor Vlaanderen van 1,5 µg/kg ds) reeds verhoogde PFOS-concentraties in eieren worden gemeten die als zorgwekkend beschouwd worden bij een consumptie van 2 à 3 eieren per week.

Omdat er op basis van de huidige studies geen correlatie tussen de (lage) bodemconcentraties aan PFAS en de PFAS-concentraties in ei kan worden afgeleid, moet u bij aanwezigheid van een ren voor pluimvee met vrije uitloop steeds het PFAS-gehalte in de eieren meten indien ter hoogte van de betrokken zones voor het vaste deel van de aarde een waarde voor PFAS som (PFCA - kwantitatief) en PFAS som (PFSA - kwantitatief) hoger dan respectievelijk 4,3 µg/kg ds en/of 3,8 µg/kg ds wordt vastgesteld.

Als u beslist om alsnog geen gerichte metingen (ei metingen) uit te voeren, neemt u hiervoor een zéér grondige motivatie op in het beschrijvend bodemonderzoek en besluit u dat er tot bodemsanering moet worden overgegaan.

Voor het potentieel humaan risico gaat u na of de mogelijke aanwezigheid van een ren voor pluimvee (kippen, kalkoenen,...) binnen één van de iso-concentratielijnen toetsingswaarde ‘richtwaarde’ voor het vaste deel van de aarde realistisch is.

Concreet voorbeeld: in een vrij landelijke omgeving is een woning met een tuin (oppervlakte van 220 m<sup>2</sup>) gelegen binnen de iso-concentratielijn toetsingswaarde voor het vaste deel van de aarde ‘richtwaarde’. Momenteel is er geen ren voor pluimvee (kippen, kalkoenen,...) aanwezig. Op basis van de locatiespecifieke omstandigheden zoals bijvoorbeeld de aard en de grootte van de tuin -is in dit geval de aanwezigheid van een dergelijke ren in de toekomst echter wel degelijk realistisch.

Indien de aanwezigheid van ren(nen) voor pluimvee (kippen, kalkoenen,...) realistisch is, gaat er steeds een potentieel humaan risico uit van de PFAS-verontreiniging als ter hoogte van de betrokken zones voor het vaste deel van de aarde een waarde voor PFAS som (PFCA - kwantitatief) en PFAS som (PFSA - kwantitatief) hoger dan respectievelijk 4,3 µg/kg ds en/of 3,8 µg/kg ds wordt vastgesteld.

### 2.10.2.7 Gerichte metingen – ei metingen - concentraties in transfermedia (AHR)

*Er wordt een ei-meting uitgevoerd op een mengstaal van een 10 à 15-tal eieren. De eieren worden door de eigenaar zelf verzameld over een periode van enkele weken. Voor meer informatie verwijzen we naar de CVGP “Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren”.*

*De concentraties gemeten in eieren (mg/kg vg) kunnen in S-Risk in de ‘uitgebreide modus’ ingevoerd worden bij ‘concentraties in transfermedia’ en dan via de knop ‘dierlijke producten’ - ‘ei concentratie’.*

Uit bovenstaande richtlijnen volgt dat andere PFAS-stoffen dan PFOS en PFOA (waaronder een aantal precursoren) niet meer individueel worden geëvalueerd. De evaluatie gebeurt nu op basis van de eigenschappen van PFOS en PFOA voor respectievelijke de som van de PFOS-achtige (PFSA) en de som van de PFOA-achtige (PFCA) PFAS-stoffen. Enkel GenX en/of ADONA worden indien ze in concentraties boven de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm PFOS aanwezig zijn apart als PFOS geëvalueerd.

Dit betekent dat in tegenstelling tot het eerste gefaseerde BBO de niet-PFOS en niet-PFOA PFAS-COC's (PFHxA, PFHxS, PFBA en PFBS) niet apart in voorliggend BBO-rapport zijn geëvalueerd. Hun impact wordt dan ondervangen, net als de andere PFAS door te rekenen met de PFAS som concentraties (PFCA - kwantitatief en PFSA - kwantitatief). Onderstaande [Tabel 7-1](#) geeft de opdeling van de PFAS-stoffen volgens de PFCA- en PFSA-opdeling weer.

**Tabel 7-1 PFCA's, PFSA's en andere PFAS**

PFCA's		PFSA's		Andere PFAS	
Naam	Cas-nr.	Naam	Cas-nr.	Naam	Cas-nr.
PFBA	375-22-4	PFBS	375-73-5	HFPO-DA - GenX	13252-13-6
PFPeA	2706-90-3	PFPeS	2706-91-4	ADONA	919005-14-4
PFHxA	307-24-2	PFHxS	355-46-4		
PFHpA	375-85-9	PFHpS	375-92-8		
<b>PFOA</b>	335-67-1	<b>PFOS</b>	1763-23-1		
PFNA	375-95-1	PFNS	68259-12-1		
PFDA	335-76-2	PFDS	335-77-3		
PFUnDA	2058-94-8	PFECHS	646-83-3		
PFDaA	307-55-1	PFDoS	79780-39-5		
PFTTrDA	72629-94-8	PFOSA	754-91-6		
PFTeDA	376-06-7	MePFOSA	31506-32-8		
PFHxDA	67905-19-5	EtPFOSA	4151-50-2		
PFODA	16517-11-6	MePFOSAA	2355-31-9		
4:2 FTS	757124-72-4	EtPFOSAA	2991-50-6		
6:2 FTS	27619-97-2				
8:2 FTS	39108-34-4				
10:2 FTS	120226-60-0				
6:2 diPAP	57677-95-9				
6:2/8:2 diPAP	943913-15-3				
8:2 diPAP	678-41-1				

In de niet-conformverklaring van het 2<sup>e</sup> gefaseerde BBO stelt OVAM dat PFBSA en PFHxSA die in het 1<sup>e</sup> gefaseerde BBO als "Contaminant of Concern" zijn aangeduid, niet zijn meegenomen in de risico-evaluatie gezien ze niet zijn opgenomen in de hierboven vermelde PFSA en PFCA-groepen en ook niet als individuele PFAS zoals GenX en ADONA zijn geëvalueerd.

Zoals hierboven aangegeven worden PFAS die niet zijn opgenomen in de groepen PFSA en PFCA individueel beoordeeld zoals GenX en ADONA, wanneer er voor deze stoffen concentraties worden gemeten die de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm voor PFOS overschrijden. Deze benadering is ook toepasbaar voor PFBSA en PFHxSA gezien het RIVM in haar rapport<sup>45</sup> voor deze stoffen respectievelijk een "relative potency factor" van 0,05 en 0,01 ten opzichte van PFOA of 0,025 en 0,005 ten opzichte van PFOS heeft bepaald. De "relative potency factor" geeft aan hoeveel keer groter het toxisch effect is van een bepaalde stof ten opzichte van een andere stof. Hieruit blijkt dat PFBSA en PFHxSA respectievelijk 40 tot 200 keer minder toxisch mogen worden beschouwd dan PFOS. Door deze stoffen te toetsen aan de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm PFOS wordt bijgevolg een voldoende conservatieve inschatting van de mogelijke risico's voor deze stoffen uitgevoerd.

In [sectie 5.3.3](#) zijn de verontreinigingen met PFBSA en PFHxSA in het vaste deel van de aarde besproken. Hieruit blijkt dat er geen overschrijdingen zijn van de PFOS-toetsingswaarde bodemsaneringsnorm (bestemmingstype II en III) voor PFBSA en PFHxSA in de geanalyseerde stalen ter hoogte van het onderzoeksgebied, met uitzondering voor PFBSA in één meting (NE18A). Zoals eerder al aangegeven is deze meting uitgevoerd op substraat van een aardbeiserre. Deze outlier wordt niet als representatief geacht voor de PFBSA-bodemkwaliteit in het onderzoeksgebied. Al de overige gemeten PFBSA-concentraties boven de detectielimiet, in totaal 237 metingen, binnen het onderzoeksgebied blijven onder de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm bestemmingstype I en II voor PFOS van 3,8 µg/kg. Voor PFHxSA zijn op één meting na, op een totaal van 756 geanalyseerde stalen, geen concentraties boven de detectielimiet gemeten. Hieruit volgt dat er voor PFHxSA geen impact in de grond is vastgesteld.

Voor PFBSA is het bijgevolg zinvol om de gemeten PFBSA-concentratie toe te voegen aan de PFSA-groep, als precursor voor PFBS. Voor PFHxSA is dit niet zinvol omdat de detectielimiet op één meting na niet is overschreden. Het is belangrijk op te merken dat PFHxSA ook een afbraakproduct kan zijn van andere PFAS-verbindingen zoals bijvoorbeeld 6:2 diPAP.

Wat betreft de precursoren PFOSAA, EtPFOSE en MePFOSE, die wel op de 3M site zelf zijn aangetroffen in het BBO van 2006, deze zijn niet geanalyseerd in onderhavig BBO, zoals eerder al toegelicht in [sectie 6.2.4](#). Het huidige beeld van de verontreiniging is voldoende geacht op basis van de analyse van PFOS en de C8-precursoren die wel in de CMA zijn opgenomen. Voornamelijk EtPFOSAA, en in mindere mate PFOSA met maximale concentratie van 6 µg/kg ds en MePFOSAA met maximale concentratie van 3,1 µg/kg ds, zijn aangetroffen in een concentratie boven de toetsingswaarde richtwaarde van 3 µg/kg ds. Zoals op [Figuur 14](#) kan vastgesteld worden, liggen nagenoeg al deze locaties ter hoogte van de nieuwe leefbaarheidsberm die Lantis heeft aangelegd, of net ten zuiden van de E34.

Ook in de conformverklaring van het 1<sup>e</sup> gefaseerde BBO zijn opmerkingen geformuleerd waar in de volgende stappen van het gefaseerde onderzoek rekening mee moet worden gehouden. Eén van de opmerkingen is:

*"Voor de bepaling van de toetsingswaarden en terugsaneerwaarden moet gebruik worden gemaakt van de actuele wetenschappelijke inzichten, zowel wat betreft de kennis over het gedrag van PFAS in de verschillende milieucompartmenten als gezondheidkundige aspecten zoals humaan toxicologische criteria. Er wordt hierbij verwezen naar de inzichten van het tweede tussentijds rapport van 25 maart 2022 van de opdrachthouder Prof. Karl Vrancken over de toepassing van het voorzorgsbeginsel en van de EFSA 2020 waarden."*

<sup>45</sup> Mixture exposure to PFAS: A Relative Potency Factor approach, RIVM Report 2018-0070

Het tweede tussentijds rapport van 25 maart 2022 vermeldt het volgende met betrekking tot het toepassen van het voorzorgsbeginsel:

- Op pagina 74: *“Het handelingskader zorgt voor een pragmatische invulling van het voorzorgsbeginsel gebaseerd op wetenschappelijke inzichten die toegepast wordt in actuele concrete dossiers en risico-inschattingen.”*
- Op pagina 78-79: *“Volksgezondheidskundig is het aangewezen om de wetenschappelijke opinie van EFSA 2020 te gebruiken als uitgangspunt voor het afleiden van een normeringskader voor milieucompartimenten (o.a. bodem). Het is deze opinie die aangeeft dat het kritisch gezondheidseffect (het effect dat we het eerst verwachten terug te vinden bij oplopende concentraties in het lichaam) niet meer levertoxiciteit is cf. de opinie van EPA 2016, maar immunotoxiciteit cf. de opinie van EFSA 2020.  
De EFSA-advieswaarde (2020) geldt voor de som van PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA en is in de eerste plaats bedoeld voor inname via voeding. Momenteel wordt deze advieswaarde reeds bij een belangrijk deel van de Vlaamse bevolking overschreden, enkel door inname via voeding, aangekocht in de handel. Omdat de EFSA-advieswaarde (2020) in het achtergrondniveau ligt, is het momenteel niet mogelijk – voortgaande op VITO-inzichten o.b.v. locatiespecifieke berekeningen - deze waarde te gebruiken als basis voor het afleiden van bodemsaneringsnormen (zie ook 1.3.5). Door de vele wetenschappelijke onzekerheden en resulterende conservatieve aannames in het S-Risk model levert dit immers waarden op gelijk aan 0. Momenteel loopt een traject om het model te optimaliseren door een betere onderbouwing van de blootstellingsroutes (bv. eieren, stof) en de aannames in het model zoals bioconcentratie- en transferfactoren (zie ook 1.3.6).  
In de methodieken voor het afleiden van bodemsaneringsnormen zijn er afleidingsregels opgenomen over hoe in zulke gevallen toch betekenisvolle normen kunnen worden bekomen. Hierbij wordt rekening gehouden met de achtergrondconcentratie in de bodem, het feit dat de richtwaarde vrij gebruik maximaal 80% van de laagste bodemsaneringsnorm (bestemmingstype I/II) mag bedragen, en minstens 2 maal de achtergrondconcentratie. Zo bekomen we een kader dat binnen de analytische mogelijkheden het meest conservatieve is, en dat uitgaat van het voorzorgsbeginsel. Het voorstel is om dit concreet toe te passen bij verkennende en oriënterende bodemonderzoeken voor bestemmingstype III (woonzone) met moestuin of kippen (zie 1.3.1.2). Milieugezondheidskundige opvolging (o.a. no regret-maatregelen, risicoanalyses, impactinschattingen, ...) kan gebeuren doorheen alle stappen van een bodemproject. Bij milieugezondheidskundige aandachtsgebieden is dit een diepgaande, participatieve, multidisciplinaire risico-aanpak.”*
- Op pagina 126-125, over het handelingskader voor beperking van de PFAS-blootstelling: *“In dit hoofdstuk wordt een tijdelijk handelingskader voor PFAS in verschillende milieucompartimenten voorgesteld. Het gaat om een optimalisatie, uitbreiding en afstemming van bestaande en nieuwe regelgeving en kaders. Het is gericht op het maximaal beperken en voorkomen van PFAS-blootstelling, waarbij het essentieel is om alle bronnen en blootstellingsroutes te evalueren. Het uitgewerkte kader richt zich dan ook op de verschillende milieucompartimenten. Blootstelling via voeding en productgebruik valt onder federale bevoegdheid en wordt hier niet behandeld. Aanpak aan de bron (uitfasering van PFAS) loopt via Europese initiatieven. Bij het evalueren en opleggen van vergunningsvoorwaarden voor emissies en lozingen moet rekening gehouden worden met de principes van BBT. Vergunningsvoorwaarden moeten het beste beschermingsniveau bieden voor het milieu, via gebruik van economisch en technisch beschikbare technieken. In het handelingskader is er specifieke aandacht voor gerichte aanpak in risicolocaties en in het bijzonder voor milieugezondheidskundige aandachtsgebieden (MGAG of hotspots).  
De voorgestelde aanpak zorgt voor een pragmatische invulling van het voorzorgsbeginsel. Het is gebaseerd op de meest recente wetenschappelijke inzichten, die toegepast worden in actuele concrete dossiers en risico-inschattingen. De startbasis hierbij vormt de wetenschappelijke opinie*

van EFSA 2020.

Het handelingskader moet duidelijkheid en rechtszekerheid garanderen voor alle actoren, in afwachting van een definitief normenkader.

**Voorstel handelingskader risicolocaties en milieugezondheidskundige aandachtsgebieden**

Zowel de aannames achter het humaan risicomodel S-Risk als deze die gehanteerd worden bij de afleiding van de EFSA-waarde zijn conservatief om de gezondheid van de mens zo goed mogelijk te beschermen. Het is momenteel niet mogelijk om beide te combineren voor het berekenen van risicogrenswaarden voor bodem én rekening te houden met achtergrondblootstelling. Dat leidt immers tot een risicogrenswaarde van 0 µg/kg ds, omdat de achtergrondblootstelling reeds de volledige tolereerbare dosis invult.

Daarom wordt een handelingskader voorgesteld dat rekening houdt met de

**achtergrondconcentratie** in bodem, dat binnen de analytische mogelijkheden het **meest conservatieve** is, en dat uitgaat van het **voorzorgsbeginsel**. Dit wordt toegepast door:

- lagere waarden toe te passen in woonzones waar moestuin en/of kippen zijn, aangezien deze volgens de scenarioberekeningen hoogste risico voor blootstelling inhouden.
- de toetsingswaarde voor bestemmingstype V (industrie) voor PFOS te verstrengen van 1949 naar 110 µg/kg ds, in lijn met waarde voor recreatie; en
- in de DAEB-benadering wordt bovendien rekening gehouden met aanpalende terreinen en kwetsbare locaties (bv woonzones met moestuin)."

De toetsingswaarden die op basis van het voorzorgsbeginsel in het tweede tussentijds rapport zijn voorgesteld, zijn vervolgens door OVAM overgenomen in het document "Toetsingswaarden voor PFOS en PFOA in bodem en voor PFAS in grondwater – Aanvulling bij basisinformatie voor risico-evaluatie van 4 april 2022" dat in voege is gegaan op 15 april 2022. Deze toetsingswaarden zijn eerder al toegelicht in [sectie 0](#) en staan opnieuw vermeld in onderstaande [Tabel 7-2](#).

**Tabel 7-2 Actuele toetsingswaarden PFOS en PFOA**

Stof	Richtwaarde (µg/kg)	Bodemsaneringsnorm volgens bestemmingstype (µg/kg)			
		I/II	III	IV	V
PFOS	3,0	3,8*	3,8**/18	110	110
PFOA	3,0	4,3	4,3**/89	643	643
PFAS som	8,0				

\* Bijgestelde waarde op basis van de afleiding richtwaarde / waarde vrij gebruik

\*\* Voor woonzone waar er moestuinen / kippen met vrije uitloop zijn

Hieruit volgt dat wanneer deze waarden (of de achterliggende berekening eventueel aangepast naar sitespecifieke kenmerken) worden gehanteerd in functie van het gepaste bodemgebruik (bestemmingstype) het voorzorgsbeginsel is toegepast. Bij de bepaling van deze toetsingswaarden is evenwel de EFSA 2020 gezondheidskundige grenswaarde (GGW) niet toegepast.

Om alsnog rekening te houden met de EFSA 2020 GGW heeft VITO een actualisatie van het normenkader uitgevoerd waarbij de EFSA 2020 GGW is toegepast. De actualisatie van dit normenkader is onderworpen aan een peer review met academische experts en experts op het vlak van toepassing van de normen in de praktijk in de Commissie Sanering en Grondverzet. Een uitgebreide beschrijving van het tot stand komen van dit geactualiseerde normenkader is terug te vinden in het rapport "Bindend normenkader voor PFOS en PFOA" opgesteld door VITO van 5 oktober 2022. Dit geactualiseerde normenkader is opgenomen in het eindrapport van de opdrachthouder Prof. Karl Vrancken betreffende de PFAS-problematiek.

Op 8 november 2022 gaf opdrachthouder Prof. Karl Vrancken een toelichting betreffende deze geactualiseerde waarden bij de Milieu- en Natuurraad van Vlaanderen (Mineraad) en de Sociaal-

Economische Raad van Vlaanderen (SERV). Er waren geen opmerkingen die tot wijzigingen hebben geleid. Dit normenkader is op 16 december 2022 principieel goedgekeurd door de Vlaamse regering. Op 7 februari is beslist dat een ontheffing tot MER is goedgekeurd.

Op dit moment werkt OVAM aan de juridische verankering van dit geactualiseerde en principieel goedgekeurde normenkader. De geactualiseerde toetsingswaarden zijn in [Tabel 7-3](#) weergegeven.

**Tabel 7-3 Geactualiseerde toetsingswaarden PFOS en PFOA (Principieel goedgekeurd door Vlaamse regering 16 dec 2022)**

Stof	Richtwaarde (µg/kg)	Bodemsaneringsnorm volgens bestemmingstype (µg/kg)			
		I/II	III	IV	V
PFOS	3,0	3,8*	4,9	110	268
PFOA	2,0	2,5*	7,9	632	303
PFAS som	8,0				

\* Bijgestelde waarde op basis van de waarde vrij gebruik

Hierbij dient opgemerkt te worden dat de geactualiseerde toetsingswaarden tijdens de opmaak van dit document nog geen juridische toepassing hebben wat maakt dat de toetsingswaarden uit [Tabel 7-2](#) van toepassing zijn en nog niet deze uit [Tabel 7-3](#). In voorliggende risico-evaluatie zal evenwel al rekening worden gehouden met deze geactualiseerde toetsingswaarden aangezien hierin zowel het voorzorgbeginsel, het tijdelijke handelingskader als de EFSA 2020 GGW is toegepast, en deze ondertussen al principieel zijn goedgekeurd in de Vlaamse regering. Op deze manier kan deze risico evaluatie ook als 'future proof' beschouwd worden, en hoeft deze niet opnieuw uitgevoerd te worden van zodra de geactualiseerde wettelijk verankerde toetsingswaarde effectief van kracht zijn.

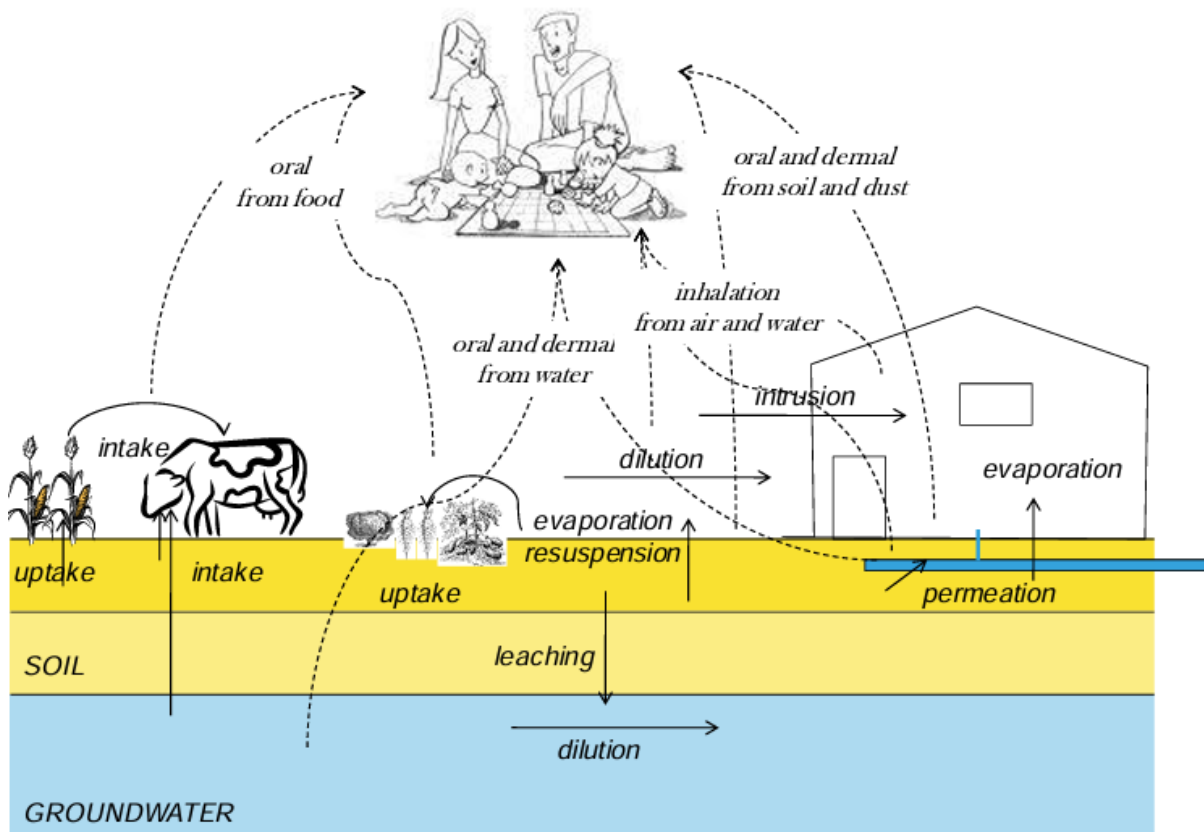
Hierbij dient opgemerkt te worden dat enkel het toepassen van de geactualiseerde toetsingswaarden die nog niet wettelijk zijn verankerd, ertoe zou leiden dat voorliggend BBO niet voldoet aan de op dit moment van kracht zijnde toetsingswaarden volgens de OVAM-richtlijnen en bijgevolg ook niet aan de standaardprocedure BBO en bijhorende codes van goede praktijk. Dit kan aanleiding geven tot de afwijzing van dit onderzoek als een beschrijvend bodemonderzoek gelet op artikel 38 § 2 uit het Bodemdecreet.

### 7.3 S-Risk

De in dit hoofdstuk uitgewerkte kwantitatieve beoordeling van het humaan toxicologisch risico is uitgevoerd met behulp van het S-Risk blootstellingsmodel. Het S-Risk-model is een steady-state, massabehoudsmodel voor de berekening van de blootstelling en het risico voor de mens aan verontreinigende stoffen in de bodem en het grondwater. Het kan omgaan met zowel organische als anorganische verontreinigingen. De schematische voorstelling van de blootstellingsroutes is gegeven in [Illustratie 7-1](#).



## Illustratie 7-1 Blootstellingsroutes in S-Risk



Met het S-Risk model kunnen de volgende blootstellingsroutes vanuit de verontreinigde bodem worden geëvalueerd:

- Transfer van oppervlakte- en ondergrondse bodem naar de buitenlucht door vervluchtiging;
- Transfer van de ondergrond naar de binnenlucht door vervluchtiging (dampintrusie);
- Transfer van de oppervlaktebodem naar de buitenlucht en de binnenlucht door resuspensie van de bodem;
- Transfer van de bodem buitenshuis naar stof binnenshuis;
- Transfer van de oppervlaktebodem naar de vegetatie via wortelopname en translocatie;
- Transfer van grondoppervlak naar bovengrondse vegetatie via grondspatten;
- Transfer van de buitenlucht naar de vegetatie door neerslag van dampen en deeltjes;
- Transfer van de bodem naar kunststof drinkwaterleiding door permeatie;
- Transfer van grondwater naar de buitenlucht door vervluchtiging;
- Transfer van grondwater naar de binnenlucht door vervluchtiging (dampintrusie);
- Transfer van de bodem naar het grondwater door uitloging; overbrenging van drinkwater naar de lucht door vervluchtiging; en
- Transfer van bodem, water en voeder naar vlees, melk en eieren door blootstelling van runderen en kippen.

De blootstelling van de mens kan worden berekend aan de hand van de volgende blootstellingsroutes:

- **Orale blootstelling:**
  - Opname van bodem- en binnenshuisstofdeeltjes;
  - Inname van groenten; inname van dierlijke producten (vlees, melk, eieren); en
  - Inname van water (drinkwater, grondwater).
- **Blootstelling door inademen:**
  - Inademing van verontreinigende stoffen in de dampfase binnen en buiten;
  - Inademing van verontreinigende stoffen in deeltjesfase binnen en buiten; en
  - Inademen van damp tijdens douchen.
- **Blootstelling via de huid:**
  - Absorptie door bodem en neergeslagen stofdeeltjes; en
  - Absorptie door water tijdens baden en douchen.

Er worden standaard bodemgebruikscenario's in het model voorzien, waarin blootstellingsroutes en blootstellingsparameters zijn gedefinieerd. De gebruiker kan eigen scenario's definiëren en blootstellingsparameters wijzigen.

Het risico voor de menselijke gezondheid wordt berekend door de blootstellingsdosis (oraal en via de huid) en de blootstellingsconcentratie (inademing) te vergelijken met toxicologische referentiewaarden. De manier waarop blootstelling via de drie blootstellingsroutes (oraal, inademing en via de huid) wordt gecombineerd, hangt af van de toxicologische kenmerken van de verbinding en kan door de gebruiker worden gespecificeerd. In een parallelle stap worden de concentraties in de milieucompartimenten vergeleken met wettelijke of toxicologische grenswaarden om de risicobeoordeling te voltooien.

Door de steady-state-benadering kunnen tijdsafhankelijke effecten zoals accumulatie en excretie niet met het model worden geëvalueerd. Het principe van behoud van massa gaat ervan uit dat alle media waarin de verbinding aanwezig is, in evenwicht zijn. Met deze aanpak is het niet mogelijk veranderingen in de loop van de tijd te beoordelen die het gevolg zijn van migratie van een verbinding van het ene naar het andere medium of van blootstelling in het verleden die al heeft bijgedragen tot een verhoogde opname op receptorniveau. Het model geeft een momentane beoordeling op basis van de huidige omstandigheden voor een levenslange blootstelling. Bovendien wordt het model beperkt door de gebruikte formules en de beoordeling van het gedrag van de stof op basis van specifieke stofeigenschappen. Daarom moet het resultaat als indicatief en niet als een absoluut feit worden beschouwd.

## 7.4 Blootstellingsroutes en media

Bij een klassieke benadering van een risico-evaluatie voor een bodemverontreiniging gaat men na of er een risico uitgaat van de gemeten concentraties in grond en grondwater voor de specifieke bodemgebruiken ter hoogte van de verontreiniging. Zoals in de inleiding van dit rapport is aangegeven, geldt het huidige gefaseerde BBO alleen voor de bodemverontreiniging die binnen het projectgebied aanwezig is, met name de bodemverontreiniging die valt onder de landgebruikstypen landbouw (agrarisch) en bewoning (residentieel).

Binnen bestemmingstypes bestaan er verschillende vormen van bodemgebruik. Er zijn woningen met en zonder tuinen. Sommige van deze tuinen bevatten moestuinen en/of kippenhokken. Sommige moestuinen worden intensief gebruikt en leveren bijna alle groenten voor een heel jaar aan de bewoners. Andere moestuinen leveren slechts een beperkte bijdrage aan de totale

groenteconsumptie van de bewoners. Er kunnen ook bewoners zijn die, naast zelfgekweekte groenten en eieren, ook melk of vlees consumeren van koeien die op hun eigen land worden gehouden. Daarnaast zullen de aard van de bewoners, zoals leeftijdsgroep en geslacht, en het gedrag van deze bewoners verschillen. Zo zullen bijvoorbeeld kinderen die in de tuin spelen gemakkelijker in contact komen met de verontreinigde grond dan volwassenen die in de tuin zitten. Voor bewoners zonder tuin zal het aandeel grond in het stof binnenshuis lager zijn dan voor bewoners met een tuin. Hieruit blijkt dat er een groot aantal combinaties van directe en indirecte blootstelling aan bodemverontreiniging mogelijk zijn voor het bodemgebruik door bewoners.

In het geval van de PFAS-bodemverontreiniging blijkt uit de vaststelling van de voorgestelde toetsingswaarden bodemsaneringsnorm dat het humaan toxicologisch risico voor PFAS-verontreiniging sterk afhangt van de vraag of de blootstellingsroute consumptie van zelfgekweekte groenten en/of eieren en het gebruik van grondwater als drinkwater van toepassing is. Dit zijn blootstellingsroutes die sterk afhankelijk zijn van het feitelijke gebruik van de locatie. Dit in tegenstelling tot rechtstreekse ingestie van verontreinigde grond door direct contact met de bodem en stof, die minder afhankelijk zijn van het feitelijke gebruik en algemener kunnen worden benaderd.

Om de mogelijke risico's voor de bewoners in te schatten, zijn de standaard bodemgebruiken bewoning en landbouw, die de basis vormen van de bodemsaneringsnormen, gebruikt als een conservatieve inschatting van de blootstelling aan bodemverontreiniging. Elk bodemgebruik wordt gekenmerkt door specifieke blootstellingsroutes. De volgende blootstellingsroutes voor blootstelling aan PFAS-bodemverontreiniging zijn in aanmerking genomen voor de geëvalueerde vormen van agrarisch en residentieel bodemgebruik:

- Ingestie van grond;
- Ingestie van stof;
- Inname via zelf geteelde groenten;
- Inname via gekweekte eieren;
- Inname via gekweekt vlees en melk;
- Inname van leidingwater;
- Dermaal sorptie door contact met de bodem;
- Dermaal sorptie door contact met stof;
- Dermaal sorptie door contact met water;
- Inhalatie in de buitenlucht;
- Inhalatie in de binnenlucht; en
- Inhalatie tijdens het douchen.

Zoals eerder aangegeven dient op basis van de “code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS” de humaan-toxicologische risico-evaluatie uitgevoerd te worden op basis van vastliggende benaderingen. Zo dient in het blootstellingsmodel S-Risk het ongewijzigde standaard bodemgebruik landbouw te worden gebruikt voor scenario's waarbij de consumptie van eigen gekweekte eieren of groenten van toepassing is of eventueel mogelijk is. Dit is dus ook het geval voor woningen met tuinen waar op dit moment nog geen moestuin of kippenren aanwezig is, maar gelet op de omvang van de tuin wel mogelijk is. Gelet op de relatief open bebouwing en bebouwing met tuinen in het projectgebied is dit voor een groot deel van de bewoonde percelen van toepassing.

De te hanteren bodemgebruikscenario's in het S-Risk model met bijhorende blootstellingsroutes liggen grotendeels vast. Het S-Risk model rekent vanuit de grondconcentratie via lineaire rekenformules welke concentraties vanuit de bodem in andere media (lucht, stof, ...) kunnen verwacht worden. Via

rechtstreeks contact (inhalatie, ingestie, dermaal contact) met deze media kunnen personen aan de verontreiniging worden blootgesteld. Via deze media kan de verontreiniging ook in plantaardige en dierlijke producten terechtkomen door de opname door planten en de inname door dieren. Bij consumptie van deze plantaardige en dierlijke producten kunnen personen bijkomend aan de verontreiniging worden blootgesteld. Om deze doorvergiftiging te berekenen zijn in het S-Risk model rekenformules opgenomen die gebaseerd zijn op wetenschappelijke studies.

De huidige wetenschappelijke kennis voor het kwantificeren van de doorvergiftiging van PFAS is evenwel nog onduidelijk, en bijkomend bestaat er nog grote onzekerheid of de gehanteerde formules en waarden voor de berekening van de doorvergiftiging vanuit de bodem wel voldoende correct zijn. Hierdoor is het mogelijk dat de modelberekeningen een over- of onderschatting van de reële blootstelling zijn. Zo zijn in het model transferfactoren opgenomen om de opname van PFAS in planten te berekenen. Deze waarden zijn gebaseerd op beperkte onderzoeken in een Europese context die niet noodzakelijk representatief zijn voor de situatie in Zwijndrecht. Zo is er in het S-Risk model wel een rekenformule, maar geen kwantitatieve waarde (Biotransferfactor) opgenomen om de PFAS ei-concentratie te bepalen op basis van de PFAS-grondconcentratie, waarop de legkippen scharrelen.

Om een meer correcte inschatting van de blootstelling te bepalen voor de situatie ter hoogte van Zwijndrecht zijn effectieve metingen in de verschillende media uitgevoerd. Door deze meetgegevens rechtstreeks in het model te gebruiken worden de onzekerheden in de rekenformules van het S-Risk model zo goed als mogelijk ondervangen, zodat een meer realistische inschatting van het blootstellingsrisico kan worden bepaald. Op deze wijze worden eventuele overschatting van het model vermeden en zullen onderschattingen ondervangen worden. Dit laat toe om meer gericht maatregelen te nemen.

In de volgende hoofdstukken zijn de resultaten van de verschillende meetcampagnes nader toegelicht. Het betreft volgende blootstellingen:

- PFAS in stof;
- PFAS in eieren; en
- PFAS in gewassen (groenten, fruit en voedergewassen).

De opname via grondwater is in voorliggend BBO niet nader bepaald. De huidige no-regret maatregelen verbieden het gebruik van grondwater. In een volgende fase van het BBO zal de impact van PFAS in het grondwater nader onderzocht worden.

### **7.4.1 PFAS in stof**

VITO heeft in de periode van augustus 2021 tot en met half januari 2022 stofmetingen uitgevoerd in de omgeving van het 3M-site en de Oosterweelwerf<sup>46</sup>. De resultaten van dit onderzoek zijn getoetst aan de hand van een tijdelijk toetsingskader voor chronische blootstelling opgesteld op basis van de gezondheidkundige advieswaarde van de EFSA TWI-waarde uit 2020 voor orale blootstelling voor de som van PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS. Voor de som van deze 4 PFAS-verbindingen is een toetsingswaarde afgeleid van 0,4 ng/m<sup>3</sup> (jaargemiddelde concentratie) voor volwassenen ter hoogte van bewoning. Deze waarde gaat ervan uit dat 20% van de totale blootstelling aan PFAS via de lucht komt.

---

<sup>46</sup> Studie naar PFAS in lucht en deposities in de omgeving van 3M en Zwijndrecht, april 2022, door VITO, ref. 2022/HEALT/R/2680

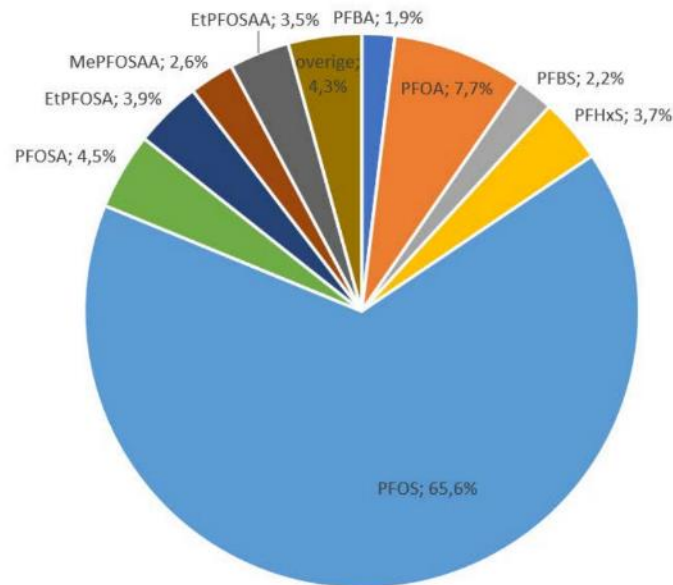
### 7.4.1.1 PFAS in zwevende stof

Uit het onderzoek blijkt het volgende voor PFAS in zwevend stof:

- Op alle meetlocaties zijn PFAS-verbindingen gemeten in het zwevend stof in de omgevingslucht. De verbindingen die het meest voorkomen zijn PFOS en PFOA;
- Op de meetlocatie met de hoogste PFAS-concentraties in zwevend stof zijn naast PFOS en PFOA nog 7 andere PFAS-verbindingen met aandeel van meer dan 1% in de totale concentratie gemeten (PFOSA, EtPFOSA, MetPFOSA, EtPFOSAA, PFBA, PFBS en PFHxS);
- Er zijn grote verschillen tussen de locaties en PFAS-verbindingen tijdens de meetperiode. De PFAS-concentraties in zwevend stof zijn duidelijk verhoogd in de buurt van de 3M-site en de Oosterweelwerf in Zwijndrecht in vergelijking met de achtergrondlocatie in Dessel. De concentraties variëren ook relatief sterk in de tijd;
- De concentraties zijn het hoogst nabij 3M en de Oosterweelwerfzone, en nemen sterk af met toenemende afstand. Zo was de gemiddelde concentratie in het centrum van Zwijndrecht (0,007 ng/m<sup>3</sup> voor de som van PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) veel lager dan op de meetlocatie nabij de E34, die het dichtst ligt bij 3M en de werfzone (0,103 ng/m<sup>3</sup>);
- De concentraties zijn afhankelijk van de windrichting: op meetlocaties windafwaarts van 3M en de werfzone is meer PFAS in zwevend stof aanwezig dan op de windopwaartse locaties. Dat betekent dat de verhoogde concentraties het gevolg zijn van PFAS-houdende emissies uit de zone van 3M en de Oosterweelwerf. Op basis van de meetlocaties kan geen onderscheid gemaakt worden tussen beide. PFOS en PFOA zijn langeketen-PFAS die niet meer geproduceerd worden in Zwijndrecht, maar wel kunnen voorkomen in bv. opwaaiend bodemstof. Op alle meetlocaties ligt de gemiddelde PFAS-concentratie in zwevend stof ruim onder de toetsingswaarde van 0,4 ng/m<sup>3</sup>: de hoogste gemiddelde concentratie (gemeten nabij de E34) is ongeveer vier keer lager dan deze toetsingswaarde, de concentratie in het centrum van Zwijndrecht is meer dan 50 keer lager; en
- Het gezondheidsrisico door blootstelling aan PFAS via zwevend stof tijdens de meetperiode wordt daarom als verwaarloosbaar beoordeeld. Hoewel de concentraties sterk variëren in de tijd en soms op weekbasis hoger zijn dan de toetsingswaarde, wordt dit niet als zorgwekkend gezien aangezien de EFSA-toetsingswaarde wordt gehanteerd voor chronische langetermijnblootstelling.

In onderstaande illustratie 7-2 is de verdeling van de PFAS-componenten in het zwevende stof weergegeven.

## Illustratie 7-2 Verdeling PFAS-componenten in zwevend stof



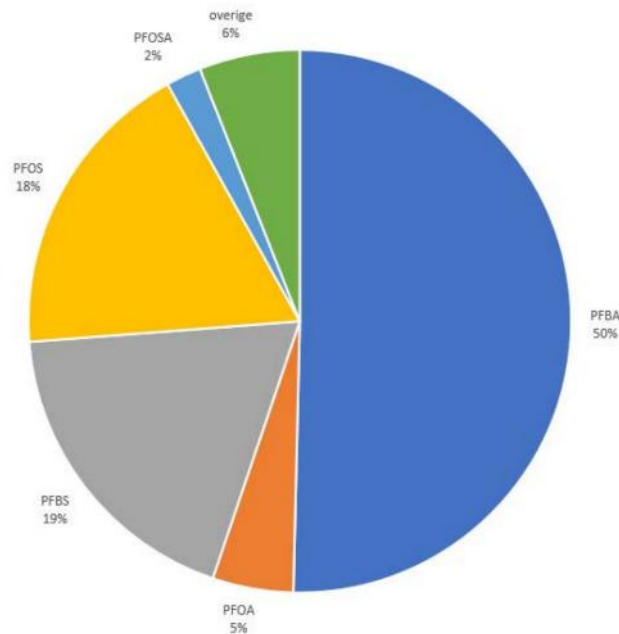
### 7.4.1.2 PFAS-depositie

Uit het onderzoek blijkt het volgende voor PFAS-depositie:

- Op alle meetlocaties zijn PFAS-verbindingen gemeten in depositie. Dat zijn stoffen die neervallen uit de lucht via regen en in droge periodes. De verbindingen die het meest voorkomen zijn PFBA en PFBS. Beide zijn goed oplosbaar in water en komen vooral voor in het opgevangen regenwater. Ook PFOS, PFOA en PFOSA hebben een aandeel van meer dan 1% in de totale PFAS-depositie;
- Er zijn grote verschillen tussen de locaties en PFAS-verbindingen tijdens de meetperiode. De gemiddelde depositie in de omgeving van 3M en de Oosterweelwerf was 4 tot 88 ng/m<sup>2</sup>/dag voor PFBA, 0,2 tot 10 ng/m<sup>2</sup>/dag voor PFBS en 4,5 tot 49 ng/m<sup>2</sup>/dag voor PFOS. Op de achtergrondlocatie in Dessel was de gemiddelde depositie 3 tot 6 ng/m<sup>2</sup>/dag voor deze verbindingen. Dit in tegenstelling tot zwevend stof, waarin op de achtergrondlocatie zelden PFAS-verbindingen zijn gedetecteerd;
- Er zijn duidelijke indicaties dat de deposities van de 4 EFSA-PFAS (PFOS + PFOA + PFNA + PFHxS) hoger zijn dicht bij 3M en de werfzone, en lager op verdere afstand. Ook de windrichting heeft invloed. Zo was de gemiddelde depositie hoger op locaties die tijdens de metingen veelal windafwaarts lagen van 3M en de werfzone;
- Voor PFBA zijn er ook hogere deposities gemeten op locaties die verder van 3M en de werfzone liggen. Dit zou mogelijk kunnen wijzen op uitstoot op grotere hoogte; en
- Er is momenteel geen toetsingskader voor PFAS-deposities beschikbaar. De risico's door blootstelling aan PFAS via depositie kunnen dus niet beoordeeld worden. Het verdient aanbeveling om verder in te zetten op de gezondheidkundige vertaling van PFAS-deposities.

In onderstaande Illustratie 7-3 is de verdeling van de PFAS-componenten in de depositie weergegeven. Het verschil met de samenstelling van het zwevend stof is duidelijk.

### Illustratie 7-3 Verdeling PFAS-componenten in depositie



Onderstaande Tabel 7-4 geeft een overzicht van de gemiddelde concentraties voor de som 4 EFSA PFAS en voor PFOS en PFOA gemeten in de stoffractie in de omgevingslucht over de periode van 6 maanden voor 6 meetlocaties.

**Tabel 7-4 Gemiddelde gemeten stofconcentraties**

Meetlocatie	4 EFSA PFAS (som) ng/m <sup>3</sup>	PFOS ng/m <sup>3</sup>	PFOA ng/m <sup>3</sup>
ZD08 (Neerstraat 19, Zwijndrecht)	0,103	0,088	0,010
R897 (Scheldelaan-Polderdijkweg, Antwerpen)	0,016	0,014	0,002
ZD01 (Binnenplein 1, Zwijndrecht)	0,007	0,006	0,001
AL01 (Wandeldijk, Linkeroever)	0,005	0,004	0,001
R818 (Burchtse Weel, Antwerpen)	0,001	0,002	0,001
N016 (achtergrond: Nieuwdijk – Sluis 4, Dessel)	0,001	0,0004	<0,0004

De bemonstering ging van start op 2/07/2021 en liep tot 12/01/2022. Op R818 werd de bemonstering later opgestart (18/11/2021) en liep eveneens door tot 12/01/2022.

Er dient opgemerkt te worden dat deze stofmetingen het totale fijnstof analyseren. Hierbij is niet duidelijk wat het aandeel bodemstof is. Er kan dus niet zomaar aangenomen worden dat de gemeten concentraties volledig te wijten zijn aan het aandeel bodemstof in de totale fijnstofmeting. Deze metingen bieden wel inzicht in de mate waaraan personen via stofinname aan PFAS kunnen blootgesteld worden. Deze waarden zullen dan ook verder in de risico-evaluatie aangewend worden om de modelberekeningen met S-Risk af te toetsen aan de realiteit.

In voorgaande hoofdstukken is aangetoond dat PFOS de bulk vormt van de PFAS-bodemverontreiniging (gemiddelde 90% van de 4 EFSA). De stofmetingen geven een lager aandeel PFOS in de 4 EFSA (circa 75%). Het aandeel PFOA en PFHxS liggen iets hoger in de stofmetingen

dan in de grondanalyses. Vermoedelijk is dit het aandeel van de neerslag in de verzamelde stofmonsters, waarin voornamelijk goed oplosbare PFAS zoals PFOA en PFHxS in vergelijking tot PFOS worden gemeten. Er kan dus worden gesteld dat de buitenstofmeting op basis van de 4 EFSA PFAS-metingen vermoedelijk uit een relevant deel bodemstof bestaat. Verdere evaluatie van de andere PFAS die VITO gemeten heeft in de stofmetingen kan mogelijk meer duidelijkheid bieden over het aandeel grond in de stofmetingen. In het door VITO gepubliceerde rapport zijn de resultaten voor de andere dan de 4 EFSA niet vermeld.

In voorliggend onderzoek zijn de resultaten voor meetpunt ZD08 waar de hoogste PFAS-concentraties in het stof zijn gemeten meegenomen in de risico-evaluatie. Dit is een conservatieve benadering gezien uit de verschillende VITO-metingen blijkt dat deze hoge waarden niet representatief zijn voor het grootste deel van het onderzoeksgebied dat het onderwerp uitmaakt van voorliggend beschrijvend bodemonderzoek, en de stofmetingen algemeen lager liggen.

Het is belangrijk op te merken dat er momenteel een doorgedreven HBM-studie (met samenwerking van het VITO) lopende is waarbij de bijdrage van binnenhuisstof aan de PFAS-blootstelling zal worden geëvalueerd en zal later dit jaar worden gerapporteerd. Bij wijze van conservatieve benadering is, zoals hierboven is aangegeven, in het voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO gewerkt met de beschikbare buitenstofgegevens.

## 7.4.2 PFAS in eieren

### 7.4.2.1 Inleiding

Het tweede tussentijds rapport van 25 maart 2022 van de opdrachthouder Prof. Karl Vrancken en het eerste gefaseerd BBO hebben duidelijk aangegeven dat opname van PFAS via eieren de meest belangrijke blootstelling aan PFAS vormt. In de nota "Afleiding van PFOA en PFOS risicogrenswaarden bodem voor bestemmingstype wonen in functie van keuze gezondheidskundige toetsingswaarden en blootstellingsscenario's (met behulp van het S-Risk model)", januari 2022, opgesteld in opdracht van de Vlaamse Overheid en mee verwerkt in het eerste gefaseerd BBO, schrijft VITO het volgende over de berekende risicogrenswaarde (RGW) en de bijdrage van de verschillende blootstellingsroutes in het geval van een bodemgebruik met tuin en kippenren:

- Op pagina 12: "De consumptie van eieren heeft m.a.w. een grote impact op de berekende RGW voor bodem. Dat wordt ook weergegeven in Tabel 7 op basis van de lokale bijdrage (%) via ei-consumptie en ingestie van bodem- en stofdeeltjes. Deze tabel geeft aan dat ei-consumptie voor PFOS en PFOA respectievelijk 98,7 en 96,8 % bijdraagt aan de lokale blootstelling, terwijl ingestie van bodem- en stofdeeltjes slechts bijdraagt voor resp. 1,3 en 2,3%."

In het eerste gefaseerd BBO heeft ERM de uitgevoerde analyses op ei- en bodemmonsters gebruikt om in te schatten hoe de PFAS-ei-concentraties zich verhouden tot de PFAS-bodemconcentraties, in de veronderstelling dat alle PFAS in de eieren afkomstig is vanuit de grond die de kippen innemen. Per locatie is de gemiddelde ei-concentratie en de gemiddelde grondconcentratie van de toplaag (0-50 cm-mv) bepaald. Vervolgens is voor de eieren en voor de grond het gemiddelde van deze locatiegemiddelden bepaald. Deze waarden zijn dan gebruikt om de Bio Transfer Factor (BTF) te bepalen op basis van de vergelijkingen 146 en 157 uit het formulair van S-Risk, waarbij het aandeel vanuit voeder op nul is gezet (zie bemerking hiervoor betreffende de opname van PFAS enkel via de bodem).

Vergelijking 146: 
$$J_{soil,chicken} = f_{free-range} \times q_{soil,chicken} \times C$$

Vergelijking 157: 
$$C_{egg} = BTF_{soil,egg} * J_{soil,chicken} + BTF_{feed,egg} \times J_{f,chicken}$$



Op basis van de toen gebruikte metingen is een conservatieve BTF-waarde van 60 voor PFOS en 13 voor PFOA bepaald, die voor de verdere berekeningen is toegepast in het eerste gefaseerde BBO.

In haar rapport van januari 2022 heeft VITO ook BTF-waarden voor eieren afgeleid voor PFOS en PFOA. In dat rapport stelt VITO:

- Op bladzijde 4: *“In een afzonderlijke nota werd de afleiding van de BTF-factoren voor eieren voor zowel PFOS als PFOA besproken, inclusief de onzekerheden (nota\_BTF\_ei). Deze nota is opvraagbaar bij VITO, en wordt momenteel herwerkt met recente inzichten uit de PFAS@home studie. Ondanks deze onzekerheden werden voor PFOS en PFOA volgende BTF-factoren voorgesteld: PFOS: bodem naar ei BTF = voeder naar ei BTF = 50 en PFOA: bodem naar ei BTF = voeder naar ei BTF = 10.”*

De door VITO gehanteerde BTF-waarden voor PFOS en PFOA zijn minder conservatief dan de door ERM berekende BTF-waarden van 60 voor PFOS en 13 voor PFOA. Dit betekent dat in de door ERM verder uitgevoerde evaluatie de opname van PFAS in eieren vanuit de verontreinigde bodem groter is ingeschat dan door VITO, wat aangeeft dat de door ERM gehanteerde benadering een meer conservatieve benadering is.

In dezelfde nota schrijft VITO het volgende over de bepaling van de ei-concentratie:

- Op bladzijde 18: *“Uitgaande van de huidige literatuurgegevens en gekoppelde data wordt aan de hand van de locatiespecifieke S-Risk berekeningen betwijfeld of op basis van louter een bodemconcentratie een correcte ei-concentratie voorspeld kan worden. Voorspellingen bodem-ei lijken o.b.v. de beperkte dataset goed te corresponderen met de meetdata voor de hogere bodemconcentraties, maar voor de lagere bodemconcentraties zijn er te weinig data voorhanden om dit te kunnen verifiëren. Op basis van de literatuurgegevens (bvb. PERFOOD-project) is er ook geen eenduidige lijn te trekken tussen bodemconcentraties en ei-concentraties. Vermoedelijk omdat naast bodem-concentraties ook nog andere elementen relevant zijn zoals de ouderdom van de kippen, welk ‘extra’ voeder de kippen krijgen (bv. lokaal geproduceerd grasmaaisel en keukenafval versus gekocht voeder), het gebruik van mogelijk gecontamineerd putwater als drinkwater voor de kippen, de aanwezigheid van precursoren die omzetten tot PFOS of PFOA, ... Om deze reden is het niet eenvoudig om goed onderbouwde risicogrenswaarden bodem voor PFOA en PFOS te berekenen voor scenario's waar eieren uit eigen kippenren geconsumeerd worden.”*

Voor lage bodemconcentraties blijkt de bijdrage van andere opnames door de kip van PFAS mogelijk een relevante rol te spelen in de bepaling van de ei-concentratie. Deze andere opnames zijn door ERM in het eerste gefaseerd BBO niet toegepast bij gebrek aan informatie en omdat is aangenomen dat alle opname via de kip vanuit de bodem verloopt. Dit geeft dus aan dat de door ERM gebruikte benadering op dat moment een zeer conservatieve evaluatie betreft.

#### 7.4.2.2 Actiewaarden voor ei

Op 22 juni 2022 stemde het Europees regelgevend comité voor het ontwerp van reglementaire teksten met betrekking tot de verordening tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1831/2006 wat betreft de maximumgehalten aan PFAS in bepaalde levensmiddelen. Deze regelgeving is overgenomen door het FAVV en van toepassing vanaf 1 januari 2023. In deze regelgeving zijn voor eieren volgende maximale toelaatbare concentraties opgenomen: PFOS 1,0 µg/kg ng (nat gewicht), PFOA 0,3 µg/kg ng, PFNA 0,7 µg/kg ng, PFHxS 0,3 µg/kg ng en 4 EFSA 1,7 µg/kg ng.

Op 25 juni 2021 vond er een spoedvergadering plaats van het SciCom wetenschappelijk comité ingesteld bij het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) (ref. 10-2021). Naar aanleiding van de in 2020 door EFSA gepubliceerde GGW herzielt de FAVV de initiële actiegrenzen berekend voor twee perfluoralkylverbindingen (perfluorooctaansulfonzuur, PFOS, en perfluorooctaanzuur, PFOA) van 2017.

Op basis van de uitgevoerde evaluatie stelt het FAVV in deze spoedvergadering volgende geschatte aanvaardbare concentratie (EAC) voor de consumptie van eieren voor: 4 EFSA 0,2 µg/kg ng. Deze waarde ligt lager dan de Europese norm van 1,7 µg/kg ng die op 1 januari 2023 van toepassing zal zijn en is zeer laag vergeleken met de kwantificeringslimieten (LOQ) van de huidige gevalideerde en mogelijks toekomstig te valideren analysemethoden. Daarom stelt het FAVV dat het ALARA-beginsel, gebaseerd op het P95 niveau van de gegevens van de Europese Commissie, een tijdelijk scenario kan zijn dat door de risicomanager wordt gehanteerd (in het geval dat de EAC onder de P95 niveau ligt). Het SciCom wijst er evenwel op dat de Europese context niet representatief is voor de Belgische context die gekenmerkt wordt door dichtbevolkte en sterk geïndustrialiseerde gebieden met historische PFAS-verontreiniging van het milieu tot gevolg. Om de voedselveiligheid te garanderen, beveelt het SciCom aan dit ALARA-beginsel zo snel mogelijk toe te passen, rekening houdend met de P95-besmettingsniveaus van de achtergrondbesmetting uit Belgische gegevens. Deze gegevens over achtergrondverontreiniging in levensmiddelen moeten worden verkregen met gevoeligere analysemethoden (met lagere LOQ's) dan die welke momenteel door het FAVV voor officiële controles worden gebruikt.

Vanaf 1 januari 2023 worden de Europese normen toegepast om na te gaan of eieren die in het commerciële circuit worden geplaatst geschikt zijn voor consumptie.

### 7.4.2.3 Relatie grondconcentratie en ei-concentratie

De “code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS” voorziet dat ei-analyses worden uitgevoerd volgens de methodiek beschreven in de “code van goede praktijk: Richtlijnen voor onderzoek van moestuin of kippenren.” Het komt er op neer dat per locatie over een langere periode (enkele weken) eieren worden verzameld. Per locatie wordt van deze eieren een mengstaal gemaakt om zo een uitgemiddelde ei-concentratie te bepalen. ERM heeft in het kader van onderhavig rapport deze methodiek toegepast, zoals toegelicht in [sectie 4.3](#). Op 16 locaties ten zuiden van de 3M-site zijn in de periode juni – juli 2022 eieren verzameld voor analyse. Per locatie is ook een analyse van het grondstaal van de toplaag binnen de kippenren beschikbaar, hetzij tijdens de staalname in 2021, hetzij tijdens de staalname van juni 2022.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat gelet op de sterke opdeling van de PFAS-concentraties tussen dooier en eiwit (waarbij ruim 99% van de PFAS in de dooier aanwezig zijn) en de moeilijkheid om een homogeen mengsel van dooier en ei te krijgen, beide apart geanalyseerd zijn. Vervolgens is de totale ei-concentratie berekend op basis van beide metingen. Deze werkwijze vermijdt dat men een over- of onderschatting krijgt bij de analyse van een gehomogeniseerd volledig ei, waarbij respectievelijk meer dooier of meer eiwit wordt onttrokken voor analyse.

Onderstaande [Tabel 7-5](#) geeft een overzicht van de analyseresultaten per locatie voor ei (totaal) en grond voor PFOS, PFOA, PFNA PFHxS, 4 EFSA (PFOS+PFOA+PFNA+PFHxS), PFAS (som), PFSA (som) en PFCA (som). Overschrijdingen van de Europese norm van toepassing vanaf 1 januari 2023 zijn in het **vet** weergegeven, overschrijdingen van de EAC zijn onderlijnd. Gr staat voor het grondstaal, Ei staat voor het eierstaal.

**Tabel 7-5 Ei-analyses**

µg/kg	PFOS		PFOA		PFNA		PFHxS		4 EFSA		PFAS (som)		PFSA (som)		PFCA (som)	
	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei	Gr	Ei
ANT133	3,6	<b>5,3</b>	<0,5	0,20	<0,5	0,57	<0,5	0,072	3,60	<b>6,14</b>	3,60	7,68	3,60	5,37	<0,5	2,31
KA66	9	<b>22</b>	<0,5	0,20	<0,5	0,17	<0,5	<b>0,42</b>	9	<b>22,79</b>	10,53	23,94	9,86	22,73	0,67	1,21
LA128	4,3	<b>10</b>	<0,5	0,23	<0,5	0,35	<0,5	0,12	4,3	<b>10,70</b>	4,30	12,13	4,30	10,18	<0,5	1,95
LE04	2,8	<b>4,7</b>	2,8	<b>4,70</b>	<0,5	0,17	<0,5	0,21	2,8	<b>5,22</b>	2,80	7,19	2,80	5,14	<0,5	2,05
LI30	1,8	<b>7,5</b>	<0,5	0,096	<0,5	0,11	<0,5	0,12	1,8	<b>7,83</b>	1,80	8,50	1,80	7,70	<0,5	0,81
NE111	7,8	<b>19</b>	<0,5	0,11	<0,5	0,091	<0,5	0,16	7,8	<b>19,36</b>	7,80	20,06	7,80	19,32	<0,5	0,74

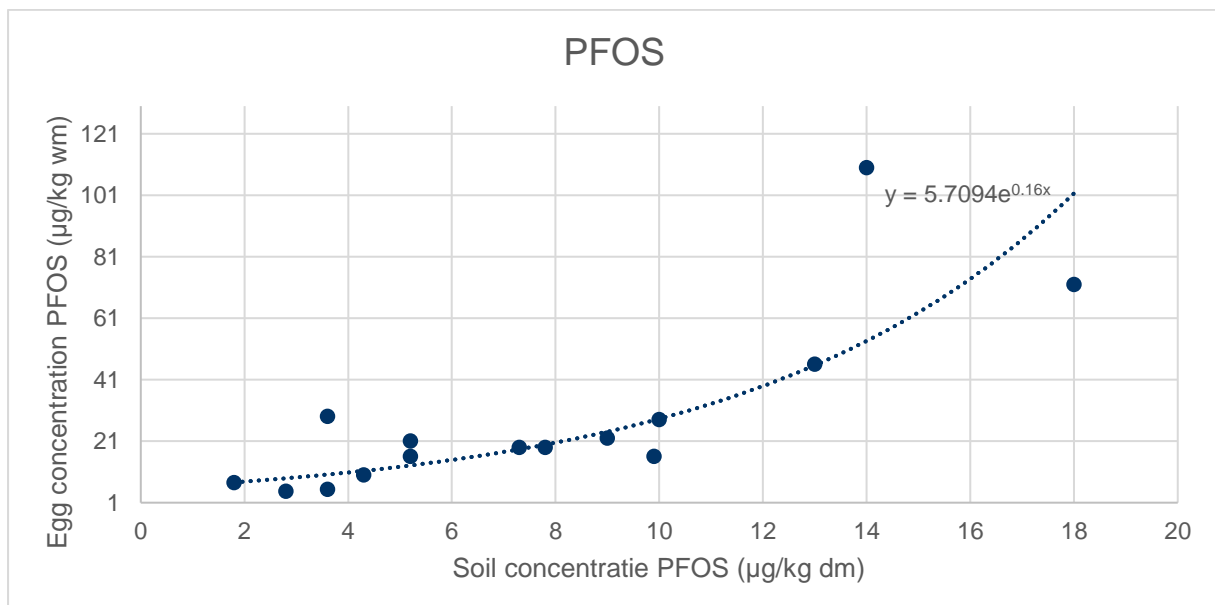
µg/kg	PFOS		PFOA		PFNA		PFHxS		4 EFSA		PFAS (som)		PFSA (som)		PFCA (som)	
NE18A	14	<b>110</b>	0,6	<b>0,64</b>	<0,5	<b>0,86</b>	<0,5	<b>1,4</b>	14,6	<b>112,90</b>	14,60	122,27	14,00	113,37	0,60	8,90
NE67	170	<b>180</b>	5,4	0,20	0,27	0,32	11	<b>2,8</b>	186,67	<b>183,32</b>	195,82	188,33	185,43	185,02	10,39	3,31
NE88	13	<b>46</b>	<0,5	0,20	<0,5	0,19	<0,5	<b>0,38</b>	13	<b>46,77</b>	13,00	47,72	13,00	46,74	<0,5	0,98
PO20	3,6	<b>29</b>	<0,5	0,059	<0,5	0,2	<0,5	0,24	3,6	<b>29,50</b>	3,60	31,61	3,60	29,48	<0,5	2,14
PO238	18	<b>72</b>	0,55	0,22	<0,5	0,27	<0,5	<b>1,1</b>	18,55	<b>73,59</b>	19,55	75,47	19,00	73,98	0,55	1,49
RO17	9,9	<b>16</b>	<0,5	0,11	<0,5	0,24	<0,5	0,29	9,9	<b>16,64</b>	9,90	18,11	9,90	16,71	<0,5	1,40
SM11	7,3	<b>19</b>	<0,5	0,29	<0,5	0,087	<0,5	<b>0,37</b>	7,3	<b>19,75</b>	7,30	20,25	7,30	19,57	<0,5	0,68
ST53	5,2	<b>21</b>	0,24	0,046	<0,5	0,11	<0,5	0,053	5,2	<b>21,21</b>	5,20	21,77	5,20	21,05	<0,5	0,72
VR01	10	<b>28</b>	0,66	<b>0,81</b>	<0,5	0,078	<0,5	<b>1,7</b>	10,66	<b>30,74</b>	13,11	32,11	10,82	30,33	2,29	1,78
VR37	5,2	<b>16</b>	<0,5	0,14	<0,5	0,22	<0,5	0,14	5,2	<b>16,50</b>	5,75	17,43	5,75	16,32	<0,5	1,11

Op basis van bovenstaande tabel blijkt dat alle geanalyseerde eieren niet voldoen aan de normen die vanaf 1 januari 2023 van kracht zijn.

Uit de literatuur blijkt dat de opname van PFAS via het oppikken van grond door scharrelkippen een significante bijdrage levert aan het PFAS-gehalte in de eieren van deze kippen<sup>47</sup>. Daarom is nagegaan of het mogelijk is om met bovenstaande dataset een rekenkundige relatie te bepalen tussen de grondconcentraties en de ei-concentraties.

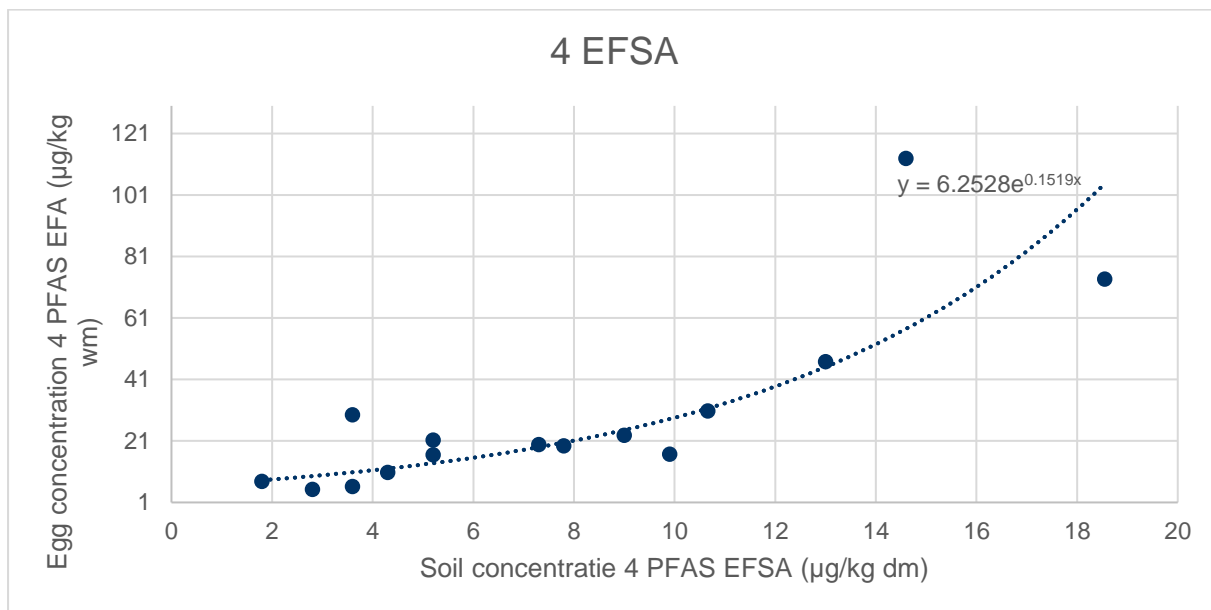
In *Illustratie 7-4* tot en met *Illustratie 7-7* zijn telkens de geselecteerde PFAS-analyses (PFOS, 4 EFSA, PFSA- en PFAS-som) van de grond ten opzichte van deze in de eieren geplotted. Voor elke verdeling is vervolgens een trendlijn bepaald. Een exponentiële trendlijn blijkt het beste de verdeling te simuleren. Voor PFOA en PFCA blijkt de verdeling van de punten geen trend aan te geven. Deze grafieken zijn dan ook niet weergegeven.

### Illustratie 7-4 Relatie grond – ei concentratie voor PFOS

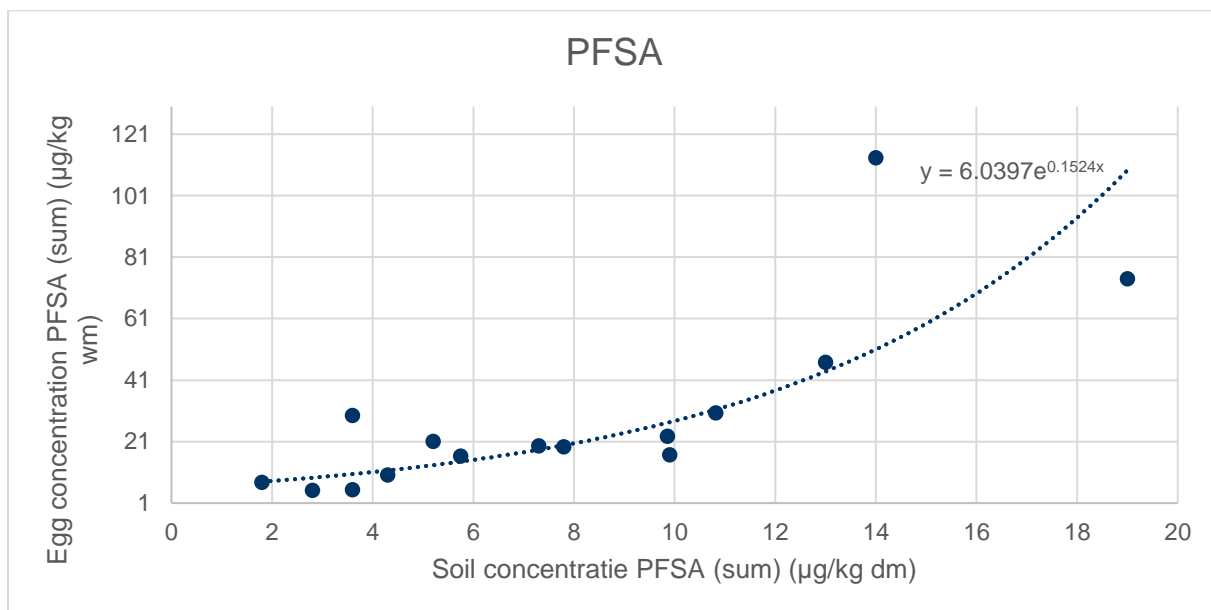


<sup>47</sup> Home produced eggs: an important pathway of human exposure to perfluorobutanoic acid (PFBA) and perfluorooctanoic acid (PFOA) around a mega fluorochemical industrial park in China", Su et al. Environ Int.. 2017 Apr;101:1-6; en "Home-produced eggs: An important human exposure pathway of perfluoroalkylated substances (PFAS)", Lasters et al. Chemosphere Volume 308, Part 1, December 2022, 136283

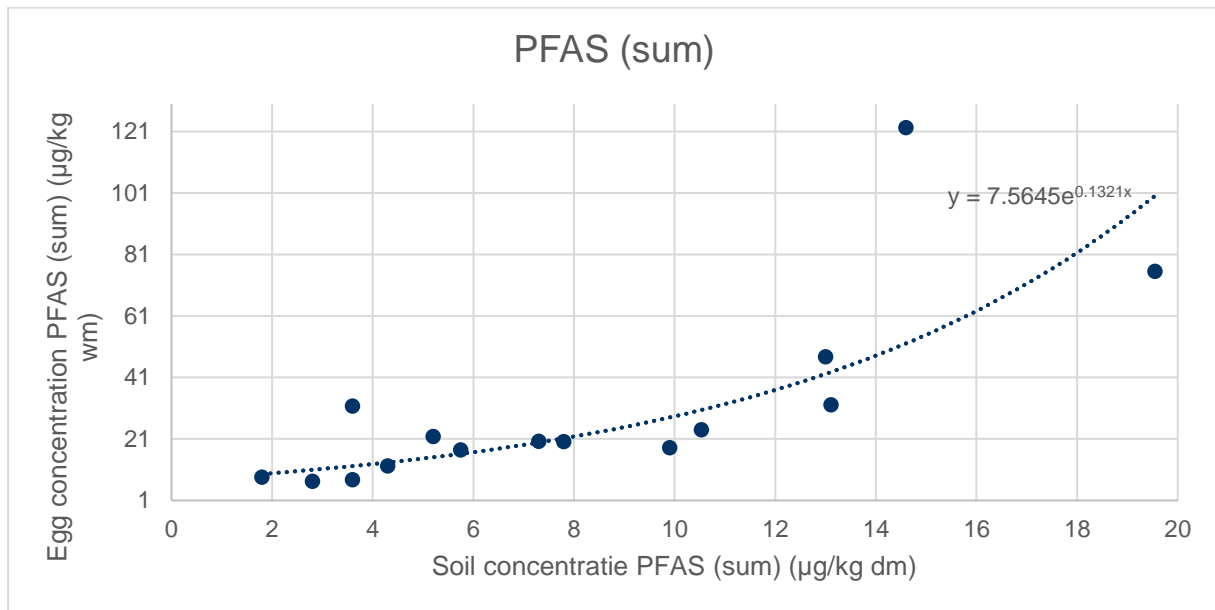
### Illustratie 7-5 Relatie grond – ei concentratie voor 4 EFSA



### Illustratie 7-6 Relatie grond – ei concentratie voor PFSA-som



## Illustratie 7-7 Relatie grond – ei concentratie voor PFAS-som



De exponentiële relatie tussen de PFAS-grondconcentratie en PFAS ei-concentratie kan verklaard worden door de preferentiële binding van PFAS aan vetten en het feit dat er een bioaccumulatie optreedt waardoor bij een grotere blootstellingdosering er exponentieel meer PFAS aan de vetten in het ei wordt gebonden. De vetten zijn enkel in de dooier aanwezig, wat verklaart dat ruim 99% van de PFAS in de dooier wordt gemeten. Het eiwit bestaat uit proteïnen. Hieruit kan men besluiten dat het mogelijk is om een relatie tussen de grondconcentratie en de ei-concentratie op basis van een exponentiële functie te bepalen.

Deze verdeling heeft tot gevolg dat bij zeer lage, mogelijk niet meer meetbare (<detectielimiet) concentraties in de grond, alsnog verhoogde PFAS-concentraties kunnen worden gemeten in de eieren. Wanneer de Europese norm voor 4 EFSA of de EAC in de formule voor de trendlijn bepaald in bovenstaande 4 EFSA grafiek wordt ingevuld om de bijhorende grondconcentratie te bepalen, geeft de formule een negatieve waarde. Dit betekent dat er in de grond geen PFAS aanwezig mag zijn opdat de 4 EFSA concentraties in het ei onder beide normen liggen.

### 7.4.2.4 Gebruik grond-ei relatie in S-Risk

Voor het opstellen van de toetsingswaarden bodemsaneringsnormen voor PFAS door VITO zijn streefwaarden voor PFOS en PFOA van respectievelijk 1,5 µg/kg ds en 1,0 µg/kg ds bepaald. De streefwaarden zijn de achtergrondconcentraties voor Vlaanderen. Ze geven de “gemiddelde” concentratie voor een stof weer in niet-verontreinigd gebied.

Wanneer de streefwaarde voor PFOS in bovenstaande exponentiële functie voor PFOS in grond en ei wordt ingevuld dan komt hieruit een ei-concentratie van 7,3 µg/kg ng uit. Dit is in lijn met vaststellingen op het terrein:

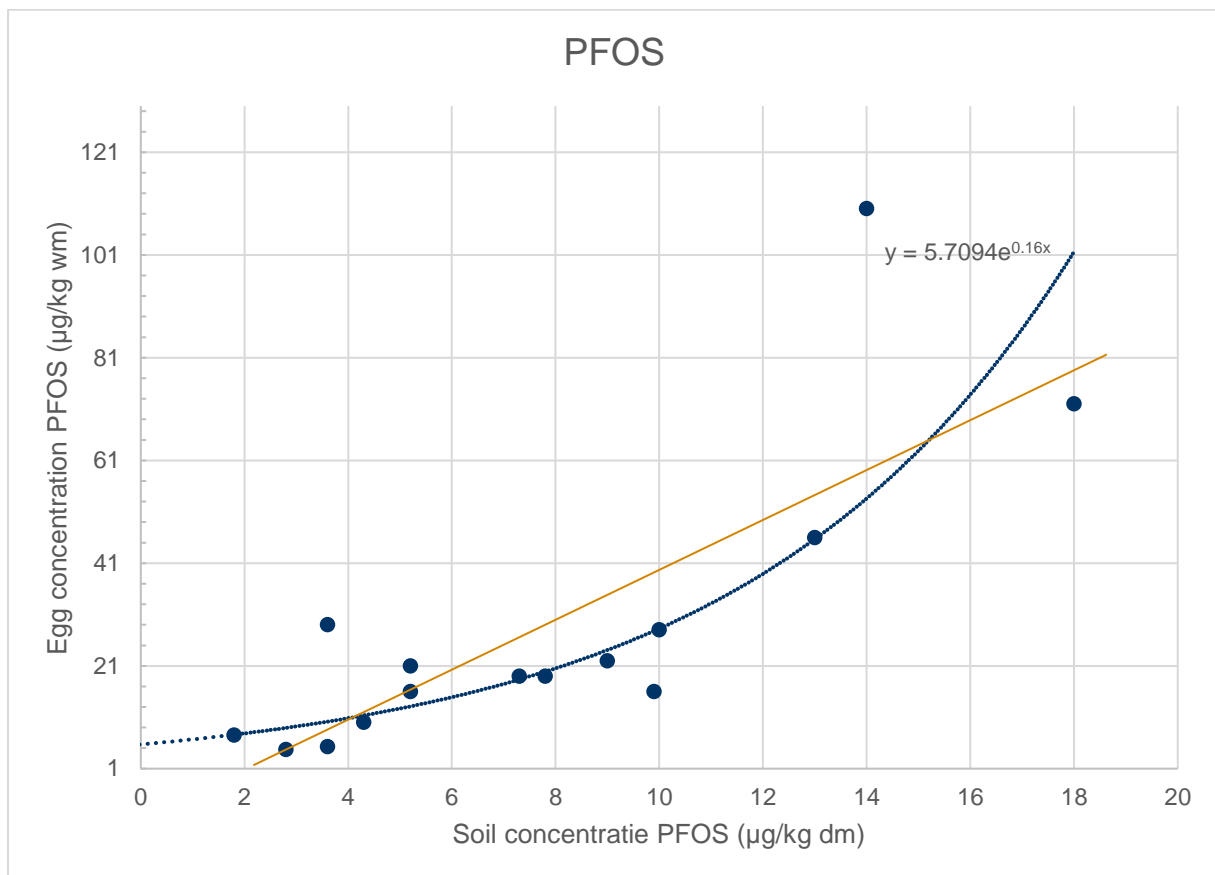
- Ter hoogte van locatie LI30 is een grondconcentratie PFOS van 1,8 µg/kg ds gemeten. Deze concentratie ligt hoger dan de streefwaarde van 1,5 µg/kg ds, maar lager dan de richtwaarde van 3,0 µg/kg ds, die geldt als waarde voor vrij gebruik van de bodem. Op deze locatie is een ei-concentratie gemeten van 7,5 µg/kg ng; en
- Ter hoogte locatie LE04 is een grondconcentratie van 2,8 µg/kg ds gemeten voor PFOS, die lager is dan de richtwaarde. In het ei is een PFOS-concentratie van 4,7 µg/kg ng gemeten.

In beide gevallen worden de Europese norm en de EAC overschreden. Deze evaluatie geeft aan dat PFOS-grondconcentraties die overeenkomen met de streefwaarde (achtergrondwaarde) voor Vlaanderen al aanleiding geven tot ei-concentraties die de Europese norm die in voege komt op 1 januari 2023 overschrijden. Deze evaluatie is uitgevoerd op een beperkte dataset. Verder onderzoek lijkt dan ook aangeraden.

In het S-Risk model wordt de relatie tussen grond en ei uitgedrukt door een lineaire functie op basis van een vermenigvuldiging met de BTF. Op basis van de gegevens die ERM heeft verzameld blijkt dat de relatie tussen grond en ei voor PFAS wordt bepaald door een exponentiële functie. Gelet op het bioaccumulatie effect, kan het S-Risk model niet worden gebruikt om het risico vanuit grond via de doorvergiftiging naar eieren die door de mens worden geconsumeerd te bepalen. De lineaire functie zal zowel bij lage als bij hoge grondconcentraties het risico onderschatten.

Dit is gevisualiseerd in onderstaande **Illustratie 7-8**, waarbij de oranje lijn de lineaire functie weergeeft. Bij de hoge en lage grondconcentraties ligt deze lijn onder de exponentiële functie (blauwe stippenlijn), wat de onderschatting illustreert. Een lineaire functie zou ook geen rekening houden met de preferentiële accumulatie van PFAS in de dooier van het ei.

### Illustratie 7-8 Lineaire versus exponentiële ei-grond relatie voor PFOS



## 7.4.3 PFAS in gewassen

### 7.4.3.1 Inleiding

Tijdens het eerste gefaseerd BBO zijn groenten uit verschillende moestuinen verzameld en op PFAS geanalyseerd. De detectielimiet voor die eerste analyses bedroeg 0,5 µg/kg ng. Deze waarde ligt 10 keer hoger dan de EAC van 0,05 µg/kg ng bepaald door het FAVV in de spoedraadgeving van 2021. Daarom is voor voorliggend gefaseerd BBO een nieuwe monstername campagne uitgevoerd waarbij de groentemonsters door een ander labo zijn geanalyseerd met een detectielimiet van 0,02 tot 0,05 µg/kg ng. In totaal zijn voor deze nieuwe meetcampagne 80 monsters van verschillende groenten genomen. Voor de verdere evaluatie en zoals voorzien in de code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS zijn de groenten als volgt gegroepeerd:

- Bladgewas (foliar): sla, spinazie, selder, warmoes, prei, rabarber, venkel, rucola, rozemarijn, andijvie;
- Knolgewas (tuber): aardappel;
- Wortelgewas (root): knolseder, rode biet, raap, wortel, biet;
- Andere gewassen: (non-foliar): bonen, asperge, courgette, pompoen, tomaat, komkommer, broccoli, bloemkool, spitskool, paprika, augurk.

Deze groepering wordt ook toegepast in het S-Risk model. In het model is aan elke groep een waarde (bio concentratie factor – BCF) toegekend om de opname van een verontreinigende stof uit de bodem in de plant te simuleren.

De methodiek voor de monstername en analyses is in [sectie 4.3](#) besproken.

In haar advies op het onderzoeksrapport van 29 december dat door OVAM overgenomen is in de niet-conform verklaring schrijft het FAVV omtrent het toepassen van de EAC-waarden op groenten het volgende: *“De EAC-waarden die in tabel 3-6 worden vermeld, worden door het FAVV niet gehanteerd als een soort grenswaarden om bepaalde acties te ondernemen zoals het verbieden om de desbetreffende producten op de markt te brengen. Ze werden ook niet door ons voorgesteld (soms wordt dit zo vermeld) maar door het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV. Dit Wetenschappelijk Comité is wel verbonden aan het FAVV maar bestaat uit onafhankelijke wetenschappers. Het FAVV gebruikt de adviezen in zijn rol als risicomanager. Voor PFAS is er gekozen om de Europese normen af te wachten, aangezien de besprekingen binnen de Europese werkgroep op dat moment aan de orde waren. Onze minister heeft trouwens gepleit om dit proces te bespoedigen.*

*In paragraaf 6.5.2.1 wordt gezegd dat “In de Europese normen voor PFAS in voedselproducten die van 1 januari 2023 van toepassing zullen zijn, zijn geen normen voor groenten opgenomen. Er kan dus voor groenten nog niet bepaald worden of deze voldoen aan de normen voor voedselveiligheid. De overschrijdingen van de EAC's zijn indicatief voor een mogelijke verhoogde inname van PFAS ten opzichte van de 4 EFSA. De EAC's kunnen voor groenten aangewend worden als een eerste screening om aan te geven dat er mogelijk een risico uitgaat van de gemeten concentraties, rekening houdend met de EFSA 2020 GGW.”*

*Voor producten van plantaardige oorsprong zijn er inderdaad geen Europese of Belgische normen, en ook geen door ons vastgelegde actielimieten. We hanteren echter ook niet de door het Wetenschappelijk Comité ingesteld bij het FAVV voorgestelde EAC-waarden voor fruit, groenten, en zetmeelrijke wortels en knollen die vermeld worden in tabel 3-6. Voor voeder wordt in paragraaf 6.5.2.3 (de verwijzing naar tabel 6-7) verwezen naar de EAC van het FAVV. Voor voeder werd door het Wetenschappelijk Comité geen EAC afgeleid. De EAC-waarden in het spoedadvies hebben betrekking op levensmiddelen, niet op diervoeder.*

*In de aanbeveling (EU) 2022/1431 (cf. ook mijn e-mail van 20/12/2022) wordt er voor bepaalde producten van plantaardige oorsprong, waaronder groenten en fruit, wel gesproken over “indicatieve*

*niveaus". Dit zijn geen normen en ook geen actielimieten: deze niveaus mogen het in de handel brengen van levensmiddelen niet verhinderen maar wanneer deze gehalten zijn overschreden, zou de oorzaak van de verontreiniging verder moeten worden onderzocht. Voor fruit geven we nog mee dat, als men zelf de som zou maken van de indicatieve niveaus voor de 4 EFSA-PFAS (in de aanbeveling worden geen indicatieve niveaus voor de som gegeven), men dezelfde waarde bekomt als de EAC die in het spoedadvies voor fruit wordt vermeld, nl. 0,04 µg/kg vg.*

*Op dit moment zijn er dus geen vastgelegde waarden inzake PFAS voor levensmiddelen van plantaardige oorsprong om te oordelen over conformiteit van deze producten. Daarom spreken we ons ook niet uit over de gehanteerde benadering (gebruik van EAC-waarden voor het beoordelingskader inzake deze bodemonderzoeken) voor deze producten als ze bestemd zijn om op de markt te brengen."*

Hieruit blijkt dus dat het FAVV momenteel geen criteria heeft om te evalueren of groenten met PFAS veilig zijn om te consumeren, evenmin is er een Europees toetsingskader beschikbaar.

#### 7.4.3.2 Algemene bemerkingen PFAS opname in gewassen

Om een beter inzicht te krijgen in de mogelijk opname van PFAS kan de relatie van PFAS in fruit en de verontreinigingsgraad verder worden onderzocht aan de hand van grondwaterverontreiniging en eventueel de opgeloste PFAS in het poriënwater. De concentraties in het poriënwater zullen mogelijk deels ook bepalend zijn voor de concentraties in groenten. Uiteraard zal de kwaliteit van het irrigatie-/sproeiwater ook een invloed kunnen hebben op welke opgeloste PFAS door planten kunnen worden opgenomen.

Ghizi R. et al<sup>48</sup> geven in hun onderzoek aan dat opname via grondwater, poriewater en irrigatie-/sproeiwater slechts enkele parameters zijn die de mate van opname van PFAS in planten bepalen. Naast deze parameters spelen nog vele andere parameters een rol in welke en hoeveel PFAS waar in de plant worden opgenomen: de soort PFAS (lange of korte keten, precursor, ...) de bodemsamenstelling (organische stofgehalte, diepte grondwater, ...) de ouderdom van de PFAS-verontreiniging, PFAS in neerslag, ... In de niet-conformverklaring van het onderzoeksrapport van 29 december wordt het ontbreken van de evaluatie van grondwater, poriewater en irrigatie-/sproeiwater aangehaald als een reden dat de risico's voor personen die groenten en fruit consumeren onvoldoende is gekend. Zoals uit de literatuur blijkt is het volledige systeem van hoe PFAS in planten worden opgenomen vanuit verschillende media, waar deze dan in de plant worden geaccumuleerd en of en hoe precursoren naar stabiele PFAS worden omgezet in de plant nog zeer onduidelijk. Het risico voor de mens bepalen vanuit PFAS in alle groenten, fruit en voedergewassen is op dit moment niet mogelijk door onvoldoende wetenschappelijke kennis. Het verzamelen van grondwater, poriewater en irrigatie-/sproeiwater zal bijkomende puzzelstukken aanrijken in de evaluatie van de bepaling van het uiterst complexe bodem/plant systeem voor PFAS. Alhoewel dit proces nog onvoldoende gekend is, is in voorliggend BBO wel een al conservatieve inschatting gemaakt van de risico's die de gewassen in het onderzoeksgebied mogelijk vormen. Het is evenwel niet mogelijk om één op één de plantconcentratie te relateren aan een bodemconcentratie. Evenmin is het mogelijk om alle processen die aangeven hoe PFAS in gewassen worden opgenomen vanuit verschillende media eenduidig aan te tonen. Dit valt ook buiten de inhoud van een beschrijvend bodemonderzoek.

In hoofdstuk 2.10.2 van de code van goede praktijk van 15 mei 2022 schrijft OVAM dat het zinvol is om verschillende media te analyseren waaronder gewassen en eieren. In deze code van goede praktijk of in andere codes van goede praktijk wordt nergens opgelegd aan de bodemsaneringsdeskundige om voor alle betrokken media kwantitatief te verklaren hoe de verontreinigende stoffen in deze media terecht komen. Een dergelijke oefening zou de inhoud van

<sup>48</sup> Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review, Environmental Research 169 (2019) 326–341) en Lesmeister L. et al (Extending the knowledge about PFAS bioaccumulation factors for agricultural plants – A review, Science of The Total Environment Volume 766, 20 April 2021, 142640



een beschrijvend bodemonderzoek te buiten gaan. Dit noodzaakt verder doorgedreven (wetenschappelijk) onderzoek over meerdere groeiseizoenen (met inbegrip van labo-proeven onder strikt gecontroleerde omstandigheden) om zo tot een volledig begrip te kunnen komen van alle processen die de PFAS opname in dierlijke en plantaardige producten bepalen.

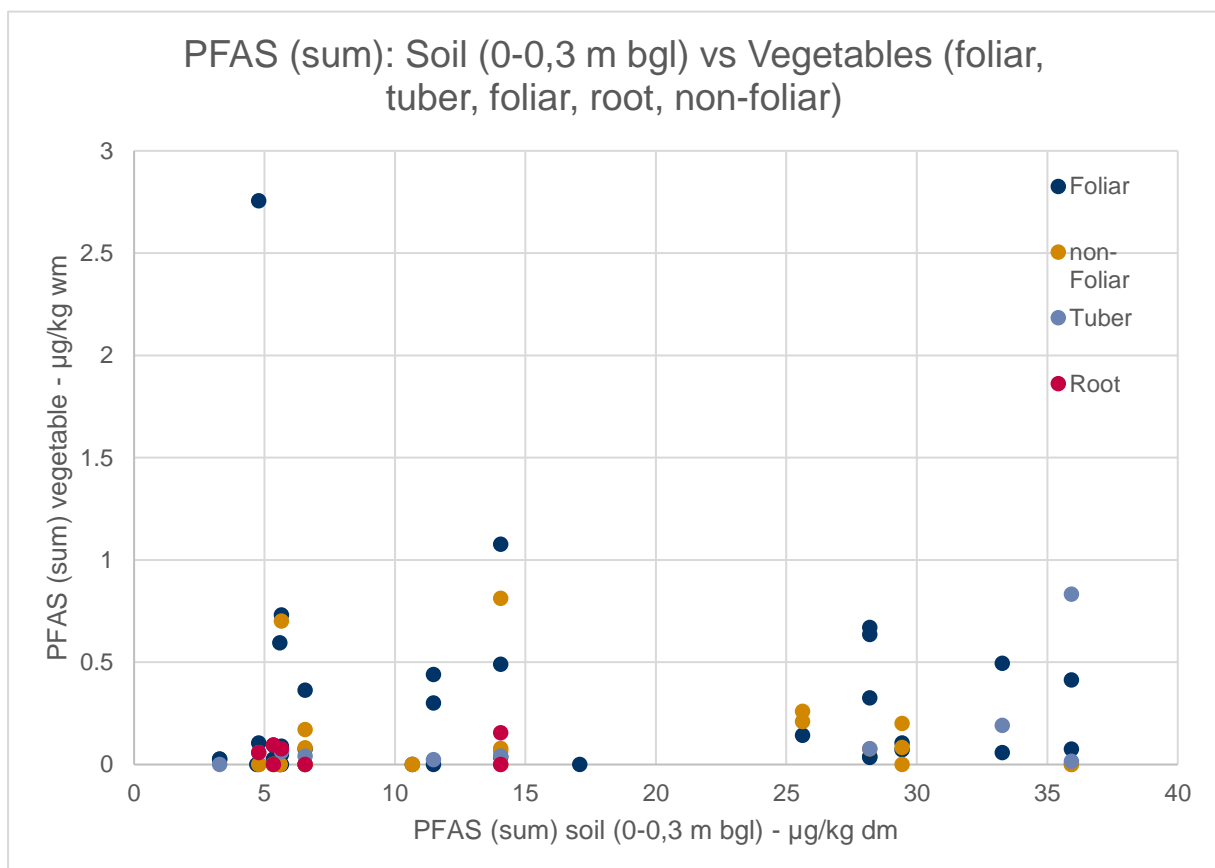
Daartegenover staat dat het wel relevant is om de mogelijke humaan risico's voldoende conservatief in te schatten in de risico-evaluatie. Daarom zijn in voorliggend gewijzigd tweede gefaseerd BBO pragmatische en conservatieve aannames en inschattingen gemaakt, op basis van veldmetingen, om tot een voldoende voorzichtige alsook bruikbare risico-evaluatie te komen, waarbij de onzekerheden en onbekenden zijn ondervangen. Dit moet toelaten om in een volgende fase reeds de nodige saneringsacties uit te werken.

### 7.4.3.3 Relatie grondconcentratie en plantenconcentratie

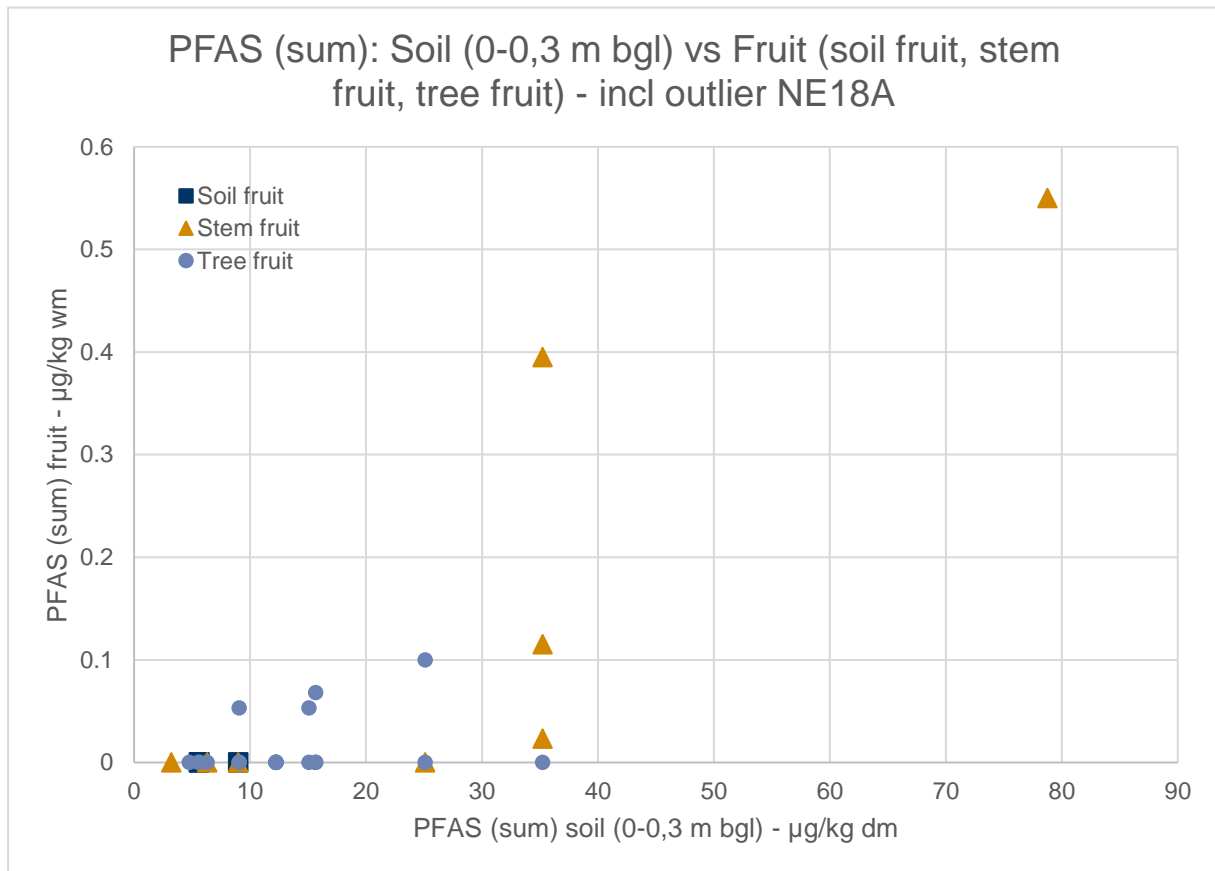
In de vorige hoofdstukken is al aangegeven dat er geen duidelijke relaties merkbaar zijn tussen de verontreinigingsgraad van de grond en de PFAS-concentraties gemeten in de verschillende planten. **Illustratie 7-9** voor groenten en **Illustratie 7-10** voor fruit toont per plantendataset de PFAS (som) grondconcentratie gemeten ter hoogte van de staalnamelocaties uitgezet ten opzichte van de PFAS (som) gemeten plantconcentraties.

De groenten zijn opgedeeld in bladgroenten (Foliar), knolgroenten (Tuber), wortelgroenten (Root) en andere groenten (non-Foliar). Bij het fruit is een onderscheid gemaakt tussen grondfruit (Soil fruit: aardbeien), stengelfruit (Stem fruit: bessen, frambozen en druiven) en boomfruit (Tree fruit: appels, peren en kersen). Voor de voedergewassen (Fodder: gras en mais) zijn bij de evaluatie voor mais zowel de grondmetingen van de toplaag (0-0,3 m-mv) als de diepere bodem (0,3-0,5 m-mv) geëvalueerd, gelet op de diepere pinwortel van de maisplant.

#### Illustratie 7-9 Relatie concentratie PFAS-som in grond en groeten

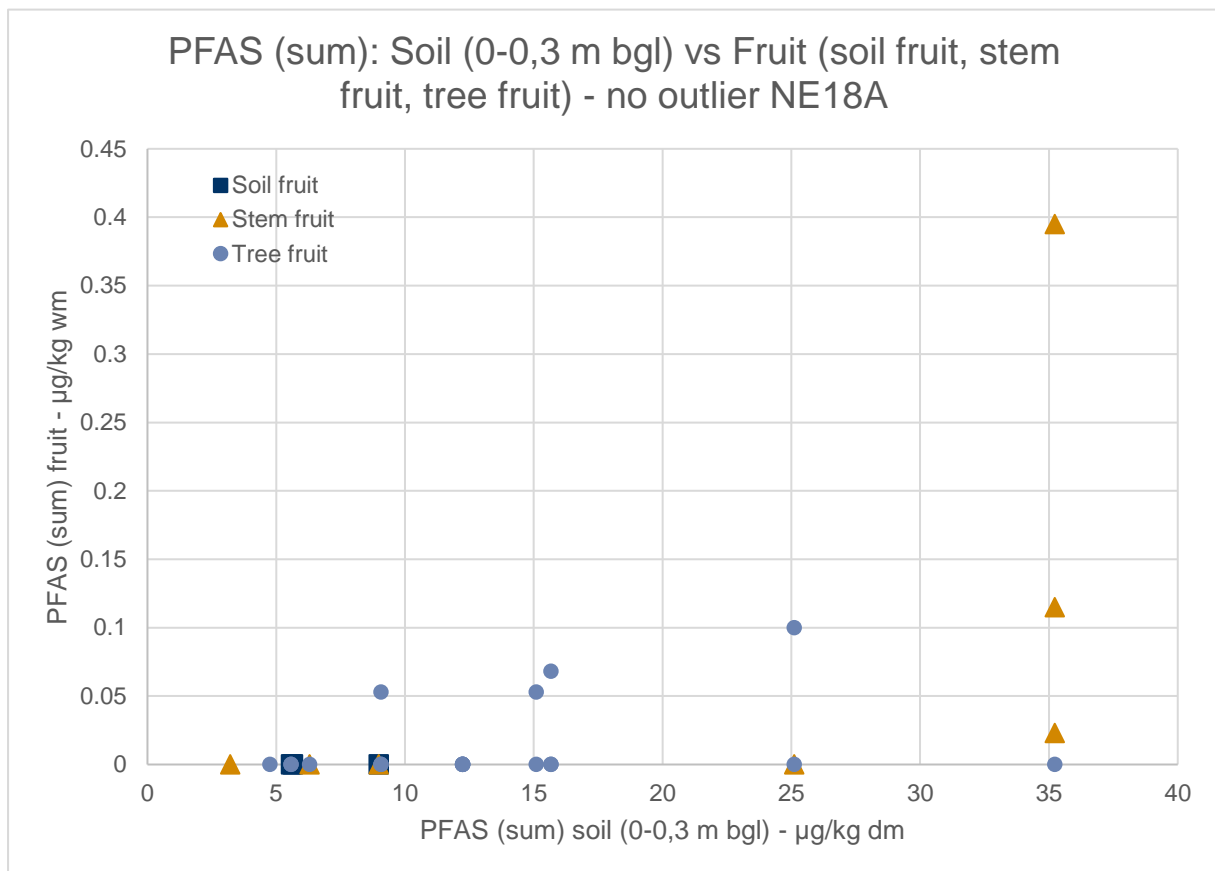


### Illustratie 7-10 Relatie concentratie PFAS-som in grond en fruit (met outlier)



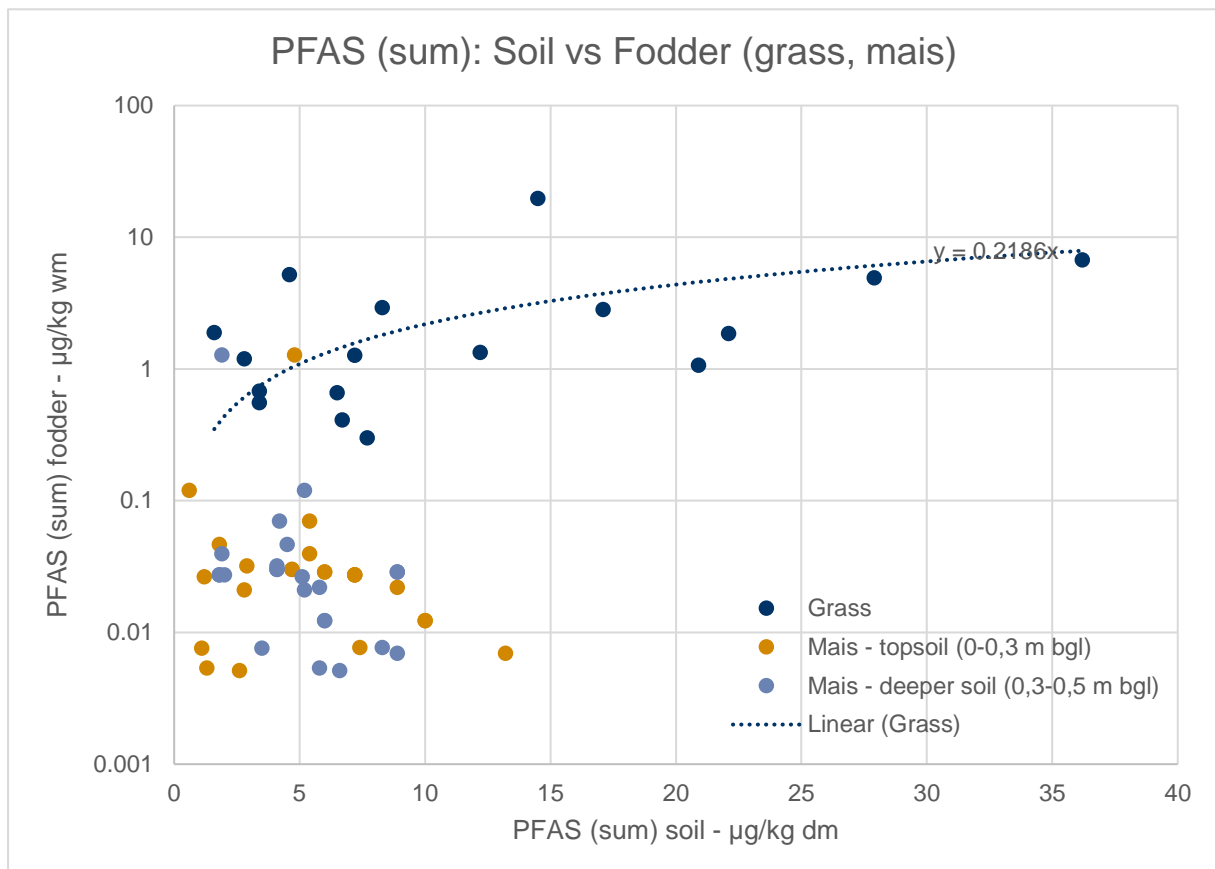
Hieruit blijkt effectief dat er geen lineaire relatie kan bepaald worden. Er is geen merkbare toename van de PFAS-concentraties in groenten of fruit bij een toenemende PFAS-grondconcentratie. De fruitmetingen geven voor het stengelfruit een indicatie van een lineair verband, maar dit is een gevolg van de outlier voor een analyse op druiven afkomstig van de locatie NE18A. Wanneer deze uit de grafiek wordt verwijderd, dan is op Illustratie7-11 geen indicatie meer voor een lineair verband vast te stellen.

## Illustratie 7-11 Relatie concentratie PFAS-som in grond en fruit (zonder outlier)



Bij de voedergewasgrafiek (Fodder) die weergegeven is op [Illustratie 7-12](#) is de plantconcentratie op een logaritmische schaal weergegeven, zodat de spreiding van de maisanalyses duidelijk kan worden weergegeven. Hieruit blijkt dat er voor mais zowel voor de toplaag als de diepere bodem geen lineaire relatie kan worden bepaald tussen de grondconcentratie en de plantconcentratie. Gelet op de lage plantconcentraties in mais lijkt er weinig PFAS uit de bodem te worden opgenomen. De grasmetingen doen een lineaire relatie vermoeden. Deze is met de blauwe stippenlijn weergegeven. Door de logaritmische schaal op de y-as wordt deze functie als een kromme weergegeven. De functie voor deze lineaire relatie is bepaald als gras-concentratie = 0,2186 x grond-concentratie. De determinatiecoëfficiënt ( $R^2$ ) voor deze functie is evenwel maar 0,37, wat een lage waarde is en aangeeft dat deze trendlijn voor de geëvalueerde dataset weinig betrouwbaar is.

## Illustratie 7-12 Relatie concentratie PFAS-som in grond en voedergewassen



### 7.4.3.4 Gebruik gewas-grond relatie in S-Risk

In het S-Risk blootstellingsmodel wordt de relatie tussen de grondconcentratie en de plantconcentratie uitgedrukt door een lineaire functie met als coëfficiënt de Bio Concentratie Factor (BCF). Gezien bovenstaande evaluatie aan toont dat er geen betrouwbare of representatieve BCF kan worden bepaald voor de beschikbare metingen uitgevoerd in het projectgebied, is het bijgevolg niet mogelijk om in het S-Risk model startende vanuit de grondconcentraties een voorspelling te doen naar de te verwachten plantconcentratie.

Om deze reden zal voor de risico-evaluatie naar de blootstelling aan PFAS door de consumptie van eigen gekweekte gewassen of door doorvergiftiging naar dierlijke producten enkel rekening worden gehouden worden met de reële gemeten concentraties op het terrein.

In de niet-conform verklaring van het tweede gefaseerde BBO worden verschillende opmerkingen gemaakt over de dataset die gebruikt werd voor de evaluatie van de relatie gewasconcentratie en grondconcentratie: er zijn slechts 9 moestuinen bemonsterd, er is onduidelijkheid of de grondanalyses en structuurparameters in het vaste deel van de bodem zijn uitgevoerd op analyses van de moestuin zelf dan wel op een mengstaal van de volledige tuin, gezien deze kunnen verschillen.

Wat betreft de “beperkte” dataset en het feit dat slechts 9 moestuinen werden bemonsterd, dient opgemerkt te worden dat ERM enkel deze tuinen binnen de onderzoekslocatie kon bemonsteren waarvoor de eigenaars toestemming hadden verleend en enkel ook de groenten die op dat moment beschikbaar waren of die de eigenaar ter beschikking wilde stellen. In totaal zijn er in 2022 81 individuele groenten bemonsterd, verspreid over 8 locaties. Dit zou volgens OVAM een te beperkte

dataset zijn om een uitspraak te kunnen doen betreffende de bepaling van de bioconcentratiefactoren. Hierbij dienen volgende bemerkingen worden gemaakt:

- In het S-Risk model zijn voor PFOS en PFOA bioconcentratiefactoren (BCF) opgenomen die door VITO afgeleid zijn uit de studie van Ghizi R. et al<sup>49</sup>. In dit artikel wordt een literatuurstudie besproken van de beschikbare artikels waarin plant-grond relaties zijn bepaald. Dit artikel geeft een overzicht van in totaal 26 individuele groente-analyses, waarbij geen enkel staal afkomstig van een groente gekweekt in Vlaanderen. Vito acht deze dataset wel voldoende om voor PFOS en PFOA BCF-waarden af te leiden, terwijl de auteur van het artikel hetvolgende besluit betreffende de bepaling van bioaccumulatie in de plant: *“PFASs are absorbed by plants to different extents according to their concentrations, chain lengths, functional group, plant species and variety, growth media (hydroponics vs. soil), and soil and biosolid characteristics. In particular, the abundance and characteristics of soil organic matter are considered one of the most important factors. Once inside the plants, partitioning among organs depends on species, and, particularly, on functional group and chain length. The C4–C6 compounds, which have recently replaced C8 PFOA and PFOS in many industrial processes, appear to accumulate particularly in leaves and fruits, whereas the compounds with higher chain lengths tend to be more concentrated in roots. However, owing to the variability of available data, the complexity of the interactions between PFASs and soil components, and between PFASs and plants, further studies need to be undertaken in order to clarify the role of each factor influencing the uptake and distribution of these compounds within plants in order to reduce human exposure to these hazardous substances.”* Hieruit blijkt dat de vereenvoudigde benadering door VITO waarbij eenvoudigweg is gekeken naar de PFOS- en PFOA-grondconcentratie en plantconcentratie en zodoende de BCF is bepaald voor volledige groepen groenten en voedergewassen niet representatief is. Immer, de rol van organisch materiaal in de bodem speelt een belangrijke rol in de opname van PFAS door planten, en hiermee is geen rekening gehouden in de door VITO bepaalde BCF's Dit is bijvoorbeeld wel het geval voor bijvoorbeeld zware metalen. Daarnaast worden deze BCF's aangewend voor de volledige groepen PFSA en PFCA, in lijn met de door OVAM opgelegde procedures voor risico-evaluatie. In beide groepen zijn zowel korte als lange keten PFAS en precursoren opgenomen die allen, zo blijkt uit de studie van Ghisi R. et al. (2019), op een andere manier en in verschillende mate door een plant en op andere plaatsen in de plant worden opgenomen. Voor precursoren dient ook nog rekening te worden gehouden met het feit dat deze in de plant worden omgezet naar stabiele PFAS.
- In het meer recente artikel van Lesmeister L. et al<sup>50</sup> waar verder wordt gebouwd op de studie van Ghisi R. et al (2019) wordt het volgende geconcludeerd: *“Some results from the reviewed literature are contradictory or inconclusive and require additional research. The observed different uptake behaviour of PFCA's and PFSA's, the smaller  $\Delta \log$  BAFs for PFSA's, and the underlying mechanisms are inconsistent in the reviewed literature. In this context, also further investigations on linear vs. Branched isomers of PFOS and other PFAAs could be valuable. Results of some studies suggest that the degree of relation between species is not necessarily an indicator for a similar PFAS uptake, although specific traits and structures of organs (e.g., roots or leaf surface area) were mentioned as important features influencing the uptake in other publications. The fact that a higher organic carbon content seems to result in lower BAFs due to better sorption on soil components but seems to enhance the degradation of certain precursors at the same time further complicates the interpretation of results.”* en *“The availability of PFASs for plant uptake is a crucial point for the setup of meaningful greenhouse and field experiments. However, besides the comparison of soil and irrigation water, there has been no systematic study investigating influences of different contamination sources. The role of possible bound-residues of PFASs in*

<sup>49</sup> Accumulation of perfluorinated alkyl substances (PFAS) in agricultural plants: A review, Environmental Research 169 (2019) 326–341

<sup>50</sup> xxx Extending the knowledge about PFAS bioaccumulation factors for agricultural plants – A review, Science of The Total Environment Volume 766, 20 April 2021, 142640)

*aged soil compared to recently spiked soil has not been addressed so far either. Furthermore, the applicability of aqueous soil leachates for BAF calculations for a better reflection of environmental plant uptake conditions compared to the solvent extraction of PFASs has not been discussed although this might lead to new insights regarding the general availability of PFASs and for cases when PFASs are present in plant tissues at 'unpolluted' sites." (in deze studie is BCF benoemd als BAF). Het mag duidelijk zijn dat er op dit moment nog onvoldoende kennis is om de opname van PFAS uit de bodem door planten eenvoudigweg met een BCF te bepalen. Er spelen dusdanig veel factoren mee dat enkel een analyse van plant en grond geen eenduidige relatie kan aantonen. Dit is ook de conclusie van ERM op basis van de uitgevoerde plant- en grondanalyses die bekomen zijn tot op heden.*

Het toepassen van een eenvoudige BCF is dus gelet op het beschikbare onderzoek niet mogelijk en zeker niet voor een risicobepaling van een somgroep zoals PFSA en PFCA waarin meerdere PFAS zijn opgenomen met verschillende eigenschappen waardoor de opname in de planten voor de verschillende PFAS binnen zo'n groep anders verloopt.

De literatuur geeft aan dat er nog veel onderzoek nodig is om hier een duidelijk inzicht in te krijgen. Net als de opmerking rond het ontbreken van informatie rond grond- en poriewater zoals beschreven in [sectie 6.5.2](#) overstijgt dergelijk onderzoek de inhoud van een beschrijvend bodemonderzoek. Op basis van de beschikbare kennis kan er dus op dit moment geen realistische voorspelling worden gemaakt van de plantconcentratie op basis van de gemeten grondconcentratie. Het is dus enkel mogelijk om na te gaan of het consumeren van gewassen uit het onderzoeksgebied een risico inhoudt op basis van de reële plantanalyses op PFAS. Deze metingen leren ons evenwel dat er niet noodzakelijk hogere PFAS-concentraties in gewassen worden gemeten in die zones waar hogere PFAS-concentraties in de bodem worden gemeten. De literatuur leert zelfs dat er PFAS in gewassen wordt gemeten die op niet PFAS-verontreinigde bodems groeien. Er dient dus besloten te worden dat de benadering om een plantconcentratie vanuit een grondconcentratie te bepalen door een BCF met een meer uitgebreide ("representatieve") grond/plant dataset niet mogelijk zal zijn. De vraag naar meer informatie over de variabiliteit van de bestaande dataset zoals OVAM in de niet-conformverklaring vermeld, zal evenmin het nodige soelaas bieden om een representatieve BCF te bepalen.

Dit neemt echter niet weg dat alsnog de opname van PFAS via gewassen meegenomen dient te worden in de risico-evaluatie. Daarom is in voorliggende gewijzigd 2<sup>e</sup> gefaseerd BBO zoals verder is aangegeven een conservatieve pragmatische benadering toegepast waarbij wordt vertrokken van de EAC -creeningswaarde voor mogelijks risico conform EFSA 2020 GGW als bovengrens voor PFAS in gewassen en dus niet de door het S-Risk model voorspelde gewasconcentratie aan PFSA en PFCA op basis van een niet realistische en toepasbare BCF voor PFOS en PFOA.

ERM heeft in het niet-conform verklaarde 2<sup>e</sup> gefaseerde BBO voorgesteld om de gewasmetingen in volgende onderzoeksfasen verder te zetten om meer informatie te verzamelen over de kwaliteit van de gewassen, niet met het doel om BCF-waarden te gaan bepalen, maar om een beter beeld van de PFAS-gehalten in gewassen te bekomen, zodat de nu pragmatische, initiële risico-evaluatie verder verfijnd kan worden. Men is hiervoor evenwel afhankelijk van de teeltseizoenen en de beschikbare, toegankelijke private moestuinen en landbouwpercelen.

Daarnaast is het aangewezen dat er zo snel mogelijk duidelijkheid komt over actiewaarden in plantaardige voedingsmiddelen, zodat kan nagegaan worden of de landbouwgebieden hun functie nog kunnen behouden, zoals ook voorgeschreven staat in de procedure voor BBO's van 15 mei 2022, wanneer gericht gemeten wordt (gewasonderzoek): *'Wanneer het gaat over landbouwproductie (kweken van gewassen voor menselijke of dierlijke consumptie of het kweken van dieren (klein- of grootvee) dan volgt u de geldende richtlijnen van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV). U gaat dit na bij het FAVV'*

## 7.5 Consumptie dierlijke producten en groenten

In het S-Risk blootstellingsmodel zijn voor de bodemgebruiken bewoning en landbouw aannames gemaakt van de hoeveelheden eigen gekweekte producten die door de bewoners zelf worden geconsumeerd.

In **Tabel 7-6** zijn de standaardhoeveelheden voor de consumptie van zelf geteelde levensmiddelen (groenten, eieren, vlees, melk(producten)) weergegeven. Dit zijn de standaardwaarden uit het S-Risk blootstellingsmodel.

**Tabel 7-6 Verbruikshoeveelheden per type landgebruik**

Verbruik	Bodemgebruik bewoning	Bodemgebruik landbouw
Aardappelen	39% van de totale aardappelconsumptie is afkomstig van eigen teelt	50% van de totale aardappelconsumptie is afkomstig van eigen teelt
Andere groenten	Gemiddeld circa 33% per groentesoort van de totale consumptie is afkomstig van eigen teelt	100% van de totale groenteconsumptie is van eigen teelt
Eieren	60% van de totale consumptie van eieren is afkomstig uit eigen teelt	100% van de totale consumptie van eieren is afkomstig uit eigen teelt
Vlees (rundvlees)	Er wordt geen vlees van eigen teelt geconsumeerd	100% van de totale vleesconsumptie is van eigen teelt
Melk en melkproducten (koe)	Er worden geen melk en melkproducten van eigen teelt geconsumeerd	100% van het totale verbruik van melk en zuivelproducten is eigen teelt

Hieruit blijkt dat voor een bodemgebruik landbouw waarbij alle blootstellingsroutes in beschouwing worden genomen, een schatting wordt gemaakt van de maximale blootstelling aan bodemverontreiniging. Dit gebeurt zowel via rechtstreeks contact met de bodem als via onrechtstreekse blootstelling door opname van quasi 100% eigen gekweekte producten. Dit scenario is ook uitzonderlijk omdat het gaat om een bewoner (volwassenen en kinderen) die zo goed als alle (1) eigen geteelde groenten en (2) dierlijk voedsel van eigen dieren opneemt dat geproduceerd wordt op hetzelfde verontreinigde terrein waar deze ook woont. Het bodemgebruik residentieel benadert eerder een gemiddelde consumptie voor een bewoner (volwassenen en kinderen) die zijn eigen groenten en eieren consumeert van hetzelfde perceel waarop deze woont.

De code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS legt evenwel op dat bij een bodemgebruik waar moestuin en/of eigen kippen (eieren) aanwezig is of mogelijk aanwezig is, steeds het standaardscenario voor het bodemgebruik landbouw moet gebruikt worden om het risico in te schatten. Gelet op een consumptie van quasi 100% eigen gekweekte producten is dit een overschatting van de gemiddelde moestuin in een residentiële omgeving. Daarbij wordt ook de doorvergiftiging via dierlijke producten zoals rundsvlees en melk gekweekt op hetzelfde verontreinigde terrein meegerekend. Dit zijn blootstellingsroutes die in een residentiële of zelfs landelijke omgeving zo goed als niet voorkomen, aangezien er weinig particulieren zijn die hun eigen koe voor melk en vlees houden.

Er kan dus besloten worden dat het toepassen van het standaardscenario landbouw bij een reëel gebruik met een moestuin en/of kippen een zeer duidelijke toepassing is van het voorzorgsbeginsel, gelet op de toepassing van blootstellingsroutes die niet aanwezig zijn waardoor de reële situatie wordt overschat. Bij de verdere risicobepaling zal hiervoor dan ook de nodige nuancering worden aangegeven zodat duidelijk wordt via welke blootstellingsroutes de belangrijkste blootstellingen plaatvinden en hoe hier dan verder maatregelen voor kunnen worden bepaald.

## 7.6 Toe te passen bodemgebruiken

Tijdens de uitvoering van voorliggend gefaseerd BBO, waarbij het veldwerk gericht was op het in kaart brengen van de PFAS-verontreiniging in de grond en tussenmedia (gewassen en eieren) en de afbakening van deze verontreiniging tot richtwaarde, was het niet mogelijk om na te gaan welke individuele relevante blootstellingsroutes en bijbehorend bodemgebruik van toepassing zijn voor elk apart perceel binnen het projectgebied en om bodemanalyses uit te voeren voor elke site of elk perceel.

Het is ook weinig zinvol om voor dergelijk groot onderzoeksgebied per perceel, in deze fase van het onderzoek, een individuele risico-evaluatie uit te voeren. Dit zou leiden tot een lappendeken van percelen met en zonder risico wat de communicatie naar de omwonenden zou bemoeilijken. Tevens is dergelijke verfijnde risico-evaluatie niet mogelijk binnen de door OVAM opgelegde uitvoeringstermijn voor de uitvoering van het tweede gefaseerde BBO. Daarom is een omgekeerde benadering toegepast die toelaat om zones af te bakenen waarbinnen gelet op het gebruik wordt aangegeven welke risico's te verwachten zijn bij blootstelling aan de verontreinigde bodem. Deze werkwijze laat toe om voor deze zones een gerichte aanpak en beleid uit te voeren, nadat de reële blootstellingsroutes in kaart zijn gebracht op perceelsniveau.

De omgekeerde benadering bestaat erin om voor landbouw en residentieel gebruik verschillende bodemgebruiken te definiëren in functie van verschillende combinaties van de relevante blootstellingsroutes. Vervolgens is voor elk van deze bodemtoepassingen de maximaal toelaatbare bodemconcentratie (= risicogrenswaarde) bepaald. Op die manier kan, door vergelijking van de beschikbare bodemanalyses met deze risicogrenswaarden, een eerste inschatting worden gemaakt van de zones waar voor het bepaalde bodemgebruik een mogelijk humaan-toxicologisch risico bestaat. Dezelfde benadering werd ook toegepast in het goedgekeurde eerste gefaseerde BBO.

Gelet op de code van goede praktijk, wordt de risico-evaluatie vereenvoudigd tot een conservatieve benadering met minder nuancering naar de relevante blootstellingsroutes. Voor bodemgebruiken waar eigen gekweekte eieren of groenten worden geconsumeerd moet de evaluatie op basis van het standaardscenario landbouw worden uitgevoerd. Hieruit volgt dat een sitespecifieke benadering voor bodemgebruiken met consumptie van eigen gekweekte eieren of groenten niet langer relevant is voor de te volgen methodiek voor risicobeoordeling.

In tegenstelling tot het eerste gefaseerd BBO zijn in voorliggend rapport de te evalueren bodemgebruiken teruggebracht tot volgende bodemgebruiken met bijbehorend consumptiegedrag:

- Voor alle bewoonde bodemgebruiken met moestuin en/of eigen eieren consumptie:
  - **Landbouw standaard zonder ei:** Bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten) maar **zonder** consumptie van eieren van kippen uit vrije uitloop (100%). Bovendien worden er op hetzelfde stuk land ook koeien gehouden waarvan het gezin het vlees (100%), de melk (100%) en de melkproducten (100%) consumeert; en
  - **Landbouw standaard met ei:** Bewoning door volwassenen en kinderen met tuin en groentetuin waar zelf geteelde groenten worden geconsumeerd (50% aardappelen, 100% andere groenten) en **met** consumptie van eieren van kippen uit vrije uitloop (100%). Bovendien worden er op hetzelfde stuk land ook koeien gehouden waarvan het gezin het vlees (100%), de melk (100%) en de melkproducten (100%) consumeert.
- Voor de overige bewoonde bodemgebruiken (dus zonder moestuin en zonder eigen eieren consumptie)
  - **Residentieel:** Bewoning door volwassenen en kinderen met tuin, maar zonder kippen en zonder moestuin. Er worden dus geen zelfgekweekte groenten of eieren geconsumeerd; en



- **Landbouw (enkel wonen):** Bewoning door volwassenen en kinderen met een tuin, maar geen groentetuin. Er worden geen zelfgekweekte groenten geconsumeerd. Er zijn geen koeien of kippen, dus er worden geen zelfgekweekte eieren, vlees, melk of melkproducten geconsumeerd door het gezin.

## 7.7 Grondwaterverbruik

Aangezien dit gefaseerd BBO zich richt op de evaluatie van de grondverontreiniging, is er nog geen risico-evaluatie uitgevoerd voor het verbruik van verontreinigd grondwater. Er wordt van uitgegaan dat er momenteel geen blootstelling is aan verontreinigd grondwater, gelet op de gevraagde naleving van de "no-regret"-maatregelen die aanbevelen het gebruik van grondwater in het projectgebied en daarbuiten stop te zetten. De evaluatie van de risico's van de grondwaterverontreiniging zal in een volgende fase van het beschrijvend bodemonderzoek worden uitgevoerd. Daarom worden in deze fase van het beschrijvend bodemonderzoek geen verdere uitspraken gedaan over de risico's van PFAS in het grondwater.

## 7.8 Bodemtype

Een risicobeoordeling wordt steeds uitgevoerd voor de locatiespecifieke bodemsamenstelling. Voor het projectgebied kan de bodem, op basis van de boorbeschrijvingen, worden omschreven als een lemige zandgrond. Daarom is in het S-riks model een "standard loamy sand" met een organisch stofgehalte van 2,8% en een kleigehalte van 10,8% als bodem toegepast op basis van de monsters die zijn genomen in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv), zoals weergegeven in [sectie 5.2](#). Dit is de belangrijkste laag met betrekking tot de relevante PFAS-blootstellingsroutes (consumptie van eieren en groenten).

Deze waarden zijn de gemiddeldes van de grondanalyses in de toplaag uitgevoerd ten zuiden van de autosnelweg. De bodem ter hoogte van Zwijndrecht ten zuiden van de autosnelweg verschilt in samenstelling namelijk van de opgespoten zanden ten noorden van de autosnelweg. Ter hoogte van Zwijndrecht is de bodem meer lemig en rijker aan organisch materiaal dan in de zones ter hoogte van de 3M-site aan de noordelijke zijde van de autosnelweg. Gezien voorliggende risico-evaluatie betrekking heeft op de bewoners in Zwijndrecht is het dan ook gepast om het bodemtype aan te passen naar het daar aanwezig bodemtype.

## 7.9 Risicogrenswaarden

### 7.9.1 Berekening risicogrenswaarden volgens EPA 2016

#### 7.9.1.1 Inleiding

Bij de evaluatie van de blootstellingsroutes voor de twee bodemgebruiken (residentieel en landbouw) volgens de geldende code van goede praktijk zijn de standaard blootstellingstermijnen en consumptiepatronen van het S-Risk model aangehouden. Er zijn dus geen aanpassingen voor een eventueel sitespecifiek verbruik of gebruik doorgevoerd. Bij de standaard instellingen voor residentieel bodemgebruik is enkel rekening gehouden met de blootstellingsroutes waar geen verbruik van eigen groenten of eieren is meegenomen. Deze zijn mee geëvalueerd als het standaard landbouw bodemgebruik in S-Risk. Daarnaast is bij het bodemgebruik landbouw ook standaard het verbruik van zelfgeproduceerd vlees, melk en daarvan afgeleide producten door het volledige gezin (kinderen en volwassenen) meegenomen. Hierbij worden de koeien gevoederd met voedergewassen die op de verontreinigde grond zijn geteeld en de koeien grazen op dezelfde verontreinigde grond.

In tegenstelling tot het eerste gefaseerd BBO worden nu enkel berekeningen voor PFOS en PFOA met het S-Risk model uitgevoerd. De code van goede praktijk schrijft voor dat er voor andere PFAS geen berekeningen mogen worden uitgevoerd, gelet op de beperkte of ontbrekende kennis over de

toxicologie en stoffeigenschappen van andere PFAS. De berekeningen die voor PFOS en PFOA worden uitgevoerd gelden respectievelijk ook voor de som van de PFSA's en de som van de PFCA's.

Zoals blijkt uit de evaluatie van eieren, overschrijden alle gemeten ei-concentraties de Europese normen die sinds 1 januari 2023 van toepassing zijn voor de 4 EFSA-componenten. Bijgevolg dient besloten te worden dat deze eieren in principe niet voor (commerciële) consumptie geschikt zijn. In het S-Risk model is er voor de blootstellingsroute consumptie van eieren geen Bio Transfer Factor (BTF) opgenomen die toelaat om vanuit de grond een ei-concentratie te berekenen. De evaluatie van de grondconcentratie en ei-concentratie heeft aangetoond dat deze relatie door een exponentiële functie wordt bepaald, die niet via een BTF kan worden uitgedrukt. Daarom is gebruik gemaakt van de gemeten ei-concentraties om deze blootstelling te kunnen evalueren.

Wat betreft het bodemgebruik landbouw, is gestart met een eerder eenvoudige berekening/benadering, waarna telkens bepaalde input parameters verder verfijnd zijn om een meer sitespecifiek bodemgebruik te benaderen.

### 7.9.1.2 Standaard landbouw 1

Voor alle bodemgebruiken met moestuin en kippenren is een eerste evaluatie met het standaard bodemgebruik landbouw uitgevoerd, waarbij de Europese normen voor PFOS (1,0 µg/kg ng) als PFSA en PFOA (0,3 µg/kg ng) als PFCA voor de ei-concentratie is ingegeven (standaard landbouw 1). Deze Europese normen kunnen als bovengrens voor de ei-concentratie beschouwd worden gezien eieren met hogere concentraties vanaf 1 januari 2023 niet langer mogen geconsumeerd worden.

Zoals eerder al aangegeven wordt deze Europese norm overschreden in elk geanalyseerd ei, waardoor deze gemeten waarden dan ook niet in de risico-evaluatie kunnen worden opgenomen als een representatieve inname omdat er op basis van deze normen er sowieso een risico in het model wordt bepaald. Gelet op de exponentiële relatie die bepaald is tussen de grondconcentraties en de ei-concentraties en de PFOS-achtergrondconcentratie voor Vlaanderen van 1,5 µg/kg ds dient opgemerkt te worden dat mogelijk geen enkel scharrelei in Vlaanderen aan deze Europese normen zal voldoen.

Uit dit standaard bodemgebruik voor landbouw (1) met als ei-concentratie de Europese normen zijn respectievelijk 3,8 µg/kg ds en 5,5 µg/kg ds als RGW's voor respectievelijk PFOS of som PFSA en PFOA of som PFCA berekend. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de opname via lokaal geproduceerd vlees en melk de belangrijkste blootstellingsroute is op basis van de standaard instelling en de modeleigen waarden voor doorvergiftiging van gewassen naar dieren in het S-Risk model. Opname via eieren is voor PFOS of som PFSA de tweede belangrijkste blootstellingsroute gevolgd door de opname via groenten. Voor PFOA of PFCA-som is dit net omgekeerd.

### 7.9.1.3 Standaard landbouw 2 & 2a

Om een beter inzicht te krijgen in het reële aandeel van de groenten in de totale blootstelling op basis van de gemeten concentraties is het standaard bodemgebruik landbouw 1 aangepast op basis van de gemeten gemiddelde en maximale som PFSA en som PFCA-concentraties per groentegroep, zoals besproken in [sectie 7.6](#). Deze benadering is te verantwoorden gezien er geen relatie is bepaald tussen de verontreinigingsgraad van de grond en de gemeten groenteconcentraties. De toepassing van de gemeten gemiddelden voor de analyses boven de detectielimiet is bijgevolg een conservatieve benadering, gezien het merendeel van de uitgevoerde groentemetingen waarden onder de detectielimiet geven.

Daarnaast is ook een evaluatie uitgevoerd voor de maximale gemeten PFCA-concentraties om de mogelijke onderschatting van het PFBA-aandeel door de beperkingen van het Sciensano labo te compenseren. De inschatting op basis van de maximale gemeten somconcentraties kan als een

worst-case benadering worden beschouwd, zeker ook omdat ervan wordt uitgegaan dat 100% van de geconsumeerde groenten uit eigen tuin komen.

De Europese normen voor eieren zijn behouden als ei-concentraties, gezien hogere, gemeten ei-concentraties automatisch een risico inhouden. Deze berekening is verder het bodemgebruik standaard landbouw 2, en deze met de maximale groenteconcentraties is standaard landbouw max PFCA 2a.

Op basis van deze modellering blijken de berekende grondconcentraties voor standaard bodemgebruik landbouw (2) quasi onveranderd in vergelijking met standaard bodemgebruik landbouw (1). Dit komt omdat het aandeel van de opname via groenten in de totale opname van PFAS slechts beperkt is tot 4% à 16% en dat de berekende groenteconcentraties van het model niet zoveel verschillen van de gemeten gemiddelde concentraties. Gezien het model de groenteconcentraties berekent op basis van de ingevoerd RGW's die niet sterk afwijken van de BSN type I/II en III dient vastgesteld te worden dat het S-Risk model met de standaard BCF's de opname van PFAS door groenten overschat. Er worden in het studiegebied namelijk duidelijk hogere grondconcentraties gemeten die echter vergelijkbare gemiddelde groenteconcentraties opleveren als wat het S-Risk model voor deze lagere RGW's berekent, zelfs wanneer deze gemiddelde concentratie berekend wordt met enkel die metingen die boven de detectielimiet liggen. Dit neemt echter niet weg dat het aandeel van de opname via groenten voor deze modellering nog steeds vergelijkbaar zijn met deze uit de eerste modellering (zie [Tabel 7-7](#) hieronder). De opname via vlees en melk blijft evenwel de belangrijkste blootstellingsroute voor standaard bodemgebruik 2.

Voor standaard bodemgebruik landbouw max (2a) waarin de maximale som PFSA en som PFCA zijn ingevoerd ligt de berekende risicogrenswaarde voor PFOS (of som PFSA) van 3,4 µg/kg nog net boven de Vlaamse toetsingswaarde richtwaarde van 3 µg/kg. Door de hogere PFAS-concentraties in de groenten neemt het aandeel van deze blootstellingsroute toe (13-31%). Voor PFOA (of som PFCA) neemt het aandeel blootstelling via groenten ook toe (27-54%) maar blijkt dit een vergelijkbaar effect te hebben op de risicogrenswaarde die daalt van 5,6 µg/kg voor standaard bodemgebruik landbouw (2) naar 4,3 µg/kg voor standaard bodemgebruik landbouw max (2a). Door de toename van het aandeel blootstelling via gebruik van groenten, daalt het aandeel via blootstelling aan vlees en melk. Het blijft wel nog steeds de belangrijkste blootstellingsroute. Hieruit volgt dat voor de PFSA-groep en PFCA-groep een hogere opname via groenten geen significante impact heeft op de risicogrenswaarde.

### 7.9.1.4 Standaard landbouw 3

Om een meer sitespecifieke inschatting te maken van de PFAS-concentraties in vlees en melk(producten) is op basis van de gemiddelde gemeten som PFSA- en PFCA-concentraties in gras en mais de doorvergiftiging naar dieren en dierlijke producten bepaald. Hiervoor is vertrokken van het voorgaande standaard landbouw 2 scenario en zijn de gemiddelde gemeten gras en mais concentraties ingevoerd. Net als bij de groenten is dit een conservatieve benadering gelet op de mogelijke overschatting van de grasconcentratie door de vermoedelijke aanwezigheid van bodempartikels en depositie aangezien de grassen niet gewassen zijn voorafgaand aan de analyse. De overige ingevoerde concentraties zijn onveranderd gebleven. Deze berekening is het bodemgebruik standaard landbouw 3.

Uit deze evaluatie blijkt dat door de relatief hoge som PFSA-concentraties die in het gras zijn gemeten er via de doorvergiftiging naar vlees en melk reeds een overschrijding van de totale toelaatbare dosis optreedt, waardoor het model een RGW-waarde van 0 µg/kg ds in de grond aangeeft. Dat betekent dat er voor dit scenario vanuit de grond geen bijkomende PFOS (of PFSA) blootstelling kan plaats vinden omdat anders de EPA 2016 referentiewaarde wordt overschreden. De metingen op het gras zijn uitgevoerd op ongewassen monsters, waardoor de resultaten ook de concentratie van de bodempartikels aanwezig op het gras bevatten. Wanneer deze concentratie dan als een grasconcentratie in het model wordt ingevoerd, wordt mogelijk de ingestie van bodempartikels

dubbel geteld omdat het model ook apart de opname van bodempartikels door het vee bepaalt. De opname van bodempartikels door vee kan niet selectief uitgeschakeld worden. Voor PFCA in gras en mais en voor PFSA in mais blijken de gemeten concentraties vergelijkbaar te zijn met de door het model berekende grasconcentraties. Net zoals bij de groenten geldt ook hier dat het model voor deze parameters te hoge concentraties in functie van de reële grondconcentraties berekent, gezien de door het model berekende gras- en maisconcentraties op basis van lagere grondconcentraties zijn bepaald in vergelijking tot de reële grondconcentraties ter hoogte van de gras- en mais-staalnamelocaties.

Gelet op de reeds berekende RGW van 0 µg/kg en de beperkte invloed voor PFCA van de maximale groenteconcentraties is voor standaard bodemgebruik landbouw (3) geen aangepaste modellering uitgevoerd waarbij de maximale som PFSA- en som PFCA-concentraties voor groenten worden ingevoerd.

### 7.9.1.5 Aangepast landbouw 4 en 4a

Zoals al meermaals aangehaald legt de huidige code van goede praktijk op dat men verplicht voor terreinen waar een moestuin en/of kippenren aanwezig is of kan zijn, het standaard bodemgebruik landbouw in het S-Risk model moet toepassen. Echter wordt hierbij steeds de blootstellingsroute opname via eigen gekweekt vlees en melk meegenomen. Deze blootstelling is weinig representatief voor klassieke woningen met een moestuin of kippenren.

Daarom is een bijkomende modellering uitgevoerd op basis van standaard bodemgebruik landbouw 3, waarbij de blootstellingsroute opname via vlees en melk is uitgeschakeld. Dit is echter volgens de huidige code van goede praktijk niet toegelaten, dit scenario is dan ook enkel uitgevoerd om de impact van deze blootstellingsroute aan te geven. Deze berekening is bodemgebruik aangepast landbouw 4. Bij deze berekening bedragen de RGW's 2.595 µg/kg ds voor som PFSA en 867 µg/kg ds voor som PFCA. Dergelijk hoge concentraties zijn niet vastgesteld in de grondmonsters ten zuiden van de E34. Bij dit scenario blijken de blootstellingroutes wat meer verdeeld te zijn. De opname via bodem en stof en de opname via water blijken de belangrijkste te zijn.

Vervolgens is aangepast bodemgebruik landbouw 4 aangepast waarbij de maximale groenteconcentraties zijn ingevoerd. Uit dit scenario aangepast bodemgebruik landbouw max 4a blijkt dat de blootstelling via groenten met een factor 3 is toegenomen. De opname via bodem en stof blijft nog wel de belangrijkste, gevolgd door de opname via groenten. De RGW's voor deze berekening bedragen 2.094 µg/kg ds voor som PFSA en 867 µg/kg ds voor som PFCA. De opname via bodem en stof heeft dus enkel een relevant aandeel in de totale blootstelling bij sterk verhoogde grondconcentraties. Bij standaard bodemgebruik landbouw max (2a) waarbij de grondconcentraties in de buurt liggen van de toetsingswaarde richtwaarde van 3 µg/kg ds blijkt het aandeel blootstelling via grond en stof rond 0,1% te liggen terwijl dit voor aangepast bodemgebruik landbouw max (4a) voor PFSA tussen 24% en 61% ligt. Hierbij is geen rekening gehouden met het aandeel binnenhuisstof dat geen bodem is en de eventuele aanwezige PFAS en precursor in binnenlucht afkomstig van consumptiegoederen en bouwmaterialen aanwezig in de woning

### 7.9.1.6 Standaard landbouw 5

Vanaf 1 januari 2023 gelden er Europese normen voor de maximale PFAS-concentraties in bepaalde voedingsproducten, waaronder vlees. Voor rund-, varkens- en kippenvlees zijn dit de normen 0,3 µg/kg ng voor PFOS, 0,8 µg/kg ng voor PFOA, 0,2 µg/kg ng voor PFNA, 0,2 µg/kg ng voor PFHxS en 1,3 µg/kg ng voor 4 EFSA som. Voor orgaanvlees van deze dieren zijn voor deze stoffen de normen respectievelijk 6,0 µg/kg ng, 0,7 µg/kg ng, 0,4 µg/kg ng, 0,5 µg/kg ng en 8,0 µg/kg ng. Deze concentraties kunnen dus als toelaatbare bovengrens worden beschouwd. Vertrekkende van bodemgebruik standaard landbouw (2) zijn voor PFOS en PFOA bovenstaande waarden als vleesconcentraties ingevoerd. Deze berekening is bodemgebruik standaard landbouw 5.

De RGW's voor dit scenario verschillen amper met deze van standaard landbouw 2. Dit betekent dat ofwel de normen voor vlees vrij hoog liggen, of dat de bijdrage van melk en boter bepalend is voor het

risico. De bijdrage van melk en boter zijn voor standaard landbouw 5 ten opzichte van standaard landbouw 2 niet aangepast.

### 7.9.1.7 Standaard landbouw 6

Naar analogie met standaard bodemgebruik landbouw (3), is bodemgebruik standaard landbouw 6 bepaald, dat vertrekt van de instellingen van het bodemgebruik standaard landbouw (5) waarbij de gemiddelde gras en maïskoncentratie is ingevoerd om een reëler beeld te krijgen van de doorvergiftiging naar melk en melkproducten. Gezien bij deze modellering de vleesconcentraties op de Europese normen zijn ingesteld, vindt geen berekening van de doorvergiftiging naar vlees vanuit gras en maïs plaats.

Uit de modellering van het standaard landbouw (6) blijkt dat door de relatief hoge som PFSA-concentraties die in het gras zijn gemeten er via de doorvergiftiging naar vlees en melk reeds een overschrijding van de totale toelaatbare dosis optreedt, waardoor het model een RGW-waarde van 0 µg/kg ds in de grond aangeeft. Dat betekent dat er vanuit de grond voor dit scenario geen bijkomende PFOS (of PFSA) blootstelling kan plaats vinden omdat anders de EPA 2016 referentiewaarde wordt overschreden. De eerdere bemerking omtrent de grasmetingen die bij standaard landbouw 3 zijn geformuleerd, zijn ook hier van toepassing.

### 7.9.1.8 Standaard landbouw 7

Er is geen Europese norm voor melk. Daarom is als maximale grenswaarde de EAC van het FAVV van 0,03 µg/kg ng toegepast voor melk en boter in het bodemgebruik standaard landbouw 7 vertrekkende van bodemgebruik standaard landbouw (5).

De RGW's voor het bodemgebruik standaard landbouw 7 bedragen voor PFSA 2.446 µg/kg ds en voor PFCA 868 µg/kg ds. Dergelijke hoge concentraties komen op basis van de beschikbare gegevens niet voor in het studiegebied ten zuiden van de E34. Deze RGW's geven aan dat wanneer de opname van PFAS wordt begrensd door de Europese normen en de EAC van het FAVV, er binnen het projectgebied geen blootstelling aan PFAS meer plaatsvindt door opname via gewassen, stof of bodem waarvoor de dosis van EPA 2016 wordt overschreden. Dit is de toxicologische risicogrenswaarde die op dit moment van toepassing is volgens de op dit moment geldende code van goede praktijk van de OVAM.

### 7.9.1.9 Standaard landbouw 8

VITO heeft stofmetingen uitgevoerd. Deze zijn besproken in [sectie 7.4.1](#). De maximale gemeten 4 EFSA stofconcentratie uit deze studie van 0,103 ng/m<sup>3</sup> is voor PFOS en PFOA in het standaard bodemgebruik landbouw (2) ingevoerd om na te gaan of de gemeten waarden sterk afwijken van de door het model berekende stofwaarden. Deze berekening is bodemgebruik standaard landbouw 8.

Hieruit blijkt dat het model voor PFSA (of PFOS) een iets lagere RGW oplevert. Hieruit volgt dat de gemeten maximale stofmeting hoger licht dan wat het S-Risk model standaard berekent (standaard bodemgebruik landbouw 2), maar niet dusdanig hoger dat het aandeel door stofopname in de totale blootstelling merkbaar toeneemt. Voor PFCA (of PFOA) is geen wijziging merkbaar ten opzichte van scenario standaard bodemgebruik landbouw 2. Hieruit kan besloten worden dat volgens de S-Risk modelering stofinname geen relevante bijdrage tot de totale opgenomen dosis levert voor het bodemgebruik landbouw. Voor standaard bodemgebruik landbouw (8) blijft de opname via vlees en melk veruit de belangrijkste blootstellingroute.

### 7.9.1.10 Overig bodemgebruik

Naast de het bodemgebruik landbouw zijn ook voor de bodemgebruiken bewoning met tuin (geen moestuin en/of kippenren) en buitenrecreatie de RGW's bepaald respectievelijk scenario (9) en (10).

### 7.9.1.11 Samenvatting RGWs per bodemgebruik

Onderstaande Tabel 7-7 geeft een overzicht van de berekende risicogrenswaarden voor de verschillende geëvalueerde bodemgebruiken en de bijhorende verdeling van de totale dosis over de verschillende blootstellingsroutes met het huidige S-Risk model en de toetsing aan de EPA 2016 toelaatbare dosis. Er is telkens een spreiding aangegeven gelet op de evaluatie van het S-Risk voor verschillende leeftijdscategorieën. Afhankelijk van de leeftijdscategorie wordt een andere verdeling bepaald, gelet op het verschillende gedrag tussen kinderen, jongeren en volwassenen. Dit verklaart de opgegeven spreiding waarin alle leeftijdscategorieën zijn opgenomen.

**Tabel 7-7 Berekende risicogrenswaarden in de grond voor verschillende geëvalueerde vormen van grondgebruik**

Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)	PFOS of som PFSA	PFOA of som PFCA
Standaard landbouw 1: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie:	3,8	5,5
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-14%	2-4%
opname via lokale groenten	5-9%	6-18%
opname via lokaal vlees en melk	78-87%	77-92%
opname via bodem en stof	0,1%	0,1-0,2%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard landbouw 2: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep voor PFSA en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep voor PFCA:	3,7	5,6
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-13%	2-5%
opname via lokale groenten	7-16%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	71-86%	82-94%
opname via bodem en stof	0,1%	0,1-0,2%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard bodemgebruik landbouw max (2a): risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de maximale gemeten groenteconcentraties per groentegroep voor PFSA en de maximale gemeten groenteconcentraties per groentegroep voor PFCA:	3,4	4,3
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-12%	2-3%
opname via lokale groenten	13-31%	27-54%
opname via lokaal vlees en melk	<b>58-79%</b>	<b>43-71%</b>
opname via bodem en stof	0,1%	0,1%
inname via water	<0,1%	0,1%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard landbouw 3: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie :	0*	5,4
Verdeling totale dosis: opname via eieren	2-5%	2-5%
opname via lokale groenten	6-2%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	89-96%	82-94%

<b>Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)</b>	<b>PFOS of som PFSA</b>	<b>PFOA of som PFCA</b>
opname via bodem en stof	0,1%	0,1-0,2%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Aangepast landbouw 4: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie, zonder de blootstellingroute opname via vlees en melk:	2.595	867
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-12%	5-7%
opname via lokale groenten	7-13%	10-15%
opname via lokaal vlees en melk	nvt	nvt
opname via bodem en stof	35-75%	18-59%
inname via water	10-42%	26-65%
inhalatie	<0,1%	<0,1%
Aangepast bodemgebruik landbouw max (4a): risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie, de maximale gemeten groenteconcentraties per groentegroep en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie, zonder de blootstellingroute opname via vlees en melk	2389	867
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-11%	3-4%
opname via lokale groenten	14-26%	42-55%
opname via lokaal vlees en melk	nvt	nvt
opname via bodem en stof	<b>30-69%</b>	<b>11-38%</b>
inname via water	10-35%	16-39%
inhalatie	<0,1%	<0,1%
Standaard landbouw 5: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep met de Europese normen voor vlees als maximale concentratie:	4,0	5,6
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-15%	2-5%
opname via lokale groenten	7-19%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	66-86%	82-94%
opname via bodem en stof	0,1%	0,1-0,2%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard landbouw 6: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep met de Europese normen voor vlees als maximale concentratie en de gemiddelde gemeten gras- en maisconcentratie:	0*	5,4
Verdeling totale dosis: opname via eieren	2-5%	2-5%
opname via lokale groenten	2-5%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	87-96%	82-94%
opname via bodem en stof	<0,1%	0,1%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard landbouw 7: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep met de	2.446	868

Geëvalueerd bodemgebruik (EPA 2016)	PFOS of som PFSA	PFOA of som PFCA
Europese normen voor vlees en de EAC van het FAVV voor melk en boter als maximale concentratie:		
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-11%	4-6%
opname via lokale groenten	7-13%	8-12%
opname via lokaal vlees en melk	4-6%	11-18%
opname via bodem en stof	33-71%	16-51%
inname via water	10-39%	22-58%
inhalatie	<1%	<1%
Standaard landbouw 8: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met de Europese normen voor PFOS en PFOA ei-concentratie en de gemiddelde gemeten groenteconcentraties per groentegroep, met de maximale VITO luchtmetingen:	2,6	5,6
Verdeling totale dosis: opname via eieren	8-13%	2-5%
opname via lokale groenten	6-17%	4-13%
opname via lokaal vlees en melk	70-85%	82-94%
opname via bodem en stof	0,1%	0,1-0,2%
inname via water	<0,1%	0,1-0,4%
inhalatie	<0,01%	<0,01%
Standaard bewoning 9: risicogrenswaarde (µg/kg ds) met tuin, maar zonder moestuin en/of kippenren	2.696	868
Verdeling totale dosis: opname via eieren	nvt	nvt
opname via lokale groenten	nvt	nvt
opname via lokaal vlees en melk	nvt	nvt
opname via bodem en stof	46-88%	21-70%
inname via water	12-54%	30-79%
inhalatie	<1%	<1%
Standaard recreatie buiten 10: risicogrenswaarde (µg/kg ds)	14.030	14.760
Verdeling totale dosis: opname via eieren	nvt	nvt
opname via lokale groenten	nvt	nvt
opname via lokaal vlees en melk	nvt	nvt
opname via bodem en stof	100%	100%
inname via water	nvt	nvt%
inhalatie	<1%	<1%

De huidige toetsingswaarden bodemsaneringsnormen voor landbouw voor PFOS en PFOA bedragen respectievelijk 3,8 en 4,3 µg/kg ds. De nieuwe nog niet van toepassing zijnde toetsingswaarden bodemsaneringsnormen voor landbouw PFOS en PFOA volgens het door VITO in oktober 2022 opgemaakte bindend normenkader zijn respectievelijk 3,8 en 2,5 µg/kg ds. De eerste set normen is gebaseerd op EPA 2016 toxicologische waarden, de tweede op de EFSA 2020 GGW. Gelet op de vermoedelijke toekomstige toepassing van deze nieuwe normen en dus de toetsing aan de EFSA 2020 GGW dient opgemerkt te worden dat de hierboven berekende RGW's in de nabije toekomst niet meer van toepassing zullen zijn. Op dit moment zijn PFOS en PFOA in het S-Risk blootstellingsmodel nog niet aangepast voor de nieuwe evaluatie volgens de methodiek toegepast door VITO in het rapport "Bindend normenkader voor PFOS en PFOA" van 5 oktober 2022. Omdat dit nieuwe normenkader nog niet in voege is, dient volgens de huidige richtlijnen de humane toxicologische risico-evaluatie met S-Risk uitgevoerd te worden gebaseerd op de EPA 2016 toxicologische waarden.



### 7.9.1.12 *Berekening risicogrenswaarden volgens EFSA 2020*

Om alsnog een inschatting te kunnen maken van de RGW wanneer de EFSA 2020 GGW wordt toegepast en al een aanzet te kunnen geven rekening houdend met het nieuwe toekomstige normenkader is een RGW bepaald voor de bodemgebruiken standaard landbouw 1, standaard bewoning 9 en standaard recreatie buiten 10 met het S-Risk model. Het model is hiervoor aangepast volgens de methodologie van VITO in het rapport "Bindend normenkader voor PFOS en PFOA" van 5 oktober 2022.

Daarnaast is ook een evaluatie voor het bodemgebruik standaard bewoning met moestuin 11 uitgevoerd, waarbij de EAC van het FAVV zijn aangewend als groentenconcentraties en als indicatieve risicowaarde. Daarnaast is voor hetzelfde scenario de evaluatie ook uitgevoerd met de gemiddelde gemeten groenteconcentraties voor som PFSA en som PFCA. Dit is bodemgebruik standaard bewoning met moestuin gemid 12.

Dit scenario mag volgens de huidige code van goede praktijk niet worden toegepast voor een bodemgebruik met moestuin, omdat het huidige S-Risk model nog toetst aan de EPA 2016 en er op deze manier niet voldoende conservatief gerekend wordt. Omdat in deze aanvullende evaluatie de EFSA 2020 is toegepast, kunnen de standaard bodemgebruiken bewoning zonder moestuin en bewoning met moestuin wel worden aangewend. Ook al betreft het hier een afwijking van de code van goede praktijk, is deze te verantwoorden omdat gerekend wordt met een meer conservatieve, strengere toxicologische toetsingswaarde.

Daarenboven volgt deze benadering de werkwijze van het toekomstige normenkader dat gebaseerd is op een meer actuele kennis van PFAS in het milieu en de bijhorende blootstelling en risico's. Gelet op de hier toegepaste meer actuele kennis is deze afwijking op de huidige code van goede praktijk aanvaardbaar. Hiermee wordt ook aan één van de opmerkingen op het eerste gefaseerd BBO voldaan.

In het S-Risk model zijn PFOS en PFOA als volgt als nieuwe stoffen ingevoerd:

- Toelaatbare dagelijkse inname (TDI) voor PFOS en PFOA: 0,63 ng/kg lw.d (afgeleid door VITO van de EFSA 2020 GGW van 4,4 ng/kg lw.week);
- Toelaatbare luchtconcentratie (TLC) voor PFOS en PFOA: 2,21 ng/m<sup>3</sup> (afgeleid door VITO van de bovenvermelde TDI);
- De achtergrondblootstellingen zoals vermeld op pagina 8 van het VITO rapport "Bindend normenkader voor PFOS en PFOA" van 5 oktober 2022; en
- Alle overige stofparameters zijn behouden gebleven.

Op basis van deze aanpassingen zijn rekening houdend met de EFSA 2020 GGW de RGW's bepaald weergegeven in [Tabel 7-8](#):

**Tabel 7-8 Risicogrenswaarden met EFSA 2020 TWI**

<b>Geëvalueerd bodemgebruik (EFSA 2020)</b>	<b>RGW PFOS of som PFSA (µg/kg ds)</b>	<b>RGW PFOA of som PFCA (µg/kg ds)</b>
Standaard landbouw 1:	0,2	0,7
Standaard bewoning met moestuin 11	46	96
Standaard bewoning met moestuin gemid 12	0*	0
Standaard bewoning zonder moestuin 9	109	124
Standaard recreatie 10	4.000	9.744

Met \*: het model berekent een waarde 0 mg/kg ds omdat de ingevoerde concentraties reeds een risico vormen en er dus geen blootstelling vanuit de bodem meer mogelijk is.

Uit de risicogrenswaarden voor een landbouw bodemgebruik met de standaard formules uit het S-Risk model volgt dat er geen risico uitgaat van PFOS (of PFSA) en PFOA (of PFCA) concentraties die lager liggen dan de achtergrondwaarde (streefwaarde) voor Vlaanderen.

Voor het scenario bewoning waarbij een groentetuin aanwezig is en men deze groenten consumeert op basis van het consumptiepatroon voor bewoning met groentetuin en de groenten voldoen aan de EAC van het FAVV dan zijn op basis van deze modellering grondconcentraties toegelaten die ruim boven de huidige bodemsaneringsnorm van 3,9 µg/kg ds liggen. Op basis van de uitgevoerde metingen blijkt dat alle wortelgroenten en niet-blad of niet-knol groenten voldoen aan de EAC van het FAVV. Bij de bladgroenten voldoet 59% van de metingen en bij knolgroenten voldoet 89% van de metingen aan de EAC van het FAVV. Hieruit blijkt dat er op het eerste gezicht in het merendeel van de gevallen in het studiegebied geen risico te verwachten is bij de consumptie van eigen groenten bij een toetsing aan de EFSA 2020 GGW voor een standaard consumptiepatroon voor bewoning met moestuin. Gelet op de ontbrekende relatie tussen PFAS in groenten en grond op basis van de uitgevoerde metingen, is het aangeraden om systematisch metingen uit te voeren om het PFAS-gehalte in groenten te controleren.

Wanneer echter de gemiddelden van de gemeten groentenconcentraties voor PFSA en PFCA worden aangewend, dan berekent het model een 0-waarde, wat aangeeft dat de gemiddelde groentenconcentratie op basis van de gemeten concentraties een risico inhoudt in combinatie met de andere achtergrondblootstelling, en er dus geen blootstelling meer van uit de grond mag plaats vinden. De gemiddelden van de gemeten groenteconcentraties houdt dus mogelijk een risico in, wat niet eenduidig naar voor kwam uit de berekeningen gebruik makende van de EPA 2016 toxicologische waarden in voorgaande sectie. De EAC van het FAVV biedt daarentegen wel voldoende bescherming op basis van de uitgevoerde S-Risk simulatie.

Gelet op de ontbrekende relatie tussen PFAS in groenten en grond op basis van de uitgevoerde metingen en rekening houdend met de sterk uiteenlopende groentemetingen, is het aangeraden om systematisch metingen uit te voeren om het PFAS-gehalte in groenten te controleren en bovenstaande conclusies te verifiëren. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het labo Sciensano de groenten heeft gewassen alvorens de analyses uit te voeren. Het is evenwel niet uit te sluiten dat stof of grondpartikels alsnog mee geanalyseerd zijn. Het grondig wassen van groenten zal zeker voor de bladgroenten, waarvoor ook de hoogste PFAS-concentraties zijn gemeten, zeker een gunstig effect hebben.

## 7.9.2 Evaluatie bodemgegevens ten opzichte van risicogrenswaarden

Wanneer de resultaten van de bodemanalyse worden vergeleken met de berekende risicogrenswaarden (RGW) volgens de huidige code van goede praktijk en dus op basis van EPA2016, blijkt dat de RGW's voor PFSA (gekaracteriseerd door PFOS) en PFCA voor de gemodelleerde bodemgebruiken standaard landbouw 1, 2, 3 en 5 wordt overschreden ten zuiden van de autosnelweg binnen de richtwaarde contour.

Gezien PFOS de bulk uitmaakt van de PFSA-verontreiniging en ook de PFAS-verontreiniging in de grond en deze stof ook duidelijk het meest verspreid voorkomt kan ze beschouwd worden als de gidsstof voor de grondverontreiniging. Uit de risico-evaluatie blijkt evenwel dat naast PFOS in de verschillende media ook andere PFAS preferentieel worden opgenomen. Zo worden PFBS en PFBA meer teruggevonden in groenten en fruit in vergelijking met het slechter oplosbare PFOS. Voor de eieren waarvan de consumptie de belangrijkste opname door mensen van PFAS is, blijkt PFOS veruit de bulk uit te maken. Andere PFAS komen in eieren in ruim 100 tot 1000 keer lager concentraties voor. Al de gemeten ei-concentraties besproken in onderhavig rapport liggen boven de nieuwe Europese normen. Op basis van de bepaalde exponentiële relatie tussen de PFAS-grondconcentratie en de PFAS ei-concentratie blijkt dat deze conclusie waarschijnlijk ook geldt voor gans Vlaanderen. Er dient dus besloten te worden dat alle bodemgebruiken waarbij eigen gekweekte eieren met kippen uit vrij uitloop een humaan-toxicologisch risico kunnen opleveren. De blootstelling aan de gemeten ei-concentraties laat geen andere blootstellingen aan PFAS toe. Bijgevolg dient het consumeren van eigen gekweekte eieren in het onderzoeksgebied te worden vermeden.

Voor de bodemgebruiken waar de ei-concentraties van eigen gekweekte eieren voldoen aan de Europese normen blijkt dat PFAS afkomstig uit het onderzoeksgebied geen relevante bijdrage levert die tot een verhoogd humaan toxicologisch risico leidt. De RGW's die voor dit bodemgebruik zijn bepaald, waarbij geen dierlijke producten worden geconsumeerd, komen niet voor in het onderzoeksgebied voor een evaluatie op basis van het huidige S-Risk model. Wanneer rekening wordt gehouden met het geactualiseerde normenkader en het reeds principieel door de Vlaamse Regering goedgekeurde tijdelijk handelingskader blijkt dat op basis van de gemiddelden van de gemeten PFAS in groenten in het onderzoeksgebied er mogelijk een risico kan optreden voor personen die groenten uit de eigen tuin consumeren. Wanneer deze groenteconcentraties onder de EAC's van het FAVV liggen valt dit risico weg volgens de S-Risk modellering.

De consumptie van vlees en melk(producten) van eigen gekweekte dieren houdt theoretisch gesproken mogelijk wel een humaan-toxicologisch risico in. Dit is echter nog onduidelijk omdat er geen uitgebreide analyses op vlees en melk in het onderzoeksgebied zijn uitgevoerd. Op haar website meldt het FAVV dat in het onderzoek in 2021 van dierlijke landbouwproducten te Zwijndrecht geen overschrijdingen van de actielimieten zijn vastgesteld. ERM beschikt niet over deze resultaten, evenmin is duidelijk met welke actielimieten rekening is gehouden. Het is zinvol om deze gegevens in een volgende onderzoekfase mee in de risico-evaluatie te integreren en om na te gaan of het S-Risk blootstellingsmodel de PFAS- concentraties in dierlijke producten voldoende correct inschat.

Op basis van de uitgevoerde grasanalyses blijkt er een theoretische doorvergiftiging van PFAS naar de grazende dieren en hun dierlijke consumptieproducten plaats te vinden. Omdat dit proces nog onvoldoende is gekend wordt aangeraden bij een volgende onderzoekfase dit verder uit te klaren. In de tussentijd wordt aangeraden om dierlijke producten binnen het onderzoeksgebied niet te consumeren, behalve als ze voldoen aan de Europese normen die op 1 januari 2023 van kracht zijn of, bij het ontbreken van deze normen, voldoen aan de EAC van het FAVV. Hiervoor is aangetoond dat de gehanteerde toelaatbare dosissen uit het S-Risk model niet worden overschreden.

De uitgevoerde modelberekeningen voor de bepaling van de RGW's geven aan dat het risico voor de bewoners binnen het projectgebied voor PFAS in de bodem hoofdzakelijk bepaald wordt daar waar zelfgeproduceerde dierlijke producten (zowel eieren als vlees en melk(producten)) worden geconsumeerd.

Er dient op gewezen te worden dat in de risicoberekening alleen het risico is ingeschat voor mensen die op de verontreinigde grond in het projectgebied wonen en dus via verschillende routes aan de bodemverontreiniging worden blootgesteld. Het is niet de bedoeling van deze risico-evaluatie als onderdeel van een beschrijvend bodemonderzoek om een uitspraak te doen over de impact op consumenten van producten afkomstig uit de verontreinigde zone. Hiervoor wordt door de Vlaamse Overheid en het FAVV aanvullend onderzoek uitgevoerd en dienen deze producten aan de nieuwe Europese normen worden getoetst, of bij het ontbreken van deze normen aan de EAC van het FAVV. Voor de producten geanalyseerd in voorliggend gefaseerd BBO zijn overschrijdingen van de Europese norm voor eieren en voor de EAC voor verschillende groenten. Hierbij dient benadrukt te worden dat deze toetsingswaarden gebaseerd zijn op de EFSA 2020 GGW, terwijl de risico-evaluatie met het S-risk model gebruik maakt van de EPA 2016 toxicologische grenswaarde.

De met het S-Risk blootstellingsmodel berekende RGW's geven ook aan dat, op basis van de BCF-waarden die voor de bodem-plant relatie zijn gebruikt en de gemeten PFAS-concentraties in de bodem, er geen risico te verwachten valt voor bewoners (zowel landbouwersgezinnen als residentiële gezinnen) met een tuin- en moestuin waaruit zelfgekweekte groenten worden geconsumeerd en geen eieren of vleesproducten worden geconsumeerd. Dit blijkt uit de effectieve terreinmetingen en bevestigt de conclusie uit het eerste gefaseerd BBO.

### **7.9.3 Conclusie over RGW's**

Uit de uitgevoerde humaan toxicologische risico-evaluatie volgens de code van goede praktijk van de OVAM blijkt dat er geen risico's worden verwacht van de gemeten bodemconcentraties voor woningen waar geen eigen geteelde voedingsmiddelen worden geconsumeerd, maar waar de tuin alleen recreatief wordt gebruikt. Dit betekent dat de beoordeling van de risico's voor de mens, uitgevoerd met het S-risk model (volgens de Vlaamse richtlijnen en gebaseerd op de huidige code van goede praktijk), aangeeft dat er geen risico is voor kinderen die buiten spelen en in contact komen met verontreinigde grond.

De consumptie van enkel zelfgekweekte groenten lijkt in eerste instantie evenmin een risico op te leveren, bij een toetsing aan de huidige te hanteren toxicologische toelaatbare dosis (EPA 2016). Wanneer de EFSA 2020 toelaatbare dosis wordt toegepast, worden er overschrijdingen van de EAC's van het FAVV bij verschillende blad- en knolgroenten vastgesteld die mogelijk wel een risico kunnen inhouden. Dit risico is niet aanwezig wanneer de groentenconcentraties onder de EAC's van het FAVV liggen. Er kon op basis van de grond en gewasanalyses geen eenduidige grond/plant relatie bepaald worden, daarom wordt aangeraden om geen BTF's te hanteren, maar steeds gewasanalyses op het terrein uit te voeren om na te gaan of deze aan de EAC's van het FAVV voldoen, die op basis van de uitgevoerde berekeningen consumptie toelaten.

In het eerste gefaseerd BBO zijn uit voorzorg en met het oog op de noodzaak van verder onderzoek binnen het projectgebied 5 concentratieniveaus bepaald waar aanbevelingen gelden voor de consumptie van zelfgekweekte levensmiddelen op basis van de PFOS-concentratie in de bodem. Deze zones zijn toen afgebakend op basis van het meest gevoelige bodemgebruik en in functie van de geëvalueerde blootstellingsroutes via voedsel, in afwachting van verder onderzoek en sanering.

Op basis van voorliggend gefaseerd BBO en de hierin uitgevoerde risico-evaluatie kan deze tabel worden bijgesteld. Voor wat het bijkomend onderzoek na dit gewijzigd tweede gefaseerd BBO betreft, wordt aangeraden om PFAS in dierlijke producten (vlees en melk) na te gaan. Het is aangeraden om dit ook voor groenten- en fruitanalyses te doen om een beter inzicht te krijgen in de PFAS-gehalten omdat er geen duidelijke relatie is vastgesteld met de PFAS-grondconcentraties. Daarbij is het zinvol om onderscheid te maken tussen gewassen en ongewassen groenten en fruit. De hieronder vermelde gebruiksadviezen zijn opgesteld om hiermee rekening te houden zodat onverwijld kan worden overgegaan naar een volgende fase waarin de maatregelen voor aanpak van de blootstelling in uitvoering gaan, zonder te verzanden in uitgebreid en langzaam academisch onderzoek dat op korte

termijn voor de blootgestelde bevolking geen pragmatische oplossing biedt om de huidige mogelijke blootstelling vanuit de grondverontreiniging zinvol te reduceren.

De aangepaste gebruiksaanbevelingen in functie van de PFOS-concentratie in grond zijn in [Tabel 7-9](#) weergegeven. Deze zijn enkel van toepassing voor het projectgebied te Zwijndrecht, meer specifiek de zone binnen de richtwaarde contour waarover dit gefaseerd BBO een uitspraak doet. Hierbij is ook rekening gehouden met de RGW die bepaald zijn rekening houdend met EFSA 2020, zoals besproken in [sectie 7.9.1.12](#).

De opname van fruit zit niet vervat in S-risk, in tegenstelling tot de opname van groenten, wat betekent dat opname van fruit niet bijdraagt aan de blootstelling aan PFAS in de modelberekeningen. Uit het onderzoek van dit gefaseerd BBO blijkt dat PFAS is aangetroffen in fruit, weliswaar in beperktere mate in vergelijking met groenten. In sommige fruitmonsters is de door FAVV gehanteerde EAC-waarde overschreden. Omwille van deze reden is in onderstaande tabel waar gewassen staat telkens fruit toegevoegd.

**Tabel 7-9 Aanbevolen gebruik in relatie tot de PFOS-grondconcentratie**

PFOS-grondconcentratie	Aanbevolen gebruik
Bij de detectie van PFOS	De consumptie van eigen gekweekte eieren moet worden vermeden (a), dit geldt voor alle bodemgebruiken
Bij de detectie van PFOS	De teelt van <u>commerciële</u> gewassen en fruit of dierlijke producten moet worden vermeden, behalve als analyses van deze producten aantonen dat ze voldoen aan de Europese normen of EAC van het FAVV liggen (b), dit geldt voor landbouwgebruik
Bij de detectie van PFOS	De consumptie van eigen vlees, melk en melkproducten moet worden vermeden, behalve als analyses van deze producten aantonen dat ze voldoen aan de Europese normen of EAC van het FAVV liggen (c), dit geldt voor landbouwgebruik
<3,8 µg/kg	De consumptie van <u>eigen</u> gekweekte groenten en fruit is toegestaan (d), dit geldt voor alle bodemgebruiken
>3,8 µg/kg ds en <46 µg/kg ds	Controle van de <u>eigen</u> groente- en fruitconcentraties is aangewezen. Wanneer deze voldoen aan de EAC van het FAVV dienen geen maatregelen worden genomen. Voldoen ze niet dan moet consumptie worden vermeden (d), dit geldt voor alle bodemgebruiken
>46 µg/kg ds	De consumptie van <u>eigen</u> gekweekte groenten en fruit moet worden vermeden (d)
>109 µg/kg ds	Rechtstreekse blootstelling aan met PFOS verontreinigde grond moet worden vermeden.

(a) In voorliggend onderzoek is aangetoond dat de Europese normen voor eieren kunnen overschreden worden voor scharrelkippen op een bodem met concentraties onder de Vlaamse achtergrondwaarde van 1,5 µ/kg voor PFOS.

(b) en (c) Er is geen eenduidige relatie te bepalen tussen concentraties in gewassen en dierlijke producten op basis van de bodemconcentraties. Er is wel een bijdrage mogelijk vanuit de bodem, maar deze kan niet correct gekwantificeerd worden met het huidige blootstellingsmodel. Daarom wordt het uitvoeren van concrete analyses op de landbouwproducten om het gebruik na te gaan, aanbevolen.

(d) Gelet op het feit dat er geen duidelijke grond/plant relatie voor PFAS in de grond en PFAS in de plant kan bepaald worden, is het ook niet mogelijk om de plantconcentratie te voorspellen aan de hand van de grondconcentratie en bijgevolg het daaraan eventueel risico. Dit wordt ook bevestigd door het beschikbare wetenschappelijke onderzoek. Voorliggend onderzoek heeft aangetoond dat er groenten (en fruit) voorkomen in de 3M impact zone die de EAC van het FAVV niet overschrijden. Terwijl er gewassen zijn in de zones met

*concentraties rond de richtwaarde waarin deze EAC wel wordt overschreden. Daarom wordt aangeraden om steeds analyses uit te voeren zodat effectief kan worden nagegaan of er een relevante PFAS-impact in de gewassen heeft plaats gevonden. Het vastleggen van een grenswaarde voor PFAS in de grond waarboven de PFAS-concentraties in de gewassen een mogelijk risico kunnen inhouden kan bijgevolg leiden tot onnodige saneringen of nodige saneringen verhinderen. De PFOS-bodemsaneringsnorm voor bestemmingstype I en II wordt als ondergrens beschouwd, waaronder geen groenten-evaluatie nodig is. Bij grondconcentraties boven 46 µg/kg ds kan er mogelijk wel een risico optreden reeds rekening houdend met de EFSA 2020 GGW ook al voldoen de groentecentralisaties aan de EAC van het FAVV*

*(e) Reeds rekening houdend met de EFSA 2020 GGW kan er een humaan risico optreden bij een residentieel gebruik met tuin, maar zonder groentetuin en/of zonder kippenren vanaf 109 µg/kg ds in de bodem.*

In de niet-conform verklaring van het tweede gefaseerde BBO stelt OVAM zich de vraag wie dient in te staan voor het uitvoeren van de groenten-, fruit- en dierlijke product-analyses om na te gaan of deze aan de EAC van het FAVV. Het is aan OVAM om op basis van het BBO de maatregelen aan de nodig partijen op te leggen. Het is OVAM die de plichtige aanmaant en niet de EBSD die het BBO opstelt. Dit blijkt duidelijk uit het DABM art. 10.3.3 § 3. en § 4: “De OVAM vervult deze taken onder meer door: 2° het in ontvangst nemen van en het uitvoeren van oriënterende bodemonderzoeken, het opleggen of uitvoeren van beschrijvende bodemonderzoeken, bodemsaneringsprojecten en bodemsaneringswerken, en het opleggen van maatregelen ter bewaking en controle na de uitvoering van de bodemsanering,...”

Deze waarden zijn voorlopig en kunnen worden herzien op basis van verder onderzoek. Zij hebben ook alleen betrekking op het toxicologische risico voor de mens voor blootstelling aan de gemeten PFAS-verbindingen in het vaste deel van de aarde. Zij hebben geen betrekking op ecotoxicologische risico's of migratie van PFAS uit de bodem naar grondwater of oppervlaktewater.

## 7.10 Bloedmetingen en vermindering van de blootstelling

De risicobeoordeling in dit gefaseerd BBO wordt uitgevoerd volgens standaardprocedures, codes van goede praktijk en andere technische documenten die door de OVAM zijn opgesteld en actueel worden opgelegd. Daarnaast is ook reeds rekening gehouden met het nieuwe, bindende normenkader opgemaakt door VITO<sup>51</sup> dat principieel is goedgekeurd door de Vlaamse regering op 16 december 2022. De toegepaste methodologie bepaalt een risico voor de mens op basis van langdurige blootstelling via verschillende blootstellingsroutes in functie van het bodemgebruik, door een dosis te berekenen die een persoon ter plaatse opneemt en deze dosis te vergelijken met een toxicologische grenswaarde (TDI). Indien de toxicologische grenswaarde wordt overschreden, houdt de bodemverontreiniging een humaan toxicologisch risico in.

Bepaalde PFAS-stoffen worden langzamer uit het lichaam uitgescheiden dan ze worden opgenomen. Hierdoor ontstaat er accumulatie. Accumulatie kan de totale concentratie in het lichaam verhogen omdat de stof het lichaam langzamer verlaat dan ze wordt opgenomen.

Dit proces, in combinatie met de blootstelling aan PFAS in het projectgebied, ligt aan de basis van de afwijkende PFAS-concentraties die zijn waargenomen in de door VITO en PIH<sup>52</sup> uitgevoerde bloedserumanalyses van mensen die in de omgeving van de 3M-site wonen.

In het eerste gefaseerd BBO is hierover het volgende vermeld:

*“Uit deze studie blijkt dat oudere personen hogere PFAS-concentraties in het bloedserum hebben, wat er mogelijk op wijst dat zij langer aan PFAS zijn blootgesteld en meer PFAS hebben geaccumuleerd in vergelijking met jongere personen uit hetzelfde gebied. In de studie werden ook andere correlaties gevonden tussen verhoogde PFAS-concentraties in het bloedserum en bepaalde factoren zoals biologische factoren (geslacht en leeftijd), de tijd dat men in het gebied*

<sup>51</sup> Bindend normenkader voor PFOS en PFOA”, opgesteld door VITO van 5 oktober 2022

<sup>52</sup> Bevolkingsonderzoek PFAS bij omwonenden van de 3M site in Zwijndrecht, Technisch - wetenschappelijk rapport, in opdracht van en in samenwerking met Agentschap Zorg en Gezondheid uitgevoerd door VITO en PIH.

*woont, de consumptie van zelfgekweekte eieren of groenten, de consumptie van grondwater, contact met chemische stoffen in het beroep, de opleiding of de hobby, andere bronnen dan de 3M-locatie (bijvoorbeeld oefenterreinen voor de brandweer).*

*Gelet op de complexiteit van de processen en bronnen die aan de basis liggen van de PFAS-waarden gemeten in het bloedserum, is het niet mogelijk om op eenvoudige wijze te bepalen in welke mate de voorgestelde gebruiksadviezen en het realiseren van de bijhorende risicogrenswaarden in grond zullen bijdragen aan de afname van de PFAS-bloedconcentraties voor de omwonenden. Zoals uit de risico-evaluatie blijkt, is het niet alleen de grondconcentratie, maar ook de manier waarop de blootstelling plaatsvindt, die bepaalt hoeveel PFAS iemand opneemt.*

*De grootste vermindering van de (indirecte) blootstelling aan PFAS uit de bodem kan dus worden bereikt door vooreerst geen eigen scharreleieren meer te consumeren (toepassing van "no-regret"-maatregel of aanbevelingen voor bodemgebruik), en er vervolgens voor te zorgen dat PFAS niet meer worden opgenomen door de consumptie van scharreleieren (sanering). Een soortgelijke vermindering kan worden verkregen door deze aanpak toe te passen op de consumptie van vlees, melk en melkproducten van eigen teelt. Een beperktere vermindering van de blootstelling is mogelijk door dezelfde aanpak toe te passen op de consumptie van zelf geteelde groenten.*

*Tijdens de biomonitoring die vorig jaar door het AZG (Agentschap Zorg & Gezondheid) is uitgevoerd, zijn verhoogde PFAS-bloedserumniveaus aangetroffen binnen een straal van 1,5 km van de locatie, het gebied waar de hoogste PFAS-gehalten in de bodem worden aangetroffen.*

*Voor een zo efficiënt mogelijke verlaging van de PFAS-bloedconcentraties moeten alle relevante blootstellingsroutes aan PFAS worden bepaald, niet alleen die welke verband houden met de verontreinigde bodem. Andere relevante blootstellingsroutes zijn bijvoorbeeld beroepsmatige of recreatieve blootstelling aan PFAS bevattende producten of het gebruik van grondwater. Op basis van een algehele beoordeling kan dan worden bepaald welke maatregelen op zowel korte als lange termijn het grootste effect zullen hebben.*

*VITO en PIH bevelen daarom aan de toepassing van "no-regret"-maatregelen voort te zetten om de blootstelling zoveel mogelijk te beperken. ERM steunt deze aanbeveling totdat door sanering de bronnen van blootstelling zijn weggenomen.*

*Het effect op de bloedwaarden zal echter pas op langere termijn merkbaar zijn, aangezien de PFAS-verbindingen over het algemeen betrekkelijk langzaam worden uitgescheiden. Een verlaging zal dus pas merkbaar zijn jaren nadat de uiteindelijke dagelijkse blootstelling aanzienlijk lager is dan de dagelijkse uitscheiding."*

In de opmerkingen van OVAM op het eerste gefaseerd BBO staat dat er verder dient gekeken te worden naar de correlatie tussen de bloedserumanalyses en de metingen van het bodemonderzoek. Hiervoor heeft ERM meermaals het AZG gecontacteerd, om meer gedetailleerde informatie over de ruimtelijke spreiding van en andere informatie gelinkt aan individuele analyses te bekomen. ERM heeft hierop nooit enig antwoord gekomen, waardoor ERM niet in staat is geweest om deze correlatie verder uit te werken. Bijgevolg blijven de beperkte conclusies hierover uit het eerste gefaseerd BBO behouden en kan er geen verdere informatie naar de relatie tot de bodemverontreiniging worden gegeven.

## 7.11 Conclusie van de humaan toxicologische risico-evaluatie van de PFAS-grondverontreiniging

De huidige "code van goede praktijk: aanvullende richtlijnen BBO voor bodemverontreinigingen met PFAS van 15 mei 2022 stelt "*Indien de aanwezigheid van ren(nen) voor pluimvee (kippen, kalkoenen, ...) realistisch is, gaat er steeds een potentieel humaan risico uit van de PFAS-verontreiniging als ter hoogte van de betrokken zones voor het vaste deel van de aarde een waarde voor PFAS som (PFCA - kwantitatief) en PFAS som (PFSA - kwantitatief) hoger dan respectievelijk 4,3 µg/kg ds en/of 3,8 µg/kg ds wordt vastgesteld.*" Op basis van deze opgelegde regel dient er zonder enige verdere vorm van risico-evaluatie gesteld te worden dat er binnen de PFSA-contour van 3,8 µg/kg ds een potentieel humaan risico van de grondverontreiniging uitgaat. Deze contour valt voor het studiegebied quasi samen met de 3,8 µg/kg ds PFOS-contour.

Op basis van de risico-evaluatie uitgevoerd volgens het Vlaams regelgevend kader, aan de hand van locatiespecifieke informatie en volgens de huidige stand van zaken, is er sprake van een actueel risico voor de volksgezondheid van de PFAS-grondverontreiniging voor de bewoners binnen het projectgebied in Zwijndrecht wanneer deze eigen eieren consumeren.

Er is mogelijk ook een humaan risico aanwezig bij het consumeren van dierlijke producten (vlees en melk) op basis van de modellering. Hiervoor zijn tussenmedia metingen voor gras en mais, maar geen vlees of melk metingen gebruikt. Metingen van vlees en melk door het FAVV geven aan dat de actielimieten niet zijn overschreden, wat betekent dat er geen risico's voor het consumeren van deze producten uitgaat. Er wordt dan ook aangeraden steeds een toetsing aan de geldende Europese normen en de criteria van het FAVV van de producten na te gaan om gebruik toe te laten, gezien in voorliggende studie geen eenduidige relatie tussen de grondverontreiniging en de landbouwproductconcentratie kan gelegd worden.

Er dient te worden opgemerkt, gelet op de gemeten grondconcentraties in dit projectgebied, dat de modellering op basis van de EPA 2016 toxicologische waarden enkel risico's heeft aangetoond voor scenario's voor blootstellingsroutes waarbij dierlijke producten (eieren, vlees en melk) worden geconsumeerd. Indien deze blootstellingsroutes niet van toepassing zijn, dan zijn er in deze risico-evaluatie geen risico's bepaald voor de beoordeelde bodemgebruiken. Op basis van het huidige blootstellingsmodel S-Risk gaat er geen risico uit van de consumptie van zelfgekweekte groenten. Er wordt echter aanbevolen om in het licht van het nieuwe normeringskader met de EFSA 2020 GGW steeds ook gewas (groenten en fruit) te analyseren om na te gaan of ze voor consumptie geschikt zijn, omdat er op basis van dit nieuwe normenkader wel een risico kan optreden bij het consumeren van eigen groenten en fruit, wanneer deze niet aan de EAC van het FAVV voldoen. Ook hier geldt namelijk dat er geen duidelijke correlatie tussen de grondconcentraties en de plantconcentraties is kunnen bepaald worden, wat ook blijkt uit de wetenschappelijke literatuur. Voor de groenten dient hier de focus op bladgroenten en knolgroenten te liggen gezien voor deze groenten in de metingen overschrijdingen van de EAC van het FAVV gebaseerd op de EFSA 2020 GGW zijn gemeten, die echter niet konden worden teruggebracht tot verhoogde grondconcentraties. Bij toepassing van de EFSA 2020 GGW kan er bij het consumeren van eigen groenten die aan de EAC van het FAVV voldoen, een actueel risico optreden voor de totale blootstelling bij PFOS (of PFSA) grondconcentraties hoger dan 46 µg/kg ds of PFOA (of PFCA) grondconcentraties hoger dan 96 µg/kg ds. Deze grondconcentraties worden dan als bovengrens gehanteerd om te besluiten dat het consumeren van eigen groenten en fruit op terreinen met concentraties boven deze waarden een risico inhoudt.

Op basis van de EFSA 2020 GGW is er ook sprake van een actueel risico vanaf PFOS (of PFSA) grondconcentraties boven 109 µg/kg ds of PFOA (of PFCA) grondconcentraties boven 124 µg/kg ds voor een residentieel gebruik met tuin, maar zonder moestuin of kippenren. Dit risico doet zich pas voor bij een toetsing aan de huidige van toepassing zijnde EPA 2016 toxicologische waarde vanaf een grondconcentratie van 2.696 µg/kg ds voor PFOS (of PFSA) en van 868 µg/kg voor PFOA (of PFCA). Wanneer de EFSA 2020 GGW wordt toegepast voor het bodemgebruik recreatie, is een



risicogrenswaarde van 4.000 µg/kg ds voor PFOS (of PFSA) en 9.744 µg/kg ds voor PFOA (of PFCA) berekend.

Er kan worden besloten dat er een actueel toxicologisch risico aanwezig is bij PFAS-grondverontreiniging wanneer eieren van scharrelkippen worden geconsumeerd. Daarnaast bestaat er ook een potentieel toxicologisch risico voor de mens voor de PFAS-verontreiniging in de grond, waar bij het actuele gebruik nog geen consumptie van eieren plaatsvindt, maar waar dit in de toekomst wel realistisch is. Dit risico blijkt op basis van de uitgevoerde metingen ook van toepassing te zijn voor PFOS-grondconcentraties beneden de richtwaarde van 3 µg/kg ds.

Wanneer de door VMM gemeten stofconcentraties wordt gebruikt, geeft de hier uitgevoerde modellering weer dat er geen risico's van uitgaan naar de bewoners. Hetzelfde is ook door VITO aangetoond. Gelet op de aanwezigheid van PFAS in het stof, vindt er wel opname van PFAS via deze weg plaats. Deze concentraties zijn evenwel dusdanig laag dat wanneer aan de EFSA 2020 GGW wordt getoetst er geen indicatie voor een risico is.

De "no-regret"-maatregel voor het verbod op de consumptie van eigen scharreleieren moet in afwachting van het bodemsaneringsproject blijven gehandhaafd worden, aangezien de risicogrenswaarden voor het bodemgebruik met consumptie van eieren op basis van de beschikbare grondconcentraties zijn overschreden. Voorts wordt als preventieve aanpak aanbevolen de huidige "no-regret"-maatregelen waarbij de consumptie van zelf geteelde groenten of zelfgekweekte dierlijke producten (vlees of melk) wordt vermeden, te handhaven totdat op basis van analyses van deze producten is aangetoond dat deze voldoen aan de Europese normen of bij het ontbreken van deze normen aan de EAC van het FAVV. Dit geldt in eerste instantie voor vlees, melk(producten), bladgroenten en knolgroenten en wordt bij voorkeur ook toegepast op andere groenten en fruit gelet op de mogelijke onderschatting van de totale PFAS-gehalten door de PFBA-meetproblematiek (labo interferentie).

Het geografische gebied gerelateerd aan de 3M-site voor de "no-regret"-maatregelen is binnen het onderzoeksgebied van voorliggend gefaseerd BBO bepaald op basis van de afperking tot PFOS-richtwaarde.

## **7.12 Reflecties met betrekking tot de blootstelling aan PFAS en verdere te nemen acties**

De risico-evaluatie die werd uitgevoerd volgens de richtlijnen van OVAM op basis van veldmetingen en actuele inputparameters in het S-Risk blootstellingsmodel (opgesteld door de VITO) om het risico voor blootstelling van personen aan de PFAS-grondverontreiniging te bepalen, hebben aangetoond dat er een risico bestaat voor de bewoners binnen het projectgebied Zwijndrecht. Het gaat om zowel de geïdentificeerde '3M impact' zone als ook de zone waar indicaties van vermengde bodemverontreiniging zijn (deels 3M afkomstig en deels mogelijks andere externe bronnen). Het grootste risico gaat uit van de consumptie van vrije uitloop kippeneieren en in mindere mate van het eten van fruit en groenten uit de eigen (moes)tuin.

De no-regret maatregelen die door de Vlaamse regering voor het grondgebied Zwijndrecht zijn geadviseerd houden rekening met de potentiële risico's ten gevolge van de PFAS-bodemverontreiniging. De toepassing van deze no-regret maatregelen moet worden behouden, en via de recent gevraagde voorzorgsmaatregelen zal het nodige worden gedaan om de bevolking beter te sensibiliseren over de noodzaak van deze maatregelen, en om te evalueren of er op basis van perceelsspecifieke informatie van de bewoners/gebruikers eventuele bijkomende acties dienen genomen te worden op het terrein totdat de eventuele saneringsmaatregelen, via een goedgekeurd bodemsaneringsproject, worden geïmplementeerd. Welke specifieke saneringsmaatregelen er dienen genomen te worden blijft momenteel nog een open vraag in deze fase van het beschrijvend bodemonderzoek.

Hierbij is het belangrijk op te merken dat het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid op het onderzoeksrapport dat eind december 2022 werd ingediend stelt dat: *“We streven ernaar de hotspots (of MGAGs) in Vlaanderen uit te vlakken tot minimaal een achtergrondniveau. In principe, gezien de humane belasting die er al is en we niet zomaar kwijtraken, zouden we eigenlijk strenger moeten zijn. [...] Het absolute minimum is het uitvoeren van het handelingskader PFAS”*. Dit advies gaat verder dan de reactie van het Agentschap Zorg en Gezondheid van 19 oktober 2022 op het eerste gefaseerde bodemsaneringsproject waarin voorwaardelijk gunstig werd geadviseerd met betrekking tot een saneringsaanpak die gericht is op het maximaal beperken van de blootstelling aan de bodemverontreiniging met PFAS-componenten voor het openbaar domein en het bos dat deel uitmaakt van zone 1A.

Bijkomend geeft OVAM aan in de begeleidende brief met betrekking tot de niet-goedkeuring van het hierboven gerefereerde gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek dat *« Er wordt aangegeven dat de berekende risicogrenswaarden voorlopig zijn en kunnen worden herzien op basis van verder onderzoek (paragraaf 7.9.3). Hoewel de bepaling van terugsaneerwaarden geen deel uitmaakt van een beschrijvend bodemonderzoek maar van een bodemsaneringsproject, wordt door de aanpak van de risico-evaluatie in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek al een eerste stap gezet in de uitwerking van de doelstellingen van het bodemsaneringsproject. De door de bodemsaneringsdeskundige uitgewerkt risico-evaluatie geeft aan wat de voornaamste routes zijn van de blootstelling aan de verontreiniging met PFAS met als vermoedelijk oogpunt op basis hiervan de verschillende bodemsaneringsvarianten uit te werken. Deze aanpak is in tegenspraak met het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid. Het is daarom noodzakelijk om de uitwerking van de risicoevaluatie af te stemmen met het Agentschap Zorg en Gezondheid. »* De uitgewerkte risico-scenario's geven enkel aan welke de meest kritieke blootstellingsroutes zijn volgens de uitgevoerde S-Risk evaluaties. Voor het uitwerken van locatie-specifieke saneringsopties voor de onderzoeksperimeter zone 1B en zone 2 dient er, zoals hierboven aangegeven wordt door de OVAM, te worden overlegd met AZG. De informatie die wordt verzameld tijdens de inventaristatie- en bijkomende sensibiliseringsfase zoals gevraagd in de voorzorgsmaatregelen dient hierbij te worden geïntegreerd.

Naast het verminderen van de PFAS blootstelling vanuit de bodem dient men ons inziens ook verder in te zetten op de bijkomende blootstelling die niet gerelateerd is met de vastgestelde bodemverontreiniging en dus ook niet in beschrijvende bodemonderzoeken kan onderzocht worden, dewelke kan optreden via 1) de achtergrondblootstelling van de bevolking via commerciële voeding (producten gekocht in de winkel), 2) de aanwezigheid van PFAS verbindingen (incl. precursors) in de directe leef/werkomgeving (lucht, stof, ...) van de bewoners, en 3) het gebruik van drinkwater dat wordt geproduceerd vanuit oppervlaktewater. Onderzoek heeft immers aangetoond dat deze blootstellingroutes mogelijks ook een niet-verwaarloosbare bijdrage leveren tot de aanvaardbare PFAS-blootstelling volgens EFSA 2020 van 4,4 ng/kg lichaamsgewicht per week (voor de 4 PFAS verbindingen PFOS, PFOA, PFNA & PFHxS), wat neerkomt op een TDI van 0,63 ng/kg lichaamsgewicht.

In het rapport 'Bindend Normenkader voor PFOS en PFOA' (VITO, oktober 2022) wordt duidelijk aangegeven dat de achtergrondblootstelling via voeding voor de 4 EFSA PFAS samen reeds de gezondheidkundige grenswaarde van 0,63 ng/kg lichaamsgewicht overschrijdt. Bijgevolg kan gesteld worden dat de facto elke bijkomende blootstelling (ook voor bodemconcentraties onder de toetsingswaarde bodemsaneringsnorm) een zeker gezondheidsrisico inhoudt. Er is momenteel een studie lopende die tot doel heeft om de aanwezigheid van de 4 EFSA PFAS in voeding en de blootstelling van de Belgische bevolking hieraan na te gaan (project Fluorex). Het is belangrijk op te merken dat de C4-verbinding PFBA, de PFAS die het meest frequent wordt aangetroffen in de geteste gewassen, geen deel uitmaakt van de 4 EFSA PFAS verbindingen.

Verschiedende studies hebben aangetoond dat de mens ook in zijn eigen leef/werkomgeving kan worden blootgesteld aan PFAS-verbindingen via de binnenlucht en (binnenhuis)stof. Zo vermeldt de studie van Arcadis (2021) dat in de Nederlandse huishoudens en kantoren een achtergrondwaarde

tussen de 100-200 µg/kg PFAS (incl. precursors) wordt gemeten in het aanwezige stof. Dergelijke hoge PFAS-concentraties werden niet vastgesteld in de bodemstalen die werden geanalyseerd voor zone 1B en zone 2.

Het drinkwater in Zwijndrecht wordt aangeleverd door de watermaatschappij water-link, en wordt geproduceerd vanuit oppervlaktewater komende van het Albertkanaal. Onderzoek door de VMM (2021) heeft de aanwezigheid van PFAS aangetoond te Grobbendonk, de gemiddelde 4 EFSA PFAS waarde die werden gemeten was 4,0 ng/L. Indien het stadswater 4 ng/L voor deze 4 PFAS verbindingen bevat, komt dit voor een gebruik van 2 L water/dag en 70 kg lichaamsgewicht neer op een dagdosis van 0,11 ng/kg lw.d. De toegestane dagdosis volgens EFSA is 0,63 ng/kg lw.d. Dit zou betekenen dat als de bewoners van Zwijndrecht dezelfde kwaliteit van leidingwater ontvangen dat ze al meer dan een vijfde van de toegestane dagdosis binnenkrijgen via het leidingwater.

Het reduceren van de blootstelling aan de PFAS verontreinigde bodem is slechts een deel van de oplossing. Een geïntegreerde aanpak en beleid op verschillende niveaus (volksgezondheid, voedselveiligheid, ...) en aspecten (voeding, producten, consumptiegedrag, ...) is nodig om een zo duurzaam mogelijk, maatschappelijk gedragen en effectief mogelijke oplossing te bieden aan dit complex probleem.

## 8. CONCLUSIES

### 8.1 Algemeen

ERM voert in opdracht van 3M Belgium (3M) de actualisering uit van het initiële Beschrijvend Bodemonderzoek (BBO) van 2006 voor de 3M-site in Zwijndrecht (nabij Antwerpen). Het BBO wordt in verschillende fasen uitgevoerd. Onderhavig rapport is het gewijzigd tweede gefaseerd BBO, dat volgt op het tweede gefaseerd BBO dat werd ingediend op 29 december 2022, maar door de OVAM niet beschouwd werd als beschrijvend onderzoek.

De huidige tweede fase betreft het beschrijvend bodemonderzoek voor de PFAS-verbindingen in een specifiek gebied met een straal tot ongeveer 4,3 km ten zuiden en zuidwesten van de 3M-site en de snelweg E34, een gebied dat voornamelijk bestaat uit landbestemmingstypes landbouw en woongebied. Deze zone is aangeduid als het 'projectgebied' en heeft een oppervlakte van ongeveer 15,3 km<sup>2</sup> en vormt een uitbreiding van de vroegere door OVAM omschreven 'zone 2'. De impact buiten de 3M-site als gevolg van atmosferische depositie maakt deel uit van dit gefaseerd BBO. Het bepalen van de PFAS-verontreiniging in het grondwater behoorde niet tot het huidige werkplan en zal worden uitgevoerd in een volgende fase van het BBO. Er zijn echter in deze onderzoeksfase verschillende peilbuizen bemonsterd voor PFAS-analyses om een eerste zicht te krijgen van de PFAS-impact op het freatische grondwater in het projectgebied.

Binnen het projectgebied is, conform de richtlijnen, een afbakeningscontour 'richtwaarde' voor PFOS (3 µg/kg ds) bepaald, voor de verontreiniging ten gevolge van de (historische) activiteiten op de 3M-site in Zwijndrecht, met een geschatte oppervlakte van ongeveer 7,6 km<sup>2</sup>. Binnen deze contour is een zone bepaald waarvan de oorsprong volledig toe te schrijven is aan de (historische) activiteiten van de 3M-site, en een zone daarbuiten waar er indicaties zijn dat andere, niet-3M gerelateerde bronnen aanwezig zijn die kunnen leiden tot een vermengde bodemverontreiniging. Voor de zone buiten de contour richtwaarde, maar binnen het projectgebied van dit BBO, kan de vastgestelde PFAS-verontreiniging niet gelinkt worden aan de (historische) 3M activiteiten in Zwijndrecht. De verontreinigingsimpact in de bodem blijkt op basis van de huidige informatie minder ver uit te strekken dan initieel werd verondersteld.

Tot de zone waar de PFAS-verontreiniging aan de (historische) activiteiten van de 3M-site is toe te schrijven, behoort ook zone 1A, waarvoor al een saneringsproject werd ingediend.

De analysepakketten voor het vaste deel van de aarde en het grondwater is bepaald op basis van de CMA- en WAC-richtlijnen die van toepassing waren ten tijde van de monsterneming. Uit deze lijsten zijn er negen verbindingen geïdentificeerd als verdachte stoffen (COC).

De OVAM werd in verschillende fasen van het gefaseerde BBO geraadpleegd.

Op basis van de bekomen resultaten van het voorliggend tweede gefaseerd beschrijvend onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

- De initiële observatie gemaakt in het eerste gefaseerd BBO wordt in voorliggend onderzoek herbevestigd. De PFOS-bodemconcentratie neemt af met afstand tot de 3M site, de grootste vuilvracht bevindt zich in de zone gelegen in de directe nabijheid van de fabriek. De PFOS-impact in de bodem werd in het gewijzigd beschrijvend bodemonderzoek afgebakend tot de richtwaarde zoals vereist wordt in een volwaardig BBO;
- De beschikbare gegevens binnen de studiezone van dit beschrijvend bodemonderzoek, met inbegrip van de resultaten binnen het bredere projectgebied waaronder het lopende BBO-natuurgebied Blokkersdijk en de staalnames langs het Scheldepad, geven aan dat de belangrijkste PFOS-bodemimpact gerelateerd met 3M zich grotendeels uitstrekt in een gebied tot op ongeveer 1.250 à 1.500 m rond de fabriekssite. Dit is de zogenaamde '3M impact zone'. Deze perimeter komt ook vrij goed overeen met de recent beschikbare indicatieve atmosferische

- depositiemodeleringen uitgevoerd door Arche (2022) en VITO (2022), en de oudere dispersiemodelering die werd gerapporteerd door Arcadis (2006) in het oorspronkelijke BBO;
- De analyseresultaten voor de geteste PFOS-precursoren laten vermoeden dat het huidige bekomen PFOS-verontreinigingsbeeld niet significant zal wijzigen in de toekomst door eventuele verdere degradatie. Slechts in een vrij beperkt aantal bodemstalen worden nog PFOS-precursoren aangetroffen met significante concentraties. Verdere analyse op de nog niet recent geteste precursoren zoals EtFOSE en MeFOSE, PFOS-precursoren die door Arcadis in het oorspronkelijke BBO (2006) werden aangetroffen op enkele bodemstalen genomen op de fabriek, kan eventueel overwogen worden in de volgende onderzoeksfase. Gelet op de stopzetting van de PFOS-productie (met inbegrip van deze precursoren), nu meer dan 20 jaar geleden, en het feit dat deze alcohol PFOS-precursoren onder aerobe condities vrij goed degraderen is het weinig waarschijnlijk dat deze producten nog in significante concentraties in de bodem zullen worden aangetroffen. Staalname en analyse kan hierover verder uitsluitsel geven;
  - De resultaten verzameld tijdens deze fase van het gewijzigd 2de gefaseerd BBO bevestigen dat de woon- en landbouwgebieden in de directe omgeving van de 3M-site, gelegen langs de Neerstraat, de Polderstraat & de Molenstraat, de meest verhoogde PFAS-grondconcentraties vertonen, met de hogere concentraties gesitueerd in de bovenste bodemlaag (0-0,5 m-mv). Dit gebied is gekend als 'zone 1A'. Voor deze meest geïmpacteerde zone is er in november 2022 door OVAM een saneringsproject goedgekeurd dat later dit jaar in uitvoering zal gaan;
  - Uit het onderzoek blijkt dat de concentraties aan PFOS (en andere PFAS), gemeten in de bovenste bodemlaag, (exponentieel) afnemen met de afstand tot de 3M-site om op grotere afstand van de fabriek opnieuw toe te nemen. Dit werd vastgesteld op verschillende concentratie profielen die werden opgesteld op basis van al de tot op heden beschikbare bodeminformatie. Dit is een indicatie van mogelijke bijmenging van bodemverontreiniging ontstaan door andere bronnen. De zone waar deze indicaties aanwezig zijn wordt de **co-mingling zone** genoemd. Meer specifiek, dit is dus de zone waar het vermoeden bestaat dat er naast de PFAS-impact afkomstig van de 3M fabriek mogelijks ook andere bronnen kunnen hebben bijgedragen tot de vastgestelde bodemverontreiniging. Er zijn momenteel reeds verschillende 'lines of evidence' die deze eventuele aanwezigheid van vermenging waarschijnlijk maken. Er is echter nog bijkomend onderzoek vereist om deze externe PFAS-bronnen verder in kaart te brengen en de relevantie naar bijdrage ervan te bevestigen. Dit zal gebeuren in de volgende fase van gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek, samen met het grondwater, dat indien alles verloopt naar planning tegen eind 2023 zou moeten zijn afgerond;
  - Voorbij deze co-mingling zone zijn er andere PFAS-verontreinigde zones aangetoond, maar die zijn niet toe te schrijven aan activiteiten van de 3M-site. Een aantal van deze externe PFAS-bronnen zijn reeds gerapporteerd in bodemdossiers die zijn ingediend bij de OVAM;
  - Op basis van de verzamelde PFOS- en PFOA-concentraties is een inschatting gemaakt van de vuilvracht aan PFAS binnen de contour richtwaarde. Deze vuilvracht is berekend op ongeveer 121 kg. Wanneer per deelzone dezelfde oefening wordt gemaakt, dan is de vuilvracht voor zone 1A berekend op 43,1 kg, voor zone 1B op 11,8 kg en voor het resterende deel binnen de afbakeningscontour richtwaarde, met name de zone met vermengde PFAS-verontreiniging, 57,9 kg. Gelieve te noteren dat deze laatste zone qua oppervlakte ongeveer 10 keer groter is dan de meest geïmpacteerde zone 1A. De vuilvracht herrekend naar de oppervlakte van elke zone komt neer op 68,9 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1A, 17,06 kg/km<sup>2</sup> voor zone 1B en 9,24 kg/km<sup>2</sup> voor de contour richtwaarde voor zone 2;
  - De densiteit van het grondwateronderzoek binnen het huidige gefaseerde BBO is momenteel beperkt in vergelijking met het bodemonderzoek. De gemeten concentraties 'overschrijden de voorgestelde bodemsaneringsnormen voor 'som 20 EU DWRL' en 'som-totaal-PFAS'. Uit de beperkte set grondwatermetingen blijkt dat de meest dominante verontreinigingen in het grondwater betrekking hebben op de individuele PFAS-componenten PFBA, PFBS, PFHxA,

PFHxS, PFOA en PFOS. Deze zes componenten zijn in meer dan 80% van de geanalyseerde grondwatermonsters gemeten in een concentratie hoger dan 1 µg/l (of 10 keer de grondwaternorm EU 20 DWRL). In een volgende fase dient verder onderzoek te worden verricht naar verdere afbakening en (bron)karakterisatie, en naar de interactie tussen de verontreinigde bodem, het oppervlaktewater en het freatische grondwater;

- De resultaten van de uitgevoerde bemonsteringscampagne duiden op de aanwezigheid van sommige PFAS-verbindingen in enkele van de geteste groenten en voedergewassen. De meest voorkomende PFAS-verbindingen die werden gedetecteerd zijn PFBA, PFOS, PFBS en PFPeA. De gemeten gehalten zijn meestal niet hoger dan 0,5 µg/kg (of ng/g). Het perfluorbutaan zuur (PFBA) en perfluorbutaansulfonzuur (PFBS) blijkt het best te worden opgenomen in de planten. Er dient echter te worden opgemerkt dat Sciensano door toestelinterferentie geen PFBA kon kwantificeren, enkel Eurofins heeft voor PFBA een resultaat gerapporteerd. De preferentiële aanwezigheid van de C4 PFAS-verbindingen in gewassen is in menig wetenschappelijke publicaties bevestigd. Het is opvallend dat de hogere PFAS-concentraties worden gemeten in groenten die vallen onder de groep bladgewassen. De geteste fruitmonsters vertonen aanzienlijk lagere PFAS-concentraties, met PFBA (indien gerapporteerd), PFPeA en PFOS als belangrijkste aangetroffen PFAS-verbindingen. Voor sommige geteste gewassen (bladgewassen en fruit) is de door het FAVV voorgestelde EAC-waarde overschreden, noteer dat ERM deze in het gewijzigd gefaseerd BBO enkel hanteert als indicatieve screening waarde. De verhoogde PFAS-detecties zijn niet alleen aangetroffen in de 3M impact zone, ook in de zone met vermeende vermengde bodemverontreiniging zijn PFAS-verbindingen in een aantal geteste stalen van plantaardige oorsprong, soms met vergelijkbare of zelfs hogere concentraties dan de stalen uit de 3M impact zone, aangetroffen. Dit laat vermoeden dat er andere processen spelen dan louter het lokaal aanwezige PFAS-gehalte in de verontreinigde bodem, bijkomend onderzoek is noodzakelijk om dit verder uit te klaren;
- In de geteste eieren van scharrelkippen zijn voor een verschillende individuele PFAS-componenten verhoogde concentraties gemeten. PFOS is de meest dominant aanwezige parameter met concentraties tot 180 µg/kg ds. Voor PFOS is de Europese actiewaarde van 1 µg/kg ds, van kracht vanaf 1 januari 2023, overschreden in elk getest ei dat in kader van dit gefaseerd BBO is geanalyseerd. Dit is opmerkelijk genoeg ook het geval voor de eieren die zijn genomen in een zone met een PFOS-gehalte in de bodem lager dan de richtwaarde van 3 µg/kg ds;
- De vastgestelde PFAS distributie in de bodem is vermoedelijk het resultaat van verschillende processen en versturende effecten, zoals ondermeer de atmosferische depositie afkomstig van de 3M fabriek (kwaliteitstesten en productie), de meteorologische condities en aanwezige terreinobstakels (bv. een meer densere bebouwing), de brandoefeningen en branden in de omgeving, stofverwaaiing, de landbouwactiviteiten (bemesten, inploegen, gebruik van pesticiden/insecticiden en verontreinigd grondwater, ...), het ruimen van beken en grachten (met al dan niet depositie van het geruimd slib op de oeverbanken), grondverzet, ... . Het is niet evident om de relatieve bijdragen van al deze processen in te schatten. Verder bodemonderzoek, bronkarakterisatie en de integratie van de grondwaterresultaten kunnen mogelijks verdere opheldering bieden in dit zeer complex verhaal;
- De risico-evaluatie die werd uitgevoerd op basis van de richtlijnen van OVAM op basis van veldmetingen en actuele inputparameters in het S-Risk blootstellingsmodel (opgesteld door de VITO) om het risico voor blootstelling van personen aan de PFAS grondverontreiniging te bepalen, heeft aangetoond dat er **een risico bestaat** voor de bewoners binnen het projectgebied Zwijndrecht, meer bepaald voor de geïdentificeerde '3M impact' zone en voor de zone waar indicaties van vermengde bodemverontreiniging zijn (deels 3M afkomstig en deels mogelijks andere externe bronnen). **Een saneringsproject dient te worden opgesteld.**

- Het grootste risico gaat uit van de consumptie van vrije uitloop kippeneieren en in mindere mate van het eten van lokaal geteelde fruit en groenten uit de eigen (moes)tuin.

De no-regret maatregelen die door de Vlaamse regering voor het grondgebied Zwijndrecht zijn geadviseerd houden rekening met de potentiële risico's ten gevolge van de vastgestelde PFAS-bodemverontreiniging. De toepassing van deze no-regret maatregelen moet worden behouden, en via de recent gevraagde voorzorgsmaatregelen zal het nodige worden gedaan om de bevolking beter te sensibiliseren over de noodzaak van deze maatregelen, en om te evalueren of er op basis van perceelsspecifieke informatie van de bewoners/gebruikers eventuele bijkomende acties dienen genomen te worden op het terrein totdat eventuele saneringsmaatregelen, via een goedgekeurd bodemsaneringsproject, worden geïmplementeerd. Welke specifieke saneringmaatregelen er dienen genomen te worden blijft momenteel nog een open vraag in deze fase van het beschrijvend bodemonderzoek.

Binnen deze context is het belangrijk om het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid te vermelden dat op het (initiële) onderzoeksrapport (december 2022) werd gegeven, dit advies stelt dat: *“We streven ernaar de hotspots (of MGAGs) in Vlaanderen uit te vlakken tot minimaal een achtergrondniveau. In principe, gezien de humane belasting die er al is en we niet zomaar kwijtraken, zouden we eigenlijk strenger moeten zijn. [...] Het absolute minimum is het uitvoeren van het handelingskader PFAS”*. Dit advies gaat verder dan de reactie van het Agentschap Zorg en Gezondheid van 19 oktober 2022 op het eerste gefaseerde bodemsaneringsproject waarin voorwaardelijk gunstig werd geadviseerd met betrekking tot een saneringsaanpak die gericht is op het maximaal beperken van de blootstelling aan de bodemverontreiniging met PFAS-componenten voor het openbaar domein en het bos dat deel uitmaakt van zone 1A.

Bijkomend geeft OVAM aan in de begeleidende brief met betrekking tot de niet-goedkeuring van het hierboven gerefereerde gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek dat *« Er wordt aangegeven dat de berekende risicogrenswaarden voorlopig zijn en kunnen worden herzien op basis van verder onderzoek (paragraaf 7.9.3). Hoewel de bepaling van terugsaneerwaarden geen deel uitmaakt van een beschrijvend bodemonderzoek maar van een bodemsaneringsproject, wordt door de aanpak van de risico-evaluatie in het gefaseerd beschrijvend bodemonderzoek al een eerste stap gezet in de uitwerking van de doelstellingen van het bodemsaneringsproject. De door de bodemsaneringsdeskundige uitgewerkt risico-evaluatie geeft aan wat de voornaamste routes zijn van de blootstelling aan de verontreiniging met PFAS met als vermoedelijk oogpunt op basis hiervan de verschillende bodemsaneringsvarianten uit te werken. Deze aanpak is in tegenspraak met het advies van het Agentschap Zorg en Gezondheid. Het is daarom noodzakelijk om de uitwerking van de risico-evaluatie af te stemmen met het Agentschap Zorg en Gezondheid. »*

De uitgewerkte risico-scenario's in het voorliggende gewijzigde 2<sup>de</sup> gefaseerd BBO geven enkel aan welke de meest kritieke blootstellingsroutes zijn volgens de uitgevoerde S-Risk simulaties. Voor het uitwerken van locatie-specifieke saneringsopties en het finale plan voor de onderzoeksperimeter 3M impact zone en de zone met mogelijke vermengde bodemverontreiniging dient er, zoals hierboven aangegeven wordt door de OVAM, te worden samengewerkt met AZG. De informatie die wordt verzameld tijdens de op til staande inventaristatie- en bijkomende sensibiliseringsfase, zoals gevraagd in de recent opgelegde voorzorgsmaatregelen, dient hierbij te worden geïntegreerd.

Naast het verminderen van de PFAS blootstelling vanuit de bodem dient men ons inziens ook verder in te zetten, en dit niet alleen in Zwijndrecht, op de bijkomende blootstelling (niet gerelateerd met de vastgestelde bodemverontreiniging) die kan optreden via 1) de achtergrondblootstelling van de bevolking via commerciële voeding (producten gekocht in de winkel), 2) de aanwezigheid van PFAS verbindingen (incl. precursors) in de directe leef/werkomgeving (lucht, stof, ...) van de bewoners, en 3) het gebruik van drinkwater dat wordt geproduceerd vanuit oppervlaktewater.

## 8.2 Besluit per verontreiniging - PFAS (ID 40) - Q

### 8.2.1 Specificaties

De PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde, waarvan PFOS de belangrijkste component is, is binnen het projectgebied in zowel horizontale als verticale richting in voldoende mate afgebakend tot op het niveau van de richtwaarde van 3 µg/kg ds.

De PFAS-verontreiniging binnen het projectgebied heeft een berekende omvang van ongeveer 7.695.500 m<sup>2</sup> en een berekend volume van circa 7.042.950 m<sup>3</sup>. De gemiddelde verspreidingsdiepte bedraagt dus ongeveer 0,9 m-mv en varieert over het algemeen binnen het interval van 0 m-mv tot 1,5 m-mv. De maximale diepte van ongeveer 2,5 m-mv is waargenomen in de directe omgeving van de 3M-site, net ten zuiden ervan.

Ten noorden van de E34 zijn (binnen het projectgebied) nog op grotere diepte hogere concentraties aan PFAS-verbindingen gemeten, maar deze metingen liggen niet binnen de bestemmingstypes II en III.

De vuilvracht van de gemeten PFAS-verontreiniging binnen de richtwaarde, berekend op basis van de PFOS- en PFOA-concentraties, is ingeschat op ongeveer 121 kg, waarbij PFOS de belangrijkste geïdentificeerde PFAS-verbinding is.

De verontreiniging is van gemengde, hoofdzakelijk historische aard (74%). De ID van de verontreiniging is 40.

### 8.2.2 Noodzaak tot sanering

Op basis van het resultaat van de risico-evaluatie blijkt dat de PFAS-verontreiniging in de bodem een "ernstige bodemverontreiniging" betreft. De voornaamste redenen hiervoor zijn enerzijds het potentiële risico, omdat somconcentraties voor PFSA en PFCA zijn aangetoond hoger dan respectievelijk 3,8 µg/kg ds en 4,3 µg/kg ds. Anderzijds gaat er van de PFAS-grondverontreiniging een actueel en potentieel risico voor de volksgezondheid uit voor de bewoners binnen het projectgebied in Zwijndrecht wanneer deze eigen eieren consumeren.

Volgens artikel 19, §2 van het decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming is in dit geval sanering noodzakelijk.

Deze sanering is noodzakelijk voor de zone binnen de contour richtwaarde met uitzondering van zone 1A, waarvoor al een saneringsproject werd opgesteld en goedgekeurd. Voor de co-mingling zone is het waarschijnlijk dat er naast 3M Belgium ook anderen saneringsplichtig zijn. In een volgende fase wanneer ook het grondwater wordt onderzocht, zal dit verder bepaald worden.

### 8.2.3 Saneringsprioriteit

Een verontreiniging waarvan de negatieve impact voor milieu, receptoren of migratie niet binnen een termijn van twee jaar kan worden uitgesloten, wordt geclassificeerd als "prioriteit 1", hoge prioriteit. De "Standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek" geeft ook een niet-limitatieve lijst van situaties waarvoor prioriteit 1 altijd van toepassing is. De PFAS-verontreiniging die in het huidige gefaseerde BBO wordt beschreven, voldoet aan beide criteria. De termijn van twee jaar is niet relevant aangezien PFAS zijn waargenomen in bloedserum, en de PFAS-verontreiniging voldoet aan minstens één situatie van de voormelde niet-limitatieve lijst, volgens het Vlaams reglement betekent dit:

"Het welzijn van de mens wordt effectief bedreigd door rechtstreekse of onrechtstreekse humane blootstelling aan de verontreiniging, inhalatie van gassen of dampen, ingestie van bodemdeeltjes en stof, opname via gewassen, dermaal contact, opname via verontreinigd drinkwater door permeatie van drinkwaterleidingen of door aantasting van een winning".



Daarom is voor de PFAS-verontreiniging met ID 40 saneringsprioriteit 1 vastgesteld. Er dient op te worden gewezen dat de risico-evaluatie heeft aangetoond dat de 'no-regret'-maatregelen die door de Vlaamse Regering zijn geadviseerd, de opname van de PFAS-verontreiniging effectief beperken totdat de bodemsaneringswerken de bronnen zullen elimineren.

## 8.2.4 Noodzaak van veiligheids- en voorzorgsmaatregelen

### 8.2.4.1 Voorzorgsmaatregelen

Voorzorgsmaatregelen zijn acties die bij verontreinigde bodem onder leiding van een bodemsaneringsdeskundige moeten worden uitgevoerd om mensen of het milieu te beschermen tegen de risico's die verbonden zijn aan de verontreinigde bodem, in afwachting van bodemsaneringswerkzaamheden. Onder maatregelen wordt verstaan het verwijderen, neutraliseren, immobiliseren, isoleren of afschermen van verontreinigde grond.

Voor de waargenomen PFAS-verontreiniging in de bodem is ERM van mening dat er geen voorzorgsmaatregelen nodig zijn naast de huidige 'no-regret'-maatregelen in afwachting van acties die zullen worden gedefinieerd in het bodemsaneringsplan. De Vlaamse regering heeft 'no-regret'-maatregelen geadviseerd ter bescherming van de volksgezondheid, die van toepassing zijn op gebieden binnen 1,5; 3; 5 en 10 km van de 3M-site. Deze no-regret-maatregelen kunnen worden geraadpleegd op de website van [www.vlaanderen.be](http://www.vlaanderen.be)<sup>54</sup>.

De OVAM heeft in haar schrijven van 3 maart 2023 (referentie BB-BEDR-BVG-20230141652) beslist dat voor het woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht in zone 1B en 2, zoals bepaald in de goedkeuring van het eerste gefaseerd BBO, toch voorzorgsmaatregelen genomen dienen te worden. OVAM baseert zich op een korte nota die de deskundige Antea in haar opdracht heeft opgemaakt, op basis van de gegevens van het eerste gefaseerd BBO, het tweede onderzoeksverslag van 29 december 2022, de informatie over de resultaten van analyses van bloedserum in het gebied, de grootschaligheid van het gebied met bodemverontreiniging en het advies van AZG op het onderzoeksverslag van 29 december 2022. In dezelfde nota komt Antea tot het besluit dat uit de risico-analyse is gebleken dat de verontreiniging risico's inhoudt voor de bewoners ten gevolge van de consumptie van scharreleieren, van dierlijke producten (vlees en melk) en van groenten en fruit.

De volgende voorzorgsmaatregel moet uitgevoerd worden voor de gronden in het woon- en landbouwgebied in Beveren en Zwijndrecht die gelegen zijn in zone 1B en 2:

- Algemene communicatie van de globale adviezen met betrekking tot maatregelen om de blotstelling aan de verontreiniging te voorkomen of beperken (de no-regret maatregelen); en
- Het opmaken van een plan van aanpak voor een inventarisatie van de openstaande kritieke blootstellingsroutes op perceel niveau, samen met een uitvoeringsplanning voor het uitvoeren van deze inventarisatie.

ERM heeft in opdracht van 3M Belgium het plan van aanpak opgesteld en ingediend bij de OVAM op 15 maart 2023, dit plan van aanpak werd op 23 maart 2023 goedgekeurd (referentie BB-BEDR-BVG-20230190185).

### 8.2.4.2 Veiligheidsmaatregelen

Er gelden geen specifieke veiligheidsmaatregelen voor de verontreiniging, bovenop de 'no-regret'-maatregelen in afwachting van de sanering.

<sup>53</sup> <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/no-regret-maatregelen-zwijndrecht#no-regret-maatregelen-in-een-straal-van-15-tot-3-km-rond-3m>

<sup>54</sup> <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/no-regret-maatregelen-zwijndrecht#no-regret-maatregelen-in-een-straal-van-15-tot-3-km-rond-3m>

### 8.2.5 Noodzaak van aanbevelingen inzake landgebruik ("gebruiksadviezen")

De van toepassing zijnde aanbevelingen binnen het projectgebied, en meer specifiek de zone binnen de contour richtwaarde, zijn opgenomen in [Tabel 8-1](#). De gebruiksadviezen zijn volgens de richtlijnen van het BBO niet van toepassing voor zone 1A, omdat in dit BBO enkel een uitspraak gedaan wordt voor de zone waar nog geen uitspraak was rond het humaan toxicologisch risico. Uiteraard gelden deze principes ook voor zone 1A, zoals bepaald in het eerste gefaseerd BBO.

De gebruiksadviezen zijn visueel weergegeven op [Figuur 15](#).

**Tabel 8-1 Gebruiksadviezen**

Zone	ERM specifiek	Slib	OVAM specifiek
Zone GA5	GA5	SL1	GA1a, GA2a, GA2b, GA2c, GA3b, GA3c, GA4

- SL1: Gebaggerd slib dat vrijkomt bij het vrijmaken van oppervlaktewaterlichamen moet worden getest op PFAS, en ter plaatse naar behoren worden behandeld als het de normen overschrijdt overeenkomstig het "Decreet bodemsanering en bodembescherming" en het uitvoeringsbesluit Vlarebo.
- GA1a: Door de grondverzetregeling zijn er beperkingen voor het gebruik van de uitgegraven bodem.
- GA2a: Bij de uitvoering van bemalingen, grondwaterverlagingen of onttrekkingen is het aangewezen om maatregelen te nemen om de verspreiding van de grondwaterverontreiniging en lozing van verontreinigende stoffen tegen te gaan.
- GA2b: Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken als drinkwater of voor persoonlijke hygiëne. Ook gebruik als drinkwater voor vee is af te raden.
- GA2c: Het wordt afgeraden om het grondwater te gebruiken voor de tuin. Ook een industriële toepassing zonder de risico's te laten evalueren, is af te raden.
- GA3b: Het is niet aangewezen om een moestuin aan te leggen op het perceel.
- GA3c: Het is niet aan te bevelen dieren op uw perceel te laten groeien.
- GA4: Bij de herontwikkeling van het terrein met een bestemmingswijziging is een nieuwe risico-evaluatie aangewezen.
- GA5: (a) De consumptie van eigen gekweekte eieren moet worden vermeden;  
(b) De teelt van commerciële gewassen en fruit of dierlijke producten moet worden vermeden, behalve als analyses van deze producten aantonen dat ze voldoen aan de Europese normen of aan de EAC van het FAVV;  
(c) De consumptie van eigen vlees, melk en melkproducten moet worden vermeden, behalve als analyses van deze producten aantonen dat ze voldoen aan de Europese normen of aan de EAC van het FAVV; en  
(d) Controle van de groente- en fruit concentraties is aangewezen. Wanneer deze voldoen aan de EAC van het FAVV dienen geen maatregelen worden genomen. Voldoen ze niet dan mogen de grondconcentraties niet hoger zijn dan 3,8 µg/kg ds.

### 8.3 Volgende stappen

Aanvullend onderzoek en evaluatie dient te worden uitgevoerd om de tijdens dit gefaseerd BBO vastgestelde lacunes in de gegevens aan te vullen:

- Het is aangewezen om bijkomende voedsel gerelateerde (plantaardige en dierlijke) materialen te analyseren met lagere detectielimieten met het oog op het definiëren van eventuele teeltadviezen bij de uitwerking van de nodige saneringsmaatregelen;
- Het is aanbevolen om het grondwateronderzoek verder uit te breiden, waarbij men verder aandacht dient te besteden aan de interactie tussen oppervlaktewater en de freatische grondwaterlaag. Het uitkarteren van de impact, gerelateerd met de (historische) 3M activiteiten en het identificeren van mogelijke externe PFAS-bronnen is aangeraden. Voorts moet ook de relatie tussen de vastgestelde bodemverontreiniging en het grondwater worden geëvalueerd;
- Het ecotoxicologisch risico evenals het verspreidingsrisico dat uitgaat van de PFAS-verontreiniging in het vaste deel van de aarde dient te worden uitgevoerd in een volgende onderzoeksfase; en
- Verder studie is nodig naar mogelijke niet-3M gerelateerde PFAS-bronnen die hebben bijgedragen tot de vermengde bodemverontreiniging.

Er moet een tweede gefaseerd saneringsproject worden opgemaakt om de blootstelling aan PFAS via de verontreinigde toplaag binnen de contour richtwaarde te verminderen, zowel binnen de 3M impact als ook de co-mingling zone, met uitzondering van zone 1A waarvoor al een gefaseerd BSP is opgesteld.

Gelet op het feit dat (1) voor de zone 1B en 2 voorzorgsmaatregelen zijn opgelegd en in uitvoering zijn en (2) dat er vanuit de stakeholders een duidelijke vraag is om de saneringsmaatregelen buiten zone 1A pas te implementeren van zodra alle risico's duidelijk in kaart zijn gebracht, dus niet enkel de humaan toxicologische risico's die in onderhavig rapport zijn beschreven, maar ook de ecotoxicologische risico's en de risico's gelinkt met het grondwater, is het aangewezen om een saneringsplan op te stellen van zodra deze overige risico's gekend zijn, en door de OVAM goed gekeurd. Op dit moment is de volgende fase van het beschrijvend onderzoek om deze overige risico's in kaart te brengen volop bezig, en zal gestreefd worden om een volgend gefaseerd rapport voor deze zone in te dienen tegen het einde van 2023.

## 9. RANDVOORWAARDEN

- Dit rapport is gebaseerd op informatie verstrekt door de opdrachtgever of een derde partij, en/of op resultaten van representatieve steekproeven. ERM heeft deze beoordeling opgesteld op basis van zijn ervaring en, in sommige gevallen, de toepassing van een methode voor het schatten of beoordelen van omstandigheden op basis van representatieve of willekeurige steekproeven of inspectie. Gezien de aard van dergelijke diensten, met inbegrip van, maar niet beperkt tot, de mogelijkheid dat de schatting of beoordeling gebaseerd is op onvolledige of onnauwkeurige informatie of afwijkende steekproeven, garandeert of waarborgt ERM de nauwkeurigheid van een dergelijke schatting of beoordeling niet;
- Dit rapport is ook gebaseerd op de publiek beschikbare bronnen en aanvullende gegevens die door ERM zijn verzameld. ERM baseert zich op informatie verstrekt door de stad Antwerpen en de gemeente Zwijndrecht & Beveren, BAM/Lantis en informatie die werd gegenereerd door andere erkende bodemsaneringsdeskundigen (PIH, Arcadis & ABO). ERM aanvaardt geen aansprakelijkheid voor de juistheid en/of volledigheid van informatie en gegevens van derden;
- De beoordeling van ERM gebeurt binnen het huidige toepasselijk regelgevend kader (Bodemdecreet, 2006), de (aanvullende) OVAM-richtlijnen geldend op het moment van uitvoering van het onderzoek en de voorgestelde referentiewaarden voor PFOS, PFOA en som PFAS (zoals ontwikkeld door VITO en gepubliceerd door OVAM en van kracht sinds 19/04/2022). Verdere informatie, nieuwe wetenschappelijke inzichten, onderzoeken van andere niet-3M gerelateerde bronnen, de relatie verontreinigde bodem/grondwater/oppervlaktewater, een geactualiseerd referentiekader, of beleidswijzigingen, enz. kunnen beschikbaar komen tijdens de verdere voltooiing van een update van het BBO-rapport. Dit zal indien nodig worden verwerkt in volgende onderzoeksfasen en bijbehorende eindverslagen;
- De in dit verslag gepresenteerde risico-evaluatie is gebaseerd op de huidige kennis van en inzichten in PFAS-stoffen en hun eigenschappen en is uitgevoerd met behulp van S-RISK volgens het principe van de PFSA- en PFCA-stofgroepen waarbij PFOS de vertegenwoordiger is voor de PFSA-groep en PFOA de vertegenwoordiger is voor de PFCA-groep. De resultaten van deze risico-evaluatie zijn bijgevolg geldig zolang de toegepaste inputparameters van het model geldig blijven. Een actualisering zal nodig zijn indien nieuwe relevante informatie beschikbaar wordt en/of indien de risico-evaluatie methodologie (door de regelgeving) moet worden gewijzigd; en
- Dit BBO-rapport is per definitie onvolledig. Zoals overeengekomen met de OVAM was de hoofdprioriteit van het eerste/tweede gefaseerde BBO-rapport:
  1. Een indicatieve afbakening van de off-site PFAS-bodemimpact voor de afgebakende projectperimeter (voornamelijk Zwijndrecht, gebied ten zuiden van de E34);
  2. Een evaluatie van de potentiële risico's voor de mens in verband met blootstelling aan de relevante PFAS die in de bodem werden geïdentificeerd met de toegepaste laboproefmethodologie; en
  3. Een beoordeling van de noodzaak/urgentie voor het nemen van remediërende maatregelen.
- Een gedetailleerd stappenplan voor de verdere voltooiing van het volledige BBO-rapport zal worden uitgewerkt en met de OVAM worden gedeeld na de indiening van dit gefaseerde BBO-rapport.

Gebied ten zuiden van de autosnelweg E34 & 3M-site Zwijndrecht  
Finale beoordeling van de humane risico-evaluatie voor PFAS in de  
bodem

## 10. DISCLAIMER

Dit rapport is door ERM met alle redelijke vakkundigheid, zorgvuldigheid en toewijding opgesteld binnen de voorwaarden van de overeenkomst met de opdrachtgever, waarin de Algemene Voorwaarden van ERM zijn opgenomen en rekening houdend met de middelen die er in overleg met de opdrachtgever aan zijn besteed.

ERM wijst elke verantwoordelijkheid ten aanzien van de opdrachtgever en anderen af met betrekking tot aangelegenheden die buiten de werkingssfeer van het bovenstaande vallen.

## 11. VERKLARING EN HANDTEKENING

De bodemsaneringsdeskundige verklaart:

- Dat dit rapport is uitgevoerd volgens de standaardprocedure voor beschrijvend bodemonderzoek;
- Dat de bindende, richtinggevende en relevante adviserende elementen zijn opgenomen in het rapport en dat hij van oordeel is dat de elementen die niet vermeld zijn in het rapport, ook niet van toepassing zijn;
- Dat hij voor het uitvoeren van deze opdracht niet in onverenigbaarheid verkeert of dat hij bij een situatie van onverenigbaarheid beheersmaatregelen heeft genomen;
- Dat dit rapport representatief is voor de verontreinigingstoestand van de onderzoekslocatie;
- Dat de inhoud van het rapport overeenkomt met de digitale gegevens; en
- Dat de volgende informatie – die in de xml-bestand aan de OVAM is aangeleverd – de juridisch bindende is:
  - Administratieve gegevens; en
  - Aard en ernst op het niveau van het kadastrale perceel.

Hoedanigheid	Naam en handtekening	Datum
De persoon die beschikt over de individuele handtekeningsbevoegdheid (Vlarel artikel 53/4 §1, tweede lid):	 Jan Van linden	31 maart 2023
De kwaliteitsverantwoordelijke bij de bodemsaneringsdeskundige voor dit bodemonderzoek:	 Dirk Nuyens	31 maart 2023
De persoon die de bodemsaneringsdeskundige rechtsgeldig kan vertegenwoordigen tegenover derden:	 Laurent Beuselinck	31 maart 2023

Dirk Nuyens Dr. Sc., Senior Partner

Datum: 31 maart 2023

---

**ERM heeft meer dan 160 kantoren in de volgende landen en gebieden over de hele wereld**

**ERM**

Posthoflei 5 bus 6  
2600 Antwerpen-Berchem

T: +32 3 287 36 50

F: +32 3 287 36 79

[www.erm.com](http://www.erm.com)